

**平陆运河（平塘江口~兰海高速钦江  
大桥段）工程环境影响报告书  
（征求意见稿）**

**建设单位：广西壮族自治区交通运输厅**

**评价单位：交通运输部规划研究院**

**2022年5月**

# 目 录

1 总论.....	1
1.1 任务由来 .....	1
1.2 编制目的 .....	2
1.3 编制依据 .....	3
1.4 评价等级 .....	7
1.5 评价范围及重点 .....	9
1.6 评价标准 .....	10
1.7 环境保护目标 .....	17
1.8 评价时段 .....	26
1.9 评价程序 .....	26
2 工程概况.....	28
2.1 地理位置.....	28
2.2 水运量预测.....	28
2.3 建设必要性.....	29
2.4 建设的可能性.....	35
2.5 通航标准与营运组织.....	37
2.6 航道工程.....	39
2.7 航运梯级工程.....	48
2.8 施工组织.....	76
2.9 建设征地与移民.....	77
2.10 环境保护及水土保持.....	88
2.11 投资估算.....	89
3 工程分析.....	90
3.1 与相关政策、规划的协调性分析.....	90
3.2 施工方案 .....	119
3.3 施工进度 .....	148
3.4 线路环境比选 .....	148

3.5 工程分析 .....	156
4 区域环境概况.....	164
4.1 流域概况.....	164
4.2 运河沿线环境现状.....	174
4.3 流域开发回顾性评价.....	188
5 环境现状调查与评价.....	196
5.1 水环境现状评价 .....	196
5.2 陆生生态现状调查与评价.....	223
5.3 河流底泥现状调查与评价.....	248
5.4 水生生态现状调查与评价.....	250
5.5 环境空气现状调查与评价.....	293
5.6 声环境现状调查与评价.....	296
6 环境影响评价.....	300
6.1 区域水资源配置影响评价 .....	300
6.2 水文情势影响评价.....	313
6.3 地表水环境影响评价.....	342
6.4 地下水环境影响评价 .....	407
6.5 陆域生态影响评价 .....	419
6.6 水生生态环境影响评价 .....	447
6.7 环境空气影响评价.....	470
6.8 声环境影响评价.....	503
6.9 固体废弃物环境影响评价 .....	521
6.10 移民安置环境影响评价.....	523
6.11 环境地质影响评价 .....	534
7 环境风险评价.....	538
7.1 评价目的 .....	538
7.2 溢油风险识别 .....	538

7.3 溢油事故源项分析 .....	541
7.4 溢油事故风险预测与评价 .....	543
7.5 溢油对水生生态影响评价 .....	549
7.6 其他风险评价 .....	551
8 环境保护措施.....	559
8.1 水环境保护措施.....	559
8.2 陆生生态环境保护措施.....	583
8.3 水生生态环境保护措施.....	585
8.4 声环境保护措施.....	598
8.5 环境空气保护措施.....	599
8.6 固体废物处理.....	602
8.7 事故防范措施.....	603
8.8 移民安置环境保护措施.....	609
8.9 环保投资费用估算 .....	620
9 环境保护管理和环境监测.....	625
9.1 环境保护管理.....	625
9.2 环境保护监理.....	628
9.3 环境监测计划.....	633
10 环境影响经济损益分析.....	640
10.1 经济效益分析 .....	640
10.2 环境经济损益分析 .....	641
11 公众参与.....	644
11.1 公众参与目的与原则 .....	644
11.2 公众参与对象、过程及方式.....	644
12 评价结论.....	648
12.1 工程概况 .....	648
12.2 项目建设与相关政策、规划相符性 .....	648

12.3 环境质量现状 .....	649
12.4 环境影响评价 .....	650
12.5 环境保护措施 .....	660
12.6 工程环境合理性分析 .....	667
12.7 评价总结论 .....	672
附表 平陆运河沿线生活排污口情况.....	673

# 1 总论

## 1.1 任务由来

广西地处北部湾畔，背靠大西南诸省，面向东南亚，毗邻粤琼港澳，是我国华南和西南地区的结合部，交通地理位置起着承东启西、连接南北通道与枢纽的作用。平陆运河是广西综合性战略资源，其始于南宁平塘江口，溯沙坪河而上入钦州境，跨分水岭沿田州江而下至陆屋，汇入钦州干流经钦州港入海，线路全程约 140km。平陆运河沟通西江水系和钦江水系，上游与西江航运干线相连，向西经邕江直通南宁，向东经郁江直通粤港，向北通过黔江、红水河或柳江直达贵州，向南由钦州出海。西江航运干线中上游经平陆运河由钦州港出海，较目前经梧州由广州出海缩短航程约 560km，是广西内河出海的捷径。

平陆运河是现代版的“灵渠”，是密切北部湾经济区和西江经济带联系的新纽带，是西南水运出海新通道，是关乎广西未来的长远大计。广西壮族自治区历届政府相关领导多次关注平陆运河规划研究工作，有关部门对平陆运河开展了多层次、多方面的研究，通过不同方式来积极推动平陆运河项目建设。2013 年，国务院批复《珠江流域综合规划（2012-2030 年）》（国函〔2013〕37 号），提出远景视需要研究开掘平陆、赣粤、湘桂运河的可能性。2017 年 12 月，广西壮族自治区人民政府办公厅印发《西部大开发“十三五”规划广西实施方案》（桂政办发〔2017〕179 号），明确将研究推进平陆运河建设。2019 年 8 月，国家发改委印发的《西部陆海新通道总体规划》中对平陆运河也有所提及，提出推进沟通广西西江至北部湾港的平陆运河研究论证。

为此，为大力发展向海经济，实施西部大开发战略及珠江—西江经济带发展规划，推进“中新南向通道”互联互通，2020 年广西壮族自治区交通运输厅委托中交水运规划设计院开展了平陆运河总体线路及梯级布置方案研究、平陆运河水资源综合利用研究、平陆运河入海口航道及江海联运港区通航关键技术研究、平陆运河通航技术标准与通航船型研究、平陆运河航道规划等 5 项重大专项技术的研究工作。2020 年 12 月 7 日，广西壮族自治区交通运输厅在南宁组织召开了《西部陆海新通道（平陆）运河航运规划研究》（含航道规划运量预测专题研究、航

道规划环境影响评价专题研究)验收评审会,随后形成了《平陆运河航道规划》。同时,交通运输部规划研究院受委托开展了《平陆运河航道规划环境影响报告书》编制工作。2021年12月31日,广西壮族自治区生态环境厅在南宁组织召开了《平陆运河航道规划环境影响评价报告书》审查会。2022年1月29日,广西壮族自治区生态环境厅出具了《西部陆海新通道(平陆)运河航道规划环境影响评价报告书审查意见》(桂环函〔2022〕130号)。

为加快推进平陆运河前期研究工作,2021年经招投标中交水运规划设计院有限公司与黄河勘测规划设计研究院有限公司组成的联合体共同承担西部陆海新通道(平陆)运河项目工程可行性研究及专题研究工作。受委托,我院承担了平陆运河工程项目环境影响评价工作。考虑到平陆运河涉及的内容较多,本次环评同步开展了地表水环境影响评价、地下水环境影响评价、红树林影响评价、牡蛎影响评价等专题评价。2022年2月18日,广西壮族自治区生态环境厅组织开展了平陆运河工程项目环境影响评价工作大纲专家咨询会。2022年4月8日,我院召开了平陆运河对地下水环境影响专题审查会,与会专家和代表原则通过了地下水影响专题评价报告。2022年5月5日、5月7日分别召开了平陆运河工程对地表水、水生生态、陆生生态环境影响专题审查会。考虑到平陆运河涉及到内河和沿海两个区段,本报告重点分析平陆运河平塘江口至兰海高速钦江大桥段(以下简称“内河段”)的环境影响,并提出减缓措施。

## 1.2 编制目的

本次评价立足于广西壮族自治区生态环境资源的实际状况,结合平陆运河涉及流域具体特点,在对项目区域环境现状调查的基础上,分析平陆运河项目与其他相关规划的协调性和一致性,通过工程分析对项目建设可能带来的环境问题识别,预测施工期和运行期对水文情势、水环境、生态环境、环境空气、声环境造成的影响,提出避免、减轻和控制不良环境影响的对策措施,为项目决策提供依据,指导工程环境保护设计和环境管理,使工程建设最终达到经济效益、社会效益和环境效益的统一。

## 1.3 编制依据

### 1.3.1 相关法律

- [1] 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月修订）；
- [2] 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月修订）；
- [3] 《中华人民共和国湿地保护法》（2022年6月实施）；
- [4] 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月修正）；
- [5] 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月修正）；
- [6] 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2021年12月修订）；
- [7] 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年4月修订）；
- [8] 《中华人民共和国水法》（2016年7月修订）；
- [9] 《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月修订）；
- [10] 《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月修订）；
- [11] 《中华人民共和国渔业法》（2013年12月修订）；
- [12] 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012年2月修订）；
- [13] 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018年10月修改）；
- [14] 《中华人民共和国森林法》（2019年12月修订）；
- [15] 《中华人民共和国文物保护法》（2017年11月修改）；
- [16] 《中华人民共和国节约能源法》（2018年10月修正）；
- [17] 《中华人民共和国防洪法》（2016年7月修正）；
- [18] 《中华人民共和国航道法》（2016年7月修正）；
- [19] 《中华人民共和国农业法》（2012年12月修改）。

### 1.3.2 相关法规及法规性文件

- [1] 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年10月修改）；
- [2] 《中华人民共和国文物保护法实施条例》（2017年3月修订）；
- [3] 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017年10月修改）；
- [4] 《风景名胜区条例》（2016年2月修订）；



- [5] 《基本农田保护条例》（2011年1月修订）
- [6] 《建设项目环境保护管理条例》（2017年7月修订）；
- [7] 《地下水管理条例》（2021年12月施行）；
- [8] 《环境影响评价公众参与办法》（2019年1月施行）；
- [9] 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（2021年1月施行）
- [10] 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010年12月修正）；
- [11] 《突发环境事件应急预案管理暂行办法》（环发〔2010〕113号）；
- [12] 《关于进一步加强水生生物资源保护 严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2013〕86号）；
- [13] 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77号）；
- [14] 《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（2017年2月）；
- [15] 《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》（2021年11月）；
- [16] 《广西壮族自治区环境保护条例》（2016年5月修订）；
- [17] 《广西壮族自治区饮用水水源保护条例》（2017年5月施行）；
- [18] 《广西壮族自治区文物保护管理条例》（2004年7月修正）；
- [19] 《广西壮族自治区森林和野生动物类型自然保护区管理条例》（2018年9月修改）；
- [20] 《广西壮族自治区水污染防治条例》（2020年5月施行）；
- [21] 《广西壮族自治区土壤污染防治条例》（2021年9月施行）。

### 1.3.3 技术导则与相关标准

- [1] 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- [2] 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- [3] 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；
- [4] 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- [5] 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；

- [6] 《环境影响评价技术导则 生态环境》（HJ19-2022）；
- [7] 《环境影响评价技术导则 水利水电工程》（HJ/T88-2003）；
- [8] 《环境影响评价技术导则 生物多样性影响》（DB 45/T 1577—2017）
- [9] 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- [10] 《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T451-2017）；
- [11] 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）；
- [12] 《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018）；
- [13] 《水利建设项目（河湖整治与防洪除涝工程）环境影响评价文件审批原则》；
- [14] 《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价文件审批原则》；
- [15] 《航道建设项目环境影响评价文件审批原则》；
- [16] 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单（生态环境部公告 2018 年第 29 号）；
- [17] 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- [18] 《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）；
- [19] 《生物多样性观测技术导则》（HJ710-2014）；
- [1] 《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）；
- [2] 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- [3] 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；
- [4] 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；
- [5] 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；
- [6] 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；
- [7] 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001/XG1-2013）；
- [8] 《危险废物鉴别标准》（GB5085-2007）；
- [9] 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；
- [10] 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）；
- [11] 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- [12] 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；

- [13] 《国家重点保护野生植物名录》（2021年9月）；
- [14] 《国家重点保护野生动物名录》（2021年2月）。

#### 1.3.4 相关规划、区划文件

- [1] 《国家综合立体交通网规划纲要》（2021年2月）；
- [2] 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（2021年3月）；
- [3] 《“十四五”推进西部陆海新通道高质量建设实施方案》（2021年8月）；
- [4] 《珠江流域综合规划（2012—2030年）》（2013年1月）；
- [5] 《西部陆海新通道总体规划》（2019年8月）
- [6] 《郁江流域综合规划》（2020年11月）；
- [7] 《珠江航运“十四五”发展规划》（2021年11月）；
- [8] 《广西综合交通运输发展“十四五”规划》（2021年10月）；
- [9] 《广西壮族自治区水功能区划》（2003年2月）；
- [10] 《广西壮族自治区内河水运发展规划》（2007年9月）；
- [11] 《广西壮族自治区生态功能区划》（2008年2月）；
- [12] 《广西海洋生态红线划定方案》（2017年12月）；
- [13] 《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》（2018年4月）；
- [14] 《广西横州西津国家湿地公园总体规划（修编）（2018-2022年）》（2018年9月）；
- [15] 《广西壮族自治区人民政府关于同意广西茅尾海红树林自治区级自然保护范围和功能区调整的批复》（2015年7月）；
- [16] 《北部湾港总体规划（2021-2035）》（在编）；
- [17] 《南宁市乡镇集中式饮用水水源保护区划定方案》（2017年4月）；
- [18] 《广西钦州市钦江流域综合治理规划》（2018年6月）；
- [19] 《钦州市乡镇集中式饮用水水源保护区划定方案》（2016年11月）；
- [20] 《钦州港总体规划》（2012年5月）；

[21] 《关于钦州市城区钦江饮用水水源取水口上移工程项目环境影响报告书的批复》（钦环审〔2019〕17号）及《钦州市城区钦江饮用水水源取水口上移工程项目环境影响报告书》；

[22] 《平陆运河工程工程可行性研究报告》（2022年5月）。

## 1.4 评价等级

### 1.4.1 生态环境

平陆运河工程建设内容包括航道整治、枢纽建筑物工程、跨河建筑物工程等。运河总长约140公里，越岭段干地开挖6.5公里。根据运河工程可行性研究报告，平陆运河工程航道、枢纽等主要工程占地约33.51km<sup>2</sup>。工程北起平塘江口，跨分水岭，经陆屋镇沿钦江南下进入北部湾钦州港海域，沿线涉及广西横县西津国家湿地公园、饮用水水源保护区等重要生态敏感区。根据《环境影响评价技术导则 生态环境》（HJ 19-2022）评价工作等级判别标准，本工程生态影响评价工作等级为一级。

### 1.4.2 水环境

#### （1）水污染评价等级

平陆运河工程施工期间会产生生产废水和生活污水，主要污染物以SS、COD和BOD<sub>5</sub>为主，考虑到运河沿线施工，污染物排放区域较为分散，不会对运河沿线水质带来较大影响；工程实施后船舶污水储存上岸，不直接排放，枢纽、服务区污水收集后回用，不会对运河沿线水质带来较大影响。但是平陆运河沿线涉及饮用水水源保护区等，水质较为敏感，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），地表水环境评价等级确定为二级评价。

#### （2）水文情势评价等级

平陆运河工程建设马道、企石、青年枢纽，通过对现有河道疏浚炸礁、分水岭段全河段开挖等工程建设梯级航道，对水文情势有较大改变。

平陆运河内河段长约120 km，底宽至少为85 m，工程垂直投影面积约为10 km<sup>2</sup>，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），水文情势评价

等级为一级评价。

### （3）地下水评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）中的附录 A、表 1、表 2 及 6.2.2.3 条，项目评价工作等级如下：引水工程项目类别属Ⅲ类，地下水环境敏感程度为敏感，评价工作等级为二级；航道工程、梯级枢纽工程项目类别属Ⅳ类，地下水环境敏感程度为敏感，不划评价工作等级。因此，项目评价工作等级为二级。

## 1.4.3 大气环境

工程施工期有扬尘及废气产生，工程施工产生的主要污染物为 TSP，考虑洒水抑尘措施后，工程在施工期间的扬尘影响可控制在 50m 范围内，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）颗粒物无组织排放浓度限值  $1 \text{ mg/m}^3$  的要求。工程临近广西茅尾海红树林自治区级自然保护区（属于环境空气质量功能区划中的一类区）。工程运行期航道本身不排放任何污染物，间接影响为船舶废气，主要污染物为  $\text{NO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  等，按照《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）的评价等级判断标准和分级依据， $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  的  $P_{\max}$  最大值分别为 0.30%、7.41%、0.40%、0.73%，确定本次评价大气环境影响评价工作等级为二级。

## 1.4.4 声环境

工程施工期噪声源主要有挖掘机、推土机、混凝土拌和系统、综合加工厂等固定噪声源以及物料运输产生的交通噪声源。施工期间噪声污染源影响时间短且分散。平陆运河工程建成后，除船舶航行噪声和马道枢纽、企石枢纽、青年枢纽等运河枢纽运行噪声外，其余区域运行期基本不产生噪声，其噪声等效 A 声级增高量在 3dB(A)以下。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）的评价等级划分原则，但本工程涉及 1 类声环境功能区，项目建设前后噪声级变化较小，项目施工期噪声污染影响时间短且分散，声环境评价级别确定为二级。

## 1.4.5 环境风险环境

平陆运河工程实施后，船舶燃料油为主要的风险物质。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），平陆运河涉及燃料油使用，行业及生产工艺（M）取值为M4=5；评价区域通航船舶为3000~5000吨级，危险物质数量与临界量比值Q取值为3；危险物质及工艺系统危险性等级为P4。评价区域涉及饮用水水源保护区，地表水环境为环境高度敏感区E1，判断建设项目环境风险潜势为III级，环境风险评价工作等级为II级。

## 1.5 评价范围及重点

### 1.5.1 生态环境

#### （1）水生生态

水生生态环境影响重点评价范围：沙坪河与郁江汇流的沙坪河河口至分水岭起始点沙坪镇；分水岭山脊段下游至旧州江汇入钦江干流段；旧州江汇入钦江干流处至新建青年枢纽；新建青年枢纽至兰海高速钦江大桥段。

引水区域及下游区的生态评价评价范围：百色水库至长洲水利枢纽段，重点分析百色水库至贵港断面。

#### （2）湿地生态

根据水文情势分析及水资源论证，运河运行期间通过上游调水不会显著改变下游区流量，基本不会影响水源区及下游江段的湿地生态。因此，湿地生态重点评价范围为运河沿线，包括沙坪河、旧州江、钦江干流等河流及河口湿地生态系统。重点评价工程建设、运行带来的水文情势变化对重要湿地结构功能、主要保护对象的影响。

#### （3）陆生生态

根据水文情势分析，工程调水以保证贵港断面生态流量为基本原则，不对显著改变下游区水位变化，对调水区及下游陆域影响较小。因此，本工程陆生生态评价范围评价运河沿线1km内，以及堆料场、施工营地、移民安置区、服务区、

临时码头等占地区域，涉及到生态敏感区的区域将延伸至整个生态敏感区外边界。重点评价范围包括航运枢纽建筑工程区、新开挖河段两侧、裁弯取直河段、堆料场、移民安置区、跨河桥梁工程区等生态影响涉及区域。重点评价内容为工程占地、工程施工和运行等对区域生态完整性、陆生植被、生态敏感区、重点保护野生动植物及其生境的影响。

## 1.5.2 地表水环境

地表水环境影响评价的范围包括引水区域及下游区、航运沿线区域的河流等水体。

### （1）引水区域及下游区

引水区域及下游区的评价范围为百色水库至长洲水利枢纽段，重点分析百色水库至贵港断面。

### （2）运河沿线

运河沿线评价范围包括沙坪河、旧州江及旧州江入钦江至兰海高速钦江大桥。

## 1.5.3 大气环境和声环境

大气环境和声环境评价范围是运河线路、航运枢纽工程区，疏浚和陆域开挖段施工区，堆料场、施工营地区域，及移民安置区的征地红线外延 200 米范围内，施工临时道路两侧 200 米范围内；涉及生态敏感区的施工活动，根据工程类型适当外延。重点评价施工活动对工程区域周边居民区、学校、敏感区等敏感目标的影响。运行期重点评价船舶大气排放和噪声影响。

## 1.6 评价标准

### 1.6.1 水环境

#### 1、地表水功能区划

根据南宁市水功能区划、钦州市水功能区划，平陆运河工程建设涉及的主要

内河水功能区划见表 1.6.1-1，外海水域水质要求见表 1.6.1-2。

表 1.6.1-1 平陆运河相关内河水域水功能区划

河段范围	功能区	水质目标
郁江沙坪河口段	郁江西津库区南乡渔业饮用水源区	III
沙坪河段	沙坪河横州保留区	III
	沙坪河沙坪开发利用区	III
西屯河	西屯河旧州保留区	III
旧州江河段	旧州江旧州开发利用区	III
钦江河段	钦江陆屋饮用、工业用水区	III
	钦江钦北平吉农业用水区	III
	钦江钦州饮用、农业用水区	II、III
	钦江钦州工业、景观用水区	IV
	钦江钦州尖山入海口渔业用水区（左支）	III
	钦江大榄江入海口渔业用水区（右支）	III
丁屋江	丁屋江陆屋开发利用区	III
新坪江	陆屋镇新坪江新坪开发利用区	IV
青塘河	青塘河青塘保留区	III
沙埠河	沙埠河青塘保留区	III
三踏水	三踏水平吉农业用水区	III

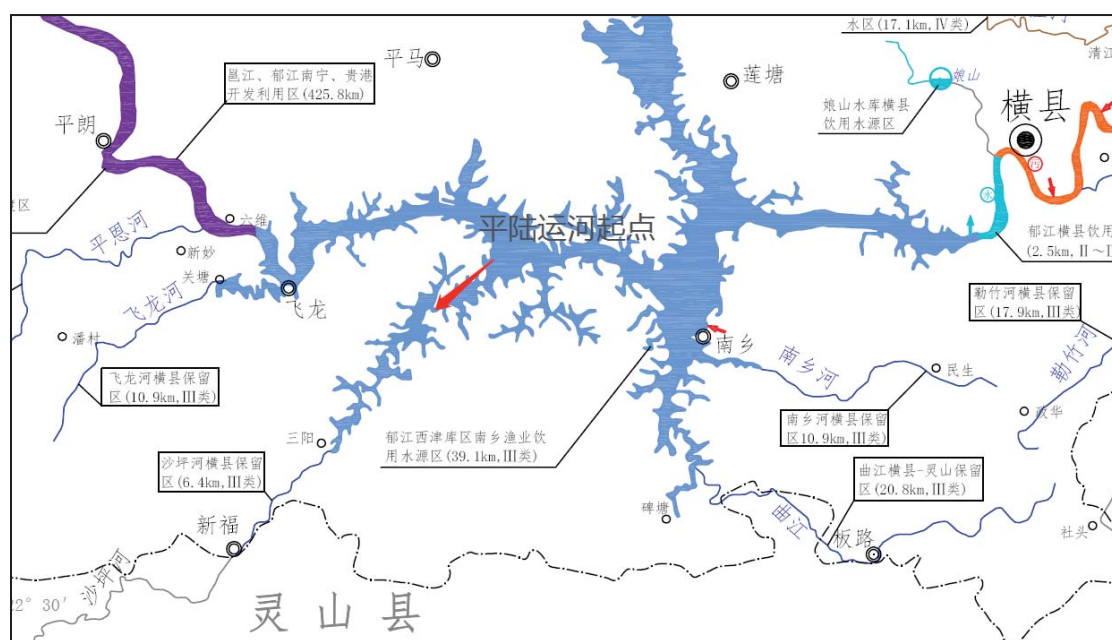


图 1.6.1-1 平陆运河涉及郁江、沙坪河水功能区划



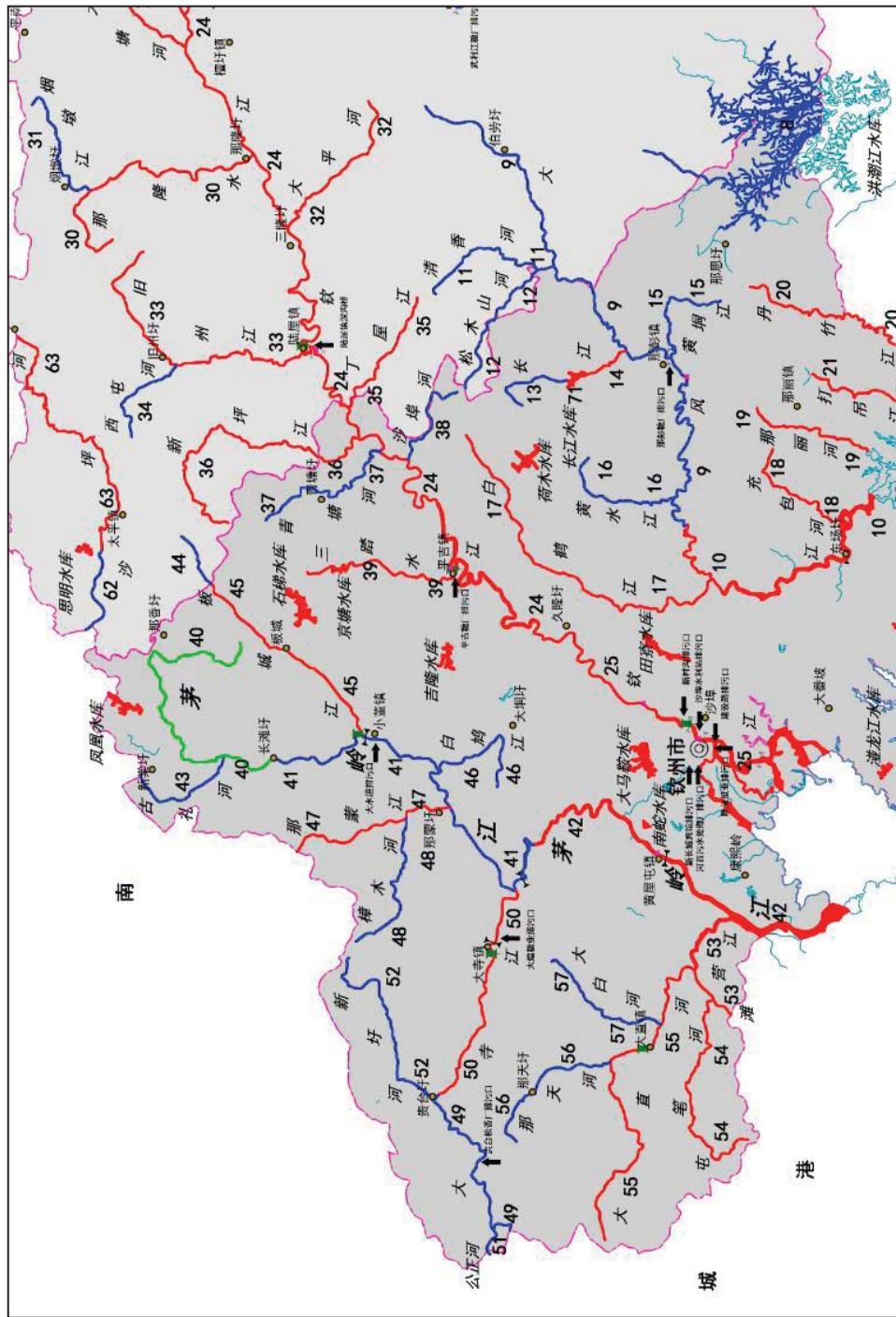


图 1.6.1-2 平陆运河涉及钦江及支流的水功能区划

## 2、环境质量标准

本次评价地表水环境质量评价标准见表 1.6.1-2,河道沉积物质量评价标准见表 1.6.1-3。

表 1.6.1-2 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)

序号	标准值、分类、项目	II类	III类	IV类
1	水温(°C)	人为造成的环境水温变化应限制在：周平均最大温升≤1；周平均最大温降≤2		
2	pH 值(无量纲)			
3	溶解氧≥	6	5	3
4	高锰酸盐指数≤	4	6	10
5	化学需氧量 (COD)≤	15	20	30
6	五日生化需氧量 (BOD5)≤	3	4	6
7	氨氮 (NH <sub>3</sub> -N)≤	0.5	1	1.5
8	总磷(以 P 计)≤	0.1	0.2	0.3
		(湖、库 0.025)	(湖、库 0.05)	(湖、库 0.1)
9	总氮(湖、库, 以 N 计)≤	0.5	1	1.5
10	铜≤	1	1	1
11	锌≤	1	1	2
12	氟化物(以 F-计)≤	1	1	1.5
13	硒≤	0.01	0.01	0.02
14	砷≤	0.05	0.05	0.1
15	汞≤	0.00005	0.0001	0.001
16	镉≤	0.005	0.005	0.005
17	铬(六价)≤	0.05	0.05	0.05
18	铅≤	0.01	0.05	0.05
19	氰化物≤	0.05	0.2	0.2
20	挥发酚≤	0.002	0.005	0.01
21	石油类≤	0.05	0.05	0.5
22	阴离子表面活性剂≤	0.2	0.2	0.3
23	硫化物≤	0.1	0.2	0.5
24	粪大肠菌群 (个/L)≤	2000	10000	20000

表 1.6.1-3 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(GB 15618—2018)

单位: mg/kg

序号	污染物项目	风险筛选值			
		pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH> 7.5

1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	水田	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

重金属和类金属砷均按元素总量计。

对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值。

### 3、排放标准

运河污水排放应遵守以下标准：II类水域禁止新建排污口；III类水域执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级A标准；IV类水域执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中二级标准，见表 1.6.1-4。船舶污染物执行《船舶污染物排放标准》（GB3552-2018）中对应标准，见表 1.6.1-5。

表 1.6.1-4 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）

序号	本次评价选用的指标	一级 A 标准最高允许 排放浓度（日均值）	二级标准
1	pH	6~9	
2	SS（mg/L）	10	30
3	COD（mg/L）	50	100
4	BOD <sub>5</sub> （mg/L）	10	30
5	总氮（以 N 计）（mg/L）	15	-
6	氨氮（以 N 计）（mg/L）	5（8）	25（30）
7	动植物油（mg/L）	1	5
8	石油类（mg/L）	1	5
9	总磷（以 P 计）	2005 年 12 月 31 日前 建设的	3
		2006 年 1 月 1 日起建 设的	3

10	色度（稀释倍数）	30	40
11	粪大肠菌群数/（个/L）	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
12	阴离子表面活性剂	0.5	2

注：Φ括号外数值为水温>12℃时的控制指标，括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

表 1.6.1-5 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）

### 一、船舶含油污水控制要求

污水类别	船舶类别	排放控制要求
机器处所油污水	2021年1月1日之前建造的船舶	自2018年7月1日起，执行排放15mg/L标准或收集并排入接收设施。
	2021年1月1日及以后建造的船舶	收集并排入接收设施。
含货油舱货油残余物的污水	全部油船	自2018年7月1日起，收集并排入接收设施。

### 二、船舶生活污水控制要求

序号	污染物项目	限值	污染物排放监控位置
1	五日生化需氧量（BOD <sub>5</sub> ）（mg/L）	50	生活污水处理装置出水口
2	悬浮物（SS）（mg/L）	150	
3	耐热大肠菌群数（个/L）	2500	

注：在2012年1月1日及以前安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，向水体排放生活污水，其污染物排放控制按上表规定执行。

序号	污染物项目	限值	污染物排放监控位置
1	五日生化需氧量（BOD <sub>5</sub> ）（mg/L）	25	生活污水处理装置出水口
2	悬浮物（SS）（mg/L）	35	
3	耐热大肠菌群数（个/L）	1000	
4	化学需氧量（CODCr）（mg/L）	125	
5	pH值	6~8.5	
6	总氯（总余氯）（mg/L）	<0.5	

注：在2012年1月1日及以后安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，向水体排放生活污水，其污染物排放控制按上表规定执行。

序号	污染物项目	限值	污染物排放监控位置
1	五日生化需氧量（BOD <sub>5</sub> ）（mg/L）	20	生活污水处理装置出水口
2	悬浮物（SS）（mg/L）	20	
3	耐热大肠菌群数（个/L）	1000	
4	化学需氧量（CODCr）（mg/L）	60	

5	pH 值	6~8.5
6	总氯（总余氯）（mg/L）	<0.5
7	总氮（mg/L）	20
8	氨氮（mg/L）	15
9	总磷（mg/L）	1.0

注：在 2021 年 1 月 1 日及以后安装（含更换）生活污水处理装置的客运船舶，向内河排放生活污水，其污染物排放控制按上表规定执行。

## 1.6.2 环境空气

### 1、大气环境质量功能区划

平陆运河沿线两侧均执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；受到运河建设运行影响的自然保护区（广西茅尾海红树林自治区级自然保护区）执行一级标准。评价标准见 1.6.2-1。

表 1.6.2-1 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）

序号	本次评价选用指标	取值时间	浓度限值	
			一级	二级
1	TSP (mg/m <sup>3</sup> )	年平均	0.08	0.20
		日平均	0.12	0.30
2	PM <sub>10</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	年平均	0.04	0.07
		日平均	0.05	0.15
3	SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	年平均	0.02	0.06
		日平均	0.05	0.15
4	NO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	年平均	0.04	0.04
		日平均	0.08	0.08

### 2、排放标准

航运枢纽执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中二级标准。

表 1.6.2-2 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）

序号	本次评价选用指标	最高允许排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	最高允许排放速率 (mg/m <sup>3</sup> )	无组织排放浓度限值 (mg/m <sup>3</sup> )
1	TSP	120	5.0~170	1.0
3	SO <sub>2</sub>	550~960	2.6~170	0.4
4	NO <sub>2</sub>	240~1400	0.77~52	0.12

### 1.6.3 声环境

平陆运河航运枢纽为声环境 3 类功能区，航道两侧区域属于 4 类功能区。航运枢纽厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中厂界外 3 类功能区的标准限值，即昼间不超过 65 dB(A)、夜间不超过 55dB(A)。航道两侧区域执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 4a 类标准，即昼间不超过 70dB(A)、夜间不超过 55dB(A)。可能受到航运噪声影响的周边区域，根据其声环境功能区划执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相应标准，见表 1.6.3-1。平陆运河建设施工期执行《建筑施工场界噪声排放标准》（GB12523-2011），见表 1.6.3-2。

表 1.6.3-1 《声环境质量标准》（GB3096-2008）

声功能区类别	噪声限值 dB(A)	
	昼间	夜间
0	50	40
1	55	45
2	60	50
3	65	55
4	70	55
	70	60

表 1.6.3-2 《建筑施工场界噪声排放标准》（GB12523-2011）

序号	施工阶段	主要噪声源	噪声限值 dB(A)	
			昼间	夜间
1	土石方	推土机、挖掘机、装载机等	75	55
2	打桩	各种打桩机等	85	禁止施工
3	结构	混凝土搅拌机、振捣棒、电锯等	70	55
4	装修	吊车、升降机等	65	55

## 1.7 环境保护目标

### 1.7.1 环境功能保护目标

#### (1) 生态环境

维护平陆运河工程涉及区域生态系统结构和功能的完整，维持区域内生物多样性、重点保护野生动植物及其生境、湿地、重要水生生物生境得到有效保护。保护工程涉及区域相关湿地公园等生态结构与功能的完整。

#### （2）水环境

维持调水区域及下游现有水环境功能，保护运河工程河水水质达到相应功能区水质管理目标，保证集中式地表水水源保护区的水质要求。

#### （3）地下水环境

保护平陆运河工程区域地下水环境，使其不因工程建设和运行引起区域地下水水质显著变化，不降低地下水环境水质类别。

#### （4）大气环境和声环境

保护平陆运河工程区域环境空气质量和区域声环境质量，使各功能区环境空气质量和声环境质量满足相应管理目标要求。

### 1.7.2 环境敏感目标

#### （1）生态敏感区

保护可能受工程实施直接和间接影响的湿地公园结构和功能的完整性。平陆运河（平塘江口~钦江大桥段）主要涉及 1 个湿地公园：广西横县西津国家湿地公园，具体情况详见表 1.7.2-1。

表 1.7.2-1 平陆运河工程（平塘江口~钦江大桥段）涉及生态敏感区统计表

序号	名称	类型	级别	面积 (公顷)	保护对象	与工程区位置关系
1	广西横县西津国家湿地公园	湿地公园	国家级	1855.69	湿地生态系统	平塘江河口距湿地公园约 15 公里

#### （2）地表水水源地

经调查，平陆运河评价范围内共分布有 6 处集中式地表水饮用水源保护区，包括钦州市钦江水源保护区、钦北区平吉镇钦江饮用水源保护区、钦南区久隆镇饮用水源保护区、旧州镇西屯江饮用水源保护区等。具体与工程关系见表 1.7.2-2。

表 1.7.2-2 运河涉及饮用水源保护区情况

序号	名称	所属市 级	保护区范围	取水情况	与本项目位置 关系
1	钦州市 钦江饮 用水水 源保护 区	钦州市	一级保护区：水域范围：长度为取水口上游 4300 米至下游 100 米，宽度为钦江多年平均水位对应的高程线以下的水域。陆域范围：一级保护区水域沿岸纵深 50 米的陆域范围。 二级保护区：水域范围：长度为一级保护区的上游边界向上游延伸 4800 米、下游边界向下游延伸 200 米，宽度为钦江多年平均水位对应的高程线以下的水域；各入河支流长度为自汇入口向上游延伸 2000 米，宽度为各支流多年平均水位对应的高程线以下的水域。陆域范围：一级、二级保护区水域沿岸纵深 1000 米的陆域（一级保护区陆域除外），其中东南面向外延伸至长崎岭—鸭营大山—火烧狗—牛栏麓的分水岭。	日供水量为 14 万立方/天，服务人口 40 万	运河穿越一级保护区 3.63 公里；二级保护区 3.67 公里
2	久隆镇 钦江水 源地	钦南区	一级保护区：长度为取水口上游 1000 米至下游 100 米，宽度为钦江多年平均水位对应的高程线下的水域。陆域范围：一级保护区水域沿岸纵深 50 米的陆域范围。 二级保护区：水域范围：长度为一级保护区的上游边界向上游延伸 4000 米至下游东坝村、下游边界向下游延伸 200 米，宽度为钦江多年平均水位对应的高程线下的水域；左岸第 1、2 条支流及右岸第 1 条支流长度为自汇入口向上游延伸至源头，右岸第 2 条支流长度为自汇入口向上游延伸 2000 米至老虎岭村，宽度为多年平均水位对应的高程线下的水域。陆域范围：一级、二级保护区水域沿岸纵深 1000 米的陆域范围（一级保护区陆域除外），其中东面延伸至久隆-平吉二级公路西侧边界，南面延伸至清湖-科甲二级公路北侧边界。	该取水口未建设完成，久隆镇利用地下水源、由龙源水厂供水	运河穿越一级保护区 3.82 公里；二级保护区 0.77 公里
3	平吉镇 钦江水 源地	钦北区	一级保护区：水域范围：长度为取水口上游 4500 米至下游 100 米的河段，一级左岸第一、第三条入河支流全长、第二条入河支流从汇入口上溯 2000 米的河段，右岸第一条入河支流从汇入口上溯 2000 米的河段；宽度为上述河段两岸 5 年一遇洪水淹没线间的距离。陆域范围为一级保护区水域河段两岸各纵深 50 米的陆域。 二级保护区：水域范围：长度为取水口上游 9500 米至下游 300 米的河段，一级左岸第二、第四、第五条如何支流全长的河段，右岸第一条如何支流全长，第二条如何支流从其汇入口上溯 2000 米的河段；宽度为上述河段两岸 10 年一遇洪水淹没线间的距离，一级保护区水域	日供水量为 600 立方/天，服务人口 1 万	取水口被截弯取直 运河穿越一级保护区 4.94 公里；二级保护区 3.71 公里



序号	名称	所属市级	保护区范围	取水情况	与本项目位置关系
4	陆屋镇钦江陆屋段水源地	灵山县陆屋镇	<p>除外。陆域范围：一、二级保护区水域两岸各纵深 1000 米的陆域，一级保护区陆域除外。</p> <p>一级保护区：水域范围：长度为规划取水口上游 3800 米至下游 100 米的河段；宽度为上述河段两岸 5 年一遇洪水淹没线间的距离。陆域范围：一级保护区水域河段两岸各纵深 50 米的陆域。</p> <p>二级保护区：水域范围：长度为规划取水口上游 6300 米至下游 300 米的河段，宽度为上述河段两岸 10 年一遇洪水淹没线间的距离，以及保护区水域除外。陆域范围：一、二级保护区水域两岸各纵深 1000 米的陆域，一级保护区陆域除外。</p>	日供水量为 1450 立方/天，服务人口 2.3 万	水源保护区位于运河接入钦江上游 2.5 公里
5	旧州镇西屯江水源水源地	灵山县旧州镇	<p>一级保护区：水域范围：长度为取水口上游 4200 米至下游 100 米的河段，以及左岸第一条入河支流从汇入口上溯 2400 米、右岸第一条入河支流从汇入口上溯 3500 米的河段，宽度为上述河段两岸 5 年一遇洪水淹没线间的距离。陆域范围：一级保护区水域河段两岸各纵深 50 米陆域。</p> <p>二级保护区：水域范围：长度为取水口上游源头至取水口下游 300 米的河段，以及左岸第一条入河支流从汇入口上溯 3400 米的河段，右岸第一条入河支流从汇入口上溯 5900 米以及该支流两侧的支流上溯至源头的河段，右岸第二条支流全长的河段，宽度为上述河岸两岸 10 年一遇洪水淹没线间的距离。一级保护区水域除外。陆域范围：一、二级保护区水域两岸各纵深 1000 米的陆域。一级保护区陆域除外。</p>	该取水口（康泉水厂）拟撤销，利用地下水	平陆运河穿越该取水口
6	沙坪镇沙坪河水源地	灵山县沙坪镇	<p>一级保护区：水域范围：长度为取水口上游 4000 米至下游 100 米的河段，以及右岸入河支流全长河段；宽度为上述河段两岸 5 年一遇洪水淹没线间的距离。陆域范围：一级保护区水域河段两岸各纵深 50 米陆域。</p> <p>二级保护区：水域范围：长度为取水口上游 8000 米至下游 300 米的河段，以及左岸入河支流从汇入口上溯 1000 米的河段；宽度为上述河段两岸 10 年一遇洪水淹没线间的距离。一</p>	经核实，该水源地无镇级以上取水口	取水口距离平陆运河线路约 700 米

序号	名称	所属市 级	保护区范围	取水情况	与本项目位置 关系
			保护区水域除外。陆域范围：一、二级保护区水域两岸各纵深 1000 米的陆域。一级保护区陆域除外。		

### （3）地下水水源地

保护平陆工程区域地下水环境，重点保护区域地下水源地和饮用水水源保护区水质，确保工程建设运行不影响地下水水源保护区的取水水质和取水水位。工程区内现存 1 个集中式地下水饮用水源地，为横州市新福镇地下水饮用水源地。一级保护区范围为以取水口为中心，50 米为半径的圆形区域。二级保护区为取水口向西延伸 800 米，向东延伸 300 米，南北两侧各纵深 500 米所围成的矩形区域。平陆运河航道外边界距离水源地约 600 米。

横州市新福镇地下水饮用水源地是现用地下水型饮用水水源地，无打井，泉眼冒出。位于广西省南宁市横州市新福镇东北 2.4km 的凤凰村北面。水源地取水口坐标为 108°57'52" 22°32'34"。水源地保护区已经初步划分没有设立标志，总面积约 0.07 平方公里。地下水产自中生界下白垩统大坡组紫红色粉砂岩中，为构造裂隙上升泉。根据水文地质图（贵县幅），该处属于上升泉群。水源地服务新福街，服务人口 6000 人，实际取水量为 7 万吨/年，水源地水质为 III 类别。

### （4）人饮工程

根据调研，本次平陆运河沿线共涉及人饮工程 10 个，详见表 4.6.2-2。人饮工程是指为改善农村基本生存环境、解决人畜饮水困难而实施的系列小型水利工程。人饮工程并未划定水源保护区，工程多以沉淀、絮凝、消毒等简单处理工艺为主。

表 1.7.2-3 运河涉及人饮工程情况

序号	名称	所在乡镇	取水量 (m <sup>3</sup> /天)	服务范围及人口	与规划位置关系
1	久隆中学 饮水工程	钦北区久隆镇	65.66	久隆中学、607 人	穿越运河
2	丁屋片区 人饮工程		345.31	久隆镇丁屋村	位于运河线路上
3	古秀人饮 工程	钦南区平吉镇	350	白鹤垌村、6461 人	被运河裁弯取直
4	牛江人饮 工程		未运行	2224 人	临近运河
5	陆屋中学 人饮工程	灵山县陆屋镇	120	陆屋中学，3004 人	被运河裁弯取直

6	向塘人饮工程	灵山县旧州镇	345	向塘村, 3000 人	运河穿越取水口
7	青松人饮工程		545	青松村, 3860 人	
8	桥柱人饮工程		512	石桥村、石柱村, 6780 人	
9	七里村人饮工程	灵山县沙坪镇	未运行	七里村	距运河越岭段 300 米
10	沙坪镇人饮工程		750	沙坪村、旧圩村, 6000 人	被运河裁弯取直

### （5）大气环境和声环境

保护平陆运河沿线及周边居民区、学校以及工程建设运行涉及到广西茅尾海红树林自治区级自然保护区、茅尾海国家级海洋公园等生态敏感区的大气环境质量和声环境质量。经调查，平陆运河沿线乡镇主要包括新福、沙坪、旧州、陆屋、三隆、那隆、青塘、平吉、大垌和久隆共 10 个乡镇及钦州市城区。行政区域土地总面积 2085.2 km<sup>2</sup>，耕地面积 55.4 万亩，人口 69.3 万人。

#### ①横州市

横州市位于广西东南部，南宁市东部，介于东经 108'48"~109'37"，北纬 22'08"~23'30"之间，东连贵港市，南接灵山县、浦北县，西接青秀区，北壤宾阳县，总面积 3464 平方千米，户籍人口 127.45 万人。运河流经的新福镇、沙坪镇位于横州市。

#### ②灵山县

灵山县位于广西南部，钦州市东北部。县城距南宁市 150 km，距钦州市 100 km，距北海市 150 km，距广州市 500 km。北临横州市、邕宁县，南接合浦县，东邻浦北县，西连钦南、钦北区，行政区域面积 3550km<sup>2</sup>，总人口 158.13 万，为广西第三人口大县，人力资源十分丰富。运河流经的旧州镇、陆屋镇位于灵山县。

#### ③钦北区

钦北区位于广西壮族自治区南部，北部湾沿岸，钦州市北部，东连灵山县，南接钦州市钦南区，西接上思县，北邻南宁市邕宁区。钦北区总人口约 74.9 万，总面积 2179 平方公里。运河流经的平吉镇位于钦北区。

#### ④钦南区

钦南区位于广西壮族自治区北部湾经济区的中心位置，北距首府南宁 100 公里，濒临北部湾，东连北海市，西接防城港市，南拥钦州港，钦南区总面积 2255 平方公里，人口 56 万。运河流经的久隆镇和钦州市区位于钦南区。

### 1.7.3 重点保护物种

#### (1) 重点保护野生植物

根据《国家重点保护野生植物名录》，评价区域内发现国家重点保护野生植物 4 种，均为国家 II 级重点保护野生植物，分别为金毛狗、格木和土沉香。

根据《广西壮族自治区第一批重点保护野生植物名录》，评价区域发现广西重点保护植物 2 种，为纹瓣兰和硬叶兰。

评价区域野生植物列入 CITES 附录物种 4 种，其中 CITES 附录 II 3 种，为金毛狗、纹瓣兰和硬叶兰，CITES 附录 III 1 种，为买麻藤(*Gnetum montanum*)。

评价区域野生植物列入 IUCN 名录 2 种，为土沉香和南岭黄檀 (*Dalbergia balansae*)，受威胁程度均为易危 (VU)。

#### (2) 重点保护野生动物

评价区所记录到的物种中，有国家 II 级重点保护野生动物共 16 种，除虎纹蛙(*Hoplobatrachus chinensis*)、三索锦蛇(*Elaphe radiata*)、眼镜王蛇(*Ophiophagus hannah*)、豹猫(*Prionailurus bengalensis*)外，其他均为鸟类，分别为黑翅鸢(*Elanus caeruleus*)、黑鸢 (*Milvus migrans*)、鹊鹞 (*Circus melanoleucos*)、普通鵟 (*Buteo buteo*)、红隼 (*Falco tinnunculus*)、燕隼 (*Falco subbuteo*)、褐翅鸦鹃 (*Centropus sinensis*)、小鸦鹃 (*Centropus bengalensis*)、草鸮 (*Tyto longimembris*)、领角鸮 (*Otus bakkamoena*)、白胸翡翠 (*Halcyon smyrnensis*)、画眉 (*Garrulax canorus*)。

同时，有广西壮族自治区重点保护野生动物黑眶蟾蜍（*Duttaphrynus melanostictus*）、变色树蜥（*Calotes versicolor*）、八哥、赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）等 31 种。

被 IUCN 红色名录列为易危（VU）的物种 2 种，即舟山眼镜蛇（*Naja atra*）、眼镜王蛇。列入 CITES 附录 II 的野生动物 13 种，分别是滑鼠蛇（*Ptyas mucosus*）、舟山眼镜蛇、眼镜王蛇、黑翅鸢、黑鸢、鹊鹞、普通鸢、红隼、燕隼、草鸮、领角鸮、画眉、豹猫。

### （3）重点保护鱼类

评价区有国家重点保护物种仅 1 种，斑鳆（*Mystus guttatus*）；有国家重点保护经济鱼类鳗鲡（*Anguilla japonica*）、草鱼（*Ctenopharyngodon idellus*）、青鱼（*Mylopharyngodon piceus*）、赤眼鲮（*Squaliobarbus curriculus*）、翘嘴鲌（*Culter alburnus*）、鳊（*Parabramis pekinensis*）、银鲴（*Xenocypris argentea*）、鱮（*Hypophthalmichthys molitrix*）、鲢（*Aristichthys nobilis*）、鲤（*Cyprinus carpio*）、鲫（*Carassius auratus*）、倒刺鲃（*Spinibarbus denticulatus*）、光倒刺鲃（*Spinibarbus hollandi*）、鲮（*Cirrhinus molitorella*）、黄颡鱼（*Pelteobagrus fulvidraco*）、斑鳆（*Mystus guttatus*）、黄鲢（*Monopterus albus*）、大眼鳊（*Siniperca kneri*）、斑鳆（*Channa maculata*），共 20 种。

被 IUCN 红色名录列为濒危（EN）的物种 1 种，鳗鲡（*Anguilla japonica*），易危（VU）的物种 1 种，南方拟鲮（*Pseudohemiculter dispar*）。

## 1.7.4 沿线文物和古树

根据《平陆运河使用林地可行性报告》，经查阅相关专题调查数据以及实地调查和访问，长期用地范围内有三级古树名木 29 棵，准古树 7 棵，主要为荔枝树、龙眼树和樟树等。

根据广西文物保护与考古研究所编制的《平陆运河项目用地范围文物古迹调查报告》，平陆运河建设用地范围内发现了 4 处新时期时代晚期遗迹（文物点）和 3 处历史时期的遗迹，7 处遗迹均属本次调查新发现遗址，目前均不属于文物

保护单位。具体包括大田坪遗址、架塘遗址、何乌遗址、坪石文物点、文子坳文物点、旧址村土窑、旧址村砖瓦窑等。

## 1.8 评价时段

### （1）现状水平年

根据平陆运河涉及的南宁市和钦州市自然环境背景资料、数据的实际情况，现场调查与测试以及环境影响分析工作需要，不同评价环境因子的现状评价以近3年（2020年~2022年）为现状水平年。

### （2）影响预测水平年

按照《环境影响评价技术导则》的要求，结合水利、航道工程建设的特点，影响预测评价分工程施工期和运行期两个时段。其中，施工期预测水平年为施工高峰年；运行期预测水平年为2035年和2050年。

## 1.9 评价程序

参照《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》的要求，结合平陆运河航道的特点，本评价在分析区域环境现状、问题及发展趋势的基础上，识别和筛选项目建设可能带来的主要环境问题，确定评价指标、评价内容及重点；基于环境现状调查和监测，运用目前比较成熟的模型与方法预测、分析和评估项目建设对各环境要素的影响；分析项目本身的环境合理性、与其他相关规划的协调性、对环境的综合影响；提出相应的环境保护对策和措施，估算相关污染物排放的总量；给出环境影响评价的总结论。本项目评价技术路线见图1.9-1。

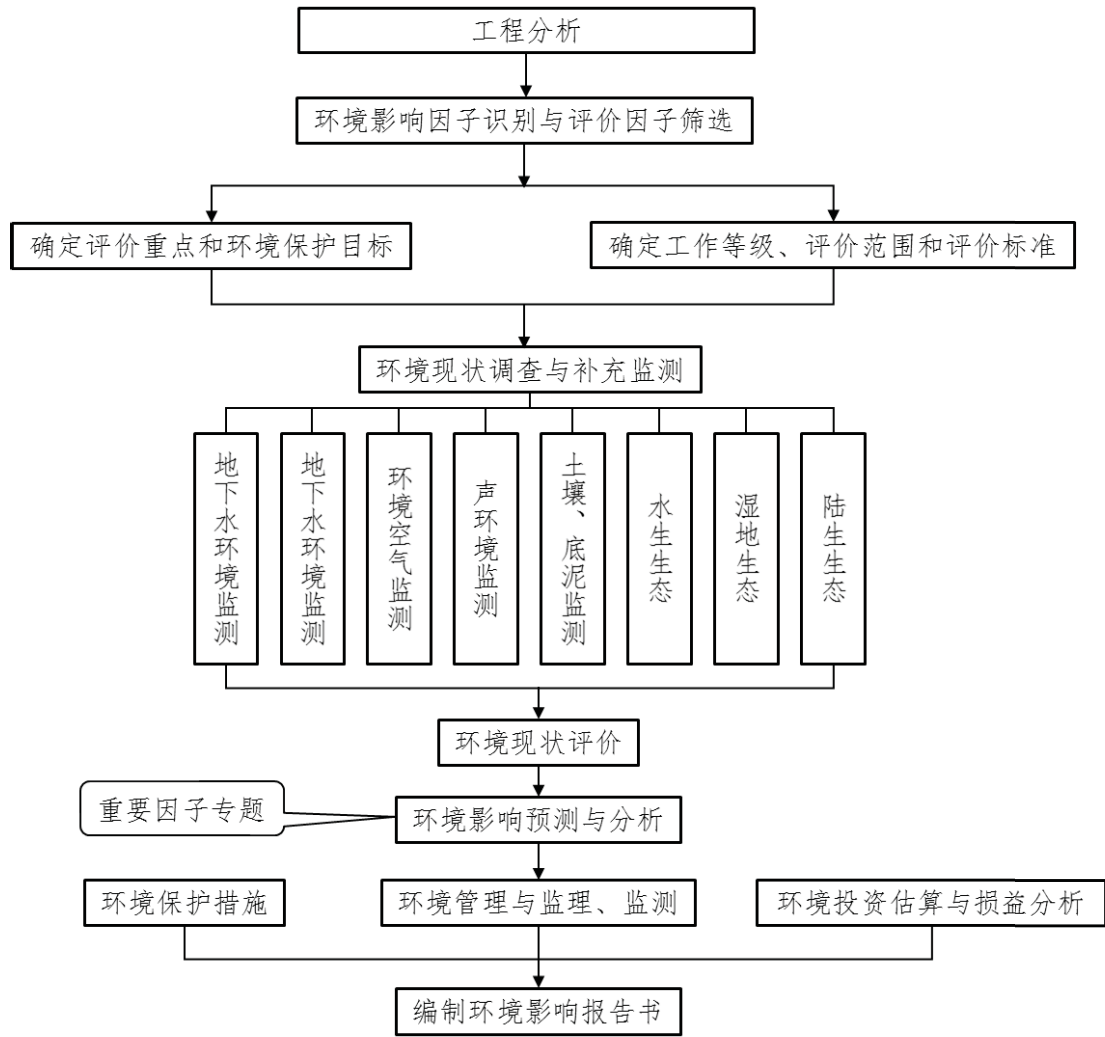


图 1.9-1 本次环境影响评价技术路线



## 2 工程概况

### 2.1 地理位置

平陆运河始于西江干流西津库区南宁横州市平塘江口，跨沙坪河与钦江支流旧州江分水岭，经钦州市灵山县陆屋镇沿钦江干流南下进入北部湾钦州港海域，全长约 140 公里，是一条通江达海的水运通道。平陆运河地理位置及线路走向示意图如图 2.1-1。



图 2.1-1 平陆运河地理位置图

### 2.2 水运量预测

根据技术经济性比较，明确平陆运河直接腹地主要为钦州、南宁、贵港、百色、来宾、柳州、河池、崇左等八地市，间接腹地可辐射广西全区以及贵州、云南、湖南 等省部分区域。综合考虑腹地资源开发、经济社会状况、对外贸易发展特征及趋势，运用四阶段法、综合运输分担法、产运销平衡法等常规方法预测时，预测 2035、2050 年平陆运河货运量将分别达到 1.08 亿吨、1.3 亿吨，分

货类构成见表 2.2-1。

常规方法预测的特点，决定了其预测货运量主要为转移运量和自然增长运量，对诱增需求的考虑存在局限性。根据国内外类似水运通道开发运行实践经验，跨水系内河水运连通工程的开发建设对沿线经济发展的带动作用明显大于普通交通建设项目，平陆运河新通道建设将会对内陆腹地综合交通体系、国土空间及生产力布局优化和经济社会发展产生深远影响，预计将创造更多的产业发展空间，产生更多的诱增货运需求，通常这种诱增需求将在通道建成后一段时间后开始显现，占总运量的比例在 30%左右，2050 年约 5000 万吨，则预计 2050 年高方案平陆运河货运量将达到 1.8 亿吨。

表 2.2-1 常规方法平陆运河货运量预测结论 单位：万吨、万 TEU

货类	2035 年			2050 年			
	小计	上行	下行	小计	上行	下行	
1.煤炭	2250	2250		2090	2090		
2.金属矿石	1680	1680		1800	1800		
3.非金属矿石	1250	1200	50	1300	1200	100	
4.水泥	1000		1000	900		900	
5.粮食	480	480		650	650		
6.矿建材料	1000		1000	950		950	
7.集装箱	箱量	170	85	85	285	143	142
	货重	2600	1200	1400	4100	1950	2150
&其他	540	400	140	1210	810	400	
合计	10800	7210	3590	13000	8500	4500	

## 2.3 建设必要性

### 2.3.1 经济发展规划

#### 2.3.1.1 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要

2021 年 3 月，十三届全国人大四次会议表决通过的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》中明确提出“研究

平陆运河等跨水系运河连通工程”。

### 2.3.1.2 西部陆海新通道相关规划

2019年8月，国务院批复的《西部陆海新通道总体规划》中提出推进沟通广西西江至北部湾港的平陆运河研究论证。2021年8月，国家发改委发布的《“十四五”推进西部陆海新通道高质量建设实施方案》中明确提出“加快广西北部湾国际门户港建设……强化与西江航道衔接，研究建设平陆运河”。

## 2.3.2 流域综合规划

### 2.3.2.1 珠江流域综合规划

2013年，国务院批复了《珠江流域综合规划（2012~2030年）》（国函〔2013〕37号）。《珠江流域综合规划（2012~2030年）》指出远景视需要适时研究开掘平陆、赣粤、湘桂运河的可能性，形成与区域经济社会和综合运输发展相协调，干支相通、通江达海的珠江水系航道体系。

### 2.3.2.2 郁江流域综合规划

2020年12月，水利部珠江水利委员会发布了《郁江流域综合规划》。该规划提出总体目标是完善流域防洪减灾、水资源综合利用、水资源保护与生态修复和流域综合管理四大体系，保障防洪安全、供水安全、粮食安全和生态安全，提高流域管理水平，支撑流域高质量发展。据统计，郁江流域水资源总量为424.1亿 $m^3$ ，水资源开发利用率为19.1%，开发利用程度不高，郁江流域水资源开发利用潜力较大。

《郁江流域综合规划》中航道规划提出，进一步研究平陆运河方案，按通航3000吨级多用途集装箱船和货船标准建设。

## 2.3.3 航运发展规划

### 2.3.3.1 内河航运发展纲要

交通运输部于2020年5月发布了《内河航运发展纲要》。《内河航运发展纲要》明确提出：打通南北向跨流域水运大通道，建设新大运河，统筹推进长江、

珠江、淮河等主要水系间的京杭运河黄河以北段复航工程以及平陆运河等运河沟通工程，形成京杭运河、江淮干线、浙赣粤通道、汉湘桂通道纵向走廊。建设适应长三角一体化和粤港澳大湾区发展的长三角、珠三角国家高等级航道网，对接沿海主要港口，完善内部联络，构筑水网地区河海联运通道。“发展经济高效的江海联运和多式联运。……形成江海直达、江海联运有机衔接的江海运输物流体系，提高江海运输服务水平。”

### 2.3.3.2 广西壮族自治区内河水运发展规划

广西壮族自治区人民政府于 2007 年发布了《广西壮族自治区内河水运发展规划》。规划范围为广西内河航道与港口。规划水平年为 2010 年、2020 年，并对 2030 年进行远景展望。广西壮族自治区内国家高等级航道主要包括西江航运干线、右江、红水河、柳江、黔江等航道。地区性重要航道主要包括规划左江、都柳江、融江(含柳江凤山至柳州河段，下同)、桂江、绣江、贺江和南盘江为地区性重要航道。除国家高等级航道、地区性重要航道以外的航道为一般航道，主要包括左江(龙州-崇左)、沙坪河、飞双江、南盘江(黄泥河口-天生桥一级电站)、布柳河、盘阳河、水口河、平而河、明江、鲁塘江、八尺江、茅岭江、大风江、钦江、南流江、防城河、北仑河等等。由于内河水运占地少、运能大、成本低、污染小的优势正日益凸显，根据经济社会发展需要，远景应着手进一步研究开发建设平陆运河、湘桂运河的可能性，力争实现跨水系沟通，完善航道布局。

### 2.3.4 规划环评及审查意见

2022 年 1 月 29 日，广西壮族自治区生态环境厅出具了《西部陆海新通道（平陆）运河航道规划环境影响评价报告书审查意见》（桂环函〔2022〕130 号）。

**审查认为：**《珠江流域综合规划（2012—2030 年）》提出在需要与可能的情况下，实施从北部湾直接出海的平陆运河，研究建设必要性与可行性。《郁江流域综合规划》提出推进平陆运河可行性研究，从流域水资源配置的角度分析平陆运河建设的可行性与可靠性。《西部陆海新通道总体规划》提出，推进沟通广西西江至北部湾港的平陆运河研究论证。《内河航运发展纲要》提出，统筹推进长江、珠江、淮河等主要水系间的京杭运河黄河以北复航工程以及平陆运河等运河

沟通工程，形成京杭运河、江淮干线、浙赣粤通道、汉湘桂通道纵向走廊。《广西壮族自治区内河水运发展规划（2010-2030）》提出，远景应着手进一步研究开发建设平陆运河、湘桂运河的可能性，力争实现跨水系沟通，完善航道布局。

《规划》涉及跨流域引调水，运河所在江段及出海口分布有自然保护区、饮用水水源保护区、风景名胜区等环境敏感区，运河建设内容包括航运梯级枢纽工程、航道工程和跨、拦、临河建筑物改建工程等，建设内容复杂，对水资源、水环境、陆生生态、水生生态、供水及生态安全等影响深远。

水资源是规划实施的重要制约因素，应加强与珠江流域综合规划、郁江流域综合规划和环北部湾水资源配置工程协调，落实平陆运河建设运行依托的水源条件。依据《报告书》和审查意见，进一步优化《规划》方案，强化环境保护和风险防范措施，有效预防或减轻《规划》实施可能带来的不良环境影响。

落实规划实施的水资源条件、依据《报告书》结论和审查小组意见进一步优化调整规划方案、完善落实各项生态环境保护对策措施、有效预防或减轻规划实施可能产生的不良环境影响。

### 2.3.5 项目建设的必要性

1、平陆运河建设是服务国家重大战略、深入推动西部陆海新通道高质量建设的需要

平陆运河能够直接连通西江航运干线，并通过黔江、红水河、右江等多条支流进一步向上游连通贵州、云南等广大西部地区，构建西部地区直接通过内河水运经由北部湾港通江达海的新通道。平陆运河建设有利于充分发挥内河水运运能大、成本低、节能环保的比较优势，有效优化西部陆海新通道交通方式和货运结构，从根本上提升西部陆海新通道货运能力，放大西部陆海新通道的影响力和经济社会效益，切实发挥西部陆海新通道价值，高质量构筑经济、高效、便捷、绿色、安全的西部陆海新通道。

特别是在当前国家对外贸易发展格局逐步发生改变的大形势下，平陆运河建设更具有战略价值。习近平总书记在第十七届中国-东盟博览会、中国-东盟商务与投资峰会上提出建设更为紧密的中国-东盟命运共同体，提升战略互信，深入

对接发展规划，依托陆海新通道建设，加强铁路、公路、港口、机场、电力、通信等基础设施互联互通合作；提升经贸合作，加快地区经济全面复苏，畅通贸易、促进投资，相互开放市场，推动产业链、供应链、价值链深度融合，我国同东盟合作空间将更为广阔。平陆运河建设能够形成我国与东盟贸易往来的便捷水运通道，提升我国与东盟的互联互通水平，对于高质量共建“一带一路”，构建陆海内外联动、东西双向互济的全方位开放格局具有重大意义。

2、平陆运河建设是引领西部地区经济高质量发展、深度融入“双循环”新发展格局的需要

随着区域协调发展战略深入推进，西部大开发依然面临艰巨繁重任务。平陆运河广泛辐射西部欠发达地区，直接惠及 4 个少数民族自治州、57 个革命老区县，经济发展基础仍较为薄弱，但自然资源较为丰富、环境容量较大，大部分城市仍处于工业化、城镇化建设推进期，重化工业占有很高比重，大宗物资运输规模大且仍有较大增长空间。

内河水运与经济社会发展具有很强的相关性。平陆运河建设能够直接打通西部地区水运出海新通道，珠江水系中上游通过平陆运河运输至钦州港出海至东盟地区，较由广州出海可缩短内河和海运总航程约 750km，大大降低社会物流成本，优化物流运输体系，与既有运输通道互为补充，为西部欠发达地区经济社会发展所需的原材料和产成品运输提供更经济、多元的运输方式，对带动西部地区经济产业发展、助力国家西部大开发形成新格局具有重要价值。根据测算，平陆运河建设为腹地带来的运输费用节约 2035 年、2050 年将分别达到 23.9 亿元、33.4 亿元。平陆运河与西江水系组成的江海联运大通道将广泛辐射西部广大地区，对于巩固脱贫攻坚成果，促进乡村振兴具有重要价值，有利于促进沿海、沿江率先发展的集聚优势进一步向内陆纵深推进，引领西部大开发形成新格局，有力支撑国内大循环，深度融入国内国际双循环。

3、平陆运河建设是优化西部地区交通运输结构、增强交通运输系统韧性、加快建设交通强国的需要

西部地区具有发展内河水运的难得优势条件，西江干流和众多支线直接流经

广西大部分内陆城市以及贵州南部、云南东部，同时通过湘桂运河的建设，还可进一步辐射至湖南南部、连通长江水系。目前西江中上游的货物通过珠三角港口出海，航程较远，也给西江中下游航道带来了通行压力，长洲船闸三、四线刚投产5年，设计通过能力已经饱和，面临越来越大的通行压力。

平陆运河建设能够直接沟通西江航运干线和北部湾海港，开辟西江水运新干线，优化珠江水系出海格局，缓解西江航运干线通过能力紧张的局面，完善区域高等级航道网，增强水运通道抗风险能力，推动内河水运高质量发展；有利于完善北部湾港集疏运体系，优化区域交通运输结构，推进运输结构调整；有利于统筹铁路、公路、水运等基础设施规划建设，完善多层次网络布局，构建现代化高质量综合立体交通网络，加快交通强国建设步伐，服务社会主义现代化建设。另外，平陆运河建设也是国家建设南北内河水运大通道的重要组成部分，对完善国家高等级内河航道网、增强交通运输系统韧性具有重要作用。

4、平陆运河建设是助力实现“碳达峰、碳中和”发展目标，推动交通绿色发展、实现水资源综合利用的需要

内河航运具有运能大、成本低、节能、环保等比较优势，是大宗货物中长距离运输的主要通道。平陆运河建设能够引导西部地区大宗货物运输更多地向水路转移，可节省大量能源消耗，减少环境污染和对生态的破坏，有利于生态优先、绿色发展战略的实施，满足人民群众对美好生活环境日益增长的需求，响应“碳达峰、碳中和”的世界承诺。

平陆运河建设还能够与调水工程相结合，改善环北部湾地区生产生活用水条件，实现航运、供水、灌溉、防洪、改善水生态环境等多重效益的统一，充分提高水资源利用效率。平陆运河贯通带来水量的增加，还能够强化河流的稀释能力，提高河流的自净能力，为流域水环境治理创造基础条件，有助于构筑具备水土保持、水源涵养、生态净化等多种功能为一体的河流、植被生态体系，进而起到美化环境、调节气候，优化沿线地区生态环境的作用。

5、平陆运河建设是贯彻落实中央赋予广西“三大定位”新使命、助力新时代中国特色社会主义壮美广西建设的需要

广西背靠大西南，毗邻粤港澳，面向东南亚，是我国唯一与东盟既有陆地接壤又有海上通道的省区，自然而然地成为我国面向东盟开放的前沿窗口、西南地区最便捷的出海口。中央赋予广西“三大定位”新使命以来，广西致力于构建“南向、北联、东融、西合”的全方位开放发展格局，以自身为支点撬动西部地区的开放发展。

目前，广西海铁联运受能力和成本等因素限制，发展规模仍然有限，且内河水运尚不能直接出海，影响了广西在服务于广大西部地区对外开放中作用的发挥。滨江傍海的天然优势为广西构建通江达海的内河水运大通道创造了难得条件，平陆运河建设有利于广西独特区位优势转化为开放发展优势，能够有效提升广西在对外开放通道的能力和水平，切实发挥广西在面向东盟的国际大通道、西部地区开放和“一带一路”中的战略支点作用，实现中央赋予的“三大定位”目标和使命。平陆运河建设也有利于破解广西“沿海不入海、向海海不来”的困局，历史性开辟向海通道，推动南北钦防一体化、向海经济发展和强首府战略实施，助力新时代中国特色社会主义壮美广西建设。

## 2.4 建设的可能性

### 2.4.1 河床演变及滩险碍航特性

平陆运河建成后虽有部分河道裁弯取直，但原有弯曲河道依然保留，因裁弯取直后水量分流，原有河道流量减少，其岸坡会受到一定影响。新开挖的航道，岸坡采取了防护措施，因此河道走势比较稳定。根据工程的调度运行方式，建库后水流形态较天然情况变化相对较小，尤其是在来沙量较大的汛期，泄洪冲沙闸全部开启鼎力泄洪冲沙，坝前水位较天然状态壅高较小；非汛期水流含沙量很小，水库淤积量轻微。航道开挖后库区河道水平，推移质泥沙不易运行到坝前，运行到坝前的泥沙又因枢纽工程的泄流冲沙闸底高程低、有利于排沙而被水流带往坝下。本工程所在河段多年平均含沙量仅  $0.273\text{kg}/\text{m}^3$ ，泥沙淤积影响很小，因此平陆运河一般不会发生河床再造现象，能保持河道长期稳定。



## 2.4.2 航运水资源

平陆运河采用多级省水船闸节水技术，控制断面马道枢纽采取三级省水池后，航运用水量可节约 60%以上。考虑货运量发展周期及船舶过闸效率等因素，近期需从郁江引调水约 24 立方米/秒。根据水资源论证分析，平陆运河在与引郁入钦调水工程相结合的基础上，以不影响现状贵港最小下泄流量保证率为前提，通过优化百色水利枢纽运行调度方式可满足近期航运用水需求。

远期随着货运量发展以及船舶过闸效率的提高，平陆运河航运用水量约 40 立方米/秒，需结合沿线灌区、经济和社会发展水资源需求，由环北部湾水资源配置工程统筹解决，实现水资源综合高效利用。

## 2.4.3 建设的可能性

1、目前西江干线已全线达到 II 级及以上航道标准，“十四五”期间将全线达到 I 级航道标准，“一干七支”高等级航道体系正在联线成网，珠江水系航运通达范围将进一步向贵州、云南等内陆纵深延伸，为平陆运河融入珠江内河航运体系、实现通江达海创造了条件。

2、平陆运河沿线自然条件基本满足工程建设的要求。通过采用多级省水船闸技术，平陆运河可减少 60%以上的航运用水流量，2035 年近期航运需从郁江引调水约 24 立方米/秒。经论证，充分利用好百色水利枢纽调控能力，可满足近期航运用水需求。2050 年远期航运需从郁江引调水约 40 立方米/秒，结合环北部湾水资源配置工程等统筹考虑，可以满足运河远期航运用水需求，实现水资源综合高效利用。运河工程地质构造稳定性较好，无重大工程地质制约条件。

3、航运梯级工程、运河航道工程、桥梁工程等设计施工中的重大技术问题可通过技术攻关解决，运河工程建设不存在技术上的重大制约因素。

4、平陆运河所在河段含沙量较小，沿线水土流失较轻，发生泥沙淤积及河床再造现象概率较低，能保持运河航道长期稳定。

5、平陆运河土石方开挖总量约 3.4 亿立方米（自然方），剩余土石方约 4.2 亿立方米（松方）。剩余土石方主要用于沿线低洼地和支沟回填造地、枢纽库区

抬田造地、沿海港口建设造地、部分裁弯取直后原河道回填造地、沿线新增耕地潜力区域整治和复垦造地。平陆运河经济带开发建设、运河沿线城镇建设、沿线和附近其他基础设施建设、沿线土地整理和其他用地潜力区域开发，均需要大量土石方用于回填造地 和土地平整，为土石方处理提供了良好的使用途径。

6、平陆运河工程方案论证本着节约集约用地原则，运河选线、枢纽布置和临时用地尽可能避让耕地和基本农田，严格按照国家和地方有关政策法规妥善处理拆迁安置和征地补偿问题，将工程建设对居民生产生活的影响降到最低程度。

7、运河沿线交通便利，供电、供水、通信等依托条件良好，施工和协作条件充分，工程所需建筑材料基本能在当地解决，施工期对现状航道基本无影响。

综上，本工程具备各种必要的建设条件，项目建设是可能的。

## 2.5 通航标准与营运组织

### 2.5.1 通航标准

平陆运河的分水岭段和旧州江段基本无径流，钦江段与郁江相比径流量也很小。西江航运干线为内河 I 级航道，3000 吨级船舶全年可满载通航，5000 吨级船舶可采用枯季减载、中洪水期满载的方式全年通航。综合考虑与西江航运干线的协调性，货运量发展需求和各货源地流量、流向、运输组织方式，以及西江航运干线航道条件、通航建筑物及桥梁特点等因素，平陆运河航道技术等级为内河 I 级，兼顾通航 5000 吨级内河船舶，并预留远期发展建设条件。

### 2.5.2 船型及营运组织

平陆运河腹地矿产资源分布总体呈现煤炭较为稀缺、有色金属和非金属矿产资源较为丰富的特点，资源分布和产业发展结构决定了煤炭、金属矿石、矿建材料、集装箱等大宗货类运输规模较大，这些物资多对运价敏感性较高，对内河水运潜在需求大，将是平陆运河运输的主要货类，主要航线为钦州港与南宁、贵港、柳州、来宾、百色、崇左、梧州地区间的货运交流。

散货船、集装箱船将成为平陆运河的主力运输船型，平陆运河通航船型为

1000 吨级~5000 吨级，随着运输需求的不断增加，通航条件的不断改善，船舶将进一步向大型化发展。1000 吨级~3000 吨级船舶的主尺度主要考虑与《内河过闸运输船舶标准船型主尺度系列第 3 部分：西江航运干线》（GB38030.3-2019）相应船型相协调。5000 吨级船舶主尺度在充分考虑平陆运河航道与西江干线现状及未来航道建设相协调的基础上，参考西江航运干线现状主力船型及国内优秀船型的尺度分布确定。依据内河运输船舶标准船型指标体系（交通运输部公告 2012 年第 13 号），并采用层次分析法最终得出经济性、环保性、适航性最优的船型主尺度系列，具体尺度如表 2.5.2-1。

表 2.5.2-1 平陆运河船型主尺度系列

船型	吨级(t)	总长(m)	总宽(m)	满载吃水(m)	备注
散货船	1000	45.0~50.0	10.8~11.0	2.6~3.0	
	2000	68.0~74.0	13.8~14.0	2.8~3.5	
	3000	74.0~80.0	15.5~15.8	3.4~3.8	近期代表船型
		86.0~90.0	15.5~15.8	3.2~3.5	近期代表船型
	5000	86.0~90.0	15.5~15.8	4.8~5.2	远期代表船型
集装箱船	70TEU	54.0~60.0	10.8~11.0	2.4~3.0	
	160TEU	68.0~74.0	13.8~14.0	3.0~3.4	
	200TEU	68.0~74.0	15.5~15.8	4.2~4.8	
	250TEU	86.0~90.0	15.5~15.8	4.6~4.8	远期代表船型

平陆运河上游与西江航运干线相连，进而沟通西南、中南广大腹地。受西江航运干线和直线通航条件的影响，能够通行于平陆运河的船舶并非全部可以在西江航运干线特别是支线达到较高的通航保证率，中转运输是衔接不同运输条件的有效途径。中转运输相对直达运输虽增加了中转换装的费用但中转后采用大型船舶运输又可降低运输成本，因此需要对两种运输方式的经济性进行对比分析。

结合平陆运河主要货源地分布，选取西江航运干线、左右江流域、红水河、都柳江流域、湘桂运河流域与钦州港的货运交流为典型航线，对运费进行计算对比；中转换装节点主要考虑平陆运河与西江航运干线交汇处沙坪河口和西江航运干线与各支线交汇处的港区 2 种方案，运输船舶主要考虑干支流航道船舶现状及远期航道规划情况。

结果表明，由于平陆运河线路较短，若选择在沙坪河口中转换装，将导致大船航行距离短，难以达到经济性最优；在各支流航道通航船型以 1000 吨级船舶为主时，中转运输对于支流沿线货源将表现出较高的经济性，中转节点主要为距

离最近且 5000 吨级船舶能够到达的节点，如南宁港、来宾港、柳州港、梧州港等；随着各支流航道通航条件进一步改善，2000 吨级船舶占比的逐渐增加，2000 吨级船舶直达运输的经济性总体将更高，但考虑各货类运输组织、市场等因素，预计直达和中转都将占有一定份额，因此预测 5000 吨级船舶将占有一定比例。

### 2.5.3 江海联运实施方案

根据《钦州湾航区划分研究》结论，内河相当 A 级航区可以覆盖至茅尾海湾口金谷港区勒沟、果子山作业区，大榄坪港区大榄坪南作业区、大环作业区水域范围，为采用内河驳船直达运输奠定了良好的基础条件，营运成本低、经济性好。结合钦州港各港区航道、码头现状和规划等级条件，除需 10 万吨级以上散货船承运的铁矿石、铝矾土和煤炭外，散粮、水泥、铜锰铬钛、煤炭、集装箱和其它货类均选址布局在钦州港。其中：散粮、水泥、铜锰铬钛等金属矿石江海联运港区布局在金谷港区勒沟作业区；煤炭（10 万吨级及以下船舶承运）江海联运港区布局在金谷港区果子山作业区和勒沟作业区；集装箱江海联运港区布局在大榄坪港区大榄坪南作业区；其它货类江海联运港区布局在钦州港金鼓江大榄坪作业区。

从服务内河船舶运输、充分利用钦州湾航区条件以及为远期发展预留弹性空间等角度考虑，推荐钦州港规划新增老人沙作业区作为铁矿石、铝矾土和 10 万吨级以上船舶承运煤炭的江海联运港区。

钦州港金谷港区至大榄坪港区沿线均为波浪掩护条件良好的海港港区，内河船舶有条件直达上述海港。平陆运河江海联运以内河直达船型为主，在钦州海港实现内河船与海轮的换装运输。其他海港，例如防城港、北海港、洋浦港等，利用平陆运河与西江航运干线相连时，可根据航道条件采用江海直达船和海轮实现江海联运，其船型尺度应与平陆运河内河船型尺度相近。

## 2.6 航道工程

### 2.6.1 建设规模

平陆运河工程建设内河 I 级航道里程约 140km，配套建设导助航设施、公用工程、桥梁工程、道路工程、服务区、锚地、支持保障系统和智慧运河等配套工程。

经航道分期实施方案分析论证，运河建成后一段时期内 5000 吨级船舶占比较少，仍需要一定的市场培育周期航道，按 3000 吨级标准建设可较大程度上减低工程建设的先期投入，因此本阶段推荐航道按 3000 吨级标准建设，远期需根据货运量及船舶大型化发展情况适时提等升级。

## 2.6.2 航道尺度

根据沿线地形条件、河道特点、线路选择及梯级布置方案，可将全线航道分为内河航道及入海口航道两类。内河航道为沙坪河河口至青年枢纽段，属于限制性航道；入海口航道为青年枢纽以下至钦州港段，为海河交界区，属于感潮河段，其中青年枢纽至沙井为入海口钦江段，现状河道宽度较窄，仍为河流形态，属于潮汐河口限制性航道。沙井至钦州港为入海口近海段，航道经过茅尾海进入钦州湾，属于近海航道。综合考虑航道条件、船舶航行安全及效率要求，结合规范相关规定，得到平陆运河航道尺度如表 2.6.2-1。

表 2.6.2-1 平陆运河工程航道尺度表（近期 3000 吨级实施尺度）

航道类型	航段	航道起讫点	里程 (km)	航道等级	航道尺度 (m)		
					水深	底宽	最小弯曲半径
内河航道	沙坪河段	沙坪河口-沙坪镇	21.0	I 级 (3000 吨级)	5.4	85	360
	分水岭段	沙坪镇-陆屋镇	29.5		5.4	85	360
	钦江干流段	陆屋镇-青年枢纽	48.5		5.4	85	360
入海口航道	钦江段	青年枢纽-沙井钦江大桥	21.6		4.9	105	360
	近海段	沙井钦江大桥-钦州港	14.4		5.0	140	360

备注：3000 吨级航道尺度的确定以升级到 5000 吨级时不新增用地和破坏已建成的护岸为原则即预留了 5000 吨级航道所需的宽度。

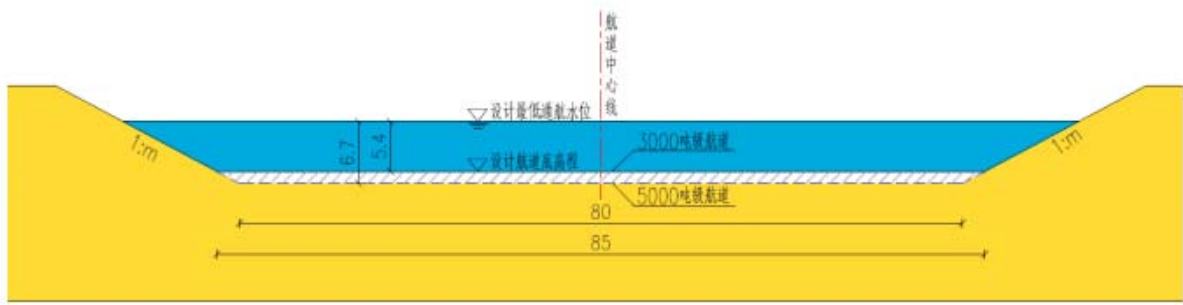


图 2.6.2-1 内河段航道断面示意图



图 2.6.2-2 入海口钦江段航道断面示意图

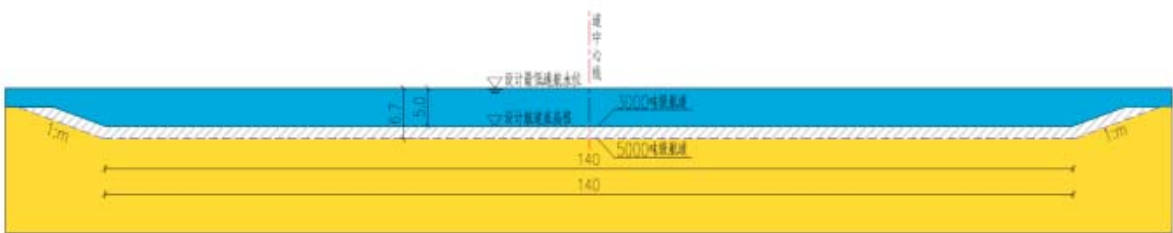


图 2.6.2-3 入海口近海段航道断面示意图

### 2.6.3 航道线路方案

运河线路北起南宁市下游横州市西津水库沙坪河口，经平塘村沿河南下，跨沙坪河与钦江支流旧州江分水岭，经陆屋镇沿钦江南下进入北部湾钦州港海域，止于钦州港东航道起点，总体线路划分成4个区段，分别为沙坪河段、分水岭段（含旧州江）、钦江干流段和入海口段航道，各分段线路方案如下：

#### 1、沙坪河段线路方案

沙坪河段起点位于沙坪河与郁江汇流的沙坪河河口，终点位于沙坪镇，全长

约 21.0km。本段航道位于西津水库的回水区，具有库区航道和天然河流的双重特性。为充分利用现有沙坪河库区的天然条件，沙坪河段线路方案基本沿沙坪河现有河道走向，尽量利用库区淹没形成的深槽布置。为减小拆迁影响，沙坪、新福镇段航道线路 推荐绕行新福镇方案。

沙坪河下游西津枢纽库区零散分布有碍航岛礁，需进行疏浚和炸礁；沙坪河上游河宽较窄、河道蜿蜒曲折，需进行 12 处裁弯取直。航道线路共涉及沿线 3 处较大村庄的征地拆迁，其中对新福镇影响较大，需改建道路 2 处，改建跨河桥梁 2 座（里程桩号 K13+550 处的三阳桥、K20+300 处的沙坪河大桥），新建桥梁 1 座，改造跨河管线 13 条（1 条 110 kV 电力线、10 条 10kV 电力线和 2 条通讯线）。



图 2.6.3-1 沙坪河段线路示意图

## 2、分水岭段（含旧州江）线路方案

分水岭段线路起点位于沙坪镇，终点为陆屋镇，北侧是低矮山丘，中间跨越分水岭山脊，南侧穿越旧州江，线路长约 29.5km。分水岭段（含旧州江）两侧分别为沙坪河和钦江，分属于不同水系，分水岭山脊处高山耸立，两侧为丘陵谷地，基本无天然河道可循，分水岭段线路基本上需按航道标准进行全河段运河开挖。

分水岭越岭山脊段上游线路基本沿郁江-钦江调水线路走向新开挖运河航道，

长度约 3.7km，因与调水工程存在冲突，需对引郁入钦调水工程进行改建，并对线路沿线七里村、沙坪村、思榜村等较大村庄部分拆迁，对运河沿线跨河线缆进行改建，新建桥梁 1 座。

分水岭越岭山脊段长约 6.5km，通过线路方案比选，推荐工程量和拆迁量小、无需对铁路和高速公路改线的出水坳线路方案。分水岭越岭山脊段采用大开挖方式使分水岭山脊两侧运河航道联通，沿线需对牛营、新农村等村庄的部分居民点进行搬迁，对与运河线路存在冲突的道路和跨河线缆进行改建，并新建桥梁 2 座。

分水岭越岭山脊段下游线路走向基本沿旧州江现有河道走向，长度约 19.3km，现有旧州江河道狭窄，需结合航运梯级布置进行运河开挖使航道满足通航标准，并对沿线穿越的 12 处道路进行改建，同时新建桥梁 7 座，对 1 座桥梁进行桥墩保护，对沿线途经的大岭村、民主村、青松村、石柱村、西屯村、陆屋村、企石村、石子岭村、杨屋村等村庄的部分居民点进行搬迁，对沿线跨河线缆进行改建。



图 2.6.3-2 分水岭段线路示意图

### 3、钦江干流段线路方案

钦江干流段运河线路基本沿钦江干流走向，起点为陆屋镇旧州江与钦江交汇处，终点为青年梯级，线路全长约 51.4km。钦江干流段河道蜿蜒曲折，河道弯曲半径远小于航道最小弯曲半径，需进行裁弯取直处理，对钦江干流河势有局部



改变，线路布置时尽量避免与现状河道大角度交汇，降低裁弯取直后支叉河道对运河通航的影响。工程建设后的运河航道断面大于现有钦江河道的断面面积，一定程度上增大了河道的防洪能力，有利于提高运河沿线的防洪标准。线路需对沿线 10 处村庄的部分房屋拆迁，同时需改建 4 座、新建 2 座主干桥梁恢复因运河建设和河道裁弯取直影响的交通通行，对 1 座桥梁进行桥墩保护，并对跨越航道的 49 条管线和钦州自来水厂等多处水利设施进行改建。



图 2.6.3-3 钦江干流段线路示意图

#### 4、入海口段线路方案

平陆运河入海口段总体线路推荐从钦江干流入海方案，根据自然条件和河道特性，平陆运河入海口段线路分为入海口钦江段和入海口近海段两部分。

入海口钦江段线路基本沿钦江干流走向，起于位于青年枢纽，终于为沙井钦江大桥，线路长度 21.5km。本段河道穿越钦州城区，属于钦江下游感潮河段，河宽 100~200m，河道弯曲且汊流多，并穿越钦州城区，两岸建筑物密集，沿线桥梁通航净空均不满足要求。入海口钦江段航道充分利用原有河道以减小对钦江沿岸城区的影响，对原有河道采取拓宽、裁弯取直、疏浚等工程措施使其满足航道通航标准。改建 9 座桥梁，1 座桥梁进行桥墩保护，改建地下输油管道 1 条、多条电力线路及沿线 4 处水利设施。

入海口近海段线路基本沿《钦州港总体规划（2035 年）》中规划的沙井航道线路，起于沙井钦江大桥，止于钦州港东航道起点，线路长度 14.3km。从沙井

入海穿越茅尾海，经潮汐通道进入钦州港，末端与钦州港东航道起点相接。主要工程措施是拓宽浚深航道，航道建设影响范围内的生蚝养殖区需进行搬迁。



图 2.6.3-4 入海口航道布置示意图

## 2.6.4 航道纵断面设计

航道纵断面设计时，首先考虑在最低通航水位下使各个梯级的航道能够充分衔接，达到设计通航标准。根据水文分析结果，沙坪河口至马道枢纽段水位主要受西津水库控制，最低通航水位取西津死水位 57.8m，航道底高程取 52.4m；马道枢纽至企石枢纽天然来流量极小，主要为船闸下泄流量，此段最低通航水位为 34m，航道底高程取 28.6m；企石枢纽至青年枢纽段最低通航水位 8.0m，航道底高程取 2.6m；青年枢纽至沙井钦江大桥段最低通航水位-1.62m，航道底高程取

-6.52m；沙井钦江大桥至钦州港东航道起点段最低通航水位-1.62m，航道底高程取-6.62m。

## 2.6.5 护岸工程

经多方案技术经济比选，斜坡式护岸正常蓄水位以下推荐采用挂网喷锚护坡、膜袋混凝土护坡和现浇混凝土板护坡，正常蓄水位以上推荐采用生态混凝土护坡、钢筋混凝土骨架护坡；半直立式护岸推荐采用斜坡式+排桩+生态混凝土护坡、斜坡式+重力式护岸。

本项目航道护岸工程主要分为斜坡式护岸和半直立式护岸。运河沿线一般护岸均采用斜坡式护岸，斜坡式护岸根据正常蓄水位水位、施工条件、地质条件，分别采用挂网喷锚护坡、现浇混凝土板护坡、膜袋混凝土护坡、预制铰链排护坡、生态混凝土护坡、混凝土骨架植草护坡等，斜坡式护岸原则上每 10m 设置一级马道，马道宽度 3m，高边坡段护坡每 3 级护坡设置一级 7m 宽马道，每级马道设置排水沟，坡顶设置截水沟，用于边坡坡面排水。半直立护岸主要用于钦州城区征地拆迁受限段，采用排桩半直立式护岸、重力式护岸等。

## 2.6.6 疏浚工程

疏浚方案平面布置原则为：在满足航深航宽要求的前提下，应充分利用天然深槽减少工程量，并与上、下游航道平顺相接。根据总平面布置，航道线路总长度约 135km，分别为沙坪河段、分水岭段、钦江干流段、入海口钦江段和入海口近海段等五段线路，考虑施工工艺，布置围堰难易程度、弃渣处置方式以及地质参数，部分区间航道需要疏浚。疏浚范围及疏浚量见表 2.6.6-1。根据现有河道深度，评价范围均存在疏浚施工。

表 2.6.6-1 航道疏浚范围及工程量

区段	疏浚范围（里程桩号）	疏浚开挖（m <sup>3</sup> ）
沙坪河段	K000+000~K021+000	1460.2 万
分水岭段	K021+000~K050+500	220.9 万
钦江干流段	K050+500~K096+300	4769.5 万
入海口钦江段	K099+000~K120+500	1757.6 万

入海口近海段	K120+500~K135+000	636.8 万
合计		8845.0 万

注：含炸礁，不含干地开挖量。

## 2.6.7 炸礁工程

根据拟定的航道尺度，沙坪河段、分水岭段、钦江干流段的航道底宽 80m，入海口钦江段的航道底宽 100m，入海口近海段的航道底宽 140m，航道设计底高程需满足在设计最低通航水位情况下船舶的正常通行。在设计低水位情况下，航道底高程为各梯级最低通航水位减去所需的航道水深。炸礁范围及炸礁量见表 2.6.7-1。

表 2.6.7-1 航道炸礁范围及工程量

区段	疏浚范围（里程桩号）	炸礁量（万 m <sup>3</sup> ）
沙坪河段	K000+000~K021+000	110.0
分水岭段	K021+000~K050+500	106.3
钦江干流段	K050+500~K096+300	2033.9
入海口钦江段	K099+000~K120+500	1239.9
入海口近海段	K120500~K135+000	149.4
合计		3639.6

注：不含干地开挖量

## 2.6.8 航道沿线支流口处理方案

经调查统计，平陆运河沿线共有大小支流 26 条与运河相交，其中沙坪河段 2 条，旧州江段 4 条，钦江干流 20 条。支流与主航道相交，支流汇入口与原河道的地形落差和洪水期各支流的洪水汇入，均会导致主航道内产生横流，通过研究分析，需要对各支流口采取处理措施，使船舶满足安全航行要求。

通过对平陆运河沿线各条支流进行水文分析，20 年一遇流量大于 400m<sup>3</sup>/s 的支流共有 8 条，对航道通航影响较大；20 年一遇流量为 100~400m<sup>3</sup>/s 的支流共 12 条；20 年一遇流量为 50~100m<sup>3</sup>/s 的支流共 6 条；各支流与运河交汇处产生跌水大于 2m 的共有 13 处。运河沿线各支流口对航道水流条件的影响主要由支流口的流量、断面尺度、与主航道的夹角等因素共同决定。

支流口整治标准采取洪水重现期 20 年一遇标准，重点对各支流口通航水流

条件开展研究，结合支流口模型试验成果，采取将支流口断面加大、调整支流口与主航道的夹角、增设跌水消能设施等措施对支流口进行处理，处理后的支流口处的航道通航 水流条件满足船舶安全航行要求。

## 2.7 航运梯级工程

### 2.7.1 工程任务和规模

#### 1、开发任务

平陆运河工程的主要开发任务是航运，通过建设航运梯级枢纽和运河航道工程，构建连接西江内河航道网和北部湾国际门户港的江海联运体系，在满足航运的同时兼顾调水、防洪、灌溉、改善水生态环境等功能，实现水资源综合利用。

#### 2、水资源综合利用要求

根据平陆运河功能定位，水资源综合利用主要考虑河道外用水及枢纽航运用水需求。平陆运河沿线河道外用水户主要为居民、工业及农业灌溉 3 种类型用水户，马道枢纽~企石枢纽之间河道外多年平均用水量为  $0.1\text{m}^3/\text{s}$ ，企石枢纽~青年枢纽之间河道外多年平均用水量为  $13.9\text{m}^3/\text{s}$ ，其中灌溉用水  $1.6\text{m}^3/\text{s}$ ，工业、生活用水  $12.3\text{m}^3/\text{s}$ ；在节水情况下，马道枢纽航运用水需求为  $24\text{m}^3/\text{s}$ ，企石枢纽航运用水需求为  $24\text{m}^3/\text{s}$ ，青年水闸航运用水需求为  $10.86\text{m}^3/\text{s}$ （5月~次年1月为  $10.06\text{m}^3/\text{s}$ ）。

#### 3、各枢纽来水量

在运河建成后从郁江设计引水流量  $24\text{m}^3/\text{s}$ ，考虑运河各枢纽航运用水、钦江来水及库区内河道外用水（居民生活、工业、农业灌溉等用水）后，计算各枢纽不同典型年各月来水量详见下表。

表 2.7.1-1 10%典型年各枢纽来水量成果表 单位： $\text{m}^3/\text{s}$

时间	马道枢纽	企石枢纽	青年枢纽
4 月	22.4	28.1	76.4
5 月	22.4	29.2	89.6
6 月	22.4	28.2	76.8

7月	22.4	37.5	187.2
8月	22.4	36.3	172.1
9月	22.4	33.7	141.9
10月	22.4	24.9	38.4
11月	22.4	30.9	109.8
12月	22.4	28.3	79.7
1月	22.4	24.0	29.1
2月	22.4	23.6	23.8
3月	22.4	24.3	32.3
年平均	22.4	29.1	88.1

备注：船闸通航流量为  $24\text{m}^3/\text{s}$ ，考虑 340 天的通航天数，年平均流量为  $22.4\text{m}^3/\text{s}$ 。（下同）

表 2.7.1-2 25%典型年各枢纽来水量成果表 单位： $\text{m}^3/\text{s}$

时间	马道枢纽	企石枢纽	青年枢纽
4月	22.4	30.1	99.7
5月	22.4	31.9	120.5
6月	22.4	36.2	170.7
7月	22.4	30.9	109.0
8月	22.4	29.3	89.3
9月	22.4	28.9	84.7
10月	22.4	28.9	85.3
11月	22.4	24.3	32.3
12月	22.4	23.6	24.4
1月	22.4	23.7	25.4
2月	22.4	24.0	28.6
3月	22.4	24.4	33.9
年平均	22.4	28.0	75.3

表 2.7.1-3 50%典型年各枢纽来水量成果表 单位： $\text{m}^3/\text{s}$

时间	马道枢纽	企石枢纽	青年枢纽
4月	22.4	24.8	36.1
5月	22.4	28.4	78.1
6月	22.4	29.9	95.1
7月	22.4	41.4	229.4
8月	22.4	29.8	94.0
9月	22.4	26.4	54.3
10月	22.4	24.4	32.3
11月	22.4	23.7	24.5
12月	22.4	23.3	21.1
1月	22.4	24.6	35.1

2月	22.4	23.5	23.3
3月	22.4	22.9	16.0
年平均	22.4	26.9	61.6

表 2.7.1-4 75%典型年各枢纽来水量成果表 单位：m<sup>3</sup>/s

时间	马道枢纽	企石枢纽	青年枢纽
4月	22.4	25.7	46.5
5月	22.4	25.1	38.7
6月	22.4	30.9	105.5
7月	22.4	33.1	131.1
8月	22.4	27.7	68.5
9月	22.4	28.4	76.2
10月	22.4	24.5	32.6
11月	22.4	23.4	21.7
12月	22.4	23.4	21.5
1月	22.4	23.1	18.4
2月	22.4	23.3	20.7
3月	22.4	23.8	26.1
年平均	22.4	26.0	50.6

表 2.7.1-5 90%典型年各枢纽来水量成果表 单位：m<sup>3</sup>/s

时间	马道枢纽	企石枢纽	青年枢纽
4月	22.4	23.8	24.3
5月	22.4	24.2	29.4
6月	22.4	37.2	177.8
7月	22.4	28.3	75.8
8月	22.4	28.4	75.9
9月	22.4	23.7	22.5
10月	22.4	23.1	16.2
11月	22.4	22.9	15.6
12月	22.4	22.7	13.8
1月	22.4	22.7	14.0
2月	22.4	23.4	21.5
3月	22.4	23.5	22.7
年平均	22.4	25.3	42.5

### 3、特征水位

根据《内河通航标准》（GB50139-2014）《港口与航道水文规范》（JTS145-2015）《渠化工程枢纽总体布置设计规范》（JTS 182-1-2009）等规定，以及各枢纽位置洪峰流量及运行方式，得出各枢纽特征水位见表 2.7.1-6。

表 2.7.1-6 各枢纽特征水位表 单位:m

特征水位		马道枢纽	企石枢纽	青年枢纽
枢纽正常蓄水位		62.30	35.00	8.70
枢纽死水位		57.80	34.00	8.00
枢纽校核洪水位	上游	71.01	36.66	15.17
	下游	38.60	26.68	10.50
枢纽设计洪水位	上游	67.32	35.00	12.01
	下游	36.83	23.85	8.40
设计最高通航水位	上游	63.64	35.00	9.32
	下游	35.92	20.02	6.40
设计最低通航水位	上游	57.80	34.00	8.00
	下游	34.00	8.00	-1.62
检修水位	上游	62.30	35.00	8.70
	下游	35.03	10.78	3.54

#### 4、运行方式

平陆运河的开发任务以航运为主，同时要兼顾供水、灌溉、改善水环境等综合利用要求，马道枢纽的调度运行主要以满足流域间水资源分配和调度要求为主，根据降雨和洪水预报情况，企石、青年枢纽调度运行方式如下：

(1) 在洪水期当发生 20 年一遇及以下洪水时，随着来水量逐渐增加，在满足最低通航水位要求的基础下打开泄水闸泄洪直至敞泄；来流量逐渐减少时，逐步关闭泄水闸门，抬高闸前水位，直至恢复正常蓄水位。

(2) 当发生 20 年一遇以上洪水时船闸停止运行，工程主要用于泄洪，枢纽泄洪过程仍需严格保证枢纽间沿程水面线高于枢纽间的最低通航水位。

#### 5、电站规模

对于可研阶段推荐的三级开发方案，考虑马道枢纽航运用水要求，平陆运河航运用水流量近期  $24\text{m}^3/\text{s}$ 、远期  $40\text{m}^3/\text{s}$ ，企石枢纽航运用水基本等于马道枢纽航运用水要求，青年枢纽原建设有电站，可研阶段主要考虑青年枢纽还建电站的规模和方案。

青年枢纽正常蓄水位 8.7m、死水位 8.0m，枢纽下游为开挖后的运河河道，下游发电水位根据厂房处的水位流量确定。青年枢纽来水包括上游企石枢纽下泄水量和企石至青年枢纽区间钦江流域来水，根据计算青年枢纽  $P=10\%$ 、 $P=25\%$ 、



P=50%、P=75%、P=90%等丰、平、枯 5 个典型年平均来水量约为  $77.4\text{m}^3/\text{s}$ （含郁江引水  $24\text{m}^3/\text{s}$  和钦江来水量）。青年枢纽船闸节水运用时，航运用水量为  $10.1\sim 10.9\text{m}^3/\text{s}$ ，枢纽向河道外供水、灌溉、鱼道等引水流量多年平均为  $13.8\text{m}^3/\text{s}$ 。由于钦江来水年内及年际相对较大，考虑到水电装机的经济合理性，青年电站的装机容量主要按照年利用小时数在 5000h 左右确定。根据丰、平、枯等 5 个典型年的径流调节计算结果，在青年电站装机容量 1.88MW（与现状已建的青年电站装机容量相同）时，青年电站年平均发电量 950 万 kWh，年利用小时数 5053h。因此，青年枢纽还建电站规模维持现阶段 1.88MW 装机容量。

## 6、通航建筑物规模

根据平陆运河航道等级、货运量需求、船型及营运组织方式、船闸通过能力匹配性等因素，确定平陆运河各梯级枢纽同步建设双线船闸，船闸有效尺度采用  $300\text{m}\times 34\text{m}\times 8.0\text{m}$ （有效长度 $\times$ 有效宽度 $\times$ 最小门槛水深），远期预留三线船闸建设条件。

常规预测方法下，2035 年、2050 年双线船闸通过能力分别为 7410 万吨、8940 万吨，分别满足 7210 万吨、8500 万吨的单向年货运量需求。

## 7、水库泥沙淤积

### （1）内河段

企石枢纽以上集雨面积为  $177.7\text{km}^2$ ，企石至青年枢纽区间集水面积为  $1962.3\text{km}^2$ 。根据陆屋水文站的输沙模数，考虑悬移质泥沙输移情况，计算各库区来沙量和平均淤积厚度。

企石库区多年平均来沙量 3.73 万 t，按 60%泥沙淤积在库区，多年平均泥沙淤积量为 2.24 万 t，库区河槽平均淤积厚度为 0.008m；青年枢纽库区区间多年平均来沙量为 41.21 万 t，上游企石枢纽下泄泥沙 1.49 万 t，青年枢纽库区多年平均来沙量为 42.7 万 t，按 60%泥沙淤积在库区，库区河槽平均淤积厚度为 0.035m。各梯级库区泥沙淤积量均较小，企石、青年枢纽两个坝址年淤积体积依次为 0.85、16.11 万  $\text{m}^3$ ，分别占正常蓄水位以下容积的 0.11%、0.31%。由于工程后上一梯级的枢纽截沙作用，水流近乎清水下泄，坝下冲刷较为明显，接着逐渐减小至冲淤平衡，而后开始落淤至下一梯级坝上。综合以上分析，工程后河段淤积幅度较小，工程的泥沙影响轻微。且在航道日常维护的情况下，泥沙淤积对工程正常运

行的影响将更小。

## （2）感潮及入海口段

2010年12月，南京水利科学研究院对钦州港总体规划实施后钦州湾泥沙回淤的分析研究成果表明：

1) 钦州湾分内、外湾，中间湾颈段相对较窄，河流来沙主要淤积在内湾，外湾泥沙来源少，潮流强度不大，风浪也小，岸线长，具备较好的港口开发建设条件。

2) 钦州湾水域以全日潮为主，涨、落潮相对缓慢，一般涨潮历时长于落潮历时，落潮流速大于涨潮流速，潮流特征有利于向外海输沙。

3) 平常条件下钦州湾水体含沙量很小，通常小于  $0.01\text{kg}/\text{m}^3$ ；冬季含沙量一般比夏季小一个数量级，夏季遇风浪天时，湾口水域含沙量会明显升高，较大风浪时可达  $0.03\text{kg}/\text{m}^3$ 。

4) 规划港区的港池平均回淤强度介于  $0.114\sim 0.365\text{m}/\text{a}$  之间。钦州湾西航道南段的平均回淤强度接近  $0.40\text{m}/\text{a}$ ；企沙东港区段平均回淤强度约  $0.15\text{m}/\text{a}$ ；企沙东港区至大红排段平均回淤强度超过  $0.20\text{m}/\text{a}$ ；钦州湾东航道外航道段的平均回淤强度约为  $0.20\text{m}/\text{a}$ ；南北向直线段的平均回淤强度约  $0.37\text{m}/\text{a}$ ；三墩附近平均回淤强度约  $0.05\text{m}/\text{a}$ ；三墩至龙门段平均回淤强度约  $0.17\text{m}/\text{a}$ 。

5) 在  $5\text{m}$  大浪情况下，东、西航道的最大骤淤强度一般不超过  $0.55\text{m}/\text{d}$ ，骤淤强度超过  $0.40\text{m}/\text{d}$  的航程较短，只要及时清淤不会影响港口正常运行。

综上所述，钦州湾内港池和航道的回淤不大，航槽稳定性较好，完全可以靠疏浚维持水深。

## 2.7.2 航运梯级布置

经比较，本工程三梯级和四梯级方案在供水灌溉、防洪影响、生态景观、土石方综合利用等方面差异不大，对征地移民、桥梁建设等方面的影响可在工程投资中反映。因此，三梯级和四梯级方案的比选可集中在经济合理性的分析上。

四梯级方案工程总投资约 687 亿元，较三梯级方案的约 729 亿元低 42 亿元。根据国民经济评价，在主要考虑航运效益时，三、四梯级方案的经济内部收

益率分别为 6.09%、6.38%，均高于 6%；经济净现值分别为 7.45 亿元、28.83 亿元，均大于 0，满足重大项目基准收益水平。

三梯级方案差额投资产生的效益主要为减少 1 座枢纽节省的年营运和维护成本，以及船舶航行时间的节省带来的船舶营运费用节约和货值利息节约。综合考虑沿线取水设施运行维护费用以及 2% 的通货膨胀率，测算得到三梯级方案相对四梯级方案的差额投资经济内部收益率为 5.48%，差额净现值为 -3.36 亿元，但这些指标在以下因素的影响下可能会显著提高：

(1) 三梯级方案的高投资主要来源于航道土石方工程，三梯级方案比四梯级方案高 77 亿元，但在工程实施过程中开挖料的及时利用以及新型技术的采用等，将可能显著降低土石方工程投资，从而缩小两个方案的投资差额。

(2) 国家对内河船舶的安全和环保性能的要求将会大幅提高，船舶建造成本会随之提高，这也就意味着船舶营运时间节省的效益会进一步提高。

因此，三梯级方案投资提高形成的经济效益是可观的，再加上三梯级方案较四梯级方案的征地拆迁及影响人口少，有利于项目总体推进，基于以上考虑，推荐三梯级方案。梯级布置方案见图 2.7.2-1，主要特征指标见表 2.7.2-1。

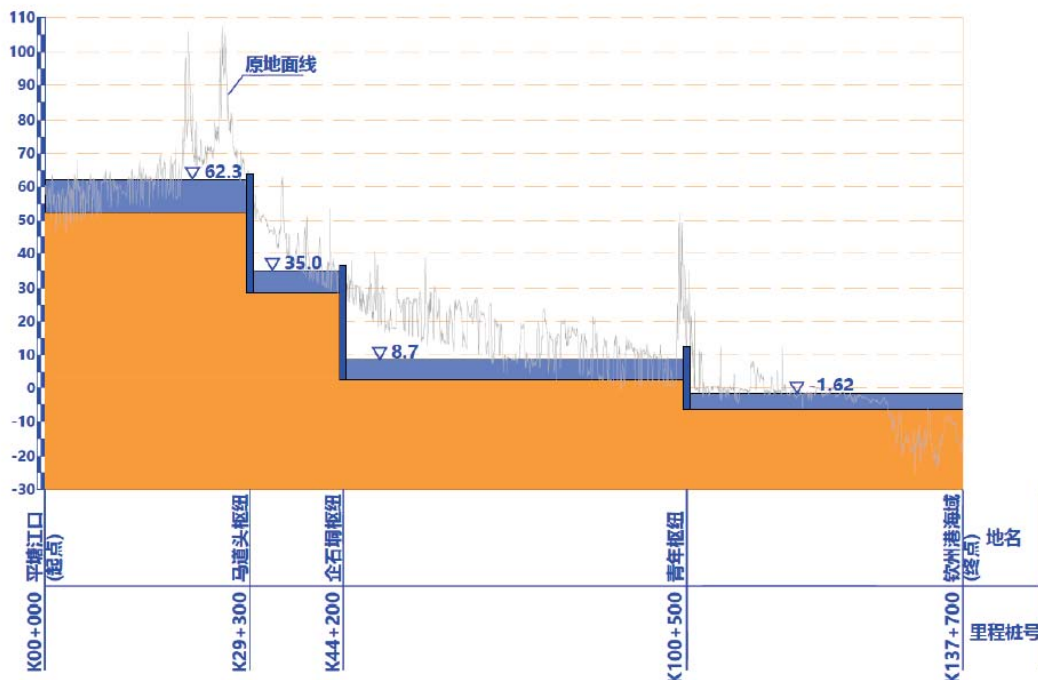


图 2.7.2-1 三梯级布置方案纵断面图

表 2.7.2-1 三级梯级方案主要特征指标表

编号	枢纽名称	里程	区间距离(km)	运行水头(m)	正常蓄水位(m)
1	马道枢纽	K29+300	29.3	29.45	62.30
2	企石枢纽	K44+200	14.9	27.00	35.00
3	青年枢纽	K97+600	53.4	10.32	8.70

注：马道枢纽运行水头取上游最高通航水位与下游最低通航水位之间的差值，其余枢纽取上游正常蓄水位与下游最低通航水位之间的差值。

### 2.7.3 工程等别及建筑物级别

#### 1、工程等别

平陆运河从上游至下游建设马道、企石、青年三个梯级枢纽，采用三级渠化方案对全河段进行连续渠化，通航建筑物选择双线船闸。

平陆运河属于内河渠化枢纽工程，航道和通航建筑物等级为 I 级。根据《渠化工程枢纽总体布置设计规范》（JTS 182-1-2009）规定，平陆运河各枢纽工程等别均为一等工程。

#### 2、水工建筑物级别

平陆运河各枢纽工程等别为一等工程，渠化枢纽工程永久水工建筑物级别根据《渠化工程枢纽总体布置设计规范》（JTS182-1-2009）规定，按渠化枢纽工程永久水工建筑物级别划定，主要建筑物级别为 1 级，次要建筑物级别为 3 级。本阶段，综合考虑各建筑物自身规模、工程特点以及下游保护对象的重要性等因素，合理确定本项目各建筑物级别。

##### （1）马道枢纽

马道枢纽位于西津水库库区，其通过新建航道与西津水库相连通，枢纽本身无泄水分洪功能，可相当为西津水库的库区挡水副坝。马道枢纽主要建筑物由通航建筑物、输水建筑物及两岸连接坝段组成，连接坝段采取重力坝。

马道枢纽各建筑物级别与西津水库取一致。西津水库枢纽工程等别为二等，主要建筑物级别为 2 级。因此，马道枢纽主要建筑物级别为 2 级，即通航建筑物、挡水建筑物及两岸连接坝段按 2 级建筑物设计，次要建筑物按 3 级设计。

## （2）企石枢纽

企石枢纽坝址位于旧州江河谷与钦江河谷平原交汇地段。企石枢纽主要建筑物由通航建筑物、泄洪建筑物、输水建筑物、两岸连接坝段等组成，连接坝段采取土石坝。

企石枢纽水库总库容约 0.09 亿  $m^3$ ，正常蓄水位以下库容 0.07 亿  $m^3$ ，航道和通航建筑物等级为 I 级，企石枢纽工程上下游最大水头差为 27m，在各级洪水情况下，水位壅高均较低，接近天然流态，水库失事后对下游造成的损失较小；同时，企石枢纽库容较小。根据《渠化工程枢纽总体布置设计规范》（JTS182-1-2009）的规定，本工程主要建筑物可以降低一级设计，次要建筑物不降级，即通航建筑物主体结构、泄洪建筑物、输水建筑物、两岸连接坝段按 2 级建筑物设计、次要建筑物等按 3 级设计。

## （3）青年枢纽

青年枢纽作为平陆运河最下游一级梯级，拟选坝址钦江河段较平直，河槽呈宽底“U”型，河面宽约 131m，河底高程 2.7m~4.3m。青年枢纽主要建筑物由通航建筑物、泄洪建筑物、输水建筑物、引水发电建筑物、两岸连接坝段和电站等组成，连接坝段采用重力坝。

青年枢纽水库总库容约 1.65 亿  $m^3$ ，正常蓄水位以下库容 0.26 亿  $m^3$ ，电站装机容量 1.88MW。航道和通航建筑物等级为 I 级，本工程上下游最大水头差为 10.32m，水头较低，在各级洪水情况下，水位壅高均较低，接近天然流态，工程失事后，对下游造成的损失较小。同时，青年枢纽库容较小。根据《渠化工程枢纽总体布置设计规范》（JTS182-1-2009）的规定，本工程主要建筑物可以降低一级设计，次要建筑物不降级，即通航建筑物主体结构、泄洪建筑物、输水建筑物、引水发电建筑物、两岸连接坝段按 2 级建筑物设计、次要建筑物等按 3 级设计。平陆运河各枢纽水工建筑物级别见表 2.7.3-1。

表 2.7.3-1 平陆运河枢纽工程水工建筑物级别

枢纽	工程等别	永久建筑物级别			临时建筑物级别
		1 级	2 级	3 级	4 级

马道枢纽	一等		通航建筑物主体结构、输水建筑物及两岸连接坝段	边坡工程及其他次要建筑物	导流明渠、施工围堰
企石枢纽	一等		通航建筑物主体结构、泄洪建筑物、输水建筑物、引水发电建筑物、两岸连接坝段	边坡及其他次要建筑物	导流明渠、施工围堰
青年枢纽	一等		通航建筑物主体结构、泄洪建筑物、输水建筑物、引水发电建筑物、两岸连接坝段	边坡及其他次要建筑物	导流明渠、施工围堰

### 3、防洪标准

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）规定，各枢纽工程的洪水标准见 2.7.3-2。

表 2.7.3-2 平陆运河各枢纽工程防洪标准

方案	枢纽工程大坝等主要建筑物/[重现期(年)]		厂房/[重现期(年)]		下游消能防冲建筑物/[重现期(年)]
	设计	校核	设计	校核	设计
马道枢纽	100	1000			50
企石枢纽	100	2000			50
青年枢纽	100	1000	100	500	50

### 2.7.4 坝址选择

从自然条件、地质条件、淹没影响、航道衔接条件、接岸封闭条件、施工条件、对周边建筑物的影响、土石方工程量、水工结构、征地移民、工程投资等方面对各枢纽坝址进行综合比选，各枢纽坝址推荐方案见表 2.7.4-1。

表 2.7.4-1 各枢纽推荐坝址

枢纽名称	坝址位置	坝址里程
马道枢纽	旧州镇上游 7km 牛营村附近	K29+300
企石枢纽	陆屋镇上游 5.5km 蛤母岭村附近	K44+200
青年枢纽	钦州市现状青年水闸上游 1.8km	K100+500

### 2.7.5 枢纽总体布置

## 1、马道枢纽总体布置

### （1）枢纽总体布置

枢纽坝址处两岸均为高山，考虑船闸主体结构基坑开挖较深，为减小对左岸牛营村的拆迁，2孔泄水闸布置在左岸，双线船闸布置右岸。马道枢纽由双线船闸、泄水闸和连接坝组成，双线船闸上闸首为枢纽挡水线的组成部分，枢纽坝轴线长约422.7m。从左至右分别为：左岸挡水坝段长45m；2×3m孔泄水闸长12m；双线船闸坝长317m，船闸右侧连接坝长48.7m。枢纽坝顶高程为73.5m。双线船闸有效尺度为300m×34m×8m。

### （2）挡、泄水建筑物布置

挡、泄水建筑物主要由输水建筑物及两岸连接坝段组成，连接坝段采用混凝土重力坝。左岸挡水坝段位于泄水闸坝段的左侧，坝轴线长45m，采用混凝土重力坝型式布置。坝顶高程73.5m，坝顶宽5m，坝高17m~4m；右岸挡水坝段位于船闸的右侧，坝轴线长48.7m，采用混凝土重力坝型式布置。坝顶高程73.5m，坝顶宽5m，坝高17m~4m；2孔泄水底孔布置在船闸的左侧，靠近牛营村北部。单孔净宽3m，前沿总宽12m，闸室整体不分缝。泄水底孔闸顶高程73.5m，堰顶高程55.2m，闸室顺水流方向长度22m。

### （3）船闸总体布置

马道枢纽双线船闸布置在分水岭南侧，旧州江右岸，上闸首为枢纽挡水建筑物组成部分。双线船闸由上、下闸首及闸室，上、下游引航道，上、下游待闸锚地组成，船闸有效尺度为300×34×8m（长度×宽度×门槛水深），船舶进、出闸方式采用曲线进闸、直线出闸的过闸方式。上、下游引航道导航调顺段长177m，为 $y=x/6$ 的直线，停泊段长325m。下游引航道外与泄水闸引水渠间设置100m隔流堤作为制动段，减少泄水闸运行对船舶航行的影响，船闸直线段总长为1404m。双线船闸采用共用引航道布置，上、下游引航道宽度均为167m，均通过一段转弯半径为540m的圆弧与主航道衔接，转弯角度分别为 $55^\circ$ 和 $18^\circ$ 。下游锚地采用顺岸式布置型式，岸线长度300m。

### （4）管理区布置

管理区布置在位于泄水闸左岸下游阶地，占地面积为14000m<sup>2</sup>。管理区通过左岸新建永久道路沟通对外交通，船闸与泄水闸间通过上游连接坝及下游公路桥

保通，枢纽两侧通过两岸连接坝连接至新建公路沟通对外交通。

## 2、企石枢纽总体布置

### （1）枢纽总体布置

枢纽坝址处两岸均为低山丘陵，左岸村庄分布密集，考虑船闸主体结构基坑开挖较深，为减小房屋拆迁，5孔泄水闸布置在左岸，双线船闸布置右岸。企石枢纽由双线船闸、泄水闸、连接土坝、副坝组成，双线船闸上闸首为枢纽挡水线的组成部分，枢纽坝轴线长约930.9m。从左至右分别为：左岸连接坝长205.7m；5×8m孔泄水闸和1×2m孔溢流坝，长61m；双线船闸及检修门库长317m；船闸右岸连接土坝长178.2m；副坝长169m。枢纽坝顶高程为39.5m。双线船闸有效尺度为300m×34m×8m。

### （2）挡泄水建筑物布置

挡、泄水建筑物主要由泄水建筑物、输水建筑物、两岸连接坝段、副坝等组成。船闸和泄水闸之间的连接坝段采用混凝土重力坝型式，坝顶高程39.5m，坝顶宽5m；两岸连接坝段、副坝均为均质土坝型，左岸坝段长205.7m，右岸坝段长178.2m，副坝长169m，考虑交通要求，坝顶宽取6m，上下游坝坡坡比均为1:3，上游坡为厚度35cm的干砌石护坡，并设20cm厚粗砂垫层，下游采用草皮护坡；泄水建筑物由5孔泄水闸和1孔泄水底孔组成。泄洪闸单孔净宽均为8m，闸顶高程39.5m，前沿总宽60m，采用孔中分缝，闸室顺水流向长31.5m。在泄水闸右侧布置一个泄水底孔坝段，采用有压短进口型式布置，进口高程23.5m，坝段宽度6m，顺水流方向长度25.5m。

### （3）船闸总体布置

企石枢纽双线船闸布置在旧州江裁弯取直段，上游引航道位于河道右岸，主体结构及下游引航道位于河道左岸，上闸首为枢纽挡水建筑物组成部分。双线船闸由上、下闸首及闸室，上、下游引航道，上、下游待闸锚地组成，船闸有效尺度为300×34×8m（长度×宽度×门槛水深），船舶进、出闸方式采用曲线进闸、直线出闸的过闸方式。上、下游引航道导航调顺段长177m，为 $y=x/6$ 的直线，停泊段长325m，船闸直线段总长为1404m。上、下游船闸引航道与泄水闸引水渠间均分别设置150m、180m隔流堤作为制动段，减少泄水闸运行对船舶航行的影响。双线船闸采用共用引航道布置，上、下游引航道宽度均为167m，均通过



一段转弯半径为 600m 的圆弧与主航道衔接，转弯角度分别为  $27^\circ$  和  $7^\circ$ 。上、下游锚地采用顺岸式布置型式，岸线长度 300m。

#### （4）管理区布置

管理区布置在双线船闸西侧，占地面积为  $14000\text{m}^2$ 。管理区通过右岸新建永久道路及右岸连接坝沟通对外交通，枢纽两侧通过两岸连接坝连接至新建永久道路沟通对外交通。

### 3、青年枢纽总体布置

#### （1）枢纽总体布置

受沿海铁路桥限制，青年枢纽需移位新建，移位改建方案位于现状青年水闸上游约 1.8km 水浸洞村南侧，闸址处为低山丘陵区，右岸现状河道河面较为狭窄，主河槽宽度约 139m，河床内不具备同时布置挡水、泄水建筑物、通航建筑物等水工建筑物的条件，枢纽采用分散布置的总体布置方式。青年枢纽由双线船闸、泄水闸、电站、连接坝和鱼道组成。双线船闸布置在左侧低山丘陵区域，具备干地施工的条件，降低临时工程代价，上闸首为枢纽挡水线的组成部分，轴线总长 310m，从左至右分别为：左岸连接坝长 65m；双线船闸长 170m；右岸门库坝段，长 40m；右岸连接坝长 35m。双线船闸有效尺度为  $300\text{m}\times 34\text{m}\times 8\text{m}$ 。泄水闸布置在坝址右侧主河槽内，电站紧邻泄水闸左侧布置，轴线总长 365m，从左至右分别为：左岸连接坝长 83m；电站引水坝段长 27m； $7\times 13\text{m}$  孔泄水闸和  $1\times 4\text{m}$  孔放水底孔坝长 122m；右岸门库坝段长 18m；右岸连接坝长 115m。枢纽坝顶高程为 17.50m。鱼道布置在泄水闸右岸连接坝墙后，进口位于泄水闸下游约 150m 处，进口高程为 -7.5m，出口位于泄水闸上游库区，出口高程为 17m。鱼道管槽宽度 0.5m，底坡为 16%，总长度约 150m。船闸右岸侧和管理区通过泄水闸闸顶公路沟通对外交通，船闸左岸侧新建道路与外部道路连接。

#### （2）挡泄水建筑物布置

##### ①挡水坝

挡水坝采用混凝土重力坝型式，布置在两岸连接坝段。坝顶高程 16.00m，坝顶宽 6.0m；上游坝面设单折坡，起坡点 10.00m 高程以上直立，10.00m 高程以下坝面坡度 1:0.25；下游起坡点 12.00m 高程以上直立，12.00m 高程以下坝面坡度 1:0.75。

## ②泄水闸

7孔泄水闸布置在主河槽，单孔净宽 13.0m，前沿总宽 106.0m，采用孔中分缝。泄水闸闸顶高程 16.00m，堰顶高程 1.00m，闸室顺水流方向长度 25.0m。从上游往下游，依次设置一道平板检修门和一道平板工作门，检修门利用坝顶移动式门机启闭，工作门采用固定卷扬机启闭。闸顶上游侧设 4.8m 宽交通桥，作为贯穿整个枢纽的交通通道，交通桥顶高程 17.50m。紧临交通桥布置两道闸顶门机轨道梁，下游侧布置油管电缆箱梁。

泄水闸上游设置 20.0m 长的铺盖，铺盖顶高程 0.00m。泄水闸堰型采用宽顶堰，堰顶高程均为 1.00m。泄水闸后与消力池相接，进行底流消能，消力池顶面高程-1.00m，消力池长 35.0m，在消力池底部设置排水盲沟，消力池全断面设置  $\phi$  100 排水孔，排水孔间排距 2.0m。消力池后接 20.0m 长的海漫。

## ③放水底孔

放水底孔坝段布置在左岸，左邻厂房坝段，右侧紧接泄水闸，采用有压流泄洪布置，进口高程 1.00m，坝段宽度 13.0m，顺水流方向长度 25.0m。从上游往下游，依次设置一道平板检修门和一道平板工作门，闸门尺寸分别为 2.0m $\times$ 3.0m（宽 $\times$ 高）、2.0m $\times$ 2.5m（宽 $\times$ 高）；检修门利用坝顶移动式门机启闭，工作门采用固定卷扬机启闭。

## ④门库坝段

为安放泄水闸的检修门，设置一门库坝段。门库坝段布置在泄水闸右侧，采用混凝土重力坝型式，坝段宽 18.0m，坝顶高程结合泄水闸交通桥和门机轨道布置，为 17.50m，坝顶宽 11.0m；上游坝面设单折坡，起坡点 10.00m 高程以上直立，10.00m 高程以下坝面坡度 1:0.25；下游起坡点 12.00m 高程以上直立，12.00m 高程以下坝面坡度 1:0.75。

## （3）水电站布置

厂房位于枢纽左岸，本电站为河床式厂房，右侧与放水底孔坝段相邻，左侧连接道路，前缘总长 32.0m，其中主机间长 22.0m，安装间长 10.0m，安装间位于主机间左侧，副厂房位于主厂房左侧。电站安装 3 台轴流式机组，总装机容量 1.88MW。变电站布置于安装间下游侧，厂区地面高程为 12.50m。采用垂直进厂方式运输设备。

#### （4）船闸总体布置

船闸有效尺度为 300m×34m×8m（长度×宽度×门槛水深）。船闸由上、下闸首及闸室，上、下游引航道，上游锚地等组成。船闸直线段总长为 1500m，上闸首长 62m、下闸首长 70m、上下游导航调顺段长均为 177m，上下游停泊段长均为 325m。双线船闸采用共用引航道布置，船闸船舶进、出闸方式采用曲线进闸、直线出闸的过闸方式，上、下游引航道宽均为 193m，导航段斜率为 1:6。上、下游引航道与主航道衔接段转弯角度分别为 35° 和 10°，上下游衔接段转弯半径均为 600m。

#### （5）管理区布置

闸管区布置在电站的东南侧，闸管区占地面积为 14000m<sup>2</sup>，闸管区通过泄水闸坝顶公路桥沟通对外交通，枢纽两侧新建道路连接对外交通。

### 2.7.6 过鱼设施

为保护青年流域鱼类生态资源，保护国家重点保护物种，减缓大坝阻隔的影响，本次在青年枢纽建设的同时设置过鱼设施 1 座，将钦江恢复为鳊鲃的洄游通道，过鱼时段考虑 2 月~4 月。

青年枢纽运行水头较低，鱼道具有能够维持水系连通、无需人工操作、可持续过鱼、过鱼效果稳定、运行费用低等优势，结合主要过鱼类型为鳊鲃的因素，青年枢纽过鱼设施选择鱼道。特殊结构型式的鱼道适用于能爬行、能粘附以及善于穿越缝隙的鱼类。鳊鱼游泳能力较弱，但却具有能够黏附于湿润有溪流的粗糙建筑物壁面向上运动的特点，因此鳊鱼鱼道选用特殊结构型式鱼道。

根据鳊鲃洄游特性，结合青年枢纽周边地形条件以及枢纽总体布置方案，鱼道布置在泄水闸右岸连接坝墙后，进口位于泄水闸下游约 150m 处，进口高程为 -7.5m，出口位于泄水闸上游库区，出口高程为 17m。鱼道管槽宽度 0.5m，底坡为 16%，总长度约 150m。在鱼道进口设置诱鱼系统鱼类进行诱导，保证过鱼效果。鱼道主要技术指标如表 2.7.6-1。

表 2.7.6-1 青年枢纽鱼道主要技术指标

名称	单位	指标
鱼道型式	/	特殊式
鱼道材料	m	Pvc 槽
设施净宽	m	0.5
设施长度	m	150
鱼道底坡	/	16%
进口底高程	m	-7.5
出口底高程	m	17
主要过鱼季节	月	2~4 月
过鱼种类	/	鳊鲃
鱼道设计流速	m/s	0.18~0.25m/s

### 2.7.7 配套工程

#### 1、航标工程

本工程人工开挖的沿岸航道段为优良河段，按重点航标配布，其它航段按一类航标配布。本工程重点航标配布采用夜间发光航标，标示出碍航物；一类航标配布采用夜间发光航标，白天船舶能从一座标志看到次一座标志，夜间船舶能从一盏标灯看到次一盏标灯。航标管理部门按一类航标进行维护管理，定期检查、维修航标设施；根据水位变化情况适时移标。航道沿线共布置助航设施 614 座。

枢纽工程按一类航标配布，航标夜间发光。航标管理部门按一类航标进行维护管理，定期检查、维修航标设施；根据水位变化情况适时移标。船闸共布置助航设施 136 座。

平陆运河工程拟布置 2 处服务区。新福服务区位于马道枢纽上游，钦州服务区位于青年枢纽下游。服务区需设置必要的交通安全标志 12 个。

平陆运河沿线共布置锚地 8 处，分别为新福服务区附近的 1#锚地，马道下游的 2#待闸锚地，企石洞上、下游的 3#、4#待闸锚地，青年枢纽上游的 5#待闸锚地，钦州服务区附近的 6#锚地，外海段的 7#、8#锚地。其中 4 处待闸锚地纳入枢纽工程，另外 4 处锚地纳入相应的航道工程，锚地需设置必要的助航设施和交通安全标志 10 个。

#### 2、公用工程

## （1）房建

### ①航道服务区

平陆运河设有新福航道服务区和钦州服务区，新福服务区布置在马道枢纽上游，钦州服务区布置在青年枢纽下游。每个服务区设有综合办公楼、检修间及仓库、给水泵房、变电所、门卫、加油站房、垃圾回收站、公共厕所、围墙以及大门等，总建筑面积约为 4285m<sup>2</sup>。

### ②航道管理站

平陆运河设有一个航道管理站，便于航道现场管理及港航、海事相关部门的集中管理和联合调度。管理站设有综合办公楼、检修间及仓库、给水泵房、箱变、门卫、围墙以及大门等，总建筑面积约为 2625m<sup>2</sup>。

### ③枢纽管理区

本工程各枢纽工程生产与辅助生产建、构筑物根据总图平面布置，分为管理区和枢纽两部分。

本工程各管理区设有综合办公楼、宿舍楼、给水调节站、生活污水处理站门卫、围墙以及大门等，枢纽设有船闸启闭机房、廊道启闭机房。

马道枢纽：管理区总建筑面积约为 3875m<sup>2</sup>，枢纽建筑物总建筑面积约为 2964m<sup>2</sup>；

企石枢纽：管理区总建筑面积约为 3875m<sup>2</sup>，枢纽建筑物总建筑面积约为 2964m<sup>2</sup>；

青年枢纽：管理区总建筑面积约为 3875m<sup>2</sup>，枢纽建筑物总建筑面积约为 2964m<sup>2</sup>。

## （2）给排水与消防

### ①给水

本工程船闸消防水源采用河水，管理区、服务区、航道管理站消防用水、全部生活用水结合周边供水条件，拟采用市政供水、打深井取地下水或河水。本工程生活、消防供水分别为独立管网，其中消防管网呈环状布置。船闸、管理区、服务区、管理站均新建给水消防泵房，分片区供水。给水消防泵房内设置室内、室外消防泵组，以及生活变频供水设备。

### ②排水

本工程室外排水系统均采用雨、污分流。船闸区域清洁雨水利用坡度自流排放入水体；管理区、服务区及管理站区域布置雨水口及雨水管线，雨水经集中收集后统一排放；各区域均设置 1 套一体化污水处理设备，采用 A/O 或 MBR 处理工艺，处理后出水水质应满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB/T 18918-2002）一级 B 标准，达标后排放或回用，生态敏感区污水收集回用；船闸闸室采用浮船排水（船内设双吸离心泵），输水廊道采用移动式潜水排污泵排水。进行检修时，检修排水出水管橡胶管跨过检修门将水排出。

### ③消防

各梯级一线船闸考虑普通货种通行，船闸两侧设置消防管线及消火栓接口；二线船闸考虑部分非水环境危害化学品过闸，设置泡沫灭火系统、冷却水系统，配备移动式水炮、泡沫炮等消防设施。泄水闸启闭机房在易取用处布置一定数量的 MF/ABC4 干粉灭火器；管理区、服务区、管理站区域均新建给水消防泵房，各区域消防供水管网主要包括室内外消火栓管网系统、自动灭火消防管网系统。为保证航道沿线消防应急救援要求，新福、钦州服务区仓库内设置消防救援设施。

### 3、道路工程

道路工程主要是针对运河航道建设导致的局部交通中断，为方便航道两侧居民出行而恢复、新建的非跨越运河航道的道路工程，道路工程同时兼顾运河工程施工期间施工车辆的通行需求，永临相结合布置。

根据各路段道路的使用功能和交通量，采用不同等级标准建设，改建及恢复性建设路段以原道路标准建设，新建路段采用四级公路标准，设计速度为 20km/h。

结合运河航道和枢纽布置情况，运河沿线共需恢复重建道路 19 段，路线总长 18.84km，共设置桥梁 1000m/10 座，其中：左岸共需恢复性重建道路 10 段，路线长 9.417km，设置桥梁 420m/4 座；右岸共需恢复性重建道路 9 段，路线长 9.423km，设置桥梁 580m/6 座。

## 2.7.8 桥梁工程

根据运河航道平面布置及通航净空尺度要求，航道两岸交通需求及桥梁现状，运河建设涉及新增、改建、防护跨河桥梁共 31 座，其中改建桥梁 15 座，新增桥

梁 13 座,对六钦高速钦江特大桥、沿海铁路钦江双线特大桥 2 座桥梁予以保留,并对桥墩进行防护。已建并满足通航技术标准的大浦高速桥,根据原桥梁建设批复文件要求,在平陆运河建成通航的同时,由原建设单位同步建设完成桥墩防撞设施。

表 2.7.8-1 改建桥梁方案一览表（城市桥梁 5 座）

序号	桥梁名称	桥梁类型	修建类型	交角 (度)	原桥梁宽度 (m)	改造后桥梁宽度 (m)	通航尺度	
							净宽	净高
1	北环路跨江桥	城市桥	改建	55	36.5	35.5/39.5	140	18
2	永福大桥	城市桥	改建	89	22	31/37	140	18
3	子材大桥（钦江四桥）	城市桥	改建	88	31	25/35.5	140	18
4	南珠大街跨江	城市桥	改建	89	13	27.5/35	140	18
5	金海湾大桥（钦江三桥）	城市桥	改建	84	31.5	21.5/35.5	140	18

表 2.7.8-2 改建桥梁方案一览表（公路桥梁 9 座、铁路桥梁 1 座）

序号	桥梁名称	桥梁类型	修建类型	交角 (度)	原桥梁宽度 (m)	改造后桥梁宽度 (m)	通航尺度	
							净宽	净高
1	横州市新福镇三阳桥	公路桥	改建	79	9.5	12/21	130	18
2	沙坪河大桥	公路桥	改建	72	12	12/21	130	18
3	青塘镇那路村大桥	公路桥	改建	77	8	12/21	130	18
4	钦北区平吉镇三冬村跨江桥	公路桥	改建	71	7.5	12/21	130	18
5	钦南区相思大桥	公路桥	改建	87	8	12/21	130	18

6	丁屋村大桥	公路桥	改建	85	12	12/21	130	18
7	G325 广南线钦江大桥	公路桥	改建	87	41	40.5/40.5	140	18
8	兰海高速 G75 钦江大桥	公路桥	改建	78	38	41.5/41.5	140	18
9	沙井钦江大桥	公路桥	改建	79	9.5	42/42	240	18
10	钦北线铁路桥	铁路桥	改建	80	6	6（引桥） 9（主桥）	140	18

表 2.7.8-3 改建桥梁方案一览表（保留桥梁 2 座）

序号	桥梁名称	桥梁类型	修建类型	交角（度）	原桥梁宽度（m）	改造后桥梁宽度（m）	通航尺度	
							净宽	净高
1	六钦高速(S43) 钦江特大桥	公路桥	保留	90	33	对原挡墙增设抗滑桩	130	18
2	钦江双线特大桥	高铁铁路桥	保留	90	9	D150cm 咬合桩，桩顶高于最高通航水	110	17.32

表 2.7.8-4 新增桥梁方案一览表（新增 13 座）

序号	桥梁名称	桥梁类型	修建类型	交角（度）	桥度（m）	改造后桥梁宽度（m）	通航尺度	
							净宽	净高
1	新福镇过江通道桥	公路桥	新建	76	7.5	75+2x2（拱肋区）+2x1.5（检修通道）	130	18
2	新年排村大桥	公路桥	新建	81	12	11+2x3（拱肋区）+2x2（检修通道）	130	18
3	金塘村大桥	公路桥	新建	76	12	11+2x3（拱肋区）+2x2（检修通	130	18
4	新农村大桥	公路桥	新建	90	12	12	130	18



5	旧州大桥	公路桥	新建	67	12	12	130	18
6	旧州华文堂大桥	公路桥	新建	90	12	12	130	18
7	万胜塘大桥	公路桥	新建	89	12	11+2x3（拱肋区） +2x2（检修通	130	18
8	企石枢纽大桥	公路桥	新建	90	12	12	130	18
9	G242 大桥	公路桥	新建	84	12	11+2x3（拱肋区） +2x2（检修通	130	18
10	平吉镇大田坪村大桥	公路桥	新建	87	12	11+2x3（拱肋区） +2x2（检修通	130	18
11	东坝村大桥	公路桥	新建	82	12	11+2x3（拱肋区） +2x2（检修通	130	18
12	青松村大桥	公路桥	新建	82	12	11+2x3（拱肋区） +2x2（检修通	130	18
13	陆杨新村大桥	公路桥	新建	80	12	11+2x3（拱肋区） +2x2（检修通	130	18

### 2.7.9 过河管线迁改

#### (1) 总体迁改情况

运河沿线现有跨河电缆、地下输油气管线、地下天然气管线和通讯线路等跨河设施百余处，其中净空不满足通航要求的需提升高度，运河航道内或受到运河开挖影响的管线电杆及电塔等基础需外移处理。其中，地下天然气管道 1 处，需拆改 1 处；地下输油管道 1 处，需拆改 1 处；地下输油气管道 2 处，需拆改 2 处；10kv 电力线 71 处，拆除 7 处，需拆改 63 处；35kv 电力线 8 处，需拆改 8 处；110kv 电力线 15 处，需拆改 13 处；220kv 电力线 3 处，需拆改 2 处；500kv

电力线 1 处，不需拆改；通讯线 10 处，需拆改 10 处。

## (2) 地下输油（油气、天然气）管线

运河沿线有地下天然气管道 1 处，需拆改 1 处；地下输油管道 1 处，需拆改 1 处；地下输油气管道 2 处，需拆改 2 处。

输油（油气、天然气）管线，在既有管线旁设置新的管线，管线标准同原标准，管线下穿通过运河，埋置深度为河床以下 3m。入土段按 6%纵坡设计。新的管线完成铺设后，同既有管线连接，拆除老的管线。

施工方法有定向钻穿越或开挖管沟，考虑施工对环境的影响小，同时可先于运河开工，采用定向钻穿越。

表 2.7.9-1 输油（油气、天然气）管线改迁情况

序号	里程桩号	类别	属性	规格 (mm)	通航 水位	最高通航 水位+净 高 (m)	管道 中心 高程 (m)	航道 底高 程 (m)	碍航 情况	改建 方案	施工 方法	改迁 长度 (m)
1	K83+775	地下天然气管道	中缅天然气管道钦州支线	813×14.3	13.97	31.97	-3	2.7	航道内穿过	下穿航道	定向钻	890
2	K84+975	地下输油管道	中石油钦州柳成品油管道	529×8	13.68	31.68	-3	2.7	航道内穿过	下穿航道	定向钻	870
3	K90+520	地下输油气管道	中石油钦州炼油厂输油气管道	529×8	11.81	29.81	-3	2.7	航道内穿过	下穿航道	定向钻	780
4	K99+345	地下输油气管道	中石油钦州炼油厂输油气管道	529×8	5.59	23.59	-11.92	-6.921	航道内穿过	下穿航道	定向钻	1030

## 2.7.10 航道锚地、服务区及支持保障系统

### 1、航道锚地

为满足水上交通安全管理需求，有效改善通航秩序，保障水上运输高效、便捷和安全，在航道沿线设置停泊锚地为通航船舶提供临时系靠泊、待闸和应急避风等服务。综合考虑梯级布置和航道条件，在运河沿线共设置 8 处锚地，锚地布置情况见表 2.7.10-1。

表 2.7.10-1 平陆运河锚地布置一览表

序号	锚地名称	位置	功能	岸线长度和规模
1	新福服务区锚地	新福镇上游	服务区锚地兼做马道船闸上游锚地	300m
2	马道船闸下游锚地	船闸下游	船闸待闸锚地	300m
3	企石船闸上游锚地	船闸上游	船闸待闸锚地	300m
4	企石船闸下游锚地	船闸下游	船闸待闸锚地	300m
5	青年船闸上游锚地	船闸上游	船闸待闸锚地	300m
6	钦州服务区锚地	坪山岛	服务区兼做青年船闸下游锚地	300m
7	茅尾海 1#锚地	茅尾海	船舶待泊、应急避风	0.45×1.35km <sup>2</sup>
8	茅尾海 2#锚地	茅尾海	船舶待泊、应急避风	0.57×2.4km <sup>2</sup>

### 2、航道服务区

为保障高效、便捷和安全的水上运输需求，提高对船舶、船员和航运管理的服务水平，拟在运河沿线设置内河水上游服务区。综合考虑城镇规划、港口规划、梯级布置、干支航道交汇沟通情况等因素，沿线共布置新福服务区、钦州服务区 2 处服务区。

新福服务区位于新福镇上游航道右岸，服务区岸线长度为 300m，水域面积为 34202m<sup>2</sup>，陆域用地面积为 24000m<sup>2</sup>，建筑面积为 4285m<sup>2</sup>；钦州服务区位于平山岛下游航道左岸，钦州服务区岸线长度为 300m，服务区水域面积为 51455 m<sup>2</sup>，陆域用地面积为 24000 m<sup>2</sup>，建筑物面积为 4285 m<sup>2</sup>。

### 3、支持保障系统

#### (1) 航道管理站

工程配套建设航道管理站一座，拟选择在青年枢纽管理区东侧布置，主要建设内容包括综合办公楼、检修间及仓库、给水加压泵房及航道信息化管理中心等。

为保障航道的安全畅通，加强航道执法管理，配备建设海事和航道工作船码头等设施。按 I 级航道标准配备性能良好的工作船舶，以满足航道维护、航标维护、航道及行政执法等的需要。

### （2）工作船码头

为方便航标维护、水上应急搜救和水运安全管理，保障航道的安全畅通，结合新福服务区和钦州服务区各建设工作船码头一座，工作船码头同时满足航政管理、航标维护和海事监管功能。

### （3）航道管理船舶

为满足航政管理、航标维护管理、海事监管功能，配备航标工作船、测量船各 2 艘，海巡船 4 艘，共 8 艘。

## 2.7.11 智慧运河工程

项目以高质量推动平陆运河经济建设与社会可持续发展为目标，以打造航运数字化，服务智慧化为方向，在满足平陆运河航运管理的信息化需求的同时，兼顾水资源综合利用需求，力求将平陆运河建设成高效、畅通、绿色的西部陆海新通道。平陆智慧运河工程将以物联网、大数据、云计算、移动互联网、人工智能等现代化信息及通信技术等新一代信息化技术作为重要手段，打造全面感知、广泛互联、深度融合、智能应用、机制完善的平陆运河智慧化管理体系，提供及时、便捷、丰富的政务服务与出行服务，提升行业受众使用感知，全面实现航运与水利业务的协同化、精细化管理。

平陆智慧运河工程总体架构框架可分为感知网络、传输网络、信息基础设施、运行期应用系统及建设期应用系统五大部分及配套安全系统和施工组织与进度。

### （1）感知网络建设

根据平陆运河工程建设及运行管理需求，合理布设视频监控前端、航标遥控遥测、船舶智能识别、水位监测、水情监测、水质监测、工情监测等信息化手段，打造平陆运河空天地一体化感知系统，实现信息的实时感知监测，支撑运河的智慧化管理。

### （2）传输网络建设

沿平陆运河建设光纤传输网络，主要包括光纤敷设、通信铁塔建设等。用于视频流和业务数据的高效传输。依托建成的光纤传输网络，进一步建成覆盖重点河段的船岸无线通信网络，满足航运及水利业务访问需求。此外建设卫星应急通信系统，满足部分感知设备特殊条件下通信需求。

### （3）信息基础设施建设

通过管控指挥中心的建设，切实提高管理部门对平陆运河航运运行情况的协调、监督等能力。按照面向的航道管理部门侧重点不同，可分为航运调度指挥中心与水利调度指挥中心，实现业务系统数据集中后各业务平台的日常值班，以及应急指挥等功能；根据平陆智慧运河工程数据承载及业务支撑需求，合理规划航运及水利数据工程建设，实现对“智慧运河”的各类智慧应用的支撑服务。其中航运数据工程主要对实现对航道管理业务“大数据”进行智能处理、汇总与统计分析，实现面向数字化智能化航道规划建设的高层次管理与应用；水利数据工程主要面向包括运河相关的行业数据，融合相关行业和社会数据，建设智慧运河工程数据资源池，实现对于水利信息化监测感知和智慧应用系统的支撑。

### （4）运行期应用系统建设

基于平陆智慧运河工程信息化基础，建立面向航运、水利业务的信息化管理平台，形成适应业务变化需要，全面覆盖航道、船闸、港政、航政、应急等航运管理及水情、水质、水生态、工程调度维护、决策等水利管理和对外服务等业务的信息系统。

### （5）建设期应用系统建设

开发平陆运河工程建设管理系统，系统覆盖工程项目建设期投资、进度、质量、安全、人员、设备和移民安置等主要管理内容。系统基于新一代信息技术手段，搭建建设阶段 BIM+GIS 数字化管理云平台，实现对平陆运河枢纽工程、航道工程、桥梁改造和交通道路工程、跨临河设施改造工程、库区工程、征地及移民安置工程等各项工程建设的全过程管控，满足建设期政府部门对项目的行政监管需求，满足建设单位的对项目的投资、进度和安全管控需求，满足总承包单位、监理单位和施工单位对项目的综合管控需求，满足运行阶段航运业务系统所需的基础工程数据数字化交付需求。

## 2.7.12 沿线重要设施拆除及改造工程

根据平陆运河航道及枢纽建设方案，需对引郁入钦工程进水口，钦州市东、西干渠进水口进行改造，并在工程建设期和实施后维持其原有功能。

### （1）引郁入钦工程进水口改造方案

郁江调水工程为钦州市沿海工业园供水水源项目配套工程，通过修建郁江~钦江调水工程和钦江~大风江调水工程，把郁江水调入大风江。郁江~钦江调水工程设计引水流量  $20\text{m}^3/\text{s}$ ，工程总体布置如下：在隧洞进口前疏浚郁江支流沙坪河  $5.45\text{km}$ →隧洞进口设放水控制闸一座，并在沙坪河距离控制闸  $50\text{m}$  的上游处设水下拦砂坎一座→控制闸后开挖、衬砌引水隧洞  $10.5\text{km}$ （含箱涵  $0.5\text{km}$ ）→隧洞后疏浚钦江支流小西江  $5.08\text{km}$ ，并在小西江河段距离隧洞箱涵出口上游约  $20\text{m}$  处设水下拦砂坎一座。

目前郁江~钦江调水工程基本完工，已投入运行。为保证郁江~钦江调水工程在航道建设期间的正常运行，根据航道的设计和布置，在桩号  $\text{K}20+000$  附近的沙坪镇下游，需要对现有的郁江~钦江调水工程的进水口进行改造。原郁江~钦江调水工程进水口、引渠拆除，封堵一部分隧洞。航道建设期间，利用原河道进行导流过水，新建郁江~钦江调水工程进水口和一段隧洞在沙坪镇下游利用原河道引水，保证航道在建设期间该调水工程的正常运行。航道建成后，可利用航道的泄水底孔从郁江调水至钦江，郁江~钦江调水工程的功能可由航道工程替代。航道在该航段检修不通水时，可利用该改建的调水工程作为补充和备用。

改造方案如下：原郁江~钦江调水工程进水口及引渠等拆除，原郁江~钦江调水工程的隧洞在桩号约  $\text{K}1+700$  处设置约  $20\text{m}$  堵头封堵隧洞。在沙坪镇下游航道桩号  $\text{K}21+250$  附近，利用新建一条长约  $240\text{m}$  的支渠，渠道底宽  $5.40\text{m}$ ，渠道底高程  $53.20\text{m}$ ，支渠末端新建控制闸，控制闸的主要控制尺寸与郁江~钦江调水工程的隧洞进口放水控制闸基本一致，控制闸后接长约  $2650\text{m}$  的隧洞与郁江~钦江调水工程的隧洞在桩号约  $\text{K}1+700$  附近衔接。

改造工程的主要建筑物包括约  $240\text{m}$  长的引水渠道、控制闸和约  $2650\text{m}$  长的隧洞。引水渠道底宽  $5.40\text{m}$ ，边坡  $1:1.5$ ，渠道底高程  $53.20\text{m}$ ，渠道边坡在  $65.00\text{m}$  高程以下采用厚  $30\text{cm}$  的  $\text{C}25$  混凝土板衬砌，衬砌板下为  $40\text{cm}$  厚的混合倒滤层，

倒滤层下为土工布。渠道边坡在 65.00m 高程以上采用 C25 混凝土格构植草。渠道边坡每 8~10m 高程设一马道，马道宽度为 3.0m。

渠道末端为放水控制闸，控制闸为 3 级建筑物，设计洪水标准为 30 年一遇，相应洪水位 68.50m，校核洪水标准为 100 年一遇，相应洪水位 70.00m，单孔控制闸尺寸为 9.00m×5.40m×28.90（长×宽×高），采用平底闸，底板顶面高程 53.20m，闸底孔厚 1.00m，控制闸内设事故检修闸门和工作闸门各一扇，尺寸分别为 3.00m×5.00m（宽×高）和 3.00m×4.00m（宽×高），采用固定卷扬机启闭，启闭机平台高程 77.50m。控制闸后的岩石边坡坡比 1:1，采用喷锚支护，喷 C20 混凝土厚 10cm，挂  $\Phi 6@200\text{mm}\times 200\text{mm}$  钢筋网， $\Phi 20$  砂浆锚杆 4m~6m 间隔布置，土质边坡 1:1.5，采用 C25 混凝土格构植草。

控制闸后接隧洞，隧洞长约 2650m，隧洞底坡 1/1200，采用城门洞型断面，隧洞衬砌后净空尺寸 3.00m×5.40m（宽×高）。初期支护措施为：型钢 I18 支撑，间距 1.0m→初喷厚 8cm 的 C20 混凝土封闭岩面→挂  $\Phi 6@200\text{mm}\times 200\text{mm}$  钢筋网→长 2.5m 的  $\Phi 22$  砂浆锚杆间距 1.2m×1.2m→复喷 C20 混凝土至厚度 18cm→排水孔间距 3.0m×3.0m；二次衬砌措施为：C25 钢筋混凝土衬砌厚 0.50m→洞顶 120° 范围回填灌浆。

## （2）钦州市东西干渠进水口改造方案

青年水闸东干渠建于上世纪 60 年代，运行至今已 50 多年。渠道全长 19.95km，渠首设计引水流量 2.53m<sup>3</sup>/s，担负着下游沙埠镇 3.17 万亩农田的灌溉任务和近 4 万群众的生产生活用水需求。现状东干渠的渠首位于现状青年水闸（车管所后），途经山塘社区——小江社区——城中南社区——五里桥社区——沙埠镇，终点至大番坡，系梦园广场和白石湖补水的主要通道。

青年水闸西总干渠始建于上世纪 60 年代，全长 5km，即从水闸闸首起至巫屋止。沿线经过青年水闸——钦江糖厂（牛头湾村）——市民政局——公鹅田村——白水塘社区——巫屋。渠道平均宽 8.0m，设计引水流量 11.6m<sup>3</sup>/s，主要负责钦南康熙岭、尖山镇 4.5 万亩农田灌溉和约 5.5 万人的蓄水用水。

受沿海铁路桥限制，青年枢纽移位新建，新建的青年水闸布置在上游约 1.8km 的主河槽埭口位置。青年水闸移位新建后，枢纽坝下最低通航水位-1.62m，而目前的东干渠渠首设计水位 1.70m，西总干渠渠首设计水位 1.80m，因此不能

保证设计引水流量，需要对渠首进行改造。

青年枢纽左岸的河谷、河沟作为堆渣场地被占用，若在此改建东干渠，施工干扰很严重。另外，青年枢纽的船闸与泄水建筑物分散布置，泄水建筑物上游形成相对的大片静水区域，因此考虑东西干渠均从枢纽右岸青年枢纽的泄水闸上游的原河道引水，不影响航道的正常运行，另外考虑航道运行时的青年枢纽下游的海水上溯，东西干渠引水口尽量上靠，初步确定东西干渠引水口在钦州市自来水厂上游的埡口附近。

改造方案如下：在新建的青年枢纽泄水闸上游约 2km 的埡口位置，河道清淤疏浚，并在航道桩号约 K96+500 的位置的右岸新建约 30m 的引渠，引渠后新建 4 孔总干渠渠首闸，闸后接约 3450m 的 3 孔暗涵沿现状水泥路布置，3 孔暗涵在水泥砖厂附近分岔单孔涵与现状西总干渠衔接。总干渠的涵管在水泥砖厂附近修建约 480m 倒虹吸穿越钦江及青年枢纽下游的航道，在钦江左岸的汽车考试中心附近接约 470m 双孔暗涵，在现状东干渠的控制闸前接入现状渠道。

改造工程的主要建筑物包括约 30m 长的引水渠道、总干渠控制闸、约 3450m 长的总干渠暗涵、约 480m 倒虹吸和约 470m 暗涵。引水渠道底宽 15.00m，边坡 1:1.5，渠道底高程 7.20m，渠道边坡采用厚 30cm 的 C25 混凝土板衬砌，衬砌板下为 40cm 厚的混合倒滤层，倒滤层下为土工布。

4 孔控制闸尺寸为 4.00m×24.70m×17.30（长×宽×高），采用平底闸，底板顶面高程 7.20m，闸底孔厚 1.00m，控制闸内设工作闸门 4 扇，尺寸为 3.00m×2.00m（宽×高），采用手电两用螺杆启闭机启闭，启闭机平台高程 17.20m。

控制闸后为约 3450m 的 3 孔暗涵的总干渠，暗涵采用 C25 钢筋混凝土，暗涵单个孔的净尺寸为 4.00m×2.00m（宽×高），暗涵总外轮廓尺寸为 14.00m×3.00m（宽×高），壁厚 0.50m。

3 孔暗涵在水泥砖厂附近分岔单孔涵与现状西总干渠衔接，单孔暗涵采用 C25 钢筋混凝土，暗涵单个孔的净尺寸为 4.00m×2.00m（宽×高），暗涵总外轮廓尺寸为 5.00m×3.00m（宽×高），壁厚 0.50m。

干渠采用倒虹吸穿越钦江，倒虹吸设置进出水池以保证淹没深度，形成有压流。倒虹吸为直径 2.6m 厚 0.5m 的钢筋混凝土圆管，在钦江左岸的汽车考试中心附近接约 470m 双孔暗涵，双孔暗涵采用 C25 钢筋混凝土，暗涵单个孔的净尺寸



为 4.00m×2.00m（宽×高），暗涵总外轮廓尺寸为 9.50m×3.00m（宽×高），壁厚 0.50m。双孔暗涵在现状东干渠的控制闸前接入现状渠道。

## 2.8 施工组织

### 2.8.1 施工条件

运河沿线经过沙坪、旧州、陆屋、平吉等乡镇和钦州市区，对外交通便利，供电、供水、通信等依托条件好，施工和协作条件充分，工程所需建筑材料基本能在当地解决。

### 2.8.2 施工导流

本工程导流建筑物级别为 4 级，各梯级土石结构导流建筑物导流标准采用 20 年一遇设计洪水。根据地形及枢纽布置特点，尽量利用上、下游预留岩埂挡水，各枢纽施工采用分期导流方式，泄水闸及通航建筑物分期实施。

马道枢纽航道穿越分水岭，施工期不受河道来水影响，采取预留岩坎的施工方式；企石枢纽具备采用分期导流条件。一期在右岸布置导流明渠，导流明渠的布置与船闸开挖相结合，减少临时工程土石方开挖工程量；在泄水闸闸址上下游修建一期挡水围堰。二期导流利用已经建成的 5 孔泄洪闸泄流，在船闸上下游修建二期挡水围堰；青年枢纽施工导流考虑在左岸布置一条导流明渠，明渠开挖与船闸开挖相结合。船闸基坑施工期间，利用上、下游预留岩坎挡水。待明渠开挖完成后，利用明渠泄流，在原河道闸址上下游修建围堰，进行右岸泄洪闸及厂房施工。待泄水闸施工完成以后，利用泄水闸泄流，在船闸上下游修建挡水围堰，进行船闸剩余工程施工。

### 2.8.3 土石方平衡及渣场规划

本工程中土石方开挖总量约 3.38 亿  $m^3$ （自然方），土石方回填利用量约 364.4 万  $m^3$ （实方），总弃渣约 4.12 亿  $m^3$ （松方）。依据环保水保要求和不占或少占耕

地、尽量结合沿线产业规划等原则，在运河沿线初步规划 195 个弃土场，弃渣主要用于：矿坑、原河道回填造地；沿线低洼地、谷底、冲沟、山坳回填等土地综合整治；钦州恒伟铝材加工项目、广大汽车配件加工基地项目、大榄坪综合物流加工区劳动与就业服务中心项目、桐昆项目配套纳泥区工程、胜宝旺钦州项目海域吹填工程、钦州港三墩作业区 2700 亩修复工程、钦州港东航道扩建工程（一期，吹填区平整工程一标段围堰工程（钦州港三墩华南、太平洋、振兴物流仓储项目，等沿海造地项目；钦州港 30 万吨级进港航道疏浚工程疏浚物临时性海洋倾倒区 A 区、B 区。

## 2.8.4 施工进度

本工程主要建设内容包括枢纽、航道、跨运河建筑物改造、水利设施改造、库区移民等，建设工期约 6 年。

## 2.9 建设征地与移民

### 2.9.1 建设征地影响

#### （1）总体整体规模

建设征地范围可分为枢纽工程建设区、航道开挖区和水库淹没影响区，总影响土地面积约 135947.88 亩(9063.19 公顷)。

表 2.9.1-1 征地面积汇总表

用地性质	分区		面积（亩）
永久征收	枢纽工程建设区	马道枢纽	2291.24
		企石枢纽	2656.45
		青年枢纽	2029.79
		小计	6977.47
	航道开挖区	马道枢纽上游航段	9165.32
		企石枢纽至马道枢纽航段	3827.55
		青年枢纽至企石枢纽航段	17733.48
		钦江入海口航段	10491.29

用地性质	分区		面积（亩）
临时征用	小计		41217.63
	水库淹没区	企石枢纽库区	399.23
		小计	399.23
	合计		48594.33
	临时征用	弃渣场	
施工道路		6358.20	
施工区		1245.75	
抬田区		521.48	
合计		87353.54	
总计			135947.88



图 2.9.1-1 建设征地处理范围分区示意图

## （2）工程建设区

平陆运河工程建设用地区包括枢纽工程建设区、航道开挖区、管理范围用地区以及施工用地区等。

根据工程用地范围及施工布置，工程建设区永久征收土地共分为马道、企石、青年枢纽 3 个梯级枢纽以及马道枢纽上游航段、企石枢纽至马道枢纽航段、青年枢纽至企石枢纽航段以及钦江入海口航段，临时征用土地包括弃渣场、施工道路及施工区等。根据统计，航道及枢纽工程建设共影响土地 135548.65 亩，其中永

久征收土地 48195.11 亩，临时征用土地 87353.54 亩，工程分区面积汇总详见表 2.9.1-2。

表 2.9.1-2 工程用地面积分区汇总表

用地性质	分区	面积（亩）	备注	
永久征收	枢纽工程建设区	马道枢纽	2291.24	
		企石枢纽	2656.45	
		青年枢纽	2029.79	
		小计	6977.47	
	航道开挖区	马道枢纽上游航段	9165.32	
		企石枢纽至马道枢纽航段	3827.55	
		青年枢纽至企石枢纽航段	17733.48	
		钦江入海口航段	10491.29	
		小计	41217.63	
	合计		48195.11	
临时征用	弃渣场	79228.11		
	施工道路	6358.20		
	施工区	1245.75		
	抬填区	521.48		
	合计	87353.54		
工程建设区总用地面积		135548.65		

## 2.9.2 建设征地实物指标

工程永久征地范围包括马道枢纽上游航段、企石枢纽至马道枢纽航段、青年

枢纽至企石枢纽航段、钦江入海口航段 4 个航道开挖区，马道、企石、青年 3 个枢纽工程建设区，企石 1 个库区，影响土地涉及南宁市横州市，钦州市灵山县、钦北区、钦南区等 2 市、4 个县（市、区），一共 12 个镇、6 个街道办，63 个行政村（社区）。工程总征地面积 135947.88 亩，永久征地面积 48594.33 亩（枢纽工程建设区 6977.47 亩、航道开挖区 41217.63 亩、水库淹没区 399.23 亩），临时用地 87353.54 亩。工程涉及人口共 3222 户 14882 人，其中农村人口 2274 户 10490 人，城镇 948 户 4392 人。涉及房屋面积 769945 m<sup>2</sup>（其中主房 631111.15 m<sup>2</sup>，杂房 138833.82 m<sup>2</sup>），其中农村房屋面积 567026 m<sup>2</sup>（其中主房 459362.80 m<sup>2</sup>，杂房 10766.20 m<sup>2</sup>），城镇房屋面积 202919.00 m<sup>2</sup>（其中主房 171748.35 m<sup>2</sup>，杂房 31170.65 m<sup>2</sup>）。工业、企（事）业单位 41 个，涉及专业项目主要有电站（青年水闸）1 座，拦河坝 1 座，泵站/抽水站 2 座，排涝闸 3 座，排涝泵站 1 座，污水提升泵站 3 座，国家基本水文站 2 个，国家基本水位站 3 个，中小河流专用站 3 个。

### 2.9.3 农村移民安置规划

经统计，水库淹没区规划水平年搬迁安置人口共计 43 户 241 人；工程建设区规划水平年搬迁总人口为 2274 户 10701 人。

本次规划移民搬迁主要有村组内集中后靠、组内分散后靠和外迁到本镇集中安置等三种安置方式，移民的搬迁地点尽可能方便生活，有利于生产。2021 年 11 月~2022 年 2 月期间，由涉及搬迁的乡（镇）政府、村委、村民代表及设计单位组成工作组进入各村组进行安置点意愿及安置点选址调查，针对安置点选址等问题充分征求移民意见，对征地影响人口大于 100 人的村组进行集中安置点选点工作，对涉及人口少于 100 人且分布较分散的村组，建议移民分散后靠安置，或可根据移民意愿，外迁安置到最近的村组集中安置点或本镇集中安置点。

安置点选址调查对各涉迁村组的集中安置点提出多个比选方案，并在充分考虑地质、交通、水源、场地、搬迁移民及安置点群众意愿及地方政府意见的基础上，经综合比选后选择确定安置点。经征求搬迁移民及安置区居民、地方政府的意见，本工程建设征地农村移民各村组搬迁安置去向详见表 2.9.3-1。

表 2.9.3-1 农村搬迁安置人口统计表

市	县(区、市)	镇	村委(社区)	调查基准年		规划水平年		安置方式	集中安置点 规划面积 (m <sup>2</sup> )
				搬迁人口		搬迁人口			
				户数	人数	户数	人数		
农村部分合计				2274	10490	2274	10701		
南宁市				319	1182	319	1206		
	横州市			319	1182	319	1206		
		新福镇		319	1182	319	1206		
			平塘村	15	39	15	40	分散后靠、一次性补偿	
			丕地村	7	28	7	29	分散后靠	
			三阳村	69	278	69	283	分散后靠	
			新福社区	228	837	228	854	拟集中安置到新福新区\后靠安置	117800
钦州市				1957	9308	1955	9495		
	灵山县			1542	7139	1540	7281		
		沙坪镇		796	3302	796	3369		
			旧圩社区	101	363	101	370	集中安置	75500
			沙港社区	91	377	91	385		
			思榜村	160	816	160	832	集中安置	83200
			七里村	334	1321	334	1348	集中安置	134800
			金科村	110	425	110	434	集中安置	43400
		旧州镇		475	2598	475	2649		
			石桥村	90	542	90	553	集中安置	55300
			石柱村	110	608	110	620	集中安置	93000
			下浪村	11	58	11	59	分散后靠	

平陆运河（平塘江口~钦江大桥段）工程环境影响报告书

市	县(区、市)	镇	村委(社区)	调查基准年		规划水平年		安置方式	集中安置点 规划面积 (m <sup>2</sup> )
				搬迁人口		搬迁人口			
				户数	人数	户数	人数		
			西屯村	64	317	64	324	集中安置	32400
			民主村	85	500	85	510	分散后靠\集中安置	14700
			大岭村	2	11	2	11	分散后靠	
			张高村	113	562	113	572	分散后靠\集中安置	11700
		陆屋镇		271	1239	269	1263		
			企石村	185	885	183	901	分散后靠\集中安置	100000
			杨屋村	36	174	36	178	分散后靠	
			罗坪村	11	42	11	43	分散后靠	
			陆东村	39	138	39	141	分散后靠\集中安置	7800
	钦北区			313	1643	313	1677		
		青塘镇		44	227	44	231		
			青苏村	24	126	24	128	分散后靠\集中安置	12000
			决竹村	15	81	15	83	分散后靠	
			那路村	5	20	5	20	分散后靠	
		平吉镇		269	1416	269	1446		
			永隆村	82	429	82	438	集中安置	17400
			大田坪村	66	344	66	351	集中安置	8600
			平里村	3	16	3	16	分散后靠	
			雷标村	1	5	1	5	分散后靠	
			平吉村	45	224	45	229	集中后靠\集中安置	22900
			三冬村	41	206	41	210	分散后靠	

平陆运河（平塘江口~钦江大桥段）工程环境影响报告书

市	县(区、市)	镇	村委(社区)	调查基准年		规划水平年		安置方式	集中安置点规划面积 (m <sup>2</sup> )
				搬迁人口		搬迁人口			
				户数	人数	户数	人数		
			古秀村	18	116	18	119	分散后靠	
			白鹤垌村	13	76	13	78	分散后靠	
	钦南区			102	526	102	537		
		久隆镇		102	526	102	537		
			久隆村	38	242	38	247	分散后靠	
			沙田村	15	60	15	61		
			丁屋村	32	134	32	137	集中安置	47600
			水铺村	17	90	17	92		



#### 2.9.4 城（集）镇迁建

经统计，规划水平年集镇部分搬迁安置人口共计 948 户 4479 人，为新福镇、旧州镇、陆屋镇和钦州市城区规划范围内的人口。

表 2.9.4-1 城镇部分搬迁安置人口统计表

市	县（区、市）		分段	合计						马道枢纽上游航道			企石枢纽-马道枢纽航道			青年枢纽-企石枢纽航道			钦江入海口航道		
				调查基准年		规划水平年		户数	人数	调查基准年	人数	规划水平年	人数	调查基准年	人数	规划水平年	人数	调查基准年	人数	规划水平年	人数
				户数	人数	户数	人数														
2	4	11		948	4392	948	4479	375	383	375	383	92	94	92	94	109	111	3816	3891		
南宁市	1	1		92	375	92	383	375	383												
	横州市	1		92	375	92	383	375	383												
		新福镇		92	375	92	383	375	383												
钦州市	3	10		856	4017	856	4096					92	94	92	94	109	111	3816	3891		
	灵山县	2		59	201	59	205					92	94	92	94	109	111				
		旧州镇		12	92	12	94					92	94	92	94						
		陆屋镇		47	109	47	111								109		111				
	钦北区	3		198	1136	198	1158											1136	1158		
		长田街道办		155	814	155	830											814	830		
		鸿亭街道办		43	322	43	328											322	328		
	钦南区	5		599	2680	599	2733											2680	2733		
		水东街道办		119	514	119	524											514	524		
		向阳街道办		303	1388	303	1416											1388	1416		
		文峰街道办		158	707	158	721											707	721		
		沙埠镇		12	61	12	62											61	62		
		尖山镇		7	10	7	10											10	10		

## 2.9.5 库区防护工程

根据水文成果，结合方案设计及地质调查，原河道弯曲段受常水位变幅影响易造成塌岸等风险，水库蓄水后局部产生岸坡坍塌和库岸再造，对库岸稳定不利。本阶段考虑对企石梯级旧州镇和青年梯级平吉镇段的 4 段岸坡进行防护，主要塌岸村庄（寨）位置及影响长度统计表 2.9.5-1。

表 2.9.5-1 库区主要防护村庄（寨）位置及影响长度统计表

所属地	河道名称	河段名称（村名）	位置	防护点类型	库岸类型	需防护长度 (m)
钦州市灵山县	旧州河	绕岭碑村	左岸	居民点	土质边坡	840
		高华村	左岸	居民点、210 省道	土质边坡	900
		石角孔村	左岸	居民点、210 省道	土质边坡	960
钦州市钦北区	钦江支流	高岭局村	左岸	居民点	土质岸坡	3130
合计						5830

### （1）塌岸处理防护工程设计

库岸防护的重点为水库水位变动区，根据坍塌岸坡的具体地形地质情况采取生态护岸的防护型式。护岸型式采用复式断面，在库岸长年淹没水位坡脚处经基础开挖后设置生态格网固滨笼或 C20 混凝土护脚墙，墙背利用开挖料回填，墙外侧采用块石回填及抛石护脚，保证挡墙基础埋深不小于 1.5m。护脚墙墙顶至搬迁线高程之间水位变动区采用厚 300mm 生态格网绿滨垫护坡的方式进行防护，防护边坡坡度采用稳定边坡 1: 2~1: 2.5。生态格网绿滨垫底部设厚 200mm 砂砾石垫层，绿滨垫面层覆土(利用开挖料)植草，覆土厚度为 200mm。部分中间岸坡较缓的设置二级护坡。岸顶交通主要利用航道左右岸管理维护道路。

### （2）滑坡及崩塌处理

根据航道边坡工程措施，航道两侧边坡采用支护或削至稳定边坡。库区淹没区涉及岸坡及公路边坡，发生大规模的滑坡群或崩塌群的可能性较小，会有小规模坍塌，但方量不大。因此本阶段暂不考虑采取防护措施，建议加强监测，发生小规模坍塌时，再进行清理削坡处理。

### （3）库区抬田

企石库区抬田面积 521.48 亩。

## 2.9.6 库区清理规划

本项目涉及一个新建小型水库，即企石枢纽库区，需开展相应库区清理规划。根据《水利水电工程水库库底清理设计规范》（SL 644-2014），水库库底清理范围可分为一般清理、特殊清理两部分。

### 1、一般清理的范围和内容

（1）各类建筑物清理范围应该为居民迁移线以下的区域。各种构筑物清理范围应为居民迁移线至死水位（含极限水位）以下 3m 范围内；

（2）林木清理范围应为正常蓄水位以下的区域；

（3）地面上各种易漂浮物清理范围应为居民迁移线以下的区域；

（4）卫生清理、固体废物清理范围应为居民迁移线以下的区域。

### 2、特殊清理的范围和项目

水库淹没处理范围内选定的水产养殖场、捕捞场、游泳场、水上运动场、航线、港口、码头、泊位、供水工程取水口等所在地的水域。清理的内容是为开发利用水库水域各项事业而必须进行的特殊清理。

企石水库水库淹没涉及钦州市灵山县旧州镇和陆屋镇镇，水库库底清理范围与对象详见表 2.9.6-1。

表 2.9.6-1 水库库底清理范围与对象表

清理类别	清理范围	清理对象
一般清理	居民迁移线以下至死水位（含极限死水位）以下 3m 库	各种建筑物、构筑物清理：包括各类房屋、附属建筑物、等清理
	正常蓄水位以下库区	林木清理：包括各种林地、迹地的清理
	居民迁移线以下的区域	地面上各种易漂浮物质的清理
	居民迁移线以下库区	卫生清理：包括传染源与污染物，如坟墓、有毒物质、垃圾等
特殊清理	指选定捕捞、养殖场所及漂流点等所在区域	根据开发利用的不同要求，确定清理对象

## 2.10 环境保护及水土保持

### 2.10.1 环境保护

平陆运河的建设可减少交通运输能源消耗和污染排放，运河建设运行后能够增加沙坪河、旧州江和钦江干流水量，对改善河流水质起到积极作用，从而产生一定的生态环境效益。然而，项目建设不可避免地会对周边生态环境产生影响和污染排放。重点体现在运河拓宽、疏浚、开挖施工对河流生态系统和海湾生态系统的影响；航运枢纽建设对河流水文情势改变及生物阻隔；船舶运行产生的大气和噪声污染排放，船舶溢油事故产生的环境风险等。

平陆运河涉及的生态敏感目标主要为临近广西茅尾海红树林自治区级自然保护区、茅尾海国家级海洋公园以及沿线天然红树林和大蚝、青蟹等水产资源，运河穿越沿线3个乡镇级水源地和钦州市饮用水源保护区，环境影响主要集中在施工期。通过项目施工期、运行期的各环保措施和船舶污染事故对策措施，并采取绿色航道设计、促进清洁运输装备使用等措施，能够有效控制项目产生的污染排放和生态环境影响，降低环境风险及污染事故产生的生态环境损失。在严格落实各种环境保护措施、提高风险事故应急能力、并有效控制环境污染的基础上，项目产生的生态影响和环境污染能够得到有效控制。从环境保护角度分析，平陆运河建设方案是总体可行的。

### 2.10.2 水土保持

平陆运河工程造成的新增水土流失面积为88.76平方千米，水土流失防治区分为：枢纽工程防治区、航道工程区、弃渣场区、临时堆土场、施工生产生活区、施工道路区、施工导流围堰、料场区、移民安置区和水库淹没区。根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点预防保护区和重点治理区复核划分成果〉的通知》、《广西壮族自治区人民政府关于划分我区水土流失重点预防区和重点治理区的通告》（桂政发[2017]5号，参照《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018），相关规定，水土流失防治标准按照一级

标准执行。

## 2.11 投资估算

工程主要建设内容包括枢纽工程、航道工程，跨河建筑物改建工程、水利设施改造工程、沿线第二水源扩建增容工程。

估算内容主要包括陆上土石方工程、疏浚工程、炸礁工程、船闸主体工程、挡泄水建筑物主体工程、金属结构工程、机械设备及安装工程、护岸工程、生产与辅助建筑物工程、航道支持保障工程、电气与控制工程、信息与数字化工程、通信工程、导助航工程、给排水消防工程、环境保护工程、水土保持工程、跨河建筑物改建工程、道路工程、水利设施改造工程、观测设施工程、鱼道工程、沿线第二水源扩建增容工程、电站工程和临时工程等工程。

平陆运河航道按 3000 吨级标准、船闸按 5000 吨级标准建设，工程静态总投资为 680 亿元，平陆运河工程静态总投资估算见表 2.11-1。

表 2.11-1 平陆运河工程投资估算表

序号	工程或费用项目名称	金额（亿元）
一	工程费用	529
1	枢纽工程	201
2	航道工程	248
3	跨河建筑物改建工程	71
4	水利设施改造工程	9.1
二	工程建设其它费用	37
三	基本预备费	20
四	专项费用（征地移民）	95
五	静态总投资	680

### 3 工程分析

#### 3.1 与相关政策、规划的协调性分析

##### 3.1.1 与国家政策及相关法律法规的符合性分析

###### 3.1.1.1 与《产业结构调整指导目录》的符合性

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》及《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》（2021年第49号令），沿海深水航道和内河高等级航道及通航建筑物建设，西部地区、贫困区内河航道建设。属于鼓励类水运项目。平陆运河建设能够直接沟通西江航运干线和北部湾海港，开辟西江水运新干线，优化珠江水系出海格局，缓解西江航运干线通过能力紧张的局面，推动内河水运高质量发展；平陆运河航道建设还能够与调水工程相结合，改善环北部湾地区生产生活用水条件，实现航运、供水、灌溉、防洪、改善水生态环境等多重效益的统一，充分提高水资源利用效率。平陆运河贯通，带来水量的增加，还能够强化河流的稀释能力，提高河流的自净能力，为流域水环境治理创造基础条件，有助于构筑具备水土保持、水源涵养、生态净化等多种功能为一体的河流、植被生态体系，进而起到美化环境、调节气候，优化沿线地区生态环境的作用。由此可见，平陆运河工程具有综合效益，总体看来符合国家产业政策。

###### 3.1.1.2 与《中华人民共和国湿地保护法》的符合性

《中华人民共和国湿地保护法》第十九条规定了湿地内的禁止活动，第二十条规定了项目占用湿地应履行的相关规定。

第十九条 国家严格控制占用湿地。

禁止占用国家重要湿地，国家重大项目、防灾减灾项目、重要水利及保护设施项目、湿地保护项目等除外。建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。建设项目规划选址、选线审批或者核准时，涉及国家重要湿地的，应当征求国务院林业草原主管部门的意见；涉及省级重要湿地或者一般湿地的，应当按照管理权限，征

求县级以上地方人民政府授权的部门的意见。

第二十条 建设项目确需临时占用湿地的，应当依照《中华人民共和国土地管理法》、《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国森林法》、《中华人民共和国草原法》、《中华人民共和国海域使用管理法》等有关法律法规的规定办理。临时占用湿地的期限一般不得超过二年，并不得在临时占用的湿地上修建永久性建筑物。临时占用湿地期满后一年内，用地单位或者个人应当恢复湿地面积和生态条件。

本工程涉及西津国家湿地公园，运河工程调水可能对湿地公园造成间接影响，工程永久占地和临时占地均不涉及湿地公园。根据水文分析，平陆运河调水不会对西津库区断面流量发生显著变化，对西津国家湿地公园不会造成显著不利影响。因此，工程建设符合《湿地法》的相关规定要求。

#### 3.1.1.3 与《湿地保护管理规定》的符合性

《湿地保护管理规定》第三十一条规定了湿地内的禁止活动，第三十二条规定了其他项目占用湿地应履行的相关手续。

第三十一条：除法律法规有特别规定的以外，在湿地内禁止从事下列活动：开（围）垦湿地，放牧、捕捞；填埋、排干湿地或者擅自改变湿地用途；取用或者截断湿地水源；挖砂、取土、开矿；排放生活污水、工业废水；破坏野生动物栖息地、鱼类洄游通道，采挖野生植物或者猎捕野生动物；引进外来物种；其他破坏湿地及其生态功能的活动。

第三十二条：工程建设应当不占或者少占湿地。确需征收或者占用的，用地单位应当依法办理相关手续，并给予补偿。临时占用湿地的，期限不得超过 2 年；临时占用期限届满，占用单位应当对所占湿地进行生态修复。

本工程涉及 1 个湿地公园，即西津国家湿地公园。工程永久占地不涉及湿地公园，工程建设对湿地公园的结构不产生直接影响；工程建设对湿地公园影响主要源于工程调度运行期引起的水文情势变化。

综合分析，平陆运河工程不涉及《湿地保护管理规定》规定的禁止类活动，符合《规定》相关要求。

#### 3.1.1.4 与《广西壮族自治区饮用水水源保护条例》的符合性

《广西壮族自治区饮用水水源保护条例》第二十四、二十五和二十七条规定



了地表水饮用水水源保护区一级保护区和二级保护区的相关的禁止活动：

第二十四条：在地表水饮用水水源二级保护区内，除第二十三条规定的禁止行为外，还禁止下列行为：（一）设置排污口；（二）新建、改建、扩建屠宰场、高尔夫球场、制胶、制糖、化工以及其他排放污染物的建设项目或者设施；（三）堆放、倾倒或者填埋化工原料、危险化学品、矿物油类以及有毒有害矿产品；（四）建设垃圾填埋场、垃圾堆肥场、垃圾焚烧炉等垃圾处理设施；（五）使用国家和自治区限制使用的农药；**（六）从船舶向水体排放残油、废油，倾倒垃圾或者违反规定排放含油污水、生活污水等污染物；**（七）修建墓地、丢弃或者掩埋畜禽尸体以及含病原体的其他废物；（八）新种植轮伐期不足十年的用材林；（九）毁林开垦、全垦整地、炼山；（十）法律法规规定的其他可能污染饮用水水源的行为。在地表水饮用水水源二级保护区已建成的排放污染物的建设项目和设施，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。

第二十五条：在地表水饮用水水源一级保护区内，除第二十三条、第二十四条规定的禁止行为外，**还禁止下列行为：（一）新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目或者设施；**（二）堆放或者填埋工业固体废物、生活垃圾、医疗废物和其他废物；（三）使用化肥、农药以及其他可能污染水源水体的化学物品；（四）停泊油船和危险化学品船舶；（五）养殖畜禽、旅游、游泳、垂钓；（六）法律法规规定的其他可能污染饮用水水源的行为。在地表水饮用水水源一级保护区内已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目和设施，由县级以上人民政府责令限期拆除或者关闭。

第二十七条：改建、扩建排放污染物的建设项目；（二）铺设输送污水、油类、有毒有害物品的管道；（三）修建墓地、丢弃以及掩埋动物尸体等含病原体的其他废物。第二十八条 在地下水饮用水水源一级保护区内，除第二十六条、第二十七条规定的禁止行为外，还禁止下列行为：**（一）建设与取水设施无关的建筑物或者构筑物；**（二）从事农牧业活动。

项目涉及区域共有 6 处集中式地表水饮用水水源保护区、1 处集中式地下水饮用水源地，包括钦州市钦江饮用水水源保护区、久隆镇钦江水源地、平吉镇钦江水源地、陆屋镇钦江陆屋段水源地、旧州镇西屯江水源地、沙坪镇沙坪河水源地、横州市新福镇地下水源地。

平陆运河延河道建设，穿越钦州市钦江饮用水水源保护区、久隆镇钦江水源地、平吉镇钦江水源地、旧州镇西屯江水源地，会对沙坪镇沙坪河水源地河段进行裁弯取直。运河建设涉及一级和二级保护区。根据《关于〈水污染防治法〉中饮用水水源保护有关规定进行法律解释有关意见的复函》（环办函〔2008〕667号），“在饮用水水源一级保护区内只要与供水设施和保护水源无关的建设项目，一律禁止建设。但是，对于既无法调整饮用水水源和保护区，又确实避让不开的跨省公路、铁路、输油、输气和调水等重大公共、基础设施项目，可以在充分论证的前提下批准建设”。

平陆运河延现有河道建设，不可避免的会涉及到饮用水源保护区一级区和二级区。建议做好平陆运河建设水源地保护应急预案，有效控制对水源地的影响和环境风险。

### 3.1.2 与相关规划的协调性分析

#### 3.1.2.1 交通强国建设纲要

2019年9月，中共中央、国务院印发实施了《交通强国建设纲要》。建设交通强国是以习近平同志为核心的党中央立足国情、着眼全局、面向未来作出的重大战略决策，是建设现代化经济体系的先行领域，是全面建成社会主义现代化强国的重要支撑，是新时代做好交通工作的总抓手。

《交通强国建设纲要》指出建设现代化高质量综合立体交通网络；以国家发展规划为依据，发挥国土空间规划的指导和约束作用，统筹铁路、公路、**水运**、民航、管道、邮政等基础设施规划建设，以多中心、网络化为主形态，完善多层次网络布局，优化存量资源配置，扩大优质增量供给，实现立体互联，增强系统弹性；“**强化西部地区补短板**，……形成区域交通协调发展新格局。构建互联互通、面向全球的交通网络。推进与周边国家铁路、公路、**航道**、油气管道等基础设施互联互通。提高海运、民航的全球连接度……”；“拓展国际航运物流……推进跨境道路运输便利化，**打造陆海新通道**”。

平陆运河工程有助于提升西部陆海新通道货运能力，连通西江内河水运体系、深入西部广泛地区，对外便利沟通北部湾港、直达世界各国和地区，为北部湾

国际门户港开辟更经济环保的水运集疏运新通道，强化枢纽地位。同时，本工程建设推动了水系运河连通，引领南北向跨流域水运大通道构建，完善全国内河高等级航道网，助力国家现代化高质量综合立体交通网络建设，降低西部地区社会物流成本，优化沿线物流、商贸、产业发展环境，充分发挥水运对经济发展的引领带动作用，吸引产业集聚，优化国土空间布局，助力西部地区经济高质量发展。

因此，平陆运河建设工程与《交通强国建设纲要》相符合。

### 3.1.2.2 国家综合立体交通网规划纲要

2021年2月，中共中央、国务院印发《国家综合立体交通网规划纲要》提出到2035年，国家综合立体交通网实体线网总规模合计70万公里左右（不含国际陆路通道境外段、空中及海上航路、邮路里程）。其中铁路20万公里左右，公路46万公里左右，高等级航道2.5万公里左右。

《规划纲要》明确了水运现代化发展的总体格局是规划布局63个全国主要港口和全国高等级航道“四纵四横两网”。按照“强化航道、沟通水系、延伸辐射、直达海港”的思路，对国家高等级航道原有布局进行了拓展和完善，最终形成了“四纵、四横、两网”的总体布局。

平陆运河开辟珠江水系出海新通道，推动水系运河连通，引领南北向跨流域水运大通道构建，完善全国内河高等级航道网，助力国家现代化高质量综合立体交通网络建设；结合环北部湾水资源配置工程保障环北部湾经济区特别是钦州市不断增长的生产生活用水需求，实现水资源高效综合利用。

因此，平陆运河建设工程与《国家综合立体交通网规划纲要》相符合。

### 3.1.2.3 内河航运发展纲要

2020年5月，交通运输部发布《内河航运发展纲要》明确提出，打通南北向跨流域水运大通道，建设新大运河，统筹推进长江、珠江、淮河等主要水系间的京杭运河黄河以北段复航工程以及**平陆运河等运河沟通工程**，形成京杭运河、江淮干线、浙赣粤通道、汉湘桂通道纵向走廊；建设适应长三角一体化和粤港澳大湾区发展的长三角、珠三角国家高等级航道网，对接沿海主要港口，完善内部联络，**构筑水网地区河海联运通道**；“发展经济高效的江海联运和多式联运。……形成江海直达、江海联运有机衔接的江海运输物流体系，提高江海运输服务水平”。

平陆运河直接连通的西江航运干线是国家高等级航道网络的重要组成部分。平陆运河对建设西部陆海新通道、完善国家内河水运网络、优化区域综合交通体系、推动西部地区对外开放、助力西部大开发具有重要贡献和意义。

因此，平陆运河建设工程与《内河航运发展纲要》相符合。

#### 3.1.2.4 西部陆海新通道总体规划

2019年8月15日，国家发展改革委印发了《西部陆海新通道总体规划》（发改基础〔2019〕1333号）。西部陆海新通道位于我国西部地区腹地，北接丝绸之路经济带，南连21世纪海上丝绸之路，协同衔接长江经济带，在区域协调发展格局中具有重要战略地位。西南陆海新通道规划是深化陆海双向开放、推进西部大开发形成新格局的重要举措，能够加快通道和物流设施建设，提升运输能力和物流发展质量效率，深化国际经济贸易合作，促进交通、物流、商贸、产业深度融合，为推动西部地区高质量发展、建设现代化经济体系提供有力支撑。

《西部陆海新通道总体规划》要求加强集疏运体系建设。集疏运体系建设统筹交通枢纽与各类园区的空间布局，按照无缝化衔接要求，**打造一体化集疏运体系，提出推进沟通广西西江至北部湾港的平陆运河研究论证。**

因此，平陆运河工程符合《西部陆海新通道总体规划》。

#### 3.1.2.5 珠江流域综合规划

2013年，国务院批复了《珠江流域综合规划（2012~2030年）》（国函〔2013〕37号）。该规划指出远景视需要适时研究开掘平陆运河，并将珠江水系分为高等级航道、区域重要航道和一般航道三个层次。珠江水系内河航道布局以“一横一网三线”国家高等级航道为核心，以区域重要航道为基础，以一般航道为补充，形成与区域经济社会和综合运输发展相协调，干支相通、通江达海的珠江水系航道体系。

《珠江流域综合规划（2012-2030年）》对平陆运河的定位是：**沟通西江航运干线与钦州港的人工运河，北起郁江西津水库库区的沙坪河口，南入北部湾，是江海直达的临海运河，由沙坪河（平塘江）、钦江和跨越分水岭的运河组成——线路北起沙坪河口（郁江西津水库库区内），溯沙坪河而上至沙坪圩，入灵山县境，跨过分水岭，沿钦江支流小西江（旧州江）而下至陆屋汇入钦江干流，向南**

经平古圩、钦州到龙门入海，总里程约 140 公里，规划航道等级为一级、通航 3000 吨级船舶。

平陆运河建设工程是对《珠江流域综合规划》的细化和落实，总体布局线路、规模基本符合《珠江流域综合规划（2012~2030 年）》，航道等级和通航船舶吨级均符合《珠江流域综合规划（2012~2030 年）》。综上，平陆运河建设符合《珠江流域综合规划（2012~2030 年）》。

### 3.1.2.6 环北部湾广西水资源配置工程可行性研究设计方案

为解决区域水资源问题，2020 年 12 月 18 日，水利部办公厅印发《环北部湾水资源配置工程总体方案》审查意见，明确环北部湾水资源配置工程采用分省建设方案，其中广西建设环北部湾广西水资源配置工程。环北部湾广西水资源配置工程主要建设内容包括沿海城市群水资源配置工程和广西凭祥重点开发开放试验区水资源配置工程。

环北部湾广西水资源配置工程（一期）的实施可以缓解南宁、北海、钦州、防城港和玉林等地区水资源短缺局面，同时通过优化区域水资源配置格局，保障区域生活及工业用水安全，并为农业灌溉和改善水生态环境创造条件，对促进受水区的经济社会高质量发展及改善受水区生态环境具有重要意义。《环北部湾广西水资源配置工程》提出，该工程是保障平陆运河综合利用及航运用水，减免运河对区域水资源开发利用影响的需要。平陆运河航运需水量约为  $40\text{m}^3/\text{s}$ ，年需水量约为 11.75 亿  $\text{m}^3$ 。由于郁江在枯季径流量较小，考虑贵港断面  $400\text{m}^3/\text{s}$  生态流量需求后，枯水期郁江无法满足平陆运河综合利用及航运补水要求。平陆运河综合利用及航运补水需调水流量占郁江枯季流量的比例较高，运河建成后郁江河段径流量会显著减少，势必影响郁江西津及下游的生态等功能。因此，《环北部湾广西水资源配置工程》提出建设南盘江调水工程向郁江调水，调蓄郁江丰枯水量，缓解郁江流域水资源供需矛盾。

南盘江调水工程供水对象包括：邕武（隆西）灌区（规划灌面 150 万亩）、武鸣城区供水、补水平陆运河，满足平陆运河航运和平陆经济带及平陆灌区（规划灌面 65 万亩）水资源综合利用，同时提高郁江生态流量保障程度（调水补水后，郁江贵港断面最小下泄流量目标  $400\text{m}^3/\text{s}$  保证率可提高到 90%以上）。南盘江调水工程拟定南盘江调水方案和红水河调水两个方案，其中南盘江调水方案主

要从南盘江拟建八渡电站下游引水至乐里河，主要建设内容包括输水隧洞工程、乐里河河道整治工程组成；调水设计流量  $100\text{m}^3/\text{s}$ ，工程线路总长度为  $62.028\text{km}$ ，乐里河河道整治工程河段总长度为  $26.498\text{km}$ 。红水河调水方案主要从红水河大化电站库区调水至郁江，工程主要建设内容包括输水隧洞工程、武鸣河支流——锣圩河河道整治工程两部分组成；调水设计流量  $80\text{m}^3/\text{s}$ ，工程线路总长度为  $46.17\text{km}$ ，锣圩河河道整治工程河段总长度为  $2.8\text{ km}$ 。

因此，环北部湾广西水资源配置工程可行性方案为平陆运河工程的实施提供了航运、供水、发电和生态等影响的解决方案。

### 3.1.2.7 广西壮族自治区内河水运发展规划

广西壮族自治区人民政府于 2007 年发布了《广西壮族自治区内河水运发展规划》。规划范围为广西内河航道与港口。规划水平年为 2010 年、2020 年，并对 2030 年进行远景展望。广西壮族自治区内国家高等级航道主要包括西江航运干线、右江、红水河、柳江、黔江等航道。由于内河水运占地少、运能大、成本低、污染小的优势正日益凸显，根据经济社会发展需要，**远景应着手进一步研究开发建设平陆运河、湘桂运河的可能性，力争实现跨水系沟通，完善航道布局。**

本次平陆运河利用郁江支流沙坪河、钦江支流旧州江和钦江干流为依托，北起横州市西津水电站库区沙坪河口，跨沙坪河与钦江支流旧州江分水岭，经陆屋沿钦江南下北部湾钦州港，联通西江干流与广西北部湾，是一条通江达海的水运通道，开辟广西水上出海通道，缓解西江干线航运压力，带动广西经济发展，提高运输效率，节约资源，实现跨水系沟通，完善内河航道布局。

目前，广西壮族自治区内河水运发展规划正在修编，**修编内容中也提出平陆运河项目，实现跨水系沟通，完善航道布局。**因此，平陆运河建设工程符合《广西壮族自治区内河水运发展规划》。

### 3.1.2.8 广西壮族自治区水运发展建设实施纲要

2019 年，广西壮族自治区交通运输厅发布了《广西水运发展建设实施纲要》。该纲要提出，广西有着丰富的水资源，具有独特的水运优势，可以归纳为“一湾一江二通道”，“一湾”即北部湾港、“一江”即西江黄金水道、“二通道”即**平陆运河和湘桂运河。**

平陆运河是内河水运规划的又一出海通道，拟建的平陆运河从南宁市下游横

州市平塘江口沿沙坪河向南跨越分水岭，经灵山县陆屋入钦江南下至钦州沙井出海，按照 I 级通航等级。平陆运河建成后，南宁经平陆运河由钦州港出海里程仅 291 公里，比经广东出海缩短 560 多公里。

因此，平陆运河工程符合《广西水运发展建设实施纲要》。

### 3.1.2.9 广西壮族自治区主体功能区划

2012 年，广西壮族自治区人民政府印发《广西壮族自治区主体功能区规划》（桂政发〔2012〕89 号）。根据规划，按开发方式划分为重点开发、限制开发和禁止开发三类区域；按开发内容，划分为以提供工业品和服务产品为主体功能的城市化地区、以提供生态产品为主体功能的重点生态功能区、以提供农产品为主体功能的农产品主产区三类地区；按规划层级，划分为国家和自治区两个层面的重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域。广西壮族自治区主体功能区划保护区登记信息见表 3.1.2-1。

禁止开发区域是指依法设立各类自然文化资源保护区域以及其他需要特殊保护，禁止进行工业化城镇化开发，点状分布于优化开发、重点开发和限制开发区域之中的重点生态功能区。根据叠图分析，本次平陆运河不涉及沿线市县的六景泥盆系地质遗址保护区（南宁横州市）、九龙瀑布群国家森林公园（南宁横州市）和六峰山—三海岩风景名胜区（灵山县），且距离三个禁止开发区域距离较远。本次拟建的平陆运河不直接占用广西茅尾海红树林自治区级自然保护区，运河线路距离保护区最近为 700 米，临近航道的疏浚工程，可能会对距离较近的茅尾海红树林自然保护区产生一定的生态环境影响。

因此，平陆运河建设工程与《广西壮族自治区主体功能区规划》是协调的。平陆运河禁止排放船舶污水和垃圾，临近茅尾海红树林自然保护区应减少鸣笛噪。航道施工过程中可能产生的生态环境影响应进行充分论证，施工及运营过程应征求相关主管部门同意，方可进行建设。

表 3.1.2-1 规划与广西壮族自治区主体功能区划保护区协调分析表

序号 (规划文中)	自然保护区名称	地理位置 (经纬度)	面积 (km <sup>2</sup> )	核心区 面积 (公顷)	缓冲区 面积 (公顷)	实验区 面积 (公顷)	主要保护对象	类型	是否占用

30	茅尾海红树林自然保护区 <sup>注1</sup> （自治区级）	更改后保护区范围涉及康熙岭片、坚心围片、七十二泾片和大风江片4个片区，地理坐标为东经108°28'35"—108°54'26"、北纬21°44'13"—21°53'49"。	5010.05（公顷）	2153.2	1386.13	1470.72	红树林湿地生态系统，木榄、红海榄	湿地生态系统	不占用
46	六景泥盆系地质遗址保护区（自治区级）	南宁市横州市	0.05				泥盆系地质剖面	地质遗迹	不占用
17	九龙瀑布群国家森林公园（国家级）	东经：109°07'40"— 109°10'50" 北纬：23°01'30"— 23°04'35"。	16.4				瀑布景观、森林景观	山岳型	不占用
15	六峰山—三海岩风景名胜区（自治区级）	灵山县六峰山	1.5					风景名胜区	不占用

注 1:根据更新后数据，广西壮族自治区人民政府关于同意广西茅尾海红树林自治区级自然保护区范围与功能区调整的批复（桂政函〔2020〕14号）

### 3.1.2.10 钦州市钦江流域综合治理规划

钦州市人民政府 2018 年发布了《广西钦州市钦江流域综合治理规划》（钦政函〔2018〕69 号）。钦江流域综合治理规划提出“平陆运河涉及面广，需进行大范围的河道整治、通航建筑物改造，工程量较大，建议再作进一步的研究”。同时指出灵山县城~陆屋镇段不作航道规划，陆屋~河口段结合平陆运河（横州市平塘镇~灵山陆屋镇）进行整治。平陆运河在小西江段需新规划建设马道头、竹子坪、龙湾、古城、庞圻坪，在陆屋~河口段需新增平吉梯级，改造青年水闸。广西钦州市钦江流域综合治理规划报告中提出，近期青年水闸重建，装机分别为 1880kW；远期平陆运河建成后，增加流量 20 立方米/秒，分别在平吉、久隆镇修建上旧村坝、上东坝航运梯级，装机分别为 2800 千瓦、2500 千瓦。

本次平陆运河工程深入论证了运河建设规模、梯级布置，最终推荐三级梯级



布置方案，从郁江侧往入海口方向依次为马道枢纽、企石枢纽、青年枢纽。总体上，本次平陆运河建设工程符合《广西钦州市钦江流域综合治理规划》，对该规划中平陆运河方案进行了进一步细化、完善。

### 3.1.2.11 广西水功能区划（2016年修订）

2016年，广西壮族自治区水利厅印发了《广西水功能区划（修订）》（桂政函〔2016〕258号）。

平陆运河建设工程功能定位为以航运为主，兼顾供水、灌溉、防洪、排涝、文化旅游等。平陆运河起点（调水区域）位于一级水功能区划的邕江、郁江南宁、贵港开发利用区，运河线路位于一级水功能区划的钦江灵山—钦南开发利用区、钦江钦州开发利用区。开发利用区是为满足工农业生产、城镇生活、渔业、娱乐和净化水体污染等需求划定的水域，应当遵循合理开发、优化利用的原则，充分发挥开发利用区水资源的综合效益，合理保障其使用功能。

但对比二级功能区划（表 3.1.2-2），本次拟建的平陆运河穿越钦江钦州饮用、农业用水区，航道工程（如疏浚、炸礁、裁弯取直、护岸建设等）施工会产生悬浮物，对水源地水质和河流生态系统产生影响；项目实施过程中，船舶污水、大气排放也会对饮用水源保护区的水质产生影响；存在溢油事故等环境风险。

根据《关于〈水污染防治法〉中饮用水水源保护有关规定进行法律解释有关意见的复函》（环办函〔2008〕667号），“在饮用水水源一级保护区内只要与供水设施和保护水源无关的建设项目，一律禁止建设。但是，对于既无法调整饮用水水源和保护区，又确实避让不开的跨省公路、铁路、输油、输气和调水等重大公共、基础设施项目，可以在充分论证的前提下批准建设”。

平陆运河延现有河道，不可避免地会涉及到饮用水源保护区一级区和二级区。建议做好平陆运河建设水源地保护应急预案，有效控制对水源地的影响和环境风险。

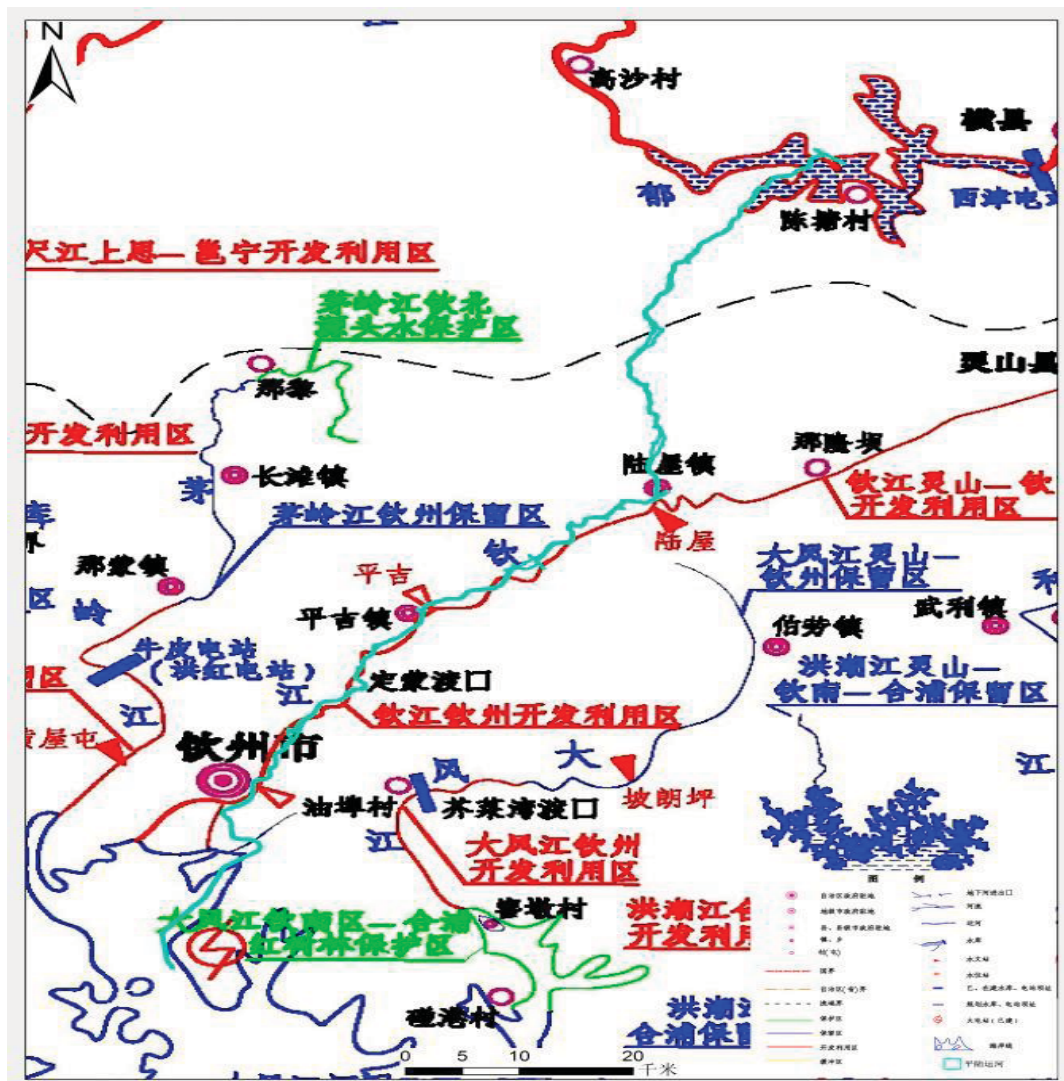


图 3.1.2-1 广西壮族自治区水功能区划（一级）

表 3.1.2-2 广西壮族自治区水功能区划（一级）

一级功能区名称	水系	水资源三级区	河流	范围		长度(km)	面积(km <sup>2</sup> )	水质代表断面	水质现状	水质目标(2030年)	所属行政区	
				起始断面	终止断面						地级	县级
钦江灵山-钦南开发利用区	桂南沿海诸河	桂南诸河	钦江	灵山县平山镇	钦州市钦南区久隆镇定蒙渡口	133.0	10.73	按二级区划	III~劣V	按二级区划	钦州	灵山县钦南区
钦江钦州开发利用区	桂南沿海诸河	桂南诸河	钦江	钦州市钦南区久隆镇定蒙渡口	入海口(钦州钦南区尖山镇排榜村委)	50.0		按二级区划	III~V	按二级区划	钦州	钦南区

表 3.1.2-3 广西壮族自治区水功能区划（二级）

二级水功能区名称	所在一级水功能区名称	水系	水资源三级区	河流	范围		长度(km)	水质代表断面	水质现状	水质目标(2030年)	所属行政区	
					起始断面	终止断面					地级	县级
钦江陆屋饮用、工业用水区	钦江灵山-钦南开发利用区	桂南沿海诸河	桂南诸河	钦江	灵山县那隆镇那隆坝	灵山县陆屋东胜坝	33.5	陆屋	III	III	钦州市	灵山县
钦江灵山陆屋-钦北平吉工业、农业用水区	钦江灵山-钦南开发利用区	桂南沿海诸河	桂南诸河	钦江	灵山县陆屋东胜坝	钦北区平吉镇三冬桥	34.5	平吉*	III*	III	钦州市	灵山县钦北区
钦江钦北平吉农业用水区	钦江灵山-钦南开发利用区	桂南沿海诸河	桂南诸河	钦江	钦北区平吉镇三冬桥	钦州市钦南区久隆镇定蒙渡口	21.0	定蒙口*	III~IV	III	钦州市	钦北区钦南区
钦江钦州饮用、农业用水区	钦江钦南开发利用区	桂南沿海诸河	桂南诸河	钦江	钦州市钦南区久隆镇定蒙渡口	钦州市青年水闸	18.0	青年水闸；钦州(上)	II~III	II~III	钦州市	钦南区
钦江钦州景观娱乐用水区	钦江钦南开发利用区	桂南沿海诸河	桂南诸河	钦江	钦州市青年水闸	尖山拦水坝(大榄江拦水坝)	10	钦州(下)	III~IV	IV	钦州市	钦南区
钦江钦州尖山入海口渔业用水区(左支)	钦江钦南开发利用区	桂南沿海诸河	桂南诸河	钦江	尖山拦水坝	入海口(钦州市钦南区尖山镇排榜村委)	8	横丰	III	III	钦州市	钦南区

## 3.1.2.12 南宁市水功能区划

2012年，南宁市人民政府印发《南宁市水功能区划》，区划基准年为2010年，近期水平年为2020年，远期水平年为2030年。南宁市水功能区划分采用两级体系，即一级区划、二级区划。一级区划宏观上解决水资源合理开发利用与保护的问题，主要协调地区间用水关系、解决地区之间的用水矛盾，长远上考虑可持续发展的需求；二级区划主要协调用水部门之间的关系、解决部门之间的用水矛盾。

一级功能区的划分对二级功能区划分具有宏观指导作用。一级功能区划分 4 类，即包括保护区、保留区、开发利用区、缓冲区；二级功能区划分 7 类，即包括饮用水源区、工业用水区、农业用水区、渔业用水区、景观娱乐用水区、过渡区、排污控制区。

平陆运河北起西津水库，位于郁江西津库区南乡渔业、饮用用水区（一级分区为邕江、郁江南宁、贵港开发利用区，二级分区为郁江西津库区南乡渔业、饮用用水区），水质目标位 III 类；途径沙坪河保留区（I 类分区），目标水质为 III 类。

规划中开发利用区（一级分区）是指为满足工农业生产、城镇生活、渔业和游乐等功能需求而划定的水域；规划中保留区（一级分区）是指目前水资源开发利用程度不高，为今后水资源可持续利用而保留的水域。且保留区受人类活动影响较少，水资源开发利用程度较低的，目前不具备开发条件的地域；在考虑可持续发展需要，为今后的发展保留的水域。保留区划区指标包括相应的产值、人口、用水量、水域水质等。保留区水质标准应不低于现行国家标准《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）规定的 III 类水质标准或应按现状水质类别控制。

平陆运河施工期将从沙坪河口延沙坪河进行疏浚和炸礁，施工过程将导致水体悬浮泥沙增加，引起水质下降。但施工完成后，运河不直接产生污染物，通过全面接收船舶污染物、禁止船舶排放等措施，可保障运河水质。

因此，总体上平陆运河建设工程与《南宁市水功能区划》基本协调。

表 3.1.2-4 南宁市水功能区划

序号	I 级水功能区名称	II 级水功能区名称	水系	河流名称	水质目标	河长 (km)	区划依据	起始断面	终止断面
1	邕江、郁江南宁、贵港开发利用区	郁江西津库区南乡渔业、饮用用水区	西江	郁江	III	39.1	城镇生活、工业集中取水地	横州市飞龙乡郁江铁路大桥	西津水库坝址
2	沙坪河保留区	-	郁江	沙坪河	III	6.36	开发利用低	横州市新福镇新福社区（灵山县、横州市	入西津水库河口

序号	I级水功能区名称	II级水功能区名称	水系	河流名称	水质目标	河长(km)	区划依据	起始断面	终止断面
								交界	

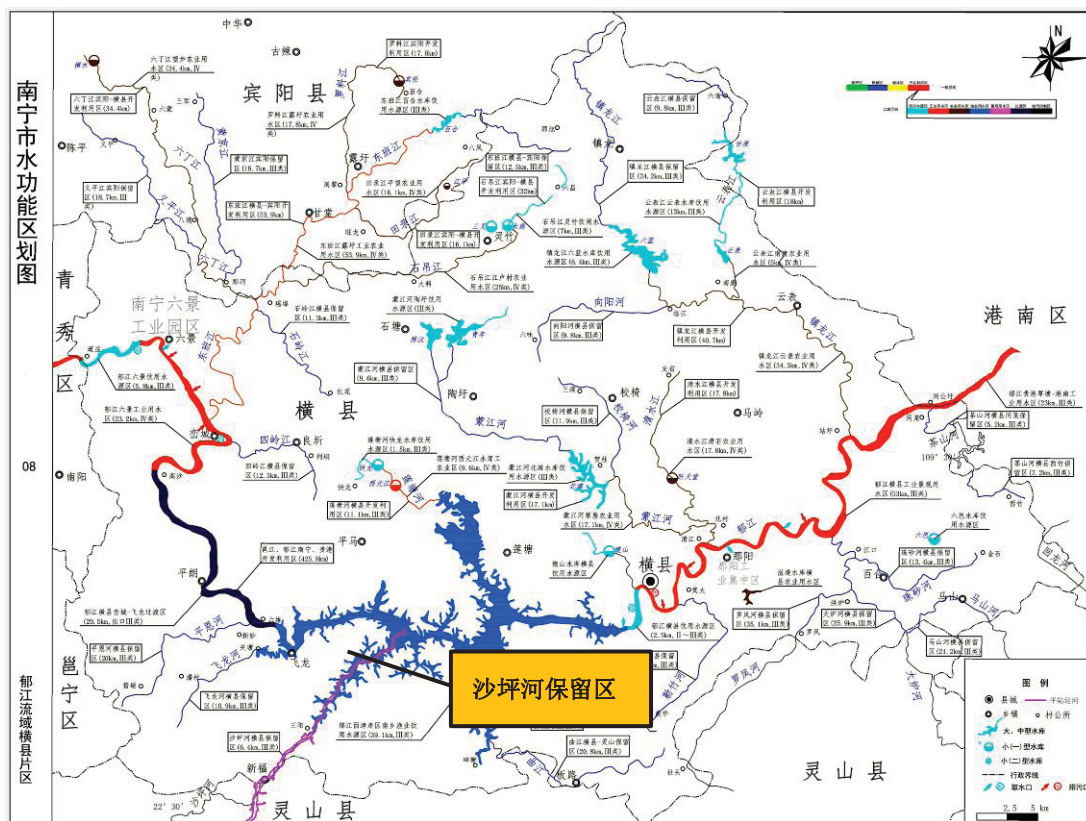


图 3.1.2-3 平陆运河建设工程与南宁市水功能区划叠图

### 3.1.2.13 钦州市水功能区划

根据《钦州市水功能区划》，平陆运河建设工程涉及二级水功能区名称见下表。平陆运河建设工程穿越钦江陆屋饮用、工业用水区、钦江灵山陆屋--钦北平吉工业、农业用水区、钦江钦北平吉农业用水区、钦江钦州饮用、农业用水区、江钦州工业、景观用水区和钦江大榄江入海口渔业用水区（右支）。第一主导功能为饮用的水功能区共计 4 个，包括钦江陆屋饮用、工业用水区、钦江钦州饮用、农业用水区、钦江大榄江入海口渔业用水区（右支）、旧州江旧州饮用水源区。

总体而言，本次平陆运河主要位于开发利用区，穿越钦州饮用水源保护区，

其中饮用水源保护区的水质控制标准为Ⅱ~Ⅲ。根据《广西壮族自治区饮用水水源保护条例》，在地表水饮用水水源一级保护区内已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目和设施，由县级以上人民政府责令限期拆除或者关闭；在地下水饮用水水源二级保护区内，禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目，铺设输送污水、油类、有毒有害物品的管道，修建墓地、丢弃以及掩埋动物尸体等含病原体的其他废物。

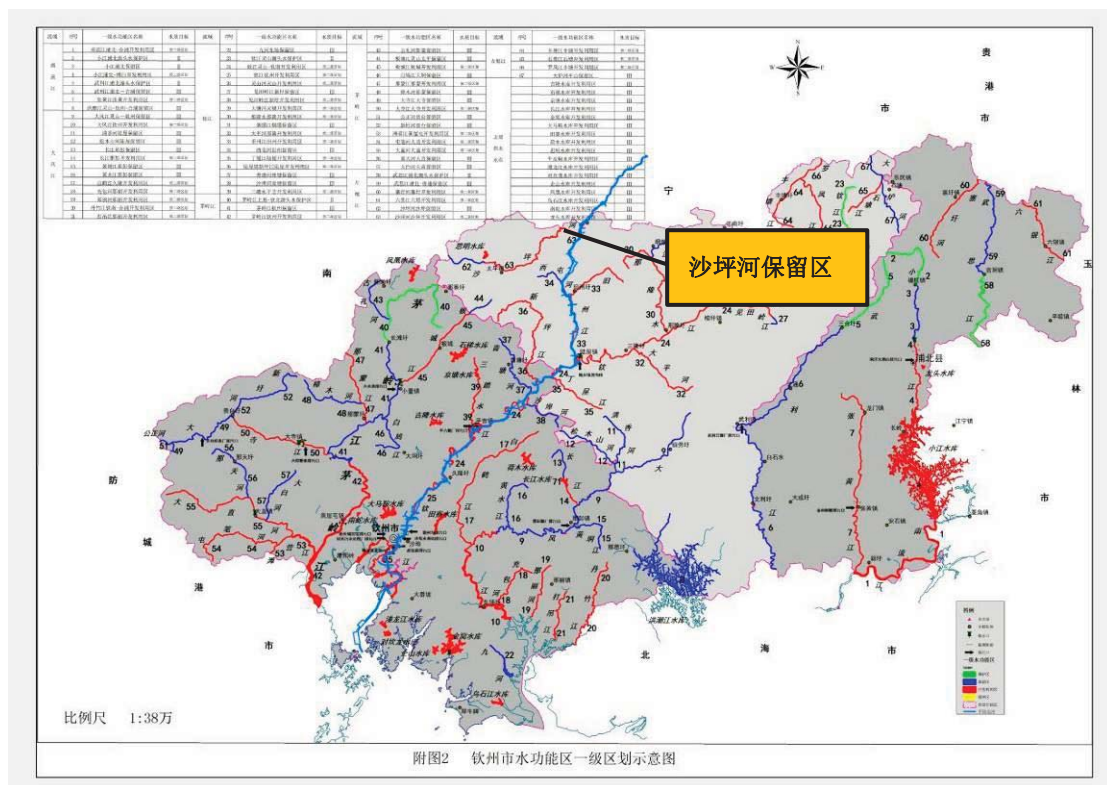
根据《关于<水污染防治法>中饮用水水源保护有关规定进行法律解释有关意见的复函》（环办函〔2008〕667号），“在饮用水水源一级保护区内只要与供水设施和保护水源无关的建设项目，一律禁止建设。但是，对于既无法调整饮用水水源和保护区，又确实避让不开的跨省公路、铁路、输油、输气和调水等重大公共、基础设施项目，可以在充分论证的前提下批准建设”。

平陆运河延现有河道建设，不可避免的会涉及到饮用水源保护区一级区和二级区。建议做好平陆运河建设水源地保护应急预案，有效控制对水源地的影响和环境风险。

表 3.1.2-5 钦州市水功能区划

序号	二级水功能区名称	河流	功能排序	水质目标	区划依据	备注	第一主导功能
1	钦江陆屋饮用、工业用水区	钦江	饮用、工业	Ⅲ	城镇生活、工业集中取水地		饮用
2	钦江灵山陆屋--钦北平吉工业、农业用水区	钦江	工业、农业	Ⅲ	工业园区工业集中取水、退水水域		工业
3	钦江钦北平吉农业用水区	钦江	农业	Ⅲ			农业
4	钦江钦州饮用、农业用水区	钦江	饮用、农业、渔业	Ⅱ~Ⅲ	城市生活、工业集中取水地	其中，饮用水水源一级保护区水质目标按Ⅱ类控制，其余按Ⅲ类控制。	饮用

序号	二级水功能区名称	河流	功能排序	水质目标	区划依据	备注	第一主导功能
5	钦江钦州工业、景观用水区	钦江	工业、景观娱乐	IV	取水量		工业
6	钦江大榄江入海口渔业用水区（右支）	钦江	饮用、农业、渔业	II~III	城市生活、工业集中取水地		饮用
7	旧州江旧州饮用水源区	旧州江	饮用、农业	III	郁江调水工程过水通道		饮用



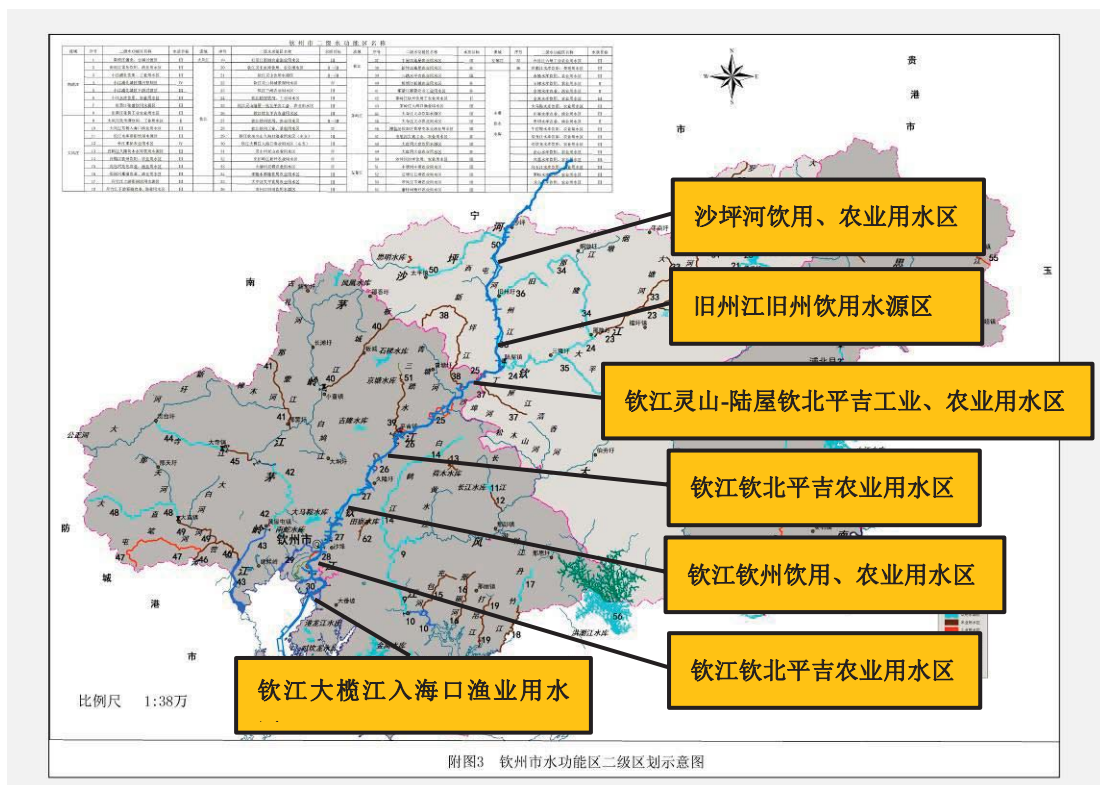


图 3.1.2-4 钦州市水功能区划

### 3.1.2.14 横县土地利用总体规划（2006-2020 年）（2017 年修订）

2017 年，原横县结合周边永久基本农田划定和规划布局对《横县土地利用总体规划（2006-2020 年）》进行了调整。平陆运河涉及的横县新福镇，新福镇耕地保有量不低于 4986.65 公顷；新增建设占用耕地面积控制在 10.08 公顷之内，补充耕地不少于 24.00 公顷，基本农田保护面积 3803.09 公顷；城乡建设用地总规模控制在 843.55 公顷以内，新增建设用地控制在 47.73 公顷以内，其中上级下达新增建设用地控制在 24.83 公顷以内。

根据叠图分析，本次拟建的平陆运河线路及枢纽占用横州市土地共 296.6 公顷，其中城镇和村镇建设用地区 9.6 万公顷，基本农田保护区 47.3 公顷，林业用地区 18.2 公顷，牧业用地区 1.7 公顷，其他用地区 194.1 公顷，一般农地区 25.7 公顷。

根据《中华人民共和国土地管理法》第三次修正（2020 年 1 月 1 日起施行）要求，永久基本农田转为建设用地的，由国务院批准；国家能源、交通、水利、军事设施等重点建设项目选址确实难以避让永久基本农田，涉及农用地转用或者土地征收的，必须经国务院批准。根据《国家级公益林管理办法》（林资发〔2013〕



71号), 国家级公益林不得随意调整。确需调整的, 必须按照《国家级公益林规划界定办法》规定程序执行。禁止在国家级公益林地开垦、采石、采沙、取土, 严格控制勘查、开采矿藏和工程建设征收、征用、占用国家级公益林地。除国务院有关部门和省级人民政府批准的基础设施建设项目外, 不得征收、征用、占用一级国家级公益林地。

本次拟建的平陆运河已纳入国家“十四五”规划纲要、《西部陆海新通道总体规划》《交通强国建设纲要》等国家战略, 属于国家重点建设工程。建议加强与横州市自然资源管理部门对接, 将平陆运河建设工程内容纳入国土空间规划, 并对所占用的基本农田和公益林进行占补平衡。

#### 3.1.2.15 钦州市土地利用总体规划（2006—2020年）（2015年调整）

2015年, 钦州市自然资源部门对土地利用规划进行了调整, 提出到2020年, 钦州全市耕地保有量不低于231000公顷。根据2013年土地利用变更调查数据, 钦州市耕地面积为213164.36公顷, 按照自治区下达钦州市耕地保有量目标, 规划目标调整为213000.00公顷, 比原规划保护目标减少18000.00公顷。

通过叠图分析, 本次平陆运河线路及枢纽占用钦州市土地共675.4公顷, 其中占用基本农田262.9公顷。根据《中华人民共和国土地管理法》第三次修正(2020年1月1日起施行)要求, 永久基本农田转为建设用地的, 由国务院批准; 国家能源、交通、水利、军事设施等重点建设项目选址确实难以避让永久基本农田, 涉及农用地转用或者土地征收的, 必须经国务院批准。

本次拟建的平陆运河已纳入国家“十四五”规划纲要、《西部陆海新通道总体规划》《交通强国建设纲要》等国家战略, 属于国家重点建设工程。建议加强与横州市自然资源管理部门对接, 将平陆运河建设工程内容纳入国土空间规划, 并对所占用的基本农田和公益林进行占补平衡。

表 3.1.2-6 平陆运河与基本农田协调性分析

各县、镇名称	占用面积（单位：万平方米）
钦州市钦北区	190.8
钦州市钦南区	72.0
总计	262.8

表 3.1.2-7 平陆运河占用公益林情况

各县、镇名称	占用面积（单位：万平方米）
--------	---------------

钦南区	1.79
钦北区	0
灵山县	0
总计	1.79

### 3.1.2.16“三线一单”生态环境分区管控

(1) 广西壮族自治区人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见

2020年12月18日，广西壮族自治区人民政府印发了《广西壮族自治区人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（桂政发〔2020〕39号）。生态环境分区集成生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线划分成果，形成以环境管控单元为基础、与国土空间规划相协调的分区管控体系，针对不同的环境管控单元，制定差异化的生态环境准入清单，促进生态环境保护精细化管理。

根据“三线一单”生态环境分区管控，将全区行政区域从生态环境保护角度划分为**优先保护单元、重点管控单元、一般管控单元**等三类环境管控单元。对于陆域：优先保护单元主要包括生态保护红线、自然保护地、县级以上饮用水水源保护区、环境空气一类功能区等生态功能区域；重点管控单元主要包括工业园区、县级以上城镇中心城区及规划区、矿产开采区、港区等开发强度高、污染物排放强度大的区域，以及环境问题相对集中的区域；一般管控单元为优先保护单元、重点管控单元以外的区域。近岸海域：优先保护单元主要包括海洋生态保护红线的海域；重点管控单元主要包括港口码头、倾废、排污混合、工业与城镇用海、矿产与能源开发利用、特殊利用以及现状水质超标的海域；一般管控单元为优先保护单元、重点管控单元以外的区域。

经叠图分析，平陆运河建设工程不占用生态保护红线，未占用优先保护单元。因此，平陆运河建设工程与《广西壮族自治区人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》相符合。

(2) 南宁市人民政府关于“三线一单”生态环境分区管控的实施意见

2021年8月，南宁市人民政府发布了《南宁市人民政府关于“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》（南府发〔2021〕8号），实施生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单，提出全市共划定环境管控单元

154 个；分为优先保护单元、重点控单元和一般管控单元三类，实施分类管控。优先保护单元主要包括生态保护红线、自然保护地、县级以上饮用水水源保护区、环境空气一类功能区等生态功能区域；划定优先保护单元 95 个。重点管控单元主要包括工业园区、县级以上城镇中心城区及规划区、矿产开采区、港区等开发强度高、污染物排放强度大的区域，以及环境问题相对集中的区域；全市划定重点管控单元 47 个。一般管控单元为优先保护单元、重点管控单元以外的区域，衔接乡镇边界形成管控单元；全市划定一般管控单元 12 个。

经叠图分析，平陆运河建设工程不占用生态保护红线，位于“三线一单”中一般管控单元。因此，平陆运河建设工程与《南宁市“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》相协调。

表 3.1.2-8 拟建工程与南宁市环境管控单元分类协调性分析

行政区域	环境管控单元分类	环境管控单元名称	协调性分析
横州市	一般管控单元	横县一般管控单元	占用
	优先保护单元	广西横县西津国家湿地公园生态保护红线	经分析，本规划不占用西津湿地公园

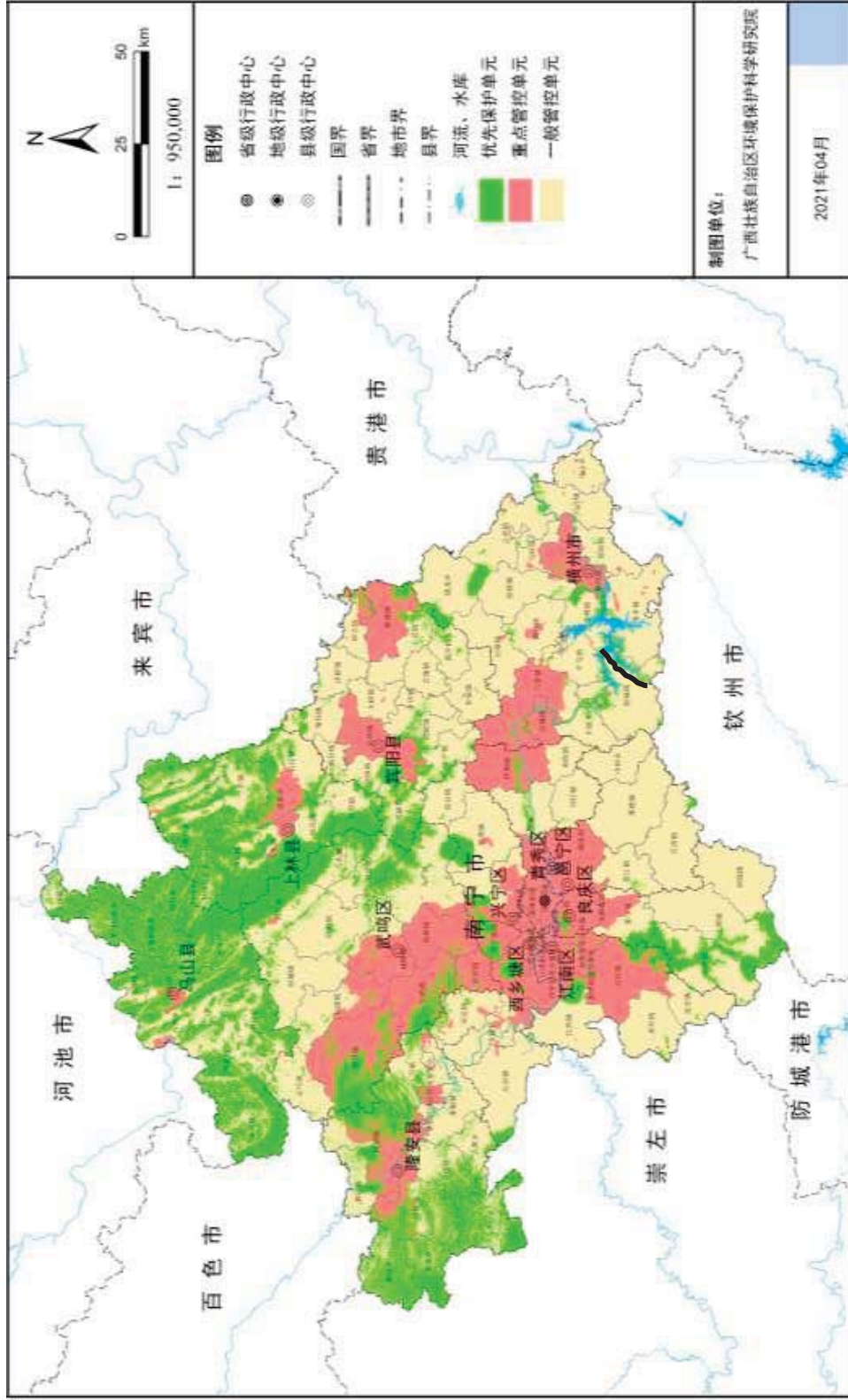


图 3.1.2-5 南宁市“三线一单”环境管控单元

### （3）钦州市“三线一单”生态环境分区管控的实施意见

2021年8月，钦州市人民政府印发了《钦州市“三线一单”生态环境分区管控实施意见》（钦政发〔2021〕13号），全市共划定陆域环境管控单元61个，分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元3类，实施分类管控。陆域：优先保护单元主要包括生态保护红线、一般生态空间、县级以上饮用水水源保护区、环境空气一类功能区等生态功能区域，划定优先保护单元31个；重点管控单元主要包括工业园区、县级以上城镇中心城区及规划区、矿产开采区、钦州港区等开发强度高、污染物排放强度大的区域，以及环境问题相对集中的区域，划定重点管控单元26个；一般管控单元为优先保护单元、重点管控单元以外的区域，衔接乡镇边界形成管控单元，划定一般管控单元4个

全市共划定近岸海域环境管控单元54个，分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元3类，实施分类管控。近岸海域：优先保护单元主要包括海洋生态保护红线的海域，划定优先保护单元21个；重点管控单元主要包括港口码头、倾废、排污混合、工业与城镇用海、矿产与能源开发利用、特殊利用以及现状水质超标的海域，划定重点管控单元26个；一般管控单元为优先保护单元、重点管控单元以外的区域，划定一般管控单元7个。

经叠图分析，本次拟建的平陆运河占用重点管控单元和一般管控单位。为此，根据相关管控要求，平陆运河建设工程实施过程中应积极治理船舶污染，强化饮用水水源地环境风险排查，加强环境风险源管理。总体上，平陆运河建设工程符合《钦州市“三线一单”生态环境分区管控实施意见》。

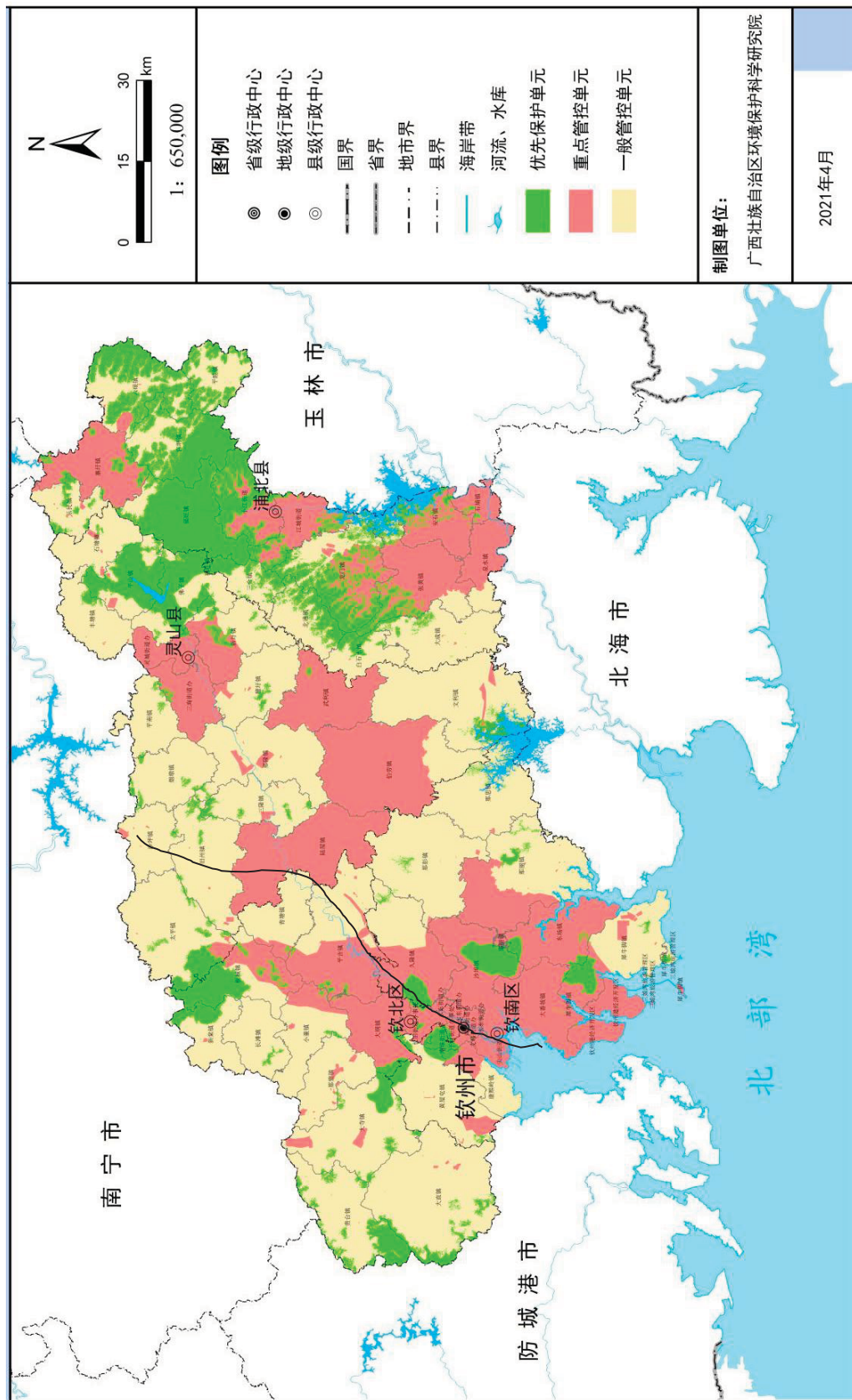


图 3.1.2-6 平陆运河工程与钦州市陆域“三线一单”环境管控单元

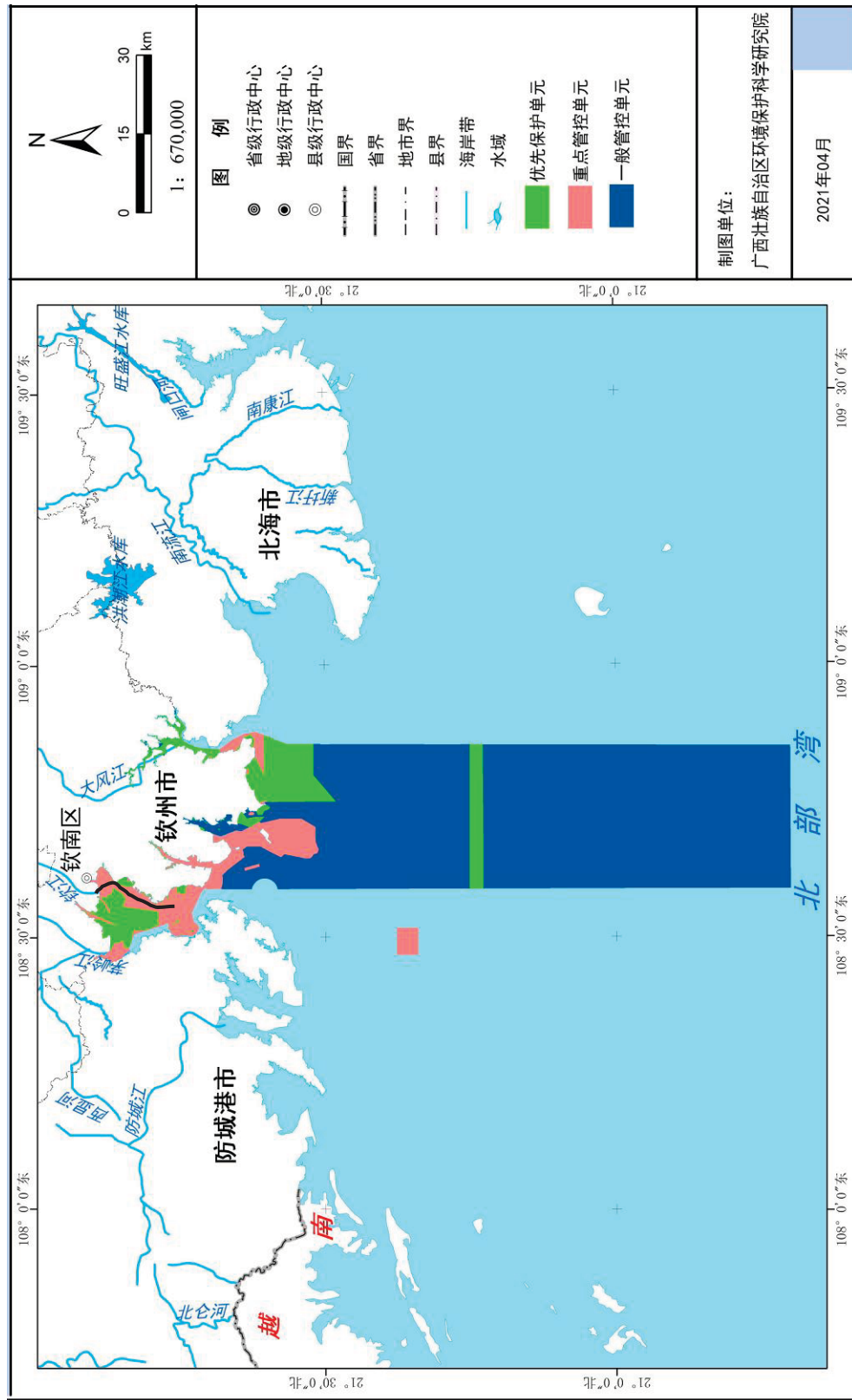


图 3.1.2-7 平陆运河工程与钦州市海域“三线一单”环境管控单元

### 3.1.3 与相关规划环评的相符性分析

#### 3.1.3.1 与平陆运河航道规划及其环评的相符性

##### （1）与规划的相符性

2021年，广西壮族自治区交通运输厅组织编制了《平陆运河航道规划》，进一步明确了平陆运河建设的指导思想、基本原则、规划目标、规划方案和保障措施，是平陆运河工程建设的重要依据，是科学指导平陆运河系统开发和资源保护、促进水资源综合利用的纲领性文件。

《平陆运河航道规划》提出的规划目标为：到2035年，基本建成畅通高效、通江达海、保障有力、绿色智慧的现代化运河工程，在西部陆海新通道中发挥重要价值，在水系运河连通工程建设中起到示范作用，为优化国土空间布局、建设壮美广西、深入推进西部大开发、构建全方位对外开放格局提供有力支撑。综合考虑与西江航运干线的协调性，货运量发展需求和各货源地流量、流向、运输组织方式，以及西江航运干线航道条件、通航建筑物及桥梁特点等因素，平陆运河航道通航技术等级规划为内河Ⅰ级，兼顾通航5000吨级内河船舶，并预留远期发展建设条件。根据运河沿线的自然条件和城镇分布情况，规划从郁江侧往入海口方向依次布置马道枢纽、企石枢纽、大田坪枢纽、青年枢纽。下一阶段工作中，将根据工程建设条件进一步综合比选论证确定梯级具体方案。

本次建设的平陆运河工程按照内河Ⅰ级航道建设，本阶段航道按照3000吨级建设，布置马道枢纽、企石枢纽和青年枢纽。本次建设的平陆运河工程比规划减少了大田坪枢纽，对运河建设内容进行了优化，总体是符合平陆运河航道规划的。

##### （2）与规划环评相符性

2021年12月31日，广西壮族自治区生态环境厅对《西部陆海新通道（平陆）运河航道规划环境影响评价报告书》进行了审查，规划环评对航道规模、3级和4级梯级布置等产生的环境影响进行了分析评价。2022年1月，广西壮族自治区生态环境厅出具了审查意见。

**审查意见针对项目环评提出以下要求：**“平陆运河航道建设项目要按照《水利建设项目（引调水工程）环境影响评价审批原则（试行）》、《航道建设项目环境



影响评价审批原则（试行）》等要求，严格落实“三线一单”分区生态环境管控和规划环评审查意见，重点论证建设对流域水资源、水文情形、水生生态、河湖湿地及河口等不利影响，强化流域生态环境风险分析和措施，降低项目实施不利环境影响”。

项目环评的落实情况：本次项目环评过程中分为内河和沿海两段，分别重点对流域水资源、水文情势、内河水生生态、海洋生态、河湖湿地、河口湿地及海域生态敏感区等的不利影响进行重点分析，并分别设置了地表水专题评价、红树林专题评价、牡蛎影响专题等专题研究，并从流域生态环境风险进行预测，提出相应的应急设备设施建设要求，从而降低项目实施的不利环境影响。

除了审查意见的落实以外，本次项目环评还对规划环评中提出的要求予以了落实，本项目环评中落实情况见下表所示。

表 3.1.3-1 项目环评对规划环评要求的落实情况

序号	规划环评对项目环评的要求	执行情况
1	<p><b>应重视项目施工期环境影响评价：</b> 由于规划阶段对项目的规模、建设方案等都还存在不明确性，因此本次评价未完全对项目施工期的环境影响进行评价，而留待各项目环评阶段根据各自具体内容进行详细评价。建议项目环评应重点评价施工对水、大气、噪声、施工垃圾等环境要素的影响，并重点关注运行期的生态环境影响。</p>	<p>已落实。 本次项目环评分别从施工期和运行期对项目实施的生态环境影响进行了分析和预测，特别是根据工可的施工方案，对施工期的水环境、生态影响、大气、噪声及施工垃圾等要素的影响，特别是在运行期生态影响方面，还专门设置了河口牡蛎影响专题、红树林影响专题进行了专门分析，同时还是设置地表水环境专题，着重考虑项目实施对沿线地表水环境特别是饮用水源地的影响，完全落实了规划环评的要求。</p>
2	<p><b>应重视项目环境保护措施与生态补偿措施的研究与落实：</b> 环境保护措施、生态补偿措施属于末端治理的范畴，只有在对环境影响的性质、大小、位置等具体内容明确后才能有的放矢进行设计，因此需要在项目环评中对其给予重视。本次评价中提到的环境保护对策及替代方案，在下一层次的规划及环境影响评价时应给予重视。</p>	<p>已落实。 在项目环评过程中，针对施工期和运行期的生态环境影响，分别提出了生态修复和保护措施，包括建设生态栖息地、过鱼设施、增殖放流等生态补偿措施，能够有效降低项目实施的生态损失。在环境污染防范方面，针对施工期和运行期水环境影响、大气、噪声和固废的影响，有针对性的提出了环保设施的布置、规模和投资等均进行了分析。</p>
3	<p><b>重视项目的配套基础设施：</b> 针对具体项目中可能导致污染的设施或设备，以及生态影响减缓措施，应提出具体的处理或应对措施，论证设备的工艺先进性和可行性。例如应重点提出溢油应急设备的配置要求和设备性能、原理，并充分论证可行性；对于鱼道设置应重点分析针对洄游性鱼类的适用</p>	<p>已落实。 在项目环评中，对生态影响减缓措施、环境风险应急、水环境保护等都有针对性提出处理和应对措施，重点提出了溢油应急设备的配置和设备性能要求等；针对鱼类资源，提出了过鱼设施建设、增殖放流等措施。针对垃圾和污水等也提出在水上服务区和北部湾港等污染物上岸要求，同时也禁止在运河</p>

	性；其次对于垃圾和污水的收集和处理问题，也应在下一层次项目中予以落实。	沿线排放污染物。
4	<p><b>分专题编制专项环评报告：</b></p> <p>考虑到平陆运河规划涉及内容较多，具体建设项目中涉及的内容也较为复杂，建议下阶段根据建设内容分专题编制环评报告，便于审查审阅，专项包括可考虑桥梁改造、船闸枢纽建设、航道整治等。</p>	<p>已落实。</p> <p>分别设置了地表水环境影响专题、红树林影响专题、河口牡蛎影响专题等内容，对本建设项目可能涉及的饮用水源保护、红树林保护修复和牡蛎影响减缓等方面进行了分析并提出对策，同时对于桥梁改造、枢纽船闸建设航道整治等方面也考虑了施工和营运阶段的设施设备要求，可有效降低项目实施后带来的不利环境影响。</p>

### 3.1.3.2 与郁江流域综合规划及环评的相符性

郁江是珠江流域西江水系的最大支流，位于广西的西南部。2020年12月，水利部珠江水利委员会发布了《郁江流域综合规划》。该规划提出总体目标是完善流域防洪减灾、水资源综合利用、水资源保护与生态修复和流域综合管理四大体系，保障防洪安全、供水安全、粮食安全和生态安全，提高流域管理水平，支撑流域高质量发展。据统计，郁江流域水资源总量为424.1亿 $m^3$ ，水资源开发利用率为19.1%，开发利用程度不高，郁江流域水资源开发利用潜力较大。

《郁江流域综合规划》提出“引南入乐”工程自南盘江干流拟建的八渡梯级库区取水，经隧洞自流引水至田林县乐里河，工程受益范围为沿线的城乡及工业园区，工程取水规模为4.1 $m^3/s$ （其中郁江乐里河片取水规模为3.9 $m^3/s$ 、南盘江旧州片取水规模为0.2 $m^3/s$ ）。南盘江引水工程建成后，可解决平陆运河枯水期通航用水不足问题，同时可减轻平陆运河引水后造成郁江流域水量减少带来的航运、供水、发电和生态等影响。

#### （1）与规划目标的相符性

《郁江流域综合规划》提出的规划控制指标为：

1) 防灾减灾控制指标。郁江流域防洪控制断面为南宁，河道安全泄量为18400 $m^3/s$ 。

2) 水资源开发利用控制指标。按照发挥水资源刚性约束作用，实施最严格水资源管理制度的要求，规划2030年用水总量为87.39亿 $m^3$ 、万元工业增加值用水定额为51 $m^3$ 、农田灌溉水有效利用系数为0.60。

3) 水资源及水生态保护控制指标。郁江流域设置 2 个月均最小下泄流量控制断面，保证率均为 90%，其中右江西洋街断面为  $5\text{m}^3/\text{s}$ ，水质为 II 类；郁江贵港断面为  $400\text{m}^3/\text{s}$ ，水质为 III 类。

根据《西部陆海新通道（平陆）运河水资源综合利用专题研究报告》平陆运河取水断面以上地表水资源可利用量为 112.7 亿  $\text{m}^3$ ，占地表水资源量的 33.7%。由此可见，郁江流域目前开发利用程度不高，现状水资源可利用量仍有一定的富裕度，流域水资源仍有一定的开发利用潜力。

平陆运河建设工程从郁江流域近期调水量为  $24\text{m}^3/\text{s}$ 、远期调水量为  $40\text{m}^3/\text{s}$ ，对郁江流域水资源利用、防洪等产生影响。根据工可阶段水资源论证，平陆运河近期通过优化百色水库调度方式进行调水，调水前提为保证贵港断面  $400\text{m}^3/\text{s}$ ，从而确保调水区下游的生态需求。

因此，本次平陆运河建设不会对流域规划目标造成较大影响。

表 3.1.3-2 郁江流域地表水可利用量成果表 单位：亿  $\text{m}^3$

水系	地表水资源量	河道内生态环境需水量	汛期难于控制利用洪水量	最大供水能力	地表水资源可利用量	地表水资源利用率(%)
郁江流域	380	57.005	195.11	113	127.92	33.7
其中：取水断面以上	338.9	50.83	175.36	98.25	112.7	33.3

#### (2) 与航道规划方案的相符性

《郁江流域综合规划》中航道规划提出，进一步研究平陆运河方案，按通航 3000 吨级多用途集装箱船和货船标准建设。本次平陆运河建设方案指出航道规划达到内河 I 级航道通航标准，本阶段推荐航道按 3000 吨级标准建设，并预留远期发展建设条件。本次拟建评论运河的航道等级与《郁江流域综合规划》相一致。因此总体上，平陆运河建设工程符合《郁江流域综合规划》中的航道规划方案。

#### (3) 与规划环评的相符性

2019 年 9 月生态环境部对《郁江流域综合规划环境影响评价报告书》进行了审查，并于 2020 年初提出了审查意见。《郁江流域综合规划环境影响评价报告书》中提出，“经征询流域、广西壮族自治区水利、航运等部门的意见，目前，平陆运河已开展了部分前期研究，但尚需进一步的研究论证”。因此，在《郁江

流域综合规划环境影响评价报告书》中未深入论证平陆运河建设工程产生的生态环境影响。平陆运河航道规划环评和项目环评全面系统地分析了运河规划和项目实施对区域生态系统的影响，是对《郁江流域综合规划环境影响评价报告书》相关内容的补充完善。

因此，总体上，平陆运河建设方案符合《郁江流域综合规划》。建议在建设项目水资源论证过程中进一步分析运河建设对流域水资源利用的影响，提高水资源利用效率，促进水资源的综合利用。

## 3.2 施工方案

### 3.2.1 料场选择与开采

#### 1、土料场选择

工程所需土料主要为建筑物土石回填料、用于土石坝段填筑的土石料、用于围堰填筑的均质土和黏土料。考虑到本工程开挖料约 1.2 亿  $m^3$ ，初步勘察结果显示土质满足质量要求。**本阶段考虑土料全部利用开挖料，不另设土料场。**

#### 2、砂砾石料场选择

商品料存在料场分布范围广，各料场料源质量不一，且在高峰期无法保证连续供应，价格不可控的因素，结合造价分析，**本阶段暂不考虑商品料场外购砂石料。**本工程混凝土粗细骨料及垫层需从砂石加工系统轧制加工。

从节约投资、减少弃渣占地等角度考虑，应充分论证工程开挖料的合理利用，尽量多利用开挖料。航道 K34+170~K41+620、K51+000~K53+600、K54+600~K57+500 处部分开挖料可作为混凝土骨料的母岩，共约为 276 万  $m^3$ ，考虑 80% 可利用率，可用于轧制混凝土骨料的开挖料总量为 220.8 万  $m^3$ 。

工程混凝土总量约 1021 万  $m^3$ ，垫层等砂石料总量约 157 万  $m^3$ ，共需制备成品砂石骨料约 2099 万 t。根据工程砂石系统布置及工艺设计，**航道开挖料运至料场处砂石加工系统轧制骨料，还需石料场开采毛料约为 3065 万 t，折合料场原岩 1179 万  $m^3$ 。**

料场石料自上而下分层进行开采，深孔梯段爆破，ROC812 型液压履带式钻机钻孔，爆破台阶高度 12m。根据料场地形、地势，布置一条沿山势爬升料场顶

部的出渣道路，随料场开采逐层降低。根据料场地形地势，料场内同时布置多个工作面开采。爆破石料采用 4~6m<sup>3</sup> 液压挖掘机配 32t 自卸汽车运输至受料站进行破碎、筛分、加工成混凝土骨料。

为防止污染有用料，料场开采前，清除边坡表面覆盖层。爆破后经推土机集渣后，再由 4~6m<sup>3</sup> 液压挖掘机配 32t 自卸汽车运输至弃渣场。

### 3.2.2 施工导流

#### 1、枢纽导流方式

##### (1) 马道枢纽

由于马道枢纽布置在分水岭南侧，旧州镇上游约 7km 的牛营村附近。枢纽坝址位于旧州江支流两岸一级阶地上，地形地貌为宽谷地形，马道枢纽航道穿越分水岭，施工期不受河道来水影响，采取预留岩坎的施工方式。

##### (2) 企石枢纽

企石梯级位于钦江支流旧州江，闸址所在河床宽度 30~40m，河床底高程 27~29m，两岸岸坡高程 32~34m。

根据地形条件，企石梯级具备采用分期导流条件。一期在右岸布置导流明渠，导流明渠的布置与船闸开挖相结合，减少临时工程土石方开挖工程量；在泄水闸闸址上下游修建一期挡水围堰。二期导流利用已经建成的 5 孔泄洪闸泄流，在船闸上下游修建二期挡水围堰。

表 3.2.2-1 企石枢纽导流方案

项 目	导流建筑物		导流时段	设计洪水标准 (P=%)	设计流量 (m <sup>3</sup> /s)	施工内容	
	挡水建筑物	泄水建筑					
1	一期全年导流	一期上下游围堰	右岸明渠	全年导流	汛期 5%	916	左岸 5 孔泄洪闸
2	二期全年导流	二期上游围堰及岩坎	左岸 5 孔泄洪闸	全年导流	汛期 5%	916	右岸船闸

##### (3) 青年枢纽

青年梯级泄水闸位于钦江干流，船闸位于左岸山体岸上。青年枢纽泄水闸与船闸布置相对独立，右岸河床底高程 0.8~0.4m，左岸山体岸坡高程 12.7~35.0m。

根据本枢纽布置的特点，施工导流考虑在左岸布置一条导流明渠，明渠开挖与船闸开挖相结合。船闸基坑施工期间，利用上、下游预留岩坎挡水。待明渠开

挖完成后，利用明渠泄流，在原河道闸址上下游修建围堰，进行右岸泄洪闸及厂房施工。待泄水闸施工完成以后，利用泄水闸泄流，在船闸进出修建挡水围堰，进行船闸剩余工程施工。

表 3.2.2-2 青年枢纽导流方案

项 目	导流建筑物		导流时 段	设计洪水 标准(P=%)	设计流量 (m <sup>3</sup> /s)	施工 内容
	挡水建筑物	泄水建筑				
一期全年 导流	一期上下 游围堰	左岸 导流明渠	全年 导流	汛期 5%	3490	右岸 7 孔 泄洪闸
二期全年 导流	二期上下 游围堰	右岸 7 孔泄洪闸	全年 导流	汛期 5%	3490	船闸

## 2、航道导流方式

### (1) 沙坪河段

对于沙坪河段航道位于主河槽内的段落采用水下挖泥船施工为主，局部炸礁后挖泥船清渣，不需修建临时挡水工程；对于裁弯取直航道段，部分新建航道段位于岸上，可采用预留岩坎或是临河侧局部修建挡水围堰的方式进行开挖施工。

### (2) 越岭段

马道梯级之前段航道工程，该段跨越分水岭山脊。分水岭山脊段两侧分别是沙坪河和旧州江。该段基本无天然河道可循，部分小河沟弯弯曲曲，枯水流量甚少，该段工程基本采用水上开挖的施工方式。局部河口段采用水下疏浚施工。

### (3) 马道头~企石垌间分水岭段

施工导流采用左右岸分段、分期实施；在左（右）岸进行土石方开挖，预留岩坎形成纵向围堰，利用另外右（左）岸过流，待左（右）航道施工完成以后进行另外一岸的航道施工；预留纵向围堰最后采用水下挖泥船开挖或炸礁后挖泥船清渣。

### (4) 钦江干流段

上述航道在主河槽内的段落采用水下挖泥船施工为主，局部炸礁后挖泥船清渣，不需修建临时挡水工程；对于裁弯取直航道段，部分新建航道段位于岸上，可采用预留岩坎或是临河侧局部修建挡水围堰的方式进行开挖施工。

### (5) 入海口航道钦江段

起于青年枢纽，总体沿钦江干流走向，经钦州市区至犁头嘴，止于沙井北部

湾大道该段航道位于主河槽内的段落采用水下开挖的方式，不需修建临时挡水工程；对于裁弯取直航道段，部分新建航道段位于岸上，可采用预留岩坎或是临河侧局部修建挡水围堰的方式进行开挖施工。

#### （6）入海口航道近海段

起于沙井北部湾大道，该段落航道采用水下开挖施工方式。

#### （7）其他

与航道交叉支流（沟）开挖施工与所在航道段落的施工一同考虑。

### 3、枢纽工程河道截流

#### （1）截流时段选择

根据施工进度安排，拟定在 10 月初进行一期截流，根据施工组织设计规范要求的截流标准，参照本工程的水文特性和工程施工进度要求，对不同时段的截流标准进行了分析，通过截流水力学计算，截流设计标准采用截流时段 10 年一遇月平均流量。

#### （2）截流方式

根据本工程的地形、地质和施工设备条件，采用立堵截流方式。立堵截流准备工作简单、造价低，且国内施工经验丰富。考虑到截流设计流量、料源及施工道路等因素，截流选择单戗堤立堵进占截流方式。

### 4、导流建筑物施工

围堰拟利用航道开挖料填筑，利用开挖料回填，从临时堆料场回采， $2\text{m}^3$  挖掘机装 25t 自卸汽车运输。 $103\text{kW}$  推土机平料，10t 凸块振动碾碾压，局部配小型振动碾或夯板压实。

明渠主要用于部分支流处理开挖施工时临时导流：土方开挖利用  $3\text{m}^3$  挖掘机装推土机集料就近堆放或 25t 自卸汽车运输至弃渣场。石方开挖自上而下分台阶、梯段爆破开挖，采用手风钻配合 YQ-150 型潜孔钻，人工装药连线， $3\text{m}^3$  挖掘机装 20~25t 自卸汽车运输。

## 3.2.3 主体工程施工

### 3.2.3.1 施工有效天数分析

土方填筑有效施工天数为 217.5 天，石方填筑有效施工天数为 325.5 天，混

凝土有效施工天数为 315.5 天。疏浚有效施工天数为 339.5 天。

### 3.2.3.2 枢纽工程

马道枢纽和企石枢纽未设置发电厂房，青年枢纽布置发电厂房外，枢纽建筑物组成基本为发电厂房（青年枢纽）、船闸、拦河闸坝、两岸连接坝段组成。

#### 1、泄水闸

##### （1）土石方开挖

土方开挖主要采用自上而下分层、平面分区多工作面开挖的施工程序，由 4~6m<sup>3</sup> 挖掘机直接开挖，45t 自卸汽车运输至堆渣场或堆料场。

石方自上而下分台阶、梯段爆破开挖，沿航道轴线方向平面多工作面同时作业，采用手风钻配合 YQ-150 型潜孔钻，人工装药连线，毫秒微差爆破，4~6m<sup>3</sup> 挖掘机装 45t 自卸汽车运输至堆料场。

##### （2）连接土坝填筑

土坝土方填筑尽量与工程开挖同步，直接利用部分由开挖区直接运至均质坝回填区，间接利用部分从堆料场回采，2~4m<sup>3</sup> 挖掘机挖装，20~25t 自卸汽车运输。填筑区采用后退法卸料，103kW 推土机平料，18t 凸块振动碾碾压，局部配小型振动碾或夯板压实。

##### （3）挡水与泄水坝段混凝土与灌浆工程施工

混凝土采用拌和楼集中拌制。垫层混凝土由 20t 自卸汽车从拌和楼接料后运输至工作面直接入仓或简易溜槽入仓，人工摊铺，平板式振捣器振捣密实。基础帷幕灌浆采用管口封闭法、自上而下灌浆，150 型地质钻机钻孔，BW150 型灌浆泵注浆。

#### 2、船闸施工

##### （1）土石方开挖

土方开挖采用自上而下分层、平面分区多工作面开挖的施工程序，由 4~6m<sup>3</sup> 挖掘机直接开挖，45t 自卸汽车运输至堆渣场或堆料场。

石方自上而下分台阶、梯段爆破开挖，沿航道轴线方向平面多工作面同时作业，采用手风钻配合 YQ-150 型潜孔钻，人工装药连线，毫秒微差爆破，4~6m<sup>3</sup> 挖掘机装 45t 自卸汽车运输至堆料场。

##### （2）船闸土石方回填



船闸土石方回填主要部位为建筑物开挖基坑回填，采用 2m<sup>3</sup>装载机装 20t 自卸汽车从堆料场（存料场）运渣料进行回填，88kW 推土机平料，土方采用 10t 凸块碾碾压，石方采用 12t 光面碾压实。

### （3）船闸混凝土浇筑

船闸混凝土由混凝土拌和楼制备，由 20t 自卸汽车运输至受料平台，由 SDM1260/60 型门座式起重机吊 6.0m<sup>3</sup> 卧罐入仓，门机布置在船闸闸室中间底板上。

### 3.2.3.3 航道工程

#### 1、工程量

平陆运河航道工程部分主要工程量为土、石方开挖与回填，开挖总量为 3.38 亿 m<sup>3</sup>，其中土方开挖 1.59 亿 m<sup>3</sup>，石方开挖 179 亿 m<sup>3</sup>；填筑总量 364.4 万 m<sup>3</sup>，其中土方回填 122.3 万 m<sup>3</sup>，石方回填 242.1 万 m<sup>3</sup>。

表 3.2.3-1 主要土石方开挖工程量表

航道名称与分段	起始里程	终止里程	土石方开挖			土石方回填		
			石方开挖（万 m <sup>3</sup> ）	土方开挖（万 m <sup>3</sup> ）	合计（万 m <sup>3</sup> ）	石方回填（万 m <sup>3</sup> ）	土方回填（万 m <sup>3</sup> ）	合计（万 m <sup>3</sup> ）
沙坪河段	K000+00	K021+00	281.3	2071.0	2352.3			
分水岭段	K021+00	K050+50	10149.7	5748.3	15898.0	183.2	56.1	239.2
钦江干流段	K050+50	K099+00	5906.4	6799.1	12705.5	58.9		58.9
入海口钦江段	K099+00	K123+100	1392.0	816.4	2208.4		66.3	66.3
入海口近海段	K123+100	K137+700	149.4	487.4	636.8			
合计			17878.7	15922.3	33801.0	242.1	122.3	364.4

#### 2、航道工程施工

##### （1）沙坪河段（K0+000~K21+000）

本段航道以水下疏浚开挖为主，局部裁弯取直段采取预留岩坎或填筑围堰进行保护，干地施工。

根据航道布置，结合弃渣临时晾晒场及堆料场布置，邻近西津库区段航道水下主要采用 1720m<sup>3</sup>/h 的绞吸式挖泥船进行水下土方开挖，通过 500t 驳船转运至

临时晾晒场附近，两次接力吹填至临时晾晒场，脱水后再由 2m<sup>3</sup> 挖掘机装 20t 自卸汽车转陆路运输至堆料场；其余航道水下疏浚段选择链斗式挖泥船疏浚，单斗容量 0.5m<sup>3</sup>。

较窄河段采用抓斗式挖泥船疏浚，或配合进行水下清渣，船型尺寸为 40m×16m×3.0m（长×宽×型深），挖泥船斗容 8m<sup>3</sup>，每小时开挖量 400m<sup>3</sup>/h。挖泥船配 500t 泥驳运渣至临时码头，再采用 2~4m<sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场。水下石方选择炸礁船进行水下钻孔爆破，炸礁船上配置 100 或 150 型潜孔钻机，水下爆破后石渣采用链斗式挖泥船或抓斗进行清渣。

根据航道布置情况，结合地形地质与水文条件，局部裁弯取直段采取预留岩坎或填筑围堰进行保护，干地施工。土方采用 2~4m<sup>3</sup> 挖掘机直接开挖，20~25t 自卸汽车运输；石方采用深孔梯段爆破，YQ150 型潜孔钻机造孔，2~4m<sup>3</sup> 挖掘机装渣，20~25t 自卸汽车运输。

沙坪河段（K0+000~K21+000）弃土方 792.9 万 m<sup>3</sup>（自然方，下同），石方 1288.4 万 m<sup>3</sup>，其中水下开挖约 1000 万 m<sup>3</sup> 土方由绞吸式挖泥船开挖，500t 泥驳转运至临时晾晒场附近，吹填至临时晾晒场，排水后再转 3m<sup>3</sup> 挖掘机装 25t 自卸车运输至岸上弃土场；剩余渣料采用泥驳水运至临时码头后再转 3m<sup>3</sup> 挖掘机装 25t 自卸车运输至岸上弃土场，弃土场主要位于低洼地、库区淹没区、山沟。

表 3.2.3-2 沙坪河段弃土流向 单位：万 m<sup>3</sup>

区段名称	土石方	施工工艺	工程量 (自然方)	堆料场
沙坪河段 (K0+000~K21+000)	陆上土方	干地开挖，陆运 8km	639.70	1~4#堆料场
	陆上石方	干地开挖，陆运 8km	153.2	
	水下土方	水下开挖运距 6km，转 陆运至 8.0km	1212.7	
	水下炸礁	水下开挖运距 6km，转 陆运至 8.0km	75.7	

## (2) 马道梯级之前分水岭开挖段（K21+000~K28+000）

该段航道总体顺着县道 304 公路布置，为开挖造渠，线路现状为山丘陆地，不受河水影响，采取干地施工。

土方开挖利用 3m<sup>3</sup> 挖掘机开挖，20~25t 自卸车运输至沿线弃土场，部分开挖料运至西津库区弃土场。石方开挖利用 150 型液压潜孔钻钻孔，深孔梯段爆破，

3m<sup>3</sup>挖掘机配 20~25t 自卸车运输至弃土场。

马道梯级之前分水岭开挖段（K21+000~K28+000）弃土方 2904.8 万 m<sup>3</sup>，石方 171.8 万 m<sup>3</sup>。弃土场主要位于沿线低洼地、沟谷。

表 3.2.3-3 马道梯级之前分水岭开挖段段弃土流向 单位：万 m<sup>3</sup>

区段名称	土石方	施工工艺	工程量 (自然方)	堆料场
马道梯级之前分水岭开挖段 (K21+000~K28+000)	陆上土方	干地开挖, 陆运 14km	684.8	1#~4#堆料场
	陆上石方	干地开挖, 陆运 14km	2220.0	
	水下土方	水下开挖运距 6.0km, 转陆运 14km	137.5	
	水下炸礁	水下开挖运距 6.0km, 转陆运 14km	34.3	

### (3) 马道~企石间分水岭开挖段（K31+000~K43+000）

本段航道主要是利用旧州河进行开挖与裁弯取直，原河道流量较小，航道施工受河水影响较小。航道设计底高程 28.6m，施工洪水位以下深度 5~20m。结合工程布置、地形地质条件及施工导流，采取左、右岸分期施工的方式，先期利用原河道过流，后期预留纵向围堰导流，最后水下开挖纵向围堰。

土方开挖利用 3m<sup>3</sup> 挖掘机开挖，20~25t 自卸车运输至沿线弃土场。石方开挖利用 150 型液压潜孔钻钻孔爆破，3m<sup>3</sup> 挖掘机配 20~25t 自卸车运输至弃土场。纵向围堰土方直接采用 4~8m<sup>3</sup> 抓斗式挖泥船水下开挖，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m<sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场；围堰石方采用炸礁船上的 100 型或 150 型潜孔钻机钻孔，炸礁后 4~8m<sup>3</sup> 抓斗式挖泥船水下清渣，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m<sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场；平均施工水深 3.0m。

马道~企石间分水岭开挖段（K31+000~K43+000）弃土方 2308.4 万 m<sup>3</sup>，石方 119.5 万 m<sup>3</sup>。陆上开挖直接运至堆料场，水下开挖利用 500t 泥驳转运至临时码头，转陆路 20~25t 自卸汽车运输至堆料场。

表 3.2.3-4 马道~企石间分水岭弃土流向 单位：万 m<sup>3</sup>

区段名称	土石方	施工工艺	工程量 (自然方)	堆料场
马道头~企石间分水岭开挖段 (K31+000~K43+000)	陆上土方	干地开挖, 陆运 8km	1583.9	55~63#堆料场
	陆上石方	干地开挖, 陆运 8km	724.5	

	水下土方	水下开挖运距 3km, 转陆运至 8km	82.5	
	水下炸礁	水下开挖运距 3km, 转陆运至 8km	37.0	

#### （4）企石枢纽至陆屋旧州河分水岭段（K46+000~K50+500）

本段航道与企石垌之前航道施工一样，采取左、右岸分期施工的方式，先期利用原河道过流，后期预留纵向围堰导流，最后水下开挖纵向围堰。航道设计底高程 2.6m。

土方开挖利用 3m<sup>3</sup> 挖掘机开挖，20~25t 自卸车运输至沿线弃土场。石方开挖利用 150 型液压潜孔钻钻孔爆破，3m<sup>3</sup> 挖掘机配 20~25t 自卸车运输至弃土场。纵向围堰土方直接采用 4~8m<sup>3</sup> 抓斗式挖泥船水下开挖，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m<sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场；围堰石方采用炸礁船上的 100 型或 150 型潜孔钻机钻孔，炸礁后 4~8m<sup>3</sup> 抓斗式挖泥船水下清渣，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m<sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场；平均施工水深 3.0m。

企石垌至陆屋旧州河分水岭段（K46+000~K50+500.0）弃土方 1502.6 万 m<sup>3</sup>，石方 66.4 万 m<sup>3</sup>。陆上开挖直接运至堆料场，水下开挖利用 500t 泥驳转运至临时码头，转陆路 20~25t 自卸汽车运输至堆料场。

表 3.2.3-5 企石至陆屋旧州河分水岭段弃土流向 单位：万 m<sup>3</sup>

区段名称	土石方	施工工艺	工程量 (自然方)	堆料场
企石垌至陆屋旧州河分水岭段 (K46+000~K50+500.0)	陆上土方	干地开挖，陆运 10km	409.8	76~84#堆料场
	陆上石方	干地开挖，陆运 10km	1092.8	
	水下土方	水下开挖运距 3km, 转陆运至 10km	18.3	
	水下炸礁	水下开挖运距 3km, 转陆运至 10km	48.1	

#### （5）陆屋至青年枢纽钦江干流段（K50+500.0~K99+000）

本段航道主要利用钦江进行扩挖疏浚，局部进行裁弯取直。航道设计底高程 2.6m，施工洪水位以下深度 7~26m。结合航道布置与钦江河道走向、水文条件，本段航道以水下疏浚开挖为主，局部裁弯取直段采取预留岩坎或填筑围堰进行保

护，干地施工。

水下土方采用  $8\text{m}^3$  抓斗式挖泥船水下直接开挖，500t 泥驳运至临时码头，再由  $3\text{m}^3$  挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场；水下石方采用炸礁船上的潜孔钻机钻孔，炸礁后  $8\text{m}^3$  抓斗式挖泥船水下清渣，500t 泥驳运至临时码头，再由  $3\text{m}^3$  挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场。

陆上土方采用  $3\text{m}^3$  挖掘机直接开挖，20~25t 自卸汽车运输；石方采用深孔梯段爆破，YQ150 型潜孔钻机造孔， $3\text{m}^3$  挖掘机装渣，20~25t 自卸汽车运输。

陆屋至青年枢纽钦江干流段（K50+500~K99+000）弃土方  $3149.4\text{万 m}^3$ ，石方  $5494.9\text{万 m}^3$ 。

表 3.2.3-6 企石至青年枢纽钦江干流段弃土流向 单位： $\text{万 m}^3$

区段名称	土石方	施工工艺	工程量 (自然方)	堆料场
陆屋至青年枢纽钦江干流段 (K50+500~K99+000)	陆上土方	干地开挖，陆运 16km	2146.9	84~140# 堆料场
	陆上石方	干地开挖，陆运 16km	1002.5	
	水下土方	水下开挖运距 6km, 转陆 运至 16km	3096.8	
	水下炸礁	水下开挖运距 6km, 转陆 运至 16km	2398.1	

#### (6) 入海口钦江段（K102+000~K123+100）

本段航道主要是对钦江进行规整，其中钦州城区段航道采用桩式和挡墙式直立护岸。航道设计底高程-6.52m，施工洪水位以下深度 11~14.5m。结合航道布置与钦江河道走向、水文条件、地质条件，本段航道以水下疏浚开挖为主，局部裁弯取直段采取预留岩坎或填筑围堰进行保护，干地施工。

水下土方采用链斗式挖泥船（铭牌  $750\text{m}^3/\text{h}$ ）水下开挖，500t 泥驳运至临时码头，再由  $3\text{m}^3$  挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场；水下石方采用炸礁船上的潜孔钻机钻孔，炸礁后  $8\text{m}^3$  抓斗式挖泥船水下清渣，500t 泥驳运至临时码头，再由  $3\text{m}^3$  挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场。

陆上土方采用  $3\text{m}^3$  挖掘机直接开挖，20~25t 自卸汽车运输；石方采用深孔梯段爆破，YQ150 型潜孔钻机造孔， $3\text{m}^3$  挖掘机装渣，20~25t 自卸汽车运输。

入海口钦江段（K102+000~K123+100）弃土方  $450.8\text{万 m}^3$ ，石方  $1601.9\text{万 m}^3$ 。

表 3.2.3-7 入海口钦江段弃土流向 单位：万 m<sup>3</sup>

区段名称	土石方	施工工艺	工程量(自然方)	堆料场
入海口钦江段 (K102+000.0~K123+100.0)	陆上土方	干地开挖, 陆运 24km	298.7	148~162#堆料场 海上倾倒区
	陆上石方	干地开挖, 陆运 24km	152.1	
	水下土方	水下开挖运距 32km, 转陆运 1km	516.3	
	水下炸礁	水下开挖运距 32km, 转陆运 1km	1085.6	

## (7) 入海口近海段 (K123+100~终点)

该段航道线水面宽广, 设计航道底高程-6.52m, 水下施工条件较好, 采用水下疏浚施工。水下土方采用 8m<sup>3</sup> 抓斗式挖泥船水下开挖, 500t 泥驳运至抛泥场; 水下石方采用炸礁船上的潜孔钻机钻孔, 炸礁后 8m<sup>3</sup> 抓斗式挖泥船水下清渣, 500t 泥驳运至抛泥场。

入海口近海段 (K123+100~终点) 弃土石方 792.4 万 m<sup>3</sup>。泥驳运渣至自贸区码头回填或海上倾倒区直接抛泥。

## 3、航道工程护岸施工

总体上, 正常蓄水位以上土坡采用生态护坡和钢筋混凝土格构护坡, 以上石方边坡采用挂网锚喷支护; 正常蓄水位以下土坡, 干地施工条件时采用混凝土板防护, 水下施工时采用膜袋混凝土护坡; 正常蓄水位以下石方边坡, 干地施工条件时采用挂网锚喷支护, 水下施工时采用膜袋混凝土护坡。护岸边坡开挖随航道的开挖或疏浚一并进行。另外桩号 105+500~116+500 段新建堤防。

挂网锚喷支护由人工搭设脚手架, 在脚手架平台上进行施工, 锚杆采用手风钻钻孔, 人工安装, 灌浆泵灌注锚杆砂浆。喷混凝土采用 4~5m<sup>3</sup>/h 机械手湿喷法施工。

膜袋混凝土在水中由小型船只将模袋拉开、展布, 潜水员水下固定、干地采用固定桩固定; 混凝土由就近拌和系统拌制, 6m<sup>3</sup> 混凝土搅拌运输车运输至工作面附近, HB30 混凝土泵泵送水下混凝土, 泵送时逐层自下而上充实。

混凝土板厚度 20cm, 采用斜坡滑模浇筑; 格构混凝土直接在边坡上开槽施工。混凝土由就近拌和系统供应, 6m<sup>3</sup> 混凝土搅拌运输车运输至工作面附近, 溜槽入仓, 插入式振捣器振捣, 人工抹面。

桩基采用 CZ-20 冲击钻机造孔, 泥浆护壁, 成孔后水下直升导管法浇筑混

凝土。待桩体验收合格后进行桩顶平台清除，并进行桩顶混凝土挡墙混凝土浇筑施工。混凝土由就近拌和系统供应， $6\text{m}^3$ 混凝土搅拌运输车运输至工作面附近，溜槽入仓，插入式振捣器振捣。

装配式重力挡墙在预制厂预制后，由 20~25t 载重车运输至工作面附近，再由 25t 汽车吊吊装就位。

堤防基础清理采用 74kW 推土机推运 50m， $3\text{m}^3$ 挖掘机挖装，20t 自卸汽车运输至堆料场。堤身填筑土方利用开挖料，从临时堆料场回采， $2\sim 4\text{m}^3$ 挖掘机装 20~25t 自卸汽车运输，74kW 推土机平料，14t 凸块碾压实。堤顶防浪墙混凝土由就近拌和系统供应， $6\text{m}^3$ 混凝土搅拌运输车运输至工作面附近，溜槽入仓，插入式振捣器振捣。堤顶沥青混凝土就近采用沥青拌和系统拌制，15~20t 自卸汽车运输，沥青摊铺机摊铺。护坡混凝土施工同航道护坡混凝土施工。

航道段跌水混凝土由就近拌和系统供应， $6\text{m}^3$ 混凝土搅拌运输车运输至工作面附近，25t 汽车吊吊  $1\text{m}^3$ 混凝土罐入仓浇筑，插入式振捣器振捣。

#### 4、航道锚地与服务区施工

航道在马道枢纽上游、青年枢纽下游设有锚地区和航道服务区，主要施工项目有素混凝土回填、C15 罐砌块石及现浇混凝土。

垫层混凝土就近由拌和系统供应，20t 自卸汽车运输至工作门，直接入仓，插入式或平板式振捣器振捣。

C15 罐砌块石利用开挖石料， $2\text{m}^3$ 挖掘机装 15t 自卸汽车运输，直接卸入仓面， $1\text{m}^3$ 挖掘机辅助铺填。混凝土由拌和系统拌制，20t 自卸汽车运输至工作门附近，转溜槽入仓，局部配合插入式振捣器振捣密实。

现浇混凝土就近由混凝土拌合系统拌制，20t 自卸汽车运输至工作面附近，卸入  $3\text{m}^3$ 卧罐，QUY50 汽车吊吊  $3.0\text{m}^3$ 卧罐入仓，插入式振捣器振捣密实。

#### 5、取水口影响段施工措施

航道沿线现有取水口 5 处，分别为灵山县旧州镇西屯江饮用水源取水口、灵山县陆屋镇陆源自来水厂取水口、钦北区平吉镇钦江饮用水源取水口、钦州市开投水务有限公司钦江饮用水水源取水口，除灵山县陆屋镇陆源自来水厂取水口位于航道与钦江交叉处位于取水口下游 3.2km，不影响取水，剩余几个取水口附近航道施工均会对取水造成不同程度的影响。

根据各取水口条件，施工期间，具备条件的取水口应优先采用备用水源临时供水。不具备备用水源临时供水条件的取水口影响范围内航段施工时，根据取水水质与水量要求，结合环保要求，取水口上游 1km、下游 500m 航道的施工须采取环保疏浚开挖措施。结合各取水口所处位置，结合航道段的施工工艺和方法，各取水口段施工方法如下表 3.2.3-8。



表 3.2.3-8 取水口段环保施工方法与措施表

取水口位置	对应航道桩号	环保清淤范围		施工工艺与方法
		起始桩号	终止桩号	
灵山县旧州镇西屯江饮用水源取水口	K036+200	K032+200	K037+200	采用左、右岸分期实施，预留施工围堰采取水下施工方式。干地施工，土方直接采用挖掘机开挖，石方采用钻爆后挖掘机开挖。水下施工，采用 4~8m <sup>3</sup> 封闭式抓斗式挖泥船水下直接开挖土方，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m <sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场；石方采用炸礁船上的潜孔钻机钻孔，炸礁后 4~8m <sup>3</sup> 封闭式抓斗式挖泥船水下清渣，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m <sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场；
钦北区平吉镇钦江饮用水源取水口	K78+500	K074+500	K078+500	航道与钦江的交汇处与取水口上、下游的距离分别为 1.05km、1.3km，下游施工工期不影响取水。水上土方采用 3m <sup>3</sup> 挖掘机直接开挖，20~25t 自卸汽车运输；石方采用深孔梯段爆破，YQ150 型潜孔钻机造孔，3m <sup>3</sup> 挖掘机装渣，20~25t 自卸汽车运输；水下土方采用带防护罩的链斗式挖泥船（铭牌 750m <sup>3</sup> /h）直接开挖，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m <sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场；石方采用炸礁船上的潜孔钻机钻孔，炸礁后 4~8m <sup>3</sup> 封闭式抓斗式挖泥船水下清渣，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m <sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场；
钦南区久隆镇饮用水取水口	K92+200	K088+200	K093+200	水上土方采用 3m <sup>3</sup> 挖掘机直接开挖，20~25t 自卸汽车运输；石方采用深孔梯段爆破，YQ150 型潜孔钻机造孔，3m <sup>3</sup> 挖掘机装渣，20~25t 自卸汽车运输；水下土方采用带防护罩的链斗式挖泥船（铭牌 750m <sup>3</sup> /h）直接开挖，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m <sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场；石方采用炸礁船上的潜孔钻机钻孔（150 型），炸礁后 4~8m <sup>3</sup> 封闭式抓斗式挖泥船水下清渣，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m <sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场；
钦州市开投水务有限公司钦江饮用水源取水口	K99+200	K095+200	K099+650	水上土方采用 3m <sup>3</sup> 挖掘机直接开挖，20~25t 自卸汽车运输；石方采用深孔梯段爆破，YQ150 型潜孔钻机造孔，3m <sup>3</sup> 挖掘机装渣，20~25t 自卸汽车运输；水下土方采用带防护罩的链斗式挖泥船（铭牌 750m <sup>3</sup> /h）直接开挖，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m <sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场；石方采用炸礁船上的潜孔钻机钻孔（150 型），炸礁后 4~8m <sup>3</sup> 封闭式抓斗式挖泥船水下清渣，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m <sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场；

## 6、邻近建筑物施工措施

航道沿线经过多个村庄，桩号 K102+200~110+200 段钦江两岸为钦州城区段。桩号 K20+000~K34+600 段，航道沿黎钦铁路东侧布置，航道中心线与铁路的水平距离为 155~1400m，航道开口线与铁路的水平距离为 50~1050m，本段航道主要以陆地明挖施工为主，局部分期实施段采用纵向围堰进行水下施工。航道段下部石方开挖主要为强风化中软岩、软岩，中风化中硬岩，陆上石方主要采用深孔梯段爆破开挖施工，水下石方采取炸礁方式爆破。按《水运工程爆破技术规范》（JTJ204-2008）计算不同建筑物在不同安全距离条件下一次起爆药量如下表 12.1.1-14。结合爆破安全距离分析和可能产生的影响，对黎钦铁路桩号 K20+900~K21+300、K25+500~K26+000 段需采取较严格的控制爆破措施进行水上和水下石方爆破；新福镇附近（桩号 K18+800~K20+000）房屋比较集中，也需采取严格的爆破措施进行石方开挖；钦州城区段属于城区段，对水上石方采用液压破碎锤破碎、水下石方采用重型绞吸式挖泥船配合水下液压破碎锤进行水下石方开挖。

### 3.2.3.4 改造引水工程施工

#### 1、引郁入钦工程进水口改造

引郁入钦工程进水口改造包括新建进水口及引水隧洞，主要施工项目包括进口石方开挖、进口塔架混凝土浇筑、洞身开挖与混凝土衬砌等。

由于引水洞洞长约 3.0km，末端与现有隧洞相接，仅有进口一个工作面，考虑施工度汛与施工工期因素，隧洞施工在桩号 K2+000 处布置一施工支洞，作为洞身开挖与支护施工通道。支洞长约 450m，综合纵坡 5%，城门洞型，断面尺寸为 4.5m×5.0m。洞口开挖量 1547m<sup>3</sup>，洞挖量 9113 m<sup>3</sup>。

进口石方开挖采用手风钻配合 YQ-100 型潜孔钻钻爆 2m<sup>3</sup> 挖掘机装 15t 自卸汽车运渣料至堆料场。洞身石方采用全断面钻爆法开挖，人工手风钻钻孔，0.8m<sup>3</sup> 扒渣机装 5t 农用机车运输至堆料场。

进口混凝土采用组合钢模立模浇筑，由邻近混凝土拌合系统拌制，6m<sup>3</sup> 混凝土搅拌运输车运输至工作面附近，转 3m<sup>3</sup> 混凝土立罐，20/25t 塔吊吊混凝土罐入仓，插入式振捣器振捣密实。洞身混凝土采用全断面钢模台车施工，混凝土由拌合系统拌制，6m<sup>3</sup> 混凝土搅拌运输车运输至洞口，HB60 混凝土泵泵送入仓，附

着式振捣器振捣。

隧洞回填灌浆通过预留孔灌浆，BW150 灌浆泵灌浆。

## 2、青年枢纽引水干渠改造

青年枢纽引水干渠改造包括东干渠和西干渠改造，主要施工内容包括土石方明挖、石方洞挖，洞身混凝土衬砌，进出口及渠道混凝土衬砌等。

土方直接采用 2m<sup>3</sup> 挖掘机装 15t 自卸汽车运输至堆料场。石方自上而下分层爆破开挖，采用手风钻配合 YQ-100 型潜孔钻钻爆，2m<sup>3</sup> 挖掘机装 15t 自卸汽车运渣料至堆料场。隧洞洞身石方采用全断面钻爆法开挖，人工手风钻钻孔，0.4m<sup>3</sup> 扒渣机装 1.0m<sup>3</sup> 农用机车运输至堆料场。

进出口及渠道混凝土采用组合钢模立模浇筑，由拌合系统拌制，6m<sup>3</sup> 混凝土搅拌运输车运输至工作面附近，转 3m<sup>3</sup> 混凝土立罐，20/25t 塔吊吊混凝土罐入仓，插入式振捣器振捣密实。隧洞洞身混凝土采用全断面钢模台车施工，混凝土由拌合楼拌制，6m<sup>3</sup> 混凝土搅拌运输车运输至洞口，HB60 混凝土泵泵送入仓，附着式振捣器振捣密实。

隧洞回填灌浆通过预留孔灌浆，BW150 灌浆泵灌浆。

### 3.2.3.5 桥梁工程施工

#### 1、老桥拆除方案

(1) 原桥梁为市政桥梁，穿过桥上、桥下的各种管线报相关单位先行拆除。

(2) 采用吊机或浮吊船从主桥跨中向两侧分块切割，调运到指定位置，直至主桥拆除完毕。

(3) 分跨拆除引桥。

(4) 拆除两岸引道。

#### 2、新桥建设方案

##### (1) 北环路跨江桥

主桥采用悬臂施工，引桥采用预制安装。

引桥的施工流程为：平整场地，钻孔灌注桩施工，系梁施工，墩柱施工，盖梁施工，吊装 PC 预制小箱梁，张拉负弯矩束，湿接缝施工，体系转换，桥面系施工。

##### (2) 永福大桥（钦江二桥）

下承式钢管混凝土系杆拱采用缆索节段吊装，PC 预制小箱梁采用架桥机安装，现浇箱梁采用支架现浇。

### （3）子材大桥

引桥箱梁采用支架现浇、60m 钢箱梁采用架桥机安装，主桥主梁采用支架现浇。引桥的施工流程为：平整场地，钻孔灌注桩施工，系梁施工，墩柱施工，盖梁施工，施工箱梁。

### （4）南珠大街跨江大桥

引桥采用支架现浇，主桥采用悬臂施工。

引桥的施工流程为：平整场地，钻孔灌注桩施工，系梁施工，墩柱施工，现浇箱梁。

### （5）金海湾大桥（钦江三桥）、横州市新福镇三阳桥、沙坪河大桥

引桥采用预制安装，主桥采用悬臂施工。

引桥的施工流程为：平整场地，钻孔灌注桩施工，系梁施工，墩柱施工，盖梁施工，吊装 PC 预制小箱梁，张拉负弯矩束，湿接缝施工，体系转换，桥面系施工。

## 3、存续桥梁防护方案研究

### （1）六钦高速钦江特大桥

六钦高速钦江特大桥，设计时，考虑了航道整治对其基础的影响，设置了挡墙，挡墙采用扩大基础，底标高 8m，落于中风化砂岩和中风化泥质砂岩，设计航道底标高 2.6m，航道低标高为自然河流航道开挖对挡墙基础影响有限。因此，本次研究对其挡墙采取防护加固措施。

为确保挡墙对桥梁基础的防护效果，对挡墙进行改建，改建形式为桩接挡墙，桩基础直径采用 D120cm，桩长 15m，间距 4m。

### （2）沿海铁路钦江双线特大桥

钦江双线特大桥基础为桩基础，桩顶标高 8m，桩底标高-15m，设计航道底标高-6.52m，航道开挖对桩基础会产生一定影响，需对其基础进行防护。

咬合桩是相邻混凝土排桩间部分圆周相嵌，并于后序次相间施工的桩内置入钢筋笼，使之形成具有良好防渗作用的整体连续防水、挡土围护结构。如下图所示。

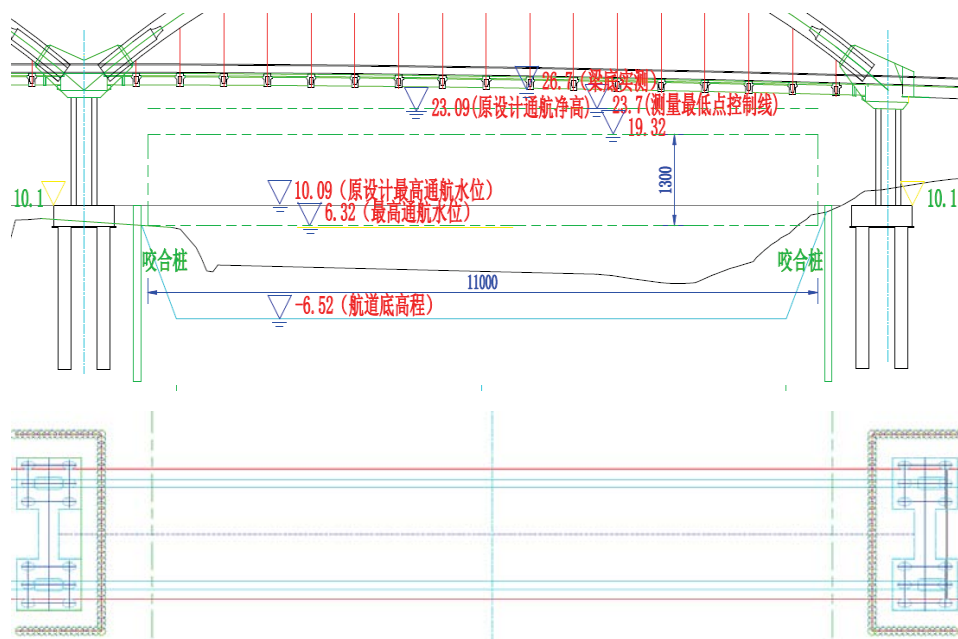


图 3.2.3-1 桥梁工程施工断面图

### 3.2.4 施工总布置

#### 3.2.4.1 枢纽工程施工总布置

每个枢纽单独设施枢纽区施工工区和料场区施工工区。枢纽区主要施工工厂设施包括混凝土拌和系统、综合加工厂、机械设备修配厂和金属结构拼装厂等。料场区主要施工工厂设施为砂石料加工系统。

3 个枢纽工程各工区内均设置施工营地，为施工期办公、生活服务。马道枢纽工程高峰施工人数约 4200 人，施工营地建筑面积 4.2 万  $m^2$ ，占地面积 8.4 万  $m^2$ ；企石枢纽工程高峰施工人数约 3500 人，施工营地建筑面积 3.5 万  $m^2$ ，占地面积 7.0 万  $m^2$ ；青年枢纽工程高峰施工人数约 4200 人，施工营地建筑面积 4.2 万  $m^2$ ，占地面积 8.4 万  $m^2$ 。

表 3.2.4-1 枢纽工程施工工厂设施规模表

序号	位置	项目	生产能力	建筑面积 ( $m^2$ )	占地面积 ( $m^2$ )
1	马道	混凝土拌和系统	530 $m^3$ /h	1500	30000
2		钢筋加工厂	200t/班	6000	25000
3		木材加工厂	25 $m^3$ /班	400	6000
4		混凝土预制厂	25 $m^3$ /班	400	6000
5		金属结构、机电设备拼装场		800	10000
6		机械修配厂		1500	15000

序号	位置	项目	生产能力	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	占地面积 (m <sup>2</sup> )	
7		汽车停放保养厂		800	18000	
8		施工供风		600	3000	
9		施工供水		1800	8000	
10		施工供电		1000	3500	
11		综合仓库		28000	56000	
12		加油站		1000	6000	
13		炸药库		2000	8000	
14		施工生活区	4200 人	42000	84000	
15		小 计		87800	278500	
16		企石	混凝土拌和系统	520m <sup>3</sup> /h	1500	30000
17			钢筋加工厂	530m <sup>3</sup> /h	5500	25000
18			木材加工厂	200t/班	400	6000
19			混凝土预制厂	25m <sup>3</sup> /班	350	5500
20			金属结构、机电设备拼装场		800	10000
21			机械修配厂		1300	13000
22	汽车停放保养厂			700	16000	
23	施工供风			1200	3000	
24	施工供水			1600	8000	
25	施工供电			800	4000	
26	综合仓库			25000	50000	
27	加油站			800	5000	
28	炸药库			1200	4800	
29	施工生活区		3500 人	35000	70000	
30	小 计			76150	250300	
31	青年	混凝土拌和系统	420m <sup>3</sup> /h	1500	30000	
32		钢筋加工厂	150t/班	6800	28000	
33		木材加工厂	17m <sup>3</sup> /班	500	7500	
34		混凝土预制厂	17m <sup>3</sup> /班	450	6800	
35		金属结构、机电设备拼装场		800	10000	
36		机械修配厂		1300	13000	
37		汽车停放保养厂		700	16000	
38		施工供风		1200	3000	
39		施工供水		1600	8000	
40		施工供电		1000	5000	
41		综合仓库		25000	50000	
42		加油站		800	5000	
43		炸药库		900	3600	
44		施工生活区	4200 人	42000	84000	
45		小 计		84550	269900	
46	料场区	砂石料加工系统	4200t/h	4000	232090	
47		施工生活区	2000 人	20000	40000	
48		小 计		24000	272090	
49	合计			272500	1070790	

### 3.2.4.2 航道工程施工总布置

根据航道条件，将运河总体线路划分为沙坪河段、分水岭段、钦江干流段和入海口段线路 4 个区段。综合考虑土石方工程量、运河线路长度、工程占地和拆迁面积等因素，航道线路分为 4 个区段线路总长度约 135km，采取运河开挖、疏浚、裁弯取直等工程措施进行整治以满足通航标准。

根据施工区的划分并结合施工总布置原则、场内外交通条件，航道工程各施工区施工设施布置于工程沿线，共设置 22 个工区和 20 座临时码头，在每个施工区分别布置有施工工厂、施工营地、渣场、临时道路等。鉴于本工程混凝土以及砂浆用量很少，考虑混凝土的拌制采用  $0.5\text{m}^3$  的搅拌机在营地内进行，即可满足施工要求。

平陆运河航道工程共设置 22 个施工生产生活区，各工区内均设置施工营地，为施工期办公、生活服务。主干线工程高峰施工人数约 20000 人，施工工厂生活区建筑面积 29.22 万  $\text{m}^2$ ，占地面积 73.05 万  $\text{m}^2$ 。

表 3.2.4-2 平陆运河航道工程施工工厂设施表

序号	项目	综合加工工厂		机械停放场		管理及生活用房		施工仓库		小计	
		建筑面积 (m <sup>2</sup> )	占地面积 (m <sup>2</sup> )	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	占地面积 (m <sup>2</sup> )	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	占地面积 (m <sup>2</sup> )	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	占地面积 (m <sup>2</sup> )	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	占地面积 (m <sup>2</sup> )
1	1#施工区	384	960	576	1440	5840	14600	1200	3000	8000	20000
2	2#施工区	163	408	245	612	2482	6205	510	1275	3400	8500
3	3#施工区	163	408	245	612	2482	6205	510	1275	3400	8500
4	4#施工区	384	960	576	1440	5840	14600	1200	3000	8000	20000
5	5#施工区	163	408	245	612	2482	6205	510	1275	3400	8500
6	6#施工区	384	960	576	1440	5840	14600	1200	3000	8000	20000
7	7#施工区	384	960	576	1440	5840	14600	1200	3000	8000	20000
8	8-1#施工区	432	1080	648	1620	6570	16425	1350	3375	9000	22500
	8-2#施工区	432	1080	648	1620	6570	16425	1350	3375	9000	22500
9	9#施工区	864	2160	1296	3240	13140	32850	2700	6750	18000	45000
10	10#施工区	864	2160	1296	3240	13140	32850	2700	6750	18000	45000
11	11#施工区	864	2160	1296	3240	13140	32850	2700	6750	18000	45000
12	12#施工区	864	2160	1296	3240	13140	32850	2700	6750	18000	45000
13	13#施工区	864	2160	1296	3240	13140	32850	2700	6750	18000	45000
14	14#施工区	864	2160	1296	3240	13140	32850	2700	6750	18000	45000
15	15#施工区	864	2160	1296	3240	13140	32850	2700	6750	18000	45000
16	16#施工区	864	2160	1296	3240	13140	32850	2700	6750	18000	45000
17	17#施工区	864	2160	1296	3240	13140	32850	2700	6750	18000	45000
18	18#施工区	864	2160	1296	3240	13140	32850	2700	6750	18000	45000
19	19#施工区	864	2160	1296	3240	13140	32850	2700	6750	18000	45000
20	20#施工区	864	2160	1296	3240	13140	32850	2700	6750	18000	45000
21	21#施工区	384	960	576	1440	5840	14600	1200	3000	8000	20000
22	22#施工区	384	960	576	1440	5840	14600	1200	3000	8000	20000
	合计	14026	35064	21038	52596	213306	533265	43830	109575	292200	730500



### 3.2.5 土石方平衡

枢纽工程土方开挖共计 7376.7 万  $m^3$  (自然方), 其中马道枢纽 4135.6 万  $m^3$ , 企石枢纽 1362.1 万  $m^3$ , 青年枢纽 1879.0 万  $m^3$ ; 石方开挖共计 6524.9 万  $m^3$  (自然方), 其中马道枢纽 2532.1  $m^3$ , 企石枢纽 1275.7 万  $m^3$ , 青年枢纽 2717.0 万  $m^3$ ; 土方填筑量共计 139.9 万  $m^3$  (压实方), 其中马道枢纽 36.3  $m^3$ , 企石枢纽 37.6 万  $m^3$ , 青年枢纽 66 万  $m^3$ ; 石方填筑量共计 712.6 万  $m^3$  (压实方), 其中马道枢纽 555.2  $m^3$ , 企石枢纽 96.5 万  $m^3$ , 青年枢纽 61.0 万  $m^3$ 。围堰黏土填筑料 22.3 万  $m^3$  (压实方), 戗堤料、堰体料及护坡料等共计 3.4 万  $m^3$  (压实方), 可直接或间接利用主体工程开挖料。经平衡后不能利用的弃方约折合松方 18828.9 万  $m^3$  运往渣场。另, 料场剥离料和砂石加工弃料共计松方 709.2 万  $m^3$  运往料场渣场。

平陆运河航道工程长度约 140km, 部分区段为分水岭地带开凿为河道, 因此本工程土石方开挖量巨大, 但土石方填筑利用量较小, 根据土石方平衡结果, 本工程中土石方开挖总量约 3.38 亿  $m^3$  (自然方), 土石方回填利用量约 364.4 万  $m^3$  (实方), 总弃渣约 4.12 亿  $m^3$  (松方)。

### 3.2.6 堆料场规划

本工程共开挖土石方 3.38 亿  $m^3$  (自然方), 其中水下开挖土方 5722.1 万  $m^3$  (自然方), 水下开挖石方 4254.3 万  $m^3$ , 陆上土方开挖 1.02 亿  $m^3$ , 陆上石方开挖 1.36 亿  $m^3$ 。水下土方开挖采用挖泥船疏浚开挖的方式, 水下石方开挖采用炸礁后挖泥船清渣的方式; 陆上开挖采用干地施工, 挖掘机开挖, 自卸车运输的方式。

本工程在运河沿线共规划了堆存场地共计 195 处, 其中陆上弃土场 186 个, 中转堆存场 9 处, 原河道回填 21 处以及海上倾倒地 2 处作为弃渣利用回填区, 占地面积 12.43 万亩, 共堆存土石方 4.13 亿  $m^3$  (松方)。

表 3.2.6-1 平陆运河渣场特性表

序号	堆料场	占地面积 (万 m <sup>2</sup> )	堆料场容量 (万 m <sup>3</sup> )	施工期堆存 量 (万 m <sup>3</sup> )	备注
1	1#周转堆料场	4.47	13.42		
2	2#周转堆料场	15.70	47.10		
3	3#周转堆料场	8.32	24.95		
4	4#周转堆料场	3.52	10.57		
5	5#周转堆料场	1.88	5.63		
6	6#周转堆料场	9.52	28.55		
7	7#周转堆料场	2.80	8.41		
8	8#周转堆料场	5.01	34.44		
9	9#周转堆料场	3.96	11.87		
10	1#堆料场	11.36	90.16	49.24	
11	2#堆料场	22.66	186.95	126.95	
12	3#堆料场	33.36	733.92	203.90	
13	4#堆料场	18.56	363.38	201.90	
14	5#堆料场	21.86	211.42	40.16	
15	6#堆料场	77.1	462	200	
16	7#堆料场	9.91	163.52	163.52	
17	8#堆料场	4.87	66.96	66.96	
18	9#堆料场	128.35	1000.00	265.90	
19	10#堆料场	7.08	59.83	59.83	
20	11#堆料场	4.67	39.46	39.46	
21	12#堆料场	32.97	278.60	278.60	
22	13#堆料场	53.45	772.80	298.80	
23	14#堆料场	14.57	256.55	100.00	
24	15#堆料场	13.70	160.29	160.30	
25	16#堆料场	14.19	166.02	100.00	
26	17#堆料场	35.07	219.19	71.80	
27	18#堆料场	20.18	130.00	130.00	
28	19#堆料场	37.96	947.74	947.74	
29	20#堆料场	37.28	504.80	504.80	

序号	堆料场	占地面积 (万 m <sup>2</sup> )	堆料场容量 (万 m <sup>3</sup> )	施工期堆存 量 (万 m <sup>3</sup> )	备注
30	21#堆料场	14.57	234.29	234.29	
31	22#堆料场	22.17	220.51	220.51	
32	23#堆料场	23.44	512.09	512.09	
33	24#堆料场	21.41	257.44	257.44	
34	25#堆料场	7.83	83.84	83.84	
35	26#堆料场	10.21	276.79	276.79	
36	27#堆料场	4.40	115.64	115.64	
37	28#堆料场	14.26	206.13	206.13	
38	29#堆料场	22.49	446.96	446.96	
39	30#堆料场	15.08	210.14	210.14	
40	31#堆料场	15.31	236.53	236.53	
41	32#堆料场	12.57	186.88	186.88	
42	33#堆料场	10.53	400	400	
43	34#堆料场	13.73	145.18	145.18	
44	35#堆料场	4.97	51.99	51.99	
45	36#堆料场	8.72	125.63	125.63	
46	37#堆料场	19.66	245.56	245.56	
47	38#堆料场	11.32	182.09	182.09	
48	39#堆料场	29.83	690.33	690.33	
49	40#堆料场	18.11	249.70	249.70	
50	41#堆料场	19.84	130.95	130.95	
51	42#堆料场	27.72	499	499	
52	43#堆料场	19.81	174	174	
53	44#堆料场	47.16	849	849	
54	45#堆料场	13.14	464.59	464.59	
55	46#堆料场	34.65	332.86	332.86	
56	47#堆料场	17.04	361.86	361.86	
57	48#堆料场	7.81	164.69	164.69	
58	49#堆料场	8.16	85.31	85.31	
59	50#堆料场	17.18	212.91	212.91	

序号	堆料场	占地面积 (万 m <sup>2</sup> )	堆料场容量 (万 m <sup>3</sup> )	施工期堆存 量 (万 m <sup>3</sup> )	备注
60	51#堆料场	11.26	86.69	86.69	
61	52#堆料场	8.52	208.59	208.59	
62	53#堆料场	14.86	146.81	146.81	
63	54#堆料场	6.62	199	199	
64	55#堆料场	15.96	287	287	
65	56#堆料场	32.6	489	489	
66	57#堆料场	67.49	439	439	
67	58#堆料场	6.26	149.20	149.20	
68	59#堆料场	57.47	862	713	
69	60#堆料场	44.26	531	531	
70	61#堆料场	20.95	153	153	
71	1#原河道回填		0.57	0.57	
72	2#原河道回填		0.40	0.40	
73	3#原河道回填		10.40	10.40	
74	4#原河道回填		1.13	1.13	
75	5#原河道回填		0.72	0.72	
76	6#原河道回填		4.50	4.50	
77	62#堆料场	12.73	127	127	
78	63#堆料场	18.92	378	378	
79	64#堆料场	18.57	371	371	
80	65#堆料场	36.68	855.53	855.53	
81	66#堆料场	22.74	91	91	
82	67#堆料场	7.77	41	41	
83	68#堆料场	7.07	66	66	
84	69#堆料场	10.51	131	131	
85	7#原河道回填		20.00	20.00	
86	8#原河道回填		6.80	6.80	
87	9#原河道回填		4.05	4.05	
88	10#原河道回填		8.64	8.64	
89	11#原河道回填		11.04	11.04	

序号	堆料场	占地面积 (万 m <sup>2</sup> )	堆料场容量 (万 m <sup>3</sup> )	施工期堆存 量 (万 m <sup>3</sup> )	备注
90	12#原河道回填		9.60	9.60	
91	13#原河道回填		6.19	6.19	
92	70#堆料场	8.01	52	52	
93	71#堆料场	12.48	81	81	
94	72#堆料场	15.33	215	215	
95	73#堆料场	43.01	516	516	
96	74#堆料场	74.77	373	373	
97	75#堆料场	21	104	104	
98	76#堆料场	89.83	1279	1279	
99	77#堆料场	20.09	86	86	
100	78#堆料场	57.56	316	316	
101	79#堆料场	88.99	463	463	
102	80#堆料场	34.43	179	179	
103	81#堆料场	31.04	103.20	103.20	
104	82#堆料场	17.18	226.17	226.17	
105	83#堆料场	46.58	334.24	334.24	
106	84#堆料场	71.9	467	467	
107	85#堆料场	75.85	400	400	
108	86#堆料场	64.95	277	277	
109	87#堆料场	53.86	228	228	
110	88#堆料场	8.67	57.89	57.89	
111	89#堆料场	11.84	51.01	51.01	
112	90#堆料场	3.06	21.41	21.41	
113	91#堆料场	5.65	31.50	31.50	
114	92#堆料场	6.41	46.57	46.57	
115	93#堆料场	27.24	95.36	95.36	
116	94#堆料场	41.37	144.79	144.79	
117	95#堆料场	32.85	133	133	
118	96#堆料场	24.17	102	102	
119	97#堆料场	39.85	168	168	

序号	堆料场	占地面积 (万 m <sup>2</sup> )	堆料场容量 (万 m <sup>3</sup> )	施工期堆存 量 (万 m <sup>3</sup> )	备注
120	98#堆料场	4.60	34.62	34.62	
121	99#堆料场	5.67	36.09	36.09	
122	100#堆料场	78.87	178	178	
123	101#堆料场	6.69	30	30	
124	102#堆料场	12.31	82.18	82.18	
125	103#堆料场	4.02	31.07	31.07	
126	104#堆料场	25.66	178.68	178.68	
127	105#堆料场	23.33	235.89	235.89	
128	106#堆料场	88.66	363	363	
129	107#堆料场	92.13	389	389	
130	108#堆料场	40.90	299.98	299.98	
131	109#堆料场	37.6	159	159	
132	110#堆料场	18.76	56	56	
133	111#堆料场	30.91	131	131	
134	112#堆料场	16.92	149.65	149.65	
135	113#堆料场	3.44	18.20	18.20	
136	14#原河道回填		293.00	293.00	
137	15#原河道回填		124.00	124.00	
138	114#堆料场	15.13	136.10	136.10	
139	115#堆料场	73.16	309	309	
140	116#堆料场	28.20	119	119	
141	117#堆料场	63.13	268	268	
142	118#堆料场	27.68	461.39	461.39	
143	119#堆料场	4.25	15	15	
144	120#堆料场	26.09	107	107	
145	121#堆料场	19.90	306.00	184.00	
146	16#原河道回填		210.00	210.00	
147	17#原河道回填		60.00	60.00	
148	18#原河道回填		12.87	12.87	
149	122#堆料场	33.26	115	115	

序号	堆料场	占地面积 (万 m <sup>2</sup> )	堆料场容量 (万 m <sup>3</sup> )	施工期堆存 量 (万 m <sup>3</sup> )	备注
150	123#堆料场	22.8	94	94	
151	124#堆料场	32.1	135	135	
152	19#原河道回填		88.20	88.20	
153	20#原河道回填		37.00	37.00	
154	125#堆料场	11.26	45.04	45.04	
155	126#堆料场	21.26	87	87	
156	127#堆料场	8.60	34	34	
157	128#堆料场	12.81	48	48	
158	129#堆料场	9.11	35	35	
159	130#堆料场	23.02	69	69	
160	131#堆料场	12.58	177.27	177.27	
161	132#堆料场	19.78	265.34	265.34	
162	133#堆料场	30.08	315.84	315.84	
163	134#堆料场	12.99	174.36	174.36	
164	135#堆料场	29.40	366.69	366.69	
165	136#堆料场	49.85	211	211	
166	21#原河道回填		16.20	16.20	
167	137#堆料场	52.98	226	226	
168	138#堆料场	35.811	145	145	
169	139#堆料场	24.56	252.49	252.49	
170	140#堆料场	53.93	1100.00	1100.00	
171	141#堆料场	12.84	80.00	80.00	
172	142#堆料场	32.07	200.00	200.00	
173	143#堆料场	9.21	40	40	
174	144#堆料场	17.41	100.00	100.00	
175	145#堆料场	47.19	339.78	339.78	
176	146#堆料场	10.55	55.63	55.63	
177	147#堆料场	313.55	3800.00	3765.60	
178	148#堆料场	14.05	68.25	50.00	
179	149#堆料场	103.80	404.82	300.00	

序号	堆料场	占地面积 (万 m <sup>2</sup> )	堆料场容量 (万 m <sup>3</sup> )	施工期堆存 量 (万 m <sup>3</sup> )	备注
180	150#堆料场	110.50	430.95	200.00	
181	151#堆料场	34.80	135.72	100.00	
182	152#堆料场	32.70	127.53	100.00	
183	153#堆料场	12.50	48.75	40.00	
184	154#堆料场	95.70	373.23	240.00	
185	155#堆料场	57.40	223.86	200.00	
186	156#堆料场	26.07	160.00	160.00	钦州恒伟铝材加工项目
187	157#堆料场	32.00	150.00	150.00	广大汽车配件加工基地 项目
188	158#堆料场	5.80	40.00	40.00	大榄坪综合物流加工区 劳动与就业服务中心项 目
189	159#堆料场	33.33	150.00	150.00	桐昆项目配套纳泥区工 程
190	160#堆料场	16.65	110.00	110.00	胜宝旺钦州项目海域吹 填工程
191	161#堆料场	15.20	70.00	70.00	钦州港三墩作业区 2700 亩修复工程
192	162#堆料场	73.76	150.00	150.00	钦州港东航道扩建工程 (一期)吹填区平整工 程一标段围堰工程(钦 州港三墩华南、太平洋、 振兴物流仓储项目)
193	海上倾倒区 A	2100.00	2000.00	583.11	
194	海上倾倒区 B	980.00		460.10	
195	自贸区码头回 填	236.91	2000.00	400.00	
	合计	8284.82	47503.72	41254.70	



### 3.2.7 工程施工占地

枢纽工程包括马道头、企石垌及青年等三级枢纽，枢纽工程施工占地主要包括混凝土拌和系统、施工工厂区、施工生活区以及施工临时道路等；料场区施工占地主要包括料场，砂石加工系统、施工生活区等生产生活区，施工临时道路、渣场等。其中马道枢纽工程施工临时占地约 144.67 万  $m^2$ ，企石枢纽工程施工临时占地约 124.1 万  $m^2$ ，青年枢纽工程施工临时占地约 100.4 万  $m^2$ ，料场区施工临时占地约 152.75 万  $m^2$ 。

航道工程全长约 140km，施工临时占地主要包括施工工厂区、施工生活区、施工临时道路及施工临时码头等。其中施工工厂生活区共计 23 处，占地约 73.05 万  $m^2$ ，施工临时码头共计 20 处，占地约 10 万  $m^2$ ，航道施工临时道路共计 164 条，占地约 597.12 万  $m^2$ ，周转堆存场、陆上堆存场、原河道回填以及海上倾倒区共计 195 处，占地约 8284.82 万  $m^2$ 。

## 3.3 施工进度

平陆运河工程施工总工期为 5 年。准备期工程施工安排在第一年 1 月至 6 月，工期 6 个月，占直线工期 2 个月；主体工程工期从第一年 3 月至第五年 10 月，工期为 56 个月；完建期 2 个月，工程于第五年 12 月底完工。另，筹建期 1 年，不计入总工期。

## 3.4 线路环境比选

### 3.4.1 沙坪河（新福镇）线路比选

#### （1）线路比选方案

对沙坪河段沿线综合分析，里程 K16+600.0~K20+500.0 之间现状河道最小转弯半径 80m，最大转弯半径 300m，河道蜿蜒曲折，并穿越新福镇和沙坪镇之间，属于重点研究区间。因此，选择该区间进行局部线路方案比选。考虑开挖土石方工程量、运河线路长度、工程占地和拆迁面积等因素，初步拟定 4 条线路方案进行方案比选，见图 3.4.1-1 所示。

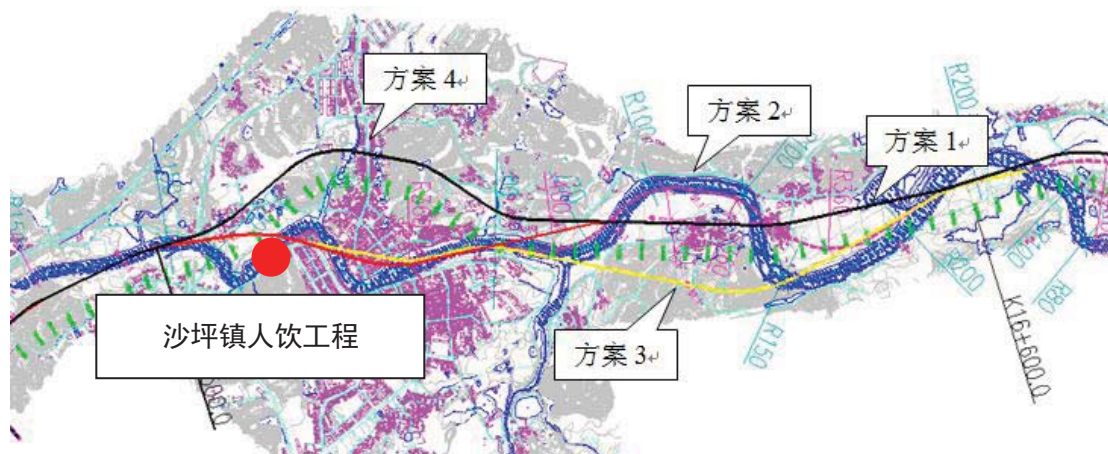


图 3.4.1-1 K16+600.0~K20+500.0 线路方案图

方案 1 考虑航道线路通航的顺直便利性，将沙坪河裁弯取直，连接上下游两端河道；方案 2 考虑充分利用现有河道，将航道转弯半径缩小至 360m，为保证行船安全，将航道宽度进行局部加宽；考虑方案 2 航行条件差，线路里程长，通航效率低，方案 3 考虑利用部分现有河道，并将弯曲段河道进行裁弯取直。考虑前 3 个方案都会对沙坪镇和新福镇产生较大的搬迁移民，而且两个镇均是人口聚集镇，拆迁社会影响巨大，因此，方案 4 考虑绕新福镇线路方案。

经过综合计算分析，具体方案对比因素详见表 3.4.1-1 所示。

表 3.4.1-2 K16+600.0~K20+500.0 线路方案对比因素

里程桩号	项目	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4
K16+600.0 ~K20+500.0	土石方 (万 m <sup>3</sup> )	468.3	430.5	682.0	690.5
	线路长度 (m)	3400	3589	3498	3557
	工程占地面积 (万 m <sup>2</sup> )	46.1	44.6	50.8	61.1
	拆迁量 (万 m <sup>2</sup> )	23.8	22.5	21.1	10.0
	影响人口	3058	1816	1531	1308
	限制敏感点	沙坪镇、新福镇	沙坪镇、新福镇	沙坪镇、新福镇	新福镇
	航道线路特点	线路里程短且顺直，移民搬迁量稍大	连续弯道，航行条件较差	开挖量及占地最大	开挖量及占地最大，移民搬迁最小
	结论	不推荐	不推荐	不推荐	<b>推荐</b>

## (2) 线路方案环境比选

该段线路 4 个比选方案均不占用生态保护红线。从上表可知，4 个方案在土石方开挖量方面，方案 3、4 较方案 1 和方案 2 增加近 50%；在线路长度方面，

方案 1 线路长度最短，为 3400m，方案 2 的线路长度最长，为 3589m；在工程占地和拆迁量方面，方案 1 较方案 2 稍大，差距 5.8%；在征地拆迁方面，方案 4 拆迁量最小。

方案 1、2、3 穿越沙坪镇人饮工程，且航道穿越沙坪镇和新福镇，运行期，航道船舶噪声会对新福镇、沙坪镇产生较大影响。为此，从环境保护角度，推荐线路方案 4。

### 3.4.2 分水岭段线路比选

#### （1）线路比选方案

从七里村至马道头之间是分水岭山脊，是分水岭段关键控制线路，如下图所示。分水岭山脊段通过分析该区间地形、地质条件及以尽量减少开挖量和征地拆迁为原则，此区间航道线路可以考虑如下两个线路方案进行研究：

**方案 1（出水坳线路）：**由七里村沿地势较低处，在金塘东侧穿越 X298 道路至 X304 道路，顺 X304 道路走向，经过牛营、新农村，经石桥至马道头进入旧州江，此段线路长度约 6.5km，分水岭高程约为 70~145m。

**方案 2（冲顶派线路）：**由七里村沿地势较低处，在金塘北侧穿越黎钦铁路，经稔子岭、关坪岭，平行黎钦铁路线，穿越冲顶派，跨过黎钦铁路，过大山村、大科、新塘至马道头，入旧州江，分水岭开挖长度约为 6.5km，分水岭高程约为 70~205m。因线路与黎钦铁路部分相交和重合，需要对黎钦铁路进行改线。该线路几乎平行于六钦高速，航道底边线与六钦高速最近直线距离约 100m，高边坡开挖会影响该高速，因此，需要对六钦高速进行改线。

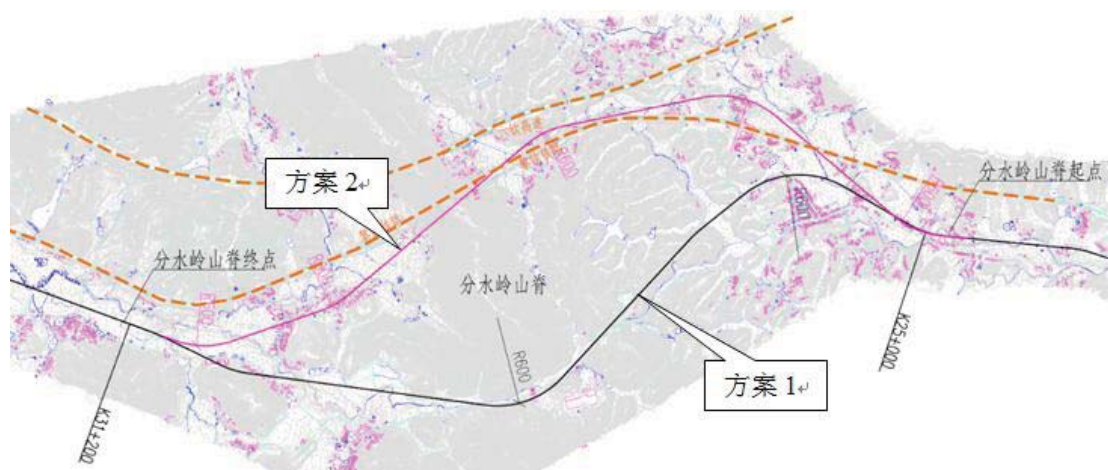


图 3.4.1-2 越岭段线路方案图

表 3.4.1-2 分水岭段线路主要工程特性及比选

区间	里程桩号	项目	方案 1（出水坳线路）	方案 2（冲顶派线路）
分水岭山脊段	K24+800.0~K31+200.0	土石方（万 m <sup>3</sup> ）	3312	3368
		线路长度（m）	6500	6500
		工程占地面积（万 m <sup>2</sup> ）	184.6	154.6
		拆迁量（万 m <sup>2</sup> ）	6.9	11.6
		限制敏感点	经过牛营、新农村等村镇，穿过 5 条电力线路，改建 X298 和 X304 道路，新建桥梁 2 座；需要对黎钦铁路进行改线。	需对黎钦铁路和六钦高速改线。经过 9 处居民聚居地，穿过 7 条电力线路。
		航道线路特点	里程短、线路顺直。	对线路沿线影响较大。
		结论	<b>推荐</b>	不推荐

### （2）线路方案环境比选

上述两条线路均不占用生态保护红线，路线长度一致，方案 1 土石方量比方案 2 小，但方案 1 占地面积大于方案 2，因此 2 个方案从环境保护角度无明显差异。但方案 1 拆迁量小于方案 2，工程实施难度较小。为此，建议推荐方案 1。

## 3.4.3 钦江干流段线路方案比选

### （1）线路比选方案

经过沙坪河段沿线综合分析，里程 K57+500.0~K60+900.0 之间现状河道最小转弯半径 150m，最大转弯半径 350m，河道蜿蜒曲折，六钦高速钦江特大桥横跨现有河道，该桥梁净空尺度为净宽×净高（130m×15.5m），根据航道通航标准，

该桥梁在船舶放到桅杆时满足通航要求，具备不拆除的可能性，属于重点研究区间，选择该区间进行局部线路方案比选。考虑开挖土石方工程量、运河线路长度、工程占地和拆迁面积等因素，初步拟定 4 个线路方案进行方案比选，该区间线路方案图如下图所示。

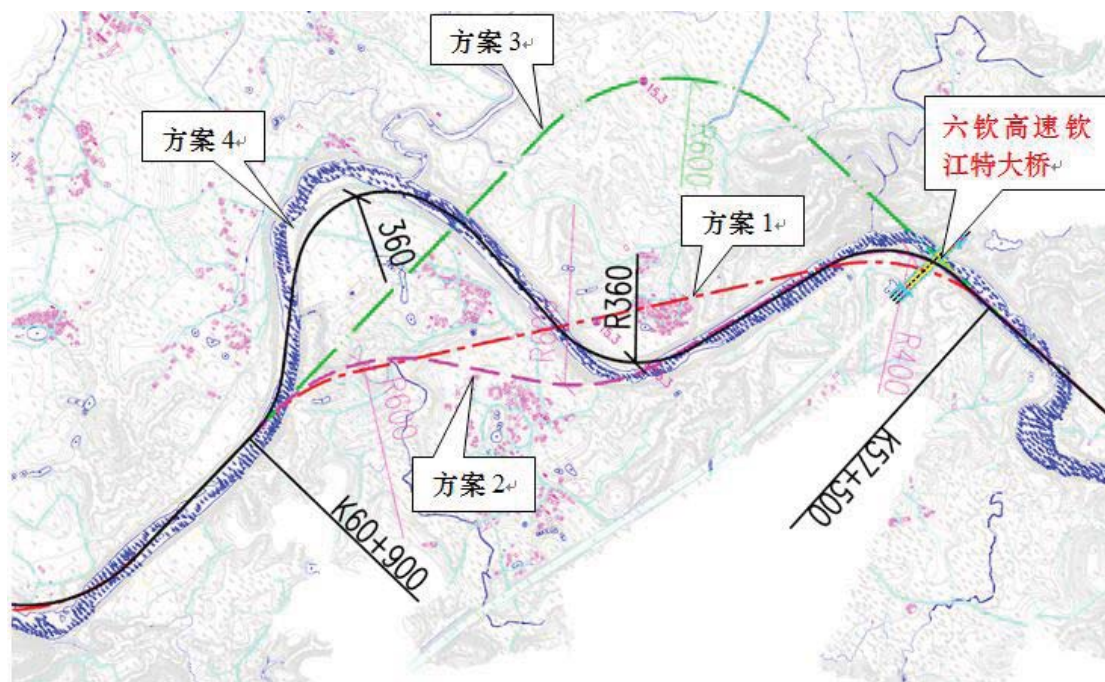


图 3.4.1-3 K57+500.0~K60+900.0 线路方案图

方案 1 考虑航道通航的便利性，按照转弯半径 600m 标准，采用直接将原钦江河道裁弯取直，连接两端河道；方案 2 考虑利用部分现有河道，同时为保护六钦高速钦江特大桥，将桥下航道转弯半径标准变成 400m；方案 3 考虑航道通航的便利性，按照转弯半径 600m 标准，垂直穿越六钦高速钦江特大桥；方案 4 考虑充分利用现有河道，同时保护六钦高速，将航道转弯半径缩小至 360m，为保证行船安全，将航道宽度进行局部加宽。

表 6.1.3.3-2 K57+500.0~K60+900.0 线路方案对比因素

里程桩号	项目	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4
K57+500.0~ K60+900.0	土石方 (万 m <sup>3</sup> )	219.4	193.6	279.3	113.9
	线路长度 (m)	2700	2771	3311	3431
	工程占地面积 (万 m <sup>2</sup> )	37.2	34.5	49.9	35.1
	拆迁量 (万 m <sup>2</sup> )	1.5	1.0	0.1	0.1
	限制敏感点	六钦高速钦江特大桥	六钦高速钦江特大桥	六钦高速钦江特大桥	六钦高速钦江特大桥
	航道线路特点	线路顺直，拆	线路利用部	线路长，开挖	充分利用原

		迁量大，利用原河道较少	分原河道，拆迁量较大	量大，拆迁量较少，利用原河道少	河道
	结论	不推荐	不推荐	不推荐	<b>推荐</b>

### （2）线路方案环境比选

经过综合计算分析，4个方案在土石方开挖量方面，方案4开挖量最少，为113.9万m<sup>3</sup>，方案3由于穿越陆地高山，开挖量最大，为279.3万m<sup>3</sup>；在线路长度方面，方案1线路长度最短，为2700m，方案4的线路长度最长，为3431m；在工程占地方面，方案2工程占地面积最小，为34.5万m<sup>2</sup>，方案3工程占地面积最大，为49.9万m<sup>2</sup>；在拆迁量方面，方案1线路穿越线鸡坪，拆迁量最大，方案4拆迁量最小。

从环境保护角度，4个方案均不占用生态保护红线，方案4土石方量最少，尽可能利用原有河道，对环境的影响较其他方案较小。同时，方案4拆迁量较小，工程实施难度较低。为此，推荐方案4。

## 3.4.4 新鸥鹏白石湖平片区金海湾大桥与兰海高速 G75 之间进行航道线路方案比选

### （1）线路比选方案

经过对入海口航道沿线综合分析，结合钦州市意见，在新鸥鹏白石湖平片区金海湾大桥与兰海高速 G75 之间进行航道线路方案局部比选。根据工程区域现状，本阶段提出三个方案进行比选，具体方案如下：

方案 1：原河道方案。原河道方案在充分利用钦江原河道，减少征地拆迁，对部分航段进行切滩处理，航道最小转弯半径 450m，航道与金海湾大桥、兰海高速 G75 基本正交。

方案 2：裁弯取直方案 1。裁弯取直方案 1 在保证航道与金海湾大桥、兰海高速 G75 基本正交的前提下，为保障航道尽量顺直的情况下，对钦江原河道进行裁弯取直，航道最小转弯半径 600m。

方案 3：裁弯取直方案 2。裁弯取直方案 2 在尽量保证航道顺直的前提下，对钦江原河道进行裁弯取直，航道最小转弯半径 600m，航道与金海湾大桥、兰

海高速 G75 法线的夹角分别为  $10.9^\circ$  和  $9.9^\circ$ 。



图 3.4.4-1 平山岛局部线路比选示意图

#### (2) 线路方案环境比选

从环境角度分析,上述3个方案均不占用生态保护红线。方案1沿用原河道,疏浚量较少,同时不会对原有陆域生态系统进行切割。方案2和方案3对河道进行了裁弯取直,使得景观变得破碎化,也会形成水上孤岛,造成阻隔效应,对陆生生态影响相对较大。同时考虑到方案2和方案3征地拆迁较大,工程施工难度较大,建议推荐方案1。

表 3.4.4-1 新鸥鹏白石湖平片区局部航道方案比选（金海湾大桥~兰海高速 G75）表

项目	单位	方案 1	方案 2	方案 3
总长度	km	5.8	4.9	4.9
疏浚量	万 m <sup>3</sup>	727.97	804.61	849.83
征地拆迁	亿元	2.1	3.9	4.4
移民安置		安置户数较少	安置约 619 人	安置约 641 人
对沿线影响		基本沿原钦江河道，不改变原有格局和交通条件	形成孤岛(约 95 万 m <sup>2</sup> ), 需要解决陆岛交通问题	形成孤岛(约 161 万 m <sup>2</sup> ), 需要解决陆岛交通问题
新建防洪堤		不影响防洪体系, 无需新建防洪堤	需新建防洪堤 3.6km, 需 3960 万	需新建防洪堤 4.6km, 需 5060 万
金海湾大桥	亿元	2.5	2.5	2.9
兰海高速 G75	亿元	4.7	4.7	5.2
投资匡算	亿元	19.57	20.20	21.80
含桥梁投资	亿元	--	25.47	27.07
含隧道投资	亿元	--	27.47	29.07



## 3.5 工程分析

### 3.5.1 水环境

#### 3.5.1.1 施工期

平陆运河工程施工期水污染源主要包括施工生产废水和生活污水。生产废水主要来源于各航道枢纽等的基坑排水、混凝土拌和系统冲洗废水、混凝土养护废水、底泥排泥区退水等；生活污水主要来源于施工期施工人员生活用水。施工期间生产废水污染物以 SS 为主，生活污水以 COD 和 BOD<sub>5</sub> 为主。

##### （1）疏浚炸礁扰动

①沙坪河段邻近中转渣场部位航道水下采用 1720m<sup>3</sup>/h 的绞吸式挖泥船进行水下土方开挖，其余航道水下疏浚段选择 750m<sup>3</sup>/h 链斗式挖泥船疏浚，较窄河段采用 8m<sup>3</sup> 抓斗式挖泥船疏浚，或配合进行水下清渣，吃水 1.5~2.0m，最大挖深 40m，每小时开挖量 400m<sup>3</sup>/h。水下石方选择炸礁船进行水下钻孔爆破，炸礁船上配置 100 或 150 型潜孔钻机，水下爆破后石渣采用链斗式挖泥船或抓斗进行清渣。②钦江干流段水下土方采用 750m<sup>3</sup>/h 链斗式挖泥船或 8m<sup>3</sup> 抓斗式挖泥船水下开挖，水下石方采用液压破碎锤施工后利用 750m<sup>3</sup>/h 链斗式挖泥船或 8m<sup>3</sup> 抓斗式挖泥船进行水下清渣。

750 m<sup>3</sup>/h 链斗式挖泥船疏浚泥沙源强约为 2.8 kg/s，8m<sup>3</sup> 抓斗式挖泥船疏浚泥沙源强约为 1.8 kg/s，1720m<sup>3</sup>/h 绞吸式挖泥船疏浚泥沙源强约为 2.38 kg/s。疏浚炸礁扰动引起 SS 浓度局部升高，根据疏浚、炸礁工程量和施工时间不同，影响时长有所不同，但整体上均为短期影响，疏浚、炸礁施工结束后影响逐渐消失。

##### （2）堆料场等底泥退水

平陆运河工程共计水上疏浚 5722.13 万 m<sup>3</sup>，根据施工组织设计，平陆运河工程共布设堆料场 195 个。由于疏浚底泥含水量较高，堆放期间会产生退水，主要污染物为 SS。参考同类项目环评报告，疏浚底泥含水率在 96%以上，在排泥区堆放经自然干化，含水率可降至 55%左右。经计算可得，平陆运河工程疏浚底泥退水 2346.1 万 m<sup>3</sup>。

##### （3）基坑排水

根据施工组织设计，平陆运河工程涉及马道、企石和青年枢纽 3 个梯级枢纽，其中企石和青年枢纽涉及施工导流，导流工程中，基坑初期涉及土方开挖及填筑，排水中 SS 浓度相对较高；经常性排水主要抽排混凝土养护用水、围堰渗水及雨水和施工用水组成，由于开挖和混凝土浇筑养护，排水中悬浮物含量和 pH 值相对较高，类比同类工程监测结果，经常性排水的悬浮物浓度为 2000mg/L 左右，由于施工混凝土养护废水基本汇入基坑，因此基坑经常性排水 pH 值约为 9~11。

根据《西部陆海新通道（平陆）运河项目建议书环境影响评价专题研究》，单座航运枢纽工程施工期基坑排水约为 7680m<sup>3</sup>/d。

#### （4）混凝土养护及拌和系统废水

平陆运河每个施工区域根据枢纽工程或建筑物砼浇筑量的大小和浇筑强度，选用不同型号拌和站，以及搅拌机拌制熟料。混凝土预制场原则上每个施工区集中布设。上述各混凝土拌合系统将产生冲洗废水，每次冲洗水量为 4~8m<sup>3</sup>，每天冲洗 2 次。冲洗废水 pH 值约为 9~11，废水中悬浮物浓度约 5000mg/L。根据工可报告，混凝土浇筑量为 1008.43 万 m<sup>3</sup>。

养护废水来源于混凝土浇筑过程，平均养护 1m<sup>3</sup> 混凝土约产生 0.35m<sup>3</sup> 碱性废水，预计工程施工过程中共计产生养护废水约 352.95 万 m<sup>3</sup>。混凝土养护废水主要污染物是 SS 和 pH。该废水具有悬浮物浓度高、水量较小，间歇集中排放、穿堤建筑物、跨河桥梁养护废水基本汇流入基坑，一般影响处理工程养护废水基本不形成汇流等特点。

#### （5）含油废水

根据施工组织设计，平陆运河工程施工期间，参与施工的船舶主要是绞吸式挖泥船、链斗式挖泥船、抓斗式挖泥船，共计 38 艘，自航泥驳（1000m<sup>3</sup>）共计 45 艘。船舶含油废水主要来源于船舶机械的润滑油和冷却水，单船油污水产生量约为 0.2m<sup>3</sup>/艘·d，含油浓度 2000~5000mg/L（平均约 3500mg/L），根据油水分离器处理的实际经验分析，处理后含油废水石油类最高浓度不超过 15mg/L。按高峰期时各类船只以 50 艘计，废水排放量为 10.0m<sup>3</sup>/d，经油水分离器处理后，石油类排放量为 150g/d。

#### （6）机械车辆冲洗废水

本工程施工过程中，开挖、混凝土浇筑、基础处理等施工活动中使用的施工

机械和载重汽车会产生冲洗废水，含少量油污，主要产生地是机械汽车停放场。工程施工期间涉及挖掘机、自卸汽车、推土机等施工机械、车辆 4911 台，施工期间将产生机械车辆冲洗废水，分布在各个施工区，石油浓度约为 10mg/L。参考《引江济淮工程环境影响报告书》施工期机械污水产生量，平陆运河工程施工期共产生冲洗废水约 35.38 万 m<sup>3</sup>，施工高峰期单个施工营地冲洗废水产生量约为 1.13 m<sup>3</sup>/d。

### (7) 生活污水

本工程高峰期总上工人数约 28000 人，人均日用水按 100L 计算，排污系数 0.8 计，高峰期生活用水量为 2800 m<sup>3</sup>/d，高峰期生活污水排放量为 2240 m<sup>3</sup>/d。生活污水主要污染物主要污染物为 COD、BOD<sub>5</sub>、氨氮等，生活污水中 COD 浓度在 300mg/L 左右，氨氮浓度在 25mg/L 左右。

### (8) 施工期水污染源汇总

经分析，平陆运河工程施工期间废水排放量和特征污染物详见下表所示。

表 3.5.1-1 平陆运河工程施工期水污染源统计表

废水类型	排放总量（万 m <sup>3</sup> ）	排放量(m <sup>3</sup> /d)	特征污染物	排放特征
底泥退水	2346.1	—	SS	分散、间歇排放
基坑排水	1.54	56.8	SS, pH	分散、间歇排放
混凝土养护废水	352.95	1633.8	SS, pH	分散、间歇排放
机械车辆冲洗废水	35.38	163.6	SS	分散、间歇排放
船舶废水	1.1	10	石油类	分散、间歇排放
生活污水	483.8	2240	COD、氨氮	分散、间歇排放

### 3.5.1.2 运行期

#### (1) 船闸、服务区、航道管理站

平陆运河工程共布置马道、企石、青年枢纽 3 个梯级（面积为 3875 m<sup>2</sup>），新福航道服务区和钦州服务区共计 2 个服务区，平陆运河航道管理站以及工作船码头 2 座。

新福服务区布置在马道头枢纽上游，钦州服务区布置在青年枢纽下游。每个服务区设有综合办公楼、检修间及仓库、给水泵房、变电所、门卫、加油站房、垃圾回收站、公共厕所、围墙以及大门等，总建筑面积约为 4285m<sup>2</sup>；平陆运河设有一个航道管理站，便于航道现场管理及港航、海事相关部门的集中管理和联合调度。管理站设有综合办公楼、检修间及仓库、给水泵房、箱变、门卫、围墙

以及大门等，总建筑面积约为 2625m<sup>2</sup>；各枢纽工程生产与辅助生产建、构筑物分为管理区和枢纽两部分，各管理区设有综合办公楼、宿舍楼、给水调节站、生活污水处理站门卫、围墙以及大门等，枢纽设有船闸启闭机房、廊道启闭机房。

枢纽定员 40 人、航道管理站定员 62 人，服务区定员 50 人，每个服务区设置 5 个泊位。按每人每天生活污水产生量 120 L，生活垃圾产生量 1 kg 估算，船舶舱底油污水按照 0.8 t/d 艘计算，船舶维修区机修油污水按照产生量 1 t/d。

表 3.5.1-2 枢纽、服务区、航道管理站污废水产生量计算

污水类型	产生量 (t/d)	主要污染因子	产生浓度	污染物产生量 (kg/d)
生活污水	37.4	化学需氧量	300	11.2
		生化需氧量	200	7.4
		氨氮	30	1.1
船舶舱底油污水	4.0	石油类	5000	20.0
机修油污水	1.0	石油类	500	0.5
生活垃圾	0.35			

根据《平陆运河工程可行性研究报告》，船闸区域清洁雨水利用坡度自流排放入水体；管理区、服务区及管理站区域布置雨水口及雨水管线，雨水经集中收集后统一排放；各区域均设置 1 套一体化污水处理设备，采用 A/O 或 MBR 处理工艺，处理后出水水质应满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB/T 18918-2002）一级 B 标准，达标后排放或回用，生态敏感区污水收集回用；船闸闸室采用浮船排水（船内设双吸离心泵），输水廊道采用移动式潜水排污泵排水。进行检修时，检修排水出水管橡胶管跨过检修门将水排出。

## （2）船舶油污水

平陆运河工程货运量预测 2035 年为 1.08 亿吨，2050 年为 1.3 亿吨（常规方案）、1.8 亿吨（高方案）。根据工程建设标准，平陆运河通航 3000 吨级船舶，2035 年和 2050 年船舶流量约为 36000 艘次和 60000 艘次。根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），3000 吨级船舶舱底油污水产生量为 0.81 t/（d·艘），平均含油浓度为 5000 mg/L。

根据运河工程可行性研究报告，散货船、集装箱将成为平陆运河的主力输型，平陆运河通航船型为 1000 吨级~5000 吨级。5000 吨级集装箱船速不低于 13 km/h，3000 吨级航道尺度考虑满足西江航运干线 3000 吨级设计船型的船速不低于 12 km/h。

结合船舶数量和每艘船舶的滞留时间，2035年、2050年平陆运河工程船舶油污水产生量分别为1.45万t/a、2.43万t/a；石油类产生量分别为72.9t/a、121.5t/a。

### （3）船舶生活污水

根据《中华人民共和国船舶最低安全配员规则》，3000t级船上定员约5~7人，按每人每天用水150L，船舶生活污水产生量为用水量的80%，化学需氧量、生化需氧量和氨氮浓度分别为300mg/L、200mg/L和30mg/L测算。

预测2035年、2050年船舶生活污水产生量分别为1.3万t/a、2.16万t/a；化学需氧量产生量分别为3.88t/a、6.48t/a；生化需氧量分别为2.59t/a、4.32t/a；氨氮产生量分别为0.39t/a、0.65t/a。

### （4）营运船舶污染事故排放源

按照工程可研报告，平陆运河航道技术等级为内河I级，平陆运河通航船型为1000吨级~5000吨级。

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017），3000吨级散货单舱燃油量约为30t，5000吨级散货单舱燃油量约为50t。

### （5）水文情势

根据工可报告，平陆运河的开发任务以航运为主，同时要兼顾供水、灌溉、改善水环境等综合利用要求，马道枢纽的调度运行主要以满足流域间水资源分配和调度要求为主。根据降雨和洪水预报情况，企石、青年枢纽调度运行方式如下：

在洪水期当发生20年一遇及以下洪水时，随着来水量逐渐增加，在满足最低通航水位要求的基础下打开泄水闸泄洪直至敞泄；来流量逐渐减少时，逐步关闭泄水闸门，抬高闸前水位，直至恢复正常蓄水位。

当发生20年一遇以上洪水时船闸停止运行，工程主要用于泄洪，枢纽泄洪过程仍需严格保证枢纽间沿程水面线高于枢纽间的最低通航水位。

## 3.5.2 噪声声源

### （1）施工期

施工期噪声源主要包括航道工程和枢纽工程施工产生的噪声，主要包括航道

疏浚施工、枢纽的土石方回填与混凝土浇筑。噪声源主要为挖掘机、推土机、挖泥船、混凝土搅拌、炸礁、车辆运输等产生的噪声。根据不同施工类型的噪声源，分为施工区、疏浚工程、堆料场、爆破及炸礁、交通噪声源。参照国内同类水利工程工程施工期实测噪声值及《环境影响评价技术手册 水利水电工程》中的噪声实测值取值，本工程施工期噪声源及噪声取值见表 3.5.2-1。

表 3.5.2-1 工程施工期噪声取值

位置	声源	噪声值[dB(A)]	测量距离 (m)
施工区	混凝土拌和系统	82	1
	综合加工厂	101	
疏浚工程	挖泥船	65	10
	挖掘机	79	1
	推土机	78	
堆料场	挖掘机	79	1
	装载机	84	
	推土机	78	
施工道路	交通噪声	85	7.5

## (2) 运行期

运行期声环境主要影响因素为船舶航行噪声，主要包括船舶主机、辅机的机械噪声和船舶鸣笛噪声。运河枢纽的闸阀门启闭机工作、船舶过闸会产生噪声影响。本评价参照流量类似的嘉兴航道的监测点位（临近水上服务区）噪声实测值及同类航道项目环境影响报告书，平陆运河通行船舶 0.5m 处的暴露声级约 81dB(A)，运河枢纽 15m 处船舶暴露平均声级约 71dB(A)，5m 处船舶鸣笛暴露声级约 115 dB (A)。

## 3.5.3 大气污染物

### (1) 施工期

本项目施工期的大气污染主要来自于三个方面：一是工程建设过程中的施工作业和道路交通排放的扬尘；二是施工机械排放的少量燃油废气；三是施工区生活产生的食堂油烟废气。施工期间造成的大气环境污染仅是短暂的、局部的，施工结束将会消失。施工土石料开采和运河开挖过程中场界 10m 范围内扬尘浓度不大于  $938.67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，土石方和河道回填过程扬尘浓度不大于  $611.89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，一

般施工过程中场界最大扬尘浓度不大于  $78.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。施工过程中道路交通扬尘排放浓度约为  $3.5 \text{mg}/\text{m}^3$ 。施工船舶、运输车辆及其它施工机械耗用 1 吨柴油将产生 80~90kg 燃油废气。

## （2）运行期

平陆运河工程运行期的大气污染源主要是航道内通航船舶燃料燃烧排放的废气，主要污染物包括  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、HC。平陆运河工程建成后，船舶大气污染物排放量较多的是  $\text{NO}_2$ ，2035 年和 2050 年分别排放 194.68 和 324.47 吨。平陆运河运行船舶扩散范围主要集中于航道范围内，对运河两侧的环境空气保护目标产生的大气环境影响较小。

### 3.5.4 固体废弃物

#### 1、施工期

平陆运河工程施工期间产生的固体废物主要包括施工弃渣、疏浚底泥、建筑垃圾以及生活垃圾。

##### （1）工程弃渣

施工弃渣主要为新开挖河段弃土、各枢纽工程开挖弃土弃石，以及施工道路等基础、边坡开挖后未回填利用的土石方量，据估算，马道、企石和青年枢纽的弃渣量（松方）共计 19538.2 万  $\text{m}^3$ ，航道工程弃渣（松方）41188.4 万  $\text{m}^3$ ，共计弃渣量 60726.6 万  $\text{m}^3$ ，分别弃在沿线堆料场。

##### （2）生活垃圾

平陆运河航道工程共设置 22 个施工生产生活区，各工区内均设置施工营地，为施工期办公、生活服务。平陆运河航道工程共设置 22 个施工生产生活区，各工区内均设置施工营地，为施工期办公、生活服务。主干线工程高峰施工人数约 20000 人，总工日为 2891.46 万工日，人均日生活垃圾产生量按 1kg 计算，高峰期生活垃圾排放量为 20t/d，施工期总的生活垃圾产生量为 2.9 万吨。

#### 2、运行期

##### 1) 船舶垃圾

工程运行期将以 3000 吨级船舶为代表船型，船员生活垃圾发生量  $0.5\text{kg}/(\text{d}\cdot\text{人})$

计算，估算各水平年工程河段航道内船舶垃圾发生量为：2035年 18.4t、2050年 20.1t。

## 2) 危险废物

平陆运河工程运行期间，各船闸机械检修产生废矿物油，废矿物油是《国家危险废物名录》中确定的危险废物（HW08 废矿物油）。根据类似通航建筑物、船闸检修情况类比分析，单座船闸工程运行检修每年约产生废油 30 升，则 3 个枢纽每年共产生生产废油 90 升。

### （2）主体工程区

平陆运河工程共布置马道、企石、青年枢纽 3 个梯级（面积为 3875 m<sup>2</sup>），新福航道服务区和钦州服务区共计 2 个服务区，平陆运河航道管理站以及工作船码头 2 座。枢纽定员 40 人、航道管理站定员 62 人，服务区定员 50 人。生活垃圾产生量按每人每日 1 kg 估算，日产生垃圾为 0.28t，产生于平陆运河沿线各管理机构。



## 4 区域环境概况

### 4.1 流域概况

平陆运河途径广西壮族自治区南宁市横州市和钦州市，北起西江干流西津水电站库区沙坪河口，跨沙坪河与钦江支流旧州江分水岭，经陆屋沿钦江南下北部湾钦州港，南止于钦江入海口钦州湾。平陆运河工程涉及水系众多，主要涉及郁江流域及其支流沙坪河，钦江流域及其支流旧州江等，各流域情况分述如下。

#### 4.1.1 郁江流域

##### 4.1.1.1 概况

郁江是珠江流域西江水系的最大支流，流域位于东经 104°30′~110°16′，北纬 21°31′~24°38′之间。流域东接大容山、六万大山，西邻杨梅山和六韶山，南界十万大山，北以金钟山、青龙山、大明山及莲花山与红水河分水。流域状上游宽，下游窄，地势是西北高、东南低。郁江干流在右江百色以上属中山峡谷地形，右江百色以下为丘陵和广阔的盆地相间；支流左江流域除平而河为中型山区外，其余大部分为岩溶侵蚀平原；干流南宁市以下为丘陵平原区。按高程分类，海拔高程在 500m 以上的山区面积，约占流域总面积的 63.7%，50m~500m 高程的丘陵区约占 33%；50m 以下的平原区占 3.3%。

##### 4.1.1.2 河流水系

郁江水系大致呈树枝状，发源于云南省广南县境内的杨梅山，源头段称达良河，向北流，与达央河汇合后称驮娘江，至云南省广南县底先乡进入广西，由北折向东南流，经广西西林、田林两县，至西林县百嘎村汇入云南省西洋江（右侧）后称剥隘河，过田林县弄瓦乡周马村后向南流入云南省境内，经云南省富宁县剥隘镇汇入支流那马河（右侧），经东流纳右支流谷拉河，复入广西，至百色市与澄碧河汇合后称右江，折向南、东南流，经田阳县城、田东县城、平果县城、隆安县城，在南宁市郊宋村与郁江最大支流左江汇合始称郁江，折向东流，经南宁市区、邕宁区、横州市县城，转向东流经贵港市，于桂平市城下注入西江干流浔江。流域面积 89691.5km<sup>2</sup>，其中在我国境内 78145.1km<sup>2</sup>（其中广西 68413.6km<sup>2</sup>，

云南 9731.5km<sup>2</sup>),越南境内 11546.4km<sup>2</sup>。干流全长 1152km,河道平均比降 0.314‰。郁江集水面积 50km<sup>2</sup> 以上的支流 329 条,其中集水面积 1000km<sup>2</sup> 以上的 1 级支流 15 条,分别为:左岸有乐里河、澄碧河、百东河、武鸣河、鲤鱼江 5 条;右岸西洋江、那马河、谷拉河、福祿河、龙须河、古榕江、罗兴江、左江、八尺江、武思江 10 条。

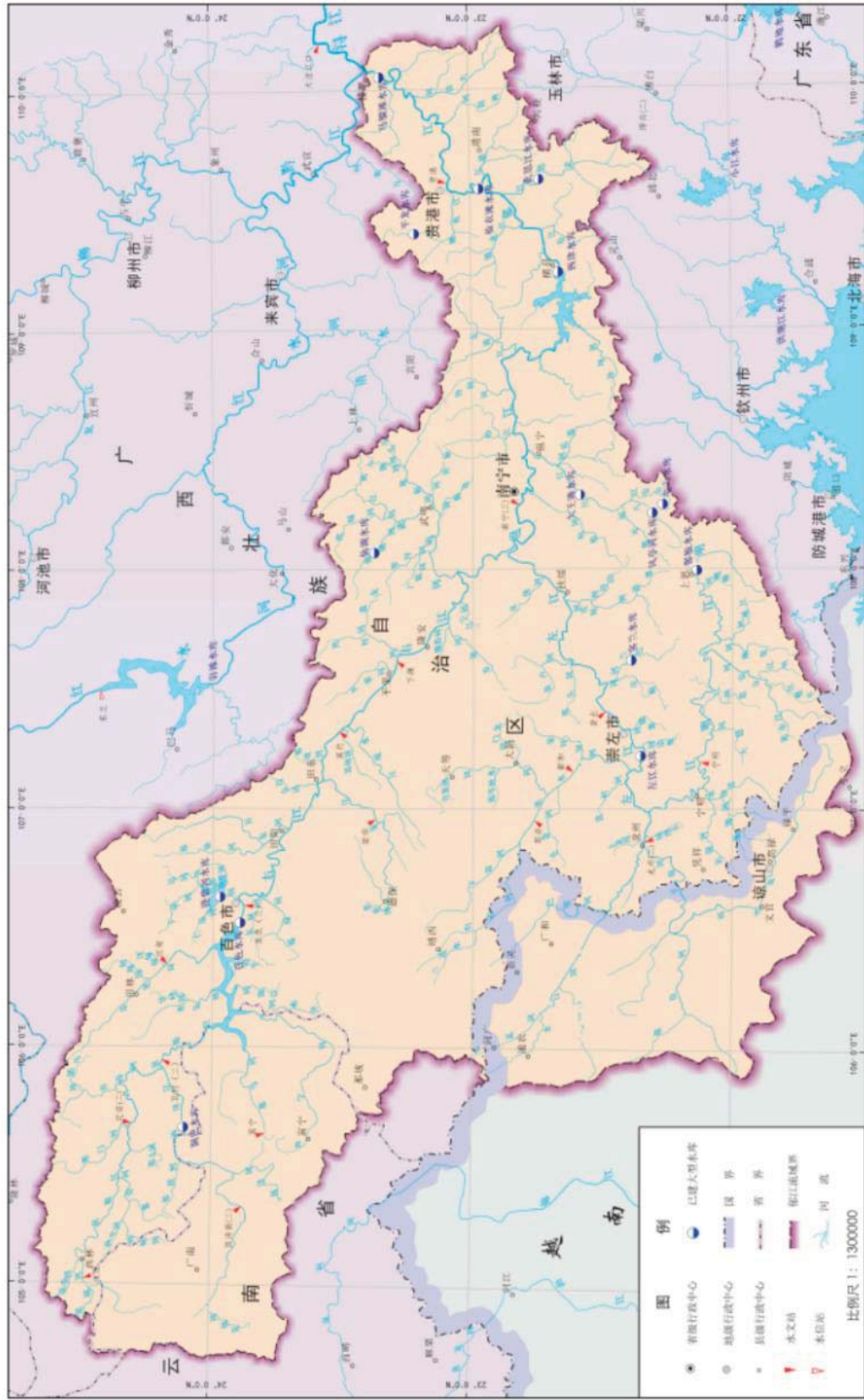


图 4.1.1-1 郁江流域水系图

#### 4.1.1.3 水文

郁江流域水文测验工作始于 1897 年，在龙州设站观测水位，其次为南宁、百色、横州市、贵港站，至建国前水文测站共 5 个，建国后又先后在驮娘江、右江、左江及郁江设立测站，目前流域内有水文测站 32 个、水位站 6 个。各水文测站主要观测项目有水位、流量、含沙量等。

郁江流域的洪水由暴雨形成，洪水的发生具有一定的季节性，5 月~6 月，多由锋面雨造成，7 月~9 月则由低压槽（低涡）和台风雨造成。根据南宁站实测资料统计，南宁洪水过程一般为双峰肥胖型，一场洪水过程一般历时 10d~20d，其中，涨水历时 3d~7d，退水历时 5d~15d，高水部分持续时间长，洪峰持续时间约 6h。郁江洪水主要由左江和右江洪水组成，其中，左江洪水由台风暴雨造成为主，发生在每年 8 月以后较多；右江洪水以锋面雨形成为主，发生在每年 4 月~6 月较多。南宁站年最大洪水历年发生时间多集中在 7、8、9 月，占全年发生数的 83.3%。根据南宁站 1907 年~2010 年断续 82 年的洪水资料中，流量  $> 11100\text{m}^3/\text{s}$  共出现 20 次，其中 73.7% 出现在 7、8 月（尤其是 7 月中下旬），南宁历年最大洪峰流量  $23000\text{m}^3/\text{s}$  出现在 10 月 9 日。

#### （四）泥沙

郁江流域植被覆盖较好，水土流失不严重，属少沙河流，南宁站来沙以悬移质泥沙为主。从左江、右江控制站崇左、下颜水文站实测悬移质泥沙资料分析，南宁站悬移质泥沙主要来自右江，约占 68%，且以百色坝址以上来沙为主，约占右江悬移质输沙量的 80%。

根据南宁水文站插补延长的 1947 年~2010 年实测悬移质泥沙资料，计算得南宁站多年平均悬移质输沙量为 985 万 t，多年平均悬移质含沙量为  $0.250\text{kg}/\text{m}^3$ 。

#### 4.1.1.4 土壤植被

郁江流域内主要为砂岩、砂页岩、石灰岩等风化而成的第三纪、第四纪红土、紫色土、砂土、砂壤土、壤土、水稻土、石灰性土、泥岩型和冲积物等土壤母质演育而成，共 53 个土种。沿河两岸多为壤土及砂壤土，低丘多为砂壤土及砂土。流域中上游多分布壤土、红壤砾土、粘土及砂壤土、水稻土，其中水稻土有潜育

型、淹育型、潜育型、沼泽型、侧渗型、碳酸盐渍石灰性土 6 种类型。流域下游多为壤土及砂壤土。

流域的植被以松、杉、灌木、杂草及一般农作物为主，丘陵地带生长有灌木、杂草、荆棘，山间盆地和沿河河谷的冲积平原，有水者多种水稻，旱地则种玉米、木薯等。

#### 4.1.1.5 自然资源

郁江多年平均水资源总量 424 亿  $m^3$ ，占珠江流域水资源总量的 12.5%，人均占优水资源总量 3264 $m^3$ ，高于珠江流域平均水平；流域地表水资源量 424 亿  $m^3$ ，地下水资源量较少。郁江流域水力资源丰富，全流域理论蕴藏量达 4120MW，占珠江流域的 8.5%。单站装机容量 0.5MW 及以上的技术可开发水电站共 487 座，总装机容量 2240.3MW，年发电量 83.99 亿  $kW\cdot h$ 。

流域内矿产资源丰富，品种繁多，主要有煤、磷、铁、锰、铝、锌、铜、石油等。其中右江盆地的平果铝矿，已探明的储量 2.1 亿 t，其工业储量 1.3 亿 t，已列为全国九大冶金基地之一。煤炭在本流域分布较广，有扶绥、东罗、那龙、东笋、新州、上思等，总计探明储量约 5 亿 t 左右，但煤层一般较薄、褐煤、贫煤、瘦煤较多，开采条件亦较为困难，产量不高。已开采的有东罗、东笋、新州、那龙等矿区，用以发电的比重不大，南宁、田东、东笋、凭祥等火电厂总装机容量为 134.0MW。此外，流域内的田东、田阳盆地发现有储量较丰富的储油结构，目前仍在勘探中。

流域内林业资源主要集中于上游云南省的广南、富宁两县及右江的百色市。流域内广西境内林地面积为 3426 万亩、木材蓄积量约为 4771 万  $m^3$ 、年生产量为 61 万  $m^3$ ，是广西主要木材产区之一。

流域内旅游资源丰富，典型的喀斯特地貌造就了山清水秀、洞幽石奇的自然生态景观，有世界八大斜塔之一的崇左左江归龙斜塔、百色市天坑、峡谷、原始森林等绿色资源；流域内城市历史悠久，古建筑、古文化遗址及革命斗争纪念遗址众多，如太平天国发祥地—桂平金田村、百色红七军军部等。

#### 4.1.1.6 水力资源开发情况

郁江流域水力资源较丰富,全流域单河蕴藏量 10MW 及以上的河流共 51 条,理论蕴藏总量达 487 万 kW,其中干流为 194 万 kW,支流为 293 万 kW;技术可开发总装机容量 358 万 kW,年发电量 145 亿 kW.h。

#### 4.1.1.7 现有水利工程

2013 年 3 月,国务院以国函(2013)37 号批复了《珠江流域综合规划(2012~2030 年)》,将郁江干流(驮娘江至郁江口河段)自上而下按威后、母湖、者甲、斗皇、那维、那劳、那宾、那沙、弄南、八新、涓密、那拉、那读、瓦村、百色、东笋、那吉、鱼梁、金鸡滩、老口、邕宁、西津、贵港、桂平 24 个梯级开发。目前 24 个梯级已全部建成,其中具有调节性能或综合利用任务的主要有百色、老口、西津、贵港、桂平等,其余的大多为以发电为主的梯级。

### 4.1.2 钦江流域

#### 4.1.2.1 概况

钦江流域位于广西的南部,地理位置东经 108°34~109°27',北纬 21°53'~22°35',境内有广西钦州市管辖的钦南区、钦北区及灵山县的大部分,流域面积 2391km<sup>2</sup>。流域的西南面为钦州湾,西面有防城港市,北面与南宁地区横州市相邻,西北部为南宁市邕宁区,东部与玉林市、北海市接壤。

#### 4.1.2.2 河流水系

钦江流域面积 2391km<sup>2</sup>,干流长 195km,平均坡降 0.32‰。钦江集水面积 50km<sup>2</sup> 以上的支流共有 12 条,其中集水面积 100km<sup>2</sup> 以上的为那隆水、旧州江、太平水、新坪水。

表 4.1.2-1 钦江支流(集水面积大于 50km<sup>2</sup>)统计表

名称	级别	集水面积 (km <sup>2</sup> )	河长 (km)	比降 (‰)
灵山河	一级支流	74.35	18.6	4.0
见田岭江	一级支流	51.31	13.96	4.75
大塘河	一级支流	52.19	16.64	2.83
那隆水	一级支流	210.75	37.39	1.29
太平水	一级支流	128.87	19.81	2.72
旧州江	一级支流	189.64	35.79	1.76

丁屋江	一级支流	56.67	18.79	2.27
新坪水	一级支流	105.17	36.34	2.14
青塘河	一级支流	77.42	21.23	2.11
沙埠江	一级支流	53.0	16.9	3.52
三踏水	一级支流	85.12	19.73	3.42
西屯河	二级支流	51.59	13.19	6.16

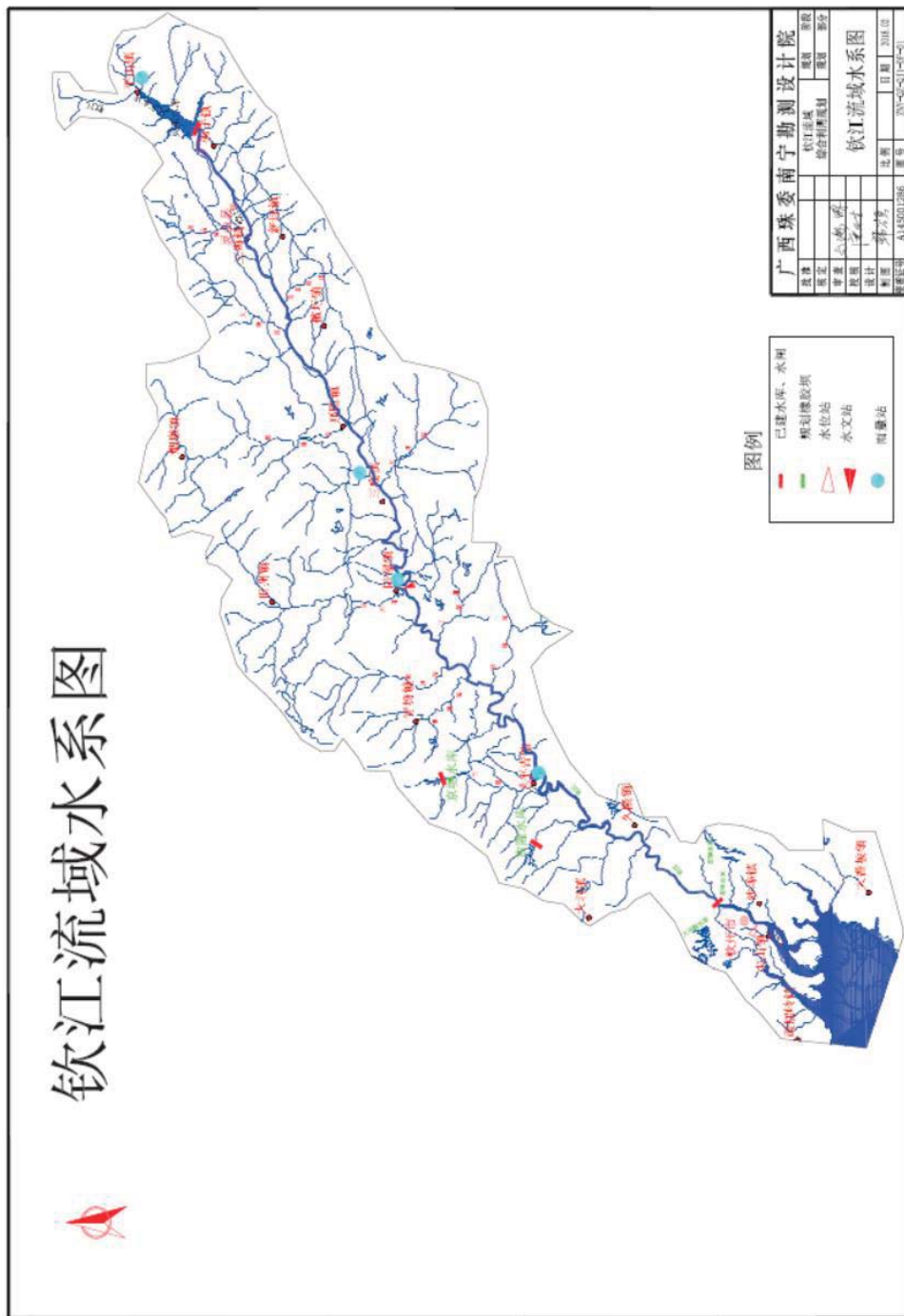


图 4.1.2-1 钦江流域水系图



#### 4.1.2.3 水文

钦江流域内有灵东水库站、陆屋水文站、平吉水位站、青年水闸水位站、龙门潮位站、平山雨量站、思林雨量站、山秀雨量站、夏塘雨量站、象山雨量站、灵山气象站、北灵塘水库站等，主要测站情况如下。

钦江流域面积不大，流域形状为狭长流域，两头窄中间稍宽。中上游的干、支流为低山丘陵地区，其洪水暴涨暴落，一场洪水一般为1~3d天，洪水峰高但瘦，且多为单峰形；陆屋水文站以下河道开阔平坦，无大的支流汇入，加之大洪水时两边漫滩严重，洪水波在运行过程中有明显坦化现象；下游钦州城区受洪潮水的影响，一般大洪水均为单峰，复峰现象极少，洪峰持续时间较长，如钦州城区河段670807、850830、740726三次最高水位持续时间长达24h左右，持续时间最短的710606号最高水位也有6h。据钦州站实测资料分析，洪水位5m以下涨率较大，当水位上涨到5.0m（钦州（二）站水位）左右时，过程线出现明显转折，转折点到最高水位，水位变幅一般1m~2m，而上涨历时一般要30h以上，其原因与开阔平坦的地形及海潮水涨退有关。

#### 4.1.2.4 土壤植被

钦江流域广泛分布着砂土、粘土、砂壤土及壤土等，河流两岸台地主要分布壤土及砂壤土，低丘主要分布砂壤土及砂土。中上游多分布壤土、红壤砾土、粘土及砂壤土，下游多为壤土及砂壤土。砂质土及砂壤土主要由花岗岩或砂页岩风化而成。花岗岩风化土壤一般含石英砂或碎石片，土层深厚而土质松散，有机质含量为1~1.5%，速效磷含量5~6ppm，速效钾含量为60~120ppm，故此类土壤的速效钾含量较高，其pH值一般在4.5~5.5之间，为酸性土，适宜林草生长。

砂页岩风化土壤一般含石英或长碎石片，砂质或砂壤质，浅棕或棕黄色，有机质含量为1.2~1.5%，速效磷含量10ppm左右，速效钾含量80~160ppm，pH值为5.5~6.0，适宜种植旱地作物，如红薯、玉米、花生、甘蔗、木薯及水果、茶叶等。

#### 4.1.2.5 自然资源

钦江流域包括钦南区、钦北区和灵山县，耕地面积 55.36 万亩，农民人均 0.57 亩，其中水利灌溉面积 29.27 万亩，人均 0.30 亩。水域面积 12.01 万亩，其他面积 301.18 万亩，其中可开垦面积 54.2 万亩。

钦州市矿产资源调查的资料表明，钦江流域内主要矿产分布有：河砂、钛铁矿、褐铁矿和石膏矿。河砂沿江均有分布，钛铁矿主要分布在久隆、平吉、青塘的江中及两岸山坡地，估算储量 24 万 t；褐铁矿主要分布在平吉和永龙一带，储量小，品位低；石膏矿分布在平吉至陆屋盆地中，经普查探明储量大约 3000 万 t 以上。

#### 4.1.2.6 水力资源开发情况

钦江流域内现有装机 2640kW，年发电量为 790 万 kW·h，这些电站多是在水库灌溉时，兼顾发电，因此，装机利用率较低。基本情况见表 4.1.2-3。

表 4.1.2-3 钦江流域水力资源统计表

电站名称	控制集水面积 (km <sup>2</sup> )	总库容 (亿 m <sup>3</sup> )	有效库容 (亿 m <sup>3</sup> )	装机容量 (kW)	年发电量 (万 kWh)
灵东	145	1.79	0.79	925	195
京塘	9.44	0.11	0.08	160	26
吉隆	12.66	0.18	0.12	100	15
荷木	21.70	0.27	0.12	225	54
青年水闸	2140	0.73	0.55	1880	400
合计	2328.8	3.08	1.66	3290	690

#### 4.1.2.7 现有水利工程

流域内建有大型灵东水库 1 座，小（一）型有牛皮鞣、桐油塘、龙塘等水库 12 座，小（二）型有黄茅、大田坡水库等 37 座，以及众多的小型山塘水库，这些山塘水库共控制集雨面积 221.5 平方公里，占流域总面积的 21.2%，总库容 2.3 亿立方米，占流域年径流量的 24.3%。

青年水闸位于钦灵灌区的下游，处于钦州市规划城区的上游，于 1959 年开工兴建，1960 年基本建成，是一座以灌溉、城市供水为主，兼顾发电及航运的综合利用工程，属中型水库、大型水闸。水闸右岸建有水电站一座，总装机 1880kW，左岸建有船闸一座，通航能力 4×60t，设计灌溉面积 12.17 万亩，是钦州市城区生活和工业用水的主要水源点之一。闸坝以上集水面积 2154.5km<sup>2</sup>，正常水位

8.5m，闸首上游设有东西两条灌溉引水渠。东干渠设计引水流量  $2.9\text{m}^3/\text{s}$ ，沿钦江左岸往南一直沿伸到大番坡，并连通荷木和田寮两座中型水库，给钦州市的沙埠镇和大番坡镇的农田灌溉供水；西干渠又叫西总干，其设计引水流量  $7.5\text{m}^3/\text{s}$ ，沿钦江右岸流经钦州市中心城区，给钦州市城区和尖山镇农田灌溉供水。

## 4.2 运河沿线环境现状

### 4.2.1 水系

平陆运河工程涉主要涉及郁江流域及其支流沙坪河、钦江流域及其支流旧州江。经初步筛选，平陆运河项目涉及 2 大流域水系的 18 条干流和支流情况如下表所示。

表 4.2.1-1 平陆运河沿线涉及的河流汇总表

序号	名称	集水面积 (km <sup>2</sup> )	河长(km)	比降%	正常蓄水位 (m)	最低通航水位(m)
1	狮子河	46.52	10.52	2.32	62.3	57.8
2	沙坪河	298.14	67.68	0.93	62.3	57.8
3	旧州江	56.6	15.7	7.58	35	34
4	大塘河	28.55	6.58	1.72	35	34
5	钦江干流				21	20
6	甲屋河	23.6	6.51	2.09	21	20
7	丁屋江	56.67	18.79	2.27	21	20
8	新坪水	105.17	36.34	2.14	21	20
9	青塘河	77.42	21.23	2.11	21	20
10	沙埠江	53	16.9	3.52	21	20
11	广平河	27.5	9.65	2.85	8.7	8.0
12	三踏水	85.12	19.73	1.8	8.7	8.0
13	新屋河	10.29	4.6	3.47	8.7	8.0
14	下底河	24.41	11.55	3.64	8.7	8.0
15	牛江河	14.4	10.48	3.52	8.7	8.0
16	老村河	37.18	13.82	3.07	8.7	8.0
17	大雾河	7.31	3.18	1.71	8.7	8.0
18	茅坪河	23.99	10.91	2.55	8.7	8.0

#### (一) 沙坪河

沙坪河属于郁江水系一级支流。郁江是珠江流域西江水系的最大的支流，郁江

水系大致呈树枝状，干流发源于云南省文山州广南县境内的杨梅山，进入广西后，在南宁市郊宋村与郁江最大支流左江汇合始称郁江，折向东流，经南宁市区、邕宁区，自西从邕宁流入横州市境内，经六景、峦城、平朗、南乡、横州镇，转向东北流，经那阳、百合镇后流入贵港市覃塘区，至贵港市城区后，经贵港市转向东流，于桂平城区注入西江干流浔江。

沙坪河又名平塘江，在横州市县城县城西南 30km，沙坪河发源于南宁市邕宁区，途经灵山县，于横州市境内汇入郁江，全长 74km，流域面积 528km<sup>2</sup>。沙坪河横州市境内全长 27km，流入横州市境后，经新福镇的新福社区、三阳村、团富村、丕地村后，作为新福镇和南乡镇的界河，流经新福镇平塘村、南乡镇的五合村、陈塘村，最后于新福镇平塘村江口（南乡镇陈塘村委山珠村）流入郁江，沙坪河在横州市境内共经过 2 镇 7 村。1964 年，西津电站蓄水后，从三阳村以下变成了西津水库区。

#### （二）旧州江

旧州江，属钦江支流，发源于旧州镇双凤三角石（鸡笼顶东北麓），总落差 32 米，河流长 35 公里，旧州江流域总面积约 190 平方公里，集雨面积 200 平方公里，年经流量 1.8 亿立方，多年平均 4.6 立方米每秒。流域内建有小（一）型琴茶水库 1 座，小（二）型有大虫坑、陆金水库等 8 座。旧州江流经旧州镇和陆屋镇等 2 个镇，从上游至下游分别历经旧州镇双凤村、狮岭村、双金村、长基村、塘僚村、民主村、张高村等 7 个村委，陆屋镇企石村、杨屋村、石子岭村、陆屋村、陆屋圩等 5 个村委，自北向西南流至陆屋圩 310 省道汇入钦江。

#### （三）钦江干流

钦江属桂南诸小河流之一，独流入海。发源于灵山县平山镇东山山脉山麓白牛岭，流经平山、佛子、灵城、三海、檀圩，折向西南，经那隆收纳那隆水，到三隆又收纳太平水，后经陆屋镇与旧州江（小西江）汇合，流入钦北区，经青塘、平吉、久隆、钦城区、沙埠、尖山镇后在九鸦村注入茅尾海。钦江在陆屋镇以上称鸣珂江，陆屋镇以下称钦江。钦江干流全长 191km，集雨面积 2391km<sup>2</sup>，干流坡降 0.32‰，流域多年平均径流量 22.11 亿 m<sup>3</sup>。钦江青年水闸至入海口感潮河段，潮汐现象明显。

#### （四）其他支流

青塘河，发源于青塘乡割茅岭，于平吉镇上旧村汇入钦江。流域面积 82.3 平方公里，河长 25.5 公里，年径流深 1000 毫米。丰水年（保证率 20%）的年径流量为 1 亿立方米，平水年（保证率 50%）的年径流量为 0.8 亿立方米，干旱年（保证率 95%）的年径流量为 0.48 亿立方米。

沙埠江，发源于平吉镇大枪盖，于平吉镇奇高坪汇入钦江，流域面积 57.3 平方公里，全长 21.3 公里，年径流深 1000 毫米，平水年（保证率 50%）的年径流量为 0.55 亿立方米。

三踏水，发源于青塘乡等龙岭，于平吉镇江口村汇入钦江，流域面积 93.1 平方公里，河长 23.6 公里，年径流深 1000 毫米，丰水年（保证率 20%）的年径流量为 1.15 亿立方米，平水年（保证率 50%）的年径流量为 0.9 亿立方米，枯水年（保证率 95%）的年径流量为 0.52 亿立方米。

## 4.2.2 地质地貌

### 4.2.2.1 航道区工程地质

#### 4.2.2.1.1 沙坪河至马道枢纽段

##### （一）地形地貌

本段航道始于郁江支流平塘江口，航道从郁江流域经过分水岭后进入钦江流域，终于灵山县旧州镇出水坳附近，后接马道枢纽。从平塘江口至沙坪镇上游约 1.5km 县道 304 公路桥处，设计桩号 K0+000~K13+158 线路走廊为西津水电站水库区，河水位受西津水电站水库调节控制，西津水电站水库正常蓄水位为 63m，死水位为 59m。其中平塘江口至龙门新村约 8.5km 线路走廊带为西津水电站水库淹没区，库水泛滥，漫出河槽，沿河低矮丘陵被库水隔离成孤岛，该段平塘江两岸为山丘顶高程 62.8m~123.3m；龙门新村至沙坪镇县道 304 公路桥处，长约 4.6km 线路走廊库水处于河槽内，平塘江蛇形弯曲，河水面宽度 40m~90m，两岸山丘顶高程 63.5m~140.6m，河流凸岸发育河流堆积一级阶地，阶地宽 100m~500m，阶面高程 63m~67m，阶地上分布有龙门新村等 9 座村庄，沙坪镇河段两岸的房屋紧邻河水。沙坪镇上游约 1.5km 县道 304 公路桥处至大岭村东面，设计桩号 K13+160~K27+500 长度约 14.3km 线路走廊区为低山丘陵及山丘间谷地，

山丘呈浑圆状，顶高程为 75m~254m，谷底高程 66m~102m，线路于 K25+500 处从郁江流域和钦江流域分水岭低凹的鞍部通过，鞍部高程约为 90m，鞍部两边山丘顶高程为 140m~150m。分水岭上游一侧分布有村庄民房。该段运河线路总体顺着县道 304 公路布置，沿线没有河谷可利用，需开挖造渠。

## （二）地质构造

运河线路途经两大一级区域地质构造单元。设计桩号 K0+000~K25+500 长约 25.5km 运河线路段，构造上处于南华加里东地槽褶皱系西北部（III大瑶山凸起），包括广西山字型构造前弧西翼的一部分，并与东西向构造带互相干扰复合，经历了四次强烈的褶皱运动及多次较缓和的振荡运动，地质构造较为复杂。运河线路横穿平贵~蔡村背斜，构造线方向为近东西。

本段航道后端设计桩号 K25+000~K27+500 路段，构造上处于南华准地台华夏褶皱带的粤西隆起西南端与右江褶皱区越北隆起北缘褶皱带东南端的接壤地区（IV-3 钦州拗陷），相当于南岭纬向构造与新华夏系第二沉降带西南端的复合地带。

根据收集的资料和现场地质调查，本段航道沿线各航道近场区未发现大的区域地质断裂。在航道段末端马道梯级附近，发育石梯水库断裂 F1，该断裂在 K27+770 与路线近直交，断层走向北东-南西，属逆断层，断层产状  $133^{\circ}\angle 70^{\circ}$ ，破碎带宽约 3 米，破碎带主要由硅化压碎岩及少量透镜体状角砾组成，总体表现为挤压特征，断层两侧上下盘地层缺失，岩层褶皱强烈。受其此断裂影响，并由于该区域属平贵~蔡村背斜发育区，本运河航道走廊发育多条北东-南西和北西-南东的次生小断裂（F40~F56），形成“#”形交错发育，其中运河走廊走向相近的是 F40、F46、F50 三条小断裂，F40 于 K10+270 与航道相交、交角约  $40^{\circ}$ ，F46 于 K15+870 与航道相交、交角约  $35^{\circ}$ ，F50 则与运河走向相近，距运河约 500m。其他小断裂均与运河航道走向近垂直相交。这些小断裂错断白垩系下统（K1）和三叠系下统（T1）、二叠系上统（P2）地层，这一系列小断裂一般宽度不足 80cm，断裂带未发现断层角砾岩，但多被挤压呈土状或破碎散体状岩体，被砂泥质填充，胶结较好，对库水渗流及边坡稳定影响不大。

### 4.2.2.1.2 马道枢纽至企石枢纽段

#### （一）地形地貌

本段航道始于灵山县旧州镇石桥村石桥小学附近，终于灵山县旧州镇旺垌村大塘至浦北高速公路平陆运河大桥，设计桩号 K30+860~K42+860，长度约 12.0km。线路走廊区为丘陵沟谷~河流阶地地貌，该段河谷走向为近南北向，沿着旧州江侵蚀、堆积形成的谷底宽度 200m~650m，谷底地貌总体为河流堆积一级阶地，高程 35m~70m，两岸残丘呈浑圆状，顶高程为 70m~360m。溪流大致沿谷底河流阶地中部蜿蜒发育，由上游往下游，溪流河槽宽度由 3m~6m 渐变宽至 33m~40m，溪流底高程 45m~100m。

## （二）地质构造

本航道段构造上处于南华准地台华夏褶断带的粤西隆起西南端与右江褶断区越北隆起北缘褶断束东南端的接壤地区（IV-3 钦州拗陷），相当于南岭纬向构造与新华夏系第二沉降带西南端的复合地带。本区强烈的构造运动，伴随着频繁的岩浆喷发和侵入活动，尤以印支期活动最为强烈，褶皱、断裂发育，并具有明显的分带性，主要构造线呈北东向。防城~灵山区域断层控制钦江发育，对地质构造、沉积相及地貌影响大。防城~灵山区域断层在本区段由平吉~陆屋盆地南缘断层（东支，1/5 万地质图定名为久隆断裂）、大垌断层（西支）和钦州矿物局断层（带内断层，1/5 万地质图定名为湾弓岭断裂）组成，沿断裂带发育了中~新生带断陷盆地—平吉盆地、陆屋盆地。平吉~陆屋盆地南缘断层（东支）控制了晚中生带—新生带沉积盆地的南东边界，地貌上线性特征特别明显，陆屋以南局部山前形成平台地貌，切割白垩系地层，大垌断层和钦州矿物局断层（带内断层）发育在晚中生带—新生带地层中，不仅错断了邕宁群（E2-Ny）地层，也使得在邕宁群（E2-Ny）地层中形成紧闭的不对称褶皱，东南翼直立甚至倒转，说明断层在新近系以来有活动。根据中国地震局地质研究所周本刚等在震灾防御技术刊物上发表的论文《广西防城—灵山断裂带活动性分段与潜在震源区研究》，钦州矿物局断层带内断层泥测年显示最新活动年代为距今 43 万年左右，综合评价防城~灵山区域断层的陆屋~钦州段为第四系中更新世中期有过活动，地震活动微弱。

根据收集的资料及现场工程地质调绘，本航道段近场区未发现影响运河建设的断层发育。

### 4.2.2.1.3 企石枢纽至大田坪村段

### （一）地形地貌

本段航道始于灵山县旧州镇石子岭村西侧，起点桩号 K46+855，上游接企石洞枢纽；航道终于灵山县陆屋镇上旧村以西，终点桩号 K63+851，下游接青年枢纽。

该段航道路线走廊为丘陵~河谷平原地貌，河谷走向为近南北向，沿着钦江及其支流一小西江侵蚀、堆积形成的谷底宽度 200m~650m，谷底地貌总体为河流堆积一级阶地，高程 35m~75m，两岸山丘呈浑圆状，顶高程为 70m~360m。溪流大致沿谷底河流阶地中部蜿蜒发育，由上游往下游，溪流河槽宽度由 3m~6m 渐变宽至 33m~40m，溪流底高程 60m~31m。

### （二）地质构造

运河线路途经两大一级区域地质构造单元。

设计桩号 K0+000~K25+500 长约 25.5km 运河线路段，构造上处于南华加里东地槽褶皱系西北部(III大瑶山凸起)，包括广西山字型构造前弧西翼的一部分，并与东西向构造带互相干扰复合，经历了四次强烈的褶皱运动及多次较缓和的振荡运动，地质构造较为复杂。运河线路横穿平贵~蔡村背斜，构造线方向为近东西，岩层倾角为 10°~35°。

设计桩号 K25+000~出海口的运河线路段，构造上处于南华准地台华夏褶断带的粤西隆起西南端与右江褶断区越北隆起北缘褶断带东南端的接壤地区(IV-3 钦州拗陷)，相当于南岭纬向构造与新华夏系第二沉降带西南端的复合地带。本区强烈的构造运动，伴随着频繁的岩浆喷发和侵入活动，尤以印支期活动最为强烈，褶皱、断裂发育，并具有明显的分带性，主要构造线呈北东向。防城~灵山区域断层控制钦江发育，对地质构造、沉积相及地貌影响大。防城~灵山区域断层在本区段由平吉~陆屋盆地南缘断层（东支，1/5 万地质图定名为久隆断裂）、大垌断层（西支）和钦州矿物局断层（带内断层，1/5 万地质图定名为湾弓岭断裂）组成，沿断裂带发育了中~新生带断陷盆地—平吉盆地、陆屋盆地。平吉~陆屋盆地南缘断层（东支）控制了晚中生带—新生带沉积盆地的南东边界，地貌上线性特征特别明显，陆屋以南局部山前形成平台地貌，切割白垩系地层，大垌断层和钦州矿物局断层（带内断层）发育在晚中生带—新生带地层中，不仅错断了邕宁群（E2-Ny）地层，也使得在邕宁群（E2-Ny）地层中形成禁闭的不对称褶皱，



东南翼直立甚至倒转，说明断层在新近系以来有活动。根据中国地震局地质研究所周本刚等在震灾防御技术刊物上发表的论文《广西防城—灵山断裂带活动性分段与潜在震源区研究》，钦州矿物局断层带内断层泥测年显示最新活动年代为距今 43 万年左右，综合评价防城~灵山区域断层的陆屋~钦州段为第四系中更新世中期有过活动，地震活动微弱。

本次地质测绘，平吉镇上游约 2.3km~11km 左岸河漫滩及江心滩共有 3 处出露平吉~陆屋盆地南缘断层——久隆断裂，断层面产状  $70^{\circ}\sim 80^{\circ}/SE$  或  $NW\angle 70^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ，断层带宽分别为 2.1m、4m~6m 及大于 10m，破碎带为角砾岩、糜棱岩充填，泥质胶结。在陆屋以南约 1km 出露久隆断裂，发育于泥盆系下统四排组（D1s）灰岩与侏罗系下统（J1）地层分界线附近，断层面产状  $60^{\circ}/SE$  或  $NW\angle 80^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ，断层破碎带宽度大于 3.2m，为碎裂岩、角砾岩充填，成分以灰岩为主，部为分砂岩，钙质胶结。

陆屋盆地：位于陆屋镇，盆地近等轴状，核部地层白垩系上统上组上段（K22b），翼部地层为白垩系上统上组下段（K22a）翼部产状（倾角） $5^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，产状普遍十分平缓。盆地基底为前期的侏罗纪、泥盆纪、志留纪地层。

平吉盆地：位于平吉镇——青苏村一带，为中、新生代断陷盆地。盆地呈北东  $50^{\circ}$  方向延伸，西南、东北两端分别于捻子坪、青苏村两地扬起，长约 22.9km，宽 5~8km。为一宽缓短轴向斜盆地，中部洞庭一带次级背斜隆起，漏出上古生界沉积基底，翼部倾角  $5^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 。盆地由上白垩统及古近系组成，核部为古近系邕宁群煤系沉积，叠于上白垩统罗文组含膏盐红色盆地之上，两者呈角度不整合接触。盆地内部及边部部分地带受北东向断层影响，盆地形态不完整，造成东南翼上白垩统及古近系与志留系断层接触。上白垩世盆地岩层倾角一般较平缓，多在  $5\sim 15^{\circ}$ ；上叠古近纪盆地则存些反常，岩层倾角相对较陡，一般在  $10\sim 25^{\circ}$ ，局部达  $30^{\circ}$ 。

#### 4.2.2.1.4 大田坪村段至青年枢纽

##### （一）地形地貌

本航道段设计桩号 K68+500~K96+500，长约 28km。线路走廊区为丘陵~河谷平原地貌，钦江呈蛇形弯曲，钦江两岸为平坦河流一级阶地，阶地高于河水面 6m~13m，阶面高程 15m~35m，钦江河槽宽度 50m~130m，河底高程 32m~

2m。钦江两岸山丘呈浑圆状，顶高程为 75m~254m。

## （二）地质构造

本段航道沿着平吉断陷盆地南西端边缘与灵山—防城断裂带的分支断裂—久隆断裂的接触地展布。钦江紧邻久隆断裂发育，总体流向与断裂走向平行。平吉盆地由上白垩统及古近系地层组成，与下伏的下志留统、泥盆系、侏罗系地层呈角度不整合接触，盆地上白垩系岩层倾角一般较平缓，多在 5~15°；古近系岩层倾角相对较陡，一般在 10~25°，局部达 30°。盆地与东侧下志留统、侏罗系地层为久隆断裂接触，久隆断裂南东盘岩层产状 290°~345°∠48°~60°。

沿线各航道近场区主要断层构造一览表详见下表 4.2.2-1。

表 4.2.2-1 运河沿线航道近场区主要断层一览表

断层名称及编号	段落桩号	断层产状	断层特征
久隆断裂 F6	与运河线路平行，距离航道 0~1.9km	253°-330° ∠59°	断裂切割志留系、泥盆系、侏罗系及白垩系地层，造成侏罗系、白垩系与泥盆系、志留系地层间为断层接触，沿断裂常分布沟谷负地貌，断裂形迹多被掩盖，局部可见发育断层破碎带、志留系的岩层劈理发育，有硅化，褐铁矿化现象；破碎带为角砾岩、糜棱岩充填，泥质、钙质胶结，宽度为 2m~12m。 航道位于断裂西北侧，两者走向基本一致，K69+500~K71+500、K73+000~K73+800、K88+950~K89+820 紧贴久隆断层布设，于 K95+500 与久隆断层相交。断层东南侧分布志留系下统连滩群第二组⑦18 层，断层破碎带为碎裂岩、角砾岩充填，成分以泥岩、粉砂质泥岩，部为分砂岩，钙质胶结。
新圩断裂 F7	与运河线路平行，距离航道 0.3km~4.6km	125°-160° ∠30°-80°	断裂带走向 30°~80°，沿断裂发育 3m~15m 破碎角砾岩带、构造透镜体，常见硅化和褐铁矿化，部分地带有较强的硅化。岩层发育劈理。断裂切割钦州盆地北西翼，造成该翼地层产状陡倾，以至岩层直立、倒转。凤凰岭一带发育破碎带宽约 50m 左右。带内岩石破碎强烈，有明显的受挤压拉伸、硅化及褐铁矿化现象。据历史地震记载，在陆屋镇以南，沿断裂带曾发生 4.0 级地震 1 次

### 4.2.2.2 枢纽工程地质

#### 4.2.2.2.1 马道梯级

枢纽区无区域活动性断裂通过，与防城~灵山中等全新活动断裂的距离约 18km，近场区内无地震记载，据本工程项目地震安全性评价成果，场址区基本

地震动峰值加速度为 0.112g，对应的基本地震烈度为Ⅶ度，场址构造稳定性分级为稳定性较好；场地无不良地质作用发育，场地稳定；枢纽场址为抗震一般地段。

主体结构建基面以下均为中风化岩体，地层为第四段（D1qn4）薄~中厚层状泥岩夹含泥灰岩，岩体工程地质分类为 CIII 类，可作为船闸地基持力层。船闸建基面岩层倾向下游偏右岸，岩层倾角大于 30°，岩体裂隙以陡倾角为主，缓倾角裂隙不发育，未发现缓倾角软弱夹层。需对基底进行固结灌浆处理，以提高基底岩体整体完整性及强度。

结构基础以下中风化岩体透水率  $q \leq 1Lu$ ，但基础开挖时，爆破振动导致基底以下岩体松弛，需对基底岩体进行固结灌浆处理，以提高岩体的完整性及防渗性能。上闸首至右岸岩体  $q \leq 3Lu$  上限线高于梯级正常挡水位，可不进行防渗处理。上闸首至左岸中风化岩面高程为 53.8~60.9m，强风化岩体为弱透水，左岸存在绕坝渗漏，需进行防渗帷幕灌浆处理。

#### 4.2.2.2.2 企石梯级

枢纽区无区域活动性断裂通过，与防城~灵山中等全新活动断裂的分支断裂距离约 7.5km。场址区基本地震动峰值加速度为 0.128g，对应的基本地震烈度为Ⅶ度，场址构造稳定性分级为稳定性较好。场地无不良地质作用发育，场地稳定；枢纽场址为抗震一般地段。

枢纽区地层岩性为薄~中厚层砂岩夹硅质岩，局部夹泥岩，中风化上部及中风化下部岩体的强度及抗变形能力满足设计要求，可作为船闸主体结构、泄水闸及导航墙、靠船墩等地基持力层。岩层倾角及构造裂隙大于 40°，无缓倾角的软弱结构面及软弱夹层，抗滑稳定条件较好。泄水闸下游受断层 F68 影响，岩体破碎，抗冲能力弱，应采取防冲处理措施。对于局部岩体较破碎，需采取固结灌浆处理。

泄水闸基础中风化面以下分布厚度约 12m 的中等透水岩体，需进行防渗处理，建议防渗处理深度深入岩体透水率  $q \leq 3Lu$  线以下 3~5m。上闸首建基面以下岩体透水率  $q \leq 3Lu$ ，可不进行帷幕防渗，但基础开挖时，爆破振动导致基底岩体松弛，需对基底岩体进行固结灌浆处理，以提高岩体的完整性及防渗性能。对两岸连接土坝下的中粗砂层、全~强风化层进行防渗处理，采用高压旋喷灌浆对全风化层及中粗砂层进行防渗，采用静压灌浆对强风化层进行防渗，防渗底边

界深入透水率  $q \leq 3Lu$  线以下 3~5m。防渗帷幕从土坝肩往两岸延伸长度宜为 2~3 倍设计水头。推测断层 F68 斜穿上闸首，断层两侧影响带岩体较破碎，断层破碎带及影响带透水率相对较大，需加强对闸坝基以下断层破碎带的固结灌浆。

#### 4.2.2.2.3 青年梯级

枢纽区处于平吉断陷盆地边缘与灵山—防城断裂带的分支断裂—久隆断裂的接触地段，船闸主体段处于久隆断裂和新圩断裂之间，久隆断裂从枢纽区西侧通过，新圩断裂则从枢纽区东侧通过。北西向约 5.7km 处、沿着康熙岭断裂曾发生 4 次 3.5 级地震。据本工程项目地震安全性评价成果，青年枢纽可不考虑地表破裂问题，基本地震动峰值加速度为 0.092g，对应的基本地震烈度为Ⅶ度，构造稳定性分级为稳定性较差。场地无不良地质作用发育，场地稳定。枢纽场址为抗震不利地段。

康熙岭断裂 F26 斜穿溢流坝，断裂左岸为侏罗系中统（J2）泥岩与泥质粉砂岩互层，断裂左岸为志留系下统连滩群第四组第四段（S11nd-4）紫灰色、紫红色砂岩、泥质粉砂岩与泥岩互层。其中强风化层厚度 4.5m~9.6m，岩体破碎，不宜作为地基持力层，建议以中风化岩体作为持力层。闸基未发现缓倾角结构面或软弱夹层，受断层影响，中风化岩体较破碎，基础开挖时爆破振动也会导致建基面以下岩体松弛，需对坝基岩体进行固结灌浆处理，以提高岩体的完整性及防渗性能。中风化岩以弱透水为主，局部为中等透水，应对坝基进行防渗灌浆，建议灌浆深度深入岩体透水率小于  $3Lu$  线以下 3~5m，对坝体两岸的强风化层进行帷幕灌浆防渗，灌浆深度深入中风化岩 3m。

船闸主体结构地段地层为志留系下统连滩群第四组（S11nd）砂岩、泥岩互层或夹层。建基高程面，下闸首右边强风化岩体厚度 6.29m，岩体破碎夹泥，承载力及抗变形能力低，建议进行换填处理；其余主体建基面为中风化岩体，岩体力学强度满足设计要求，可作为船闸主体建筑物地基持力层。断层 Fqn1 斜穿下闸首，推测沿断层岩体较破碎，施工时，需根据开挖揭露情况，采取沿断层进行深挖换填及对两侧影响带岩体进行固结灌浆处理。

#### 4.2.2.3 地震

据本项目地震安全性评价报告，运河沿线地震峰值加速度区划结果包括 2

个区，即 0.05g 区和 0.10g 区，运河沿线分界点对应桩号 K107+000。按照《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）中地震基本烈度与地震动峰值加速度的对应关系，0.05g 对应地震基本烈度为 6 度，0.10g 对应地震基本烈度为 7 度。在 II 类场地条件下，运河全线的地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s。

### 4.2.3 气象

#### 4.2.3.1 气温

平陆运河地处南亚热带气候区，多年平均日照时数为 1800h，多年平均气温 22℃，多年平均总积温 8100℃。最热月份为 7 月，平均气温 28~29℃，极端最高气温为 37.3℃，最冷月份为 1 月，平均气温 13~15℃，极端最低气温北部-2.8℃，西南部 0℃，年日照总时数 1400 至 1950h，年平均日照时数为 1673h；多年平均无霜期为 348d，多年平均有霜日为 2.5d，冬春有间歇性寒潮入侵。

#### 4.2.3.2 降水

平陆运河沿线具有亚热带向热带过渡性质的海洋季风性特点，影响流域的暴雨天气系统主要有热带气旋、锋面、低涡、切变线、赤道辐合线等。每年汛期受上述天气系统的交错影响使北部湾入流水气集结成暴雨，多年平均降雨量 1886mm，中北部多年平均降雨量为 1622mm，中部 1838mm，南部 2200mm，呈自北向南渐增趋势，最大年降雨量 2807.7mm。

降雨主要集中在 6~9 月，四个月的降水量占年降水量的 66.7%，而 11 月至翌年 3 月，五个月的降水量仅占年降水量的 11.3%，以 8 月的降水量为最多，降水量为 449.5mm，占年降水量的 20.1%，多年平均雨日 167.8 天。

#### 4.2.3.3 风况

本地区季风分布特征较明显，每年 5~8 月份多偏南风，10 月至翌年 3 月多偏北风，4 月及其他月份为偏北风气候和偏南气旋交替时期。常风向为 N 向，出现频率为 26%；次常风 NNE 向，出现频率 9.2%；强风向为 N 向，极大风速 31m/s。

沿平陆自北向南分布横州气象站、灵山气象站、钦州气象站。其中横州气象站多年平均最大 10 分钟平均风速为 17.1m/s，灵山气象站多年平均最大 10 分钟平均风速为 15.2m/s，钦州气象站多年平均最大 10 分钟平均风速为 18.9m/s。

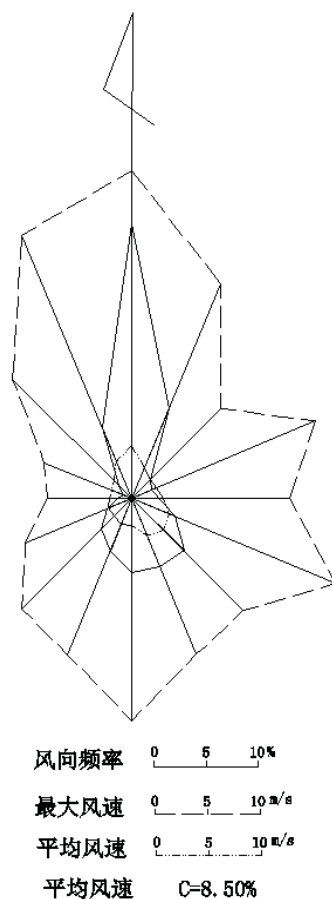


图 4.2.3-1 龙门站风玫瑰图

#### 4.2.3.4 雾况

本地区雾多发生于冬季 11 月至次年 4 月之春东季节，夏季出现雾的机率较小。能见度小于 1km 的雾日数，多年平均为 13 天，年最多日数达 28 天。

#### 4.2.3.5 蒸发

平陆运河多年平均水面蒸发量 1489mm（灵山、钦州气象局 1965~2019 年蒸发数据统计），一般情况下，冬季气温低蒸发量小，年内最小蒸发量多发生在 12 月份。夏季由于气温高，蒸发量大，最大蒸发量多发生在 7 月。连续 4 个月最大蒸发量多发生在 7 月~10 月，可占年蒸发量的 42.06%。

#### 4.2.3.6 相对湿度

本地区相对湿度以春季 3 月和雨季 6~8 月为最大，10 月至翌年 1 月为相对湿度较低值。多年平均相对湿度 82%。

### 4.2.4 水文泥沙

## （一）水文情况

沙坪河流域未设有水文站，根据《广西横州市沙坪河新福镇区河段整治初设报告》，沙坪河多年平均径流深为 850mm，沙坪河多年平均流量 14.8m<sup>3</sup>/s，多年平均径流量 4.67 亿 m<sup>3</sup>。

钦江干流主要的水文（位）站有 3 个，为陆屋水文站、钦江（二）水位站、青年水闸水位站。钦江陆屋水文站多年平均流量为 39.8m<sup>3</sup>/s，最大流量为 3850m<sup>3</sup>/s，最小流量为 0.86m<sup>3</sup>/s，多年平均含沙量为 0.25kg/m<sup>3</sup>。钦江水文特征见表 4.2.3-1，高程采用黄海基面。

表 4.2.4-1 钦江基本水文（位）站水文特征值表

站名	水文要素		特征值					资料起始年限
			平均	最大	出现年份	最小	出现年份	
陆屋	水位 (m)	平均	20.375	20.575	1970	20.125	1984	1965~1985 年
		最高	27.725	31.775	1971	23.815	1980	1965~1985 年
		最低	19.695	19.925	1978	19.475	1965	1965~1985 年
	流量 (m <sup>3</sup> /s)	平均	39.8	59.3	1970	17.0	1980	1965~1985 年
		最大	1244.2	3850	1971	418	1980	1965~1985 年
		最小	2.12	4.0	1967 1968	0.86	1976	1965~1985 年
	年经流量(亿 m <sup>3</sup> )	12.27	19.7	1970	4.41	1963	1954~1979 年	
	年平均含沙量 (kg/m <sup>3</sup> )	0.25	0.335	1967	0.14	1962	55、57~70 年 1972~1979 年	
	年平均输沙量(万 t)	27.9						
	年降雨量(mm)	1726.8	2476.9	1970	1263.8	1963	1954~1979 年	
钦州	水位 (m)	平均	1.811	2.001	1971	1.551	1976	1965~1976 年
		最高	50671	6.961	1971	4.461	1975	1965~1976 年
		最低	0.915	1.151	1972	0.601	1975	1965~1976 年
	年经流量(亿 m <sup>3</sup> )	19.6	30.3	1971	6.47	1963	1962~1979 年	
	年降雨量(mm)	2020.2	2703.5	1970	1408.3	1977	1953~1979 年	

备注：陆屋冻结基面-21.775m+0.55m=黄海基面；钦州(二)冻结基面-5.619m+0.55m=黄海基面；钦州(二)水位平均值为：高潮平均水位加低潮平均水位的平均值。

## （二）泥沙

## 1、郁江流域

郁江流域植被覆盖较好，水土流失不严重，属少沙河流，西津水库的来沙以悬移质泥沙为主。

郁江干流南宁、横州市、贵港水文站均进行悬移质泥沙测验，其中南宁水文站自 1954 年起测验至今，测验资料较长，并且测验资料经水文主管部门审编刊印。根据南宁水文站多年泥沙资料统计，多年平均含沙量为  $0.238\text{kg/m}^3$ ，年内各月含沙量成果见下表。

表 4.2.4-3 南宁水文站逐月平均含沙量成果表

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
含沙量 ( $\text{kg/m}^3$ )	0.008	0.009	0.029	0.059	0.179	0.368	0.313
项目	8月	9月	10月	11月	12月	全年	
含沙量 ( $\text{kg/m}^3$ )	0.318	0.247	0.098	0.038	0.01	0.238	

根据西津坝址逐月平均流量及南宁水文站逐月平均含沙量成果，推算出西津逐月平均入库输沙量，成果见下表。

表 4.2.4-4 西津水库逐月平均输沙量成果表

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
输沙量 (104t)	0.74	0.67	2.57	7.25	48.42	221	241
占年输沙量 百分数(%)	0.07	0.07	0.26	0.72	4.8	22	24
项目	8月	9月	10月	11月	12月	全年	
输沙量 (104t)	285	159	32.8	6.89	1.15	1010	
占年输沙量 百分数(%)	28.3	15.8	3.26	0.68	0.11	100	

由上可见，郁江悬移质输沙量年内分配极不均匀，年输沙量的 98.1%集中汛期（5~10月），其中 6、7、8 三个月输沙量约占年输沙量的 74.2%。

## 2、钦江流域

流域年平均含沙量  $0.254\text{kg/m}^3$ ，含沙量年内分布不均，主要集中在 4~10 月，占全年的 87%，实测最大断面平均含沙量为  $3.25\text{kg/m}^3$ ，最小断面平均含沙量  $0.001\text{kg/m}^3$ ，年平均输沙率  $10.01\text{kg/s}$ 。



## 4.3 流域开发回顾性评价

### 4.3.1 郁江流域

郁江自 1960 年开始就进行了开发建设，开发任务为防洪、水力发电、航运，同时兼顾供水和发展渔业生产。郁江流域高强度的梯级开发活动及航道建设、供水灌溉等开发建设实施对流域的社会经济发展起到了积极作用，同时也对流域的水文情势、水环境、生态环境均造成了一定程度不利影响。以下内容引用《郁江流域综合规划环境影响评价报告书》相关章节进行分析。

#### 4.3.1.1 环境保护措施实施情况

郁江流域已建成的梯级工程中，大型工程 24 座，其他的梯级均为径流式的小型工程；其中大型工程中郁江干流 7 座，分别为百色、鱼梁、那吉、老口、西津、桂平、贵港；左江干流 2 座，分别为山秀水电站、左江水电站；其他 15 座位于驮娘江、八尺江、澄碧河、鲤鱼江等支流。其中环境影响评价法实施以后郁江干流、左江干流建设的工程基本上都较好地执行了环保“三同时”制度，建设单位基本能执行国家环境保护的有关规定，针对水环境保护、大气污染防治、噪声控制、固体废物处理、生态保护、人群健康、水土保持等项目，制定了环境保护措施，主要包括废（污）水处理、水土保持、珍稀保护动植物的针对性保护、鱼类增殖放流等措施。

#### 4.3.1.2 流域开发环境影响

郁江流域自 1960 年开始就进行了开发建设，通过几十年的开发建设，水力发电、防洪、航运、供水灌溉等均取得了长足的发展。全流域水力发电的开发强度很大，已、正开发量 282.0 万 kW，占技术可开发量的 79%。据调查统计，郁江干流、左江及其他 22 条主要支流已建、在建梯级电站 172 座，全部已建成运行。郁江流域已建防洪堤总长 370.90km，防洪枢纽百色水利枢纽、左江水利枢纽、老口水利枢纽已建成运行。郁江主要航道航运干线总里程 1141km，其中 II 级航道 112km，III 级航道 273km，VI 级航道 756km。

郁江流域高强度的梯级开发活动及航道建设、供水灌溉等开发建设实施对流域的社会经济发展起到了积极作用，同时也对流域的水文情势、水环境、生态环境均造成了不利影响，其中对水文情势产生影响最大的是干支流的梯级开发建设活动，流域水环境主要受供水灌溉、梯级开发实施的影响，陆生生态主要受梯级开发、供水灌溉实施的影响，水生生态则主要受梯级开发、航道建设实施影响。

### 4.3.2 钦江流域

采用《钦州市钦江流域综合规划》《钦江“一河一策”报告》《广西钦州市沿海工业园供水水源项目郁江调水工程环评报告》以及钦州市水利局提供的青年枢纽来水量数据以及郁江调水工程调水数据，主要对郁江调水工程以及青年水闸的环境影响进行回顾性分析。

#### 4.3.2.1 青年水闸环境影响回顾

青年水闸位于钦灵灌区的下游，处于钦州市规划城区的上游，于 1959 年开工兴建，1960 年基本建成，是一座以灌溉、城市供水为主，兼顾发电及航运的综合利用工程，属中型水库、大型水闸。水闸右岸建有水电站一座，总装机 1880kW，左岸建有船闸一座，通航能力 4×60t，设计灌溉面积 12.17 万亩，是钦州市城区生活和工业用水的主要水源点之一。闸坝以上集水面积 2154.5km<sup>2</sup>，正常水位 8.5m，闸首上游设有东西两条灌溉引水渠。东干渠设计引水流量 2.9m<sup>3</sup>/s，沿钦江左岸往南一直沿伸到大番坡，并连通荷木和田寮两座中型水库，给钦州市的沙埠镇和大番坡镇的农田灌溉供水；西干渠又叫西总干，其设计引水流量 7.5m<sup>3</sup>/s，沿钦江右岸流经钦州市中心城区，给钦州市城区和尖山镇农田灌溉供水。收集了青年水闸极丰水年、丰水年、平水年、枯水年、极枯水年的流量数据，整理如下表和下图所示。

表 4.3.2-1 青年水闸流量数据

水文年	年份	日平均流量 (m <sup>3</sup> /s)
-----	----	---------------------------

极丰水年	2013年4月	59.4
	2013年5月	64.3
	2013年6月	52.6
	2013年7月	158
	2013年8月	143.8
	2013年9月	115
	2013年10月	20.2
	2013年11月	88.4
	2013年12月	54.6
	2014年1月	19.9
	2014年2月	19.9
	2014年3月	20.2
	丰水年	1979年4月
1979年5月		85
1979年6月		88.6
1979年7月		55.3
1979年8月		189.3
1979年9月		102.4
1979年10月		14.9
1979年11月		12.3
1979年12月		12.2
1980年1月		12.2
1980年2月		12.2
1980年3月		12.8
平水年		2009年4月
	2009年5月	61.6
	2009年6月	72.2
	2009年7月	198.5
	2009年8月	68.4
	2009年9月	32.9
	2009年10月	16.7
	2009年11月	12.2
	2009年12月	11.7
	2010年1月	18.9
	2010年2月	11.7
	2010年3月	11.7
	枯水年	2010年4月
2010年5月		19.9
2010年6月		81.4
2010年7月		105
2010年8月		43.9
2010年9月		53.2

	2010年10月	12.2
	2010年11月	9.9
	2010年12月	9.9
	2011年1月	9.9
	2011年2月	9.9
	2011年3月	13.6
极枯水年	2005年4月	12.4
	2005年5月	18.2
	2005年6月	149.4
	2005年7月	53
	2005年8月	51.4
	2005年9月	10
	2005年10月	9.1
	2005年11月	9.1
	2005年12月	9.1
	2006年1月	9.1
	2006年2月	11.9
	2006年3月	10.4

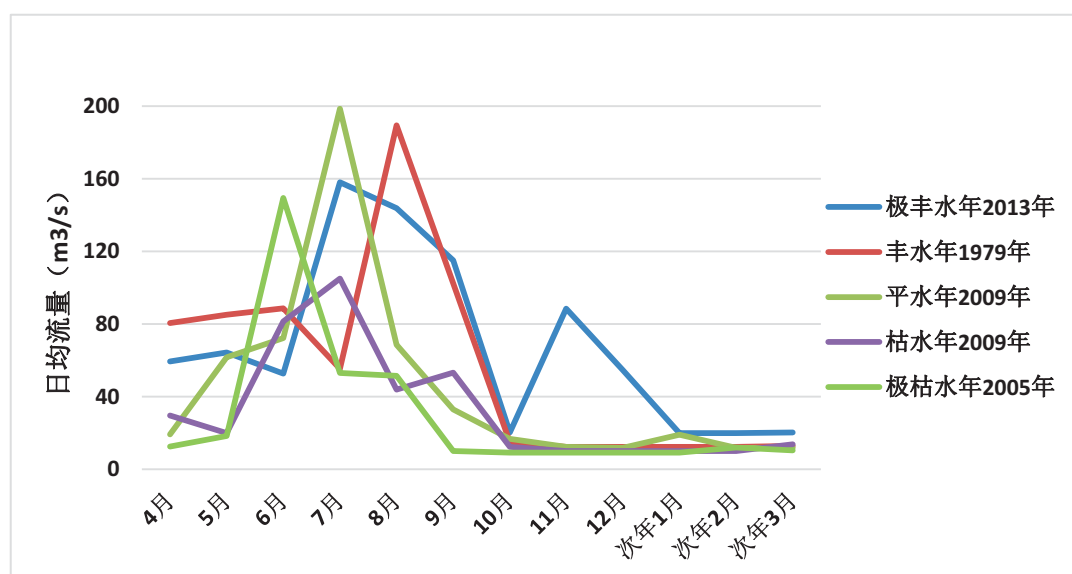


图 4.3.2-1 青年水闸流量数据

由以上数据可以看出，青年水闸建成后，在丰水期（4月—9月）日均流量达到峰值，在枯水期（10月—次年3月）日均流量变小，存在明显丰枯季节变化过程。青年水闸有一定的蓄水功能，但对径流调节能力小，对比郁江流域百色水文站建成前后的数据，青年枢纽对钦江的水文情势没有造成较大的改变。

#### 4.3.2.2 郁江调水工程环境影响回顾

郁江调水工程主要采取工程措施向钦江和大风江补水，通过在郁江支流沙坪河修建引水隧洞将郁江水引向钦江，再由钦江引向大风江。主要建设内容包括疏浚郁江支流沙坪河 5.45 公里，开挖引水隧洞 10.58 公里，疏浚钦江支流小西江疏浚 1.0 公里，开挖那庆河引水工程（明渠开挖）6.64 公里。沿线经过灵山县沙坪镇、旧州镇、陆屋镇，钦北区青塘镇、平吉镇，钦南区久隆镇、沙埠镇，直达钦州沿海工业园区，流域全长约 100 公里。工程设计引水流量为每秒 20 立方米，其中，向钦州市区引水流量每秒 12 立方米，向大风江引水流量每秒 8 立方米。

本项目于 2007 年 3 月正式开工建设，至 2020 年 12 月项目主体工程完成，当月进行完工验收，并于 2020 年 10 月 15 日至 1 月 31 日和 2021 年 2 月 1 日至 3 月 2 日进行分段试运行。

根据《广西钦州市沿海工业园供水水源项目郁江调水工程环评报告》，将环评阶段对工程所产生的主要环境影响预测情况总结如下：

水文情势影响方面，项目施工期不断流对下游水文情势影响不大。运行期间，调水量仅占西津水库总来水量的 0.79%，调水后郁江西津断面现状最枯月流量从  $133\text{m}^3/\text{s}$  减到  $113\text{m}^3/\text{s}$ ，建百色后则从  $202\text{m}^3/\text{s}$  减到  $182\text{m}^3/\text{s}$ 。调水后对西津水库下游郁江河段的水文情势的影响较小。钦江青年水闸断面最枯月流量从  $2.13\text{m}^3/\text{s}$  提高到  $8.63\text{m}^3/\text{s}$ 。大风江枯水季节最枯月流量约为原来的两倍。钦江和大风江的水文情势总体上是向好的方向发展。

水质影响方面，工程施工期的生产废水和生活污水排放量相对河流流量来说很小，对河水质的影响很小；工程建成后，钦江青年水闸断面  $\text{NH}_3\text{-N}$  及 COD 的纳污能力约为现状的 5 倍；大风江的纳污能力较现状有所提高。预计西津水库的总氮、总磷浓度为中富营养，与建库前比较总氮、总磷浓度变化不大，但有富营养化的倾向。西津水库水温结构为完全混合型，不存在水温分层，郁江调水工程建成后，调水不存在水温影响问题。

水生生态影响方面，工程建设将会对西津河段飞龙江口鱼类产卵场产生一定负面影响，但是调水量占西津水库来水量很小的比例，对产卵场的影响不大。工程建成后，将连通郁江、钦江和大风江，可能对当地的一些土著物种的遗传多样性产生一定的影响，但对钦江、大风江鱼类自然资源影响不大。郁江西津库区河

段、钦江、大风江没有列为国家级保护的水生动物种类，因设计引水只有 20 m<sup>3</sup>/s，尚不足以对西津河段列入濒危物种红皮书鱼类的乌原鲤，鯨鱼构成严重威胁，也不会对渔业自然资源构成重大影响。

陆生生态影响方面，郁江调水工程建设将占用部分土地，附着的陆生植物将被砍伐，由于工程区内的物种在该地区是常见种或广布种，在工程周边仍有大量分布，工程建设对库区周植被种类组成影响不大，仍将会保持原的区系成份和组成的基本特征，其演替方向也不会改变。项目沿线没有国家重点保护植物及珍稀植物种类。工程占地涉及的植物种类分布或种植也相当普遍，这些物种及其植被类型的损失，对工程区的物种多样性和植被类型的多样性不会造成大的影响。

2021 年 9 月 25 日，广西钦州丰源水利供水有限公司根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》、项目环境影响报告书及审批部门审批决定等有关规定组织了对广西钦州市沿海工业园供水水源项目郁江调水工程项目竣工环境保护验收。本工程建设采取的环境保护措施如下：

#### （一）废气

施工期，采取洒水措施降尘，拌和楼和砂石料加工系统设置降尘或除尘设施，同时给进出车辆进行冲洗，配备洗涤设备，施工生产生活区和弃渣场尽量远离集中居民区，较好的减轻了对环境敏感点的影响。

运行期，调水工程本身无废气产生，两处管理所共有约 5 人，厨房产生的油烟很少，对空气污染很小。

#### （二）废水

施工期采取了砂石料清洗废水经沉砂池处理后排放、工区生活污水经化粪池处理后用于农田林地施肥、施工机械废油收集处理等水环境保护措施，工程施工对沿线河流水质影响较小。

运行期，项目主体工程不产生废水，项目管理所的生活污水纳入城市污水管网处理，管理人员的生活污水不对水环境造成影响。

#### （三）噪声

施工期使用先进的、噪声小的机械设备；大型固定施工设备设置消声器；振动大的设备配备减震装置；以及定期对设备的维护和保养；车辆经过居民区时限

速限鸣；禁止午间、夜间高噪声作业；施工人员配戴防护装置。采取上述措施后施工期噪声影响可接受。

项目运行期仅有水流声产生，无其他噪声发生，项目运行几乎不产生噪声，对声环境影响甚微。

#### （四）固体废物

环评阶段项目设计弃渣场 10 处，实际使用弃渣场 6 处，占地类型为林地和荒地，累计占地面积 24.27hm<sup>2</sup>，共计弃渣量 99.31 万 hm<sup>2</sup>，施工期固体废物处置均就近妥善堆弃至弃渣场。项目产生的危险废物较少，施工过程中未发现乱丢乱弃现象，且未发生污染事故，危险废物得到了妥善处置。

运行期，管理所生活垃圾纳入钦南区城市垃圾清运系统。

#### （五）生态环境保护措施

本项目在施工过程中，施工单位严格控制施工范围，减少了对地表植被的破坏。施工中产生的废油、施工弃渣、生活垃圾等集中处置，未随意堆放在水体附近；材料冲洗水、机械冲洗水无直接排入水体的现象，减少了对水生生态的影响。按照环评及水土保持相关要求，项目已对主体工程区、临时占地区等采取了植物及工程恢复措施，且已基本发挥了生态效益。

项目绿化措施及生态恢复工作已基本实施完毕，在施工完成后对调水工程扰动区域进行了植被恢复，目前无施工期遗留问题，符合环境保护的相关要求。

根据验收意见，郁江调水工程采取的环境保护措施运行效果总结如下：

##### （一）水环境质量监测

项目在 2020 年 10 月 15 日至 1 月 31 日和 2021 年 2 月 1 日至 3 月 2 日进行分段试运行，钦州市生态环境局于 2021 年 1 月 8 日委托广西宏远环境监测有限公司对调水前和调水后的沿线河流水质进行监测。

本次监测设置了郁江调水工程引水隧洞出口、郁江调水工程引水隧洞进口、小西江支流与钦江汇入口上游(陆屋镇水坝)、小西江支流与钦江汇入口、小西江支流、与钦江汇入口下游、久隆镇定蒙渡 7 个监测断面。监测结果表明，7 个监测断面监测因子的监测值均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中 III 类标准的要求。

## （二）生态效果

根据现场调查结果，项目在施工结束后对弃渣场、施工生产生活区、临时堆土场和施工便道进行了场地平整，基本进行播撒草籽、种植灌乔木绿化，部分施工区保留硬化地面留用作为管理所或交还权属人。

建设单位与钦州水产技术推广站签订鱼类保护站建设及渔业资源增殖协议，双方共同建设本项目鱼类保护站，每年定期进行增殖放流和水生生物的常态监测，并由钦州水产技术推广站出具渔业资源增殖方案。

采取以上措施后，项目建设造成的生态影响得到较好恢复，效果明显。同时，项目组经咨询郁江调水工程运行机构，收集到 2021 年郁江调水工程的调水方案如下表 4.7.5-3 所示。2021 年的 4 月至 11 月无调水，在其他日期（枯水期）进行调水，2021 年总调水量为 10740 万立方米，从附近的水文站监测数据来看，对河流的水文情势未有造成较大影响。此外，由于调水增加了沙坪河、旧州江和钦江干流水量特别是枯水期净流量，改善了河流水质、河道生态环境及区域水资源优化配置。

综上所述，郁江调水工程实施后，沿线河流水质均满足相关环境质量标准，对下游水文情势影响不大。工程建成后，钦江和大风江水体纳污能力较现状有所提高，通过每年定期进行增殖放流和水生生物的常态监测，对流域水生生态的影响进行补偿。由于工程实施时间较短，区域水生生态和陆生生态未出现明显的变化。

表 4.7.5-3 郁江调水工程调水方案表

时间段	调水量（万 m <sup>3</sup> ）
2021.1.18---2021.1.31	2254
2021.2.26---2021.3.21	4045
2021.3.26--2021.4.10	2664
2021.12.3--2021.12.4	4.3
2021.12.4---2021.12.8	475
2021.12.8--2021.12.17	1296
总计	10740



## 5 环境现状调查与评价

### 5.1 水环境现状评价

#### 5.1.1 区域水环境质量

根据 2018~2020 年广西壮族自治区生态环境状况公报,梳理区域水环境质量概况。

##### (1) 河流

2018 年,广西 51 条主要河流 97 个国家及自治区级地表水水质监测断面水质优良比例(I-III类水质)为 92.8%,水质总体优,比 2017 年上升 2.1 个百分点。52 个国家考核地表水水质监测断面优良比例为 96.2%,丧失使用功能(劣于 V 类)水体断面比例为 0。辖区内珠江水系与长江水系水质状况总体均为优,独流入海河流域水质状况总体为轻度污染。独流入海水系的钦江、南流江和白沙河年平均水质未达到 III 类标准。

2019 年,全区 51 条主要河流 97 个国家及自治区级地表水水质监测断面水质优良比例(I~III 类水质)为 92.8%,水质总体优,与 2018 年持平。52 个国家考核地表水水质监测断面优良比例为 96.2%,丧失使用功能(劣于 V 类)水体断面比例为 0。辖区内珠江水系与长江水系水质状况总体均为优,独流入海水系水质状况总体为轻度污染。独流入海水系钦江、南流江、九洲江和西门江年均水质为轻度污染,其余河历年均水质均为优良。

2020 年,广西 51 条主要河流 97 个国家及自治区级地表水水质监测断面水质优良比例(I~III 类水质)为 99.0%,水质总体优,比 2019 年上升 6.2 个百分点。52 个国家考核地表水水质监测断面优良比例为 100%。辖区内珠江水系、长江水系与独流入海水系水质状况总体均为优,51 条河历年均水质均为优良。

可见,2018~2020 年广西壮族自治区河流水质良好,钦江水质逐年改善。



图 5.1.1-1 2020 年广西主要河流及断面水质状况

## (2) 湖库

2018 年，广西开展监测的 32 座重点水库中，除武思江水库外，其它 31 座水库满足或优于 III 类水质标准，其中，龙滩水库、岩滩水库等 23 座水库水质为 II 类；百色水库、天生桥水库等 8 座水库水质为 III 类；武思江水库水质为 IV 类，主要超标项目为总磷。对 29 座水库进行营养状态监测评价，除武思江水库和牛尾岭水库 2 座水库为轻度富营养状态外，其余龙滩水库、岩滩水库等 27 座水库均为中营养状态。

2019 年，全区开展监测的 38 座重点水库中，除武思江水库外，其他 37 座水库达到或优于 III 类水质标准，其中，龙滩、苏烟等 2 座水库水质为 I 类；百色、茶山等 26 座水库水质为 II 类；赤水、西津等 9 座水库水质为 III 类；武思江水库水质为 IV 类，主要超标项目为总磷。对 38 座水库进行营养状态评价，除牛尾岭、赤水、平龙、武思江等 4 座水库为轻度富营养状态外，其余 34 座水库均为中营养状态。

2020年广西开展监测的15座重点水库均满足或优于Ⅲ类水质标准，水质优良比例为100%，其中，澄碧河水库水质为Ⅰ类；大王滩、西津等11座水库水质为Ⅱ类；洪潮江、平龙、武思江等3座水库水质为Ⅲ类。对15座水库进行营养状态监测评价，除岩滩水库为贫营养状态外，其余14座水库均为中营养状态。

可见，2018~2020年广西壮族自治区湖库水质良好，西津水库水质得以改善。

### （3）地下水

2018年，广西地下水监测点374个，其中水位监测点354个、水质监测点120个，控制监测面积6000平方千米。全年地下水水位在正常范围内波动。与2017年相比，除柳州区域地下水位下降2.92米外，其它监测区域变化幅度均在1米以内。全区地下水Ⅰ-Ⅲ类水质监测点占56.6%，比2017年上升6.2个百分点。地下水污染呈点状分布，主要超标项目有铁、锰、pH值，超标原因主要为地质环境背景值偏高，其次为生活及农业面源污染。

2019年，全区地下水环境质量监测点位118个，Ⅰ~Ⅲ类水质点位55个，占比46.6%。其中国家地下水考核点10个，Ⅰ~Ⅲ类水质点位4个，占比为40%，与2018年持平。主要超标项目为铁、锰等元素，是由于地质环境背景值较高所致，其次为生活及农业面源污染。

2020年，全区地下水环境质量监测点位118个，Ⅰ~Ⅲ类水质点位20个，占比16.9%。其中国家地下水考核点10个，Ⅰ~Ⅲ类水质点位3个，占比为30.0%。主要超标指标为pH、总硬度、铁、锰、亚硝酸盐、氨氮、耗氧量（COD<sub>Mn</sub>法）、硫化物等，其中pH、总硬度、铁、锰超标主要是地质环境背景值较高所致，其他超标指标为生活及农业面源污染所致。

可见，2018~2020年广西壮族自治区地下水水质主要超标项目为铁、锰等。

## 5.1.2 工程河道水环境质量现状调查

本评价委托广西中赛检测技术有限公司对工程河道水环境开展现状监测。

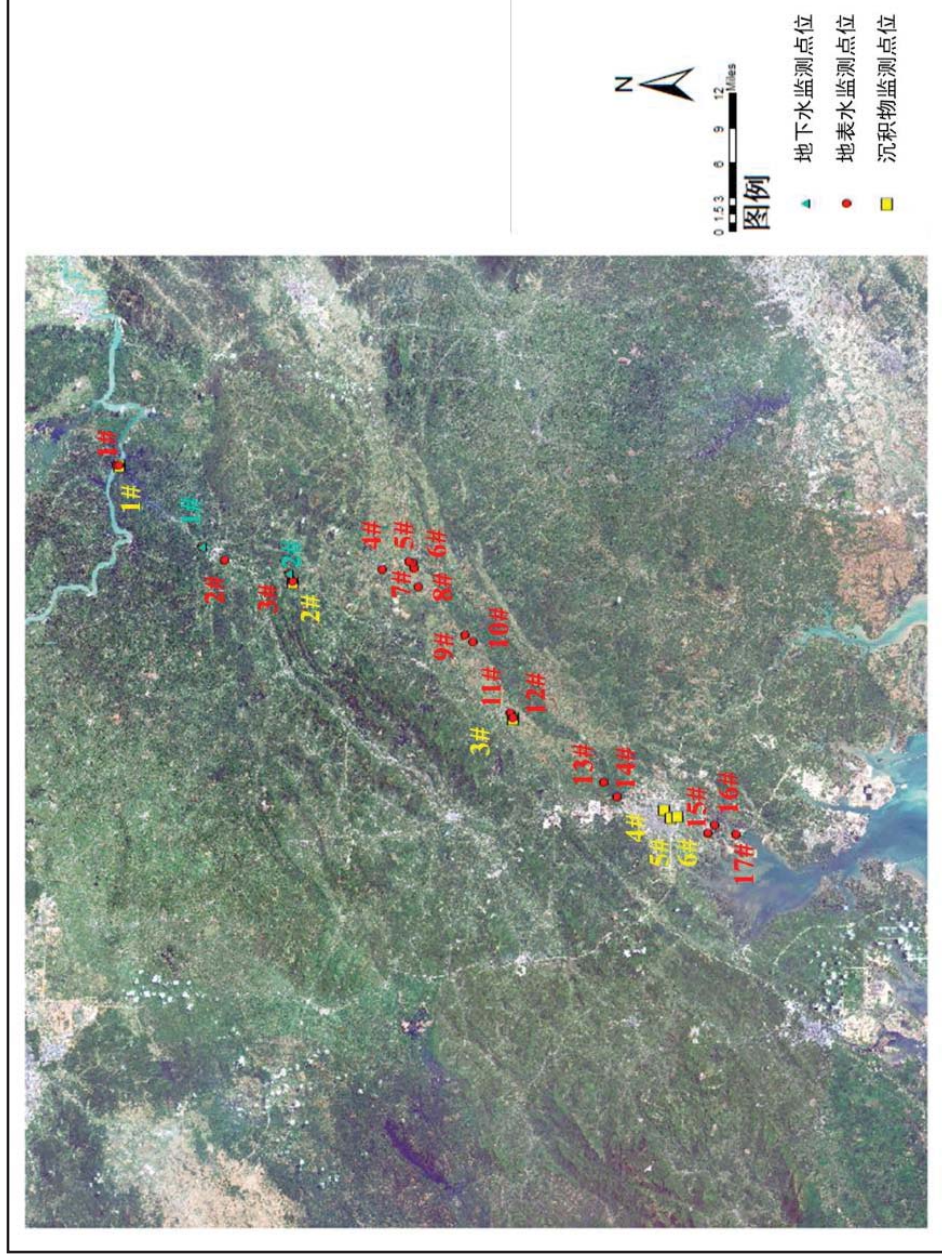
### （1）地表水

2021年2月4日~6日，连续监测3天，每天监测1次。根据《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）相关要求开展监测，监测指标为水温、pH值、溶解氧、悬浮物、总磷、硫酸盐、铁、铜、锌、挥发酚、总氮、氨氮、粪大肠菌

群、硝酸盐、氰化物、氟化物、砷、铅、镉、六价铬、化学需氧量、五日生化需氧量、石油类、盐度，共 25 项。地表水监测点位信息见下表，监测点分布示意图见下图。监测点位执行《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)的水功能区划对应的标准。

表 5.1.2-1 地表水监测点位

河段	监测点位	执行标准
沙坪河	1# 沙坪河与郁江交汇处下游 500m 处断面	III
	2# 郁江调水工程断面	III
旧州江	3# 旧州江马道头监测断面	III
	4# 旧州江企石垌断面	III
钦江	5# 钦江东胜电站上游约 120m	II
	6# 陆屋镇旧州江与钦江交汇处下游 100m 断面	III
	7# 钦江坪心垌断面	III
	8# 钦江花石断面	III
	9# 钦江拟建大田坪断面	III
	10# 钦江下铜锣坪断面	III
	11# 钦江与平吉河交汇处上游 500m	II
	12# 钦江与平吉河交汇处下游约 1.2km	II
	13# 钦江青鱼坪断面	II
	14# 钦江水浸洞断面（青年水闸上游约 2km）	II
	15# 钦江曾屋断面	III
16# 钦江南康围断面	III	
17# 钦江坚心围断面	III	



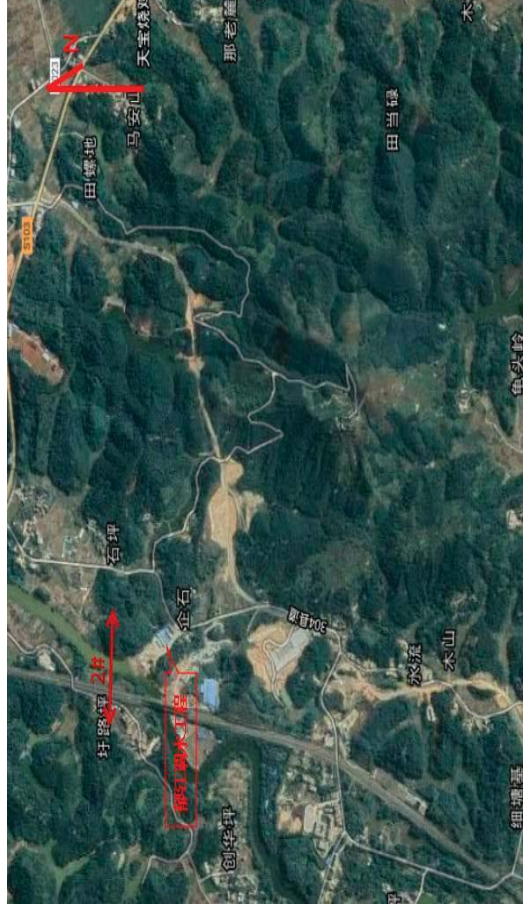






图 5.1.2-1 地表水监测点位置示意图



根据水质监测资料，利用《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ2.3-2018)所推荐的水质指数法进行评价。

一般性水质因子（随着浓度增加而水质变差的水质因子）的指数计算公式如下：

$$S_{i,j}=C_{i,j}/C_{s,i}$$

式中： $S_{i,j}$  ——  $i$  污染物在  $j$  点的污染指数；

$C_{i,j}$  ——  $i$  污染物在  $j$  点的实测浓度，mg/L；

$C_{s,i}$  ——  $i$  污染物的评价标准，mg/L。

DO 的标准指数计算公式为：

$$S_{DO,j} = \begin{cases} DO_s/DO_j & DO_j \leq DO_f \\ \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} & DO_j > DO_f \end{cases}$$

式中：

$S_{DO,j}$  —— 溶解氧的标准指数；

$DO_j$  —— 溶解氧在  $j$  点的实测统计代表值，mg/L；

$DO_s$  —— 溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

$DO_f$  —— 饱和溶解氧浓度，mg/L，对于河流， $DO_f=468/(31.6+T)$ ；对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域， $DO_f=(491-2.65S)/(33.5+T)$ ；

$S$  —— 实用盐度符号，量纲一；

$T$  —— 水温， $^{\circ}\text{C}$ 。

pH 的标准指数为：

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}}, \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0}, \quad pH_j > 7.0$$

式中：

$S_{pH,j}$ ——pH 值的标准指数；

$pH_j$ ——pH 值在 j 点的实测统计代表值；

$pH_{sd}$ ——评价标准中 pH 值的下限值；

$pH_{su}$ ——评价标准中 pH 值的上限值。

水质参数的标准指数  $> 1$ ，表明该水质参数超过了规定的水质标准，已不能满足水环境功能要求。水质参数的标准指数越大，则水质超标越严重。

监测结果表明，沙坪河除 pH 值、总氮和粪大肠菌群外的指标均满足相应水质标准；旧州江除总氮、pH 值和粪大肠菌群外的指标均满足相应水质标准；钦江除 pH 值、总磷（仅#13）、总氮、粪大肠菌群和化学需氧量外的标均满足相应水质标准。

表 5.1.2-2 地表水监测污染指数评价结果（水温、悬浮物和盐度表中为监测值，其它为评价值）

监测点位	监测时间	水温 ℃	pH 值	溶解氧 mg/L	悬浮物 mg/L	总磷	硫酸盐	氯化物	铁	铜	锌	挥发酚	总氮	氨氮	粪大肠菌群	硝酸盐	氰化物	氟化物	砷	铅	镉	六价铬	化学需氧量	五日生化需氧量	石油类	盐度 %
1#	2021.02 .04	17.40	1.13	0.66	10.00	0.35	0.04	ND	0.33	N	N	0.12	1.52	0.21	3.90	0.12	N	0.22	0.02	N	N	0.12	0.30	0.23	N	\
	2021.02 .05	16.20	1.21	0.64	11.00	0.30	0.05	ND	0.30	N	N	0.12	1.43	0.19	3.20	0.12	N	0.25	0.02	N	N	0.16	0.30	0.25	N	\
2#	2021.02 .06	16.80	1.08	0.67	12.00	0.40	N	ND	0.23	N	N	N	1.52	0.21	3.20	0.12	N	0.22	0.02	N	N	0.14	0.35	0.20	N	\
	2021.02 .04	18.30	1.26	0.54	11.00	0.45	N	ND	N	N	N	N	1.02	0.20	3.20	0.07	N	0.24	N	N	0.04	0.14	0.25	N	\	
3#	2021.02 .05	16.80	1.04	0.57	10.00	0.50	0.04	ND	N	N	N	0.06	1.11	0.20	2.60	0.07	N	0.25	N	N	0.04	0.20	0.55	N	\	
	2021.02 .06	17.60	1.16	0.58	11.00	0.45	0.03	ND	N	N	N	0.06	1.18	0.21	2.10	0.07	N	0.25	N	N	0.04	0.12	0.23	N	\	
3#	2021.02 .04	19.80	0.86	0.66	9.00	0.40	0.04	ND	0.93	N	N	0.10	1.09	0.52	0.04	0.03	N	0.24	0.01	0.08	N	0.08	0.40	0.25	N	\
	2021.02	17.00	1.00	0.60	9.00	0.40	0.00	ND	0.90	N	N	0.10	1.10	0.50	0.00	0.00	N	0.20	0.00	0.00	0.10	0.40	0.20	N	\	

监测点位	监测时间	水温 °C	pH 值	溶解氧	悬浮物 mg/L	总磷	硫酸盐	氯化物	铁	铜	锌	挥发酚	总氮	氨氮	粪大肠菌群	硝酸盐	氰化物	氟化物	砷	铅	镉	六价铬	化学需氧量	五日生化需氧量	石油类	盐度 %
4#	.05	40	2	1	0	5	6		3	D	D	4	7	0	3	3	D	1	1	8	D	2	5	3	D	
	2021.02 .06	18.60	0.94	0.63	8.00	0.40	0.04	ND	0.90	N	N	N	0.12	1.09	0.51	0.05	0.03	0.24	0.01	0.06	N	0.18	0.40	0.23	N	
		18.30	1.28	0.63	12.00	0.30	0.04	ND	0.33	N	N	N	N	1.73	0.28	1.60	0.13	0.23	0.23	0.00	0.02	N	0.30	0.30	N	
	2021.02 .05	16.80	1.14	0.67	14.00	0.30	0.06	ND	0.17	N	N	N	0.10	1.74	0.27	0.92	0.13	0.25	0.25	N	N	0.28	0.45	0.25	N	
		17.60	1.10	0.68	13.00	0.30	0.04	ND	0.13	N	N	N	N	1.58	0.28	1.40	0.10	0.22	0.22	N	N	0.28	0.60	0.30	N	
	5#	2021.02 .04	18.90	1.82	0.60	10.00	0.25	0.05	0.08	0.13	N	N	0.06	1.85	0.36	2.80	0.14	0.27	0.27	N	N	0.02	0.20	0.58	0.28	N
16.60			1.72	0.58	11.00	0.25	0.04	0.09	0.17	N	N	N	N	1.81	0.36	2.10	0.14	0.28	0.28	N	N	0.02	0.50	0.28	N	
2021.02 .06		18.20	1.64	0.61	11.00	0.25	0.04	0.09	0.10	N	N	N	0.14	1.77	0.37	2.60	0.13	0.26	0.26	N	N	0.18	0.58	0.33	N	
		17.60	1.38	0.56	8.00	0.35	0.05	0.04	0.23	N	N	N	0.16	1.34	0.24	2.60	0.10	0.26	0.26	N	N	0.22	0.50	0.30	N	
2021.02 .04		17.60	1.38	0.56	8.00	0.35	0.05	0.04	0.23	N	N	N	0.16	1.34	0.24	2.60	0.10	0.26	0.26	N	N	0.22	0.50	0.30	N	
		17.60	1.38	0.56	8.00	0.35	0.05	0.04	0.23	N	N	N	0.16	1.34	0.24	2.60	0.10	0.26	0.26	N	N	0.22	0.50	0.30	N	

监测点位	监测时间	水温 ℃	pH 值	溶解 氧	悬浮物 mg/ L	总磷	硫酸盐	氯化物	铁	铜	锌	挥发酚	总氮	氨氮	粪大肠菌群	硝酸盐	氰化物	氟化物	砷	铅	镉	六价铬	化学需氧量	五日生化需氧量	石油类	盐度 %
7#	2021.02 .05	17. 20	1.2 6	0.6 1	9.0 0	0.4 0	0.0 5	0.0 5	0.2 3	N D	N D	0.1 6	1.4 0	0.2 4	1.8 0	0.1 0	N D	0.2 4	N D	N D	0.2 4	0.4 0	0.2 0	N D	\	
	2021.02 .06	17. 80	1.4 0	0.5 9	11.0 0	0.3 5	0.0 5	ND	0.2 0	N D	N D	0.1 8	1.4 9	0.2 6	1.7 0	0.1 0	N D	0.2 4	N D	N D	0.2 2	0.6 0	0.3 5	N D	\	
	2021.02 .04	18. 20	1.0 6	0.5 8	10. 00	0.4 0	0.0 6	ND	0.3 0	N D	N D	0.2 6	1.4 1	0.2 7	3.9 0	0.1 0	N D	0.2 3	N D	N D	0.1 2	0.4 5	0.2 3	N D	\	
	2021.02 .05	17. 60	1.1 2	0.6 0	11.0 0	0.4 5	0.0 3	ND	0.2 0	N D	N D	0.2 2	1.4 4	0.2 5	3.3 0	0.1 1	N D	0.2 2	N D	N D	0.2 2	0.3 5	0.2 0	N D	\	
	2021.02 .06	18. 00	1.2 0	0.6 4	12. 00	0.4 0	N D	ND	0.2 3	N D	N D	0.2 0	1.3 3	0.2 6	4.0 0	0.1 0	N D	0.2 5	N D	N D	0.2 2	0.2 0	0.5 0	0.3 0	\	
	2021.02 .04	17. 80	1.2 4	0.5 4	11.0 0	0.3 0	N D	ND	0.2 3	N D	N D	0.2 D	0.2 7	1.3 8	0.2 3	4.0 0	0.1 1	N D	0.2 6	N D	0.1 2	0.2 4	0.5 0	0.2 8	N D	\
8#	2021.02 .05	17. 60	1.3 6	0.5 8	9.0 0	0.3 0	N D	ND	0.2 7	N D	N D	0.3 0	1.3 8	0.2 3	4.7 0	0.1 1	N D	0.2 7	N D	0.1 0	0.2 8	0.6 5	0.3 8	N D	\	
	2021.02 .06	17. 40	1.1 8	0.6 0	11.0 0	0.3 0	0.0 4	ND	0.2 0	N D	N D	0.2 6	1.5 3	0.2 4	3.3 0	0.1 0	N D	0.2 3	N D	0.1 0	0.2 2	0.5 0	0.3 0	N D	\	
9#	2021.02	15.	1.1	0.6	9.0	0.3	0.0	ND	0.1	N	N	0.9	1.3	0.2	0.1	0.1	N	0.2	0.1	0.1	0.1	0.4	0.2	N	\	

监测点位	监测时间	水温 ℃	pH 值	溶解氧	悬浮物 mg/ L	总磷	硫酸盐	氯化物	铁	铜	锌	挥发酚	总氮	氨氮	粪大肠菌群	硝酸盐	氰化物	氟化物	砷	铅	镉	六价铬	化学需氧量	五日生化需氧量	石油类	盐度 %
	.04	40	6	0	0	0	3		0	D	D	4	2	7	4	0	D	5	D	6	D	8	0	3	D	
	2021.02 .05	15. 10	1.1 1	0.5 9	8.0 0	0.3 5	N D	ND	0.1 0	N D	N D	0.7 4	1.4 4	0.2 6	0.11	0.1 1	N D	0.2 6	N D	0.1 4	N D	0.1 6	0.4 5	0.2 5	N D	\
	2021.02 .06	15. 90	1.1 0	0.6 3	9.0 0	0.3 0	0.0 4	ND	N D	N D	N D	0.3 8	1.5 7	0.2 7	0.11	0.1 0	N D	0.2 4	N D	0.1 4	N D	0.2 2	0.4 0	0.2 3	N D	\
	2021.02 .04	15. 80	1.2 6	0.5 7	8.0 0	0.2 5	0.0 6	ND	0.1 3	N D	N D	0.1 6	1.4 1	0.2 4	0.1 7	0.1 0	N D	0.2 3	N D	0.1 2	N D	0.3 4	0.6 5	0.3 5	N D	\
10 #	2021.02 .05	15. 50	1.2 4	0.5 8	7.0 0	0.2 5	N D	ND	0.1 7	N D	N D	0.1 6	1.4 6	0.2 4	0.1 4	0.1 0	N D	0.2 4	N D	0.1 4	N D	0.3 6	0.6 0	0.3 8	N D	\
	2021.02 .06	16. 30	1.1 2	0.6 0	10. 00	0.2 5	0.0 5	ND	0.1 3	N D	N D	0.2 2	1.4 7	0.2 6	0.1 3	0.1 0	N D	0.2 0	N D	0.1 2	N D	0.3 4	0.6 0	0.3 3	N D	\
	2021.02 .04	15. 50	0.8 8	0.5 4	10. 00	0.4 0	0.0 4	ND	0.1 7	N D	N D	0.2 2	1.7 5	0.4 4	0.3 5	0.1 2	N D	0.2 4	N D	0.0 6	N D	0.1 2	0.5 0	0.2 8	N D	\
11 #	2021.02 .05	15. 70	0.9 1	0.5 3	10. 00	0.3 5	N D	ND	0.1 0	N D	N D	0.3 2	1.6 5	0.4 3	0.2 8	0.1 1	N D	0.2 5	N D	0.0 4	N D	0.1 4	0.7 0	0.3 8	0.2 0	\
	2021.02 .06	16. 50	1.0 2	0.5 6	12. 00	0.4 0	N D	ND	0.1 3	N D	N D	0.1 4	1.4 6	0.4 4	0.2 8	0.1 2	N D	0.2 5	N D	0.0 4	N D	0.1 4	0.6 0	0.3 0	N D	\

监测点位	监测时间	水温 ℃	pH值	溶解氧	悬浮物 mg/L	总磷	硫酸盐	氯化物	铁	铜	锌	挥发酚	总氮	氨氮	粪大肠菌群	硝酸盐	氰化物	氟化物	砷	铅	镉	六价铬	化学需氧量	五日生化需氧量	石油类	盐度 %	
12 #	2021.02.04	16.10	1.02	0.60	14.00	0.35	0.05	ND	0.20	N D	N D	0.06	1.74	0.49	1.40	0.11	N D	0.24	N D	N D	0.02	0.14	0.60	0.33	N D	∕	
	2021.02.05	15.90	0.84	0.62	12.00	0.40	0.04	ND	0.20	N D	N D	0.12	1.67	0.48	1.10	0.10	N D	0.23	N D	N D	0.02	0.10	0.65	0.30	N D	∕	
	2021.02.06	15.70	0.91	0.62	13.00	0.35	0.05	ND	0.17	N D	N D	0.16	1.58	0.48	1.40	0.11	N D	0.22	N D	N D	0.02	0.10	0.53	0.33	N D	∕	
	2021.02.04	16.00	0.76	0.67	13.00	0.90	0.08	0.04	0.20	N D	N D	N D	2.86	0.52	1.40	0.10	N D	0.24	N D	N D	0.02	0.14	0.93	0.47	N D	∕	
	2021.02.05	15.40	0.70	0.69	9.00	0.90	0.05	0.05	0.17	N D	N D	N D	0.15	2.96	0.49	0.90	0.10	N D	0.25	N D	N D	0.02	0.20	0.73	0.43	N D	∕
	2021.02.06	15.50	0.62	0.71	11.00	1.00	0.06	0.06	0.17	N D	N D	N D	0.25	3.24	0.52	1.10	0.11	N D	0.23	N D	N D	0.02	0.14	0.80	0.43	N D	∕
14 #	2021.02.04	15.80	1.04	0.73	10.00	0.80	0.05	0.04	N D	N D	N D	0.20	3.02	0.52	11.00	0.11	N D	0.25	0.04	N D	N D	0.18	0.80	0.40	N D	∕	
	2021.02.05	14.80	0.98	0.75	13.00	0.80	0.06	0.05	N D	N D	N D	N D	3.14	0.50	13.00	0.11	N D	0.26	0.04	N D	N D	0.24	0.67	0.40	N D	∕	
	2021.02.05	15.15	1.00	0.70	9.00	0.80	0.00	0.00	N D	N D	N D	N D	2.70	0.50	13.00	0.11	N D	0.20	0.00	N D	N D	0.20	0.70	0.40	N D	∕	

监测点位	监测时间	水温 °C	pH 值	溶解氧	悬浮物 mg/L	总磷	硫酸盐	氯化物	铁	铜	锌	挥发酚	总氮	氨氮	粪大肠菌群	硝酸盐	氰化物	氟化物	砷	铅	镉	六价铬	化学需氧量	五日生化需氧量	石油类	盐度 %
	.06	10	6	2	0	0	5	5	D	D	D	D	8	1	00	0	D	4	4	D	D	0	3	0	D	
15 #	2021.02	16.	1.1	0.5	9.0	0.4	0.6	19.	0.4	N	N	0.2	1.4	0.4	2.6	0.0	N	0.4	N	0.3	0.2	0.6	0.3	0.3	0.2	0.8
	.04	20	8	3	0	0	9	92	0	D	D	6	2	7	0	9	D	6	D	6	0	0	8	0	0	5
15 #	2021.02	15.	1.0	0.5	12.	0.3	0.6	19.	0.4	N	N	0.2	1.3	0.4	3.3	0.0	N	0.4	N	0.6	0.3	0.2	0.5	0.3	0.2	0.8
	.05	20	8	5	00	5	6	64	0	D	D	0	8	7	0	9	D	9	D	4	2	0	0	0	0	4
15 #	2021.02	15.	1.0	0.5	10.	0.3	0.5	19.	0.4	N	N	0.2	1.4	0.4	3.2	0.1	N	0.4	N	0.6	0.2	0.2	0.5	0.3	0.2	0.8
	.06	50	1	6	00	5	7	04	0	D	D	0	3	7	0	0	D	0	D	4	8	4	5	3	0	4
16 #	2021.02	16.	1.2	0.5	11.0	0.5	0.8	33.	0.6	N	N	0.2	1.0	0.3	0.2	0.0	N	0.5	N	0.5	0.5	0.2	0.7	0.3	0.2	1.5
	.04	40	8	7	0	0	8	60	7	D	D	2	4	5	4	6	D	8	D	2	4	0	8	0	8	
16 #	2021.02	15.	1.2	0.5	9.0	0.5	0.8	33.	0.6	N	N	0.2	0.9	0.3	0.2	0.0	N	0.5	N	0.4	0.5	0.2	0.7	0.4	0.2	1.5
	.05	60	2	9	0	0	1	24	3	D	D	8	8	3	8	6	D	4	D	8	6	2	5	5	0	6
16 #	2021.02	16.	1.1	0.5	9.0	0.5	0.7	34.	0.6	N	N	0.2	1.0	0.3	0.2	0.0	N	0.4	N	0.4	0.5	0.2	0.6	0.4	0.2	1.5
	.06	00	5	7	0	0	8	36	7	D	D	2	7	4	8	6	D	7	D	8	4	2	5	0	2	
17 #	2021.02	16.	1.2	0.6	11.0	0.4	0.3	18.	0.9	0.0	0.0	0.1	0.5	0.2	0.0	0.0	N	0.6	N	0.6	0.3	0.2	0.6	0.3	0.2	2.2
	.04	10	1	3	0	0	2	96	0	7	6	2	8	2	5	3	D	8	D	6	6	8	5	5	0	5
17 #	2021.02	15.	1.1	0.6	10.	0.5	0.3	18.	0.9	0.0	0.0	0.1	0.5	0.2	0.0	0.0	N	0.6	N	0.7	0.3	0.2	0.7	0.3	0.2	2.1
	.05	50	6	1	00	0	3	88	3	7	6	8	4	1	4	3	D	4	D	0	4	8	5	3	0	9





## （2）地下水

2021年2月4日~5日，连续监测2天，每天监测1次。根据《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）相关要求开展监测，监测指标为pH值、色度、总硬度、耗氧量、氨氮、氯化物、硫酸盐、挥发性酚类、硝酸盐、亚硝酸盐、嗅和味、溶解性总固体、总大肠菌群、铅、锌、汞、镉、砷、石油类，共19项。2个地下水监测点位信息见下表，监测点分布示意图如下。本评价为考察地下水作为生活饮用水水源质量，采用《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）的III类标准，III类地下水化学组分含量中等，主要适用于集中式饮用水水源及工农业用水。

监测结果表明，马道头村水井地下水质量除总大肠菌群指标外，其它指标可达到III类标准；新福镇凤凰村饮用水水井地下水质量达到III类标准。

表 5.1.2-3 地下水监测点位

河段	监测点位	标准
沙坪河	1#马道头村水井	III
旧州江	2#新福镇凤凰村饮用水水井	III

表 5.1.2-4 地下水监测结果

监测项目		监测点位/监测日期/监测结果			
		1# 马道头村水井		2# 新福镇凤凰村饮用水水井	
		2021.02.04	2021.02.05	2021.02.04	2021.02.05
pH值	无量纲	7.48	7.52	7.82	7.70
色度	度	ND	ND	ND	ND
总硬度	mg/L	25	31	86	92
耗氧量	mg/L	0.61	0.59	0.74	0.73
氨氮	mg/L	0.306	0.299	0.198	0.196
氯化物	mg/L	ND	ND	ND	10
硫酸盐	mg/L	12	12	10	ND
挥发性酚类	mg/L	0.0003	0.0006	0.0013	0.0017
硝酸盐	mg/L	0.4	0.4	0.3	0.3
亚硝酸盐	mg/L	0.006	0.006	ND	ND
嗅和味	—	无	无	无	无
溶解性总固体	mg/L	232	256	384	410
总大肠菌群	MPN/100 mL	5.4×10 <sup>2</sup>	2.8×10 <sup>2</sup>	1.7×10 <sup>2</sup>	1.4×10 <sup>2</sup>
铅	mg/L	0.001	0.001	ND	ND

锌	mg/L	ND	ND	ND	ND
汞	mg/L	0.00024	0.00019	0.00015	0.00012
镉	mg/L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
砷	mg/L	0.0018	0.0017	ND	ND
石油类	mg/L	ND	ND	ND	ND

### (3) 沉积物

于2021年2月3日监测1天，共监测1次。根据HJ/T 91-2002《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91-2002)相关要求开展监测，监测指标为汞、锌、pH值等13项。6个沉积物监测点位信息见下表，监测点分布示意图见图4.3.1-3。本评价参考《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(GB 15618—2018)的风险筛选值。

监测结果表明，各个沉积物监测点均未超过风险筛选值，环境质量状况良好。

表 5.1.2-5 沉积物监测结果

监测项目	监测日期/监测点位/采样深度/监测结果					
	2021.02.03					
	1# 沙坪河与郁江交汇处下游500m处断面	2# 旧州江马道头监测断面	3# 三踏水和钦州干流交汇处下游约500m断面	4# 新村沟排污口上游200m处断面	5# 建设路排污口下游1000m处断面	6# 建设路排污口下游3000m处断面
pH值 (无量纲)	6.94	7.02	6.86	6.71	6.98	6.84
汞	0.393	0.122	0.106	0.160	0.145	0.150
锌	65	71	56	90	84	84
砷	13.5	10.8	11.2	11.1	13.0	15.0
铅	33	20	18	37	37	48
镉	ND	ND	ND	ND	ND	ND
铬	60	78	22	22	13	12
石油烃 (C10-C40)	ND	ND	ND	ND	ND	ND

### 5.1.3 城市集中式饮用水水源地水环境质量

根据2020年广西壮族自治区生态环境状况公报，全区对14个设区市54个地级城市集中式生活饮用水水源地开展监测，54个地级城市集中式生活饮用水水源地水源达标率为94.4%，比2019年下降2.0个百分点。全区对73个县(市、区)135个县级城镇集中式生活饮用水水源地开展监测，水源达标率为89.6%，

比 2019 年下降 3.8 个百分点。

由下表可见，广西集中式饮用水水源地水质良好。

表 5.1.3-1 集中式饮用水水源地水质情况

年份	水源地类型	数量（个）	水源地达标率（%）
2020 年	设区城市集中式饮用水水源地	54	94.4
	县级城市（城镇）集中式饮用水水源地	135	89.6

根据自治区 2020 年饮用水监测结果，青年水闸饮用水监测断面位置为 108.652222° E, 22.017222° N，以《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中 III 类标准进行评价，对标准表 1 中除水温、总氮、粪大肠杆菌群以外的 21 项指标进行评价，监测结果表明 2020 年该断面水质达标率均为 100%。



图 5.1.3-1 青年市饮用水监测断面

#### 5.1.4 工程沿线排污口

##### (1) 工业污染源

据调查，平陆运河流域有废水排入河的较大型工业企业，调查主要以 2020 年环境统计数据为基础，主要调查指标为废水排放量、废水中的化学需氧量、生

物需氧量、氨氮、总氮和总磷的排放量，排放口位置、污水排放量、污水类型、主要污染物排放量等。

由表可知，平陆运河项目沿线工厂仅有 1 个，即广西世纪飞龙集团平吉制糖有限责任公司，在 2020 年的化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、氨氮、总氮、总磷的排放总量分别为 29.86 t/a、2.43 t/a、3.53 t/a、0.06 t/a。

## （2）污水处理厂排放情况

据调查，平陆运河项目沿线已建成污水处理厂 2 座。分别为钦北区平吉镇污水处理厂和灵山县陆新风光污水处理有限公司。污水处理厂在地图上的分布如下图所示。



图 5.1.4-1 污水厂位置

平陆运河项目沿线污水处理厂排污调主要调查指标为污水处理厂废水排放量、废水中的化学需氧量、氨氮、总氮和总磷排放量，各污水处理厂污水及污染物排放情况见下表。

表 5.1.4-2 平陆运河污水处理厂污染物排放情况

所属区县	污水处理厂名称	排放去向	废水排放量（万 t/a）	污染物排放量（t/a）			
				化学需氧量	氨氮	总氮	总磷
钦北区	钦北区平吉镇污水处理厂	钦江	8.71	1.47	0.11	1.46	0.08
灵山县	灵山县陆新风光污水处理有限公司	钦江	103.87	15.94	2.63	11.03	0.78
流域合计			112.58	17.41	2.74	12.49	0.86

据调查,钦北区平吉镇污水处理厂与灵山县陆新风光污水处理有限公司皆执行一级 B 标准。由表统计可知,平陆运河项目沿线污水处理厂 2020 年的废水排放总量为 112.58 万 t/a,化学需氧量、氨氮、总氮、总磷的排放总量分别为 17.41 t/a、2.74 t/a、12.49 t/a、0.86 t/a,各污水处理厂污染物排放满足标准。

### （3）城镇生活污染源

本节统计的城镇生活污染源指的是未纳入城镇污水处理厂处理的城镇居民生活污水。调查范围包含灵山县 3 个乡镇（旧州镇、陆屋镇、沙坪镇）、钦北区 2 个乡镇（平吉镇、青塘镇）和钦南区 4 个乡镇（久隆镇、沙埠镇、康熙岭镇、尖山镇）及钦南区、钦北区城区。运河沿线大部分生活排污口已截留,污水收集后经污水处理厂统一处理排放,而未截流的 7 个排污口也正在进行截流整改。

表 5.1.4-3 平陆运河沿线生活排污口情况

所属区县	排污口名称	排放去向	现状
钦南区	钦南区文峰街道生活入河排污口	钦江	已截留
	钦南区向阳街道生活入河排污口	钦江	已截留
钦北区	钦北区平吉镇中兴路生活入河排污口	钦江	已截留
	钦北区青塘镇生活入河排污口	钦江	已截留
	钦北区看守所生活入河排污口	钦江	正在截流
	钦北城区北社区麻芎村生活入河排污口	钦江	正在截流
灵山县	灵山县旧州镇旧州河堤生活入河排污口	旧州江	已截留

所属区县	排污口名称	排放去向	现状
	灵山县旧州镇旧州大桥 2 号生活入河排污口	旧州江	已截留
	灵山县陆屋镇陆屋中桥生活入河排污口	钦江	已截留
	灵山县沙坪镇江南街生活入河排污口	沙坪河	已截留
	灵山县沙坪镇进港路生活入河排污口	沙坪河	已截留
	灵山县沙坪镇沙坪中学生活入河排污口	沙坪河	已截留
	灵山县沙坪镇鸿福路房产所生活入河排污口	沙坪河	正在截流
	灵山县沙坪镇航道站生活入河排污口	沙坪河	正在截流
	灵山县陆屋镇陆屋大桥生活入河排污口	钦江	正在截流
	灵山县旧州镇旧州镇中心校生活入河排污口	旧州江	正在截流
	灵山县旧州镇旧州大桥 1 号生活入河排污口	旧州江	正在截流

### 5.1.5 面源污染

#### 1、农业污染源

农业污染源主要是指农业生产施用的化肥进入农田、土地等，营养盐不能完全被农作物吸收，残留部分随着地表径流进入水体。不同土地利用方式的肥料流失系数见表 5.1.5-1，农业面源污染入库系数取 0.2。2019 年钦江流域农业污染物排放量见表 5.1.5-2，排放总量分别为化学需氧量 251.48 t/a，氨氮 22.81 t/d，总氮 122.81 t/a，总磷 18.26 t/a。

表 5.1.5-1 不同土地利用方式的肥料流失系数 单位：kg/亩

土地利用方式	化学需氧量	氨氮	总氮	总磷
旱地	1.496	0.048	0.565	0.052
水田	1.314	0.124	1.003	0.045
园地	1.496	0.231	0.491	0.234

表 5.1.5-2 钦江流域农业污染物入库量

区县	乡镇	面积（亩）			污染物入库量（t/a）				
		水田	旱地	园地	化学需氧量	氨氮	总氮	总磷	
灵山县	陆屋镇（丁屋江）	30381.11	26307.38	23430.08	22.87	2.09	11.37	1.64	
	陆屋镇（新坪江）	10393.54	8999.89	8015.55	7.82	0.71	3.89	0.56	
	陆屋镇（旧州江）	39175.65	33922.68	30212.47	29.48	2.69	14.66	2.12	
	旧州镇（旧州江）	50626.08	29510.52	98067.36	51.48	6.07	23.12	5.35	
	旧州镇（新坪江）	12656.52	7377.63	24516.84	12.87	1.52	5.78	1.34	
	沙坪镇（沙坪河）	34424.37	22690.25	46205.54	29.66	3.21	14.01	2.71	
	<b>合计</b>	<b>177657.27</b>	<b>128808.35</b>	<b>230447.84</b>	<b>156.2.18</b>	<b>16.29</b>	<b>72.83</b>	<b>13.72</b>	
钦北区	平吉镇（钦江）	35189.56	40973.28	684.03	21.71	1.30	11.76	0.77	
	平吉镇（吉隆水库下游）	14336.49	16692.82	278.68	8.85	0.53	4.79	0.32	
	平吉镇（三踏水）	15639.80	18210.35	304.02	9.65	0.58	5.22	0.34	
	青塘镇（青塘江）	30879.75	32032.50	23355.90	24.69	2.15	12.11	1.70	
	<b>合计</b>	<b>96045.6</b>	<b>107908.95</b>	<b>24622.63</b>	<b>64.9</b>	<b>4.56</b>	<b>33.88</b>	<b>3.13</b>	
钦南区	久隆镇（大风江）	19203.20	32345.81	3847.80	15.88	0.96	7.89	0.69	



久隆镇（钦江）	19987.00	33666.04	4004.85	16.52	1.00	8.21	0.72
合计	39190.2	66011.85	7852.65	32.4	1.96	16.1	1.41
总计	312893.1	302729.2	262923.1	251.48	22.81	122.81	18.26

## 2、农村生活污染源

农村生活污染的产生途径主要是生活中产生的污水、垃圾、人畜粪便排放到周围农田、沟渠，污染物经地表径流部分进入水体。参考《全国水环境容量核定指南》，确定农村人均污水排放量为 150L/人·d，人均产污系数为化学需氧量：32g/人·d；氨氮：3.8g/人·d；总氮：10.6g/人·d；总磷：0.41g/人·d。农村生活污水入库系数取 0.15，钦江流域农村生活污水污染物入库量见表 5.1.5-3。

表 5.1.5-3 钦江流域农村生活污水污染物入库量

区县	乡镇	农村人口 (人)	废水排放量 (万t/a)	污染物排放量 (t/a)			
				化学需 氧量	氨氮	总氮	总磷
灵 山 县	陆屋镇(丁屋江)	38961	32.00	68.26	8.11	22.61	0.87
	陆屋镇(新坪江)	13329	10.95	23.35	2.77	7.74	0.30
	陆屋镇(旧州江)	50239	41.26	88.02	10.45	29.16	1.13
	旧州镇(旧州江)	93280	76.61	163.43	19.41	56.214	2.09
	旧州镇(新坪江)	24796	20.36	43.44	5.16	14.39	0.56
	沙坪镇(沙坪河)	58618	48.14	102.70	12.20	34.02	1.32
	<b>合计</b>	<b>279223</b>	<b>229.32</b>	<b>489.2</b>	<b>58.1</b>	<b>162.06</b>	<b>6.27</b>
钦 北 区	平吉镇(钦江)	50410	41.40	88.32	10.49	29.26	1.13
	平吉镇(吉隆水 库下游)	20537	16.87	35.98	4.27	11.92	0.46
	平吉镇(三踏水)	22404	18.40	39.25	4.66	13.00	0.50
	青塘镇(青塘江)	52295	42.95	91.62	10.88	30.35	1.17
	钦北城区(钦江)	5210	4.28	9.13	1.08	3.02	0.12
	<b>合计</b>	<b>150856</b>	<b>123.9</b>	<b>264.3</b>	<b>31.38</b>	<b>87.55</b>	<b>3.38</b>
钦 南 区	久隆镇(大风江)	26424	21.70	46.30	5.50	15.34	0.59
	久隆镇(钦江)	18363	15.08	32.17	3.82	10.66	0.41
	<b>合计</b>	<b>44787</b>	<b>36.78</b>	<b>78.47</b>	<b>9.32</b>	<b>26</b>	<b>1</b>
<b>合计</b>	<b>474866</b>	<b>390</b>	<b>831.97</b>	<b>98.8</b>	<b>275.61</b>	<b>10.65</b>	

## 3、畜禽养殖污染源

本次畜禽养殖污染物排放量根据《全国水资源综合规划地表水资源保护培训讲义》提供参数估算，生猪、牛、羊、和家禽粪便排放量分别为 3.5 kg/天·只、25 kg/天·只、2 kg/天·只和 0.1 kg/天·只，畜禽污染排放量入库系数取 0.15，粪便中污染物含量见下表，钦江流域各控制单元散养式畜禽养殖污染物入库量见下表。

表 5.1.5-4 畜禽粪便污染物含量表

项目%	猪	牛	羊	禽
总氮	0.56	0.35	1.22	1.60

总磷	1.68	0.44	0.26	0.54
化学需氧量	3.90	2.40	3.90	3.90
氨氮	0.021	0.014	0.046	0.015

表 5.1.5-5 畜禽养殖污染物入库量

区县	乡镇	畜禽（万头、羽）				畜禽养殖污染排放量（t/a）			
		牛	猪	羊	鸡/鸭	化学需氧量	氨氮	总氮	总磷
灵山县	陆屋镇（丁屋江）	0.23	0.80	0.06	28.47	198.74	1.03	45.33	48.30
	陆屋镇（新坪江）	0.07	0.24	0.02	8.44	58.88	0.30	13.43	14.31
	陆屋镇（旧州江）	0.55	1.94	0.14	68.54	478.44	2.47	109.12	116.29
	旧州镇（旧州江）	0.63	2.79	0.20	77.68	589.20	3.06	130.71	151.16
	旧州镇（新坪江）	0.11	0.49	0.03	13.71	103.98	0.54	23.07	26.68
	沙坪镇（沙坪河）	0.41	1.59	0.11	45.86	354.97	1.85	78.15	89.62
	<b>合计</b>	<b>2.00</b>	<b>7.85</b>	<b>0.56</b>	<b>242.70</b>	<b>1784.21</b>	<b>9.25</b>	<b>399.81</b>	<b>446.36</b>
钦北区	平吉镇（钦江）	0.02	1.57	0.23	0.14	132.57	0.78	20.81	52.09
	平吉镇（吉隆水库下游）	0.01	0.64	0.09	0.06	54.01	0.32	8.48	21.22
	平吉镇（三踏水）	0.01	0.70	0.10	0.06	58.92	0.35	9.25	23.15
	青塘镇（青塘江）	0.02	2.30	0.23	0.11	188.71	1.08	28.84	75.97
	<b>合计</b>	<b>0.06</b>	<b>5.21</b>	<b>0.65</b>	<b>0.37</b>	<b>434.21</b>	<b>2.53</b>	<b>67.38</b>	<b>172.43</b>
钦南区	久隆镇（大风江）	0.13	2.55	0.01	43.99	328.25	1.64	72.33	103.00
	久隆镇（钦江）	0.05	0.89	0.00	15.46	115.33	0.58	25.41	36.19
	<b>合计</b>	<b>0.18</b>	<b>3.44</b>	<b>0.01</b>	<b>59.45</b>	<b>443.58</b>	<b>2.22</b>	<b>97.74</b>	<b>139.19</b>
<b>合计</b>		<b>2.24</b>	<b>16.5</b>	<b>1.22</b>	<b>302.52</b>	<b>2662</b>	<b>14</b>	<b>564.93</b>	<b>757.98</b>

统计汇总钦州流域面源污染总入库量为化学需氧量 3745.45 t/a，氨氮 135.61 t/a，总氮 963.35 t/a，总磷 786.89 t/a，详见下表。从整个流域看，面源污染物主要来源于农村生活污染源和畜禽养殖污染源。从污染源类别来看，化学需氧量主要来自农村生活污染源和畜禽养殖污染源；氨氮主要来自农村生活污染源；总氮

主要来自农村生活污染源和畜禽养殖污染源；总磷主要来自畜禽养殖污染源。

表 5.1.5-6 钦江流域各污染源污染物入库量

污染源类型	污染入库量 (t/a)			
	化学需氧量	氨氮	总氮	总磷
农业污染源	251.48	22.81	122.81	18.26
农村生活污染源	831.97	98.8	275.61	10.65
畜禽养殖污染源	2662	14	564.93	757.98
合计	3745.45	135.61	963.35	786.89

## 5.2 陆生生态现状调查与评价

### 5.2.1 区域生态现状

#### 5.2.1.1 总体生态质量

根据 2020 年广西壮族自治区生态环境状况公报，截止 2019 年底，全区生态环境状况指数为 79.0，生态质量为优。14 个设区市生态环境状况指数范围为 66.7~87.8，南宁、崇左生态质量为良，其他 12 个市生态质量为优。根据图 5.2.1-1 所示，本次平陆运河范围内南宁市横州市、钦州市灵山县生态环境等级为良，其余区、县生态环境状况等级均为优。

可以看出，平陆运河线路所经过的区域生态环境总体质量良好。



图 5.2.1-1 2019 年广西县域生态环境等级分布

### 5.2.1.2 生物多样性

广西动植物资源丰富。有野生脊椎动物 5 纲 68 目 171 科 1906 种，其中，鱼类 29 目 130 科 755 种；两栖纲 3 目 11 科 107 种；爬行纲 2 目 21 科 177 种；鸟纲 23 目 82 科 687 种；哺乳纲 11 目 36 科 180 种。陆生脊椎动物中，列入国家 I 级重点保护的有 25 种，国家 II 级重点保护的有 147 种；列入世界自然保护联盟（IUCN）红色名录（2010 年）中受威胁物种有 158 种，其中极危（CR）11 种，濒危（EN）40 种，易危（VU）63 种，近危（NT）44 种；列入《濒危野生动植物物种国际贸易公约》（CITES）附录中的有 150 种，其中列入附录 I 的有 35 种，列入附录 II 的有 115 种。初步统计，昆虫资源有 5876 种，隶属于 29 目 331 种。其中，列入国家 I 级重点保护的有 1 种，国家 II 级重点保护的有 2 种。

## 5.2.2 运河沿线陆域生态现状

陆域生态环境现状主要采用收集资料和实地调查的方式进行。收集资料包括2018-2020年广西壮族自治区生态环境状况公报、《广西钦州市环境质量报告书（2016-2020年度）》等，实地调查范围钦江两岸1km范围。

### 5.2.2.1 陆生植物

根据广西南宁横州市概况，横州市地处北回归线以南，良好的气候条件孕育着丰富的植物资源。横州市有维管束植物159科520属966种。其中紫荆木、杜仲为国家二级保护植物；锯叶竹节树、蝴蝶果、巴戟天、鸡毛松、青檀、任豆为国家三级保护植物。

根据《广西钦州市环境质量报告书（2016-2020年度）》，钦州市植被茂盛，天然植被分区属桂南热带雨林和亚热带季雨林区。植被类型和植物群落多种多样，大致分为季雨林、常绿阔叶林、针叶林、针阔叶混交林和稀树矮草等5大类植被类型。植被分布极不平衡，在西部、北部及东部部分地区，原生植被大部分已受破坏，现有森林是以松、杉树为主的次生杂木林，杂木有椎、樟、楠、荷、格、紫荆等。地表以桃金娘、芒箕群落为主。中南部地区属灌木低草群落，灌木以岗松为主，低草以鸭咀草为主，其次也有桃金娘、芒箕、鹧鸪草等。

本次评价委托广西华森设计咨询有限公司和广西中赛检测技术有限公司对运河沿岸陆生生态环境进行了调查，调查时间为2021年3月至2021年4月。

#### 1、调查内容

调查区动植物种类组成、重点保护物种、区系成分、栖息地、物种多样性程度等；珍稀动植物的种群规模、生态习性、种群结构、生境条件及分布、保护级别与保护状况等；区域存在的主要生态问题。

#### 2、调查方法

**植物调查：**植物资源现状主要采用样线法进行调查。

**植被及群落调查：**植被及群落资源现状调查主要采用样方法进行调查。植物群落结构样方面积设置为10m×10m（100m<sup>2</sup>）；灌木群落样方面积设置为4m×4m（16m<sup>2</sup>）；草本群落样方面积设置为2m×2m（4m<sup>2</sup>）。

#### 3、调查区断面、样线和样方布设

**调查断面：**在平陆运河沿线设置 9 个监测位点，按照从北向南，分别为西津水库沙坪河口、沙坪镇梁屋村口、旧州镇岭头地脚村、陆屋镇斑鸠岭村口、陆屋镇岭儿村口、青塘镇线鸡坪村口、平吉镇旧村口、平吉镇大田坪村口和久隆镇芒果山村口。若在距离河岸大于 50m 的区域进行采样，若河流宽度不足 100m，则于河中央取样。

**调查样线、样方：**本次调查设置植物样线 10 条，样方 10 处。见下表 5.2.2-1。样线、样方布置情况详见下图 5.2.2-1。

表 5.2.2-1 调查样方表

样线（方）名称	长度（km） 面积（m <sup>2</sup> ）	植被类型	位置
植物调查样线 01	3.02km	桉树林	平塘村至大路村
植物调查样线 02	2.74km	桉树林	石排村至丕地村
植物调查样线 03	3.29km	桉树林	龙门村至替叭村
植物调查样线 04	3.21km	桉树林	上高坪村至歌君村
植物调查样线 05	1.52km	农田	创华坪村至梁屋村
植物调查样线 06	1.90km	农田	北浪村至拱秀岭村
植物调查样线 07	2.77km	农田	大坡村至沟口村
植物调查样线 08	2.44km	桉树林	白水塘村
植物调查样线 09	1.67km	农田	水浸洞村
植物调查样线 10	3.54km	灌草丛	茅尾海国家湿地公园
尾叶桉林样方 1	100m <sup>2</sup>	尾叶桉林	平塘村
尾叶桉林样方 2	100m <sup>2</sup>	尾叶桉林	郁江口
莲子草草丛样方 1	4m <sup>2</sup>	莲子草草丛	北浪村
尾叶桉林样方 3	100m <sup>2</sup>	尾叶桉林	平塘村
马甲子灌丛样方 1	16m <sup>2</sup>	马甲子灌丛	上高坪村
光荚含羞草灌丛样方 1	16m <sup>2</sup>	光荚含羞草灌丛	大路村
白饭树灌丛 1	16m <sup>2</sup>	白饭树灌丛	大路村
粉丹竹林 1	100m <sup>2</sup>	粉丹竹林	石排村
红锥林 1	400m <sup>2</sup>	红锥林	石排村
马尾松林 1	100m <sup>2</sup>	马尾松林	梁屋村
芦苇草丛 1	4m <sup>2</sup>	芦苇草丛	白水塘村
凤眼蓝草丛 1	4m <sup>2</sup>	凤眼蓝草丛	石排村

#### 4、调查结果

##### （1）植物资源

调查区域调查统计共有维管植物 819 种，隶属于 171 科 524 属。其中蕨类植物 27 科 42 属 67 种（采用秦仁昌系统），裸子植物 4 科 6 属 6 种（采用郑万钧系

统)，被子植物 140 科 476 属 746 种（采用哈钦松系统），具体见表 5.2.2-2。

表 5.2.2-2 调查区域维管植物统计

植物类群	调查区域			广西全区			占广西植物比例/%		
	科	属	种	科	属	种	科	属	种
蕨类植物	27	42	67	56	155	832	48.21	27.10	8.05
裸子植物	4	6	6	8	19	62	50.00	31.58	9.68
被子植物	140	476	746	233	1646	7668	60.09	28.92	9.73
合计	171	524	819	297	1820	8562	57.58	28.79	9.57

#### 1) 蕨类植物

调查区域有蕨类植物 27 科 42 属 67 种，分别占全区 56 科 155 属 832 种的 48.21%，27.10%和 8.05%。其中，含 5 种或 5 种以上的属共 1 属，为凤尾蕨属(*Pteris*)，含 10 种；含 3~4 种的属共 4 属，分别为卷柏属(*Selaginella*)、海金沙属(*Lygodium*)、铁线蕨属(*Adiantum*)、和鳞始蕨属(*Lindsaea*)，分别含 3 种、3 种、3 种、4 种；含 2 种的属共 7 属，分别为木贼属(*Equisetum*)、紫萁属(*Osmunda*)、芒萁属(*Dicranopteris*)、鳞盖蕨属(*Microlepia*)、鳞毛蕨属(*Dryopteris*)、复叶耳蕨属(*Arachniodes*)和新月蕨属(*Pronephrium*)；其余 30 属均为单种属。可见调查区域蕨类植物属的组成以单种属和寡种属为主。

按陆树刚的研究方法，参考中国种子植物区系地理分布型的分类标准，可将调查区域蕨类植物科的分布型划分为 4 个分布型，见表 5.2.2-3。其中，世界分布 11 科，占调查区域蕨类总科数的 40.7%，除世界分布属外，调查区域内蕨类植物热带分布(2~3 型)(14 科)，占除世界分布外总科数的 87.6%；温带成分分布(4 型)2 科，占除世界分布外总科数的 12.4%。说明调查区域内蕨类植物区系性质总体上以热带分布科占优势，这与其所处的地理位置和受亚热带季风气候影响的情况相一致。

表 5.2.2-3 调查区域蕨类植物科的分布区类型

分布区类型	科数	占全部科的比例/%
1.世界分布	11	-
2.泛热带分布	13	81.3
3.热带亚洲至热带大洋洲分布	1	6.3
4.北温带分布	2	12.4
合计	27	100

#### 2) 种子植物



调查区域共有野生种子植物 144 科 482 属 752 种。其中裸子植物 4 科 6 属 6 种，占广西全区总科数的 26.6%，总属数的 21.1%，总种数的 10.7%；被子植物有 140 科 476 属 746 种（其中双子叶植物 119 科 398 属 638 种，单子叶植物 21 科 78 属 108 种），占广西全区被子植物总科数的 45.84%，总属数的 16.77%，总种数的 6.1%。

种子植物中大多数的科的区系性质均为热带性质，对于调查区域位于桂东南的水平地带性质而言，植被对环境的优化和改善的效应并不显著。

根据表 5.2.2-4，调查区域既有世界性广布的科(37 科，占总科数的 25.69%)，也有热带分布的科（89 科，占总科数的 61.81%）和温带分布的科（18 科，占总科数的 12.50%）。体现区系特点的热带性质科以泛热带分布居首，为 62 科，占总科数（不计世界分布科，下同）的 57.94%；其次是热带局部分布科为 27 科，占总科数的 25.23%；再次是北温带分布的科（15 科，占总科数的 14.02%）。这三部分共占 97.19 %。这显然体现了在科级水平上调查区域种子植物区系的组成格局。热带分布科成分占比共为 83.17 %，这远大于北温带的 14.02%。这与本区海拔较低，缺乏原生性植被的现状相符。

表 5.2.2-4 调查区域种子植物科的分布区类型

分布区类型	科数	比例%
1.世界分布	37	-
2.泛热带分布	62	57.9
2-1.热带亚洲，大洋洲（至新西兰）和中、南美（或墨西哥）间断分布	1	0.9
2-2.热带亚洲，非洲和中南美洲间断分布	1	0.9
3.热带亚洲和热带美洲分布	10	9.3
4.旧世界热带分布	6	5.6
5.热带亚洲至热带大洋洲	4	3.7
6.热带亚洲至热带非洲	1	0.9
7.热带亚洲分布	4	3.7
8.北温带分布	15	14.0
9.东亚—北美间断分布	3	2.8
合计	144	100

### 3) 资源植物

调查区域资源植物统计见表 5.2.2-5，由表可知，调查区域有材用植物 53 种、野生可食植物 69 种、纤维植物 20 种、淀粉植物 15 种、油脂植物 31 种、芳香油植物 11 种、鞣料植物 12 种、染料植物 5 种、观赏植物 18 种、药用植物 125 种、

饲料植物 21 种以及其它资源植物如蜜源植物、农药植物等 11 种。

表 5.2.2-5 调查区域资源植物物种统计表

类别	调查区域	广西	占广西同类的%
材用植物	53	1088	4.85
野生可食植物	69	300	23.00
纤维植物	20	456	4.38
淀粉植物	15	193	7.77
油脂植物	31	325	9.54
芳香油植物	11	350	9.
鞣料植物	12	266	3.14
染料植物	5	56	13.89
观赏植物	18	1500	1.20
药用植物	125	3600	3.47
饲料植物	21	150	14.00
其它经济植物	11	---	---

调查区域对资源植物的利用几乎没有体现有利于生态优化的趋势和进程，桉树的单一扩张性开发显示了不利于生态优化的多种弊端和风险；龙眼、荔枝和柑橘种植往往成片存在。区域的资源植物利用以单一种植的经济林木为主，未充分对现有的资源植物进行综合利用，利用的水平较低。

#### 4) 湿地植物

调查区域分布的维管植物中，共有湿地维管植物 36 科 69 属 88 种，其中蕨类植物有 4 科 4 属 4 种；被子植物 32 科 65 属 84 种。根据《中国湿地资源·广西卷》的统计，广西共有湿地维管植物 122 科 322 属 723 种，调查区域的湿地维管植物占广西湿地维管植物科、属、种数比例相对较低，这与钦江、西津水库等地表水体的水深较深有关，由于水太深且流速较快，不利于水生植物的生长。

在湿地生长的植物，由于对水分的依赖程度、对湿地环境的专一性程度和生态习性的差异，可划分为两栖植物、半湿生植物、湿生植物和水生植物四大类型，水生植物又可按照生态习性的差异分为挺水植物、浮水植物、沉水植物 3 种生态型。评价区两栖植物 4 种；半湿生植物 25 种；湿生植物 37 种；水生植物 22 种，其中浮水植物 2 种，挺水植物 20 种。

表 5.2.2-6 调查区域湿地维管植物

科名	种名	湿地植物类型
木贼科 <i>Equisetaceae</i>	笔管草 <i>Equisetum ramosissimum</i>	湿生
木贼科 <i>Equisetaceae</i>	节节草 <i>Equisetum ramosissimum</i>	湿生
金星蕨科 <i>Thelypteridaceae</i>	华南毛蕨 <i>Cyclosorus parasiticus</i>	湿生
乌毛蕨科 <i>Blechnaceae</i>	乌毛蕨 <i>Blechnum orientale</i>	半湿生
毛茛科 <i>Ranunculaceae</i>	石龙芮 <i>Ranunculus sceleratus</i>	湿生
三白草科 <i>Saururaceae</i>	蕺菜 <i>Houttuynia cordata</i>	湿生
罂粟科 <i>Papaveraceae</i>	犁头草 <i>Viola inconspicua</i>	半湿生
石竹科 <i>Caryophyllaceae</i>	繁缕 <i>Stellaria media</i>	半湿生
蓼科 <i>Polygonaceae</i>	火炭母 <i>Polygonum chinense</i>	湿生
蓼科 <i>Polygonaceae</i>	水蓼 <i>Polygonum hydropiper</i>	挺水
蓼科 <i>Polygonaceae</i>	酸模叶蓼 <i>Polygonum lapathifolium</i>	挺水
蓼科 <i>Polygonaceae</i>	羊蹄 <i>Rumex japonicus</i>	挺水
藜科 <i>Chenopodiaceae</i>	藜 <i>Chenopodium album</i>	半湿生
苋科 <i>Amaranthaceae</i>	喜旱莲子草 <i>Alternanthera philoxeroides</i>	两栖
苋科 <i>Amaranthaceae</i>	莲子草 <i>Alternanthera sessilis</i>	湿生
酢浆草科 <i>Oxalidaceae</i>	酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	半湿生
千屈菜科 <i>Lythraceae</i>	节节菜 <i>Rotala indica</i>	挺水
千屈菜科 <i>Lythraceae</i>	圆叶节节菜 <i>Rotala rotundifolia</i>	挺水
柳叶菜科 <i>Onagraceae</i>	水龙 <i>Ludwigia adscendens</i>	湿生
柳叶菜科 <i>Onagraceae</i>	毛草龙 <i>Ludwigia octovalvis</i>	湿生
小二仙草科 <i>Haloragaceae</i>	小二仙草 <i>Gonocarpus micrantha</i>	挺水
小二仙草科 <i>Haloragaceae</i>	狐尾藻 <i>Myriophyllum verticillatum</i>	挺水
桃金娘科 <i>Myrtaceae</i>	红鳞蒲桃 <i>Syzygium hancei</i>	半湿生
桃金娘科 <i>Myrtaceae</i>	乌墨 <i>Syzygium cumini</i>	半湿生
野牡丹科 <i>Melastomaceae</i>	野牡丹 <i>Melastoma candidum</i>	半湿生
大戟科 <i>Euphorbiaceae</i>	毛果算盘子 <i>Glochidion eriocarpum</i>	半湿生
大戟科 <i>Euphorbiaceae</i>	算盘子 <i>Glochidion puberum</i>	半湿生
蝶形花科 <i>Papilionaceae</i>	藤黄檀 <i>Dalbergia hancei</i>	半湿生
蝶形花科 <i>Papilionaceae</i>	粤东鱼藤 <i>Derris hancei</i>	湿生
杨柳科 <i>Salicaceae</i>	旱柳 <i>Salix matsudana</i>	湿生
桑科 <i>Moraceae</i>	斜叶榕 <i>Ficus gibbosa</i>	湿生
桑科 <i>Moraceae</i>	台湾榕 <i>Ficus formosana</i>	湿生
桑科 <i>Moraceae</i>	琴叶榕 <i>Ficus pandurata Hance</i>	湿生
荨麻科 <i>Urticaceae</i>	苎麻 <i>Boehmeria nivea</i>	湿生
荨麻科 <i>Urticaceae</i>	糯米团 <i>Gonostegia hirta</i>	湿生
胡桃科 <i>Juglandaceae</i>	枫杨 <i>Pterocarya stenoptera</i>	两栖
伞形科 <i>Umbelliferae</i>	积雪草 <i>Centella asiatica</i>	湿生
伞形科 <i>Umbelliferae</i>	天胡荽 <i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>	湿生
伞形科 <i>Umbelliferae</i>	破铜钱 <i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>	湿生
马钱科 <i>Loganiaceae</i>	醉鱼草 <i>Buddleja lindleyana</i>	半湿生

科名	种名	湿地植物类型
马钱科 <i>Loganiaceae</i>	密蒙花 <i>Buddleja officinalis</i>	半湿生
茜草科 <i>Rubiaceae</i>	阔叶丰花草 <i>Borreria latifolia</i>	湿生
茜草科 <i>Rubiaceae</i>	牛白藤 <i>Hedyotis hedyotidea</i>	半湿生
菊科 <i>Compositae</i>	藿香蓟 <i>Ageratum conyzoides</i>	半湿生
菊科 <i>Compositae</i>	艾蒿 <i>Artemisia argyi</i>	半湿生
菊科 <i>Compositae</i>	鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	半湿生
菊科 <i>Compositae</i>	白花鬼针草 <i>Bidens pilosa</i> var. <i>radiata</i>	半湿生
菊科 <i>Compositae</i>	野茼蒿 <i>Crassocephalum crepidioides</i>	半湿生
菊科 <i>Compositae</i>	泥胡菜 <i>Hemistepta lyrata</i>	半湿生
菊科 <i>Compositae</i>	螳螂菊 <i>Wedelia chinensis</i>	半湿生
菊科 <i>Compositae</i>	鼠麴草 <i>Pseudognaphalium affine</i>	半湿生
菊科 <i>Compositae</i>	黄鹌菜 <i>Youngia japonica</i>	半湿生
桔梗科 <i>Campanulaceae</i>	半边莲 <i>Lobelia chinensis</i>	湿生
桔梗科 <i>Campanulaceae</i>	铜锤玉带草 <i>Lobelia angulata</i>	湿生
旋花科 <i>Convolvulaceae</i>	蕹菜 <i>Ipomoea aquatica</i>	挺水
旋花科 <i>Convolvulaceae</i>	番薯 <i>Ipomoea batatas</i>	半湿生
玄参科 <i>Scrophulariaceae</i>	假马齿苋 <i>Bacopa monnieri</i>	湿生
玄参科 <i>Scrophulariaceae</i>	泥花草 <i>Lindedrnia antipoda</i>	湿生
玄参科 <i>Scrophulariaceae</i>	母草 <i>Lindernia crustacea</i>	湿生
玄参科 <i>Scrophulariaceae</i>	长蒴母草 <i>Lindernia anagallis</i>	湿生
马鞭草科 <i>Verbenaceae</i>	过江藤 <i>Phyla nodiflora</i>	湿生
唇形科 <i>Labiatae</i>	筋骨草 <i>Ajuga ciliata</i>	湿生
唇形科 <i>Labiatae</i>	薄荷 <i>Mentha haplocalyx</i>	挺水
鸭跖草科 <i>Commelinaceae</i>	鸭跖草 <i>Commelina communis</i>	湿生
芭蕉科 <i>Musaceae</i>	野蕉 <i>Musa balbisiana</i>	湿生
美人蕉科 <i>Cannaceae</i>	美人蕉 <i>Canna indica</i>	湿生
雨久花科 <i>Pontoeriaceae</i>	凤眼蓝 <i>Eichhornia crassipes</i>	浮水
雨久花科 <i>Pontoeriaceae</i>	鸭舌草 <i>Monochoria vaginalis</i>	挺水
天南星科 <i>Araceae</i>	野芋 <i>Colocasia antiquorum</i>	挺水
天南星科 <i>Araceae</i>	大藻 <i>Pistia stratiote</i>	浮水
莎草科 <i>Cyperaceae</i>	碎米莎草 <i>Cyperus iria</i>	湿生
莎草科 <i>Cyperaceae</i>	香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	半湿生
香蒲科 <i>Typhaceae</i>	无苞香蒲 <i>Typha laxmannii</i>	挺水
莎草科 <i>Cyperaceae</i>	牛毛毡 <i>Eleocharis yokoscensis</i>	挺水
莎草科 <i>Cyperaceae</i>	拟二叶飘拂草 <i>Fimbristylis diphylloides</i>	湿生
莎草科 <i>Cyperaceae</i>	水莎草 <i>Juncellus serotinus</i>	挺水
莎草科 <i>Cyperaceae</i>	单穗水蜈蚣 <i>Kyllinga nemoralis</i>	湿生
莎草科 <i>Cyperaceae</i>	圆柱叶灯芯草 <i>Juncus prismatocarpus</i>	挺水
莎草科 <i>Cyperaceae</i>	萤蔺 <i>hoenoplectus juncoides</i>	挺水
禾本科 <i>Gramineae</i>	看麦娘 <i>Alopecurus aequalis</i>	湿生
禾本科 <i>Gramineae</i>	稗 <i>Echinochloa crusgalli</i>	挺水
禾本科 <i>Gramineae</i>	柳叶箬 <i>Isachne globosa</i>	湿生

科名	种名	湿地植物类型
禾本科 <i>Gramineae</i>	类芦 <i>Neyraudia reynaudiana</i>	两栖
禾本科 <i>Gramineae</i>	稻 <i>Oryza sativa</i>	挺水
禾本科 <i>Gramineae</i>	铺地黍 <i>Panicum repens</i>	湿生
禾本科 <i>Gramineae</i>	双穗雀稗 <i>Paspalum distichum</i>	两栖
禾本科 <i>Gramineae</i>	芦苇 <i>Phragmites australis</i>	挺水
禾本科 <i>Gramineae</i>	卡开芦 <i>Phragmites karka</i>	挺水

### 5) 特有植物

根据《中国特有种子植物的多样性及其地理分布》（黄继红等）对调查区域的野生种子植物进行统计，共有 17 种，分属于 16 科 17 属，均为中国特有，见表 5.2.2-7。

在调查区域内，穗序鹅掌柴、宜昌胡颓子、华南吴萸分布于枫香树林和红锥林等次生阔叶林的灌层；扶芳藤和雷公藤分布于各类森林的层间层，分布数量较少；红鳞蒲桃、欒木、露兜草和华山矾见于钦江和西津水库等水体的河岸消落带上方，为灌丛伴生种；其他特有植物如针毛蕨、团叶鳞始蕨等灌草本植物数量较为丰富，在河岸、沟汊、消落带和林下均有分布。总体而言，调查区域分布的特有植物在运河沿线及周边种群规模和数量较多，处于稳定状态。

表 5.2.2-7 评价区特有植物基本情况统计

物种	拉丁名	科	特有性
针毛蕨	<i>Macrothelypteris oligophlebia</i>	金星蕨科	中国特有
团叶鳞始蕨	<i>Lindsaea orbiculata</i>	鳞始蕨科	中国特有
红鳞蒲桃	<i>Syzygium hancei</i>	桃金娘科	中国特有
寒莓	<i>Rubus buergeri</i>	蔷薇科	中国特有
波缘冷水花	<i>Pilea cavaleriei</i>	荨麻科	中国特有
扶芳藤	<i>Euonymus fortunei</i>	卫矛科	中国特有
雷公藤	<i>Tripterygium wilfordii</i>	卫矛科	中国特有
宜昌胡颓子	<i>Elaeagnus henryi</i>	胡颓子科	中国特有
华南吴萸	<i>Tetradium austrosinense</i>	芸香科	中国特有
穗序鹅掌柴	<i>Schefflera delavayi</i>	五加科	中国特有
山橙	<i>Melodinus suaveolens</i>	夹竹桃科	中国特有
短柱肖菝葜	<i>Heterosmilax yunnanensis</i>	菝葜科	中国特有
露兜草	<i>Pandanus austrosinensis</i>	露兜树科	中国特有
犁头草	<i>Viola inconspicua</i>	堇菜科	中国特有
华山矾	<i>Symplocos chinensis</i>	山矾科	中国特有
欒木	<i>Loropetalum chinense</i>	金缕梅科	中国特有
扭肚藤	<i>Jasminum elongatum</i>	木樨科	中国特有

## 6) 重点保护及濒危物种

根据《国家重点保护野生植物名录》，调查区域内发现国家重点保护野生植物 4 种，均为国家 II 级重点保护野生植物，分别为金毛狗、格木和土沉香。根据《广西壮族自治区第一批重点保护野生植物名录》，调查区域发现广西重点保护植物 2 种，为纹瓣兰和硬叶兰。

表 5.2.2-8 调查区域重点保护植物统计表

中文名	拉丁名	科名	保护等级	分布区域	种群数量
金毛狗	<i>Cibotium barometz</i>	蚌壳蕨科	II	调查区域多处	>50 株
格木	<i>Erythrophleum fordii</i>	云实科	II	禾塘光坪村旁等地	>5 株
土沉香	<i>Aquilaria sinensis</i>	瑞香科	II	富塘岭村等地	>5 株
纹瓣兰	<i>Cymbidium aloifolium</i>	兰科	广西重点	沙坪镇旁等处高山榕树干	5 丛
硬叶兰	<i>Cymbidium bicolor subsp. Obtusum</i>	兰科	广西重点	昆山村等处樟树树干	4 丛

调查区域野生植物列入 CITES 附录物种 4 种，其中 CITES 附录 II 3 种，为金毛狗、纹瓣兰和硬叶兰，CITES 附录 III 1 种，为买麻藤 (*Gnetum montanum*)。

调查区域野生植物列入 IUCN 名录 2 种，为土沉香和南岭黄檀 (*Dalbergia balansae*)，受威胁程度均为易危 (VU)。

**1) 金毛狗:** (*Cibotium barometz* (L.) J. Sm.) 是蚌壳蕨科，金毛狗属树形蕨类植物，根状茎卧生，粗大，顶端生一大叶，柄长可达 120 厘米，棕褐色，基部垫状的金黄色茸毛，有光泽，上部光滑；叶片大，广卵状三角形，三回羽状分裂；互生，叶几为革质或厚纸质，孢子囊生于下部的小脉顶端，囊羣盖坚硬，棕褐色，孢子为三角状的四面形，透明。

分布于中国云南、贵州、四川南部、两广、福建、台湾、海南岛、浙江、江西和湖南南部。印度、缅甸、泰国、印度支那、马来亚、琉球及印度尼西亚都有分布。生于山麓沟边及林下阴处酸性土上。

该种根状茎顶端的长软毛可药用作为止血剂，又可为填充物，也可栽培为观赏植物。

**2) 格木:** (*Erythrophleum fordii* Oliv.)，别名：铁木、斗登凤；乔木，通常高约 10 米，有时可达 30 米；嫩枝和幼芽被铁锈色短柔毛。叶互生，二回羽状复

叶，无毛；羽片通常 3 对；小叶互生，卵形或卵状椭圆形；小叶柄长 2.5-3 毫米。由穗状花序所排成的圆锥花序长 15-20 厘米；总花梗上被铁锈色柔毛；萼钟状，外面被疏柔毛；雄蕊 10 枚，无毛，长为花瓣的 2 倍；子房长圆形，具柄，外面密被黄白色柔毛。荚果长圆形，扁平；种子长圆形，稍扁平，种皮黑褐色。花期 5-6 月；果期 8-10 月。

格木分布于中国浙江、福建、台湾、广西、广东等地。格木为珍贵的硬材树种，木材坚硬，被称为铁木，极耐腐，为优良的建筑、工艺及家具用材，耐水湿，可供船板、桅插和上等家具等用材。横切面管孔与薄壁组织构成花纹，形如深海鱼群，美丽壮观。格木结构均匀，材质坚硬，特适宜车旋，车旋制品亮丽无比。

**3) 土沉香:** (*Aquilaria sinensis* (Lour.) Spreng.) 是瑞香科，沉香属乔木，高可达 15 米，树皮暗灰色，小枝圆柱形，叶革质，圆形、椭圆形至长圆形，有时近倒卵形，上面暗绿色或紫绿色，下面淡绿色，两面均无毛，边缘有时被稀疏的柔毛；叶柄被毛；伞形花序有花，花芳香，黄绿色，萼筒浅钟状，裂片卵形，花瓣鳞片状，着生于花萼筒喉部，花药长圆形，子房卵形，蒴果果梗短，卵球形，种子褐色，花期春夏，果期夏秋。

分布于中国广东、海南、广西、福建。喜生于低海拔的山地、丘陵以及路边阳处疏林中。

土沉香是治胃病药；树皮纤维柔韧，色白可做高级纸及人造棉原料；木质部可提取芳香油，花可制浸膏。

**4) 纹瓣兰:** (*Cymbidium aloifolium* (L.) Sw.) 附生植物，假鳞茎卵球形，通常包藏于叶基之内，叶 4-5 枚，厚革质，花葶从假鳞茎基部穿鞘而出，下垂，长 20-60 厘米，萼片与花瓣淡黄色至奶油黄色，萼片狭长圆形至狭椭圆形，花瓣略短于萼片，狭椭圆形，花期 4-5 月，偶见 10 月。

纹瓣兰生疏林中或灌木丛中树上或溪谷旁岩壁上，中国广东、广西、贵州和云南东南部至南部等地区均有栽培。

纹瓣兰生长强健，抗病力强，具有较高观赏价值，该植物可全草入药，具有治疗肺热咳嗽、肺结核、咽喉炎、腮腺炎等功效。

**5) 硬叶兰:** (*Cymbidium bicolor* Lindl.)，为微子目兰科下属植物，产于中国，

尼泊尔、不丹、印度等国家也有分布，常生于林中或灌木林中的树上。

硬叶兰全草含黄酮甙、氨基酸，以全草入药，为兰科药用植物，具有清热润肺、化痰止咳、散瘀止血等功效，硬叶兰喜阴，怕阳光直射，喜湿润，忌干燥，喜肥沃、富含大量腐殖质。此外，硬叶兰还跟其它兰科植物一样极具观赏价值。

## （2）植被资源

调查区域位于桂中南地区，位于南宁市横州、钦州市灵山、钦北至沿海的西南侧低山丘陵，在我国植被分区上，本区属于东部（偏湿性）季雨林、雨林亚区域北热带半常绿阔叶林地带。本区植被受到干扰和破坏比较严重，原生植被已不存在，仅在村旁和山沟保存着面积不大的具有季节性雨林特征的林片或片段，次生性强。

根据调查结果，调查区域植被属亚热带性质，植被分为天然植被和人工植被。天然植被划分为4个植被型组、5个植被型、7个植被亚型、16个群系。人工植被划分为2个植被型组9个群系。

调查区域植被分类情况见表 5.2.2-9。

表 5.2.2-9 调查区域植被分类情况

天然植被
阔叶林
常绿阔叶林
（I）季风常绿阔叶林
1.红锥（ <i>Castanopsis fordii</i> ）林
（II）次生季雨林
2.鹅掌柴（ <i>Schefflera heptaphylla</i> ）林
竹林
热性竹林
（I）低山丘陵竹林
3. 篋箐竹（ <i>Schizostachyum pseudolima</i> ）林
（II）河谷平原竹林
4.粉单竹（ <i>Bambusa chungii</i> ）林
灌丛
热性灌丛
（I）红壤土地区灌丛
5.木豆（ <i>Cajanus cajan</i> ）灌丛
6.桃金娘（ <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> ）灌丛
7.白饭树（ <i>Flueggea virosa</i> ）灌丛



8.假斜叶榕 ( <i>Ficus subulata</i> ) 灌丛
9.光荚含羞草 ( <i>Mimosa bimucronata</i> ) 灌丛
10.马甲子 ( <i>Paliurus ramosissimus</i> ) 灌丛
草丛
禾草草丛
(I) 杂草草丛
11.蜈蚣草 ( <i>Pteris vittata</i> ) 草丛
12.凤眼蓝 ( <i>Eichhornia crassipes</i> ) 草丛
13.华南毛蕨 ( <i>Cyclosorus parasiticus</i> ) 草丛
(II) 禾草草丛
14.白茅 ( <i>Imperata cylindrica</i> ) 草丛
15.柔枝莠竹 ( <i>Microstegium vimineum</i> ) 草丛
16.芦苇 ( <i>Phragmites australis</i> ) 草丛
人工植被
用材林
1.杉木 ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> ) 林
2.桉树 ( <i>Eucalyptus spp.</i> ) 林
3.马尾松 ( <i>Pinus massoniana</i> ) 林
4.湿地松 ( <i>pinus elliottii</i> ) 林
经济林
1.油茶 ( <i>Camellia sinensis</i> ) 林
2.八角 ( <i>Illicium verum</i> ) 林
3.龙眼 ( <i>Dimocarpus longan</i> ) 林
4.荔枝 ( <i>Litchi chinensis</i> ) 林
5.柑橘 ( <i>Citrus reticulata</i> ) 林

纵观调查区域的植被现状，其分布格局是自然和人为共同影响和作用所致。人工植被主要分布在低山丘陵土壤较深厚的村边路旁。村落和道路是一定区域的人类居群在长期的社会历史过程中形成。调查区域范围内的低山丘陵大多数海拔在 100m 以下，村落和道路的结伴相随也是必然，而人工林的营造讲究经济效益，人工林近村近路也是最佳的选择。因此，本区域的桉树林、杉木林、马尾松林和荔枝林大多分布于近村近路区域。

自然植被（调查区域的自然植被均为次生植被）的分布规律也体现自然和人为共同影响和作用。天然群落的植物物种多样性和植被类型的多样性和完整性正面临社会生产生活活动的挤压和侵蚀，最明显的包括桉树林面积对天然林面积的挤压，使得天然林各个类型的人工植被切割成斑块状，“插花”式分布于人工林间。

在样方调查基础上，结合广西大学林学院对典型植物群系的调查结果、《我

国森林植被的生物量和净生产量》、《尾叶桉人工林生物量和生产力的研究》等文献进行类比分析，根据调查区域植被的结构、物种组成等实际情况，对典型植被生物量进行适当的修正计算后，发现乔木层的平均生物量相对较低。灌木层和草本层生物量平均值较为均匀，自然植被各类的数值中差异不明显，但由于红锥林受红锥菌抚育和采摘影响，灌木层和草本层的平均生物量偏低。调查区域主要植被类型生物量详见下表。对 12 个植物调查样方的生物量进行统计，结果表明，不同植物样方植物组成和结构存在差异，导致生物量相差悬殊。

表 5.2.2-10 调查区域主要植被类型生物量调查结果（单位：t/hm<sup>2</sup>）

类型	植被类型（组）	代表植物	乔木层生物量	灌木层生物量	草本层生物量	平均生物量
自然植被	季风常绿阔叶林	红锥林	70.2	12.8	4.3	87.3
	次生季雨林	鹅掌柴林	67.7	11.8	4.7	84.2
	竹林	篳篥竹林、粉单竹林	42.6	8.3	2.9	53.8
	暖性灌丛	木豆、桃金娘、白饭树、假斜叶榕等灌丛	-	12.1	3.2	15.3
	暖性草丛	蜈蚣草、华南毛蕨等草丛	-	-	7.0	7.0
人工植被	用材林	马尾松、湿地松林	78.6	7.9	2.1	88.6
		桉树林	45.1	4.9	3.2	53.2
		杉木林	54.6	6.9	2.6	64.1
	经济灌丛	柑橘、油茶等	-	28.0	1.9	29.9
	经济林	八角、龙眼、荔枝等	48.6	3.3	1.2	53.1

表 5.2.2-11 植物调查样方生物量统计结果（单位：m<sup>2</sup>、kg）

样方编号	样方类型	面积	生物量			
			乔木层	灌木层	草本层	合计
尾叶桉林样方 1	尾叶桉林	100	457	46	31	534
尾叶桉林样方 2	尾叶桉林	100	543	48	33	624
莲子草草丛样方 1	莲子草草丛	4	0	0	2.64	2.64
尾叶桉林样方 3	尾叶桉林	100	389	53	39	481
马甲子灌丛样方 1	马甲子灌丛	25	0	31.75	8.25	40
光荚含羞草灌丛样方 1	光荚含羞草灌丛	25	0	31	8.25	39.25
白饭树灌丛 1	白饭树灌丛	25	0	29.25	8.25	37.5
粉丹竹林 1	粉丹竹林	100	429	81	30	540
红锥林 1	红锥林	400	2856	504	184	3544
马尾松林 1	马尾松林	100	709	84	26	819
芦苇草丛 1	芦苇草丛	4	0	0	3.9	3.9
凤眼蓝草丛 1	凤眼蓝草丛	4	0	0	2.356	2.356

### 5.2.2.2 陆生动物

根据广西南宁横州市概况，横州市地处北回归线以南，良好的气候条件孕育着丰富的动、植物资源。野生动物有 385 种（鱼类 81 种、两栖类 18 种、爬行类 42 种、鸟类 208 种、哺乳类 36 种）。其中，主要动物有：鸟类 76 种（含过路候鸟），兽类 36 种，爬行类 24 种，两栖类 12 种。属国家一级重点保护野生动物有蟒蛇（蚺蛇、南蛇），国家二级重点保护野生动物有穿山甲、水獭(所有种)、小爪水獭、大壁虎、山瑞、鸢、鹊鹑、猛隼、白鹇、原鸡、褐翅鸦鹃（毛鸡）、小鸦鹃、长耳鸟（猫头鹰）、斑头鸨鹑、冠斑犀鸟、长尾阔嘴鸟、海南虎斑鸚、巨松鼠、香狸（小灵猫）等 19 种。

工程所在区域动物区系具有典型的华南区特征，在动物地理区划上应属于东洋界中印亚界华南区闽广沿海亚区，但一些典型的热带动物种类和科属，如爬行类的大壁虎、百花锦蛇以及棘蜥属、盲蛇科，鸟类的啄花鸟科、花蜜鸟科以及鸦鹃属，兽类中的狐蝠科和树鼩科也有出现。

本评价委托广西华森设计咨询有限公司和广西中赛检测技术有限公司对运河沿岸陆生生态环境进行了调查，调查时间为 2021 年 3 月至 2021 年 4 月。

#### 1. 调查内容及范围

调查内容：调查区动植物种类组成、重点保护物种、区系成分、栖息地、物种多样性程度等；珍稀动植物的种群规模、生态习性、种群结构、生境条件及分布、保护级别与保护状况等；区域存在的主要生态问题。

调查范围：起点 108.5404594E，21.82913215N，终点 109.06686609E，22.64607627N，沿钦江两岸 1km 范围。

#### 2. 调查方法

本次调查根据涉及的范围、动物生境的分布情况，调查方法以样线法为主，访问居民和查询资料作为补充。

#### 3. 调查区样线布设

调查断面：在平陆运河沿线设置 9 个监测位点，按照从北向南，分别为西津水库沙坪河口、沙坪镇梁屋村口、旧州镇岭头地脚村、陆屋镇斑鸨岭村口、陆屋镇岭儿村口、青塘镇线鸡坪村口、平吉镇旧村口、平吉镇大田坪村口和久隆镇芒果山村口。若在距离河岸大于 50m 的区域进行采样，若河流宽度不足 100m，则

于河中央取样。

调查样线、样方：本次调查设置日间动物样线 16 条，夜间动物调查样线 8 条，见下表 5.2.2-12。样线布设情况详见图 5.2.2-3。

表 5.2.2-12 调查样方表

序号	样线（样方）名称	长度(km)	植被类型	位置
1	日间动物调查样线 01	3.02km	桉树林	平塘村至大路村
2	日间动物调查样线 02	2.74km	桉树林	石排村至丕地村
3	日间动物调查样线 03	3.29km	桉树林	龙门村至雷叭村
4	日间动物调查样线 04	3.21km	桉树林	上高坪村至歌君村
5	日间动物调查样线 05	1.52km	农田	创华坪村至梁屋村
6	日间动物调查样线 06	1.90km	农田	北浪村至拱秀岭村
7	日间动物调查样线 07	1.87km	农田	茶坪村至石桥村
8	日间动物调查样线 08	2.35km	农田	龙家营村至文子坳 9 村
9	日间动物调查样线 09	2.34km	农田	古牛岭村 10 至六德塘村 11
10	日间动物调查样线 10	6.29km	农田	何屋村至陆 12 屋镇
11	日间动物调查样线 11	4.08km	农田	永成村至凤岗村
12	日间动物调查样线 12	4.01km	桉树林	小坪村
13	日间动物调查样线 13	2.77km	农田	大坡村至沟口村
14	日间动物调查样线 14	2.44km	桉树林	白水塘村
15	日间动物调查样线 15	1.67km	农田	水浸洞村
16	日间动物调查样线 16	3.54km	灌草丛	茅尾海国家湿地公园
17	夜间动物调查样线 01	0.89km	桉树林	龙门村至雷叭村
18	夜间动物调查样线 02	1.12km	农田	创华坪村至梁屋村
19	夜间动物调查样线 03	1.01km	农田	古牛岭村至六德塘村
20	夜间动物调查样线 04	2.22km	农田	何屋村至陆屋镇
21	夜间动物调查样线 05	0.78km	农田	大坡村至沟口村
22	夜间动物调查样线 06	1.50km	灌草丛	茅尾海国家湿地公园

#### 4.调查结果

##### (1) 陆生脊椎动物资源

###### 1) 种类组成

平陆运河调查区记录到陆生脊椎动物共 151 种，隶属于 4 纲 15 目 55 科。其中，有两栖纲 1 目 5 科 12 种，占调查区陆生脊椎动物种类总数的 7.9%；爬行纲 1 目 7 科 16 种，占调查区陆生脊椎动物种类总数的 10.6%；鸟类 9 目 38 科 115 种，占调查区陆生脊椎动物种类总数的 76.2%；哺乳纲 4 目 5 科 8 种，占调查区陆生脊椎动物种类总数的 5.3%。

表 5.2.2-13 平陆运河沿线陆生脊椎野生动物物种组成

纲	目	科	种	占保护区物种总数量%	占广西物种总数量%
两栖纲	2	8	29	6.8%	27.6%
爬行纲	2	16	47	12.3%	26.6%
鸟纲	14	54	200	72.3%	29.1%
哺乳纲	6	18	45	8.6%	25.0%
合计	24	96	321	100%	27.9%

## 2) 区系特点

调查区的两栖类有 12 种，爬行类有 16 种，繁殖鸟类（留鸟和夏候鸟）有 87 种，哺乳类动物有 8 种。其中，华中区和华南区共有种 16 种，华中、华南、西南三区共有种 3 种，华中区代表物种 6 种，西南区和华中区共有种 1 种，广布种 1 种，见下表 5.2.2-14。

总体上，调查区陆生脊椎动物的区系主要表现为华中、华南、西南三区交汇的特点，华中向华南过渡的趋势在平陆运河调查区范围内表现不明显，这可能与调查区动物栖息地类型受人为影响有关。

图 5.2.2-14 平陆运河陆生脊椎动物区系成份

类群	华中、华南、西南区		华南、华中区		华南、西南区		华南区		广布		合计
	种数	比例	种数	比例	种数	比例	种数	比例	种数	比例	
两栖纲	2	16.7%	9	75.0%	-	-	1	8.3%	-	-	12
爬行纲	7	43.75%	8	50.0%	-	-	1	6.25%	-	-	16
鸟纲*	27	31.0%	14	16.2%	3	3.4%	4	4.6%	39	44.8%	87
哺乳纲	3	37.5%	2	25.0%	-	-	-	-	3	37.5%	8
合计	39	31.8%	33	26.8%	3	2.4%	6	4.9%	42	24.1%	123

注：“\*”，由于鸟类仅包括留鸟与夏候鸟。

## 3) 重点保护物种

调查区所记录到的物种中，有国家 II 级重点保护野生动物共 16 种，除虎纹蛙 (*Hoplobatrachus chinensis*)、三索锦蛇 (*Elaphe radiata*)、眼镜王蛇 (*Ophiophagus hannah*)、豹猫 (*Prionailurus bengalensis*) 外，其他均为鸟类，分别为黑翅鸢 (*Elanus caeruleus*)、黑鸢 (*Milvus migrans*)、鹊鹞 (*Circus melanoleucos*)、普通鵟 (*Buteo buteo*)、红隼 (*Falco tinnunculus*)、燕隼 (*Falco subbuteo*)、褐翅鸦鹞 (*Centropus sinensis*)、小鸦鹞 (*Centropus bengalensis*)、草鸮 (*Tyto longimembris*)、领角鸮 (*Otus bakkamoena*)、白胸翡翠 (*Halcyon smyrnensis*)、画眉 (*Garrulax canorus*)。

同时，有广西壮族自治区重点保护野生动物黑眶蟾蜍（*Duttaphrynus melanostictus*）、变色树蜥（*Calotes versicolor*）、八哥、赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）等 31 种。

被 IUCN 红色名录列为易危（VU）的物种 2 种，即舟山眼镜蛇（*Naja atra*）、眼镜王蛇。列入 CITES 附录 II 的野生动物 13 种，分别是滑鼠蛇（*Ptyas mucosus*）、舟山眼镜蛇、眼镜王蛇、黑翅鸢、黑鸢、鹊鹞、普通鸢、红隼、燕隼、草鸮、领角鸮、画眉、豹猫。

各类群重点保护野生动物（陆生脊椎物种）资源概况分述如下：

### ①两栖类

两栖类重点保护物种共 7 种，分别为虎纹蛙、黑眶蟾蜍、沼水蛙（*Hylarana guentheri*）、泽陆蛙（*Fejervarya multistriata*）、斑腿泛树蛙（*Polypedates megacephalus*）、大树蛙（*Rhacophorus dennysi*）和花姬蛙（*Microhyla pulchra*）。繁殖季节均较常见，黑眶蟾蜍和泽陆蛙的数量稍多。

**虎纹蛙：**国家 II 级重点保护野生动物。调查区范围内的虎纹蛙多分布于农田与水域的交错带，少量分布于水稻田中。同时，项目沿途种植了大面积的桉树，总体上调查区内分布的虎纹蛙数量较少。

### ②爬行类

爬行类保护物种共 5 种，分别为三索锦蛇、眼镜王蛇、变色树蜥、银环蛇（*Bungarus multicinctus*）和舟山眼镜蛇。

**三索锦蛇：**国家 II 级重点保护野生动物。三索锦蛇，也称三索颌腔蛇，背面灰色或黄褐色，无毒。性情暴躁，处于攻击状态时前半身保持的形状呈“S”形，主要捕食鼠类，也捕食蜥蜴、蛙类及鸟类。据访问调查，该物种在调查区农田中偶见。

**眼镜王蛇：**国家 II 级重点保护野生动物、IUCN 易危（VU）物种、CITES 附录 II 物种。眼镜王蛇，为大型蛇类，又称山万蛇、过山峰、过山标等。主要分布于调查区林缘近水处，林区村落附近也时有发现。工作组实地调查未能记录，数据来源于访问调查。

### ③鸟类

鸟类保护物种共 33 种，以雀形目鸟类为主。总体上，除隼形目和鸮形目猛

禽外,其他鸟类相对易见,部分种类如乌鸫(*Turdus merula*)、大山雀(*Parus major*)的种群数量较多。

**隼形目猛禽:**调查区隼形目猛禽共有6种,即:黑翅鸢、黑鸢、鹊鹞、普通鵟、红隼、燕隼。在调查区,沿村道的调查路线上,分别在两处不同样线上观察并记录了鹊鹞,在多处农田上空及电线上记录了黑翅鸢等。可见,调查区的生境虽然主要以农田与桉树林为主,但仍分布了一定数量的隼形目猛禽。

**褐翅鸦鹃和小鸦鹃:**褐翅鸦鹃在调查区范围内属留鸟,小鸦鹃为夏候鸟。两者广泛分布于调查区的林缘和灌丛,适应在人为干扰的次生生境栖息繁衍。调查中发现不同个体褐翅鸦鹃的叫声会同时出现,说明该区域活动的该物种相对较多。

**鸮形目猛禽:**调查区鸮形目猛禽有草鸮、领角鸮2种。鸮形目鸟类主要栖息于山间森林,也见于居民区或农耕地附近,多夜间、清晨及傍晚活动,其鸣声均各具特点,易于与其他动物的叫声区分。本次调查主要通过访问调查获知该类群动物的信息,整体上,在调查区分布有一定数量的鸮形目猛禽,调查期间的夜间调查偶尔可听到领角鸮的鸣叫声。

**白胸翡翠:**国家II级重点保护野生动物。白胸翡翠,体长26-30cm,头、后颈、上背棕赤色;下背、腰、尾上覆羽、尾羽亮蓝色。栖息于山地森林和山脚河流、岸边,有时亦远离水域活动。常单独活动,多站在水边树木枯枝上或石头上,有时亦站在电线上,以鱼、蟹和水生昆虫等为食。调查中,在河流沿岸的树枝上记录到1只。

**画眉:**国家II级重点保护野生动物,CITES附录II物种。画眉,鸟纲、画眉科中型鸟类,体长约23cm。上体橄榄色,头顶至上背棕褐色具黑色纵纹,眼圈白色,并沿上缘形成一窄纹向后延伸至枕侧,形成清晰的眉纹,极为醒目。栖息于山地的灌丛、村落附近的灌丛或竹林中,机敏而胆怯,常在林下的草丛中觅食,不善作远距离飞翔。杂食性,主要取食昆虫,兼食草籽、野果。调查期间,在调查样线中多处的灌草丛中听到其典型叫声。

#### ④哺乳类

哺乳类重点保护物种共2种,分别为豹猫和赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*),由于项目沿线生境类型主要为农田与桉树林,重点保护的哺乳类动物分布较少,属罕见物种。

**豹猫：**国家 II 级重点保护野生动物，CITES 附录 II 物种。栖息于山地林区、郊野灌丛和林缘村寨附近。地栖，攀爬能力强，夜行性，晨昏活动较多主要以鼠类、蛙类、蛇类、小型鸟类、昆虫等为食。通过访问调查，豹猫在调查区内分布有一定数量，夜晚在村庄、农田、道路旁偶见。

#### 4) 特有种

调查区发现中国特有种 1 种，即环纹华游蛇（*Sinonatrix aequifasciata*）。

**环纹华游蛇：**中小体型无毒蛇类。周身有粗大环纹，在体侧形成“X”形斑。生活于平原、丘陵及低山区的河边、溪旁，亦见于树上。以鱼类、蛙类等为食。该物种在我国属常见种，偶见于调查区的水塘、灌草丛与河流浅水区域。

#### 5) 鸟类居留型

调查区的 115 种鸟类中，有留鸟 75 种，占调查区鸟类总种数的 65.2%；有候鸟 40 种（夏候鸟 13 种，冬候鸟 27 种），占鸟类总种数的 34.8%。详见“附录 1”中“鸟纲 居留型”。

留鸟中，常见的留鸟有小鸚鵡、白鹭、黑翅鸢、珠颈斑鸠（*Streptopelia chinensis*）、褐翅鸦鹃、红耳鹎（*Pycnonotus jocosus*）、黄腹山鹪莺（*Prinia flaviventris*）、长尾缝叶莺（*Orthotomus sutorius*）、大山雀（*Parus major*）、暗绿绣眼鸟（*Zosterops japonica*）、棕背伯劳（*Lanius schach*）等。

候鸟中，常见的夏候鸟有栗苇鳉（*Ixobrychus cinnamomeus*）、噪鹛（*Eudynamys scolopacea*）、小鸦鹃（*Centropus bengalensis*）、家燕（*Hirundo rustica*）、黑卷尾（*Dicrurus macrocercus*）等；常见的冬候鸟有苍鹭（*Ardea cinerea*）、凤头麦鸡（*Vanellus vanellus*）、灰鹡鸰（*Motacilla cinerea*）、黑喉石鹡鸰（*Saxicola maurus*）、树鹩（*Anthus hodgsoni*）等。

#### 6) 鸟类迁徙通道

根据《广西野生动物》（吴名川主编），候鸟迁徙入广西有 3 条路线：一是沿我国海岸南下和北上的鸟类迁徙通道候鸟的停歇地和经停地，即北部湾沿海一带，重要节点是斜阳岛、冠头岭、三娘湾、江山半岛等地；二是从西北面沿云贵高原迁入我区西北部的柳州、河池、百色山区，重点区域是九万大山、凤凰山、都阳山和青龙山一带；三是从东北角沿越城岭、天平山、都庞岭、海洋山等途经我区的第三条鸟类迁徙通道，会同第二条通道跨越广西中部大瑶山和大明山弧形山脉



继续朝十万大山以及沿海南迁线路。

拟建平陆运河项目总体布设呈南北走向，全程约 140km，推荐路线跨横州市市与钦州市，项目整体位于于桂中-桂南地区，项目入海口部分位于鸟类迁飞的国际大通道及广西境内的鸟类迁徙通道上。

#### 7) 湿地水鸟

调查区的湿地主要有河流及其支流，零星的水塘，农田丢荒后形成的湿草地，入海口沙洲，沿海滩涂等。可见，调查区适宜涉禽、游禽等水鸟活动的生境类型丰富，分布的湿地水鸟种类与数量也较多。

其中，常见的湿地水鸟有小鸕鷀 (*Tachybaptus ruficollis*)、白鹭 (*Egretta garzetta*)、池鹭 (*Ardeola bacchus*)、绿鹭 (*Butorides striatus*)、环颈鸪 (*Charadrius alexandrinus*)、普通翠鸟 (*Alcedo atthis*)；偶见的种类有白胸苦恶鸟 (*Amaurornis phoenicurus*)、黑水鸡 (*Gallinula chloropus*)、金眶鸪 (*Charadrius dubius*)、白胸翡翠 (*Halcyon smyrnensis*) 等。

调查区记录到湿地水鸟有鸕鷀科、鹭科、秧鸡科、鸪科、鹬科、翠鸟科的种类共 36 种，占调查到鸟类种数的 31.3%，详见下表 5.2.2-15。

表 5.2.2-15 平陆运河调查区湿地水鸟

目	科	种	调查区多度	分布生境
鸕鷀目	鸕鷀科	小鸕鷀	++	灌丛、河流等
鹤形目	鹭科	绿鹭	+++	灌丛、农田、河流、海洋等
		池鹭	+++	森林、灌丛、农田、河流、海洋等
		白鹭	+++	森林、灌丛、农田、河流、海洋等
		中白鹭	++	河流、海洋等
		苍鹭	++	森林、灌丛、河流、海洋等
		牛背鹭	+++	森林、灌丛、农田、河流、海洋等
		黄斑苇鹀	++	灌丛、农田、河流、海洋等
		栗苇鹀	++	灌丛、农田、河流、海洋等
鹤形目	秧鸡科	灰胸秧鸡	+	灌丛、农田、河流、海洋等
		白胸苦恶鸟	+++	灌丛、农田、河流、海洋等
		红脚苦恶鸟	+++	灌丛、农田、河流、海洋等
		董鸡	+	灌丛、农田、河流等
		黑水鸡	+	灌丛、农田、河流等
		白骨顶	++	灌丛、农田、河流等

目	科	种	调查区多度	分布生境
鸽形目	鸽科	金眶鸽	+++	农田、河流、海洋等
		环颈鸽	+++	农田、河流、海洋等
		凤头麦鸡	++	农田、河流、海洋等
		灰头麦鸡	+++	农田、河流、海洋等
		蒙古沙鸽	+++	农田、海洋等
		铁嘴沙鸽	+++	农田、海洋等
	反嘴鹬科	黑翅长脚鹬	+++	农田、河流、海洋等
	鹬科	针尾沙锥	++	灌丛、农田、河流、海洋等
		扇尾沙锥	++	灌丛、农田、河流、海洋等
		中杓鹬	++	灌丛、农田、河流、海洋等
		鹤鹬	+++	灌丛、农田、河流、海洋等
		红脚鹬	+++	灌丛、农田、河流、海洋等
		泽鹬	+++	灌丛、农田、河流、海洋等
		青脚鹬	+++	灌丛、农田、河流、海洋等
		红腹滨鹬	+++	灌丛、农田、河流、海洋等
青脚滨鹬	+++	灌丛、农田、河流、海洋等		
鸥科	红嘴鸥	+++	河流、海洋等	
佛法僧目	翠鸟科	普通翠鸟	++	灌丛、农田、河流、海洋等
		白胸翡翠	+	森林、灌丛、农田、河流、海洋等
		蓝翡翠	+	森林、灌丛、农田、河流、海洋等
		斑鱼狗	+	灌丛、农田、河流、海洋等
合计		36		

注：“多度”中的数量等级，“+”指 1~99，“++”指 100~999，“+++”，指 1000~9,999。

## （2）动物群落及关键种

### 1) 河流动物群落

调查区的河流动物群落主要由分布在郁江与钦江中的鱼类和部分近河流活动的动物组成。

郁江河段与钦江下游河面平均宽约 50m 以上，河水较深。所以，组成深水区河流动物群落的物种主要以鱼类为主，如青鱼（*Mylopharyngodon piceus*）、草鱼、鳊（*Aristichthys nobilis*）、鲢（*Hypophthalmichthys molitrix*）、赤眼鳟、鲮、鲤、鲫（*Carassius auratus*）、光倒刺鲃等；郁江支流、钦江中上游河面平均宽度约 25m，河段河水较浅，组成浅水区河流动物群落的物种包括鱼类以及少量近水活动动物，如宽鳍鱲（*Zacco platypus*）、马口鱼（*Opsariichthys bidens*）、鲇（*Silurus asotus*）、黄鳝（*Monopterus albus*）、子陵吻鰕虎鱼（*Rhinogobius giurinus*）、溪吻

鰕虎鱼 (*Rhinogobius duospilus*)、大刺鳅 (*Mastacembelus armatus*)、白鹭、池鹭、白胸苦恶鸟等。

组成河流动物群落的种类中，数量较多的有鲮、鲤、马口鱼、鳊、子陵吻鰕虎鱼、中华沙塘鳢、白鹭、池鹭等，其中，鳊、白鹭为关键种。

#### 2) 灌草丛动物群落

调查区的灌草丛动物群落主要由分布在灌草丛中的动物组成。其中，常见的动物有变色树蜥 (*Calotes versicolor*)、棕背伯劳、红耳鹎、八哥 (*Acridotheres cristatellus*)、画眉、白颊噪鹛 (*Garrulax sannio*)、灰眶雀鹛 (*Alcippe morrisonia*)、黄腹山鹪莺、大山雀等。

组成灌草丛动物群落的种类中，数量较多的有红耳鹎、灰眶雀鹛、大山雀等，这些物种分布范围广泛，数量较多，较为常见。其中，八哥、棕颈钩嘴鹛等为关键种。

#### 3) 人工林动物群落

调查区人工林动物群落主要由分布在桉树林中的动物组成，受人工培植的影响，人工林中下层植物群落结构单一。

经实地调查，人工林中分布的动物具有的抗干扰能力较强，如黑眶蟾蜍 (*Duttaphrynus melanostictus*)、泽陆蛙 (*Fejervarya multistriata*)、中国石龙子 (*Eumeces chinensis*)、草腹链蛇 (*Amphiesma stolata*)、银环蛇 (*Bungarus multicinctus*)、白鹡鸰 (*Motacilla alba*)、棕背伯劳 (*Lanius schach*)、红嘴蓝鹳 (*Urocissa erythrorhyncha*)、乌鸫 (*Turdus merula*)、黑喉石鹇 (*Saxicola maura*)、鹧鸪 (*Copsychus saularis*)、长尾缝叶莺 (*Orthotomus sutorius*)、白腰文鸟 (*Lonchura striata*)、小家鼠 (*Mus musculus*) 等

组成人工林动物群落的种类均为常见种。其中，泽陆蛙、红嘴蓝鹳等为关键种。

#### 4) 农田动物群落

调查区的农田动物群落主要由分布在旱地中的动物组成。调查区的甘蔗地、旱地等农田生境与村庄、道路的距离不远，受交通、耕种等人为因素的影响。组成农田动物群落的动物多为有一定抗干扰能力，或对外界变化有一定适应力的物种，其中，数量较多的有黑眶蟾蜍、泽陆蛙、银环蛇、家燕、棕背伯劳、长尾缝

叶莺、小家鼠、褐家鼠（*Rattus norvegicus*）等。其中，银环蛇、棕背伯劳等为关键种。

### 5.2.2.3 土壤环境质量

本评价委托广西中赛检测技术有限公司对运河沿岸土壤环境质量进行了监测，土壤样品采集时间为2021年2月1日至10日，监测指标为镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、石油烃（C10-C40）、pH值，共10项。土壤样品采集及监测信息见表5.2.2-16。

5个土壤样品的环境质量监测结果如表5.2.2-17所示，根据《土壤环境质量—农用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB15618-2018）中对农用地土壤中镉、汞、砷、铅、铜、镍、锌等基本项目的风险筛选值和管控值的规定，所有监测指标值均符合农用地土壤风险筛选值，总体来看，航道沿岸土壤环境质量良好，对植物生长和土壤生态环境的风险较低。

表 5.2.2-16 土壤环境监测点位、项目、频次及标准

编号	监测点位	采样深度	监测因子	监测频次
1#	马道枢纽	0.2m	镉、汞、砷、铅、铜、 镍、锌、石油烃 (C10-C40)、pH值， 共10项。	监测1天， 监测1次。
2#	文字坳村	0.2m		
3#	企石枢纽	0.2m		
4#	大田坪村	0.2m		
5#	水浸洞断面	0.2m		
监测采样依据		《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）		

表 5.2.2-17 土壤环境质量监测结果 单位：mg/kg（pH值除外）

监测指标	1# 马道枢纽	2# 文字坳村	3# 企石枢纽	4# 大田坪村	5# 水浸洞断面	农用地土壤污染风险筛选值	农用地土壤污染风险管控值
pH值 (无量纲)	6.89	6.74	6.78	6.72	6.62	5.5 < pH ≤ 7.5	5.5 < pH ≤ 7.5
镉	ND	ND	ND	ND	0.3	0.3	3.0
汞	0.268	0.133	0.194	0.054	0.027	2.4	4.0
砷	7.42	10.8	8.84	2.81	0.92	30	120
铅	24	39	37	ND	80	120	700
铜	14	15	22	2	10	100	-

监测指标	1# 马道枢纽	2# 文字坳村	3# 企石枢纽	4# 大田坪村	5# 水浸洞断面	农用地土壤污染风险筛选值	农用地土壤污染风险管控值
镍	8	25	18	ND	22	100	-
锌	39	58	63	16	37	100	-
石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	ND	ND	ND	ND	ND	-	-

### 5.3 河流底泥现状调查与评价

本评价委托广西中赛检测技术有限公司于 2021 年 2 月 3 日对运河沿线河道底泥现状进行了调查监测，监测 1 天，共监测 1 次。

#### 5.3.1 监测信息

监测于 2021 年 2 月 3 日开展，共监测 1 次。根据 HJ/T 91-2002 《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91-2002) 相关要求开展监测，监测指标为汞、锌、pH 值等 13 项。共设置 6 个沉积物监测点位，监测点位信息见下表 5.3.1-1，监测点分布示意图见图 5.3.1-1。

表 5.3.1-1 沉积物监测点位信息表

序号	监测点位	监测因子	监测频次
1	1# 沙坪河与郁江交汇处下游 500m 处断面	有机质、氟化物、 氰化物、硫化物、 石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )、汞、 锌、砷、铅、硒、 镉、铬、pH 值， 共 13 项。	监测 1 天， 监测 1 次。
2	2# 旧州江马道头监测断面		
3	3# 三踏水和钦州干流交汇处下游约 500m 断面		
4	4# 新村沟排污口上游 200m 处断面		
5	5# 建设路排污口下游 1000m 处断面		
6	6# 建设路排污口下游 3000m 处断面		



注：“↔”为地表水监测断面，“→”为水流方向，“■”为沉积物的监测点位  
 图 5.3.1-1 河道底泥监测点位位置示意图

### 5.3.2 底泥监测结果及评价

河道底泥监测结果见表 5.3.2-2，本评价参考《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB 15618—2018）的风险筛选值。

监测结果表明，各个沉积物监测点均未超过风险筛选值，环境质量状况良好。

表 5.3.2-2 沉积物监测结果

监测项目	监测日期/监测点位/采样深度/监测结果					
	2021.02.03					
	1# 沙坪河与郁江交汇处下游 500m 处断面	2# 旧州江马道头监测断面	3# 三踏水和钦州干流交汇处下游约 500m 断面	4# 新村沟排污口上游 200m 处断面	5# 建设路排污口下游 1000m 处断面	6# 建设路排污口下游 3000m 处断面
pH 值 (无量纲)	6.94	7.02	6.86	6.71	6.98	6.84
汞	0.393	0.122	0.106	0.160	0.145	0.150
锌	65	71	56	90	84	84
砷	13.5	10.8	11.2	11.1	13.0	15.0
铅	33	20	18	37	37	48
镉	ND	ND	ND	ND	ND	ND
铬	60	78	22	22	13	12
石油烃 (C10-C40)	ND	ND	ND	ND	ND	ND

## 5.4 水生生态现状调查与评价

### 5.4.1 春季调查

本评价委托广西华森设计咨询有限公司和广西中赛检测技术有限公司对平陆运河评价范围内的内河水生环境进行了春季调查，调查时间为 2021 年 3 月至 4 月。

#### 5.4.1.1 监测信息

##### 1. 调查内容

调查区水域浮游动植物、底栖生物、水生高等植物的种类、数量、分布；鱼类区系组成、种类、产卵场，渔业资源；珍稀水生生物种类、种群规模、生态习性、种群结构、生境条件与分布、保护级别与状况等；区域存在的主要生态问题。

##### 2. 调查方法

在平陆运河沿线设置 9 个监测位点，按照从北向南，分别为西津水库沙坪河口、沙坪镇梁屋村口、旧州镇岭头地脚村、陆屋镇斑鸠岭村口、陆屋镇岭儿村口、青塘镇线鸡坪村口、平吉镇旧村口、平吉镇大田坪村口和久隆镇芒果山村口。河流宽度大于 100m 的，在距离河岸大于 50m 的区域进行采样，若河流宽度不足 100m，则于河中央取样。水生生物调查样点分布见表 5.4-1 和图 5.4-1 所示。

浮游植物采样，定量样品在定性采样之前用采水器采集；浮游动物样品，标本以 25 号浮游生物网（孔径 64 $\mu$ m）在上层水体呈“ $\infty$ ”字形捞取 3~5min；底栖动物样品，采用改良彼得生采泥器进行采集；鱼类资源调查采取现场捕捞和市场调查相结合的方法进行。

表 5.4.1-1 水生生物调查样点

序号	样线（样方）名称	长度（km）/ 面积（m <sup>2</sup> ）	植被/生境 类型	位置
1	水生生物调查点 01	-	水域	龙门新村，沙坪河段下游
2	水生生物调查点 02	-	水域	新福镇，沙坪河段上游
3	水生生物调查点 03	-	水域	文子坳，运河钦江段起点，工程主要开挖处
4	水生生物调查点 04	-	水域	海湾村，运河钦江段中段，工程主要开挖处
5	水生生物调查点 05	-	水域	尖山镇，钦江淡水与海水分界处
6	鱼类调查点 01	-	水域	平塘村邻近河段，靠近西津水库
7	鱼类调查点 02	-	水域	新福镇邻近河段
8	鱼类调查点 03	-	水域	旧州镇邻近河段
9	鱼类调查点 04	-	水域	陆屋镇邻近河段
10	鱼类调查点 05	-	水域	平吉镇邻近河段
11	鱼类调查点 06	-	水域	水浸洞村邻近河段
12	鱼类调查点 07	-	水域	犁头咀村邻近河段，钦江出口

#### 5.4.1.2 调查结果及评价

##### 1. 浮游植物

###### (1) 结构组成

通过对水样进行镜检，本次调查共鉴定出浮游植物 6 门 65 属 159 种，其绿藻种类最多为 29 属 53 种，占种类数的 33.33%；其次为硅藻 15 属 45 种，占种类数的 28.30%；裸藻 6 属 33 种，占种类数的 20.75%；蓝藻 12 属 20 种，占种类数的 12.58%；甲藻共有 2 属 7 种，占种类数的 4.40%；隐藻 1 属 1 种，占种类数的 0.63%。详见图 5.4.2-2、图 5.4.2-3。



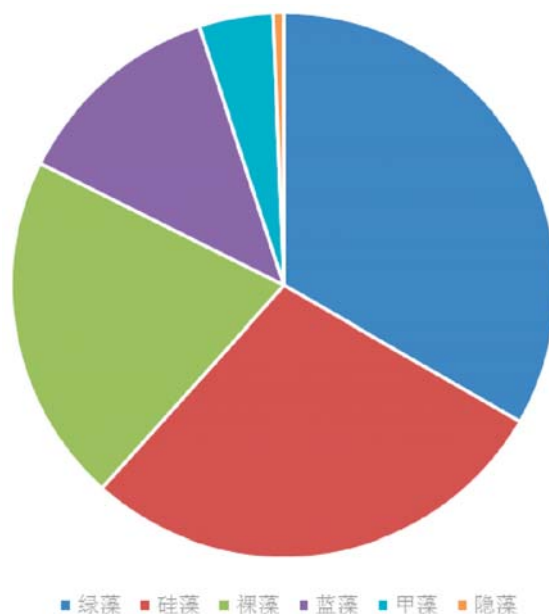


图 5.4.1-1 调查站点浮游植物物种组成所占比例

本次调查区域主要优势藻种为点形平裂藻（*Merismopedia punctiata*）、空星藻（*Coelastrum sphaericum*）、立方藻（*Eucapsis* sp.）。

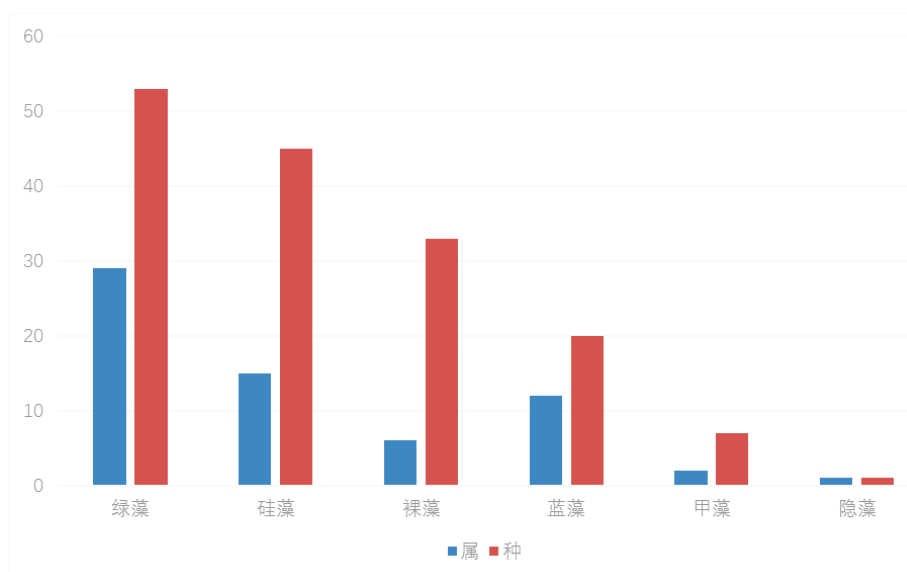


图 5.4.1-2 调查站点浮游植物属种分布

## (2) 数量分布

本次调查浮游植物密度为  $2.25 \times 10^3 \sim 179.33 \times 10^3$  个/L，平均为  $49.07 \times 10^3$  个/L，最小值出现在尖山站，最大值出现在海湾村站；硅藻密度为  $0.44 \times 10^3 \sim 29.56 \times 10^3$  个/L，平均为  $8.41 \times 10^3$  个/L；绿藻密度分布为  $1.35 \times 10^3 \sim 80.44 \times 10^3$  个/L，平均为  $21.49 \times 10^3$  个/L；蓝藻密度为  $0.10 \times 10^3 \sim 52.00 \times 10^3$  个/L，平均为  $15.00 \times 10^3$  个/L；

裸藻密度为  $0.11 \times 10^3 \sim 16.67 \times 10^3$  个/L，平均为  $3.90 \times 10^3$  个/L；调查海域浮游植物数量主要以绿藻、蓝藻、硅藻、裸藻为主，还有量少的甲藻、隐藻。浮游植物数量统计见表 5.4.1-2。

表 5.4.1-2 浮游植物数量统计表 ( $\times 10^3$  个/L)

序号	站点	硅藻	甲藻	蓝藻	绿藻	裸藻	隐藻	总数
1	龙门新村	4.47	0.03	20.83	13.11	0.47	0.03	38.94
2	新福镇	2.49	0.38	1.11	6.98	0.53	0.02	11.51
3	文子坳	5.11	0.00	0.94	5.56	1.72	0.00	13.33
4	海湾村	29.56	0.67	52.00	80.44	16.67	0.00	179.33
5	尖山镇	0.44	0.18	0.10	1.35	0.11	0.07	2.25
	最小值	0.44	0.00	0.10	1.35	0.11	0.00	2.25
	最大值	29.56	0.67	52.00	80.44	16.67	0.07	179.33
	平均值	8.41	0.25	15.00	21.49	3.90	0.02	49.07

### (3) 生物学指标

浮游植物生物学指标见浮游植物生物学指标统计表 5.4.1-3。

表 5.4.1-3 浮游植物生物学指标统计表

序号	站号	生物多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	优势度指数 (D)	丰度指数 (d)
1	龙门新村	4.11	0.67	0.45	4.66
2	新福镇	5.05	0.84	0.19	4.60
3	文子坳	5.39	0.89	0.15	4.89
4	海湾村	5.28	0.83	0.17	4.76
5	尖山镇	4.53	0.87	0.21	3.23
	最小值	4.11	0.67	0.15	3.23
	最大值	5.39	0.89	0.45	4.89
	平均值	4.87	0.82	0.23	4.43

## 2. 浮游动物

### (1) 结构组成

调查区域共镜检到浮游动物 42 种（类），分别属于原生动物、枝角类、轮虫和桡足类，其中轮虫种类最多为 16 种，占种类数 38.10%；原生动物 10 种，占种类数 23.81%；枝角类 9 种占种类数 21.43%，桡足类 7 种，占种类数 16.67%。详见附录 3。各站位浮游动物种类数介于 13~23 种之间，其中尖山镇站种类数最少，海湾站种类数最多。本次调查区域主要优势种类为王氏似铃壳虫 *Tintinnopsis*

wangi、广布中剑水蚤 *Mesocyclops leuckarti*、剑水蚤 *Cyclopoidea*、直额弯尾溞 *Camptocercus rectirostris*、剪形臂尾轮虫 *Brachionus forficula*、曲腿龟甲轮虫 *Keratella valga*、萼花臂尾轮虫 *Brachionus calyciflorus*。

浮游动物污染指示种有 3 门 6 种，它们分别是寡营养型的褐砂壳虫 *Diffugia avellana*、暗小异尾轮虫 *Trichocerca pusilla*、曲腿龟甲轮虫 *Keratella valga*；中营养性的裸口虫 *Holophrya sp.*、短尾秀体溞 *Diaphanosoma brachyurum*、盘肠溞 *Chydorus sp.*。

### (2) 密度及生物量

本次调查浮游动物密度介于 206ind./L~910ind./L，平均为 553.60ind./L，其中最大值出现在龙门新村站，最小值出现在文子坳站。浮游动物生物量介于 0.79mg/L~1.52mg/L，平均为 1.20mg/L，其中最大值出现在龙门新村站，最小值出现在文子坳。

表 5.4.1-4 各点位浮游动物密度及生物量

存量	采样点					
	龙门新村	新福镇	文子坳	海湾	尖山镇	平均
密度 (ind./L)	910	552	206	680	420	553.6
生物量 (mg/L)	1.52	1.42	0.79	1.45	0.81	1.20

### (3) 生物多样性评价

浮游动物生物学指标见浮游动物生物学指标统计见下表。

表 5.4.1-5 浮游动物生物学指标统计表

序号	站号	生物多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	优势度指数 (D)	丰度指数 (d)
1	龙门新村	2.11	0.67	0.75	1.66
2	新福镇	2.05	0.84	0.29	1.60
3	文子坳	3.39	0.89	0.25	3.89
4	海湾村	3.28	0.43	0.27	3.76
5	尖山镇	1.53	0.57	0.71	1.23
最小值		1.53	0.43	0.25	1.23
最大值		3.39	0.89	0.75	3.89
平均值		2.47	0.68	0.45	2.43

## 3.大型底栖动物

### （1）种类组成

共采集到底栖生物 3 门 7 目 15 科 18 属 23 种，其中软体动物门最多为 3 目 9 科 10 属 15 种，占总种数 65.22%；其次为节肢动物门 3 目 5 科 7 属 7 种，占总种数 30.43%；环节动物 1 种，占总种数 4.35%。软体动物门和节肢动物门为调查区域底栖生物主要组成类群，具体见大型底栖生物名录表 8。调查区域主要优势种类为中国圆田螺、梨型环棱螺、河蚬和日本沼虾。本次调查中海湾村站位底栖动物种类最多，共有鉴定出 9 种，表明该处生态环境较好，龙门新村站种类最少。

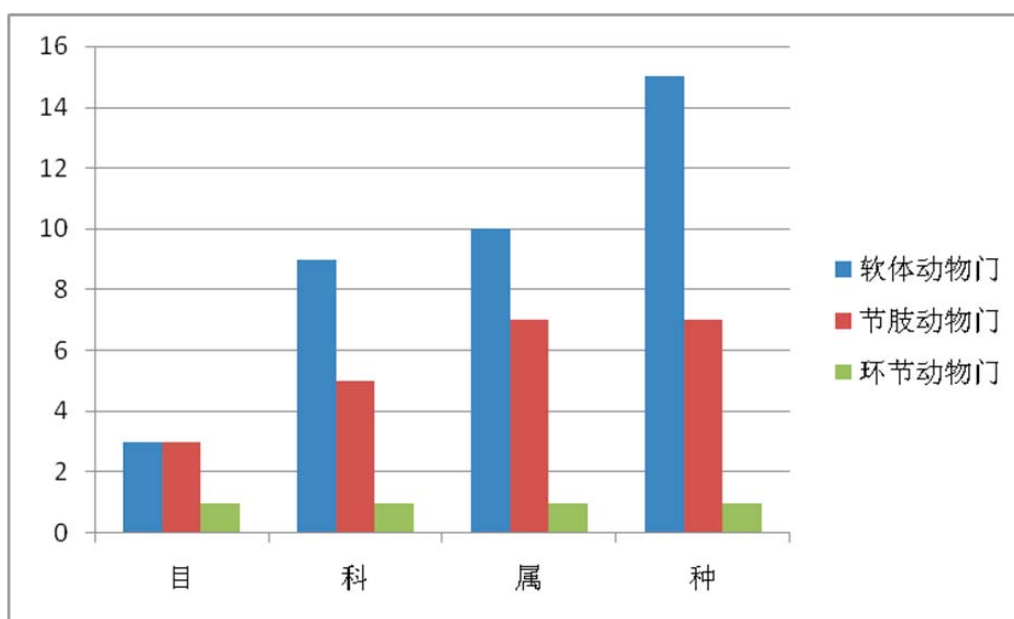


图 5.4.1-3 大型底栖动物种类和科、属数的分布

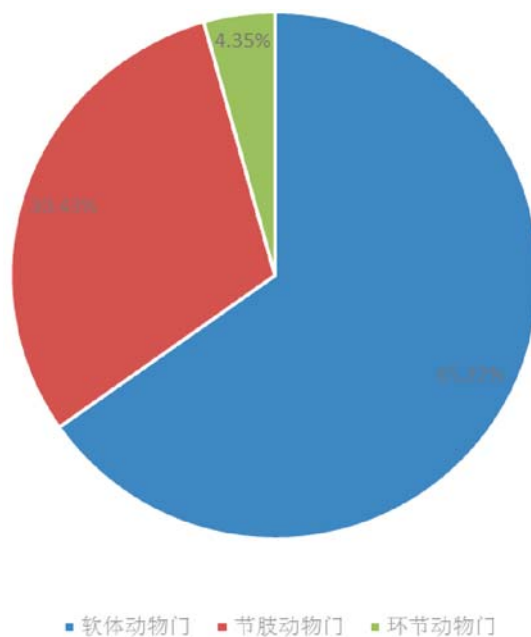


图 5.4.1-4 大型底栖动物物种组成所占比例

### (2) 密度及生物量

各站底栖生物密度分布范围为  $8.1\text{ind./m}^2 \sim 22.1 \times 10^3\text{ind./m}^2$ ，平均为  $14.02\text{ind./m}^2$ ，栖息密度最高的为文子坳站，其次为新福站，最低的为尖山镇站。生物量分布范围为  $26.65\text{g/m}^2 \sim 155.60\text{g/m}^2$ ，平均为  $97.82\text{g/m}^2$ 。生物量最高的是新福站，该站主要底栖生物为中国圆田螺和梨型环棱螺，两者占了绝大部分生物量，最低的尖山镇站，该处受人类活动影响较大，底栖生物生物量较少。

表 5.4.1-6 底栖生物生物密度和生物量

站号	生物密度 ( $\text{ind./m}^2$ )	生物量 ( $\text{g/m}^2$ )
龙门新村	9.5	78.20
新福镇	21.3	155.60
文子坳	22.1	131.30
海湾	9.1	97.35
尖山镇	14.1	26.65
最小值	9.1	26.65
最大值	22.1	155.6
平均值	14.02	97.82

### (3) 生物多样性

底栖生物的生物多样性评价方法与浮游植物相同。评价结果见下表。

表 5.4.1-7 底栖生物多样性评价指数表

站号	生物多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰度指数 (d)	种类数 (S)
新福镇	2.15	0.93	0.91	5
海湾	3.17	1.00	2.52	9
文子坳	2.59	0.92	1.35	7
龙门新村	1.22	0.77	0.63	3
尖山镇	2.35	0.91	1.22	6
最小值	1.22	0.77	0.63	3
最大值	3.17	1.00	2.52	9
平均值	2.30	0.91	1.33	6

#### 4.鱼类

##### (1) 渔获物

调查范围内，鱼类调查点 1、点 2 属于郁江水域，即西津水库的自然流水河段；鱼类调查点 3、点 4 属旧州江自然流水河段；鱼类调查点 5、点 6 和点 7 属钦江干流自然流水河段且与海洋联通。综上所述，平陆运河涉及的各区域的渔获物组成存在一定差异，故分别加以介绍。

表 5.4.1-8 平陆运河调查区河流渔获物组成情况

种类	各监测点鱼类分布情况						
	点 1	点 2	点 3	点 4	点 5	点 6	点 7
白肌银鱼	√						
斑鳊				√			
斑鲮		√		√			
斑鳢		√				√	
棒花鱼			√				√
鳊	√						
鲮	√		√	√	√	√	
草鱼	√					√	
侧条光唇鱼				√	√		
赤眼鳟		√		√			
唇鲮				√			
大刺鲮			√				
大刺鳅	√	√					
大眼鳊		√		√		√	
大眼近红鲌				√			
倒刺鲃				√			
点纹银鲌			√				
福建小鰾鲈			√				
高体鰾鲈			√				√
革胡子鲶		√		√		√	
海南似鲮							√

种类	各监测点鱼类分布情况						
	点 1	点 2	点 3	点 4	点 5	点 6	点 7
横纹南鳅				√			
花鲢			√	√			
黄颡鱼		√	√			√	
黄鳊		√				√	
鲫	√		√			√	√
鲤	√	√				√	√
鲢	√	√				√	
鲮	√						
马口鱼					√		
麦穗鱼							√
鳊				√			
莫桑比克口孵非鲫		√					
南方拟鱖			√				√
尼罗口孵非鲫	√	√	√	√		√	√
泥鳅		√	√		√	√	
鲇		√	√		√	√	
飘鱼					√		
七丝鲚	√						
翘嘴鲮							√
青鱼						√	
食蚊鲮					√		
条纹小鲃				√			
瓦氏黄颡鱼		√					
纹唇鱼		√					
溪吻虾虎鱼		√					
线纹梅氏鳊					√		
银鲳				√			
银鲃		√		√			
鲮	√	√				√	
越南鲮			√				
中华花鳅			√		√		
中华翘嘴							√
壮体沙鳅				√	√		
子陵吻虾虎鱼	√	√					
56	13	20	15	18	10	15	10

## ①西津水库段

本次调查在涉及西津水库段共收集到渔获物 27 种，渔获物数量百分比统计中，泥鳅（19.23%）、尼罗口孵非鲫（14.29%）为优势种类，其次为黄颡鱼

（9.34%）、黄鳝（8.24%）、瓦氏黄颡鱼（5.49%）、七丝鲚（4.95%）、子陵吻虾虎鱼（4.95%）、革胡子鲶（3.30%）、鲤（3.30%）、鲢（3.30%），以上 10 种鱼类占到总渔获物数量的 70%以上。

在渔获物重量组成中，占据前三位的分别是鲢（19.12%）、鲤（13.68%）、鳙（12.92%），其次为尼罗口孵非鲫（9.10%）、莫桑比克口孵非鲫（6.86%）、革胡子鲶（5.19%）、鲇（4.75%）、赤眼鲮（4.48%）、鲫（4.09%）、黄颡鱼（3.59%），以上 10 种鱼类占到总渔获物重量比的 80%以上。

调查共获得渔获物 37.925kg，182 尾。根据鱼类相对重要性指数（IRI）计算结果，尼罗口孵非鲫、鲤、鲢、泥鳅、子陵吻虾虎鱼为西津水库段鱼类群落中的优势种。

表 5.4.1-9 平陆运河西津水库段渔获物组成

序号	种类	尾数	尾数比%	重量 g	比重%	出现频率	IRI
1	白肌银鱼	1	0.55%	10	0.03%	25.00%	143.95
2	斑鳊	3	1.65%	720	1.90%	25.00%	886.71
3	斑鳊	2	1.10%	1100	2.90%	25.00%	999.84
4	鳊	4	2.20%	17.5	0.05%	25.00%	560.99
5	鳊	1	0.55%	26	0.07%	25.00%	154.50
6	草鱼	1	0.55%	600	1.58%	25.00%	532.88
7	赤眼鲮	3	1.65%	1700	4.48%	25.00%	1532.72
8	大刺鲃	2	1.10%	230	0.61%	50.00%	852.68
9	大眼鲃	4	2.20%	950	2.50%	25.00%	1175.69
10	革胡子鲶	6	3.30%	1970	5.19%	25.00%	2122.79
11	黄颡鱼	17	9.34%	1360	3.59%	25.00%	3231.67
12	黄鳝	15	8.24%	600	1.58%	25.00%	2455.96
13	鲫	3	1.65%	1550	4.09%	25.00%	1433.84
14	鲤	6	3.30%	5189	13.68%	75.00%	12734.23
15	鲢	6	3.30%	7250	19.12%	50.00%	11206.6
16	鳊	4	2.20%	780	2.06%	25.00%	1063.62
17	莫桑比克口孵非鲫	3	1.65%	2600	6.86%	25.00%	2126.00
18	尼罗口孵非鲫	26	14.29%	3453	9.10%	100.00%	23390.53
19	泥鳅	35	19.23%	280	0.74%	25.00%	4992.27
20	鲇	5	2.75%	1800	4.75%	25.00%	1873.37
21	七丝鲚	9	4.95%	245	0.65%	25.00%	1397.77
22	瓦氏黄颡鱼	10	5.49%	510	1.34%	25.00%	1709.82
23	纹唇鱼	2	1.10%	42	0.11%	25.00%	302.41
24	溪吻虾虎鱼	1	0.55%	2	0.01%	25.00%	138.68



序号	种类	尾数	尾数比%	重量 g	比重%	出现频率	IRI
25	银鮠	1	0.55%	4	0.01%	25.00%	140.00
26	鳊	3	1.65%	4900	12.92%	25.00%	3642.15
27	子陵吻虾虎鱼	9	4.95%	36.5	0.10%	75.00%	3780.97

## ②旧州江段

本次调查在涉及的旧州江段共收集到渔获物 31 种，渔获物数量百分比统计中，泥鳅（20.83%）、鳊（18.06%）为优势种类，其次为福建小鰕鮠（6.94%）、大眼近红鲂（4.17%）、尼罗口孵非鲫（4.17%）、银鲴（4.17%）、唇鲮（3.47%）、大眼鳊（3.47%）、银鮠（3.47%）、子陵吻鰕虎鱼（3.47%），以上 10 种鱼类占到总渔获物数量的 70%以上。

在渔获物重量组成中，占据前三位的分别是大眼近红鲂（30.76%）、赤眼鳟（9.18%）、鳊（8.03%），其次为鳊（8.03%）、尼罗口孵非鲫（6.02%）、鰕鮠（5.88%）、唇鲮（5.69%）、大眼鳊（5.33%）、银鲴（5.05%）、泥鳅（4.80%）、革胡子鲶（4.59%），以上 10 种鱼类占到总渔获物重量比的 80%以上。

调查共获得渔获物 108.90kg，144 尾。根据鱼类相对重要性指数（IRI）计算结果，鳊、泥鳅、大眼近红鲂、尼罗口孵非鲫、花鲮为旧州江段鱼类群落中的优势种。

表 5.4.1-10 平陆运河旧州江段渔获物组成

序号	种类	尾数	尾数比%	重量 g	比重%	出现频率	IRI
1	斑鳊	1	0.69%	100	0.92%	25.00%	403.18
2	斑鳊	1	0.69%	250	2.30%	25.00%	747.53
3	棒花鱼	2	1.39%	14	0.13%	25.00%	379.36
4	鳊	26	18.06%	875	8.03%	75.00%	19567.84
5	侧条光唇鱼	3	2.08%	30	0.28%	25.00%	589.70
6	赤眼鳟	1	0.69%	1000	9.18%	25.00%	2469.30
7	唇鲮	5	3.47%	620	5.69%	25.00%	2291.38
8	大刺鲮	1	0.69%	128	1.18%	25.00%	467.46
9	大眼鳊	5	3.47%	580	5.33%	25.00%	2199.55
10	大眼近红鲂	6	4.17%	3350	30.76%	25.00%	8732.21
11	倒刺鲃	1	0.69%	350	3.21%	25.00%	977.10
12	点纹银鮠	3	2.08%	11	0.10%	25.00%	546.09
13	福建小鰕鮠	10	6.94%	37	0.34%	25.00%	1821.05
14	高体鳊	4	2.78%	14	0.13%	25.00%	726.58
15	革胡子鲶	2	1.39%	500	4.59%	25.00%	1495.06
16	横纹南鳅	2	1.39%	12	0.11%	25.00%	374.77
17	花鲮	3	2.08%	350	3.21%	50.00%	2648.65

序号	种类	尾数	尾数比%	重量 g	比重%	出现频率	IRI
18	黄颡鱼	3	2.08%	47	0.43%	50.00%	1257.46
19	鲫	1	0.69%	90	0.83%	25.00%	380.22
20	鳊	1	0.69%	640	5.88%	25.00%	1642.85
21	南方拟鲈	2	1.39%	44	0.40%	25.00%	448.23
22	尼罗口孵非鲫	6	4.17%	656	6.02%	75.00%	7642.91
23	泥鳅	30	20.83%	523	4.80%	75.00%	19226.93
24	鲇	2	1.39%	75	0.69%	50.00%	1038.80
25	条纹小鲃	3	2.08%	3.5	0.03%	25.00%	528.87
26	银鲷	6	4.17%	550	5.05%	25.00%	2304.29
27	银鲷	5	3.47%	13.5	0.12%	25.00%	899.05
28	越南鱮	1	0.69%	2.5	0.02%	25.00%	179.35
29	中华花鳅	2	1.39%	6	0.06%	25.00%	361.00
30	壮体沙鳅	1	0.69%	4.5	0.04%	25.00%	183.94
31	子陵吻鰕虎鱼	5	3.47%	14	0.13%	25.00%	900.20

## ③钦江段

本次调查在涉及的西津水库段共收集到渔获物 29 种，渔获物数量百分比统计中，尼罗口孵非鲫（18.31%）、南方拟鲈（11.19%）、泥鳅（10.17%）、为优势种类，其次为鲤（9.49%）、鲈（7.80%）、鲫（7.12%）、海南似桥（5.76%）、黄颡鱼（5.08%）、革胡子鲇（2.37%）、瓢鱼（2.37%），以上 10 种鱼类占到总渔获物数量的 70%以上。

在渔获物重量组成中，占据前三位的分别是尼罗口孵非鲫（24.78%）、革胡子鲇（14.94%）、鲤（10.79%），其次为鲫（8.65%）、鲃（7.22%）、鲢（6.23%）、青鱼（5.60%）、草鱼（4.86%）、鲇（4.36%）、南方拟鲈（2.93%），以上 10 种鱼类占到总渔获物重量比的 90%以上。

调查共获得渔获物 803.03kg，295 尾。根据鱼类相对重要性指数（IRI）计算结果，尼罗口孵非鲫、鲤、鲫、鲈、革胡子鲇为钦江段鱼类群落中的优势种。

表 5.4.1-11 平陆运河钦江段渔获物组成

序号	种类	尾数	尾数比%	重量 g	比重%	出现频率	IRI
1	斑鳊	2	0.68%	700	0.87%	20.00%	309.93
2	棒花鱼	5	1.69%	36	0.04%	20.00%	347.95
3	鲈	23	7.80%	790	0.98%	40.00%	3512.15
4	草鱼	3	1.02%	3900	4.86%	20.00%	1174.71
5	侧条光唇鱼	2	0.68%	20	0.02%	20.00%	140.57
6	大眼鳊	5	1.69%	800	1.00%	20.00%	538.23
7	高体鳊	5	1.69%	46	0.06%	20.00%	350.44
8	革胡子鲇	7	2.37%	12000	14.94%	20.00%	3463.26

序号	种类	尾数	尾数比%	重量 g	比重%	出现频率	IRI
9	海南似桥	17	5.76%	1450	1.81%	20.00%	1513.67
10	黄颡鱼	15	5.08%	2200	2.74%	20.00%	1564.87
11	黄鳝	5	1.69%	350	0.44%	20.00%	426.15
12	鲫	21	7.12%	6950	8.65%	60.00%	9464.02
13	鲤	28	9.49%	8665	10.79%	60.00%	12169.14
14	鲢	1	0.34%	5000	6.23%	20.00%	1313.08
15	马口鱼	1	0.34%	14	0.02%	20.00%	71.28
16	麦穗鱼	6	2.03%	45	0.06%	20.00%	417.99
17	南方拟鲮	33	11.19%	2350	2.93%	20.00%	2822.57
18	尼罗口孵非鲫	54	18.31%	19900	24.78%	60.00%	25851.74
19	泥鳅	30	10.17%	850	1.06%	20.00%	2245.60%
20	鲇	5	1.69%	3500	4.36%	20.00%	1210.68
21	飘鱼	7	2.37%	87	0.11%	20.00%	496.24
22	翘嘴鲌	1	0.34%	300	0.37%	20.00%	142.51
23	青鱼	1	0.34%	4500	5.60%	20.00%	1188.55
24	食蚊鲮	3	1.02%	1.5	0.00%	20.00%	203.76
25	线纹梅氏鳊	6	2.03%	7.5	0.01%	20.00%	408.65
26	鳊	1	0.34%	5800	7.22%	20.00%	1512.33
27	中华花鳅	4	1.36%	22	0.03%	20.00%	276.67
28	中华鲮	3	1.02%	14	0.02%	20.00%	206.88
29	壮体沙鳅	1	0.34%	5	0.01%	20.00%	69.04

## (2) 种类组成

结合实地调查与相关资料，目前在调查区发现鱼类 108 种，隶属于 11 目 28 科。所有鱼类中，以鲤形目最多，共 65 种，占鱼类总种类数的 60.2%；其次为鲈形目鱼类 16 种，占总数的 14.8%；鲇形目鱼类 13 种，占总数的 12.8%。

表 5.4.1-12 平陆运河调查区河流鱼类组成

目	科	种数	小计	合计
鳊鲃目	鳊鲃科	2	2	108
鲃形目	鲃科	2	3	
	鯪科	1		
鲤形目	条鳅科	3	75	
	花鳅科	4		
	爬鳅科	3		
	鲤科	65		
脂鲤目	脂鲤科	1	1	
鲇形目	鲇科	2	13	
	胡子鲇科	2		
	鮠科	1		
	甲鲇科	1		
	科	1		
	鲿科	5		
鲿形目	鮡科	1	1	
	鲿形科	1		

目	科	种数	小计	合计
胡瓜鱼目	银鱼科	2	2	
颌针鱼目	大颌鲂科	1	1	
鲮形目	胎鲮科	1	1	
合鳃鱼目	合鳃鱼科	1	3	
	刺鲃科	2		
鲈形目	鮨科	4	16	
	太阳鱼科	1		
	丽鱼科	2		
	虾虎鱼科	4		
	斗鱼科	1		
	塘鳢科	2		
	鳢科	2		

## (2) 重点保护物种

据有关调查资料，以及近期调查的结果，近年在郁江、钦江及周边鲜有捕获中华鲟 (*Acipenser sinensis*) 的记录。受河流流域沿途不同水利工程的影响，以及水体的连通性，不排除未来在平陆运河中再次发现类似的重点保护鱼类。有资料表明，在防城港江平镇等河流入海口有花鳗鲡 (*Anguilla marmorata*) 的相关记录。

如上表所示，调查区有国家二级重点保护动物 2 种，花鳗鲡 (*Anguilla marmorata*)、斑鳢 (*Mystus guttatus*)；有国家重点保护经济鱼类鳗鲡 (*Anguilla japonica*)、草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*)、青鱼 (*Mylopharyngodon piceus*)、赤眼鳟 (*Squaliobarbus curriculus*)、翘嘴鲌 (*Culter alburnus*)、鳊 (*Parabramis pekinensis*)、银鲌 (*Xenocypris argentea*)、鳙 (*Hypophthalmichthys molitrix*)、鲢 (*Aristichthys nobilis*)、鲤 (*Cyprinus carpio*)、鲫 (*Carassius auratus*)、倒刺鲃 (*Spinibarbus denticulatus*)、光倒刺鲃 (*Spinibarbus hollandi*)、鲮 (*Cirrhinus molitorella*)、黄颡鱼 (*Pelteobagrus fulvidraco*)、斑鳢 (*Mystus guttatus*)、黄鳝 (*Monopterus albus*)、大眼鳊 (*Siniperca kneri*)、斑鳢 (*Channa maculata*)，共 19 种。

被 IUCN 红色名录列为极危 (CR) 的物种 1 种，卷口鱼 (*Ptychidio jordani*)；濒危 (EN) 的物种 1 种，鳗鲡 (*Anguilla japonica*)；易危 (VU) 的物种 1 种，南方拟鲮 (*Pseudohemiculter dispar*)。平陆运河重点保护鱼类生态习性及其相对丰富度见下表 4.5.3-12。

**斑鲮** 国家二级重点保护动物。鲇形目鱼类，当地俗称剑鱼、芝麻剑。体色灰黑或黄灰，腹部偏白；体侧具大小不等、排列不规则的圆形黑色斑点（幼鱼少斑或无斑）。栖息于江河底层，以小型水生动物为食，如水生昆虫、小鱼、小虾等，也食少量的高等水生植物碎屑。该鱼一般常见个体为 1~2kg，个体大者有 5~10kg，实地调查发现的个体均在 1kg 以下。



**卷口鱼** IUCN 极危 (CR) 的物种。属鲤形目，鲤科，野鲮亚科，卷口鱼属。体长形，前部略呈圆筒状，后部侧扁。头小，圆锥状。当地俗称“老鼠鱼”。属于定居性鱼类，生活于河床宽阔、流速大、江中多深潭、水质清澈的石底深水河段以及通泉水的石洞中。以淡水壳菜和蚬科类为主要食物，也吃一些淡水海绵、藻类及有机碎屑、水生昆虫、水蚯蚓等。该种鱼类最大个体 1kg 以上，实地调查多见为 50g~100g 的个体。



南方拟鲮 IUCN 易危 (VU) 的物种。为鲤科拟鲮属的鱼类，体背部青灰色，腹侧银色，尾鳍边缘灰黑色，俗名蓝刀、白条鱼，是中国的特有物种。栖息于水体中上层，冬季潜藏于深水层，喜群集于沿岸水面游泳觅食，行动迅速。杂食性，主要以水生昆虫、高等植物碎片、浮游动物和藻类为食，偶尔也吞食小鱼。在野外采集与市场均存在有一定数量，大多为成年个体。



表 5.4.1-12 平陆运河重点保护鱼类

序号	主要经济鱼类	生态习性			相对丰富度
		生态位	产卵	食性	
1	鳊鲃	底层	漂浮性	肉食性	-
2	青鱼	中下层	漂浮性	草食性	+
3	草鱼	中下层	漂浮性	草食性	++
4	赤眼鳟	中下层	漂浮性	杂食性	+
5	翘嘴鲌	中上层	黏性	肉食性	+
6	鳊	中下层	漂浮性	草食性	++
7	鲢	中上层	漂浮性	浮游植物食性	+++
8	鳙	中上层	漂浮性	浮游动物食性	+++
9	银鲌	底层	黏性	草食性	+
10	倒刺鲃	中下层	黏性	杂食性	+
11	光倒刺鲃	中下层	黏性	杂食性	+
12	鲮	中下层	漂浮性	底栖动物及有机碎屑	++
13	鲤	底层	黏性	杂食性	+++
14	鲫	底层	黏性	杂食性	+++
15	黄颡鱼	底层	黏性	肉食性	++

序号	主要经济鱼类	生态习性			相对丰富度
		生态位	产卵	食性	
16	斑鳃	底层	黏性	肉食性	+
17	黄鳝	底层	黏性	肉食性	++
18	大眼鳊	中下层	漂浮性	肉食性	+
19	斑鳃	中下层	漂浮性	肉食性	++

**丰富度：**“—”表示“仅存”，“+”表示“有”，“++”表示“较丰”，“+++”表示“丰”。

### （3）鱼类“三场”

调查区的河流主要包括郁江及其支流、钦江及其支流。结合有关资料，调查区河段、水域无产卵场、索饵场、越冬场分布。郁江流域的西津水库有鱼类产卵场 3 处，以及鱼类索饵环境 3 处。

**产卵场：**郁江流域的西津水库有鱼类产卵场 3 处，分别为尖角坪产卵场、南乡江面产卵场和米埠坑口产卵场。分别为尖角坪产卵场、南乡江面产卵场、米埠坑口产卵场，见表 5.4-13，产卵场与运河位置关系见图 5.4-6。

**尖角坪产卵场：**中心坐标位置 E 108.956572°，N 22.650856°，位于横县新福镇六维村对面，长约 2km，面积约 1 千亩，是尖角沆支流交汇处，此处河滩较长，长有水草，光照条件较好，洪水季节河滩被淹没，平水期和枯水期水深约 0.5~1m。

**南乡江面产卵场：**中心坐标位置 E 109.129790°，N 22.608742°，位于横县南乡街附近的水域，面积约 8 千亩，该水域周围河汊纵横交错，既有河滩、湿地，也有深潭，滩面长有水草，水面广阔，日照充足，河床深浅不一，洪水季节，主航道有急流，周围水流平缓。

**米埠坑口产卵场：**中心坐标位置 E 109.145330°，N 22.676108°，位于西津坝上游 8km 处，是米埠坑支流与郁江的交汇处，水域面积约 1 千亩，该水域水面很宽，周围有河滩，既长有水草也长有旱草，河滩在洪水期被淹没，在平水期、枯水期显露。该水域光照条件好，饵料资源十分丰富。

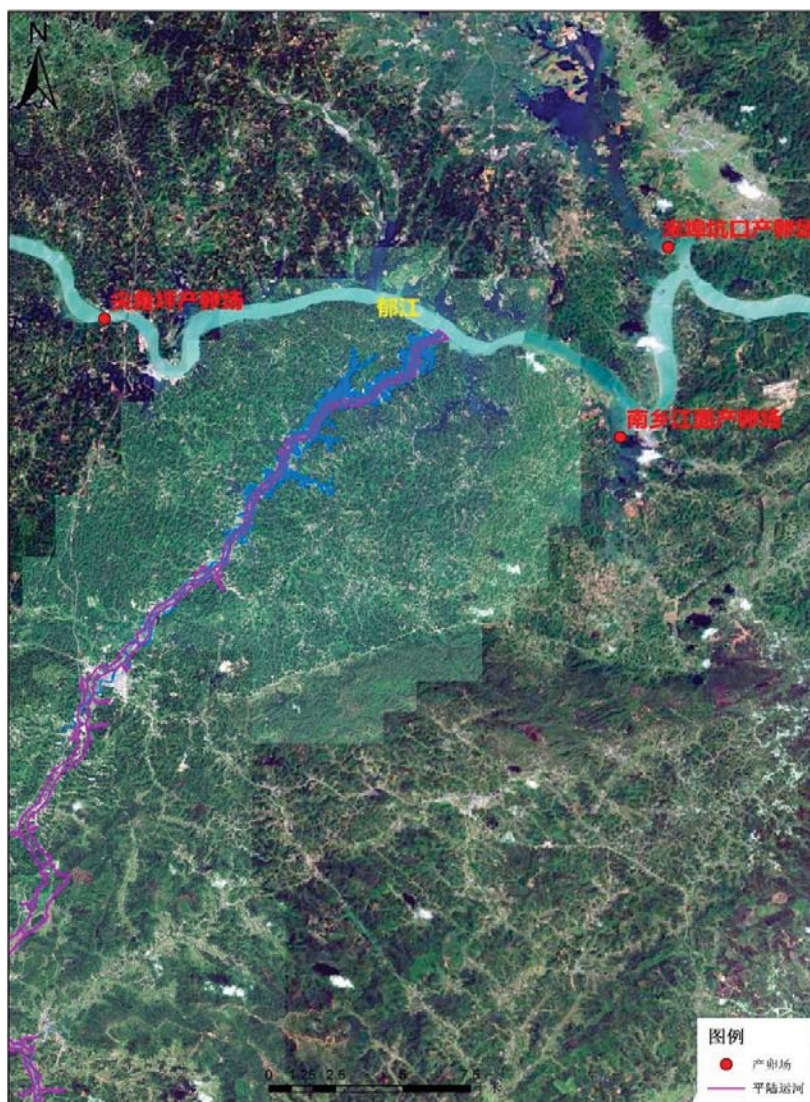


图 5.4.1-5 鱼类“三场”位置示意图

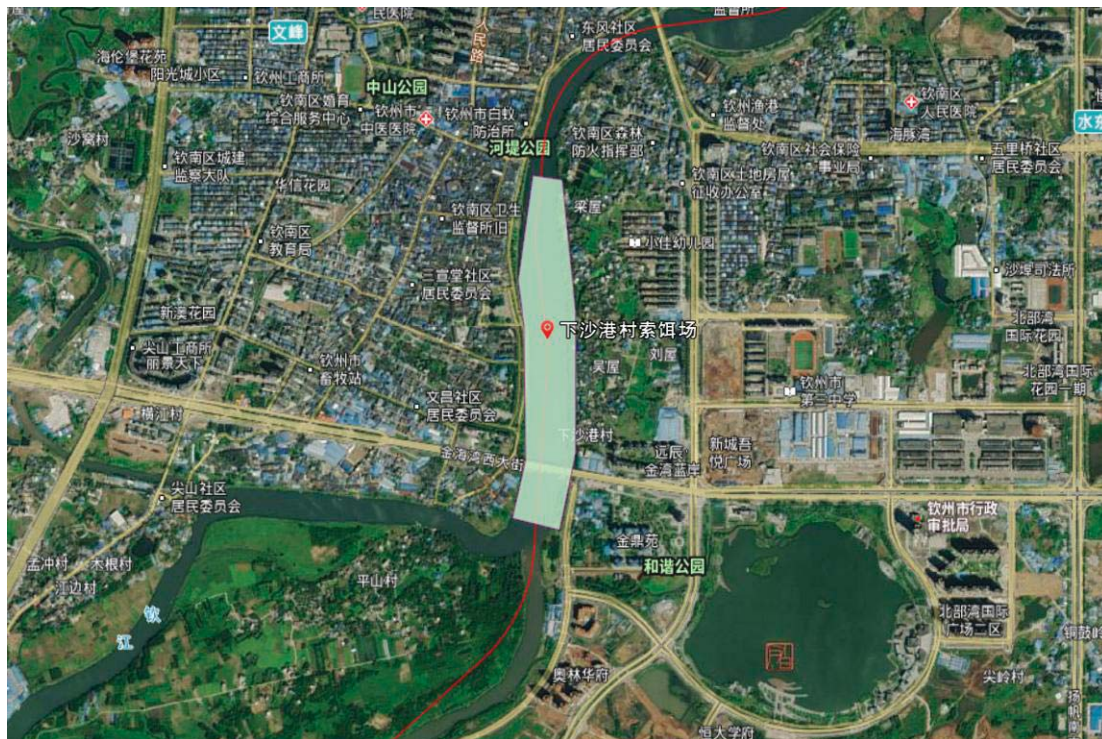
表 5.4.1-13 郁江水系鱼类产卵场统计表

序号	产卵场名	所在河流	地理位置	主要产卵鱼类
1	尖角坪	郁江	横州市新福镇六维村对面	青鱼、草鱼、鳊、鲢、鲤
2	南乡江面	郁江	横州市南乡街附近的水域	鳊、鲢、鲤
3	米埠沅口	郁江	西津坝上游 8 公里处	青鱼、草鱼

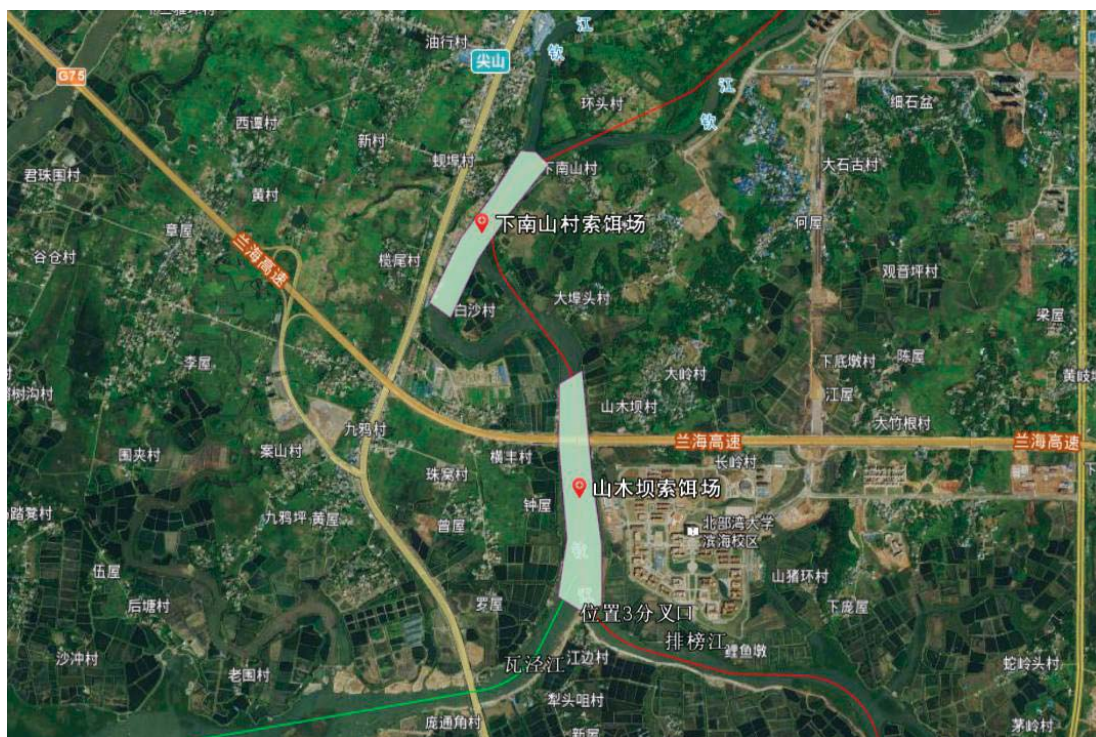
**索饵场：**根据地形地貌与水环境现状及实地调查与访问调查，在西津水库段与旧州江段未形成规模较大的索饵场，钦江干流及出海口水域有三处较为突出的索饵条件，主要包括下沙港村、下南山村和山木坝村。



下沙港村索饵场，中心坐标位置 E 108.620915°，N 21.946912°，水域长约 1200m，宽度约 180m，饵料生物丰富，环境条件较稳定，常年为流水环境，适合多种鱼类索饵。



下南山村索饵场，中心坐标位置 E 108.596810°，N 21.921410°，水域长约 1300m，宽约 170m，环境条件与下沙港村索饵场相似，适合多种鱼类索饵。



山木坝索饵场，中心坐标位置 E 108.603935°，N 21.903692°，长约 1700m，宽约 260m，属河流入海口水域，浮游生物、周丛生物和底栖动物都较丰富，是多种鱼类的索饵场。

**洄游通道：**历史上，郁江与西江、浔江等河段共同组成了珠江流域西江水系鱼类进行生殖及索饵的洄游通道。据历史资料与近期调查显示，西津水库一直有白肌银鱼、七丝鲚等洄游鱼类分布记录，西津水库是生殖洄游鱼类必经的区域之一。平陆运河涉及的水域为西津水库的支流水域，不属于鱼类洄游必经的通道。

鳊广泛分布于广西沿海与近海水系，一直是沿海的主要经济鱼类之一，但近年来野外种群与个体越发少见。总体看，钦江与旧州江水体相连，钦江有入海口，属于鳊等鱼类长距离洄游的通道。

#### 5.渔业资源和渔业生产状况

经现场调查和郁江、钦江的相关资料，当地渔民主要采取刺网和地笼两种方式进行渔业捕捞，其中刺网的渔获物主要为鲤、鲢、鳙等，地笼获得的渔获物主要为大刺鳅、唇鲮、子陵吻虾虎鱼等。单船每天的渔获物约几公斤。

①产粘性卵和沉性卵的土著经济鱼类，如光倒刺鲃、黄颡鱼、鳊，捕获量较少，子陵吻虾虎鱼、鳊、银鲌等捕获的数量较多。

②产漂浮性卵的翘嘴鲌、鲢、鳙等鱼类自然资源存量较丰，但低龄化趋势明显。

在调查区河段内无集中鱼类养殖区分布。

#### 6.外来物种

目前，在调查区已发现的外来动物有福寿螺（*Ampullariagigaspix*）、克氏原螯虾（*Cambarrusclarkii*）、短盖巨脂鲤（*Colossoma brachypomun*）、革胡子鲇（*Clarias gariepinus*）、斑点叉尾鲌（*Ictalurus punctatus*）、下口鲇（*Hypostomus plecostomus*）、食蚊鲮（*Gambusia affinis*）、大口黑鲈（*Micropterus salmoides*）、尼罗口孵非鲫（*Oreochromis niloticus*）和莫桑比克口孵非鲫（*Oreochromis mossambicus*），共 10 种。

其中，福寿螺、克氏原螯虾、食蚊鲮一般在水位较浅的区域活动，福寿螺与食蚊鲮已形成入侵趋势。据渔民的信息，革胡子鲇、下口鲇在调查区偶尔可以捕

到。郁江、钦江位置偏南，全年平均气温较高，尼罗口孵非鲫与莫桑比克口孵非鲫在调查区的分布数量较多，已成为入侵物种，危害的程度较大。

#### 5.4.2 秋季调查

本评价委托广西柳环环保技术有限公司、广西科学院对平陆运河评价范围内的内河水生环境进行了调查，调查时间为2021年11月。

**调查内容：**饵料生物调查：浮游动植物、底栖动物、着生藻类、水生维管束植物等的种群类型、分布、密度、生物量；鱼类调查：鱼类区系组成、鱼类资源现状、鱼类“三场”等；鱼类区系组成：种属名称、分类地位、组成、分布及演变等；鱼类资源现状：鱼类群体结构、渔获物统计分析、渔业现状调查、鱼类早期资源；鱼类“三场”：鱼类产卵场、索饵场、越冬场。

**调查方法：**按照《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ 2.1-2016）、《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ 19-2011）、《环境监测技术规范》（国家环境保护总局1986年）、《水环境监测规范》（SL219-98）、《水库渔业资源调查规范》（SL 167-96）、《内陆水域渔业自然资源调查手册》、《淡水浮游生物研究方法》进行采样和检测。调查对象包括浮游植物、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物、鱼类等。

表 4.3-1 水生生态调查样点一览表

监测点	坐标	监测点	坐标
江口圩村	109.066162E, 22.646792N	久隆	108.705404E, 22.078185N
山珠新村	109.102078E, 22.639555N	青年水闸	108.652350E, 22.006503N
三阳村	108.992486E, 22.563648N	山木坝	108.604429E, 21.907669N
狮子坪村	108.965409E, 22.527557N	丁屋河	108.898064E, 22.243983N
西屯江	108.926547E, 22.394061N	新坪河	108.871655E, 22.238441N
张高村	108.940014E, 22.351473N	青塘河	108.862063E, 22.221756N
企石垌	108.939633E, 22.326480N	沙埠江	108.853617E, 22.195567N
陆屋	108.950150E, 22.283180N	广平河	108.816378E, 22.192064N
官滩村	108.933995E, 22.263526N	三踏水	108.752812E, 22.154891N
旧村	108.85594E, 22.207604N	大榄江	108.568514E, 21.931500N

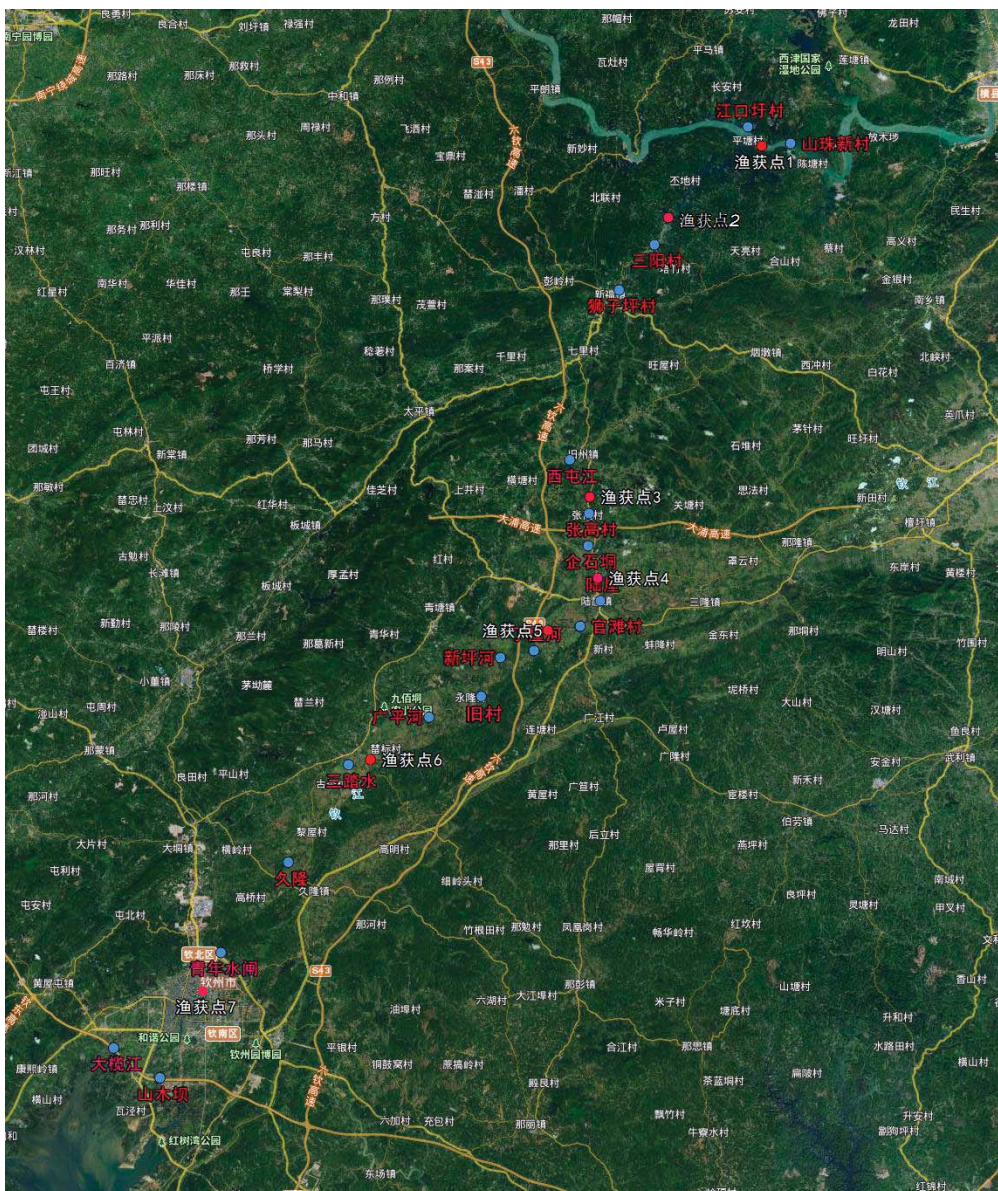


图 4.3-1 水生生态调查站位图

### 5.4.2.1 浮游植物

#### (1) 种类组成

通过对水样进行镜检，2021年11月调查站位共有浮游植物7门71属127种，其硅藻种类最多为22属48种，占种类数的37.80%；其次为绿藻29属47种，占种类数的37.00%；蓝藻8属13种，占种类数的10.24%；甲藻4属6种，占种类数的4.72%；裸藻共有3属6种，占种类数的4.72%；金藻3属4种，占种类数的3.15%；隐藻2属3种，占种类数的2.36%。名录见表2。调查河段浮游植物组成以硅藻门为主，绿藻门次之，裸藻、甲藻、金藻和隐藻种类较少，名录间附表1。常见类群有硅藻门的颗粒直链藻 *Melosira granulata*、变异

直链藻 *Melosira varians*、颗粒直链藻极狭变种 *Melosira granulata* var.*angustissima*、绿藻门的小球藻 *Chlorella vulgaris*、双棘栅藻 *Scenedesmus bicaudatus*、多芒藻 *Golenkinia*.sp。

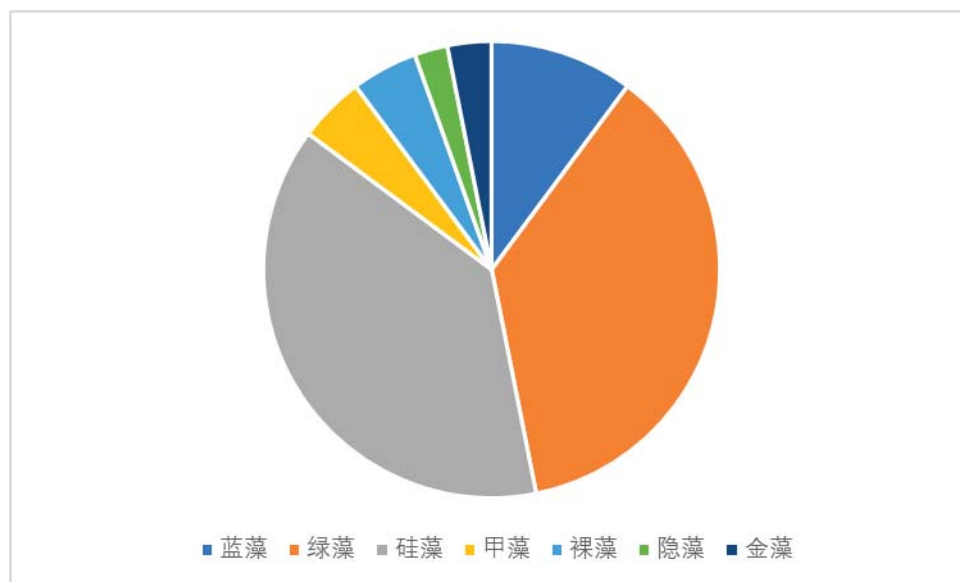


图 5.4.2-1 调查站点浮游植物物种组成所占比例

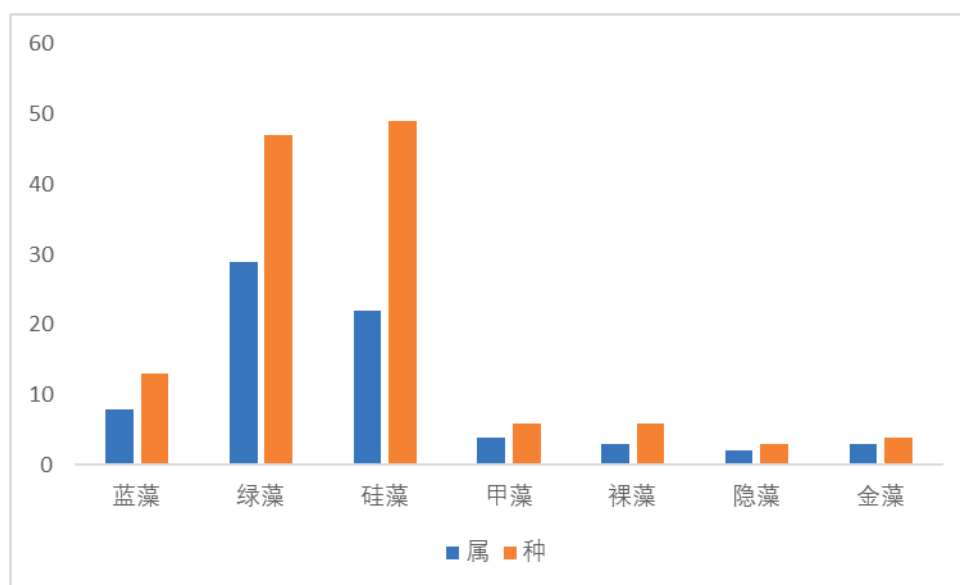


图 5.4.2-2 调查站点浮游植物种属组成

## (2) 密度与生物量

本次调查浮游植物密度为  $0.44 \times 10^4 \sim 5.48 \times 10^4$  个/L，平均为  $2.42 \times 10^4$  个/L，最小值出现在旧州江的张高村监测点，最大值出现在钦江的久隆监测点，该处水

体流动较缓利于浮游植物生长；浮游植物生物量为 0.2650~2.2012 mg/L，平均为 0.9122 mg/L，最小值出现在西屯江的西屯江监测点，最大值出现在钦江的青年水闸监测点。

表 5.4.2-1 浮游植物密度和生物量

监测断面	密度 ( $\times 10^4$ ind./L)	生物量 (mg/L)
江口圩村	3.32	1.4519
山珠新村	1.93	0.7261
三阳村	3.02	1.0087
狮子坪村	1.14	0.3197
西屯江	0.52	0.2650
张高村	0.44	0.2912
企石垌	2.85	0.7334
陆屋	3.27	0.9392
官滩村	1.11	0.3347
旧村	1.51	0.6253
久隆	5.48	1.9847
青年水闸	4.96	2.2012
山木坝	4.51	2.1223
丁屋河	0.90	0.2786
新坪河	2.53	0.3816
青塘河	1.36	0.5211
沙埠江	1.04	0.3731
广平河	2.01	1.0583
三踏水	1.87	0.5472
大榄江	4.72	2.0818
最小值	0.44	0.2650
最大值	5.48	2.2012
平均	2.42	0.9122

#### 5.4.2.2 浮游动物

##### (1) 种类组成

通过样品分析，2021 年 11 月调查区域中发现浮游动物 46 种（类），具体的浮游动物名录见附表 2。其中原生动物 12 种，占浮游动物群落种类数的 26.1%；轮虫 18 种，占浮游动物群落种类数的 39.1%；桡足类 8 种，占浮游动物群落种类数的 17.4%；枝角类 8 种，占浮游动物群落种类数的 17.4%。本次所检出的浮游动物种类皆为我国河流水库常见种类。轮虫类的角突臂尾轮虫 *Brachionus angularis*、萼花臂尾轮虫 *Brachionus calyciflorus*、曲腿龟甲轮虫 *Keratella valga*；原生动物中的冠冕砂壳虫 *Diffugia corona*、普通表壳虫 *Arcella vulgaris*；枝角类的长额象鼻潘 *Bosmina longirostris*；梭足类的广布中剑水蚤 *Mesocyclops leuckarti* 广泛分布于调查水域。

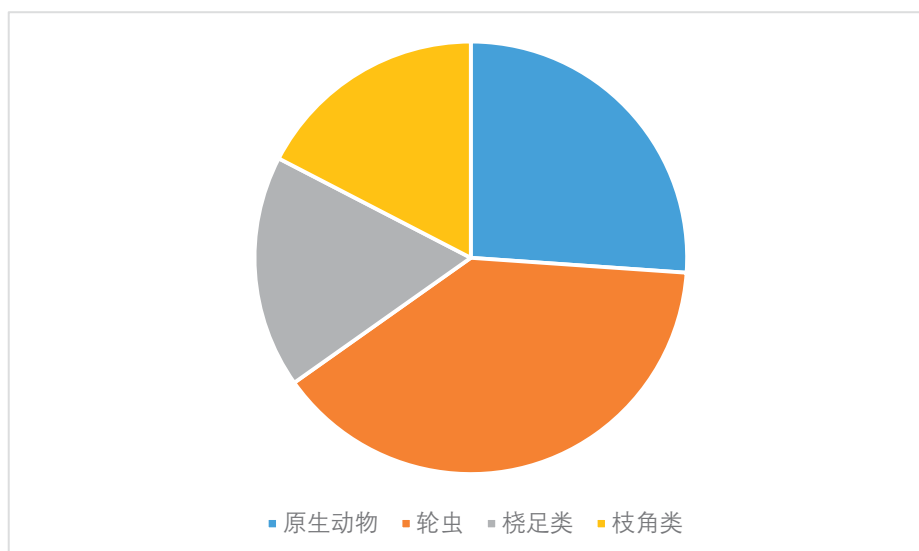


图 5.4.2-3 调查站点浮游动物物种组成所占比例

## (2) 密度和生物量

本次调查浮游动物密度为 89~758ind./L，平均为 331.5ind./L，最小值出现在钦江的旧村监测点，最大值出现在大榄江监测点；浮游动物生物量为 0.289~3.113mg/L，平均为 1.389 mg/L，最小值出现在钦江的旧村监测点，最大值出现在钦江入海口的山木坝监测点。

表 5.4.2-2 浮游动物密度和生物量

监测断面	密度 (ind./L)	生物量 (mg/L)
江口圩村	203	1.394
山珠新村	187	1.245
三阳村	284	0.929
狮子坪村	194	0.951
西屯江	356	1.151
张高村	134	0.442
企石垌	122	0.858
陆屋	422	2.097
官滩村	218	1.244
旧村	89	0.389
久隆	422	2.097

青年水闸	680	2.320
山木坝	480	3.113
丁屋河	324	1.234
新坪河	321	1.456
青塘河	424	0.786
沙埠江	214	0.567
广平河	342	1.544
三踏水	456	1.324
大榄江	758	2.824
最小值	89	0.389
最大值	758	3.113
平均	331.5	1.398

#### 5.4.2.3 底栖生物

##### (1) 种类组成

共采集到底栖生物 3 门 7 目 17 科 18 属 33 种，其中软体动物门最多为 3 目 10 科 13 属 21 种，占总种数 63.6%；其次为环节动物 2 目 3 科 5 属 8 种，占总种数 24.2%。节肢动物门 3 目 4 科 4 属 4 种，占总种数 12.2%；软体动物门和节肢动物门为调查区域底栖生物主要组成类群，具体见大型底栖生物名录表 8。调查区域主要优势种类为中国圆田螺、淡水壳菜、河蚬。各监测点浮游植物种类介于 3-16 种之间，其中山木坝监测点位于钦江入海口附近，此处受人类影响较多底栖动物种类最少，而旧州江企石垌监测点水草丰盛，河流相对平缓，受人类影响较少该处底栖动物种类较多。



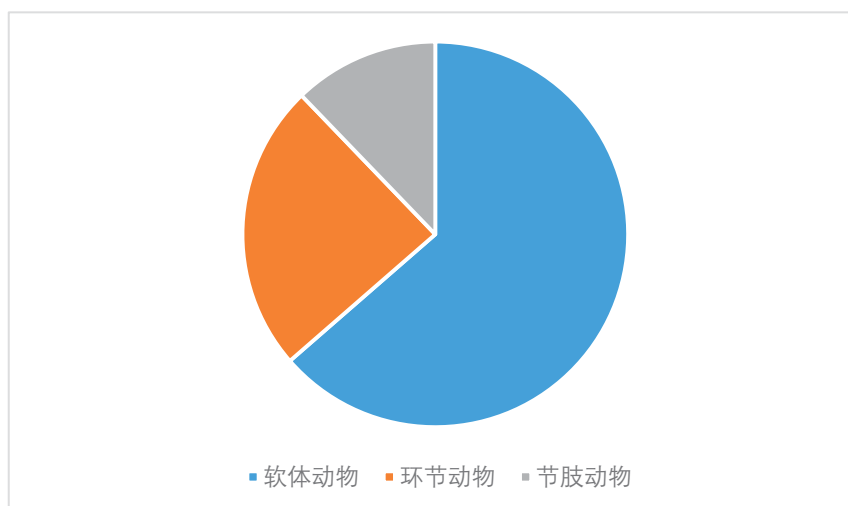


图 5.4.2-4 调查站点底栖动物物种组成所占比例

### (1) 密度和生物量

各站底栖生物密度和生物量见表 4.3.3-1。各站底栖生物密度分布范围为  $9\text{ind./m}^2 \sim 56\text{ind./m}^2$ ，平均为  $30.1\text{ind./m}^2$ ，栖息密度最高的为三踏水站，该处底栖螺类和淡水壳菜较多，最低的山木坝站。生物量分布范围为  $29.2\text{g/m}^2 \sim 122.4\text{g/m}^2$ ，平均为  $88.12\text{g/m}^2$ 。生物量最高的是狮子坪村，该站主要底栖生物为中国圆田螺和河蚬，两者占了绝大部分生物量，最低的山木坝站，该处底栖生物数量较少，生物量较底。

表 5.4.2-3 底栖动物密度和生物量

监测断面	密度 (ind./L)	生物量 (mg/L)
江口圩村	24	57.4
山珠新村	18	38.3
三阳村	37	82.3
狮子坪村	42	122.4
西屯江	31	116.2
张高村	18	108.4
企石垌	43	113.2
陆屋	46	106.2
官滩村	24	89.8
旧村	42	120.4

久隆	17	73.2
青年水闸	24	107.5
山木坝	9	29.2
丁屋河	34	97.9
新坪河	27	67.4
青塘河	34	117.9
沙埠江	23	57.6
广平河	36	116.2
三踏水	56	99.4
大榄江	17	41.5
最小值	9	29.2
最大值	56	122.4
平均	30.1	88.12

#### 5.4.2.4 附生藻类

##### (1) 种类组成

本次调查共发现附生藻类 57 种，分属于 3 门 22 属 76 种，硅藻在种类组成中占了绝对优势，有 48 种，占 90.79%（附表 4）。其中旧村、陆屋、山木坝、广平河几个断面河滩卵石较多利于附生藻类生长，这几个站位附生藻类较多。

##### (2) 密度和生物量

附生藻类各次采样平均密度为  $0.09-6.56 \times 10^4 \text{ ind/cm}^2$ ，总平均  $2.04 \times 10^4 \text{ ind/cm}^2$ ，各断面平均生物量为  $0.02-3.22 \text{ mg/cm}^2$ ，总平均生物量为  $0.92 \text{ mg/cm}^2$ 。硅藻门植物种群密度和生物量最大，湿重占总生物量 90%以上。

表 5.4.2-4 附生藻类密度和生物量

监测断面	密度 ( $\times 10^4 \text{ ind/cm}^2$ )	生物量 ( $\text{mg/cm}^2$ )
江口圩村	3.12	1.22
山珠新村	2.46	1.12
三阳村	0.98	1.02
狮子坪村	1.47	0.92

西屯江	3.25	1.25
张高村	0.56	0.09
企石垌	0.34	0.11
陆屋	5.67	3.22
官滩村	0.09	0.02
旧村	6.56	2.92
久隆	3.46	1.08
青年水闸	1.24	0.67
山木坝	3.27	1.65
丁屋河	0.35	0.08
新坪河	0.46	0.12
青塘河	0.78	0.25
沙埠江	1.07	0.54
广平河	0.89	0.22
三踏水	1.67	0.44
大榄江	3.02	1.36
最小值	0.09	0.02
最大值	6.56	3.22
平均	2.04	0.92

#### 5.4.2.5 水生维管束植物

在调查江段共采到水生高等植物 14 种：其中挺水植物 7 种，水蓼 (*Polygonum hydropiper*)、酸模叶蓼 (*Polygonum lapathifolium*)、羊蹄 (*Rumex japonicus*)、芋 (*Colocasia esculenta*)、稗 (*Echinochloa crusgalli*)、海芋 (*Alocasia macrorrhiza*)、芦苇 (*Phragmites australis*)；湿生植物 5 种，火炭母 (*Polygonum chinense*)、鸭跖草 (*Commelina communis*)、野蕉 (*Musa balbisiana*)、美人蕉 (*Canna indica*)、喜旱莲子草 (*Alternanthera philoxeroides*)；浮水植物 2 种，凤眼蓝 (*Eichhornia crassipes*)、大藻 (*Pistia stratiote*)。水生维管束植物主要集中在河流平缓有河滩的地方，如沙埠江的三阳村、旧州江的企石垌、钦江的平吉镇和青年水闸附近河滩。主要的水生维管束植物为鸭跖草 (*Commelina communis*)、芋 (*Colocasia esculenta*)、水蓼 (*Polygonum hydropiper*)，在评价区域普遍存在。

### 5.4.2.6 鱼类资源

#### (1) 鱼类种类

2021年11月，调查人员在广西平陆运河工程评价区域进行了鱼类调查，调查方式为：雇佣渔民捕捞、统计渔民渔获物、并对当地的菜市场、渔民进行走访和询问，同时还翻阅了《广西淡水鱼类志（第二版）》、《广西壮族自治区内陆水域渔业自然调查研究报告》整理出评价区鱼类名录（附表5），评价区域分布的鱼类共有119种，分隶于10目29科84属，其中西津水库、沙坪河评价江段有鱼类80种，钦江、旧州江、钦江支流有鱼类100种。鲤形目是评价区域主要鱼类类群，有52属76种，占该江段鱼类种类数的63.9%；其次是鲈形目12属18种，占15.1%。鲇形目9属13种，占10.9%；在各科鱼类中，鲤科鱼类最多，有42属65种；其次为鳅科6属8种；鲮科3属5种，其余各科种类较少。在鲤科鱼类中以鮠亚科和鮡亚科为主，分别有17种和13种；其次是鲃亚科8种；雅罗鱼亚科6种；（鱼丹）亚科4种。上述119种鱼类中，有花鳊、鯮、斑鳊3种国家二级重点保护野生动物；钦江特有鱼类2种；江海洄游鱼类有3种，分别为鳊、花鳊、七丝鲚；引入种8种，分别为短盖巨脂鲤、下口鲶、革胡子鲇、斑点叉尾鲷、食蚊鱼、大口黑鲈、莫桑比克非鲫、尼罗非鲫。

表 5.4.2-5 平陆运河调查区河流鱼类组成

目	科	种数	小计	合计
鳊目	鳊科	1	2	119
鲱形目	鲱科	2	2	
	鳊科	1	1	
鲱形目	银鱼科	2	2	
脂鲤目	脂鲤科	1	1	
鲤形目	鳅科	8	76	
	鲤科	65		
	平鳍鳅科	3		
鲇形目	鲇科	2	13	
	胡子鲇科	2		
	[鱼芒]科	1		
	鲷科	1		

目	科	种数	小计	合计
	鲮科	5		
	鲃科	1		
	甲鲃科	1		
鲮形目	鲮科	1	1	
鲮形目	胎鲮科	1	2	
	青鲮科	1		
鲈形目	鲈科	4	18	
	太阳鱼科	1		
	丽鱼科	2		
	塘鳢科	2		
	沙塘鳢科	1		
	虾虎鱼科	3		
	斗鱼科	1		
	鳢科	2		
	刺鳅科	2		
合鳃鱼目	合鳃鱼科	1	1	

## (2) 鱼类区系组成及特点

从起源看，平陆运河调查区鱼类区系由热带平原鱼类区系复合体、江河平原鱼类区系复合体、中印山区鱼类区系复合体、上第三纪鱼类区系复合体、北方平原鱼类区系复合体 5 个组成，除 8 个引入种、3 种洄游鱼类外，纯淡水鱼类共 108 种，其中热带平原鱼类区系复合体和江河平原鱼类区系复合体鱼类组成共占 82.4%。各区系起源、主要科、属及各科、属的物种数量见表 5.4.2-6。

表 5.4.2-6 平陆运河调查区鱼类区系组成

区系	起源	主要类群数量	合计	占总数比例
热带平原鱼类区系复合体	起源于南岭以南热带、亚热带平原	鲱科 2 种，鲃亚科 8 种、野鲮亚科 4 种、鲮科 5 种、胡子鲃科 1 种、合鳃鱼科 1 种、虾虎鱼科 3 种、斗鱼科 1 种、鳢科 2 种、塘鳢科 2 种、刺鳅科 2 种、银鱼科 2 种、青鲮 1 种、鲮科 1 种、[鱼芒]科 1 种、沙塘鳢科 1	41	38.0%

区系	起源	主要类群数量	合计	占总数比例
		种、鮠科 4 种		
江河平原鱼类 区系复合体	第三纪在我国长江、黄河为主的平原区形成	(鱼丹)亚科 4 种、雅罗鱼亚科 6 种、鮠亚科 17 种、鲴亚科 3 种、鮡亚科 13 种、鲢亚科 2 种、鱮亚科 3 种	48	44.4%
中印山区鱼类 区系复合体	起源于南方热带和亚热带急流中	条鳅亚科 2 种，平鳍鳅科 3 种，鮡科 1 种	6	5.6%
上第三纪鱼类 区系复合体	第三纪早期在北半球温热带地区形成，变冷后残留下来的鱼类	鲤亚科 5 种、鲃科 2 种	7	6.4%
北方平原鱼类 区系复合体	原在北半球亚寒带平原区形成	花鳅亚科 3 种、沙鳅亚科 3 种	6	5.6%
合 计			108	

### (3) 生态类型

调查范围涉及郁江的西津水库，沙坪江与钦江干流、旧州江等水域，河流水环境组成复杂，滩、潭、沱交迭；河床底质组成多样化，既有岩礁、也有砾石和沙质；既有激流浅滩，也有缓流湾沱，环境多样性造就了鱼类生态类群的多样性。详见下表

#### A 按照食性划分

①动物食性鱼类：这类鱼常常是些凶猛鱼类，多数具有特殊的摄食器官和摄食方式。一般都善于游泳，口裂大，善于追逐猎物，有的具有发达的吻部，或具有坚硬颌部，或上、下颌具有锋利的颌齿，适于撕裂食物，有的鳃耙两侧呈齿状，利于阻拦食物逃脱。这些鱼类有马口鱼、鲃、黄颡鱼、斑鳢、斑鳅、大眼鳅等，动物食性鱼类共 36 种，占调查区鱼类种类数的 30.3%。

②杂食性鱼类：这类鱼的口多数为下位，都有不同程度发达的唇部，有的有触须，有的下颌特别坚硬呈角质化，这类鱼所摄取的食物种类比较广泛，往往有的种类是以动物性食物为主，兼食其他植物性食物，有的种类相反。调查区常见的种类有泥鳅、胡子鲃、银鲴、赤眼鲮、南方拟鲮、鲤、鲫等，共 77 种，

占调查区鱼类种类数的 64.7%。

③滤食性鱼类：主要以滤食浮游动植物为主，共有花鲮、鲢、鳙 3 种。

④草食性鱼类：以摄食水生高等植物为主，也摄食附着藻类和被淹没的陆生嫩草及瓜菜叶等，共有草鱼、鳊鱼、细鳊 3 种。

## B 按照生态位划分

①中上层活动的鱼类：主要为水体中上层活动的鱼类，包括鳊、麦穗鱼、鳙、鲢、鳊、鳊、飘鱼等，这些鱼类在非越冬期主要在静水水体中上层生活，常常集群活动。上述鱼类共 28，占调查区鱼类种类数的 23.5%。

②中下层活动的鱼类：主要生活在水体的中下层，共 44 种，占调查区鱼类种类数的 37.0%。

③底层活动的鱼类：有泥鳅、琼中拟平鳅、鲃、黄颡鱼、斑鳆、大刺鳅、子陵吻鰕虎鱼等，共 47 种，占调查区鱼类种类数的 39.5%。

## C 按照繁殖习性划分

①产漂流性卵鱼类：这类鱼所产的卵密度略大于水，鱼卵吸水膨胀后 卵膜增大，卵粒在膜内借助水流的翻滚在水层中漂流直至孵化，主要有四大家鱼、壮体沙鳅、美丽沙鳅、鳅、鳊、蛇鮈、银鮈等 19 种，其产卵活动同汛期水文密切相关，产卵活动一般在涨水、流水的生态条件下进行。占调查区鱼类种类数 16.0%。

②产浮性卵鱼类：产这种卵的鱼类亲鱼口吐泡沫，泡沫悬于水面，鱼卵悬于泡沫下发育，主要种类有鳊、花鳊、花鳊、斑鳊、花鲈、斑鳊、大眼鳊、叉尾斗鱼、斑鳊、中国少鳞鳊、花鲈等 11 种，占调查区鱼类种类数 9.2%。

③产黏性卵鱼类：这类鱼所产的卵黏性强，密度大于水，依照黏附基质，主要种类有七丝鲚、美丽小条鳅、横纹南鳅、泥鳅、细鳊、大眼华鳊、翘嘴鲌、蒙古鲌、唇鲮、麦穗鱼、刺鳅等，共 52 种，占调查区鱼类种类数的 43.7%。

④产强黏性卵鱼类：鱼卵被产在自营巢或其他隐藏物、石隙中并发育的称隐藏性卵。如产卵于草丛下砂底洞巢的黄颡鱼，产卵于洞隙桥墩遗洞的斑鳆。急流中产强粘性卵类群包括鮠亚科、鮡科、鮡科、鮡科等，共 24 种，占调查区鱼类种类数的 20.2%。

⑤产沉性卵鱼类：一般较浮性卵大，圆形，比重大于水，产出后沉于水底的鱼卵，有中华花鳅、宽鳍鱮、马口鱼、白肌银鱼、居氏银鱼、赤眼鲮等 6 种，占

调查区鱼类种类数的 5.0%。

⑥其它产卵类群：包括胎生性卵鱼类，这类鱼体内受精行卵胎生繁殖，胚后发育至可对外摄食营养时从母体孵出，如食蚊鱼；口含护卵鱼类，此类鱼卵粒本为沉性卵，产出受精后，雄鱼大多将鱼卵含在嘴内，让胚胎安全发育至对外摄取营养时方吐出，如尼罗口孵非鲫；河蚌护卵鱼类，河蚌护卵鱼类属鱖亚科，如高体鱖，其肛门伸出的输卵管插入河蚌体内产卵，鱼卵发育至能向外摄食后即从蚌中游出。这些产卵类群的鱼类共 7 种，占调查区鱼类种类数的 5.9%。

表 5.4.2-7 平陆运河评价区域鱼类生态类型

中文名	生态习性		
	生态位	产卵	食性
1. 鳊	底层	浮性	肉食性
2. 花鳊	底层	浮性	肉食性
3. 花鲮	中上层	浮性	滤食性
4. 斑鲮	中上层	浮性	杂食性
5. 七丝鲚	中上层	黏性	肉食性
6. 白肌银鱼	中上层	沉性	肉食性
7. 居氏银鱼	中上层	沉性	肉食性
8. 短盖巨脂鲤*	中下层	浮性	杂食性
9. 美丽小条鳅	底层	黏性	杂食性
10. 横纹南鳅	底层	黏性	杂食性
11. 壮体沙鳅	底层	漂流性	杂食性
12. 美丽沙鳅	底层	漂流性	杂食性
13. 花斑副沙鳅	底层	漂流性	杂食性
14. 中华花鳅	底层	沉性	杂食性
15. 沙花鳅	底层	黏性	杂食性
16. 泥鳅	底层	黏性	杂食性
17. 宽鳍鱮	中上层	沉性	杂食性
18. 马口鱼	中上层	沉性	肉食性
19. 拟细鲫	底层	黏性	杂食性
20. 南方波鱼	底层	黏性	杂食性
21. 青鱼	中下层	漂流性	肉食性
22. 鯨	中上层	漂流性	肉食性
23. 草鱼	中下层	漂流性	草食性



24. 赤眼鳟	中上层	沉性	杂食性
25. 鳊	中上层	漂流性	杂食性
26. 鳊	中上层	漂流性	肉食性
27. 细鳊	中上层	黏性	草食性
28. 台细鳊	中上层	黏性	杂食性
29. 大眼华鳊	底层	黏性	杂食性
30. 海南华鳊	底层	黏性	杂食性
31. 须鳊	底层	黏性	杂食性
32. 大眼近红鲃	中上层	黏性	肉食性
33. 飘鱼	中上层	黏性	杂食性
34. 寡鳞飘鱼	中上层	黏性	杂食性
35. 海南似鲛	中上层	黏性	杂食性
36. 鲮	中上层	黏性	杂食性
37. 伍氏半鲮	中上层	黏性	杂食性
38. 南方拟鲮	中上层	黏性	杂食性
39. 翘嘴鲃	中上层	微黏性	肉食性
40. 海南鲃	中上层	微黏性	肉食性
41. 蒙古鲃	中上层	微黏性	肉食性
42. 鳊	中下层	漂流性	草食性
43. 三角鲂	中下层	黏性	杂食性
44. 小似鲃	中下层	强黏性	杂食性
45. 银鲃	中下层	强黏性	杂食性
46. 黄尾鲃	中下层	强黏性	杂食性
47. 鲮	中上层	漂流性	滤食性
48. 鲢	中上层	漂流性	滤食性
49. 唇鲮	中下层	黏性	杂食性
50. 间鲮	中下层	黏性	杂食性
51. 花鲮	中下层	黏性	杂食性
52. 麦穗鱼	中下层	黏性	杂食性
53. 黑鳍腺	中下层	粘性	杂食性
54. 银鲃	中上层	漂流性	杂食性
55. 点纹银鲃	底层	漂流性	杂食性
56. 暗斑银鲃	底层	漂流性	杂食性
57. 清徐胡鲃	底层	黏性	杂食性

58. 福建小鰕鮰	中下层	漂流性	杂食性
59. 似鲮小鰕鮰	中下层	漂流性	杂食性
60. 洞庭小鰕鮰	中下层	漂流性	杂食性
61. 蛇鮰	中下层	漂流性	杂食性
62. 越南鱮	中下层	其他	杂食性
63. 刺鳍鲃	中下层	其他	杂食性
64. 高体鲃	中下层	其他	杂食性
65. 条纹小鲃	中下层	黏性	杂食性
66. 倒刺鲃	中下层	黏性	杂食性
67. 光倒刺鲃	中下层	黏性	杂食性
68. 细身光唇鱼	中下层	黏性	杂食性
69. 长鳍光唇鱼	中下层	黏性	杂食性
70. 粗须白甲鱼	中下层	黏性	杂食性
71. 细尾白甲鱼	中下层	黏性	杂食性
72. 南方白甲鱼	中下层	黏性	杂食性
73. 鲮	中下层	黏性	杂食性
74. 卷口鱼	底层	黏性	杂食性
75. 纹唇鱼	中下层	黏性	杂食性
76. 东方墨头鱼	底层	漂流性	杂食性
77. 尖鳍鲤	中下层	黏性	杂食性
78. 鲤	中下层	黏性	杂食性
79. 三角鲤	中下层	黏性	杂食性
80. 须鲫	中下层	黏性	杂食性
81. 鲫	中下层	黏性	杂食性
82. 拟平鳅	中下层	黏性	杂食性
83. 琼中拟平鳅	底层	强黏性	杂食性
84. 中华原吸鳅	中下层	黏性	杂食性
85. 越南鲇	底层	强黏性	肉食性
86. 鲇	底层	强黏性	肉食性
87. 下口鲶*	底层	强黏性	杂食性
88. 胡子鲇	底层	强黏性	杂食性
89. 革胡子鲇*	底层	强黏性	杂食性
90. 半棱华[鱼芒]	底层	黏性	肉食性
91. 黄颡鱼	底层	强黏性	肉食性

92. 中间黄颡鱼	底层	强黏性	肉食性
93. 瓦氏黄颡鱼	底层	强黏性	肉食性
94. 粗唇鮡	底层	强黏性	肉食性
95. 斑鳢	底层	强黏性	肉食性
96. 福建纹胸鮡	底层	强黏性	肉食性
97. 斑点叉尾鮰*	底层	强黏性	杂食性
98. 鮡	底层	强黏性	杂食性
99. 青鳉	中上层	其它	杂食性
100. 食蚊鱼*	中上层	其它	杂食性
101. 黄鳝	底层	黏性	肉食性
102. 花鲈	底层	浮性	肉食性
103. 中国少鳞鳊	底层	浮性	肉食性
104. 斑鳊	中下层	浮性	肉食性
105. 大眼鳊	中下层	浮性	肉食性
106. 大口黑鲈*	中下层	黏性	肉食性
107. 莫桑比克非鲫*	中下层	其它	杂食性
108. 尼罗非鲫*	中下层	其它	杂食性
109. 中华沙塘鳢	底层	强黏性	肉食性
110. 中华乌塘鳢	底层	强黏性	肉食性
111. 尖头塘鳢	底层	强黏性	肉食性
112. 舌鰕虎鱼	底层	强黏性	肉食性
113. 斑纹舌鰕虎鱼	底层	强黏性	肉食性
114. 子陵吻鰕虎鱼	底层	强黏性	肉食性
115. 叉尾斗鱼	底层	浮性	杂食性
116. 斑鳢	底层	浮性	肉食性
117. 月鳢	底层	强黏性	肉食性
118. 刺鳅	底层	黏性	杂食性
119. 大刺鳅	底层	黏性	杂食性

#### (4) 珍稀、濒危及保护鱼类

根据 2021 版的国家重点保护动物名录，评价区域有花鳢、鮡、斑鳢 3 种国家二级重点保护野生动物。进入中国濒危动物红皮书的鱼类有花鳢、鮡、台细鳢、小似鲃、须鳢和半棱华[鱼芒]6 种；钦江水系特有鱼类小似鲃、须鳢 2 种；有国家重点保护经济鱼类鳢、草鱼、青鱼、赤眼鳟、翘嘴鲌、鳊、鳙、银鲃、

鳙、鲢、鲤、鲫、倒刺鲃、光倒刺鲃、鲮、黄颡鱼、斑鳆、黄鳝、花鲈、斑鳢、大眼鳊等 21 种。

#### （5）重要鱼类基础生物学

##### ①国家重点保护动物

评价水域尚有列入国家重点保护动物的鱼类 3 种。斑鳆等在春季调查中已有介绍。

**鯨** 国家二级重点保护动物。属鲤科鯨属，体细长，略呈圆筒形，尾柄粗壮。背缘平直，腹部圆。头长而尖，前部略呈管状，后部侧扁。吻长，似鸭嘴，吻长为眼径的 2.2~2.8 倍。口端位，口斜裂。上颌骨伸达眼前缘的下方或稍后。眼较小。眼间宽而平，约为眼径的 2 倍，眼后有透明的脂肪体。鳃盖膜于峡部相连。鳞小而薄。侧线略呈弧形，向后延伸至尾鳍基。为我国特有种类，仅在我国东南部平原地区，以及长江南各水系有分布。属大型经济鱼类，生活在江河或湖泊等水体的开阔水面。西津水库有该物种分布，近年来由于过度捕捞、江湖阻隔以及食物短缺等原因，导致鯨的种群个体数量显著减少，目前鲜有捕捞。

##### ②中国濒危动物红皮书的鱼类

评价区域尚有分布的中国濒危动物红皮书的鱼类 6 种，除花鳗鲡、鯨外，其余 4 种的主要生物学特征分述如下：

**须鳊** 中国濒危动物红皮书易危（VN）的物种。鲤科须鳊属鱼类，体长菱形，甚侧扁，头后背部隆起，腹鳍基部至肛门具棱。头小，稍尖。吻短。口小，斜裂。唇薄，无角质缘。具短须 1 对。眼大，眼间宽隆。侧线下弯，位体侧中轴的下方，侧线鳞 56-60。背鳍硬刺光滑，短于头长，起点位体中央，稍后于腹鳍起点；胸、腹鳍短；臀鳍分枝鳍条 14-16（显著少于同属的其他种类），外缘内凹；尾鳍深叉状。背部灰黑色，体侧下半部、腹部银白。各鳍略带黄色。本种栖息环境为水质清新的小河道、小溪流等具有缓流水的水体之中。目前本种国内外仅发现于广西钦州附近。

根据《中国鮠亚科一新属（鲤形目鲤科）》等文献资料，须鳊仅发现于广西钦江附近小水体中，结合须鳊喜水质清新的小河道、小溪流等缓流水的小水体中，须鳊可能分布于钦江支流上游河段，如三踏水、西屯江等小河流域，根据现状调查以上两种鱼类均未有采集到，经咨询当地村民、渔民及垂钓者，在钦江及钦江

较大支流如旧州江、沙坪河等江段均未有发现过以上两种鱼类。

**小似鲷** 中国濒危动物红皮书易危（VN）的物种。鲤科，似鲷属，是鲤科体型最小的鱼类。个体极小，侧扁，腹部无棱，尾柄细长。头小。吻短，略尖。口亚上位，下颌稍突，具锐利角质缘。唇薄。无须。眼大，位近吻端。鼻孔小。下咽齿发达，3行齿均长，主行齿6枚，侧扁。无侧线，纵列鳞32-33。背、腹鳍起点相对；胸鳍尖；尾鳍叉状。体呈肉色，略透明，体侧具红色纵纹一条，头背具有小黑点群。本种栖息在具有丰盛水草的浅水河沟、水塘等小水体中。刮食附着于水草上的藻类及泥底有机碎屑。目前本种国内外仅发现于钦州附近的小水体中。

根据《广西淡水鱼类志第二版》等文献资料，小似鲷为小型鱼类，分布于钦州附近的小水体中，结合小似鲷对生活环境的喜好，小似鲷钦江干流存在的可能性较小，本次现状调查以上两种鱼类均未有采集到，经咨询当地村民、渔民及垂钓者，在钦江及钦江较大支流如旧州江、沙坪河等江段均未有发现过以上该种鱼类。

**半棱华[鱼芒]** 中国濒危动物红皮书易危（VN）的物种。鸚科，华鸚属鱼类，体长形，侧扁，自腹鳍基到肛门皮棱状。头平扁、吻钝短。眼小，位低。口端位，仅达后鼻孔。无鼻须。上颌须长等于头长1/2；下颌须更短。下颌齿群及犁腭骨齿群左右不连。鳃耙短小。鳃膜互连且游离。体无鳞。背鳍条I-6-7，位前背。脂鳍小且位后；臀鳍条IV-27-30，胸鳍硬刺似背鳍硬刺；腹鳍位背鳍之后；尾鳍叉状。体背侧暗灰青色，腹侧银灰色。鳍淡黄色。该种分布于广西沿海入海江河及其支流。

#### （6）渔获量现状

2021年11月，调查组在平陆运河评价区域的郁江口至沙坪江段、旧州江江段、钦江陆屋至山木坝江段采用雇佣渔民捕鱼的方式，多次进行渔获量现状调查，捕捞渔具主要有定置网、流刺网、地笼和钩钓等。渔获量统计具体如下：

##### ①郁江口至沙坪江段：

本次调查共收集到渔获物18种，渔获物数量百分比统计中尼罗非鲫（33.08%）、翘嘴鲌（10.00%）、七丝鲢（9.23%），为优势种类，其次为鲫（7.69%）、高体鳊（7.69%）、海南鲌（6.15%）、蛇鲃（4.62%）、赤眼鲮（3.85%）、间鰱

(3.08%)、越南鱮(3.08%)，以上 10 种鱼类占了渔获物数量的 88%以上。见表 9。

在渔获物重量组成中，占据前三位的分别是尼罗口孵非鲫(33.08%)、鲫(11.88%)、翘嘴鲌(8.99%)，其次为间𩚰(6.40%)、七丝鲚(4.85%)、草鱼(3.70%)、鲤(2.51%)、高体鳊(2.37%)、海南鲌(2.35%)、斑鳢(2.22%)、赤眼鲮(3.85%)、(3.08%)，以上 10 种鱼类占了总渔获物重量比的 94%以上。

表 5.4.2-8 郁江口至沙坪江段渔获物组成

种类	样本数量(尾)	样本重量(g)	数量比	总量比
尼罗非鲫	43	1510.16	33.08%	49.32%
翘嘴鲌	13	275.3	10.00%	8.99%
海南鲌	8	72.0	6.15%	2.35%
鲫	10	363.7	7.69%	11.88%
七丝鲚	12	148.5	9.23%	4.85%
高体鳊	10	72.6	7.69%	2.37%
蛇鮈	6	18.7	4.62%	0.61%
赤眼鲮	5	15.2	3.85%	0.50%
间𩚰	4	196.0	3.08%	6.40%
越南鱮	4	14.4	3.08%	0.47%
草鱼	1	113.3	0.77%	3.70%
鲤	2	76.8	1.54%	2.51%
似鲮小鰾鮈	2	23.2	1.54%	0.76%
鲮	3	36.7	2.31%	1.20%
唇𩚰	2	8.3	1.54%	0.27%
麦穗鱼	1	10.9	0.77%	0.36%
伍氏半鲮	2	38	1.54%	1.24%
斑鳢	2	68	1.54%	2.22%
总计	130	3061.76	100%	100%

## ②旧州江江段

本次调查共收集到渔获物 21 种，渔获物数量百分比统计中尼罗非鲫（18.12%）、海南鲃（9.42%）、似鲮小鰮鮠（8.70%）为优势种类，其次为翘嘴鲃（7.97%）、拟细鲫（7.25%）、越南鱮（7.25%）、赤眼鲮（6.52%）、七丝鲚（4.35%）、鲫（4.35%）、刺鳍鲃（3.63%）、蛇鮠（3.63%），以上 11 种鱼类占了渔获物数量的 81%以上。见表 10。

在渔获物重量组成中，占据前三位的分别是草鱼（33.66%）、尼罗口孵非鲫（21.02%）、斑鳢（7.37%），其次为翘嘴鲃（5.42%）、似鲮小鰮鮠（5.08%）、鲫（4.61%）、间骨（4.24%）、鲤（3.74%）、拟细鲫（3.40%）、海南鲃（2.89%），以上 10 种鱼类占了总渔获物重量比的 91%以上。

表 5.4.2-9 旧州江江段渔获物组成

种类	样本数量（尾）	样本重量（g）	数量比	总量比
尼罗非鲫	25	978.6	18.12%	21.02%
翘嘴鲃	11	252.5	7.97%	5.42%
海南鲃	13	134.7	9.42%	2.89%
七丝鲚	6	74.2	4.35%	1.59%
泥鳅	4	41.5	2.90%	0.89%
拟细鲫	10	158.3	7.25%	3.40%
鲫	6	214.5	4.35%	4.61%
刺鳍鲃	5	18	3.62%	0.39%
越南鱮	10	39	7.25%	0.84%
草鱼	3	1567	2.17%	33.66%
鲤	3	174	2.17%	3.74%
间骨	4	197.5	2.90%	4.24%
蛇鮠	5	15.1	3.62%	0.32%
麦穗鱼	1	11.6	0.72%	0.25%
马口	1	10.0	0.72%	0.21%

伍氏半餐	4	80	2.90%	1.72%
叉尾斗鱼	2	4.2	1.45%	0.09%
赤眼鱧	9	33.1	6.52%	0.71%
似鲮小鰮鮠	12	236.4	8.70%	5.08%
斑鱧	1	343.2	0.72%	7.37%
黑鳍腺	1	6.7	0.72%	0.14%
鲮	2	65.6	1.45%	1.41%
总计	138	4655.7	100%	100%

### ③钦江陆屋至山木坝江段

本次调查共收集到渔获物 25 种，渔获物数量百分比统计中尼罗非鲫（26.36%）、赤眼鱧（9.62%）、伍氏半餐（9.21%）为优势种类，其次为翘嘴鮠（7.53%）、海南鮠（7.11%）、鲫（5.02%）、似鲮小鰮鮠（5.02%）、蛇鮠（4.60%）、中华沙塘鱧（3.35%）、银鮠（2.93%），以上 10 种鱼类占了渔获物数量的 80%以上。见表 11。

在渔获物重量组成中，占据前三位的分别是尼罗口孵非鲫（33.67%）、草鱼（11.87%）、赤眼鱧（6.14%），其次为翘嘴鮠（6.07%）、花鲈（5.47%）、间鰮（4.67%）、伍氏半餐（4.49%）、鲫（4.37%）、海南鮠（3.65%）、斑鱧（3.16%），以上 10 种鱼类占了总渔获物重量比的 80%以上。

表 5.4.2-10 钦江陆屋至山木坝江段渔获组成

种类	样本数量（尾）	样本重量（g）	数量比	总量比
尼罗非鲫	63	3465.4	26.36%	33.67%
赤眼鱧	23	632.1	9.62%	6.14%
伍氏半餐	22	462.5	9.21%	4.49%
翘嘴鮠	18	624.2	7.53%	6.07%
海南鮠	17	375.2	7.11%	3.65%
鲫	12	450.2	5.02%	4.37%



中华沙塘鳢	8	180.6	3.35%	1.75%
似鲮小鰕鮡	12	246.7	5.02%	2.40%
蛇鮡	11	61.2	4.60%	0.59%
尖鳍鲤	4	47.8	1.67%	0.46%
银鮡	7	93.2	2.93%	0.91%
泥鳅	5	65.7	2.09%	0.64%
唇鲮	4	230.2	1.67%	2.24%
间鲮	6	480.9	2.51%	4.67%
越南鲮	6	32.7	2.51%	0.32%
中华花鳅	2	10.4	0.84%	0.10%
黄颡鱼	3	178.2	1.26%	1.73%
花鲈	2	563.2	0.84%	5.47%
子陵吻鰕虎鱼	4	56.4	1.67%	0.55%
叉尾斗鱼	2	4	0.84%	0.04%
草鱼	2	1221.2	0.84%	11.87%
大刺鲃	2	156.3	0.84%	1.52%
斑鳢	2	325.6	0.84%	3.16%
胡子鲇	1	256.3	0.42%	2.49%
下口鲶	1	71.2	0.42%	0.69%
总计	239	10291.4	100%	100%

### (7) 鱼类产卵场

一般鱼类产卵场均位于河道急转弯处或河面较宽，向阳、光照充足处；有急流险滩，为沙和石砾硬质地底；地处顺流河槽，一边深水急流，另一边较浅为沙滩，卵石砾（磧坝），水流稍缓；此处丰水期河水流向急转，形成不大旋涡，具向上翻滚泡旋水。在枯水期露出水面的沙滩或卵石滩有自然生长的水盘枝等植物或草地，丰水期涨水淹没后为产粘性卵的鱼类利用，经过现场勘探，评估区域钦江大部分河段两岸均陡峭，不适合做鱼类大型的产卵场，在平吉河段有两处河段

可能是鱼类的小型产卵场。

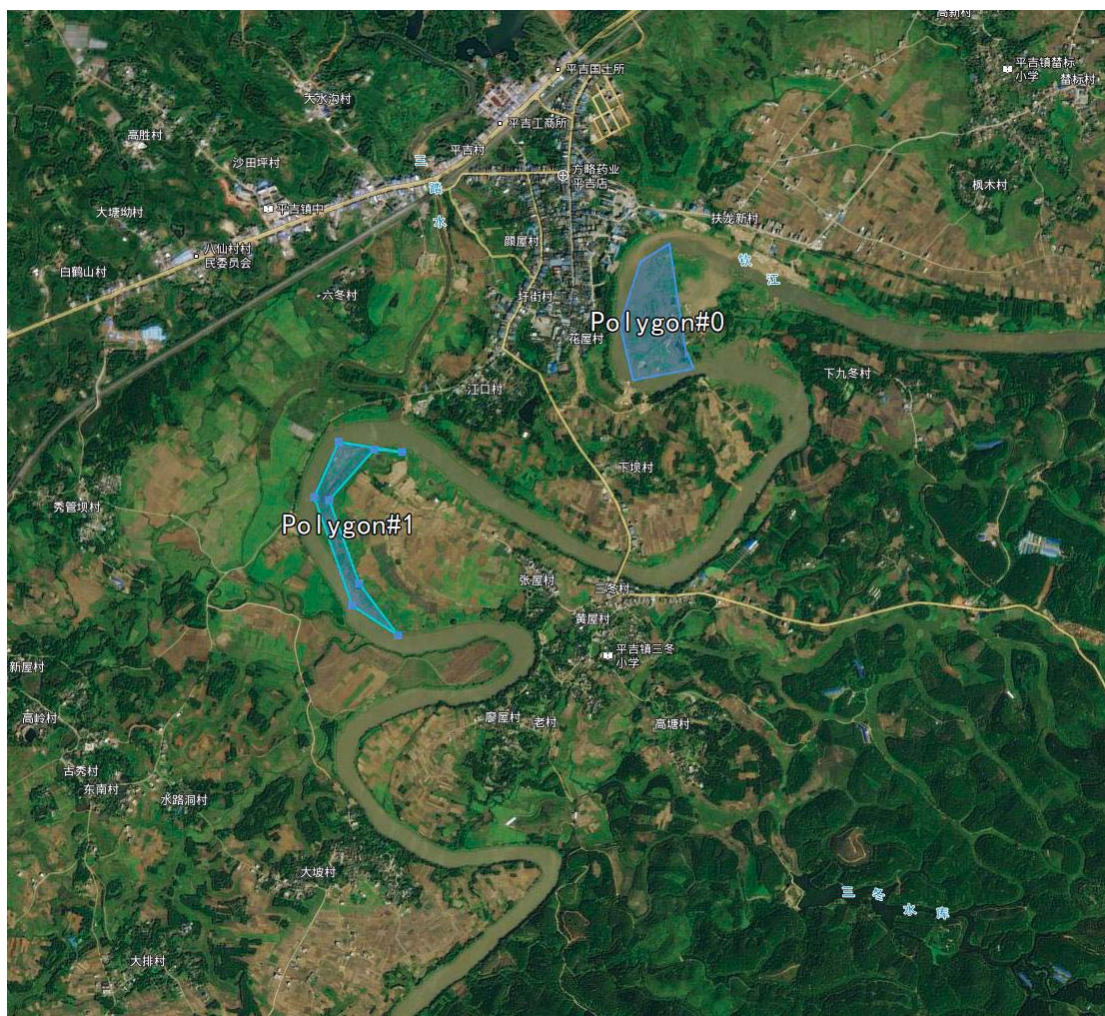


表 5.4.2-5 钦江小型产卵场

## 5.5 环境空气现状调查与评价

### 5.5.1 区域大气环境质量

#### (1) 广西壮族自治区

根据广西壮族自治区环境质量公报，2020 年，全区城市环境空气质量优良天数比例为 97.7%，比 2019 年上升 3.0 个百分点，其中，14 个城市环境空气质量优良天数比例范围为 93.2%~99.7%。

广西壮族自治区 14 个城市环境空气二氧化硫（SO<sub>2</sub>）年平均浓度范围为 7~16 微克/立方米，全区年平均浓度值 10 微克/立方米，比 2019 年下降 9.1%。二氧化氮（NO<sub>2</sub>）年平均浓度范围为 12~24 微克/立方米，全区年平均浓度值 18 微克/立方米，比 2019 年下降 10.0%。可吸入颗粒物（PM<sub>10</sub>）年平均浓度范围为

40~50 微克/立方米,全区年平均浓度值 45 微克/立方米,比 2019 年下降 11.8%。细颗粒物 (PM<sub>2.5</sub>) 年平均浓度范围为 22~30 微克/立方米,全区年平均浓度值 26 微克/立方米,比 2019 年下降 16.1%。一氧化碳 (CO) 年平均浓度范围为 0.8~1.4 毫克/立方米,全区年平均浓度值 1.1 毫克/立方米,比 2019 年下降 15.4%。臭氧 (O<sub>3</sub>) 年平均浓度范围 100~126 微克/立方米,全区年平均浓度值 117 微克/立方米,比 2019 年下降 9.3%。

综上所述,与 2019 年相比,2020 年广西壮族自治区 14 个城市环境空气中 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、CO、O<sub>3</sub> 六中污染物均出现不同程度的下降,自治区环境空气质量呈逐渐改善趋势。

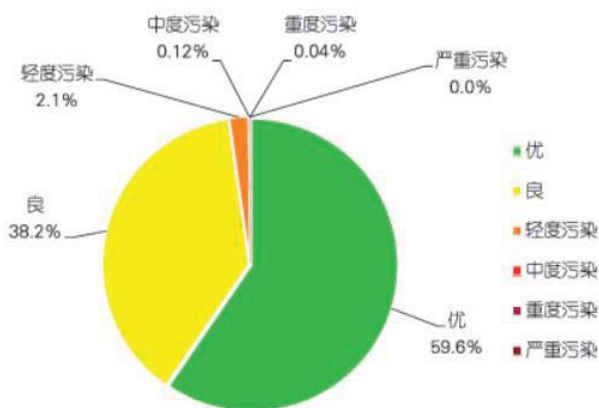


图 5.5.1-1 2020 年广西城市环境空气质量指数级别比例

## (2) 南宁市

2020 年南宁市空气质量优良天数是 357,达标天数比例达到 97.5%,市区大气六项主要污染物继续达到国家二级标准,环境空气质量实现连续五年稳定达标(见表 5.5.1-1)。

表 5.5.1-1 2020 年南宁市空气质量达标情况

达标比例	达标天数	空气质量等级 (天)					
		优	良	轻度污染	中度污染	重度污染	严重污染
97.50%	357	222	135	8	1	0	0

2020 年南宁市二氧化硫 (SO<sub>2</sub>) 年平均浓度 8 微克/立方米,同比下降 11.1%;二氧化氮 (NO<sub>2</sub>) 年平均浓度为 24 微克/立方米,同比下降 17.2%;可吸入颗粒物 (PM<sub>10</sub>) 年平均浓度为 46 微克/立方米,同比下降 13.2%;细颗粒物 (PM<sub>2.5</sub>) 年平均浓度为 26 微克/立方米,同比下降 13.3%;臭氧 (O<sub>3</sub>) 最大 8 小时第 90 百分位浓度为 118 微克/立方米,同比下降 6.3%。2020 年,南宁市一氧化碳 (CO) 日平均第 95 百分位浓度是 1.0 毫克/立方米,同比下降 23.1%。

2020年南宁市横州市空气质量达标天数比例（AQI优良率）为97.8%，优良天数为358天。横州市空气各主要污染物年均平均浓度统计，SO<sub>2</sub>平均浓度为10微克/立方米，NO<sub>2</sub>平均浓度为15微克/立方米，PM<sub>10</sub>平均浓度为40微克/立方米，PM<sub>2.5</sub>平均浓度为21微克/立方米，CO 24小时均值的第95百分位数浓度为1.4毫克/立方米。O<sub>3</sub>日最大8小时值滑动平均值的第90百分位数浓度为121微克/立方米。其中SO<sub>2</sub>和NO<sub>2</sub>达到年均值一级标准，其他污染物达到年均值二级标准。与上年同期相比，各主要污染物浓度均有不同程度下降，其中：PM<sub>10</sub>下降21.6%；PM<sub>2.5</sub>下降30.0%；SO<sub>2</sub>下降16.7%；NO<sub>2</sub>下降16.7%；O<sub>3</sub>下降20.4%；CO下降17.7%。

### （3）钦州市

2020年，钦州市环境空气优良天数为361天，优良率为99.2%。2020年，钦州市城区环境空气质量达到《环境空气质量标准》（GB3095—2012）年平均二级标准，其中二氧化硫年均浓度、二氧化氮年均浓度、一氧化碳24小时平均第95百分位数浓度达到一级标准，可吸入颗粒物年均浓度、细颗粒物年均浓度、臭氧日最大8小时平均第90百分位数浓度达到二级标准。

2020年钦州市SO<sub>2</sub>年平均浓度为11微克/立方米，日均浓度范围是4~33微克/立方米，日达标率为100%。NO<sub>2</sub>年平均浓度为19微克/立方米，日均浓度范围是7~43微克/立方米，日达标率为100%。PM<sub>10</sub>年平均浓度为45微克/立方米，日均浓度范围是8~112微克/立方米，日达标率（日均浓度达标的百分比）为100%。PM<sub>2.5</sub>年平均浓度为25微克/立方米，日均浓度范围是4~80微克/立方米，日达标率为99.1%。CO日均值第95百分位浓度为1.3毫克/立方米，日均浓度范围是0.5~3.2毫克/立方米，日达标率为100%。O<sub>3</sub>日最大8小时平均第90百分位浓度为111微克/立方米，日最大8小时平均浓度范围是11~155微克/立方米，日达标率为100%。

2020年灵山县空气各主要污染物年均平均浓度统计，SO<sub>2</sub>平均浓度为14微克/立方米，NO<sub>2</sub>平均浓度为12微克/立方米，PM<sub>10</sub>平均浓度为45微克/立方米，PM<sub>2.5</sub>平均浓度为26微克/立方米，CO 24小时均值的第95百分位数浓度为1.6毫克/立方米。O<sub>3</sub>日最大8小时值滑动平均值的第90百分位数浓度为111微克/立方米。其中SO<sub>2</sub>和NO<sub>2</sub>达到年均值一级标准，其他污染物达到年均值二级标

准。

## 5.5.2 大气环境质量现状调查

为进一步了解运河沿岸周围区域大气环境质量状况，广西中赛检测技术有限公司于 2021 年 2 月 4 日~10 日在运河沿岸环境敏感目标进行了为期 7 天的大气环境质量现状监测（详见环境监测与生态调查报告）。

监测结果表明，SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 小时浓度最大值分别为 14μg/m<sup>3</sup>、23μg/m<sup>3</sup>，分别占二级标准的 2.8%、11.5%。各测点 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 小时浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。

各监测点 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 日均浓度最大值分别为 16μg/m<sup>3</sup>、21μg/m<sup>3</sup>、71μg/m<sup>3</sup>、47μg/m<sup>3</sup>，分别占二级标准的 10.7%、26.3%、47.3%、62.7%。SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 日均浓度值均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

运河沿岸 2021 年 2 月 4 日~10 日的大气环境质量监测常规污染物达标，结果表明运河沿岸周围区域大气环境质量良好。

## 5.6 声环境现状调查与评价

### 5.6.1 区域声环境质量

#### （1）广西壮族自治区

2020 年广西壮族自治区城市区域昼间声环境质量总体较好。14 个城市区域昼间声环境质量等级“较好”的城市占 71.4%，“一般”的城市占 28.6%，无“较差”、“差”的城市。与 2019 年相比，区域昼间声环境质量为“二级”和“三级”的城市数量不变。其中，本项目范围钦州的城市区域环境噪声总体水平等级由“三级”变成“二级”。

2020 年广西壮族自治区城市道路交通声环境质量整体状况与 2019 年相比稍有变差。14 个城市道路交通昼间声环境质量等级为“好”的城市占 50.0%，“较好”的城市占 50.0%，无“一般”、“较差”和“差”的城市；与 2019 年相比，全区城市道路交通昼间声环境质量等级“好”的城市下降 28.6 个百分点，“较好”的城市上升 28.6 个百分点。其中，其中，本项目范围涉及的城市噪声强度等级不变。

## (2) 南宁市

2020年南宁城市区域环境昼间噪声平均值为53.3分贝，较2019年下降0.7分贝，区域声环境的主要声源为生活噪声和交通噪声，分贝占64.9%和27.2%，2020年南宁市昼间区域声环境主要声源构成见图5.6.1-1。2020年南宁市城市道路交通噪声昼间平均等效声级为68.5分贝，较上年下降了0.5分贝。

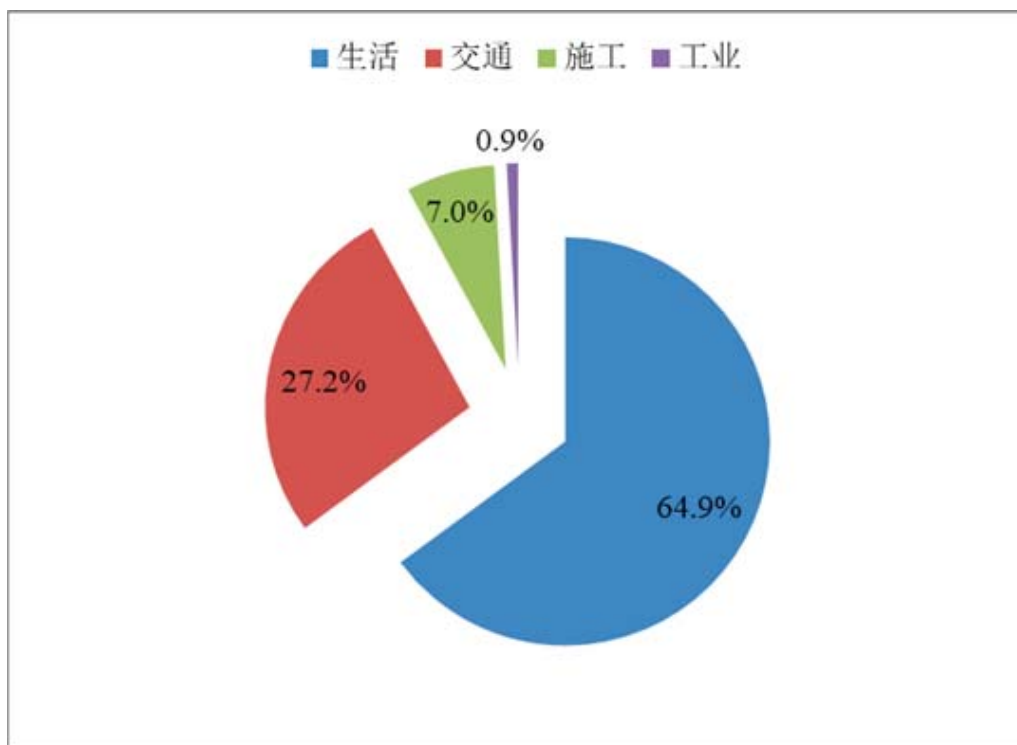


图 5.6.1-1 2020年南宁市昼间区域声环境主要声源构成图

2020年南宁市各类功能区昼间总点次达标率为96.4%，与上年持平，夜间总点次达标率为75%，同比上升28.6个百分点。2020年，1类、2类、3类功能区昼间、夜间和4类功能区的昼间声环境平均等效声级均达标；4类功能区的夜间声环境平均等效声级超标3分贝，与去年同比下降2分贝，具体见表5.6.1-1。

表 5.6.1-1 2020年南宁市城市功能区噪声与上年比较

功能区类型	1类区域		2类区域		3类区域		4类区域	
	以居住、文教为主的区域		居住、商业、工业混杂区		适用于工业区		交通干线道路两侧区域	
	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
2019年	48	45	55	48	62	58	65	60
2020年	49	41	50	45	58	52	66	58
增减	1	-4	-5	-3	-4	-6	1	-2
环境噪声标准	≤55	≤45	≤60	≤50	≤65	≤55	≤70	≤55

## (3) 钦州市

2020年，钦州市城区昼间区域环境噪声平均值为54.4分贝，噪声质量等级为二级，评价为较好。2020年钦州市城区区域昼间环境噪声声源以生活噪声源为主要声源，占92.0%，其次均为交通噪声源，占7.1%，其余的声源均为施工噪声源，仅占0.9%，具体见图5.6.1-2。

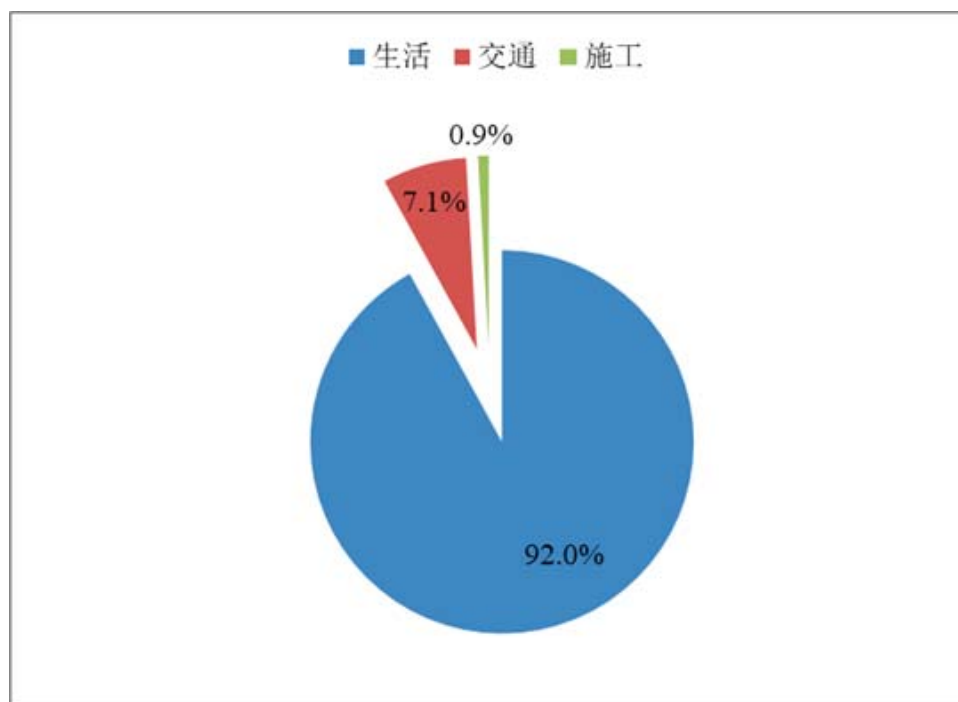


图 5.6.1-2 2020 年钦州市昼间区域声环境主要声源构成图

2020年，钦州市城区昼间道路交通噪声平均值为65.6分贝，噪声质量等级为一级，评价为好。2020年钦州市城区各类功能区共监测60点次，昼间功能区噪声点次达标率为98.3%，夜间为80%。1类功能区的夜间、2类功能区的昼间和夜间、4a类功能区的夜间噪声存在超标，点次达标率范围在0%-96.9%之间，其余各类功能区点次达标率均为100%。

2020年，灵山县城区昼间区域环境噪声平均值为52.5分贝，噪声质量等级为二级，评价为较好。2020年，灵山县城区昼间道路交通噪声平均值为66.5分贝，噪声质量等级为一级，评价为好。2020年灵山县各类功能区共监测28点次，昼间功能区噪声点次达标率为100%，夜间为78.6%。1类功能区的夜间、4a类功能区的夜间噪声存在超标，点次达标率范围在0%-50%之间，其余各类功能区点次达标率均为100%。

## 5.6.2 声环境质量现状调查

为进一步了解运河沿岸周围区域声环境质量状况，广西中赛检测技术有限公司于2021年2月1日-2日在运河沿岸环境敏感目标进行了为期2天的声环境质量现状监测。

环境噪声质量监测结果具体见表5.6.2-2。由上表可知，各监测点的声环境状况良好，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中二类标准的要求。

表 5.6.2-2 环境噪声质量监测结果

监测项目	监测点位	监测日期/监测时段/监测结果			
		2021.02.01		2021.02.02	
		昼间	夜间	昼间	夜间
等效连续 A 声级(LAeq)	1# 沙坪中学	56	48	55	49
	2# 旧州镇石柱小学	56	48	56	47
	3# 沙田村委会	57	48	56	47
	4# 久隆镇水铺小学	58	48	57	48
	5# 钦州水利局	56	46	58	47



## 6 环境影响评价

### 6.1 区域水资源配置影响评价

#### 6.1.1 近期、远期供水保障方案

经长系列调节分析计算，在优先保障下游贵港断面河道生态环境需水目标流量原则下，西津水库来水无法满足平陆运河  $P=98\%$  通航供水保证率调水需求。从西津水库的径流调节计算结果看，贵港断面生态流量可以基本满足 90% 保证率要求，航运主要缺水时段在 12 月~次年 4 月。

为解决平陆运河引水需求，同时保障下游河道生态环境需水目标，近期可通过百色水库调整运用方式，在百色水库预留专用库容保障本项目用水。远期需通过跨流域调水解决，即通过南盘江引水工程保障本项目远期用水量。

#### 6.1.2 近期供水保障方案

经初步分析，近期通过百色水库预留专用库容保障本项目用水，即改变百色水库汛限调度运行方式，在八月将汛限水位提高 3m（即从现状的 214m 提高至 217m），将此库容用于本项目缺水时段用水。

##### 6.1.2.1 百色水库概况及开发任务

百色水利枢纽位于百色市上游 22km，是治理和开发郁江的关键性工程和西部大开发的重要标志性工程，开发任务以防洪为主，结合发电、航运，兼顾灌溉、供水等。百色水利枢纽 2005 年 8 月百色水库开始蓄水，正常蓄水位 228.0m，汛限水位 214.0m，水库正常运行死水位为 203m，相应调节库容 26.2 亿  $m^3$ ，防洪库容 16.4 亿  $m^3$ ，是一座不完全多年调节的大型水库，通航建筑物为 500t 级垂直升船机，水电站装机容量 540MW，多年平均发电量 1701GW·h，百色水利枢纽工程于 2006 年基本建成。通过百色水利枢纽工程的防洪调节，可以将南宁市城区防洪标准 20 年一遇提高到 50 年一遇，50 年一遇提高到近 100 年一遇。

##### 6.1.2.2 百色水库现状运用方式

根据《右江百色水利枢纽初步设计报告》，结合《珠江委关于下达百色水利枢纽 2021 年汛期调度运用计划的通知》（珠水防御〔2021〕88 号），百色水库调

度运行方式如下（百色水库综合调度图见图 6.1.2-1）：

①5~6 月份为过渡期(前汛期),控制水位从 5 月 1 日逐步平稳下降至 214.0m, 5 月 20 日开始按 214.0m 汛限水位运行, 为下游防洪安全起见, 当下游发生防洪洪水时应按防洪蓄泄规划运行, 洪水过后, 水库应降至汛限水位 214m。

②主汛期(7~8 月): 水库在汛限水位 214m 运行, 水库按防洪蓄泄规则运行。

③蓄水期(9~11 月): 水库尽量蓄水, 9 月逐步平稳回蓄, 此间水库只放航运保证流量 100m<sup>3</sup>/s(即电站发保证出力 83.5MW), 10~11 月在 228.0m 以下运行, 根据发电调度发电。

④供水期(12~4 月): 电站尽量发电, 以增加系统及下游梯级枯水期电能。供水期保证出力 123MW, 加大出力区分 190MW、230MW 和 300MW 三个分区; 降低出力区分 83.5MW(保证航运最小流量区)和 50MW(破坏航运流量区)二个小区。

①依据百色水库现状运行方式, 按 1956~2016 年径流系列统计, 平陆运河总共缺水 81 个月, 供水保证率仅为 88.6%, 远远低于通航保证率不低于 98.0% 的要求。

②百色水库汛 come 水占全年来水比重较大, 若整个汛期将汛限水位控制在 214.0m, 对水资源优化配置不利, 对百色水库发挥兴利效益有一定影响。

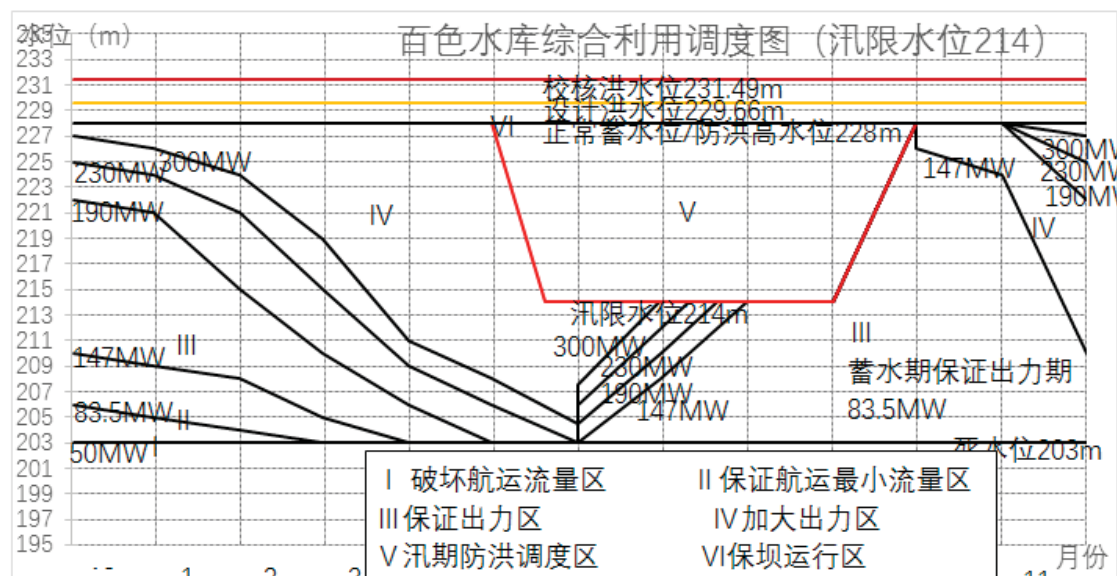


图 6.1.2-1 百色水库现状综合利用调度图

### 6.1.2.3 百色水库调整运用方式

近期通过百色水库预留专用库容保障本项目用水, 即改变百色水库汛限调度

运行方式，在 8 月将汛限水位提高 3m（即从现状的 214m 提高至 217m），允许水库在 8 月 1 日至 8 月 31 日蓄水至 217.0m，增加的蓄水量在 12 月~次年 4 月泄放，主要用于增加平陆运河缺水时段用水。调整后的百色水库综合利用调度图见图 6.1.2-2。

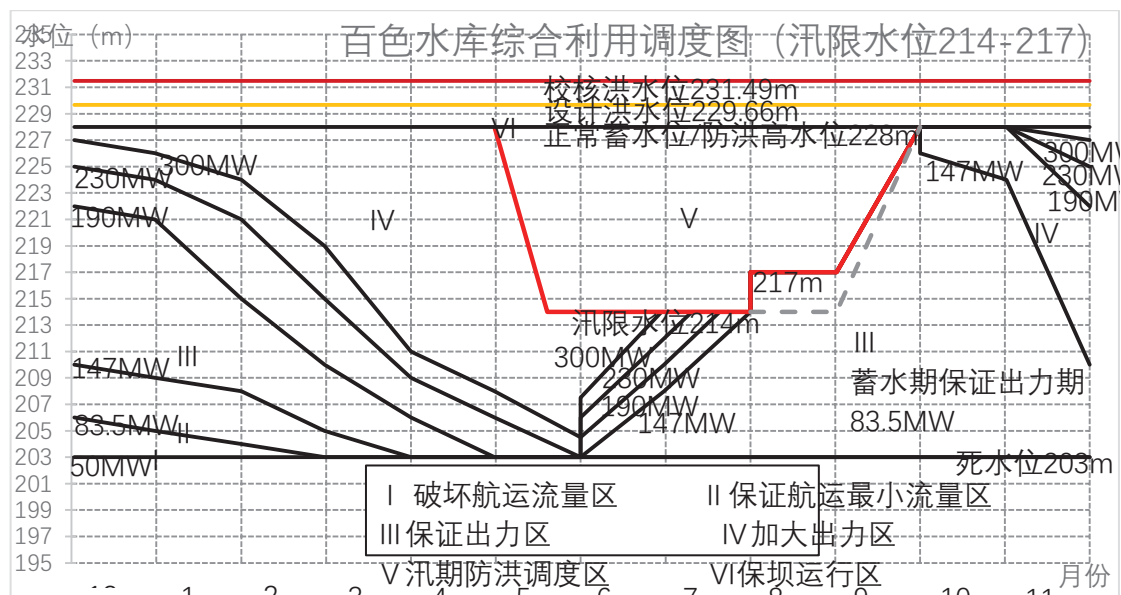


图 6.1.2-2 调整后的百色水库综合利用调度图

百色水库对 8 月份调度规则进行调整，8 月 1 日可蓄水至 217m，调整后平陆运河增加的蓄水量成果图见图 6.1.2-3。

经百色水库调整运用方式后的出库水量过程，考虑区间来水和用水，分析西津水库入库径流过程，按 3.4.1.5.2 节供需平衡计算原理对西津水库断面计算供需平衡计算，长系列调节供需平衡分析计算表见下表，计算成果如下：调整后平陆运河缺水月份数为 7 个月，按水文年统计 1956~2016 年月系列总长度为 720 个月，得供水保证率为 98.9%，可以满足航运用水保证率要求。平陆运河最大年缺水量为 17384 万  $m^3$ ，为 1959 年 1 月~3 月。同时贵港断面生态环境共出现破坏月份 70 次，月历时保证率为 90.2%，满足生态用水保证率 90% 的要求，且保证率较百色水库调整前（为 89.5%）有所提高。

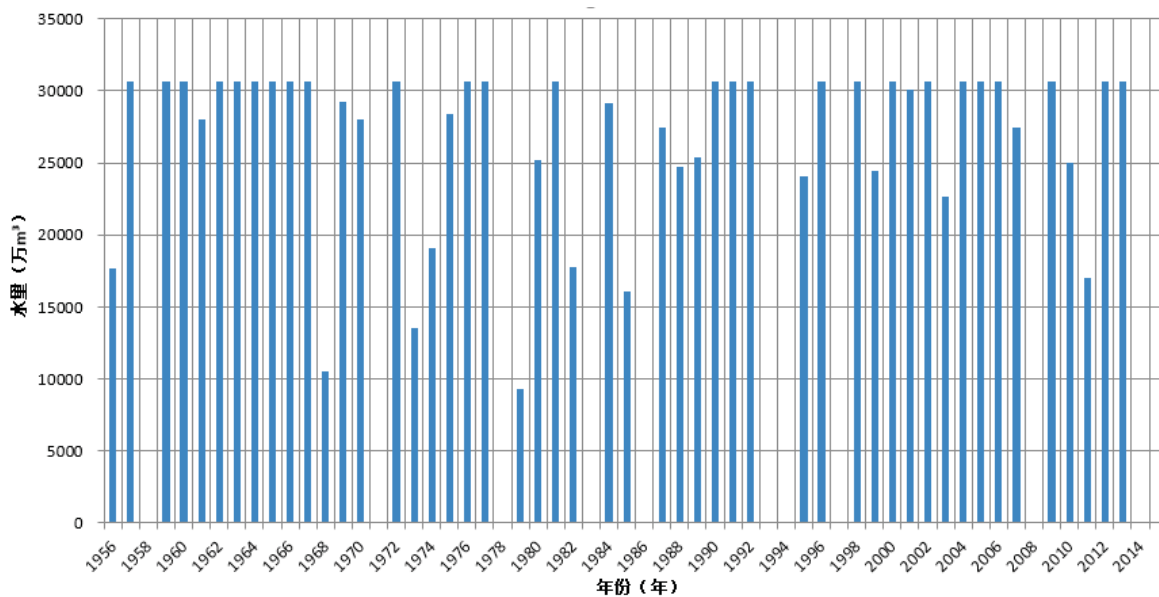


图 6.1.2-3 调整后平陆运河增加的蓄水量成果图

表 6.1.2-1 百色水库调整运行方式后长系列调节供需平衡分析计算表（近期） 单位：万 m<sup>3</sup>

年份	西津来水量	西津库区蒸发	西津生态基流	生态环境需水		需水量			生态环境用水				供水量				蓄水量			发电或弃水量	调整后缺水			缺水率 (%)
				贵港断面	西津最大	西津生活工业	西津农业灌溉	本项目	小计	贵港断面	西津断面	西津生活工业	西津农业灌溉	平陆运河	其中百色新增供水量	小计	初始	期末	贵港生态环境		西津生活工业	西津农业灌溉	本项目	
1956	4089506	7799	602338	1261440	956957	2509	12610	70502	65911	1148480	839462	2509	12610	68432	17640	101191	0	0	3075669	112960	0	0	2070	11.25
1957	3155899	7799	580305	1261440	945732	2509	16195	70502	66028	1067115	749311	2090	13793	70502	23179	109564	0	0	2234918	195573	419	2402	0	19.61
1958	3334111	7799	602338	1261440	979392	2509	15194	70502	70822	1178914	895135	2509	15194	53118	0	70822	0	7843	2303005	82526	0	0	17384	9.51
1959	4658536	7821	602871	1264896	779900	2516	11868	70696	67695	1173176	687042	2310	10932	70696	17384	101322	7843	0	3753141	91720	206	935	0	10.96
1960	3709839	7799	602338	1261440	983163	2509	14003	70502	78402	1253275	973652	2509	14003	70502	8613	95628	0	51500	2547328	8165	0	0	0	0.77
1961	3867313	7799	602338	1261440	832137	2509	14062	70502	81279	1258601	825265	2509	14062	70502	5795	92868	51500	0	2903805	2839	0	0	0	0.31
1962	3516063	7799	599333	1261440	863440	2509	15067	70502	64902	1120287	720700	2303	13880	70502	23179	109864	0	0	2623391	141153	206	1187	0	15.36
1963	2094549	7821	603988	1264896	1180377	2516	19195	70696	63240	1177782	1090936	2516	19195	70696	29167	121574	0	0	932552	87114	0	0	0	7
1964	3648255	7799	602338	1261440	994595	2509	13830	70502	75446	1198605	930625	2509	13830	70502	11396	98239	0	51500	2533378	62835	0	0	0	5.87
1965	3582012	7799	602338	1261440	962605	2509	14441	70502	70262	1218017	915192	2509	14441	70502	17191	104644	51500	0	2585769	43423	0	0	0	4.2
1966	3863744	7799	602338	1261440	889551	2509	13962	70502	69589	1201662	828042	2509	13962	70502	17384	104358	0	17851	2838148	59778	0	0	0	6.23
1967	3679535	7821	603988	1264896	937079	2516	14485	70696	87696	1264896	937079	2516	14485	70696	0	87696	17851	51500	2562132	0	0	0	0	0
1968	6295605	7799	602338	1261440	867644	2509	7484	70502	80495	1261440	867644	2509	7484	70502	0	80495	51500	51500	5239002	0	0	0	0	0
1969	3753889	7799	602338	1261440	925534	2509	14132	70502	75748	1191410	854370	2509	14132	70502	11396	98540	51500	24450	2791864	70030	0	0	0	6.99

年份	西津来水量	西津库区蒸发	西津生态基流	生态环境需水		需水量			生态环境用水		供水量				蓄水量			调整后缺水			缺水率 (%)		
				贵港断面	西津最大	西津生活工业	西津农业灌溉	本项目	小计	贵港断面	西津断面	西津生活工业	西津农业灌溉	平陆运河	其中百色新增供水	小计	初始	期末	发电或弃水量	贵港生态环境		西津生活工业	西津农业灌溉
1970	4529292	7799	602338	1261440	853121	2509	12486	7050	73715	842943	2509	12486	70502	11783	97280	24450	0	3526970	6145	0	0	0	0.66
1971	5374306	7821	603988	1264896	855225	2516	10151	70696	77375	845388	2516	10151	64708	0	77375	0	0	4343058	9059	0	0	5988	1.61
1972	3326400	7799	602338	1261440	959509	2509	15451	7050	84131	959509	2509	15451	70502	4332	92795	0	51500	2172304	0	0	0	0	0
1973	6599653	7799	602338	1261440	598953	2509	7770	7050	80782	598953	2509	7770	70502	0	80782	51500	40802	5670330	0	0	0	0	0
1974	4678033	7799	602338	1261440	903870	2509	11711	7050	84723	903870	2509	11711	70502	0	84723	40802	51500	3619785	0	0	0	0	0
1975	3385045	7821	603988	1264896	965505	2516	15526	7069	77148	909054	2516	15526	70696	11589	100327	51500	36462	2406060	55297	0	0	0	5.3
1976	3313626	7799	602338	1261440	849249	2509	15788	7050	77632	849249	2509	15788	70502	11168	99967	36462	1283	2313460	0	0	0	0	0
1977	3564086	7799	602338	1261440	899941	2509	14640	7050	87652	899941	2509	14640	70502	0	87652	1283	29315	2438347	0	0	0	0	0
1978	5856849	7799	602338	1261440	799815	2509	8691	7050	81703	799815	2509	8691	70502	0	81703	29315	51500	4844682	0	0	0	0	0
1979	5190261	7821	603988	1264896	863238	2516	10328	7069	73123	848551	2516	10328	69538	9258	91640	51500	0	4206076	10058	0	0	1158	1.2
1980	4249178	7799	602338	1261440	990009	2509	12248	7050	85260	990009	2509	12248	70502	0	85260	0	51500	3063452	0	0	0	0	0
1981	4424285	7799	602338	1261440	778809	2509	12669	7050	79693	758657	2509	12669	70502	5988	91669	51500	51500	3426314	19556	0	0	0	2.28
1982	4517810	7799	602338	1261440	791886	2509	12160	7050	85172	791886	2509	12160	70502	0	85172	51500	51500	3530638	0	0	0	0	0
1983	3375541	7821	603988	1264896	1147980	2516	14334	7069	87546	1144019	2516	14334	70696	0	87546	51500	0	2185698	0	0	0	0	0
1984	4579829	7799	602338	1261440	916386	2509	11523	7050	84535	916386	2509	11523	70502	0	84535	0	51500	3418944	0	0	0	0	0

年份	西津来水量	西津库区蒸发	西津生态基流	生态环境需水		需水量			生态环境用水		供水量				蓄水量			调整后缺水水量			缺水率 (%)		
				贵港断面	西津最大	西津生活工业	西津农业灌溉	本项目	小计	贵港断面	西津断面	西津生活工业	西津农业灌溉	平陆运河	其中百色新增供水	小计	初始	期末	发电或弃水量	贵港生态环境		西津生活工业	西津农业灌溉
1985	4522717	7799	602338	1261440	967932	2509	11996	70502	85008	1261440	967932	2509	11996	70502	0	85008	51500	3412470	0	0	0	0	0
1986	6382489	7799	602338	1261440	725664	2509	7382	70502	80394	1261440	723563	2509	7382	70502	0	80394	51500	5417615	0	0	0	0	0
1987	2837571	7821	603988	1264896	1008083	2516	17110	70696	90828	1264896	1008083	2516	17110	70696	506	90828	0	1714462	0	0	0	0	0
1988	2566317	7799	602338	1261440	984238	2509	17835	70502	7945	1242019	963683	2509	17835	70502	11396	102243	17390	1431766	19421	0	0	0	1.83
1989	3013502	7799	602338	1261440	1084067	2509	15817	70502	8284	1219660	1041691	2509	15817	70502	5988	94817	51500	1831663	41780	0	0	0	3.58
1990	3687057	7799	602338	1261440	1060523	2509	13607	70502	7157	1229400	1026772	2509	13607	70502	15043	101662	51500	2632409	32040	0	0	0	2.83
1991	3083493	7821	603988	1264896	995115	2516	16112	70696	8487	1264896	994218	2516	16112	70696	4448	93771	0	1945421	0	0	0	0	0
1992	3002692	7799	602338	1261440	1072157	2509	16075	70502	5992	1088726	896538	2509	16075	70502	29167	118253	0	1987277	172714	0	0	0	15.26
1993	4070148	7799	602338	1261440	777661	2509	14207	70502	8721	1261440	777661	2509	14207	70502	0	87219	0	3033540	0	0	0	0	0
1994	6633593	7799	602338	1261440	717809	2509	7568	70502	8058	1261440	717809	2509	7568	70502	0	80580	10457	5636189	0	0	0	0	0
1995	4069526	7821	603988	1264896	870499	2516	13335	70696	8654	1264896	870499	2516	13335	70696	0	86547	51500	3055153	0	0	0	0	0
1996	4996760	7799	602338	1261440	787983	2509	10780	70502	8379	1261440	787983	2509	10780	70502	0	83792	51500	3965364	0	0	0	0	0
1997	5534449	7799	602338	1261440	873667	2509	9272	70502	8228	1261440	873667	2509	9272	70502	0	82284	51500	4468384	0	0	0	0	0
1998	3609238	7799	602338	1261440	808547	2509	15624	70502	8863	1261440	808547	2509	15624	70502	0	88635	51500	2603592	0	0	0	0	0
1999	3291380	7821	603988	1264896	1095063	2516	14528	70696	8774	1264896	1095063	2516	14528	70696	0	87740	51500	2100757	0	0	0	0	0

年份	西津来水量	西津库区蒸发	西津生态基流	生态环境需水		需水量			生态环境用水		供水量				蓄水量			发电或弃水量	调整后缺水			缺水率 (%)		
				贵港断面	西津最大	西津生活工业	西津农业灌溉	本项目	小计	贵港断面	西津断面	西津生活工业	西津农业灌溉	平陆运河	其中百色新增供水	小计	初始		期末	贵港生态环境	西津生活工业		西津农业灌溉	本项目
2000	2694000	7799	602338	1261440	1014195	2509	17384	7050	1014195	17384	70502	0	90395	51500	51500	1581610	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	6411549	7799	602338	1261440	783328	2509	7634	7050	783328	7634	70502	0	80646	51500	27764	5411689	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	4869491	7799	602338	1261440	670367	2509	11789	7050	670367	11789	70502	0	84801	27764	51500	3930965	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	3438912	7821	603988	1264896	964939	2516	15141	7069	934026	15141	70696	11783	100135	51500	0	2471995	29739	0	0	0	0	0	0	2.86
2004	2627455	7799	597454	1261440	1037477	2509	17596	7050	913161	16210	70502	17191	106206	0	0	1583513	123427	206	1387	0	0	0	0	11.25
2005	3142819	7799	565769	1261440	1074267	2509	15603	7050	857641	13289	70502	23179	109060	0	0	2165169	215733	419	2314	0	0	0	0	19.17
2006	3438742	7799	600306	1261440	960922	2509	14801	7050	787722	12133	70502	23179	107918	0	0	2478991	168974	406	2313	0	0	0	0	16.74
2007	2507869	7821	603988	1264896	1108905	2516	17287	7069	104884	17287	70696	17577	108076	0	0	1328775	56839	0	0	0	0	0	0	4.81
2008	5647949	7799	602338	1261440	886821	2509	8809	7050	886821	8809	70502	0	81820	0	51500	4517694	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	2513329	7799	585438	1261440	956532	2509	18564	7050	822095	17273	70378	23372	113320	51500	7571	1609630	132311	213	1291	124	0	0	0	13.07
2010	3143078	7799	602338	1261440	1069326	2509	15374	7050	106044	15374	70502	7731	96117	7571	0	2001751	8304	0	0	0	0	0	0	0.72
2011	2792198	7821	603988	1264896	1006219	2516	17830	7069	1006219	17830	70696	0	91041	0	25218	1610741	0	0	0	0	0	0	0	0
2012	3818232	7799	602338	1261440	919297	2509	13333	7050	866273	13333	70502	14375	100720	25218	0	2796742	48951	0	0	0	0	0	0	4.94
2013	4088679	7799	602338	1261440	722406	2509	13665	7050	722406	13665	70502	0	86677	0	51500	3070126	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	4514972	7799	602338	1261440	762910	2509	12292	7050	762910	12292	70502	0	85304	51500	20375	3538261	0	0	0	0	0	0	0	0



年份	西津来水量	西津库区蒸发	西津生态基流	生态环境需水		需水量			生态环境用水		供水量				蓄水量			发电或弃水量	调整后缺水			缺水率 (%)							
				贵港断面	西津最大	西津工业	西津农业灌溉	本项目	小计	贵港断面	西津断面	西津生活工业	西津农业灌溉	平陆运河	其中百色新增供水	小计	初始		期末	贵港生态环境	西津生活工业		西津农业灌溉	本项目					
2015	4762356	7821	603988	1264896	618844	2516	11846	70696	1264896	618844	2516	11846	70696	85058	20375	51500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
均值	4032094	7805	601308	1262304	910956	2511	13537	70551	1227303	874695	2476	13334	70105	7356		25905	2987341	35141	35	197	445	3.44							

### 6.1.2.4 近期调水对下游影响

#### (1) 流域水资源的时空变化分析

平陆运河从郁江西津水库取水，设计近期调水流量  $24\text{m}^3/\text{s}$ ，占多年平均年径流量比例仅为 1.63%，而且以优先保障下游郁江贵港断面达到  $400\text{m}^3/\text{s}$  为原则的，对郁江水资源变化影响较小。

表 6.1.2-2 调水工程规模及调水量汇总表

类别	调水工程名称	调出区	调入区	引水规模 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	多年平均 年供水量 (亿 $\text{m}^3$ )	调水断面 年均水量 (亿 $\text{m}^3$ )	占调水断面 年均水量 的比例 (%)
流域外供水工程	平陆运河	郁江	钦江	24	7.05	432	1.63

表 6.1.2-3 不同来水频率下引水规模占调水河流最枯水月平均流量的比例

类别	调水工程名称	引水规模 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	50%来水 频率枯水 期平均流 量( $\text{m}^3/\text{s}$ )	所占比 例(%)	75%来水 频率枯水 期平均流 量( $\text{m}^3/\text{s}$ )	所占比 例(%)	90%来水 频率枯水 期平均流 量( $\text{m}^3/\text{s}$ )	所占比 例(%)
流域外供水工程	平陆运河	24	302	7.95	248	9.68	212	11.32

#### (2) 近期调水方案对下游水文情势的影响

平陆运河从郁江西津水库取水，设计近期调水流量  $24\text{m}^3/\text{s}$ 。根据郁江西津断面长时间序列的排频计算成果， $P=90\%$ 最枯月流量为  $212\text{m}^3/\text{s}$ 。工程郁江取水口引水流量仅占调水河段  $P=90\%$ 最枯月流量的 11.32%，对取水口下游水文情势会产生一定影响，但本次调水是在洪水期增加蓄水、枯水期实现平陆运河调水，因此在枯水期对取水断面下游河段水资源量和水文情势的影响不显著。由于工程引水，水源区郁江河流水文径流过程改变，水量有所减少；受水区退水增加，受水区部分河流水流量将有所增加，对水文情势的影响在可接受的范围内。此外，近期调水不会对泥沙情况造成较大影响。

#### (3) 近期调水方案对生态流量的影响

平陆运河西津取水口下游布设有郁江流域控制断面—贵港水文站，根据《珠江流域综合规划（2012~2030）》、《郁江流域综合规划》和《西江干流生态调度方案》等已批复成果提出贵港断面非汛期压咸流量为  $400\text{m}^3/\text{s}$ ，《郁江干流生态流量保障方案》(2019年)亦指出，贵港断面非汛期河道内生态环境需水流量  $400\text{m}^3/\text{s}$

近期难以实现。将贵港断面  $400\text{m}^3/\text{s}$  比拟至西津坝址，则西津坝址非汛期下游河道生态环境需水流量  $367\text{m}^3/\text{s}$ 。

近期通过百色水库优化调度实现平陆运河调水，是在保障贵港断面生态流量的基础上开展的。因此，近期调水不会对郁江下游生态流量产生较大影响。

#### （4）近期调水方案对压咸补淡的影响

在西江遭遇枯水期时，梧州水文站径流量小于  $2000\text{m}^3/\text{s}$  时，咸潮上溯会威胁到珠江三角洲的澳门、珠海、中山、广州等地的供水安全。近年来，由于人类用水和极端气候灾害的影响，咸潮上溯问题频发，且呈现影响时间加长、强度增大的趋势。在枯水年（ $P=75\%$ ），12月~次年2月为咸潮高发期，一般持续时间可达100天；在极端枯水年（ $P=95\%$ ），11月~次年3月为咸潮高发期，咸潮持续时间最高可以达到180天。因此，在枯水期，为保证澳门、珠海等地能够取得淡水，需要上游地区进行补水。最近几年来，在国家防总和珠江防总的统一指挥下，经过实践与探索，已初步形成了枯水期贵州、广西、广东3省（自治区）水量统一调度的方式。通过多库群联合调度，在“前蓄后补”、“避涨压退”等调度理念下，有效节约水资源。在现有模式下，首先通过上游水库的联合调度，增加西江径流量，在此期间珠三角城市抢蓄淡水，持续时间大约为半个月；然后上游水库开始蓄水，为下一周期储备水资源，持续时间同样约半个月，合计为一个周期。

自2005年以来，作为西江支流的郁江流域，增加了压咸补淡任务。郁江干流上百色水库按照压咸补淡调度要求进行调度，调度期控制下泄流量不小于  $150\text{m}^3/\text{s}$ 。本次平陆运河调水不影响百色水库调度期下泄流量，不会导致贵港最小下泄流量下降，因此对压咸补淡的任务影响较小。

#### （5）对郁江流域规划目标及控制指标的影响

由于平陆运河主要满足受水区城市生活和工业、沿线乡镇人饮及农业灌溉等河道外需水，故平陆运河工程用水指标应纳入到受水区用水总量指标内，而不占用调水区用水总量指标。因此，调出区用水总量控制指标对平陆运河建设不会产生制约，项目实施对郁江流域规划提出的目标及任务基本无影响。

### 6.1.2 远期供水保障方案及其环境影响

远期需通过环北部湾广西水资源配置工程配套南盘江引水工程解决，用于项目的引水流量为  $40\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均年补水量 1.507 亿  $\text{m}^3$ ，最大年补水量 4.861 亿

m<sup>3</sup>。

### （1）南盘江流域概况

南盘江是珠江主源，发源于云南省沾益县马雄山南麓，由北向南流经沾益、曲靖、陆良折转西到宜良又转南到开远，然后向东和东北方向进入峡谷，经师宗、罗平县境与支流黄泥河汇合后出云南省境，再沿黔、桂边境至贵州省蔗香（即双江口）与北盘江交汇。干流从马雄山到蔗香全长 914km，落差 1840m。南盘江干流习惯上分上、中、下三段，宜良高古马铁路桥以上称上段，河流纵贯曲靖、陆良和宜良等盆地，盆地之间有较短峡谷相连，呈串珠式阶梯下降；宜良高古马铁路桥至开远泸江口称中段，河道多穿行于峡谷，唯盘溪一段河谷较宽阔，局部为丘陵；开远泸江口至双江口称下段。

### （2）南盘江引水工程情况

根据《环北部湾水资源配置工程总体方案》（2020 年，已通过水利部水规总院初步审查，在编），结合环北部湾水资源配置工程开展的南盘江引水工程已列入国务院 150 项重大项目中，南盘江引水工程拟在红水河龙滩水库库尾南盘江八渡镇河段取水，引水至右江支流乐里河，引丰济枯、丰枯互济。

南盘江调水工程建设内容主要包括输水隧洞工程、乐里河河道整治工程两部分，线路干线总长度为 62.028km，其中输水隧洞工程长度 35.53km（包括隧洞首端取水建筑物，隧洞洞身、隧洞末端出水口建筑物）；乐里河河道整治工程河段总长度为 26.498km。

通过从工程投资、差额投资、单方水投资、差额单方水投资等指标进行经济调水规模分析，最终初步确定南盘江调水方案经济可调水量为 120m<sup>3</sup>/s。根据经济可调水量及推荐的不同供水对象调水规模分析，当南盘江调水规模为 100m<sup>3</sup>/s，各用水户及贵港断面最小下泄均满足保证率要求。结合南盘江经济调水规模为 120m<sup>3</sup>/s，考虑到未来为贵港 400m<sup>3</sup>/s 预留一定水量，最终南盘江调水方案推荐调水规模为 100m<sup>3</sup>/s。

### （3）南盘江调水后的平陆运河供水保证情况

根据《环北部湾水资源配置工程总体方案》初步成果，红水河流域天一、八渡、光照、龙滩、大化等骨干梯级，现状及规划没有供水、灌溉任务，工程调水不会减少下游供水量和降低保证率。同时，红水河骨干梯级八渡、龙滩、大化、

迁江分别按 366、404、434、494m<sup>3</sup>/s 下泄水量，满足西江水量分配方案要求，不会影响下游取水。从最小下泄流量的保证率来看，都在 90%以上，满足保证率要求。

郁江流域百色水库有百色市供水、百色灌区灌溉用水；金鸡滩规划有隆西灌片灌溉用水；西津规划有宾阳引水、平陆运河用水、引郁入北用水；贵港瓦塘断面现状有引郁入玉 1 期用水，规划有引郁入玉（2 期）用水。调水前，设计水平年在考虑上游耗水的情况下，金鸡滩的武鸣供水、隆西灌片、武鸣灌片、平陆运河用水无法达到规定的设计保证率要求；调水后，各用水户均能满足设定保证率要求。

#### （4）远期供水保障方案环境影响分析

远期调水采用南盘江调水工程实现，该工程已纳入《环北部湾广西水资源配置工程》。本报告书引用《环北部湾广西水资源配置工程》的初步结论进行分析。

《环北部湾广西水资源配置工程》提出，将建设南盘江调水工程向郁江调水，调蓄郁江丰枯水量，缓解郁江流域水资源供需矛盾。同时，该报告分析了环北部湾广西水资源配置工程（一期）的环境影响并提出了初步评价结论。

《环北部湾广西水资源配置工程》提出，工程布置尽量避让环境敏感区以及生态保护红线，工程仅涉及 17 处饮用水源保护区，不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、湿地公园、水产种质资源保护区等环境敏感区。工程运行对环境的影响主要表现为工程取水对引水区下游河段流量的影响、新建水库蓄水对河流水环境以及生态环境影响、受水区退水环境影响等，经分析工程运行期对环境的影响可以通过采取相应的环保措施缓解，其影响在环境可承受范围内。

**环境影响评价初步结论为：**环北部湾广西水资源配置工程（一期）的实施可以缓解南宁、北海、钦州、防城港和玉林等地区水资源短缺局面，同时通过优化区域水资源配置格局，保障区域生活及工业用水安全，并为农业灌溉和改善水生态环境创造条件，对促进受水区的经济社会高质量发展及改善受水区生态环境具有重要意义。

工程的实施对环境的主要不利影响是水源工程建设及引水对所在河段水文情势、水生态影响，以及受水区新增废污水排放对受纳水体水环境影响，输水线路建设对周边生态环境的影响等。根据调查，工程不涉及自然保护区、风景名胜

区、森林公园、湿地公园、地质公园、水产种质资源保护区等环境敏感区，工程涉及 17 处饮用水水源保护区，由于工程为供水工程，工程建设与《中华人民共和国水污染防治法》《饮用水水源保护区污染防治管理规定》等相关保护管理规定不冲突。

建议下阶段进一步核实工程涉及环境敏感区情况，优化工程总布置、施工布置方案，避让法律法规禁止涉及的区域，对于无法避让的应获得环境敏感区行政主管部门、管理机构同意意见后实施。

## 6.2 水文情势影响评价

引用《平陆运河工程项目地表水环境评价专题报告书》（重庆交通大学）关于平陆运河工程建设对水文情势的影响研究。

### 6.2.1 水文情势变化

#### 6.2.1.1 模型（水流二维）

本研究采用了平均水深有限元法二维水流数学模型进行分析计算，该水流数学模型计算精度较高，可以较好地模拟复杂的河道边界条件，从而预测河道的水流流场，以满足工程需要。

#### 1、控制方程

采用沿水深平均的封闭浅水方程组描述二维水流运动，基本控制方程为

(1) 水流连续方程

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(hu) + \frac{\partial}{\partial y}(hv) = 0 \quad (1)$$

(2)  $x$  方向动量方程

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \left( \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial x} \right) - fv - \frac{\varepsilon_{xx}}{\rho} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\varepsilon_{xy}}{\rho} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{u\sqrt{u^2+v^2}n^2g}{h^{4/3}} = 0 \quad (2)$$

(3)  $y$  方向动量方程

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \left( \frac{\partial h}{\partial y} + \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) - \frac{\varepsilon_{xy}}{\rho} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} - \frac{\varepsilon_{yy}}{\rho} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{v\sqrt{u^2+v^2}n^2g}{h^{4/3}} = 0 \quad (3)$$

以上各式中， $t$  为时间； $u$ 、 $v$  分别为沿  $x$ 、 $y$  方向的流速； $h$  为水深； $\eta$  为床

面高程； $g$  为重力加速度； $\varepsilon_{xx}$ 、 $\varepsilon_{yy}$ 、 $\varepsilon_{xy}$  为紊动粘性系数，取  $\alpha u_* h$ ， $\alpha = 3 \sim 5$ ； $u_*$  为摩阻流速。

## 2、边界条件

平面二维水流数模中，边界条件通常包括岸边界、进口边界、出口边界以及动边界等，本模型采用了如下边界条件。

### (1) 初始条件

对于给定的研究域，在时间  $t=0$  时有

$$h(x, y, t)|_{t=0} = h_0(x, y) \quad (4)$$

$$r(x, y, t)|_{t=0} = r_0(x, y) \quad (5)$$

$$s(x, y, t)|_{t=0} = s_0(x, y) \quad (6)$$

其中： $h_0$ 、 $r_0$ 、 $s_0$  分别为初始时刻的水位和流量分量。

### (2) 边界条件

#### ① 开边界

$$r = r_B(t), \quad s = s_B(t), \quad \text{或} \quad h = h_B(t) \quad (7)$$

其中  $r_B$ 、 $s_B$  分别为已知流量过程线， $h_B$  为已知水位过程线。

② 固壁边界，即水与陆的边界，由壁面的不透水性，可令法向流速等于零，切向流速由曼宁-谢才公式确定。若法向流速与  $x$  轴夹角为  $\theta$ ，则  $r$  和  $s$  与  $v_n$  和  $v_t$  之转换关系为

$$\begin{Bmatrix} v_n \\ v_t \end{Bmatrix} = [T] \begin{Bmatrix} r \\ s \end{Bmatrix} \quad (8)$$

$$[T] = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \quad (9)$$

## 3、基本方程的数值离散与求解

浅水方程的离散包括时间离散和空间离散，时间的离散采用差分法，空间的离散采用有限单元法：运用伽辽金加权余量法把浅水方程离散成非线性代数方程，然后采用 Newton-Raphson 方法求解；离散区域内采用三角形六节点等参单元。

经运算可得任意单元内的有限元控制方程

$$A_1 \dot{h}_1 + B r_1 + C_1 (h_1 + a_{01}) + D_1 r_1 + E r_1 - F s_1 - W_1 = 0 \quad (10)$$

$$A_2 \dot{h}_1 + B s_1 + C_2 (h_1 + a_{01}) + D_2 s_1 + E s_1 - F r_1 - W_2 = 0 \quad (11)$$

$$K_3 \dot{h}_1 + M_3 r_1 + N_3 s_1 = 0 \quad (12)$$

式中  $\dot{h}_1$ 、 $\dot{r}_1$  和  $\dot{s}_1$  分别表示该单元第 I 节点上的未知函数的时间导数。其中：

质量矩阵

$$A = \int_e \phi \phi^T dA \quad (13)$$

对流矩阵

$$B = \int_e \phi \left( \frac{\phi_{,1}^T r_1 \phi^T + \phi^T r_1 \phi_{,1}^T + \phi_{,2}^T r_1 \phi^T + \phi^T r_1 \phi_{,2}^T}{\psi^T h_1} - \frac{\phi^T r_1 \phi_{,1}^T h_1 \phi^T + \phi^T r_1 \phi_{,2}^T h_1 \phi^T}{\psi^T h_1 \psi^T h_1} \right) dA \quad (14)$$

压力矩阵

$$C_1 = \int g \phi \psi^T h_1 \psi^T dA \quad (15)$$

$$C_2 = \int g \phi \psi^T h_1 \psi_{,2}^T dA \quad (16)$$

耗散矩阵

$$D_1 = \int_e \left[ \frac{\epsilon_{xx}}{\rho} \phi_{,1} \phi_{,1}^T + \frac{\epsilon_{xx}}{\rho} \phi_{,2} \phi_{,2}^T \right] dA \quad (17)$$

$$D_2 = \int_e \left[ \frac{\epsilon_{xy}}{\rho} \phi_{,1} \phi_{,1}^T + \frac{\epsilon_{yy}}{\rho} \phi_{,2} \phi_{,2}^T \right] dA \quad (18)$$

摩阻流速矩阵

$$E = \int_e \phi \frac{g \phi^T}{C^2 \psi^T h_1 \psi^T h_1} \sqrt{\phi^T r_1 \phi^T r_1 + \phi^T s_1 \phi^T s_1} dA \quad (19)$$

连续矩阵

$$K_3 = \int_e \psi \psi^T dA \quad (20)$$

$$M_3 = \int_e \psi \phi_{,1}^T dA \quad (21)$$

$$N_3 = \int_e \psi \phi_{,2}^T dA \quad (22)$$

式中： $\phi_{,1}^T$  为  $\phi^T$  关于  $x$  的导数； $\phi_{,2}^T$  为  $\phi^T$  关于  $y$  的导数。



根据 King 等提出的某一函数随时间变化的关系式

$$y = y_0 + at + bt^a \quad (23)$$

取时间步长为  $\Delta t$ ，得函数关于时间  $t$  的导数关系式

$$\frac{\partial y}{\partial t} = \frac{a(y - y_0)}{\Delta t} - (a - 1) \left( \frac{\partial y}{\partial t} \right)_0 \quad (24)$$

#### 4、总体有限元方程的求解

求解有限元控制方程(10)、(11)和(12)，由于方程中含有未知函数的时间导数，方程组为非线性方程组，本数学模型用 Newton-Raphson 迭代法来求方程组的数值解。

将式(24)中的时间导数值代入方程(10)、(11)和(12)中，可以得到如下递推公式

$$\frac{1.5A}{\Delta t} r_I^k + Br_I^k + C_1(h_I^k + z_{bl}^k) + D_1 r_I^k + Er_I^k - Fs_I^k - \frac{1.5A}{\Delta t} r_I^{k-1} - 0.5A \frac{r_I^{k-1}}{\Delta t} - w_1^k = 0 \quad (25)$$

$$\frac{1.5A}{\Delta t} s_I^k + Bs_I^k + C_2(h_I^k + z_{bl}^k) + D_2 s_I^k + Es_I^k - Fr_I^k - \frac{1.5A}{\Delta t} s_I^{k-1} - 0.5A \frac{s_I^{k-1}}{\Delta t} - w_2^k = 0 \quad (26)$$

$$\frac{1.5}{\Delta t} K_3 h_I^k + M_3 r_I^k + N_2 s_I^k - \frac{1.5}{\Delta t} K_3 h_I^{k-1} - 0.5K_3 \frac{h_I^{k-1}}{\Delta t} = 0 \quad (27)$$

式(25)、(26)和(27)为求解未知函数  $r$ 、 $s$ 、 $h$  递推关系式；将  $k$  时段末的函数值看作未知， $k-1$  时段末的函数看作已知，从而上述三式可进一步转化为

$$F_1 = L_1 h_I^k + M_1 r_I^k - N_1 s_I^k + T_1 = 0 \quad (28)$$

$$F_2 = L_2 h_I^k + M_2 r_I^k + N_2 s_I^k + T_2 = 0 \quad (29)$$

$$F_3 = L_3 h_I^k + M_3 r_I^k + N_3 s_I^k + T_3 = 0 \quad (30)$$

其中

$$L_1 = C_1 \quad M_1 = \frac{1.5A}{\Delta t} + B + D_1 + E$$

$$N_1 = F \quad T_1 = C_1 z_{bl}^k - \frac{1.5A}{\Delta t} r_I^{k-1} - 0.5A \frac{r_I^{k-1}}{\Delta t} - w_1^k$$

$$L_2 = C_2 \quad N_2 = \frac{1.5A}{\Delta t} + B + D_2 + E$$

$$\begin{aligned}
 M_2 &= F & T_2 &= C_1 z_{bl}^k - \frac{1.5A}{\Delta t} r_l^{k-1} - 0.5A s_l^{k-1} - w_1^k \\
 L_3 &= \frac{1.5}{\Delta t} K_3 & T_3 &= -\frac{1.5K_3}{\Delta t} h_l^{k-1} - 0.5K_3 h_l^{k-1}
 \end{aligned}$$

求解方程(28)、(29)、(30)应用 Newton-Raphson 方法时，先解线性方程组

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial r_l} & \frac{\partial F_1}{\partial s_l} & \frac{\partial F_1}{\partial h_l} \\ \frac{\partial F_2}{\partial r_l} & \frac{\partial F_2}{\partial s_l} & \frac{\partial F_2}{\partial h_l} \\ \frac{\partial F_3}{\partial r_l} & \frac{\partial F_3}{\partial s_l} & \frac{\partial F_3}{\partial h_l} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta r_l^k \\ \Delta s_l^k \\ \Delta h_l^k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -F_1(r_l^k, s_l^k, h_l^k) \\ -F_2(r_l^k, s_l^k, h_l^k) \\ -F_3(r_l^k, s_l^k, h_l^k) \end{bmatrix} \quad (31)$$

其中

$$\frac{\partial F_1}{\partial r_l} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_{11}}{\partial r_1} & \frac{\partial f_{11}}{\partial r_2} & \Lambda & \frac{\partial f_{11}}{\partial r_l} \\ \frac{\partial f_{12}}{\partial r_1} & \frac{\partial f_{12}}{\partial r_2} & \Lambda & \frac{\partial f_{12}}{\partial r_l} \\ \mathbf{M} & & & \mathbf{M} \\ \frac{\partial f_{1l}}{\partial r_1} & \frac{\partial f_{1l}}{\partial r_2} & \Lambda & \frac{\partial f_{1l}}{\partial r_l} \end{bmatrix}_{l \times l} \quad (32)$$

其余元素类同。

为求解方程(31)中  $\Delta r_l^k$ 、 $\Delta s_l^k$ 、 $\Delta h_l^k$ ，令

$$\Delta X_n = (r_{ln}^k, s_{ln}^k, h_{ln}^k) \quad (33)$$

$$J(X_n) = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial r_l} & \frac{\partial F_1}{\partial s_l} & \frac{\partial F_1}{\partial h_l} \\ \frac{\partial F_2}{\partial r_l} & \frac{\partial F_2}{\partial s_l} & \frac{\partial F_2}{\partial h_l} \\ \frac{\partial F_3}{\partial r_l} & \frac{\partial F_3}{\partial s_l} & \frac{\partial F_3}{\partial h_l} \end{bmatrix}_{3l \times 3l} \quad (34)$$

则其解记为  $\Delta X_n = -[J(X_n)]^{-1} F(X_n)$ ，得到下一步迭代的初值  $X_{n+1}$

$$X_{n+1} = X_n + \Delta X_n \quad (35)$$

在每一次时间步长的计算中，当满足收敛性要求时停止迭代，进入下一时间步长，直至得到所要求的结果。

### 6.2.1.2 数模验证

选取了陆屋水文站实测流速与水深对所建立的数学模型进行了验证。验证情况如下表所示。

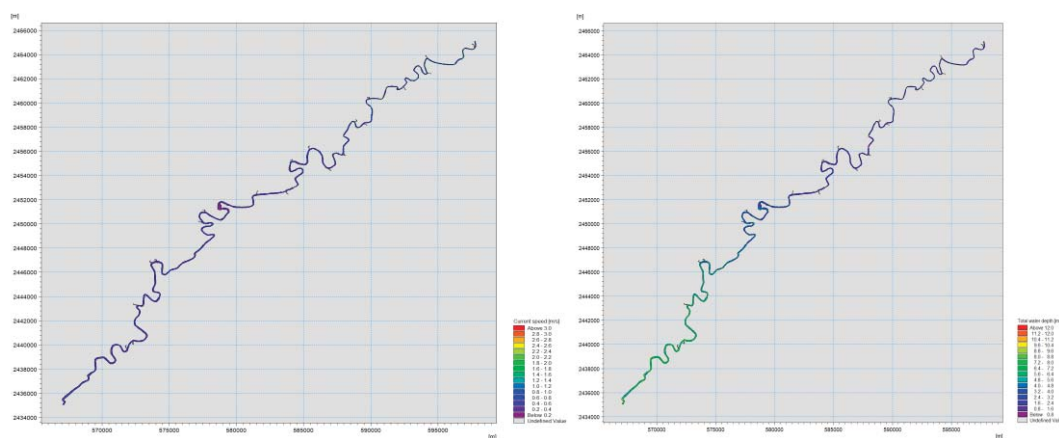
表 6.2.1-1 实测与计算的流速、水深比较表

序号	流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	流速( $\text{m/s}$ )		水深( $\text{m}$ )	
		实测值	计算值	实测值	计算值
1	31	0.40	0.38	1.53	1.52
2	122	0.91	0.87	2.47	2.51
3	248	1.48	1.36	3.94	4.01
4	469	1.61	1.57	6.01	6.03

可见，数模计算的流速与水深与实测值吻合较好，可开展应用于实际工程的模拟计算。

### 6.2.1.3 现状水动力模拟

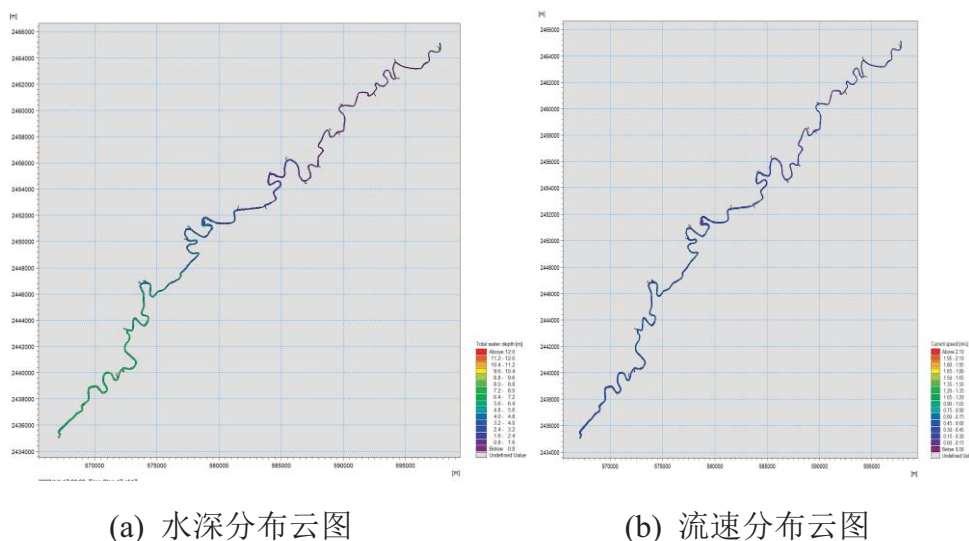
为了解现状情况下工程河段的水流特性，选取了钦江河段枯水期( $Q=31\text{m}^3/\text{s}$ )、丰水期( $Q=122\text{m}^3/\text{s}$ )分别进行了水动力计算。



(a) 水深分布云图

(b) 流速分布云图

图 6.2.1-1 现状情况下钦江河段水动力模拟成果 ( $Q=31\text{m}^3/\text{s}$ )

图 6.2.1-2 现状情况下钦江河段水动力模拟成果 ( $Q=122\text{m}^3/\text{s}$ )

由模拟成果可知，现状枯水情况下，工程河段流速一般在  $0.3\sim 0.5\text{m/s}$  左右，水深在  $1.5\sim 8.0\text{m}$  左右；丰水情况下，工程河段流速一般在  $0.7\sim 1.0\text{m/s}$  左右，水深在  $2.5\sim 10.0\text{m}$  左右。

#### 6.2.1.4 工程实施后计算条件选取

根据平陆运河工程实施后干流、支流关系和水文情势，分别选取了丰(25%)、平(50%)、枯(90%)三个组次的流量工况进行了水动力模拟计算。根据平陆运河梯级布置特点，计算河段分段情况如表 6.2.1-2 所示，每段河道相关参数的选取如表 6.2.1-3 所示。

表 6.2.1-2 计算河道分段情况表

序号	范围	长度(km)	水流方向
1	平塘江口~马道枢纽	27.5	自南向北
2	马道枢纽~企石枢纽	12.0	自北向南
3	企石枢纽~青年枢纽	47.0	自北向南

表 6.2.1-3 各河段计算水文工况情况表

第 1 段:平塘江口~马道枢纽			
进口流量( $\text{m}^3/\text{s}$ )	P=25%	P=50%	P=90%
干流马道	0.00	0.00	0.00
沙坪河支流	6.69	5.42	3.46

狮子河支流	8.69	7.04	4.50
干流郁江	15.38	12.46	7.96

备注：(1)尾水位 63.0m; (2)河底高程 52.4m

### 第 2 段：马道枢纽~企石枢纽

进口流量(m <sup>3</sup> /s)	P=25%	P=50%	P=90%
干流马道	0.00	0.00	0.00
旧州江支流	3.63	2.94	1.89
王屋河支流	0.68	0.55	0.35
大塘坪支流	0.90	0.73	0.46
干流企石	5.21	4.22	2.70

备注：(1)尾水位 35.0m; (2)河底高程 28.6m

### 第 3 段：企石枢纽~青年枢纽

进口流量(m <sup>3</sup> /s)	P=25%	P=50%	P=90%
干流企石	5.21	4.22	2.70
高湖河支流	0.88	0.74	0.60
钦江	51.30	42.90	34.70
甲屋河支流	0.89	0.75	0.61
垵湾河支流	0.23	0.19	0.16
丁屋江支流	2.16	1.81	1.47
新坪水支流	4.01	3.36	2.72
旧村河支流	0.61	0.51	0.41
青塘河支流	2.99	2.50	2.02
沙埠江支流	2.08	1.74	1.41
陈屋河支流	0.22	0.17	0.11
杨屋河支流	0.17	0.14	0.09
广平河支流	0.91	0.74	0.47
杨梅河支流	0.18	0.14	0.09
替标河支流	0.19	0.16	0.10
三踏水支流	2.87	2.33	1.49
新屋河支流	0.35	0.28	0.18

下底河支流	0.83	0.67	0.43
牛江河支流	0.49	0.40	0.25
老村河支流	1.30	1.06	0.67
大雾河支流	0.26	0.21	0.13
茅坪河支流	0.84	0.68	0.44
干流青年枢纽	68.32	55.30	35.35

备注：(1)尾水位 8.7m; (2)河底高程 2.6m

### 6.2.1.5 工程影响计算

分别对平塘江口~马道枢纽、马道~企石枢纽、企石~青年枢纽各段的水动力进行了模拟计算。模拟结果如图 6.2.1-3 至 6.2.1-20 所示。

#### (一) 平塘江口~马道枢纽段

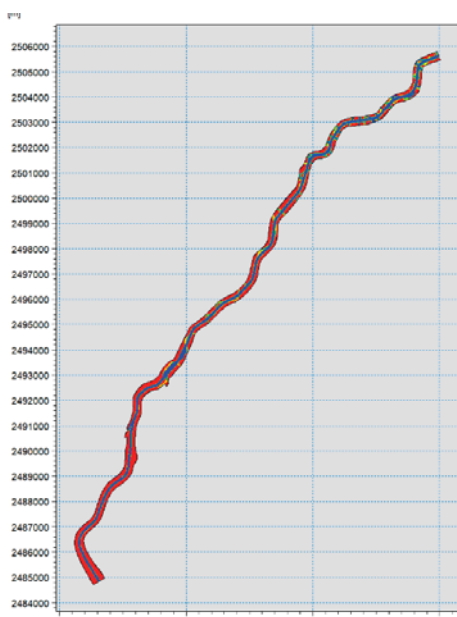


图 6.2.1-3 地形情况

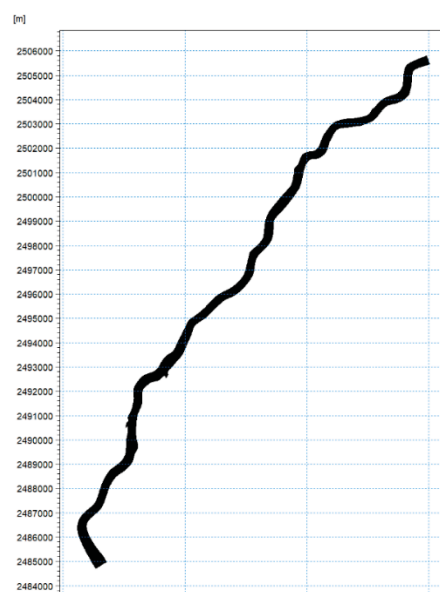


图 6.2.1-4 网格剖分情况

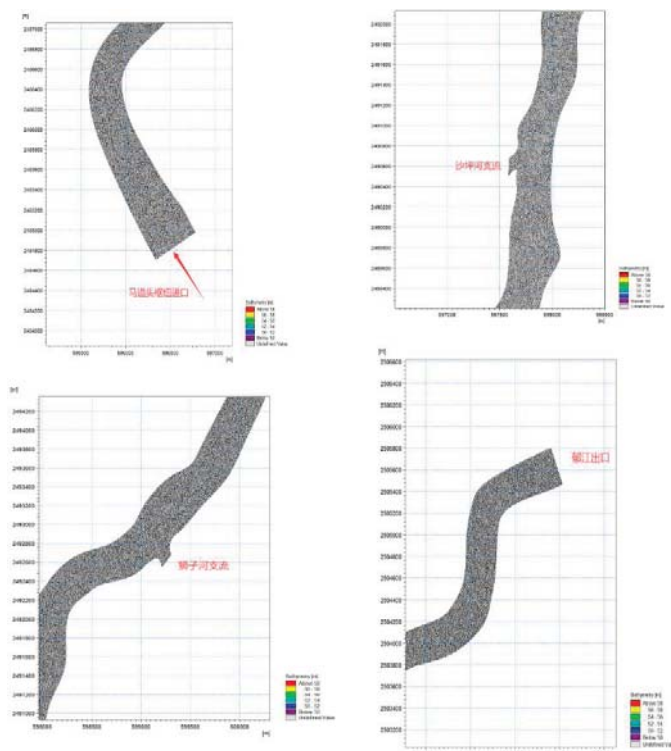
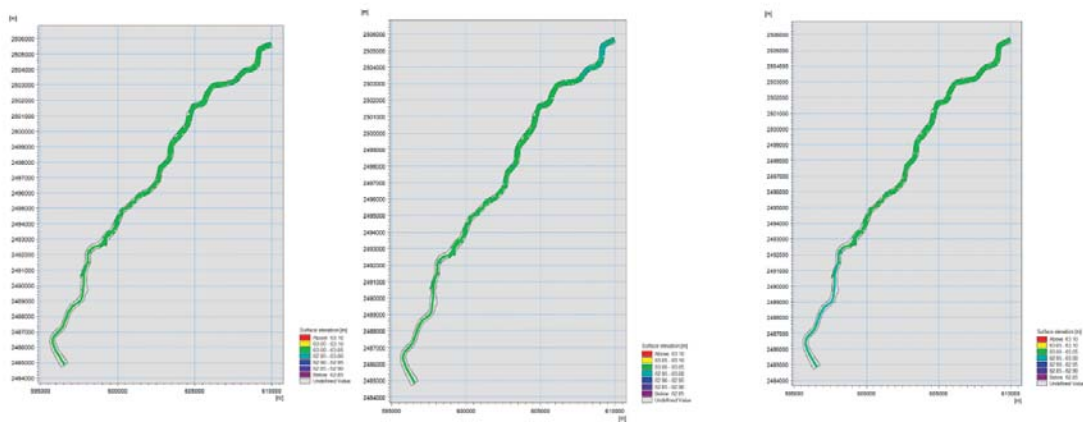


图 6.2.1-5 局部网格剖分情况



(a) 丰水期

(b) 平水期

(c) 枯水期

图 6.2.1-6 水位云图(平塘江口~马道)

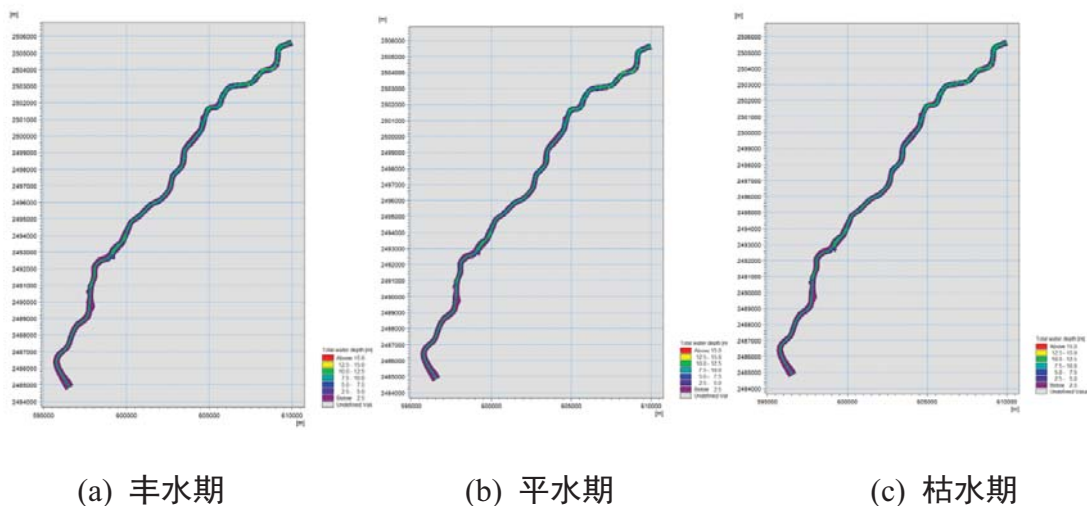


图 6.2.1-7 水深云图(平塘江口~马道)

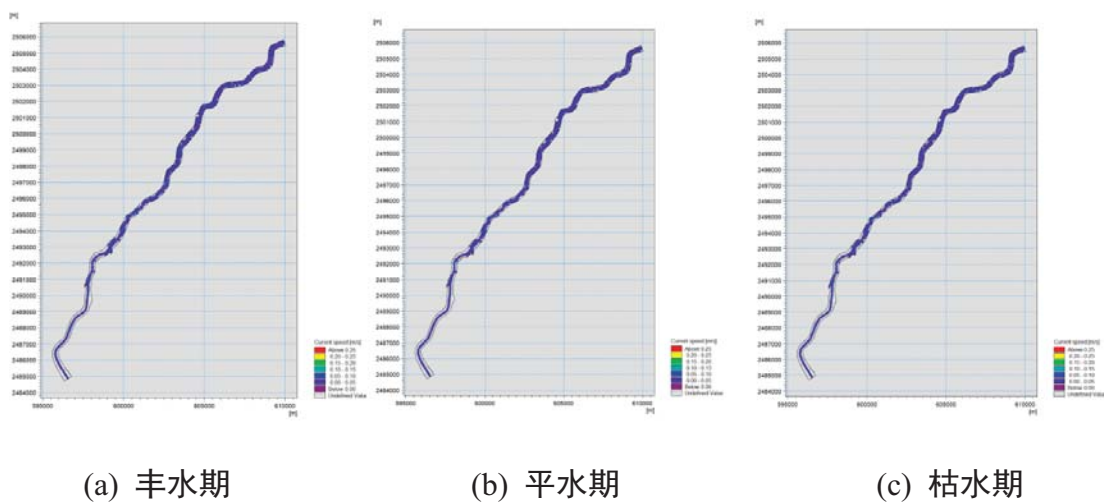


图 6.2.1-8 流速云图(平塘江口~马道)

(二) 马道~企石枢纽段



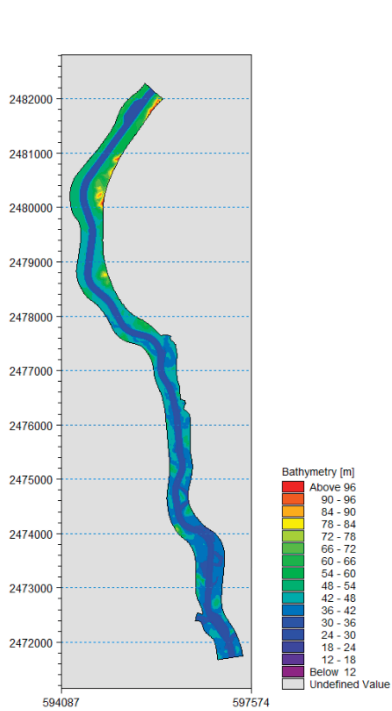


图 6.2.1-9 地形情况

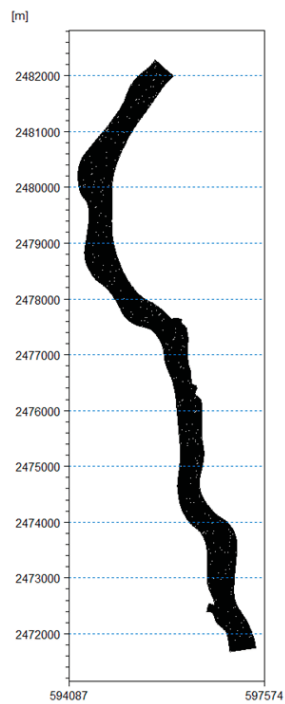


图 6.2.1-10 网格剖分情况

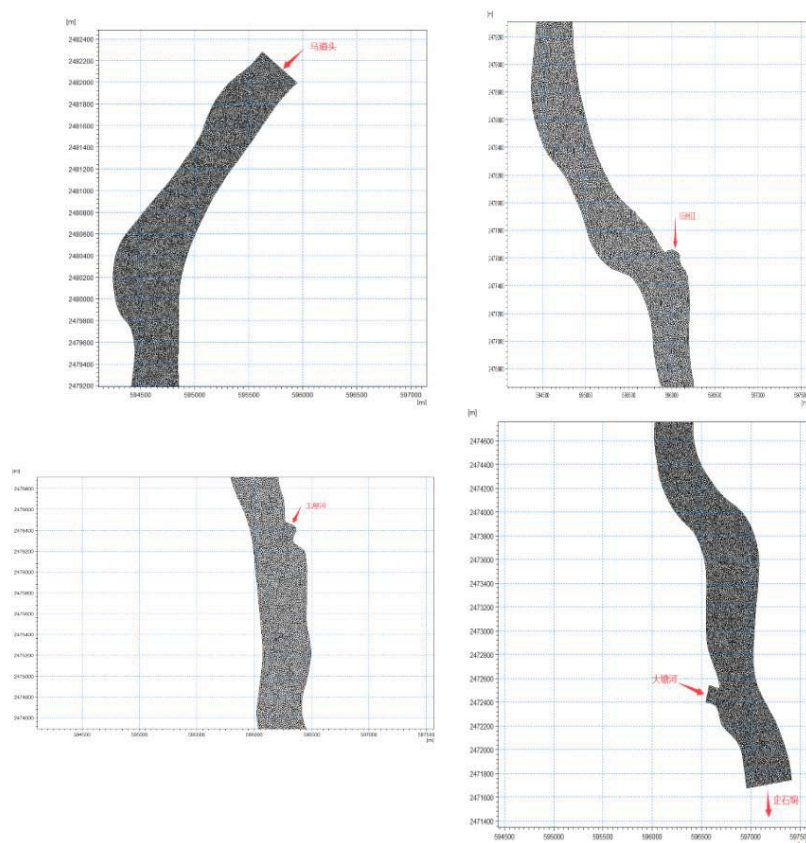


图 6.2.1-11 局部网格剖分情况

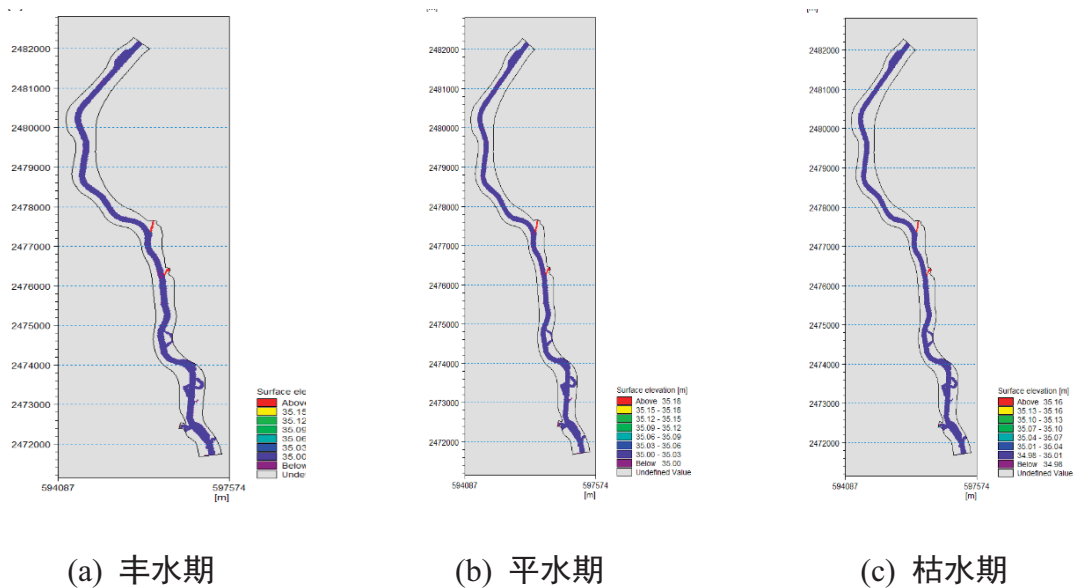


图 6.2.1-12 水位云图(马道~企石)

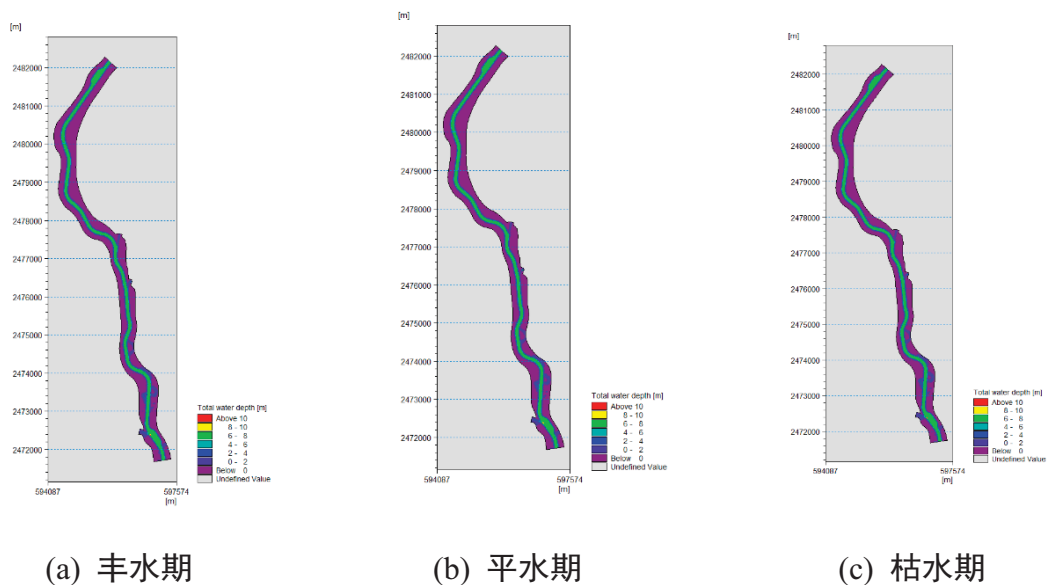


图 6.2.1-13 水深云图(马道~企石)

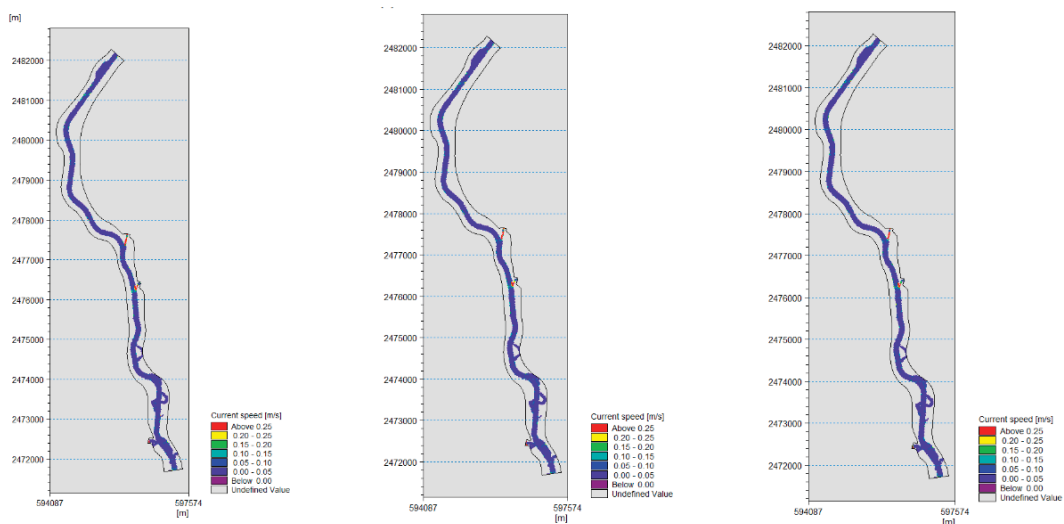


图 6.2.1-14 流速云图(马道~企石)

(三) 企石~青年枢纽段

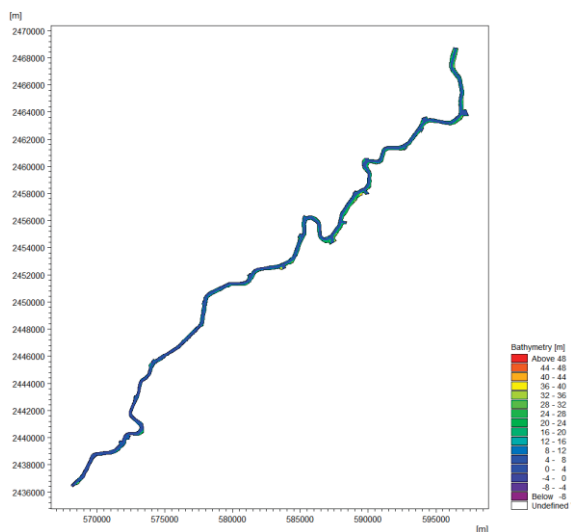


图 6.2.1-15 地形情况

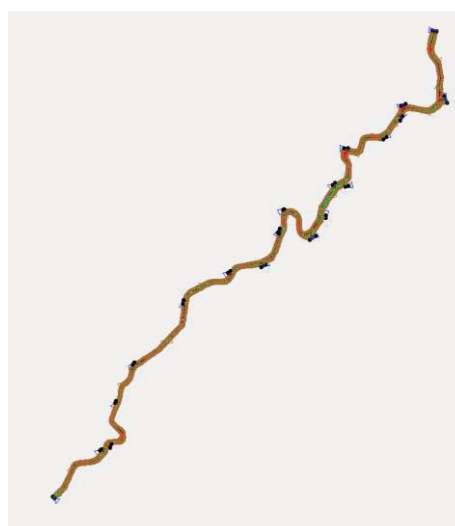
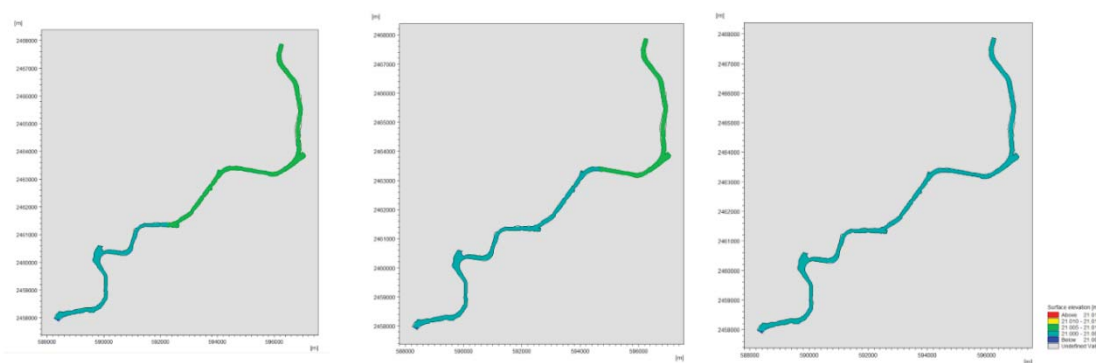


图 6.2.1-16 网格剖分情况



图 6.2.1-17 局部网格剖分情况

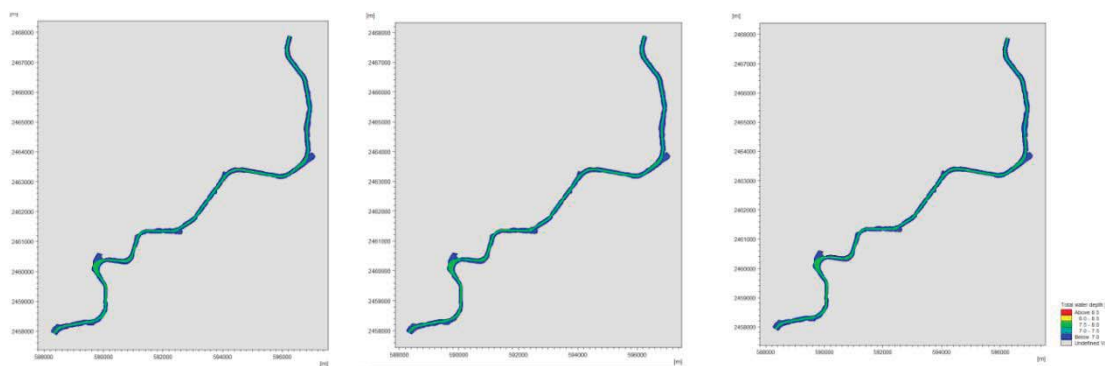


(a) 丰水期

(b) 平水期

(c) 枯水期

图 6.2.1-18 水位云图(企石~青年枢纽)

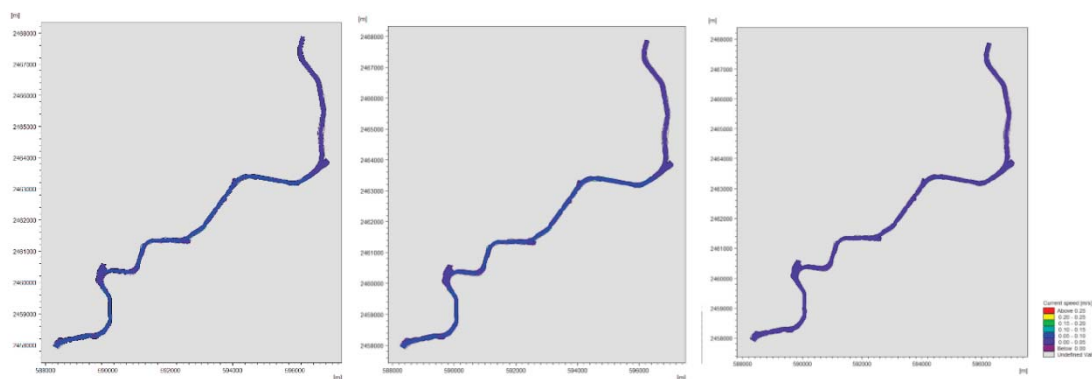


(a) 丰水期

(b) 平水期

(c) 枯水期

图 6.2.1-19 水深云图(企石~青年枢纽)



(a) 丰水期

(b) 平水期

(c) 枯水期

图 6.2.1-20 流速云图(企石~青年枢纽)

根据模拟结果，平陆运河工程实施后各段的水位、流速、水深等水动力参数情况如表 6.2.1-4 所示。

表 6.2.1-4 各河段水动力模拟成果汇总表

第 1 段:平塘江口~马道枢纽			
代表时段	水位 (m)	水深 (m)	流速 (m/s)
丰水期(P=25%)	63.00~63.10	11.80~12.00	0.05~0.20
平水期(P=50%)	63.00~63.05	11.80~11.98	0.03~0.18
枯水期(P=90%)	63.00~63.03	11.80~11.97	0.02~0.17
第 2 段:马道~企石枢纽			
代表时段	水位 (m)	水深 (m)	流速 (m/s)
丰水期(P=25%)	35.00~35.08	6.40~6.48	0.01~0.03
平水期(P=50%)	35.00~35.06	6.40~6.46	0.01~0.03
枯水期(P=90%)	35.00~35.02	6.40~6.42	0.01~0.02
第 3 段:企石~青年枢纽			
代表时段	水位 (m)	水深 (m)	流速 (m/s)
丰水期(P=25%)	8.70~8.80	6.10~6.20	0.04~0.16
平水期(P=50%)	8.70~8.74	6.10~6.14	0.03~0.14
枯水期(P=90%)	8.70~8.72	6.10~6.12	0.03~0.10

### 6.2.1.6 调水 $24\text{m}^3/\text{s}$ 、 $40\text{m}^3/\text{s}$ 后水动力模拟分析

根据规划，平陆运河需要相应的调水配套工程保障其航运的正常用水，补水位置拟设置在马道枢纽，补水河段主要是马道枢纽以下至青年枢纽河段。根据设计，近期拟外调水量  $24\text{m}^3/\text{s}$ ，远期拟外调水量  $40\text{m}^3/\text{s}$ 。为分析近期、远期补水对运河航道的水动力影响，本研究对近期、远期补水流量工况下马道枢纽以下运河河段进行了水动力计算和分析。由于平塘江口~马道枢纽段不需要补水，因此该河段不需要再进行水动力计算。模拟基本情况如下：

- (1) 水动力模拟工况：(a) 近期补水  $24\text{m}^3/\text{s}$ ；(b) 远期补水  $40\text{m}^3/\text{s}$ ；
- (2) 模拟范围：马道~企石枢纽、企石~青年枢纽
- (3) 计算模拟参数：水位、水深、流速
- (4) 尾水与底高程：(a) 尾水位：企石枢纽 35m、青年枢纽 8.7m；(b) 底高程：马道~企石枢纽 28.6m，企石~青年枢纽 2.6m。

现对各段模拟成果介绍如下：

#### (一) 马道-企石枢纽

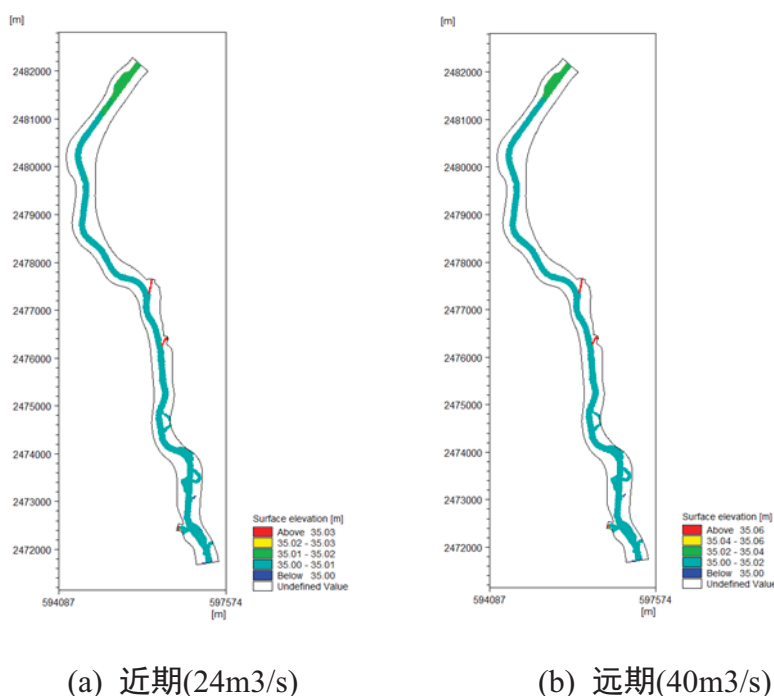
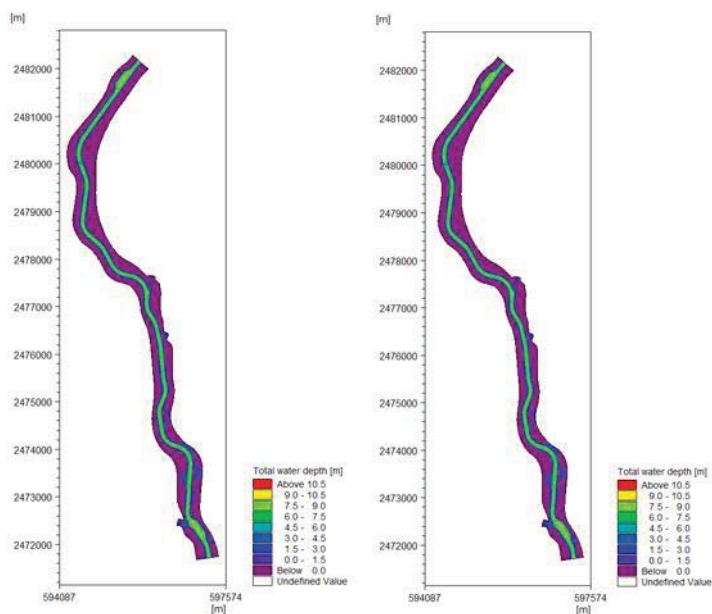


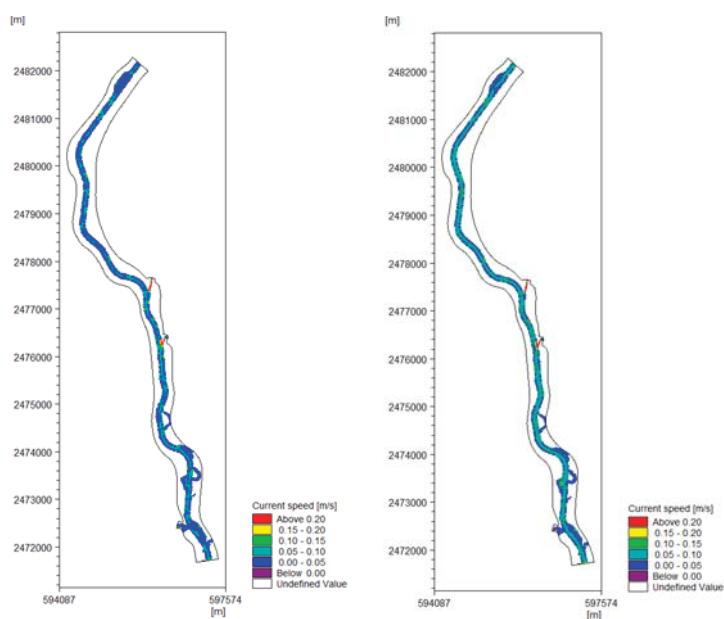
图 6.2.1-21 水位云图(马道~企石枢纽)



(a) 近期(24m<sup>3</sup>/s)

(b) 远期(40m<sup>3</sup>/s)

图 6.2.1-22 水深云图(马道~企石枢纽)

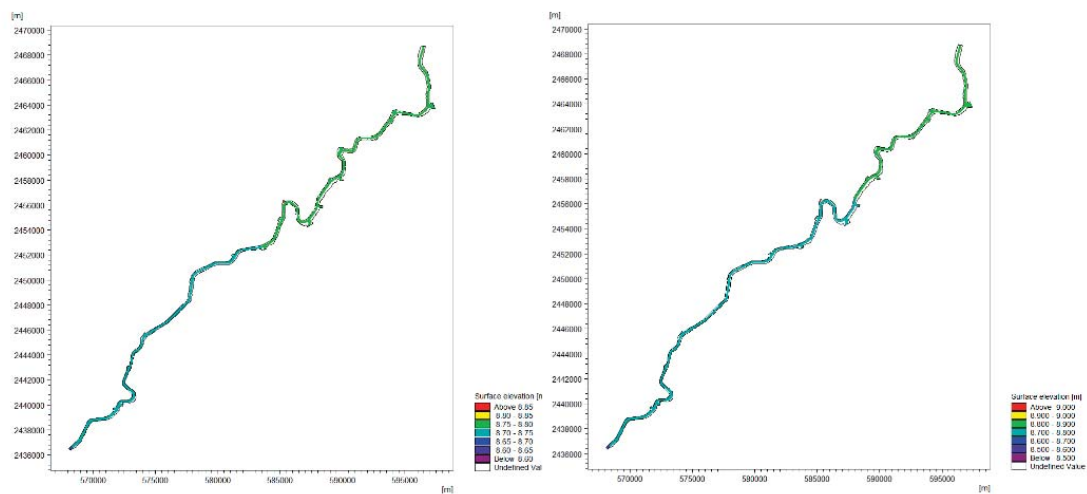


(a) 近期(24m<sup>3</sup>/s)

(b) 远期(40m<sup>3</sup>/s)

图 6.2.1-23 流速云图(马道~企石枢纽)

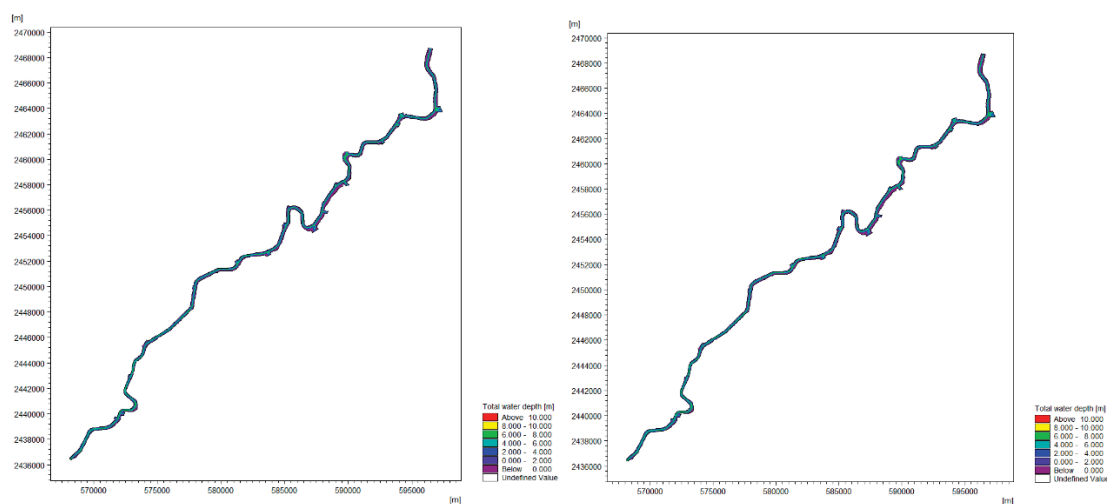
(二) 企石-青年枢纽



(a) 近期(24m<sup>3</sup>/s)

(b) 远期(40m<sup>3</sup>/s)

图 6.2.1-24 水位云图(企石~青年枢纽)



(a) 近期(24m<sup>3</sup>/s)

(b) 远期(40m<sup>3</sup>/s)

图 6.2.1-25 水深云图(企石~青年枢纽)



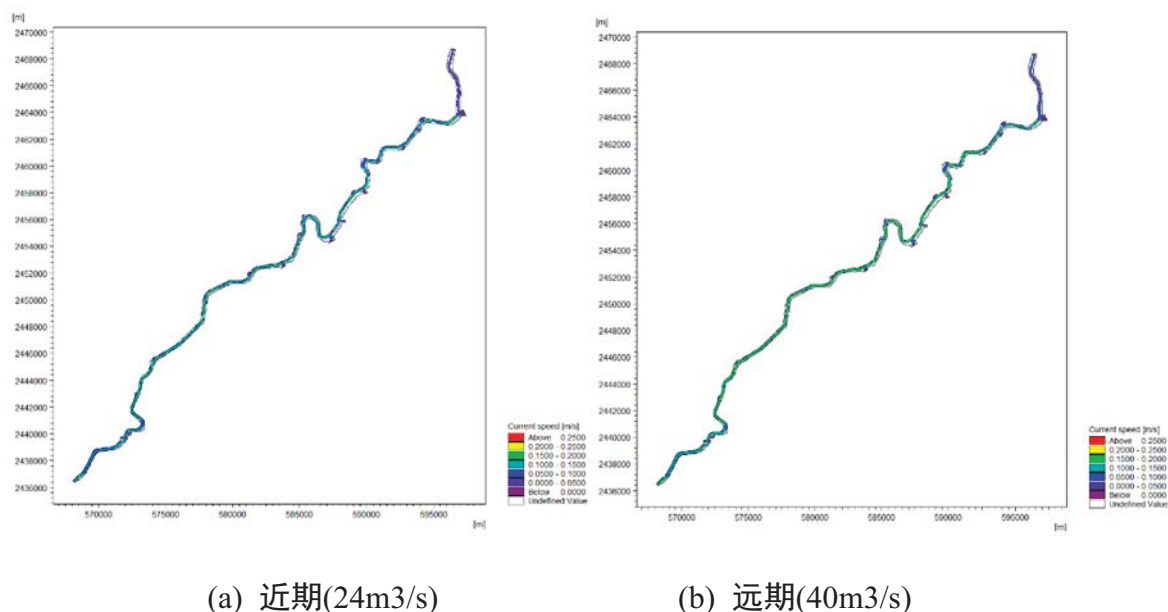


图 6.2.1-26 流速云图(企石~青年枢纽)

根据模拟结果，考虑平陆运河补水实施后近期（24m<sup>3</sup>/s）、远期（40m<sup>3</sup>/s）调水情况下各段的水位、流速、水深等水动力参数情况如表 6.2.1-5 所示。

表 6.2.1-5 各河段水动力模拟成果汇总表（近期调水 24m<sup>3</sup>/s）

序号	河段名称	水位 (m)	水深 (m)	流速 (m/s)
1	马道~企石	35.00~35.01	6.40~6.41	0.10~0.15
2	企石~青年	8.70~8.79	6.10~6.19	0.12~0.16

表 6.2.1-6 各河段水动力模拟成果汇总表（远期调水 40m<sup>3</sup>/s）

序号	河段	水位 (m)	水深 (m)	流速 (m/s)
1	马道~企石	35.00~35.02	6.40~6.42	0.13~0.18
2	企石~青年	8.71~8.80	6.11~6.20	0.14~0.20

### 6.2.1.7 小结

工程实施前，在现状枯水期，流速约 0.3~0.5m/s 左右，水深约 1.5~8.0m 左右；在丰水期，流速约 0.7~1.0m/s 左右，水深约 2.5~10.0m 左右。

工程实施后，运河底宽一般为 85.0m，按 1:2.5 放坡，水深一般在 6.1~6.4m 左右，在各梯级正常蓄水运行情况下，断面过水面积约在 610~640m<sup>2</sup> 左右。因此，在近期调水 24m<sup>3</sup>/s 情况下，在平水期（50%）运河河段总流量约 100m<sup>3</sup>/s，

流速约 0.15~0.16m/s；当远期调水 40m<sup>3</sup>/s 情况下，在平水期（50%）运河河段总流量约 116m<sup>3</sup>/s，流速约 0.18~0.20m/s。

## 6.2.2 航道水温变化

### 6.2.2.1 MIKE3 基本方程

#### （一）水动力基本方程

MIKE3 是基于三维不可压缩流及雷诺平均化的 N-S 方程所建立的数学模型，它包含水流紊动基本方程及温度对流扩散方程。

（1）水流连续性方程：

$$\frac{1}{\rho c_s^2} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = SS \quad (1.1)$$

（2）水流动量方程：

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + \frac{\partial(u_i u_j)}{\partial x_j} + 2\Omega_{ij} u_j = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_j} + g_i + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ v_t \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \delta_{ij} k \right] + u_i s \quad (1.2)$$

（3）温度对流扩散方程：

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial(T u_i)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \frac{v_t}{\sigma_T} \frac{\partial T}{\partial x_i} \right) + \frac{Q_H}{C_p} \quad (1.3)$$

（4）k-ε 方程

$$\begin{aligned} \frac{\partial k}{\partial t} + u_i \frac{\partial k}{\partial x_i} &= \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \frac{v_t}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x_i} \right) + v_t \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \beta g_i \frac{v_t}{\sigma_T} \frac{\partial \phi}{\partial x_i} - \varepsilon \\ \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + u_i \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i} &= \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \frac{v_t}{\sigma_\varepsilon} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i} \right) + c_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} \left[ v_t \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + c_{3\varepsilon} \beta g_i \frac{v_t}{\sigma_T} \frac{\partial \phi}{\partial x_i} \right] - c_{2\varepsilon} \frac{\varepsilon^2}{k} \end{aligned} \quad (1.4)$$

（5）Smagorinsky 方程

$$\begin{aligned} v_T &= l^2 2 \sqrt{S_{ij} g S_{ji}} \\ S_{ij} &= \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \end{aligned} \quad (1.5)$$

上述各式中， $\rho$  为水的密度； $C_s$  为水的状态参数； $u_i$  为  $x_i$  方向的速度； $g_i$  为重力矢量； $p$  为压力； $v_t$  为垂向紊动粘性系数； $\delta$  为克罗内克函数； $\beta$  为热膨胀

系数； $k$ 为紊动动能； $t$ 为时间； $T$ 为温度； $l$ 为求解涡运动的长度比尺； $Q_H$ 为热量交换量； $C_p$ 为水的比热； $\sigma_T$ 为普朗特数； $\Omega_{ij}$ 为克氏张量； $S_{ij}$ 为拉伸率张量。

## （二）热交换方程

水体主要是通过辐射、传导、蒸发以及外部入流等形式进行热交换，在MIKE3模型中主要通过设置太阳的短波辐射、大气和水面的长波辐射、水体蒸发散热等参数值来还原水体的热交换过程。

（1）太阳的短波辐射进入水体会被水体吸收，其光强的衰减服从 Beer 定律：

$$I(d) = (1 - \beta)I_0 e^{-\lambda d} \quad (1.6)$$

（2）水体表面总热量表达式：

$$Q_n = q_v + q_c + \beta q_{sr,net} + q_{lr,net} \quad (1.7)$$

（3）垂向水体内部热交换为：

$$\hat{H} = \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{q_{sr,net} (1 - \beta) e^{-\lambda(\eta - z)}}{\rho_0 c_p} \right) \quad (1.8)$$

（4）水体表面热交换方程：

$$\hat{H} = \frac{q_v + q_c + q_{sr,net} + q_{lr,net}}{\rho_0 c_p} \quad (1.9)$$

式中： $I_0$ 为水体表面的光强； $I_d$ 为水面以下 $d$ 米深处的太阳光强； $\beta$ 为水体表面吸收光能的比例系数； $\lambda$ 为光能衰减系数； $Q_n$ 为总的热量变化； $q_v$ 为蒸发散失的热量； $q_c$ 为对流传导的热量； $q_{sr,net}$ 为净短波辐射热量； $q_{lr,net}$ 为净长波辐射热量； $\rho_0$ 为水的参考密度； $c_p$ 为水的比热。

## （三）热量平衡计算方程

热量平衡的计算方程具体如下所示：

（1）蒸发潜热通量

蒸发热量损失由道尔顿定律的关系式表达为：

$$q_v = LC_e (a_1 + b_1 W_{2m}) (Q_{water} - Q_{air}) \quad (1.10)$$

式中： $L$  为蒸发潜热，取值  $2.5 \times 106 \text{ J/kg}$ ； $C_e$  为湿度系数，取值  $1.32 \times 10^3$ ； $W_{2m}$  为水面上方 2m 处的风速； $Q_{water}$  为水表面的蒸发密度； $Q_{air}$  为大气中水的蒸发密度； $a_1$  和  $b_1$  是道尔顿常数。

### (2) 对流交换热量

对流交换热量是由大气-水界面所决定的，其表达式为：

$$q_c = \begin{cases} \rho_{air} C_{air} C_{heating} W_{10} (T_{air} - T_{water}) & T_{air} \geq T_{water} \\ \rho_{air} C_{air} C_{cooling} W_{10} (T_{air} - T_{water}) & T_{air} < T_{water} \end{cases} \quad (1.11)$$

式中： $\rho_{air}$  为空气密度 ( $\text{kg/m}^3$ )； $C_{air}$  为空气比热  $1007 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ ； $C_{heating}$  和  $C_{cooling}$  为水的斯坦顿数； $W_{10}$  为水表面上 10 米的风速 ( $\text{m/s}$ )； $T_{water}$  为水的绝对温度； $T_{air}$  为空气的绝对温度。

### (3) 短波辐射

太阳辐射是由波长在 1000 到 30000Å 之间的电磁波组成，其绝大部分被臭氧层吸收，只有很少一部分能量到达地球表面。能达到地球表面的短波辐射波长范围在 4000 到 9000Å 之间<sup>[79]</sup>。短波辐射强度的表达公式为：

$$q_s = \left( \frac{H}{H_0} \right) q_0 (a_3 + b_3 \cos(\omega_i)) \frac{10^6}{3600} \quad (1.12)$$

$$\frac{H}{H_0} = a_2 + b_2 \frac{n}{n_d} \quad (1.13)$$

$$a_3 = 0.4090 + 0.5016 \sin \left( \omega_{sr} - \frac{\pi}{3} \right) \quad (1.14)$$

$$b_3 = 0.6609 + 0.4767 \sin \left( \omega_{sr} - \frac{\pi}{3} \right) \quad (1.15)$$

$$q_0 = q_{sc} E_0 \left( \sin(\phi) \sin(\delta) + \frac{24}{\pi} \cos(\phi) \cos(\delta) \cos(\omega_i) \right) \quad (1.16)$$

$$\omega_i = \frac{\pi}{12} \left( 12 + \Delta t_{displacement} + \frac{4}{60} (L_S - L_E) - \frac{E_t}{60} - t_{local} \right) \quad (1.17)$$

式中： $\frac{H}{H_0}$  为一天内地球外的辐射强度与阴天辐射强度比； $\frac{n}{n_d}$  为每天日照时数与一年中最大每天日照时数之比； $\omega_{sr}$  为太阳升起角度； $\omega_i$  为时间角度； $q_{sc}$  是日辐射常数，取值为  $4.9212\text{MJ/m}^2/\text{h}$ ； $E_0$  为太阳轨道偏心率； $\phi$  是纬度值； $\delta$  为地球倾斜角； $\Delta t_{displacement}$  是夏令时和子午时间； $L_s$  是时区标准经度； $L_E$  当地经度； $E_i$  是太阳轨道时间差； $t_{local}$  是当地时间。

(4) 净短波辐射  $q_{s,net}$  表达式为：

$$q_{s,net} = (1 - \alpha) q_s \quad (1.18)$$

当净短波辐射到达水面后有一部分会被反射而损失掉，其反射系数表达式为：

$$\alpha = \frac{1}{2} \left( \frac{\sin^2(i-r)}{\sin^2(i+r)} + \frac{\tan^2(i-r)}{\tan^2(i+r)} \right) \quad (1.19)$$

式中： $i$  为反射角； $r$  为折射角； $\alpha$  为反射系数。

(5) 净长波辐射

长波辐射是指波长在  $9000\text{-}25000\text{\AA}$  之间的电磁波，净长波辐射是指水体表面发出的长波辐射与大气发出的到达水体表面的长波辐射之差，其表达式为：

$$q_{lr,net} = -\delta_{sb} (T_{air} + T_K)^4 (a - b\sqrt{e_d}) \left( c + d \frac{n}{n_d} \right) \quad (1.20)$$

式中： $a=0.56$ ； $b=0.077$ ； $c=0.10$ ； $d=0.90$ ； $\delta_{sb}$  为玻尔兹曼常数； $T_{air}$  是大气温度； $T_K$  是热力学常数； $e_d$  为大气结露温度。

本次模型计算区域选定靠近西津水库的沙坪河段，划定  $2\text{km}$  的研究河段长度，航道底部高程  $51.1\text{m}$ ，河段平面形态较为顺直，具体计算区域如下所示。本次研究中采用的模拟工况是沙坪河段最低通航水位下对应的流量-水位工况，采取此流量及其对应水位为模拟工况目的是研究在维持船舶正常航行的最低需求下，分析水温变化。

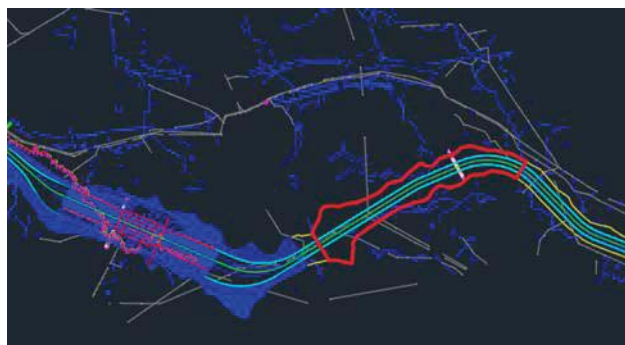


图 6.2.2-1 模型计算区域

### 气候条件

(1) 气温、水温：该河段夏季温度较高，并长达 4-5 月，冬季霜雪则较为少见。夏秋季水温高，春冬季水温则较低，水温随气温的变化而不断改变，其中 1、2 月份水温最低，7、8 月份水温最高。

(2) 降水量：河段降水较为丰沛，受地形、气候等条件等的影响，降水分布不均匀，山地降水量较河谷多，且 60% 的年降水量集中在夏季。

(3) 风力：受地形环境等影响，变动回水区整体风速较小，春、冬季风多于夏季，而强风则多发生于夏季，并常伴着雷雨天气。

### 6.2.2.2 计算模型参数设置

#### (一) 网格划分

针对河道具体地形，选取 FM 网络结构来对网格进行划分。平面上采用非结构化网格进行划分，计算区域为  $2000\text{m} \times 220\text{m} \times 7\text{m}$ ，网格数总计为 18160 个，其中网格最大控制面积为  $225\text{m}^2$ ，最小控制角度为  $30^\circ$ ；垂向上则采用基于 sigma 坐标的结构化网格，选择均匀分层模式 (Equidistant) 将网格均匀分成 10 层。其中，若以水平面为基准，计算网格导入的水深值为地形高程-水位高程。同时取河段出口、中部、入口附近 5 个断面 S1、S2、S3、S4、S5 进行水温模拟结果分析。

计算区域地形网格如下图所示：

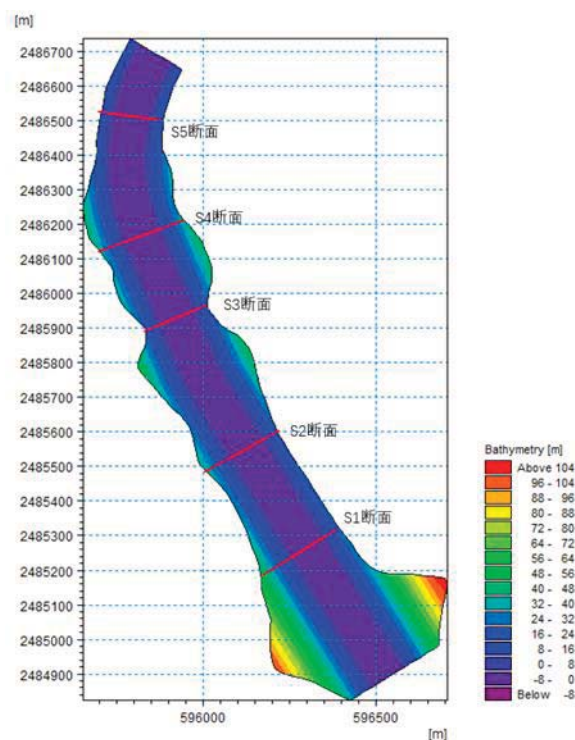


图 6.2.2-2 计算区域地形网格

### （二）边界条件设置

地形数据来源于实测地形图所提取高程点数据，初始水温设置为 4℃，气温设置为 5℃且不随时间和空间变化。流量冬季模拟取沙坪河 5 年一遇的流量 672m<sup>3</sup>/s，对应的最低通航水位为 57.8m，流场则设置为静止状态，同时进出口边界的水位、水温、水深、流速均设置为不随时间和空间变化，以使其模拟结果最终达到稳定状态。

### （三）模型参数设置

计算模型水平和垂直方向分别采用不同的紊流模型，水平方向为 Smagorinsky 模型，垂向为 k- $\epsilon$  模型。计算模型需要设置的参数有紊流模型参数、大气-水界面热交换方程组参数、涡粘系数、糙率等。其中计算模型中最终输入的参数如下表所示：

表 6.2.2-1 k- $\epsilon$  紊流模型参数表

参数	$C_\mu$	$C_{1e}$	$C_{2e}$	$\sigma_T$	$\sigma_k$	$\sigma_\epsilon$
数值	0.10	1.50	1.90	0.90	1.10	1.30

表 6.2.2-2 热交换方程组参数表

参数	道尔顿系数	风力系数	斯坦顿系数	水体表面吸光比例系数	光衰减系数	比尔定律系数
数值	0.5	0.9	0.05	0.3	1.0	0.6

表 6.2.2-3 其他参数表

参数	糙率	Smagorinsky 系数	横向扩散系数	垂向扩散系数
数值	0.0366	1.0	1.0	1.0

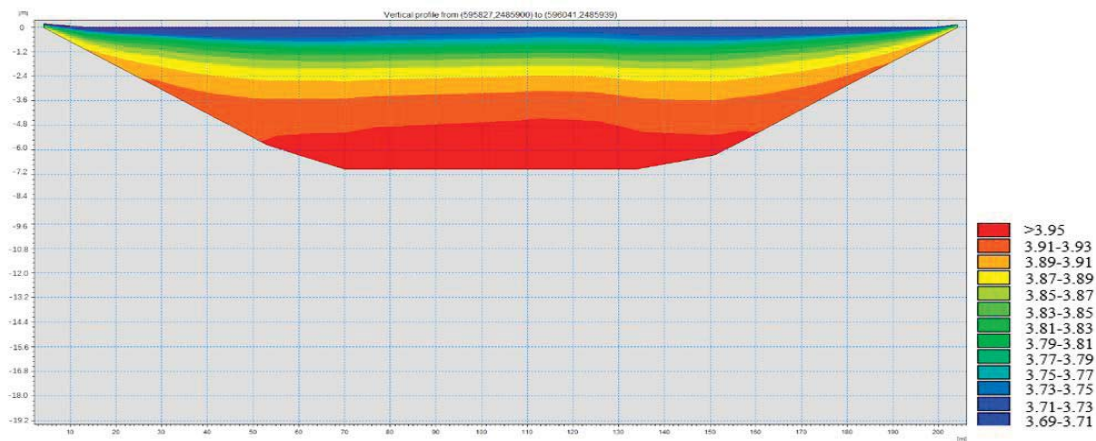
### 6.2.2.3 研究河段水温模拟结果分析

对研究河段垂向上 S1、S2、S3、S4、S5 断面温度分布如图 3 所示，冬季工况下水温由上至下非线性逐渐递增，水体上部分层密集，下层趋向稀疏，温跃层较为明显。从水温数值大小上看，S1、S2、S3、S4、S5 断面温度区间大致分别为 3.60~3.95℃、3.75~3.94℃、3.77~3.90℃、3.71~3.89℃、3.68~3.88℃，该 5 个断面上下温差最大为 0.35℃。区域中水体升温速率在浅水层较大，随着水深增加，升温速率不断减小，在深水层水温在水深达到一定深度后近乎保持不变。

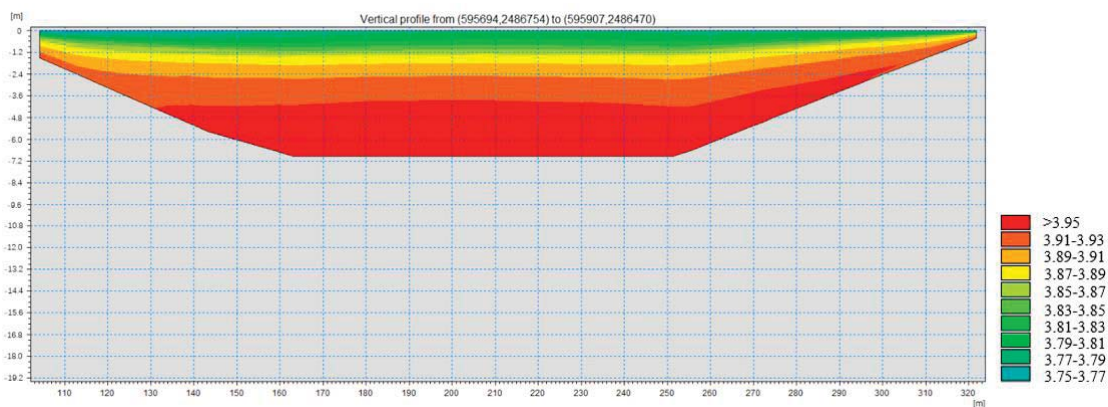
总的来说，在气温较低的冬季，水温沿水深的增大而增加，水温分层现象不明显，但维持较高水温的水层（等温层）较厚。同时研究河段整体平面温度分布如图 6.2.2-4 所示，水温主要分布在 3.808~3.822℃，且在同一层上的水温分布呈现区域性特点即航道两侧区域水温明显高于航道中间区域水温，初步分析这可能是由于航道地形较为简单，导致两者的水深不同，最终影响水温的分布。

此外，船舶在航道中航行也会对水体产生扰动，促进上下层水体温度相互交换，从而减少航道水温分层。总体而言，航道水温上下分层不十分显著。

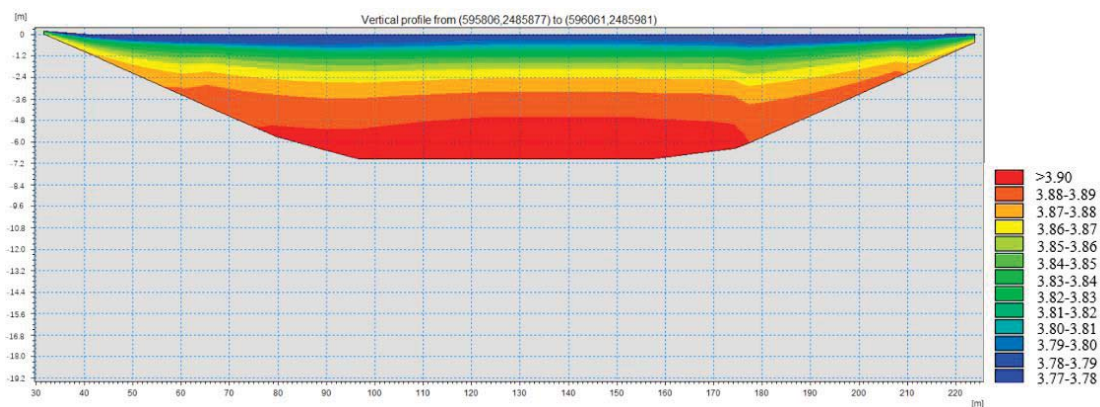




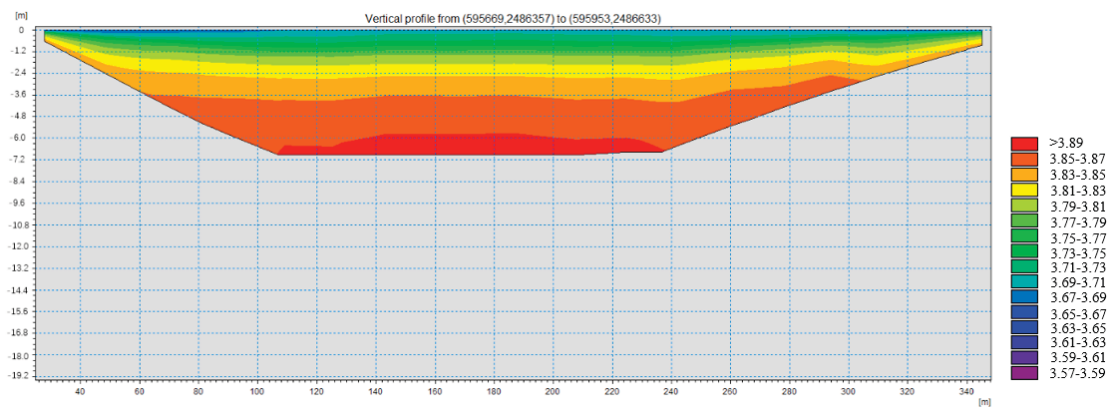
(a) S1 断面温度分布



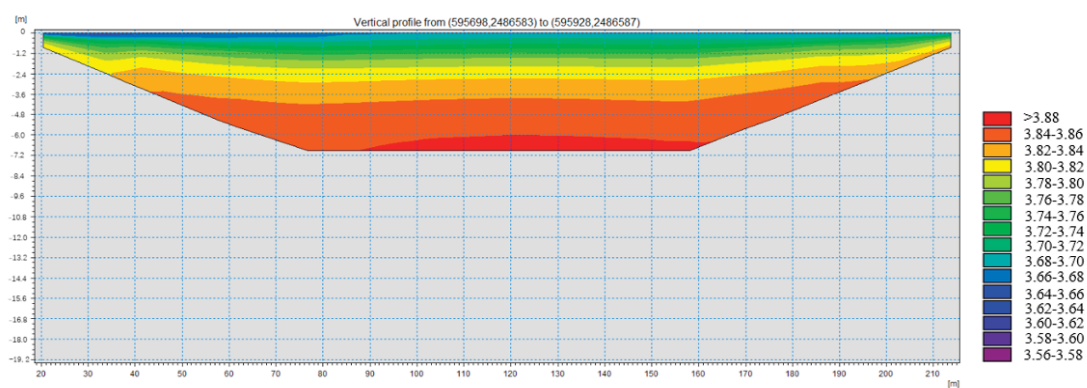
(b) S2 断面温度分布



(c) S3 断面温度分布



(d) S4 断面温度分布



(e) S5 断面温度分布

图 6.2.2-3 S1、S2、S3、S4、S5 断面温度分布

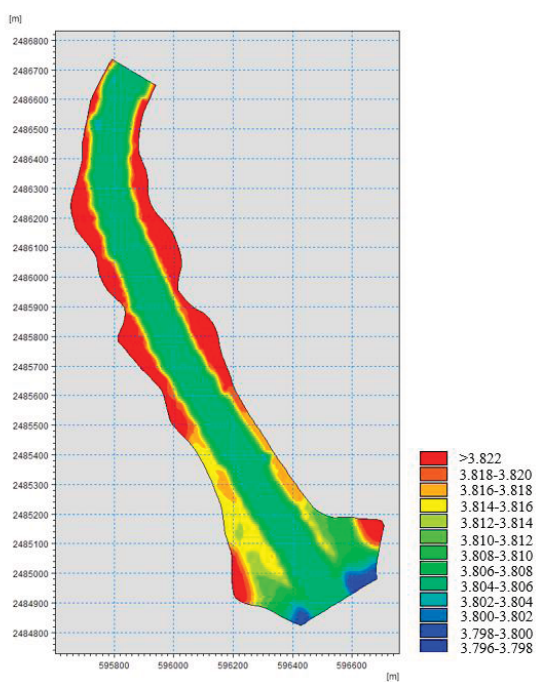


图 6.2.2-4 研究区域平面温度分布

## 6.3 地表水环境影响评价

### 6.3.1 施工期水质影响分析

#### 6.3.1.1 悬浮物输移扩散模型

##### 1、水动力模型

模型基于平面二维不可压缩的 NS 方程进行求解，原理控制方程如下。

(1) 连续性方程：

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS$$

(2) 动量方程：

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x}(2h\nu_t \frac{\partial \bar{u}}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial x}(h\nu_t(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x})) + f\bar{v}h - gh \frac{\partial \xi}{\partial x} - \frac{h}{\rho} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho} + u_s S$$

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x}(h\nu_t(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x})) + \frac{\partial}{\partial y}(2h\nu_t \frac{\partial \bar{v}}{\partial y}) - f\bar{u}h - gh \frac{\partial \xi}{\partial y} - \frac{h}{\rho} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho} + v_s S$$

式中， $h$ 为总水深； $\bar{u}$ 、 $\bar{v}$ 分别为流速在深度上的平均值， $\bar{hu} = \int_{-d}^{\eta} u dz$ ，

$\bar{hv} = \int_{-d}^{\eta} v dz$ ； $\tau_{bx}$ 、 $\tau_{by}$ 为 $x$ 、 $y$ 方向的底面摩阻应力； $f$ 为柯氏力系数； $g$ 为重力

加速度； $\eta$ 为水面高程； $\rho$ 为水的密度； $\rho_0$ 为（淡）水的参考密度； $P_a$ 为大气压

强； $t$ 为时间； $S$ 为源汇项的流量， $u_s$ 、 $v_s$ 分别为源汇处的流速。

(3) 模型验证：

水动力模型验证基于钦江陆屋水文站的实测流速、水深验证结果，可知悬浮物输移扩散模型中的模拟流速与水深与实测值均较好吻合，所建模型能应用于实际工程的预测计算。

##### 2、悬浮物输移扩散模型

悬浮物输运基于对流扩散方程进行计算，其方程如下：

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + u \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + v \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left( h D_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left( h D_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S \#$$

其中 $h$ 为水深； $\bar{c}$ 为深度平均浓度； $u$ 、 $v$ 为 $x$ 、 $y$ 方向上的深度平均速度； $D_x$ 、 $D_y$ 为扩散系数； $S$ 为沉降项； $Q_L$ 为源项流量； $C_L$ 为源项浓度。

求解沉降项 $S$ 的公式如下：

$$S = w_s c_b p_d \#$$

其中 $w_s$ 为沉降速度(m/s)； $c_b$ 为河床表面浓度(kg/m<sup>3</sup>)； $p_d$ 为沉降概率。

参照长江、乌江、嘉陵江、西江等航道以及《钦州 10 万吨级航道环境影响评价报告》中的悬浮泥沙中值粒径及沉降速度，并考虑偏不利情形，本项目设置悬浮物综合衰减速率为 $1 \times 10^{-4}$  m/s。

### 6.3.1.2 运河施工悬浮物扩散预测

#### 1、沙坪河河段施工悬浮物影响预测分析

##### (1) 计算区域及网格划分

基于已有地形数据，建立沙坪河河段施工悬浮物平面二维数值模型。天然情况下，沙坪河水流自南往北流。由于沙坪河两岸分布的灵山县沙雄自来水厂及人饮工程均位于狮子河汇入口上游，故干流建模上至狮子河汇入口以上，总长度为 6.5 km。模型平面采用非结构三角形网格，总数为 2716 个，如图所示。考虑计算结果具备代表性，典型施工点位布置在沙坪河中游，即沙坪河段与航道交汇处。

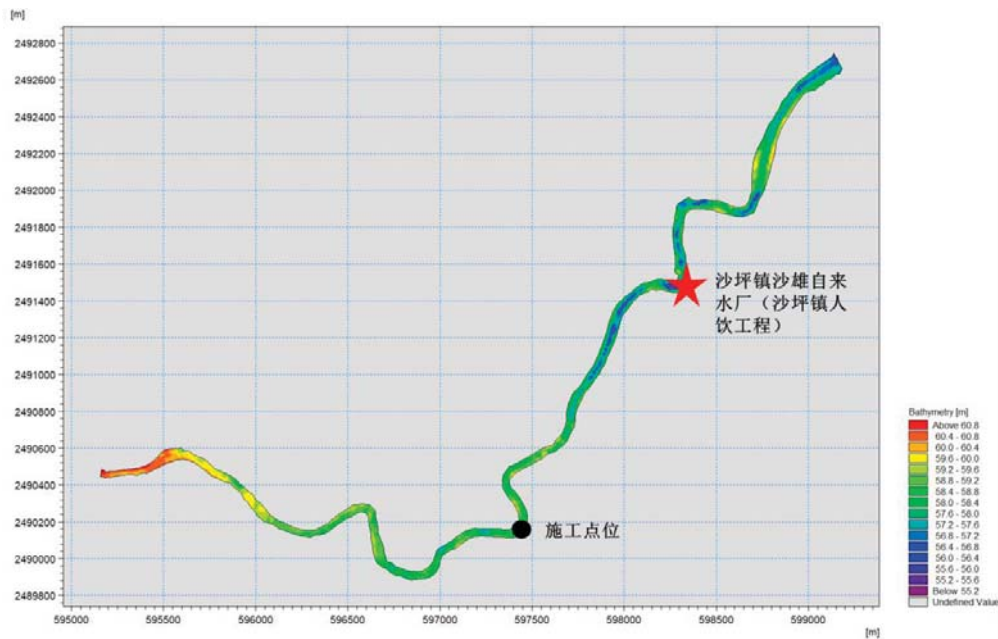


图 6.3.1-1 沙坪河水动力-悬浮物模型计算体及施工点位设置

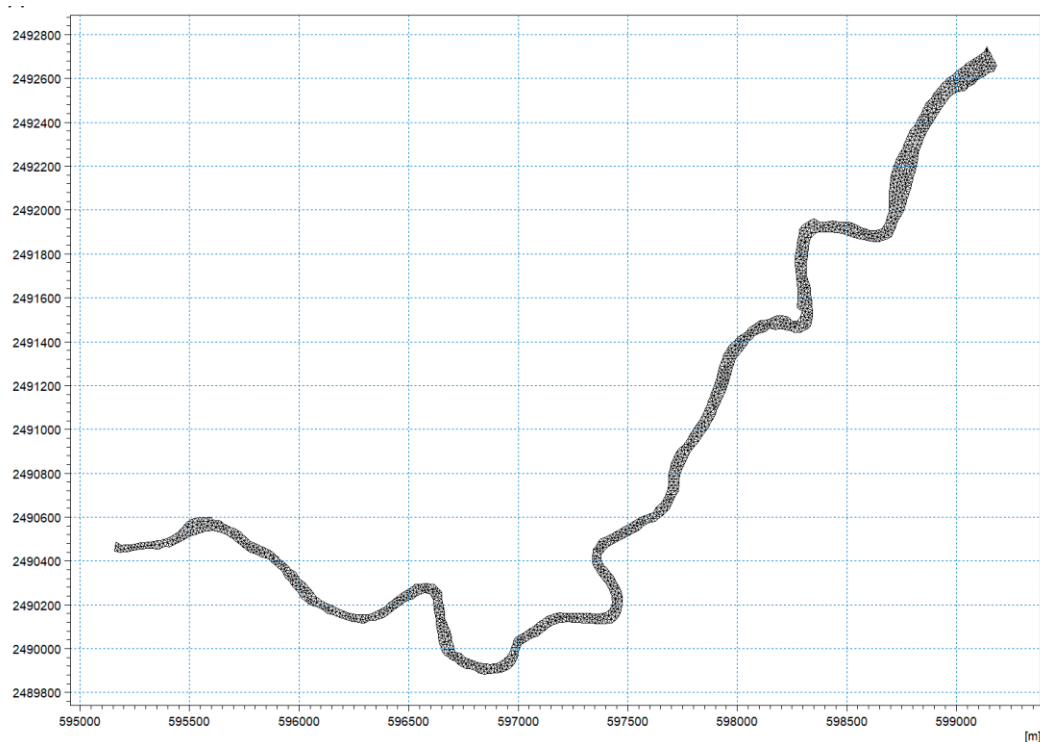


图 6.3.1-2 沙坪河水动力-悬浮物模型计算体网格划分

### (2) 计算工况

干流来流流量取沙坪河枯水期流量  $3.49\text{m}^3/\text{s}$ 。基于河段长度和水流运动特征，计算时间取 8d，时间步长取 30s。根据平陆运河生态调查和环境质量现状监测报告，悬浮物本底浓度取河段枯水期监测平均值，为  $10.7\text{mg/L}$ 。

### (3) 计算结果分析

如图 6.3.1-3 所示，在沙坪河河段施工时，悬浮物扩散至疏浚点下游约 0.2 km 位置悬浮物浓度在  $300\text{mg/L}$  以上，约 1 km 悬浮物浓度降低到  $100\text{mg/L}$ ，下游 2.1 km 悬浮物浓度降低到  $20\text{mg/L}$ ，较原本底提升  $10\text{mg/L}$ 。根据上述预测结果，施工导致河段下游悬浮物浓度升高，由于该河段内分布有饮用水水源地和人饮工程，建议在取水口上游 2.1 km 以上进行施工，确保悬浮物扩散至取水口处的浓度增加值小于  $10\text{mg/L}$ ，对取水水质污染较小。此外，施工悬浮物对水环境的影响将随着工程施工的结束而消失。

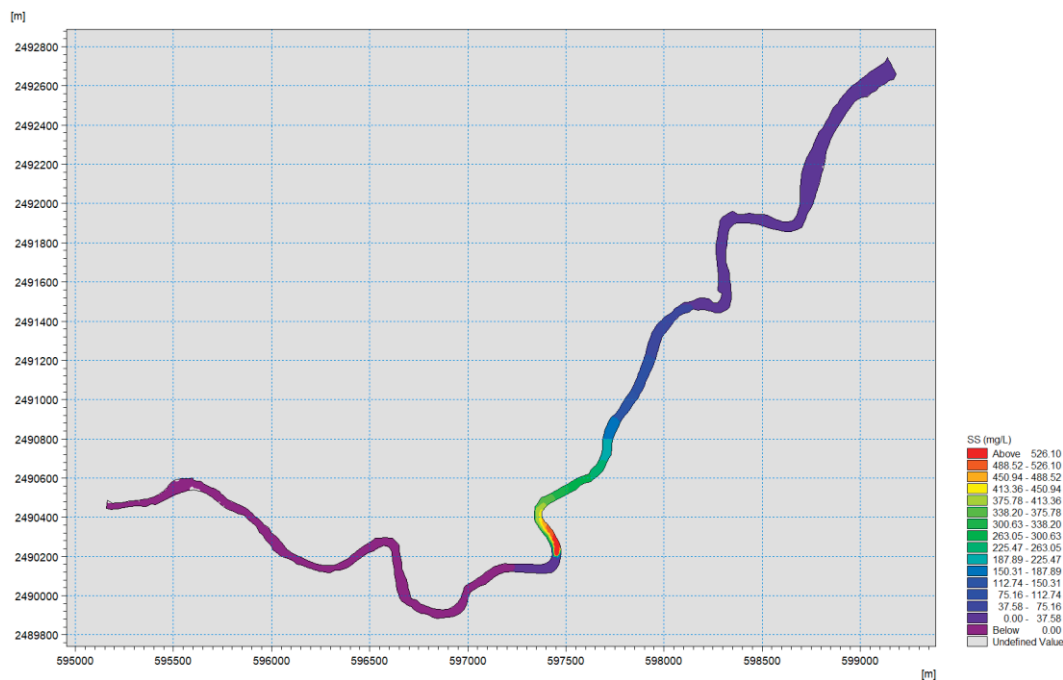


图 6.3.1-3 沙坪河施工引起悬浮物浓度分布情况

## 2、旧州江河段施工悬浮物影响预测分析

### (1) 计算区域及网格划分

根据已有地形数据，建立旧州江河段施工悬浮物平面二维模型，干流建模总长度为 22.8 km，包含沿线 5 条支流，如图 6.3.1-4 所示。模型平面采用非结构三角形网格，总数为 9727 个。此外，为使计算结果具有一定的适用性，典型施工点位设在旧州江河段中上游裁弯取直处。

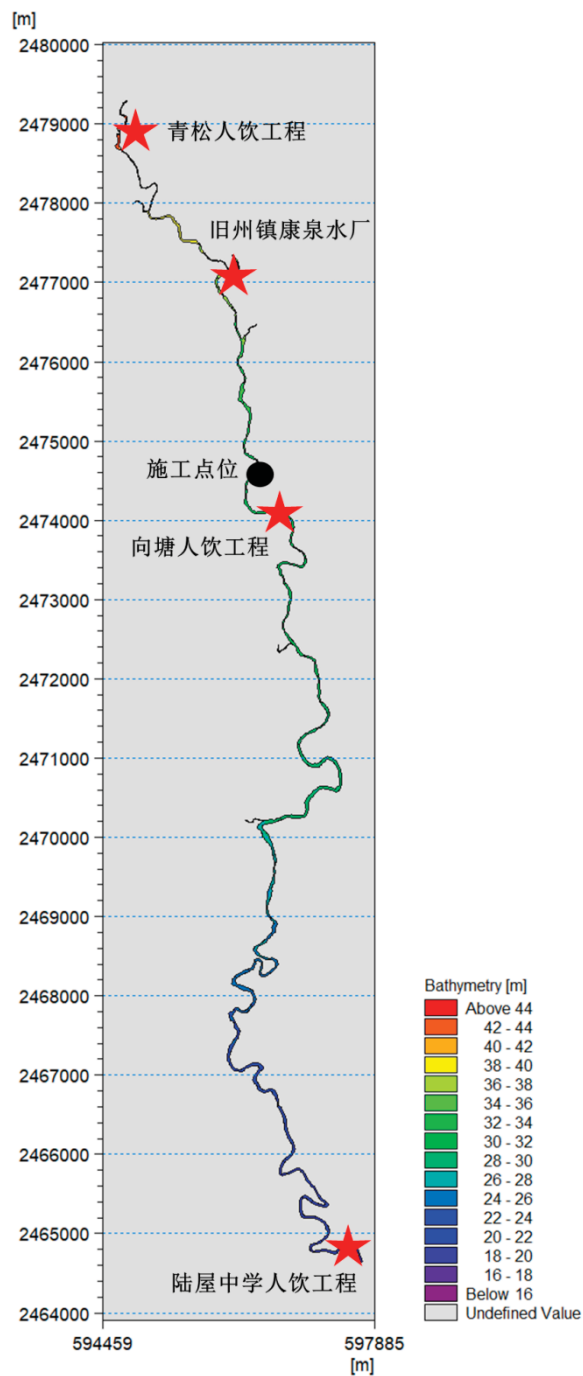


图 6.3.1-4 旧州江水动力-悬浮物计算体及施工点位设置

## (2) 计算工况

旧州江河段来流流量取枯水期流量，为  $1.24 \text{ m}^3/\text{s}$ 。河段区间考虑王屋河、大塘河、高湖河等支流汇入。基于河段长度和水流运动特征，计算时间取  $8 \text{ d}$ ，时间步长取  $30 \text{ s}$ 。根据《监 72-73 号平陆运河生态调查和环境质量现状监测报告》，悬浮物本底浓度取河段枯水期监测平均值，为  $10.7 \text{ mg/L}$ 。

### （3）计算结果分析

如图 6.3.1-5 所示，在旧州江河段施工时，悬浮物扩散至疏浚点下游约 0.2 km 范围内悬浮物浓度在 1100 mg/L 以上，约 1 km 悬浮物浓度降低到 280 mg/L，约 4.1 km 悬浮物浓度降低到 20 mg/L，较本底提高 10 mg/L。根据上述预测结果，施工导致河段下游悬浮物浓度升高，由于该河段内分布有饮用水水源地和人饮工程，建议在取水口上游 4.1 km 以上进行施工，确保悬浮物扩散至取水口处的浓度增加值小于 10 mg/L，对取水水质影响较小。旧州江施工悬浮物扩散浓度高且范围广，分析主要原因是河段水量少所致。

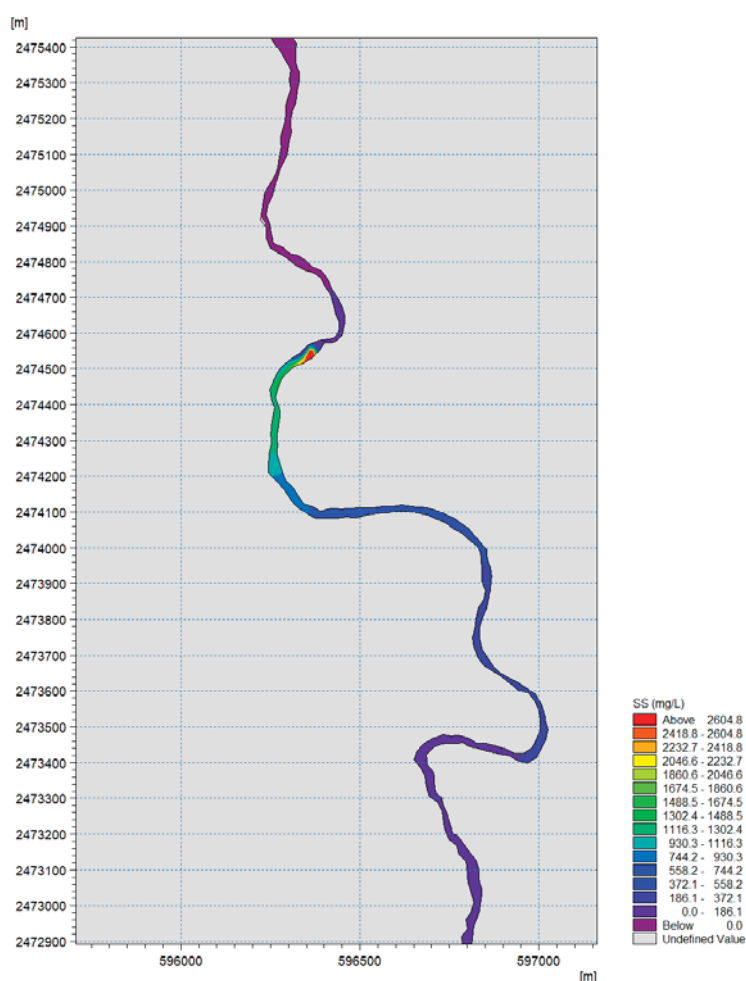


图 6.3.1-5 施工点位局部悬浮物浓度扩散分布情况

## 3、钦江河段施工悬浮物影响预测分析

### （1）计算区域及网格划分

基于已有地形数据，建立钦江河段施工悬浮物平面二维模型，干流建模总长度为 73 km，包含沿线 19 条支流，如图 6.3.1-6 所示。模型平面采用非结构三角



形网格，总数为 24899 个。此外，为使计算结果具有一定的适用性，典型施工点位设置在河段中游。

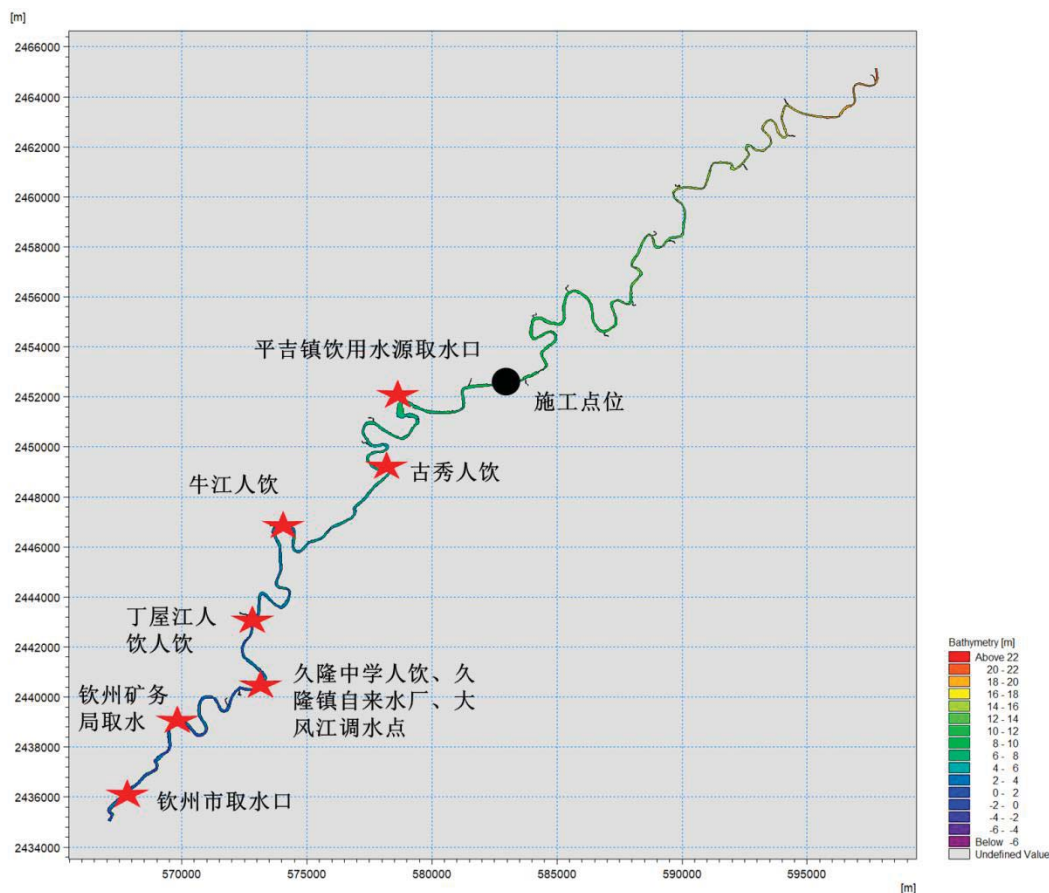


图 6.3.1-6 钦江水动力-悬浮物计算体及施工点位设置

## (2) 计算工况

钦江干流来流流量采用枯水期流量  $8.97\text{m}^3/\text{s}$ ，沿程考虑甲屋河、丁屋江、新坪水等支流汇入。基于河段长度和水流运动特征，计算时间取 10 d，时间步长取 30 s。根据《监 72-73 号平陆运河生态调查和环境质量现状监测报告》，悬浮物本底浓度取河段枯水期监测平均值，为  $10\text{mg/L}$ 。

## (3) 计算结果分析

如图 6.3.1-7 所示，在钦江河段施工时，悬浮物扩散至疏浚点下游约 0.2 km 范围内悬浮物浓度在  $200\text{mg/L}$  以上，约 1 km 悬浮物浓度降低到  $100\text{mg/L}$ ，约 2.0 km 范围内悬浮物浓度降低到  $20\text{mg/L}$ ，较本底提高  $10\text{mg/L}$ 。根据上述预测结果，施工导致河段下游悬浮物浓度升高，由于该河段内分布有饮用水水源地和人饮工程，建议在取水口上游 2.0 km 以上进行施工，确保悬浮物扩散至取水口

处的浓度增加值小于 10 mg/L。此外，施工悬浮物对水环境的影响将随着工程施工的结束而消失。

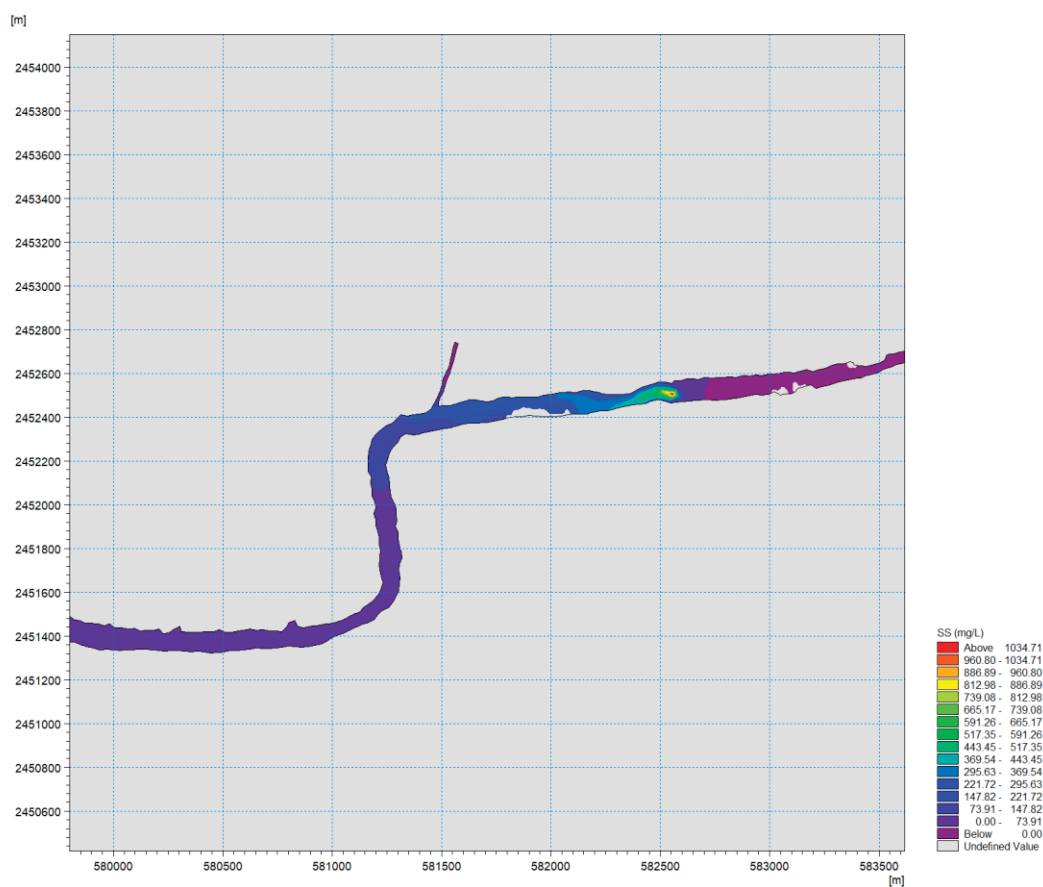


图 6.3.1-7 施工点位局部悬浮物浓度分布情况

### 6.3.1.3 施工悬浮物取水口防护

前节针对平陆运河原河道施工期悬浮物输移扩散进行了模拟计算，通过设置典型施工点位及源强，悬浮物预测结果统计如表 6.3.1-1 所示。

表 6.3.1-1 施工悬浮物扩散输移特性

河段名	施工悬浮物源强 (kg/s)	下游悬浮物浓度稀释至 20 mg/L 所需距离 (km)
沙坪河	1.78	2.1
旧州江	1.78	4.1
钦江	1.78	2.0

根据上述结果可知：

(1) 在沙坪河上施工，施工点需距离下游取水口 2.1 km 以上，可保证取水口处悬浮物浓度增加值小于 10 mg/L，对水质影响较小。由于沙坪河两岸分布有灵山县沙雄自来水厂，可考虑施工期关停取水口，或考虑取水口迁建至沙坪河与

主航道汇口的上游区域。

(2) 在旧州江上施工，施工点需距离下游取水口 4.1 km 以上，可保证取水口处悬浮物浓度增加值小于 10 mg/L，对水质影响轻微。由于旧州江两岸分布有桥柱人饮工程、青松人饮工程等，可考虑施工期关停取水口，或在取水口周围设置防污屏，并在施工区边界设置围栏，防止施工物料、土石填料等进入取水口附近河道内。

(3) 在钦江上施工，施工点需距离下游取水口 2.0 km 以上，可保证取水口处悬浮物浓度增加值小于 10 mg/L，对水质影响较小。由于旧州江两岸分布有平吉镇取水口、久隆镇取水口以及钦州市饮用水源取水口等众多重要取水口，可考虑施工期关停取水口，采用备用水源；还应在取水口周围设置防污屏，并在取水口附近水体中安装水质监测仪器，对取水水质进行在线监测。此外，在施工点位须采用防护罩、改进疏浚工艺、提升机具效率等施工悬浮物防扩散措施。目前，已启动钦州市第二水源工程，该工程主要建设目的为平陆运河施工期间，为钦州市提供水源保障。

(4) 为保证河段施工正常推进，确保施工过程对下游取水口水质基本无影响，平陆运河施工应采用环保型疏浚机械，如封闭式抓斗、刮铲式环保绞刀及防污屏等，来防止挖泥过程中污泥悬浮物外漏。由此，设置施工时悬浮物收集率可达 80%，则可运用所建模型计算出：在沙坪河上施工，施工点位下游 450 m 悬浮物浓度增加值小于 10 mg/L；在旧州江上施工，施工点位下游 970 m 悬浮物浓度增加值小于 10 mg/L；在钦江上施工，施工点位下游 650 m 悬浮物浓度能够增加值小于 10 mg/L；如表 6.3.1-2 所示。此外，根据地表水饮用水源保护区规定，取水口下游 300 m，即二级保护区边界，也应纳入应急保护区范围。

表 6.3.1-2 考虑环保施工的悬浮物扩散特征

河段名	施工源强 (kg/s)	施工悬浮物收集率为 80%，下游悬浮物稀释至 20 mg/L 所需距离
沙坪河	1.78	450
旧州江	1.78	970
钦江	1.78	650

### 6.3.2 运行期水质影响分析

### 6.3.2.1 平面二维水质模型

平陆运河工程实施后，水流趋于平缓，水深加大，形成梯级电站。污染源主要为两岸工业废水、生活污水和农业面源，其中工业废水、生活污水以点源的形式进入研究河段，其余农业污染源和部分生活污水通过面源汇入运河干流。综合平面二维水质模型考虑排污口分布特征及研究河段的特征，采用平面二维紊流数学模型对研究河段水动力特性及水质进行预测，选用水动力模块（HD模块）和水质模块进行预测。平面二维水质模型能够解析污染物的平面分布，故用来预测河段及取水口的水质因子浓度。模型中的原理方程如下：

(1) 连续性方程：

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS$$

(2) 动量方程：

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x}(2h\bar{v}_t \frac{\partial \bar{u}}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial x}(h\bar{v}_t(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x})) + f\bar{v}h - gh \frac{\partial \xi}{\partial x} - \frac{h}{\rho} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho} + u_s S$$

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x}(h\bar{v}_t(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x})) + \frac{\partial}{\partial y}(2h\bar{v}_t \frac{\partial \bar{v}}{\partial y}) - f\bar{u}h - gh \frac{\partial \xi}{\partial y} - \frac{h}{\rho} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho} + v_s S$$

式中， $h$ 为总水深； $\bar{u}$ 、 $\bar{v}$ 分别为流速在深度上的平均值， $h\bar{u} = \int_{-d}^{\eta} u dz$ ，

$h\bar{v} = \int_{-d}^{\eta} v dz$ ； $\tau_{bx}$ 、 $\tau_{by}$ 为 $x$ 、 $y$ 方向的底面摩阻应力； $f$ 为柯氏力系数； $g$ 为重力

加速度； $\eta$ 为水面高程； $\rho$ 为水的密度； $\rho_0$ 为（淡）水的参考密度； $P_a$ 为大气压

强； $t$ 为时间； $S$ 为源汇项的流量， $u_s$ 、 $v_s$ 分别为源汇处的流速。

(3) 水质扩散输移方程：

$$\frac{\partial h\bar{C}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{C}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}\bar{C}}{\partial y} = hF_c - hk_p\bar{C} + hC_s S$$

式中： $\bar{C}$ 为深度平均的各水质因子浓度； $k_p$ 为各水质要素的线性降解系数；

$C_s$ 为源汇中的水质要素的浓度； $F_c$ 为水平扩散项。

### 6.3.2.2 预测因子与计算工况

根据平陆运河工程评价河段的水环境质量与污染源特征分析，库区水质预测因子选择 COD、NH<sub>3</sub>-N、TP、TN 等常规 4 项。

依据对历年径流过程分析，结合运河建成后的运行情况，选取平水年的丰、平、枯水期的流量过程作为一般工况进行预测，以定量分析工程建设后评价河段水质的影响变化。其中各水期界定为：枯水期为 11-3 月、丰水期 6-9 月，其余月份为平水期。计算工况详见表 6.3.2-1。

表 6.3.2-1 运行期运河水质影响预测计算工况表

工况	水文条件	水质边界条件	入库污染负荷
1	平水年丰水期	2021 年丰水期 现状监测水质来流浓度	排污口正常排放
2	平水年平水期	2021 年平水期 现状监测水质来流浓度	排污口正常排放
3	平水年枯水期	2021 年枯水期 现状监测水质来流浓度	排污口正常排放

### 6.3.2.3 边界条件设置

#### 1、计算区域与网格划分

计算区域为西津水库沙坪河口至青年水闸共 86.5 km 河段，划分马道枢纽、企石枢纽以及青年枢纽共 3 个梯级河段，并分别建体计算。采用三角形网格对计算区域进行网格划分，排污口局部适当进行网格加密，3 个梯级水库地形及外环境关系分别见图 6.3.2-1、图 6.3.2-2 及图 6.3.2-3。

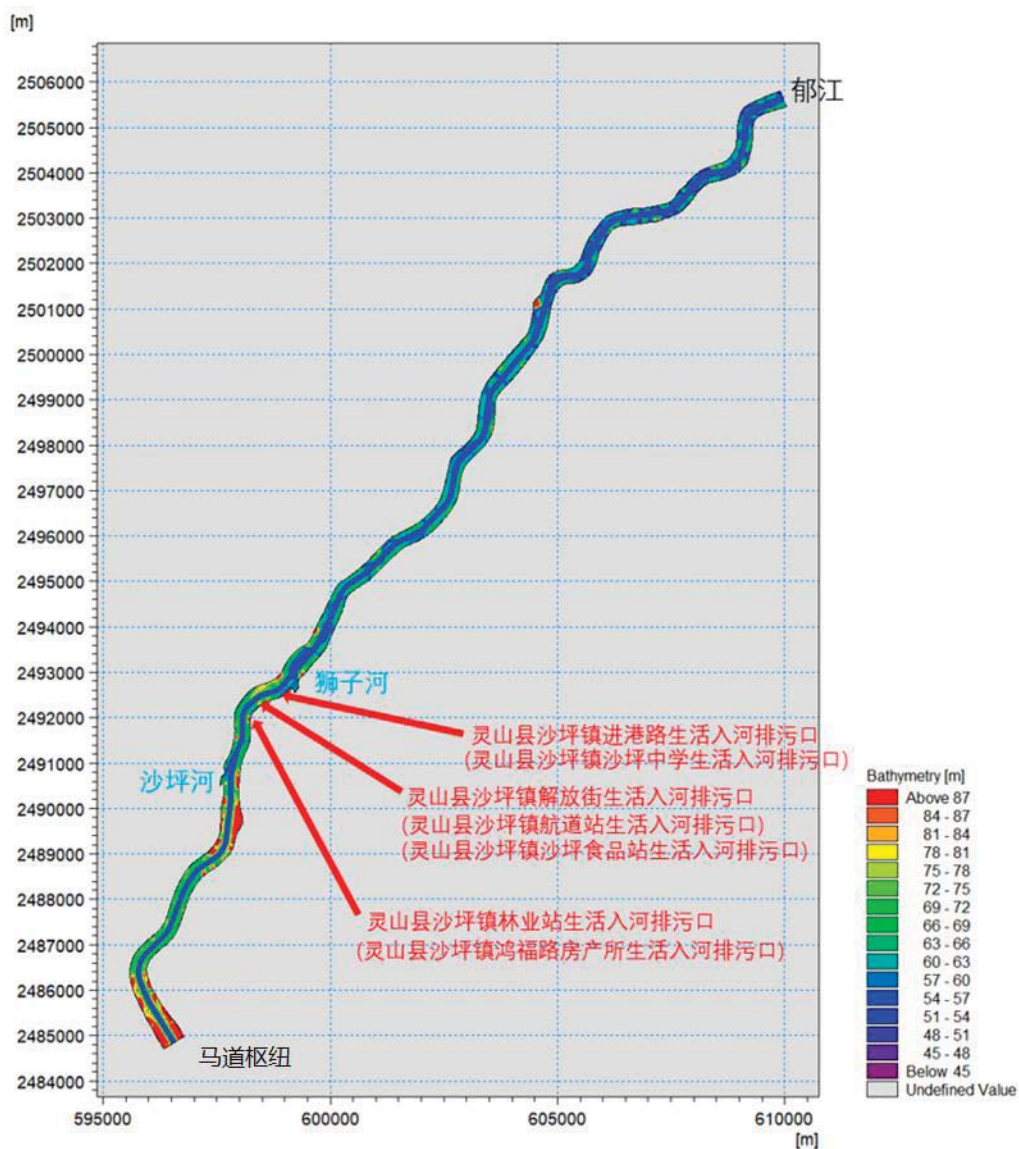


图 6.3.2-1 郁江—马道枢纽河段地形及外环境关系图

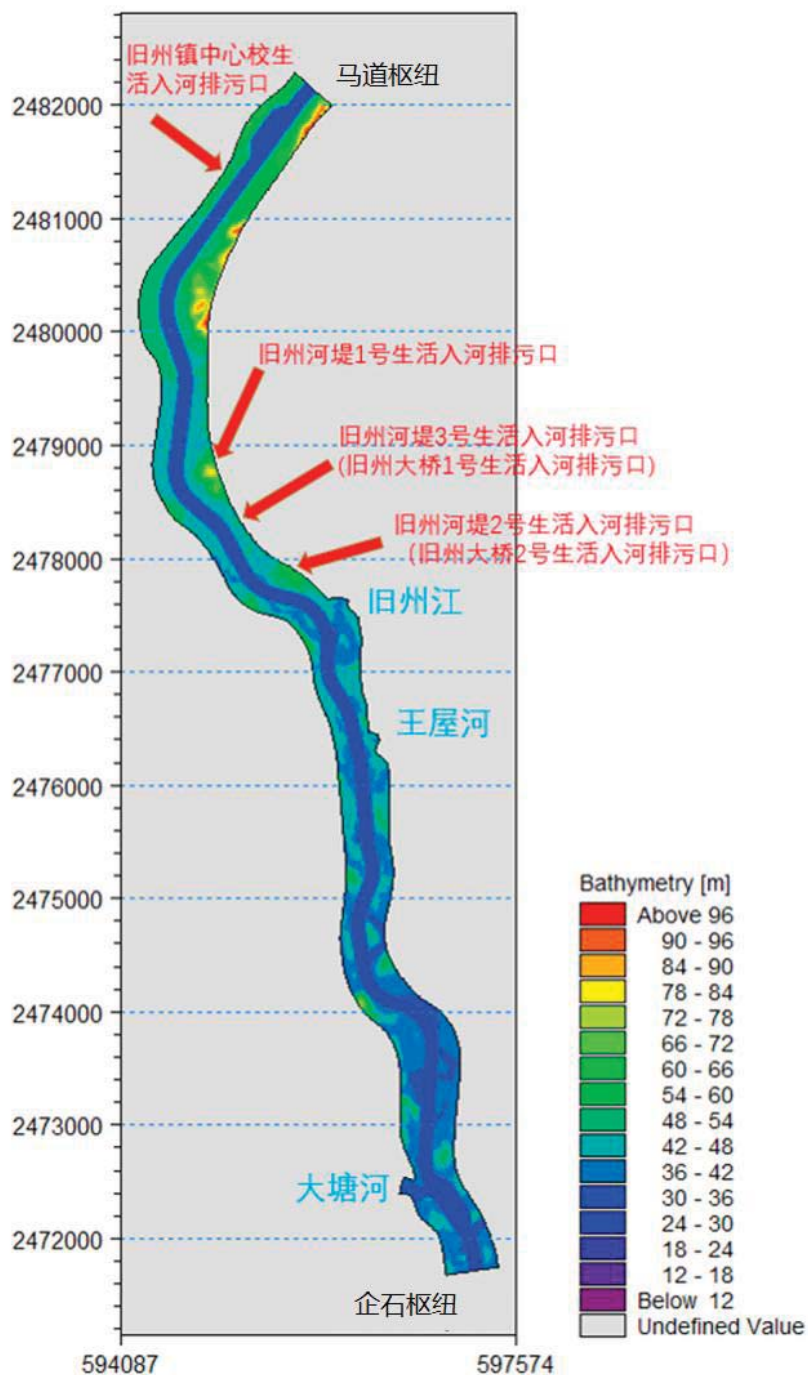


图 6.3.2-2 马道—企石枢纽段地形及外环境关系图

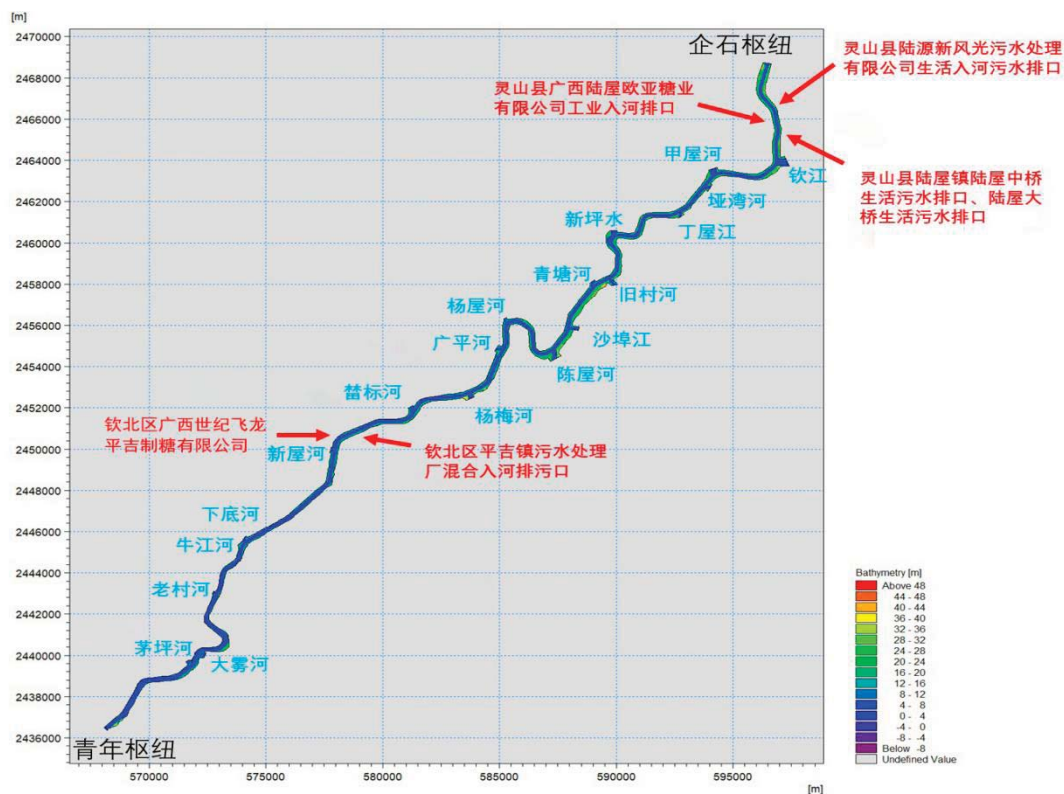


图 6.3.2-3 企石—青年枢纽段地形及外环境关系图

## 2、水文边界条件

运河建成后，航道涉及的支流入流边界共 26 处，为沙坪河、狮子河、旧州江等支流，分别给定丰水期、平水期、枯水期对应工况下的入流流量过程。各梯级航段干流进口断面分别采用马道枢纽、企石枢纽、青年枢纽的库尾来流流量，干流出口边界则按照马道枢纽、企石枢纽、青年枢纽的正常蓄水位给定。

平陆运河需要从郁江调水来保障其航运的正常用水，补水位置拟设置在马道枢纽，补水河段主要是马道枢纽以下至青年枢纽河段。其中，近期拟外调水量  $24 \text{ m}^3/\text{s}$ ，远期拟外调水量为  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

## 3、水质边界条件

沙坪河与郁江交汇断面（运河起始断面）和支流断面的入流水质因子浓度采用环评委托开展的水质现状监测成果，并按丰、平、枯各水期的监测平均值给定。各入流边界水质条件设置如表所示。



表 6.3.2-2 计算水质边界设置表（单位：mg/L）

断面	水期	COD	NH <sub>3</sub> -N	TP	TN
沙坪河与郁江交汇（运河起始）	丰水期	6	0.257	0.09	2.54
	平水期	8	0.201	0.08	1.30
	枯水期	2.8	0.309	0.04	1.29
狮子河支流	丰水期	23	0.768	0.10	2.88
	平水期	14	1.130	0.09	1.67
	枯水期	3.4	0.493	0.06	2.25
沙坪河支流	丰水期	15	0.193	0.12	2.46
	平水期	15	1.110	0.10	1.45
	枯水期	2.8	0.309	0.04	1.29
干流马道	丰水期	10	0.268	0.08	3.55
	平水期	8	0.508	0.08	1.12
	枯水期	8	0.508	0.08	1.12
旧州江支流	丰水期	25	0.483	0.08	2.51
	平水期	7	1.130	0.10	1.45
	枯水期	3.2	0.619	0.06	1.42
王屋河支流	丰水期	25	0.503	0.08	2.51
	平水期	8	0.775	0.06	1.92
	枯水期	3.0	0.331	0.05	1.35
大塘河支流	丰水期	25	0.429	0.12	2.88
	平水期	7	0.817	0.08	1.96
	枯水期	4.2	3.86	0.19	8.42
干流企石	丰水期	6	0.805	0.13	2.63
	平水期	10	0.275	0.06	1.68
	枯水期	10	0.275	0.06	1.68
高湖河支流	丰水期	26	0.272	0.13	2.95
	平水期	10	0.513	0.16	1.29
	枯水期	5.6	0.536	0.18	2.29
钦江	丰水期	16	0.489	0.15	2.94
	平水期	12	0.800	0.13	2.27
	枯水期	2.8	0.339	0.05	1.62
甲屋河支流	丰水期	10	0.615	0.17	2.95
	平水期	11	0.901	0.11	1.75
	枯水期	4.1	1.15	0.18	2.02
埡湾河支流	丰水期	12	0.645	0.17	3.70
	平水期	12	1.270	0.07	3.02
	枯水期	2.5	0.136	0.04	4.17
丁屋江支流	丰水期	16	0.844	0.11	3.75
	平水期	6	1.100	0.07	4.12
	枯水期	4.0	0.515	0.08	2.88
新坪水支流	丰水期	23	0.533	0.10	2.32

断面	水期	COD	NH <sub>3</sub> -N	TP	TN
	平水期	8	1.160	0.15	3.59
	枯水期	1.6	0.131	0.04	1.37
旧村河支流	丰水期	22	0.751	0.12	4.05
	平水期	13	1.310	0.36	2.27
	枯水期	4.1	0.400	0.21	2.13
青塘河支流	丰水期	26	0.935	0.07	2.91
	平水期	10	0.817	0.12	2.02
	枯水期	2.3	0.443	0.08	2.32
沙埠江支流	丰水期	24	0.693	0.08	4.85
	平水期	10	1.890	0.09	3.80
	枯水期	2.2	0.283	0.06	2.11
陈屋河支流	丰水期	24	0.697	0.08	4.85
	平水期	8	0.462	0.04	1.02
	枯水期	5.1	0.283	0.04	0.96
杨屋河支流	丰水期	23	0.688	0.09	4.64
	平水期	21	1.030	0.27	2.65
	枯水期	25	82.4	8.71	249
广平河支流	丰水期	24	0.700	0.07	4.86
	平水期	11	0.986	0.13	2.57
	枯水期	3.9	1.17	0.09	1.76
杨梅河支流	丰水期	23	0.697	0.08	4.69
	平水期	11	1.113	0.15	2.51
	枯水期	2.1	0.152	0.03	0.42
替标河支流	丰水期	24	0.713	0.07	4.89
	平水期	13	1.620	0.24	2.28
	枯水期	3.1	1.60	0.09	4.43
三踏水支流	丰水期	24	0.716	0.07	4.80
	平水期	9	1.450	0.08	1.64
	枯水期	2.3	0.843	0.14	2.14
新屋河支流	丰水期	25	0.723	0.07	4.91
	平水期	8	1.320	0.07	1.69
	枯水期	3.6	1.80	0.15	2.29
下底河支流	丰水期	25	0.734	0.06	4.90
	平水期	11	1.440	0.12	1.75
	枯水期	4.6	1.29	0.16	2.54
牛江河支流	丰水期	25	0.738	0.06	4.94
	平水期	13	1.920	0.15	3.41
	枯水期	3.8	0.448	0.07	1.90
老村河支流	丰水期	25	0.744	0.06	4.96
	平水期	12	1.980	0.11	2.99
	枯水期	2.6	0.381	0.05	1.57
大雾河支流	丰水期	11	0.696	0.12	2.15

断面	水期	COD	NH <sub>3</sub> -N	TP	TN
	平水期	13	0.732	0.08	2.16
	枯水期	2.5	0.192	0.04	1.79
茅坪河支流	丰水期	25	0.779	0.09	2.60
	平水期	12	0.896	0.08	1.94
	枯水期	2.6	0.171	0.06	1.70
干流青年水 闸	丰水期	14	0.737	0.11	3.62
	平水期	11	0.255	0.08	1.49
	枯水期	11	0.255	0.08	1.49

#### 4、污染源处理

污染源按点源和面源两类加入。点源部分按前污染源章节确定的预测水平年2029年城镇生活污水集中排放情况和工业园区或企业废水排放情况来设定排污口位置、流量及浓度，相邻点源合并处理；面源部分则根据前污染源章节确定的未来面源负荷，按照库周各乡镇源强分布和库区区间汇流流量扣除支流水量以外的流量过程，分段分岸沿程给定，且面源排放仅发生在丰、平水期，枯水期不考虑面污染源入库。

#### 5、主要模型参数

运河建成后由于航道内流量加大，流速放缓，水深加大。马道、企石、青年三个梯级，日均下泄次数为18.26、18.26、18.26次/日，一天内平均耗水量为24.03、24.06、10.08m<sup>3</sup>/s，基本保持河流状态。在水质降解系数取值方面，项目参照《钦州市钦江水污染防治总体方案（2017~2020年）》（2017）《广西钦州市水资源综合规划报告》（2007）和《广西壮族自治区地表水环境容量研究报告》（2011年）等科研报告，同时类比《太湖流域上游平原河网污染物综合衰减系数的测定》（冯帅等，2016）《河网水功能区水环境容量核定技术规范》（河海大学，2021年）和《三峡工程蓄水对澎溪河回水区COD<sub>Mn</sub>、NH<sub>3</sub>-N和TP综合衰减系数的影响》（王晓青，2015）等已建工程经验，降解系数适度降低，取值应在0.01-0.1之间。采取的污染物降解系数为：化学需氧量0.02-0.07d<sup>-1</sup>；氨氮0.02-0.07d<sup>-1</sup>；总磷0.01-0.02d<sup>-1</sup>；总氮0.01-0.02d<sup>-1</sup>，本项目计算基于最不利参数进行，类比如表6.3.2-3所示。

表 6.3.2-3 降解系数取值分析表（单位： $d^{-1}$ ）

水质指标	三峡蓄水前澎溪河	三峡蓄水后澎溪河	太湖流域上游平原航道	三峡库区重庆段	低坝径流式九龙滩电站	运河建成前 (摘自《钦州市钦江水污染防治总体方案》)
COD	0.13	0.007	0.03	0.2-0.6	0.1	0.1
NH <sub>3</sub> -N	0.11	0.006	0.02	0.03-0.06	0.06	0.1
TP	0.08	0.005	0.06	0.01-0.03	0.04	0.05
TN	0.08	0.005	0.01	0.04-0.09	0.06	0.05

#### 6.3.2.4 近期调水 $24m^3/s$ 运河沿程水质预测结果分析

##### 1、平水年丰水期（工况 1）影响预测分析

运河建成后，平水年丰水期各梯级航段水质预测结果如下：

##### （1）郁江—马道梯级航段

平陆运河建成运行后，郁江—马道梯级河段水质模拟结果如图 6.3.2-4 所示。整个河段 COD 浓度分布除狮子河汇口下游 0.5 km 范围内，基本保持在 15 mg/L 以下，满足 I 类水质标准；该河段 NH<sub>3</sub>-N 浓度分布除狮子河汇口下游 1.5 km，基本小于 0.3 mg/L，达到 II 类水质标准；该河段 TN 浓度变化情况，大于 2.0 mg/L，未能达到 V 类水质标准；该河段 TP 浓度变化除狮子河汇口下游 2 km 以及沙坪河汇口下游 0.5 km，基本小于 0.1 mg/L，达到 II 类水质标准。

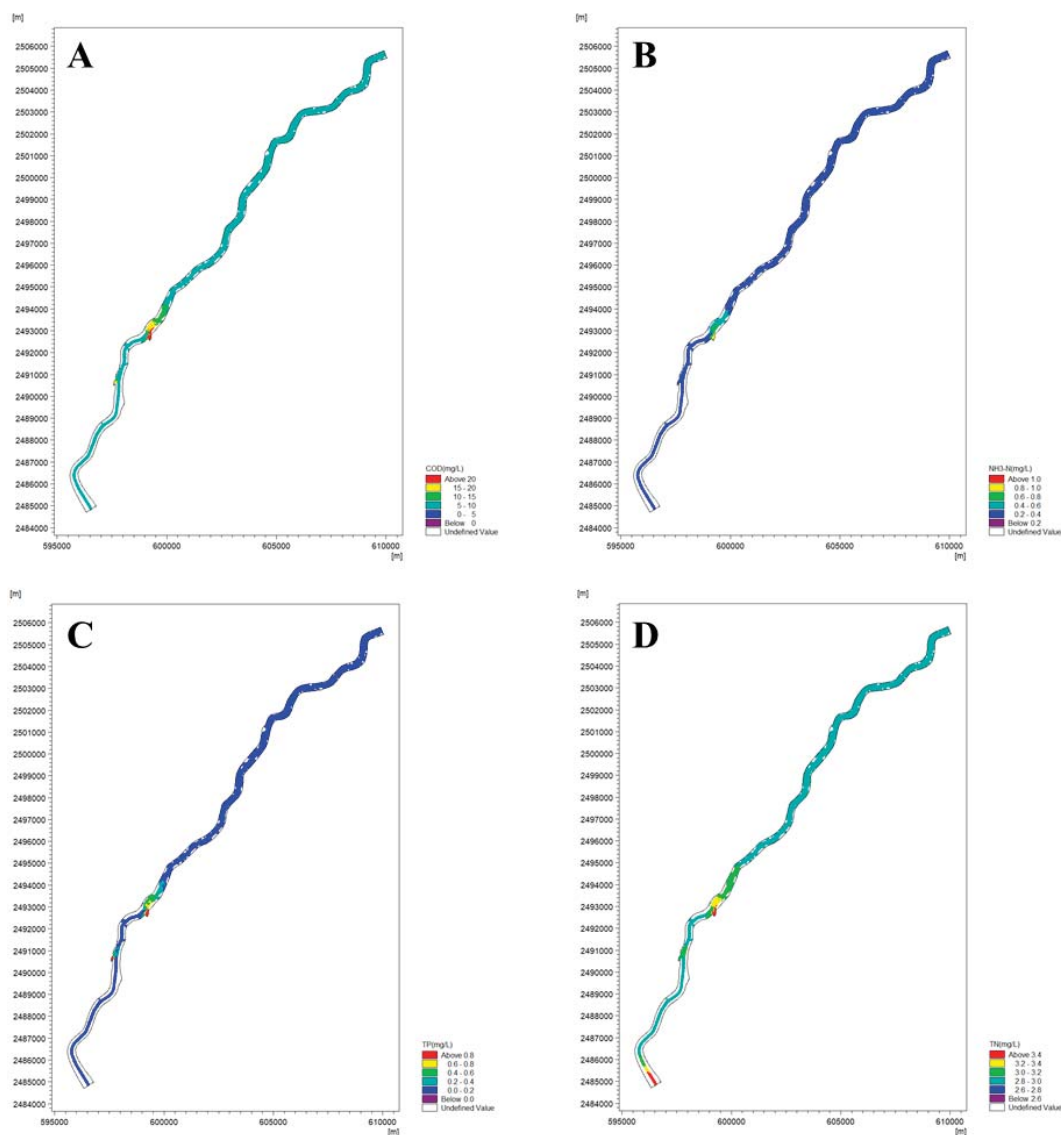


图 6.3.2-4 平水年丰水期（近期调水）郁江-马道梯级航段水质模拟结果  
(A) COD; (B) NH<sub>3</sub>-N; (C) TP; (D) TN

#### (2) 马道—企石梯级航段

平陆运河建成运行后，马道—企石河段水质模拟结果如图 6.3.2-5 所示。整个河段 COD 浓度在 7.6-11.5 mg/L，满足 I 类水质标准；该河段 NH<sub>3</sub>-N 浓度变化情况，保持在 0.26-0.55 mg/L，达到 II 类水质标准；该河段 TN 浓度在 3.04-3.54 mg/L，超出 V 类水质标准；该河段 TP 浓度变化在 0.08-0.24 mg/L 范围内，航道大部分水域达到 III 类水质标准。

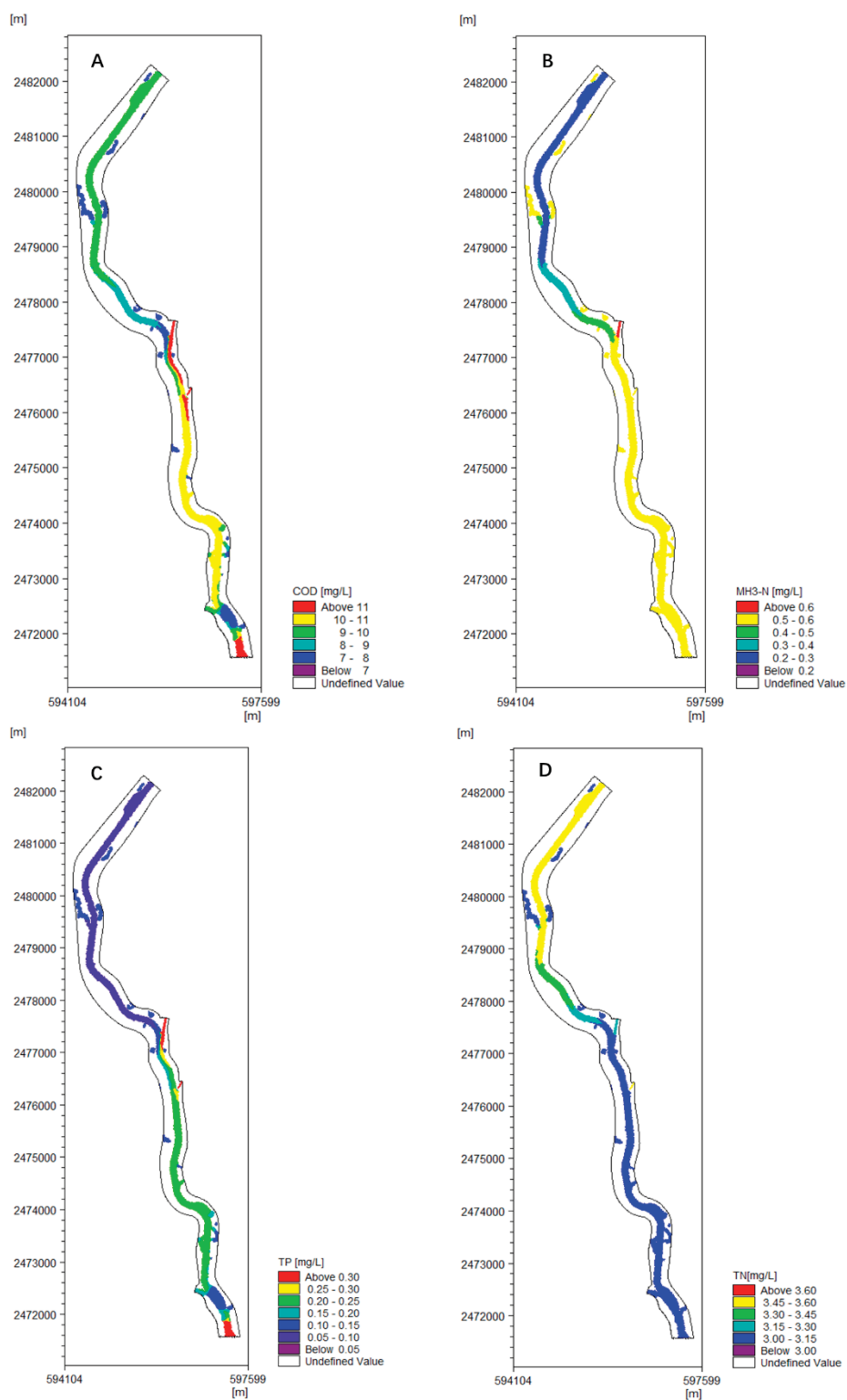


图 6.3.2-5 平水年丰水期（近期调水）马道-企石梯级航段水质模拟结果  
(A) COD; (B) NH<sub>3</sub>-N; (C) TP; (D) TN

(3) 企石—青年水闸航段

平陆运河建成运行后，企石—青年水闸河段水质模拟结果如图 6.3.2-6 所示。

COD 浓度基本保持在 15 mg/L 以下，满足 I 类水质标准；整个河段 NH<sub>3</sub>-N 浓度

基本保持在 0.1-0.5 mg/L 的范围内，达到 II 类水质标准；该河段 TN 浓度整体大于 2.0 mg/L，未能达到 V 类水质标准；除支流汇入口下游外，大部分河段 TP 浓度小于 0.2 mg/L，达到 III 类水质标准。

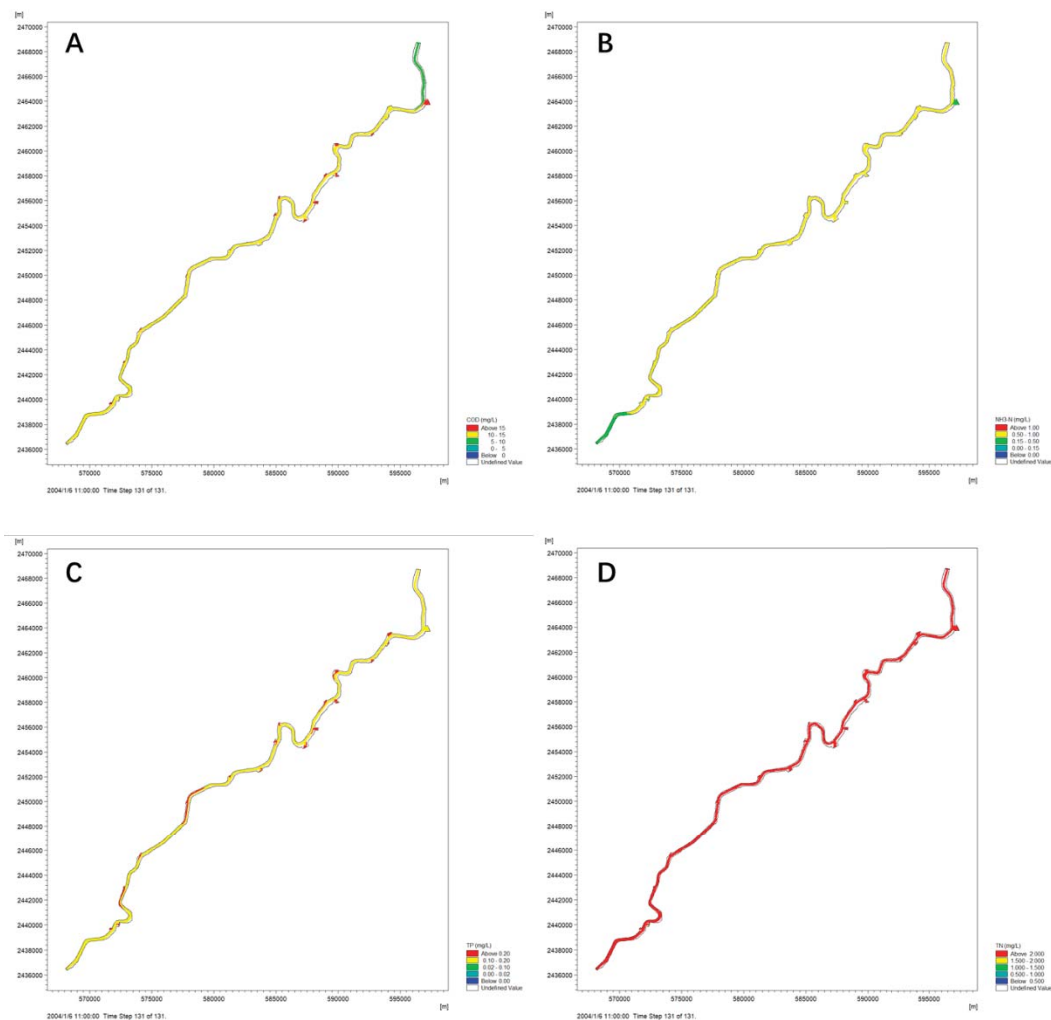


图 6.3.2-6 平水年丰水期（近期调水）企石-青年水闸航段水质模拟结果

(A) COD; (B)  $\text{NH}_3\text{-N}$ ; (C) TP; (D) TN

## 2、平水年平水期（工况 2）影响预测分析

平陆运河建成后，平水年平水期各梯级航段水质预测结果如下：

### (1) 郁江—马道梯级航段

平陆运河建成运行后，郁江—马道梯级河段水质模拟结果如图 6.3.2-7 所示。

COD 浓度保持在 15 mg/L 以下，满足 I 类水质标准；整个河段  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度分布除狮子河汇口下游 1.5 km，基本小于 0.35 mg/L，达到 II 类水质标准；该河段 TN 浓度分布除狮子河汇口下游 1.5 km，基本小于 1.30 mg/L，达到 IV 类水质标准；

河段 TP 浓度分布除狮子河汇口下游 1 km，基本保持在 0.09 mg/L 以下，达到 II 类水质标准。

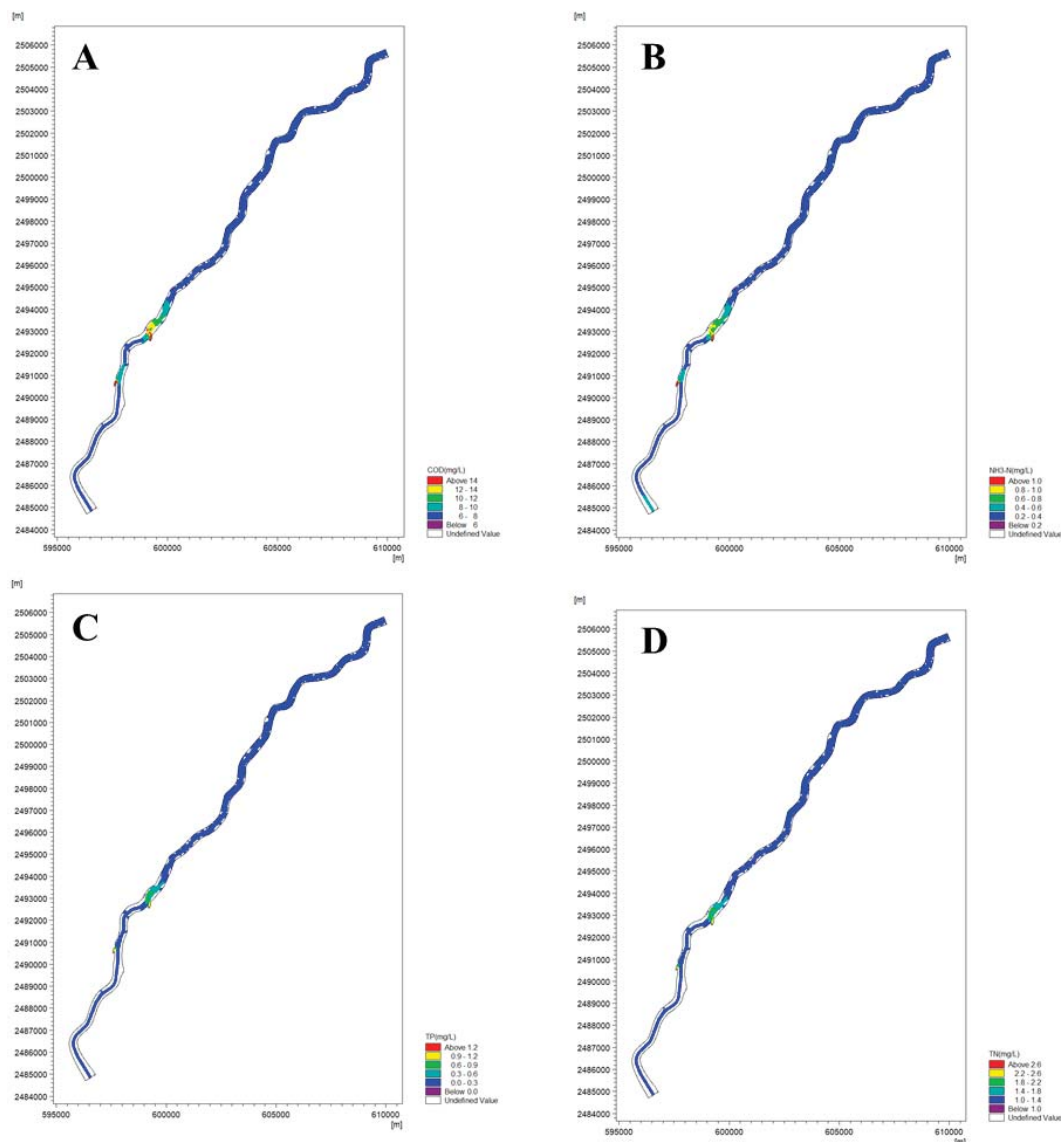


图 6.3.2-7 平水年平水期（近期调水）郁江-马道枢纽航段水质模拟结果  
(A) COD; (B) NH<sub>3</sub>-N; (C) TP; (D) TN

#### (2) 马道—企石梯级航段

平陆运河建成运行后，马道—企石河段水质模拟结果如图 6.3.2-8 所示。整个河段 COD 浓度保持在 9.06 mg/L 以下，满足 I 类水质标准；该河段 NH<sub>3</sub>-N 浓度变化范围在 0.38-0.56 mg/L，总体达到 II 类水质标准；该河段 TN 浓度变化范围在 1.1-1.75 mg/L，能够达到 V 类水质标准；该河段 TP 浓度变化范围在 0.08-0.26 mg/L，大部分河段达到 III 类水质标准。



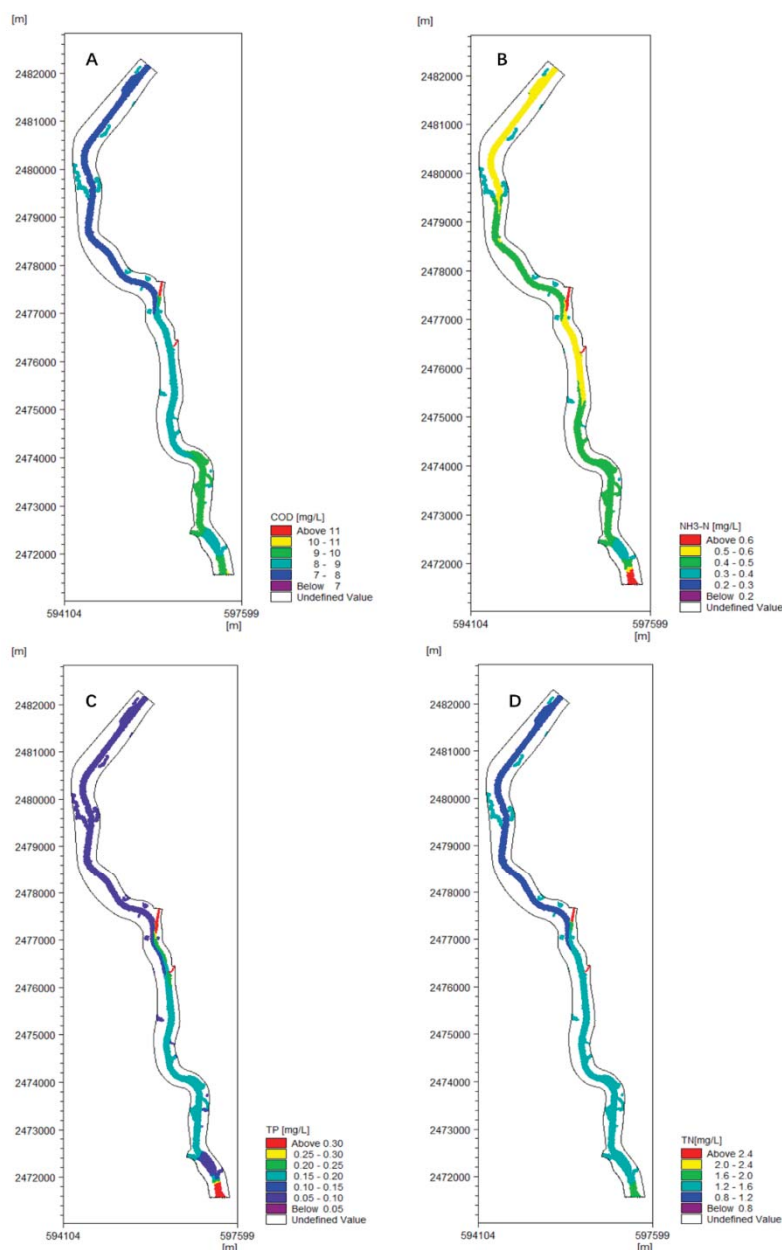


图 6.3.2-8 平水年平水期（近期调水）马道-企石梯级航段水质模拟结果  
(A) COD; (B) NH<sub>3</sub>-N; (C) TP; (D) TN

### (3) 企石—青年水闸梯级航段

平陆运河建成运行后,企石—青年水闸河段水质模拟结果如图6.3.2-9所示。整个河段 COD 浓度小于 15 mg/L, 满足 I 类水质标准; 该河段 NH<sub>3</sub>-N 浓度变化范围在 0.2-1.1 mg/L, 大部分航道区域能够达到 III 类水质标准; 该河段 TN 浓度变化范围在 1.6-2.5 mg/L, 大部分河段未达到 V 类水质标准; 该河段 TP 浓度变化范围在 0.06-0.14 mg/L, 能够达到 III 类水质标准。

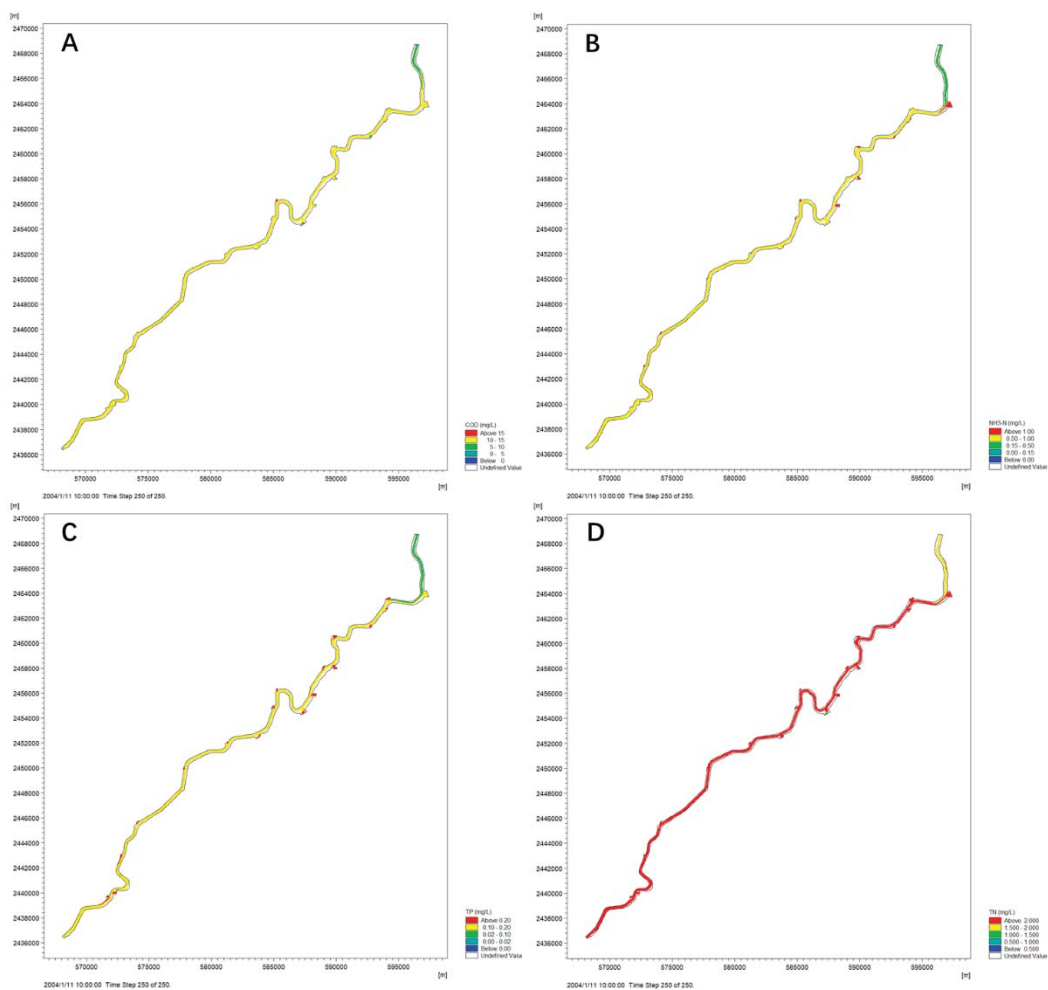


图 6.3.2-9 平水年平水期（近期调水）企石-青年水闸梯级航段水质模拟结果  
(A) COD; (B) NH<sub>3</sub>-N; (C) TP; (D) TN

### 3、平水年枯水期（工况 3）影响预测分析

平陆运河建成后，平水年枯水期各梯级航段水质预测结果如下：

#### (1) 郁江—马道梯级航段

平陆运河建成运行后，郁江—马道梯级河段水质模拟结果如图 6.3.2-10 所示。整个河段 COD 浓度变化仍保持在 15 mg/L 以下，满足 I 类水质标准；整个河段 NH<sub>3</sub>-N 浓度分布除狮子河汇口下游 1.5 km 范围在 0.35-0.39 mg/L，其余区域基本小于 0.35 mg/L，达到 II 类水质标准；整个河段 TN 浓度分布除狮子河汇口下游 1.5 km 范围内在 1.3-1.7 mg/L，其余区域基本小于 1.2 mg/L，达到 IV 类水质标准；整个河段 TP 浓度分布基本小于 0.1 mg/L，达到 II 类水质标准。

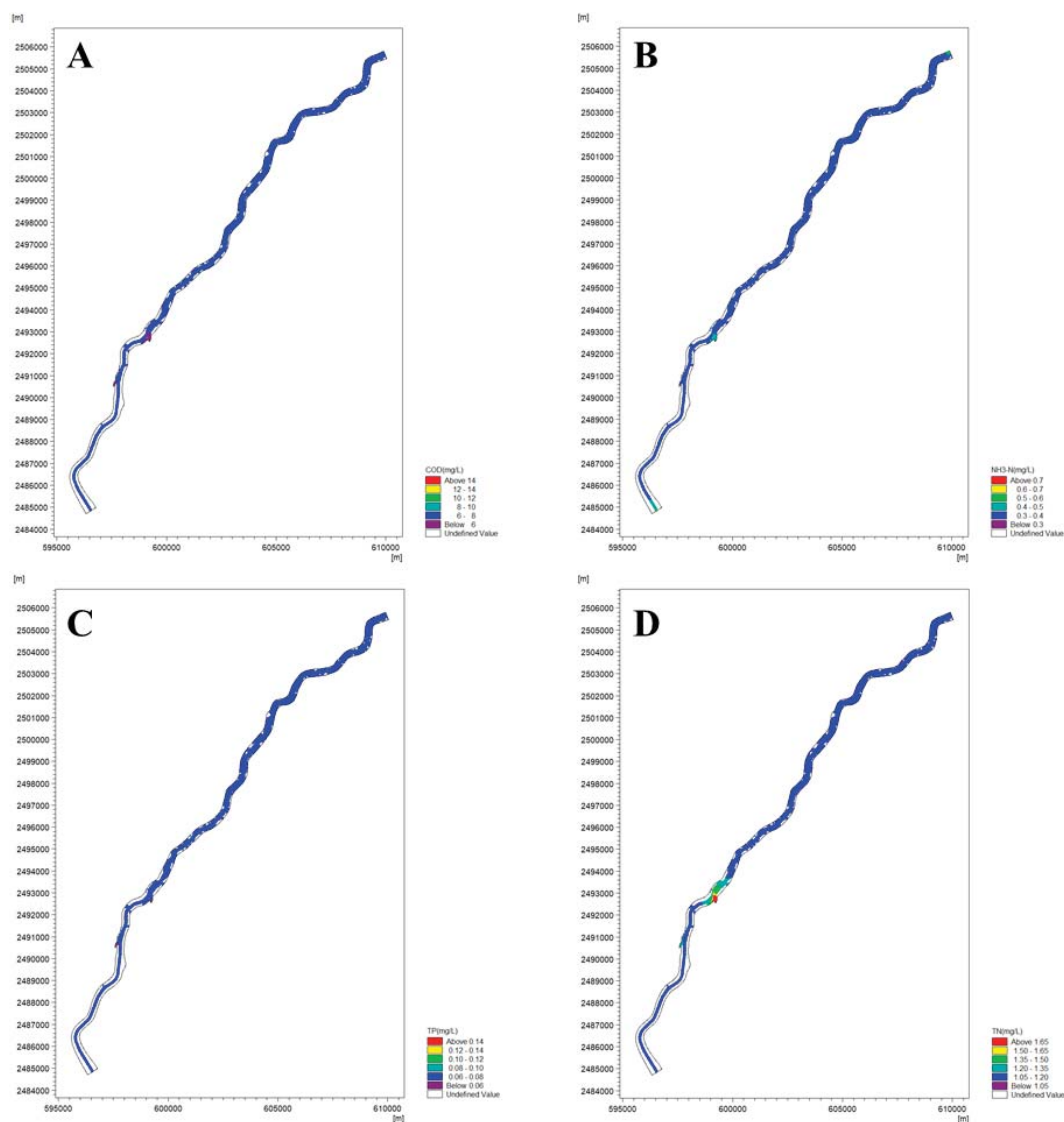


图 6.3.2-10 平水年枯水期（近期调水）郁江-马道梯级航段水质模拟结果  
(A) COD; (B) NH<sub>3</sub>-N; (C) TP; (D) TN

## (2) 马道—企石梯级航段

平陆运河建成运行后，马道—企石河段水质模拟结果如图 6.3.2-11 所示。整个河段 COD 浓度仍保持在 9.0 mg/L 以下，满足 I 类水质标准；该河段 NH<sub>3</sub>-N 浓度基本在 0.37-0.51 mg/L，能够达到 II 类水质标准；该河段 TN 浓度在 1.12-1.46 mg/L 之间，基本达到 IV 类水质标准；河段 TP 浓度变化情况，保持在 0.07-0.08 mg/L，达到 II 类水质标准。

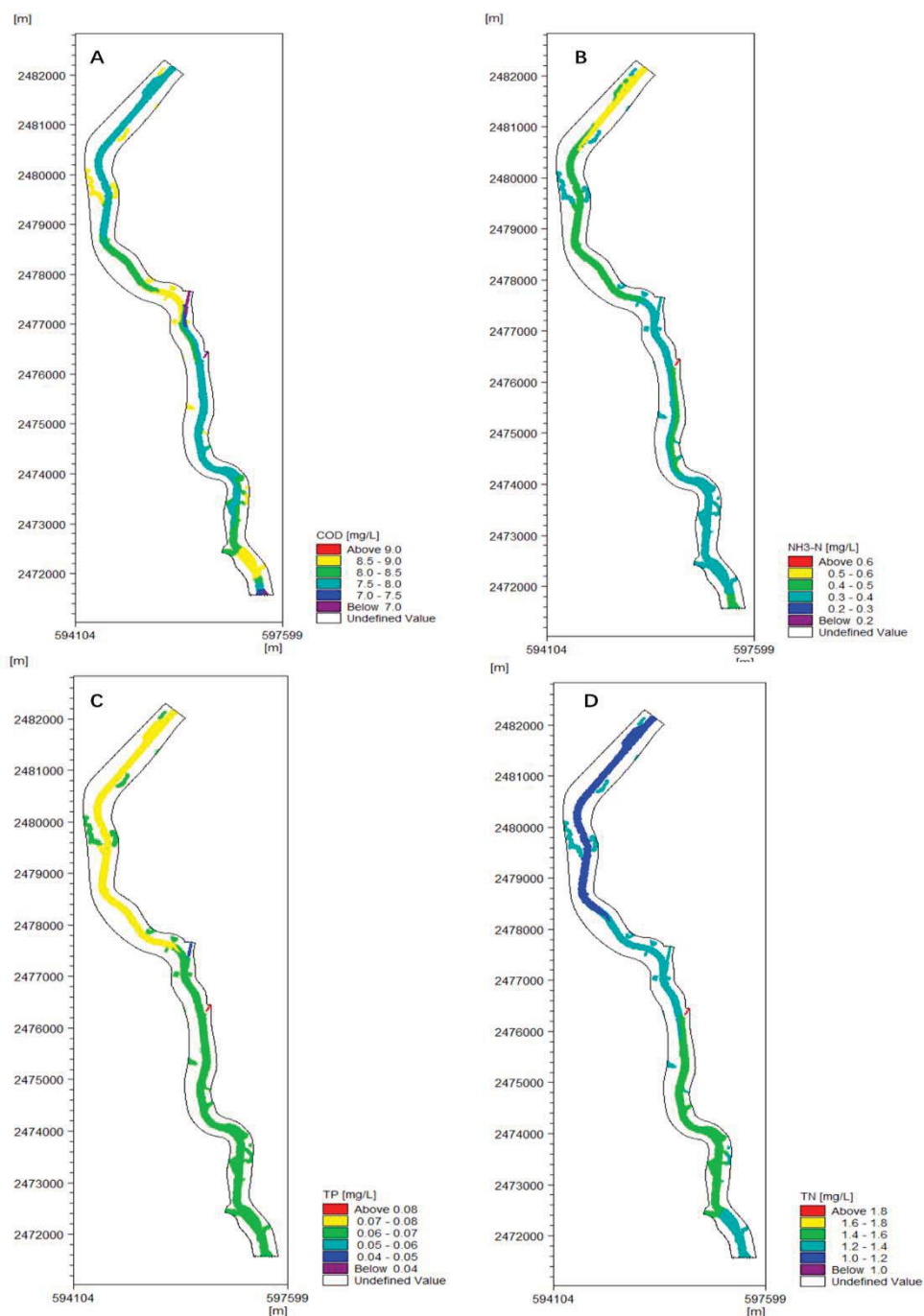


图 6.3.2-11 平水年枯水期（近期调水）马道-企石梯级航段水质模拟结果  
(A) COD; (B) NH<sub>3</sub>-N; (C) TP; (D) TN

### (3) 企石—青年水闸梯级航段

平陆运河建成运行后，企石—青年水闸河段水质模拟结果如图 6.3.2-12 所示。整个河段 COD 浓度基本小于 10 mg/L，满足 I 类水质标准；整个河段 NH<sub>3</sub>-N 浓度变化在 0.2-1.0 mg/L，达到 II 类水质标准；由于杨屋河枯水期 TN 浓度检测为 249 mg/L，致使该支流汇口以下 TN 浓度未能达到 V 类水质标准；该河段 TP 浓度基本小于 0.1 mg/L，能够达到 II 类水质标准。

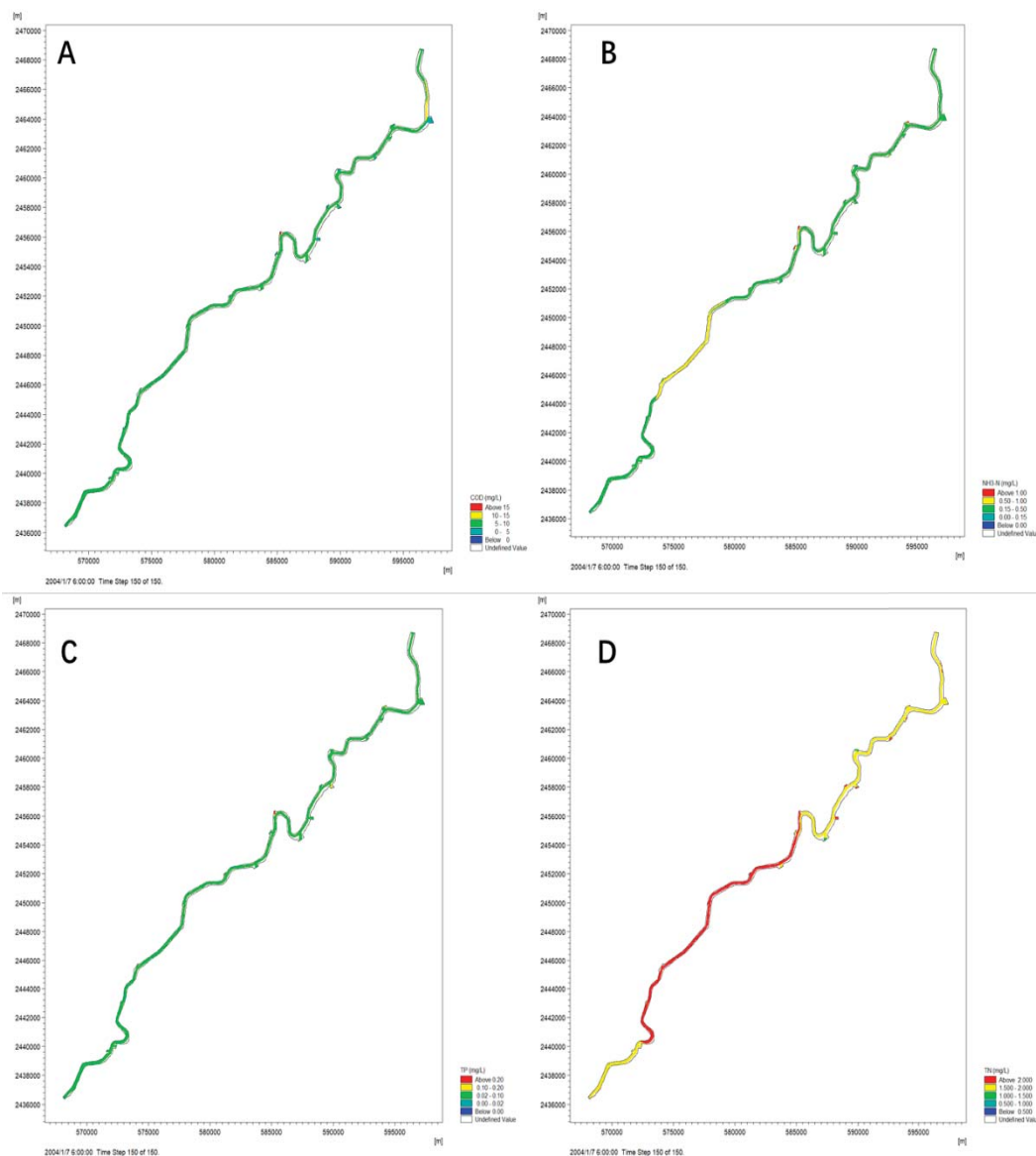


图 6.3.2-12 平水年枯水期（近期调水）企石-青年水闸梯级航段水质模拟结果  
(A) COD; (B) NH<sub>3</sub>-N; (C) TP; (D) TN

### 6.3.2.5 远期调水 40m<sup>3</sup>/s 运河沿程水质预测结果分析

平陆运河需要相应的调水配套工程保障其航运的正常用水，补水位置拟设置在马道枢纽，补水河段主要是马道枢纽以下至青年枢纽河段。因此，马道枢纽以上河段，即郁江—马道航段水质不受调水流量变化的影响，其水质模拟成果可参照上节。综上，本节对马道枢纽以下梯级航段，即马道-企石航段和企石-青年航段，进行 40 m<sup>3</sup>/s 调水流量下的水质预测分析。

#### 1、平水年丰水期（工况 1）影响预测分析

运河建成后，平水年丰水期各梯级航段水质预测结果如下：

##### (1) 马道—企石梯级航段

平陆运河建成运行后，马道—企石河段水质模拟结果如图 6.3.2-13 所示。整个河段 COD 浓度在 9.33-12.56 mg/L，满足 I 类水质标准；该河段 NH<sub>3</sub>-N 浓度变化情况，保持在 0.26-0.55 mg/L，达到 II 类水质标准；该河段 TN 浓度在 3.04-3.55 mg/L，超出 V 类水质标准；该河段 TP 浓度变化在 0.08-0.3 mg/L 范围内，航道大部分水域达到 III 类水质标准。

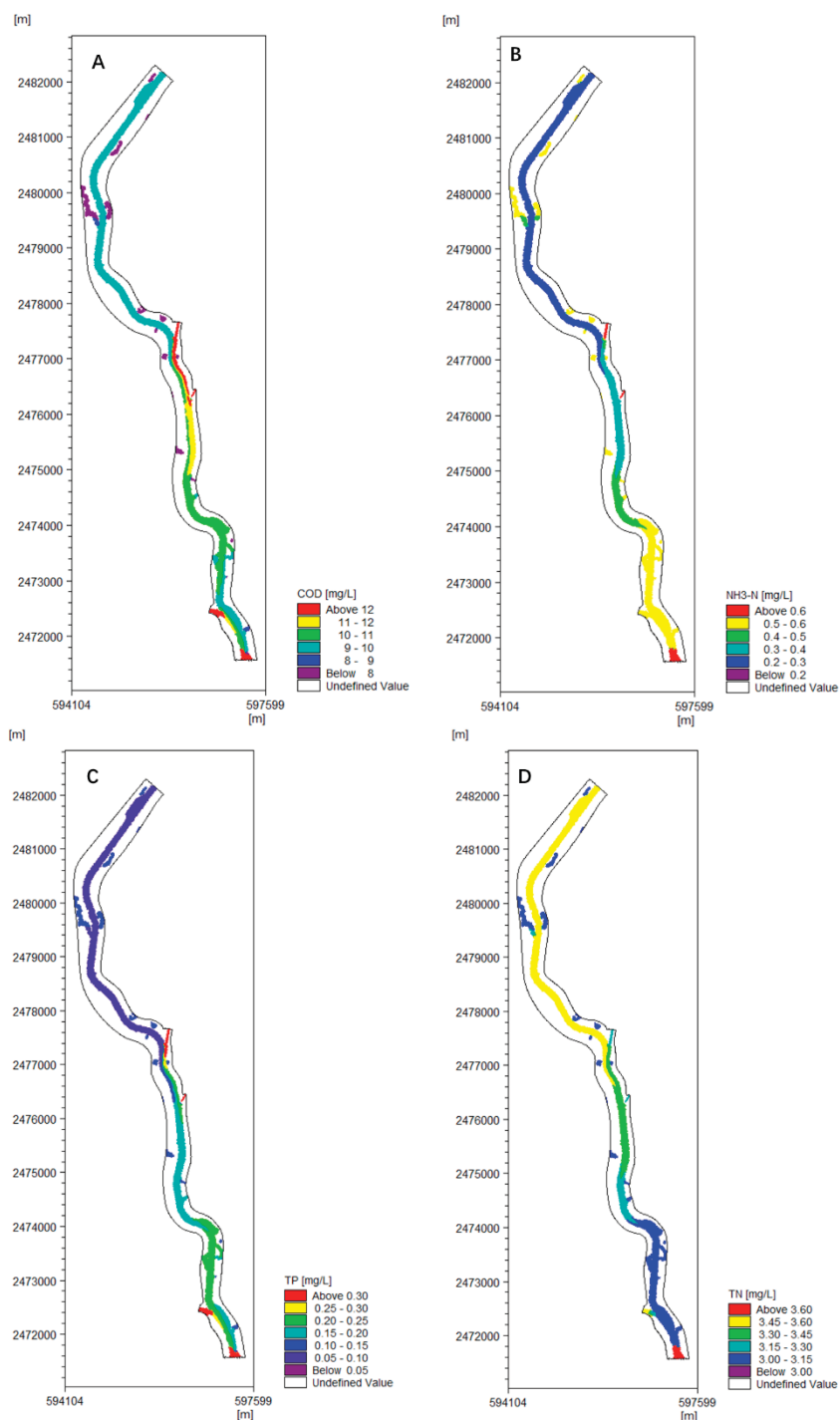


图 6.3.2-13 平水年丰水期（远期调水）马道-企石梯级航段水质模拟结果：（A）

COD; (B) NH<sub>3</sub>-N; (C) TP; (D) TN

## (2) 企石—青年水闸航段

平陆运河建成运行后,企石—青年水闸河段水质模拟结果如图6.3.2-14所示。COD浓度仍保持在15 mg/L以下,满足I类水质标准;整个河段NH<sub>3</sub>-N浓度基本小于1 mg/L,达到III类水质标准;该河段范围内TN浓度基本大于2.0 mg/L,未达到V类水质标准;除支流汇入口下游外,大部分河段TP浓度小于0.2 mg/L,达到III类水质标准。

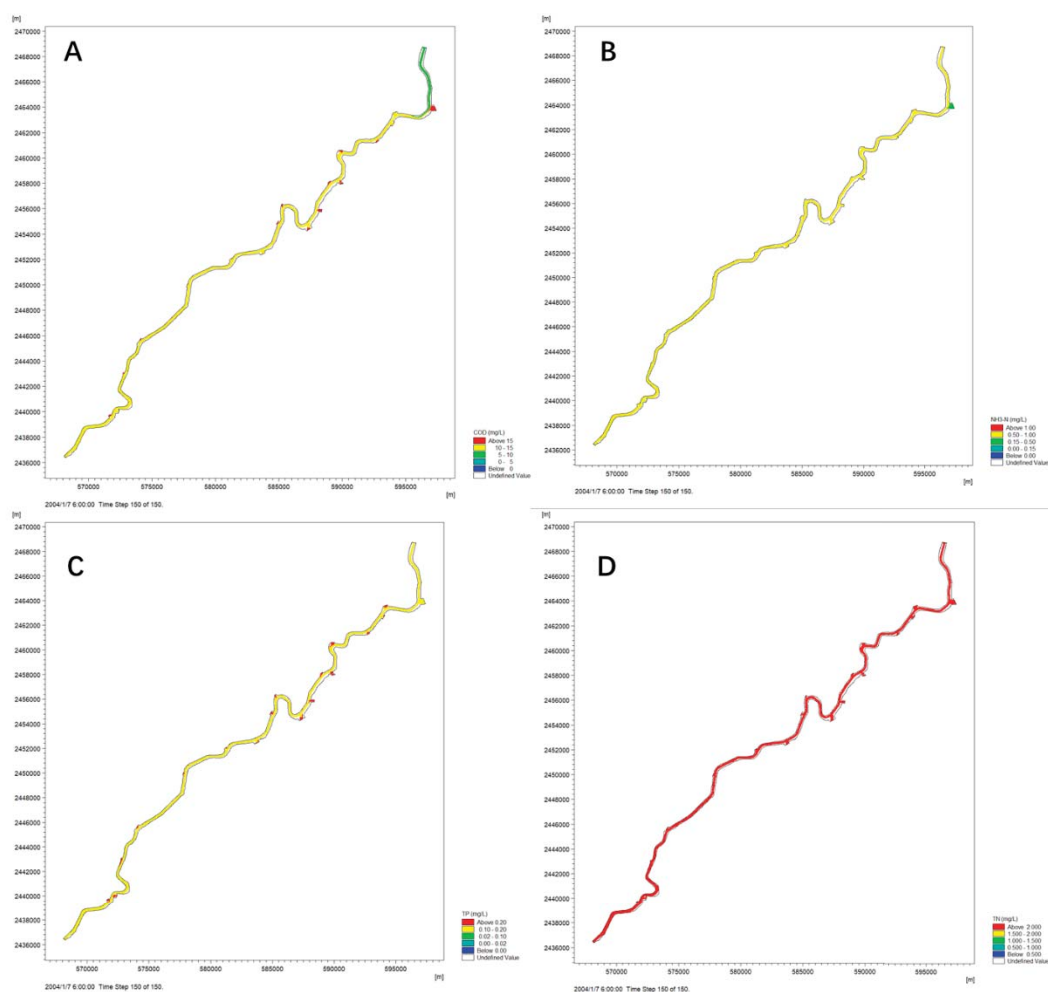


图 6.3.2-14 平水年丰水期（远期调水）企石-青年水闸航段水质模拟结果：(A) COD; (B) NH<sub>3</sub>-N; (C) TP; (D) TN

## 2、平水年平水期（工况 2）影响预测分析

平陆运河建成后,平水年平水期各梯级航段水质预测结果如下:

## (1) 马道—企石梯级航段

平陆运河建成运行后,马道—企石河段水质模拟结果如图 6.3.2-15 所示。整

个河段 COD 浓度保持在 9.7 mg/L 以下，满足 I 类水质标准；该河段 NH<sub>3</sub>-N 浓度变化范围在 0.47-0.63 mg/L，达到 III 类水质标准；该河段 TN 浓度变化范围在 1.11-1.79 mg/L，基本能够达到 IV 类水质标准；该河段 TP 浓度变化范围在 0.08-0.29 mg/L，大部分河段达到 III 类水质标准。

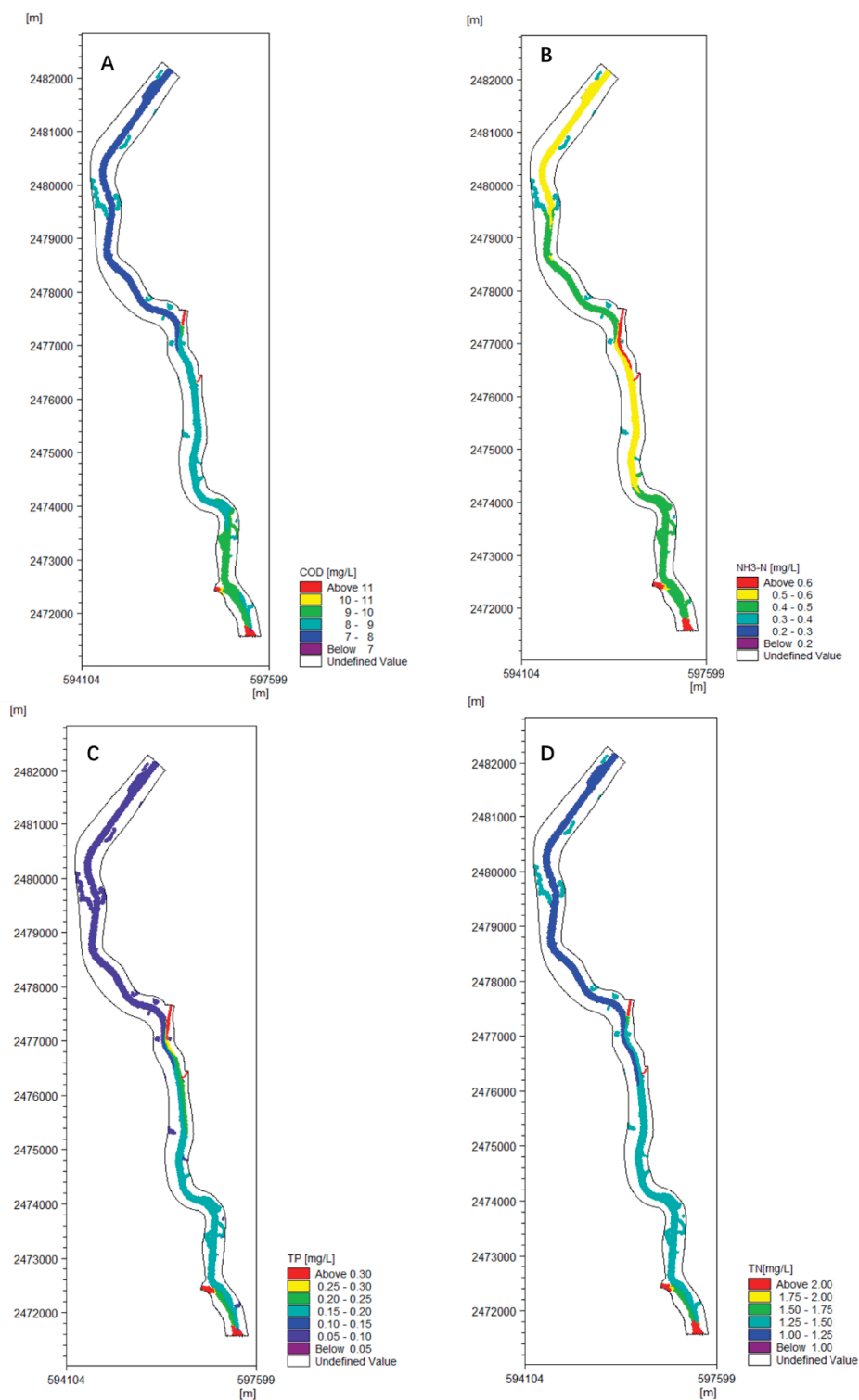


图 6.3.2-15 平水年平水期（远期调水）马道-企石梯级航段水质模拟结果



(A) COD; (B) NH<sub>3</sub>-N; (C) TP; (D) TN

## (2) 企石—青年水闸梯级航段

平陆运河建成运行后,企石—青年水闸河段水质模拟结果如图6.3.2-16所示。整个河段 COD 浓度小于 15 mg/L, 满足 I 类水质标准; 该河段 NH<sub>3</sub>-N 浓度变化范围在 0.2-0.9 mg/L, 能够达到III类水质标准; 该河段 TN 浓度变化范围在 1.7-2.6 mg/L, 大部分河段未达到V类水质标准; 该河段 TP 浓度变化范围在 0.06-0.14 mg/L, 达到III类水质标准。

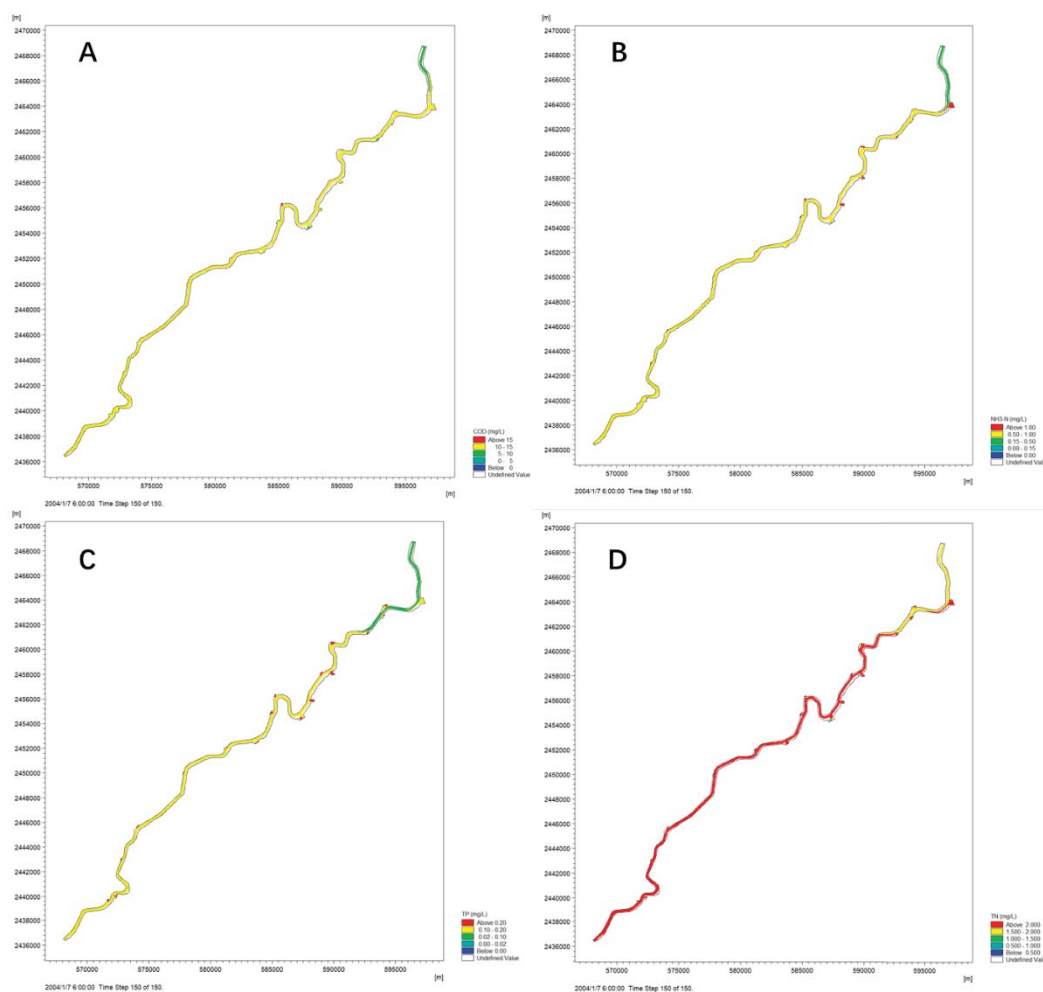


图 6.3.2-16 平水年平水期（远期调水）企石-青年水闸梯级航段水质模拟结果：

(A) COD; (B) NH<sub>3</sub>-N; (C) TP; (D) TN

## 3、平水年枯水期（工况 3）影响预测分析

平陆运河建成后,平水年枯水期各梯级航段水质预测结果如下:

## (1) 马道—企石梯级航段

平陆运河建成运行后，马道—企石河段水质模拟结果如图 6.3.2-17 所示。整个河段 COD 浓度仍保持在 10mg/L 以下，满足 I 类水质标准；该河段  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度基本在 0.39-0.56 mg/L，能够达到 II 类水质标准；该河段 TN 浓度在 1.11-1.53 mg/L 之间，基本达到 IV 类水质标准；整个河段 TP 浓度变化情况，保持在 0.07-0.08 mg/L，达到 II 类水质标准。

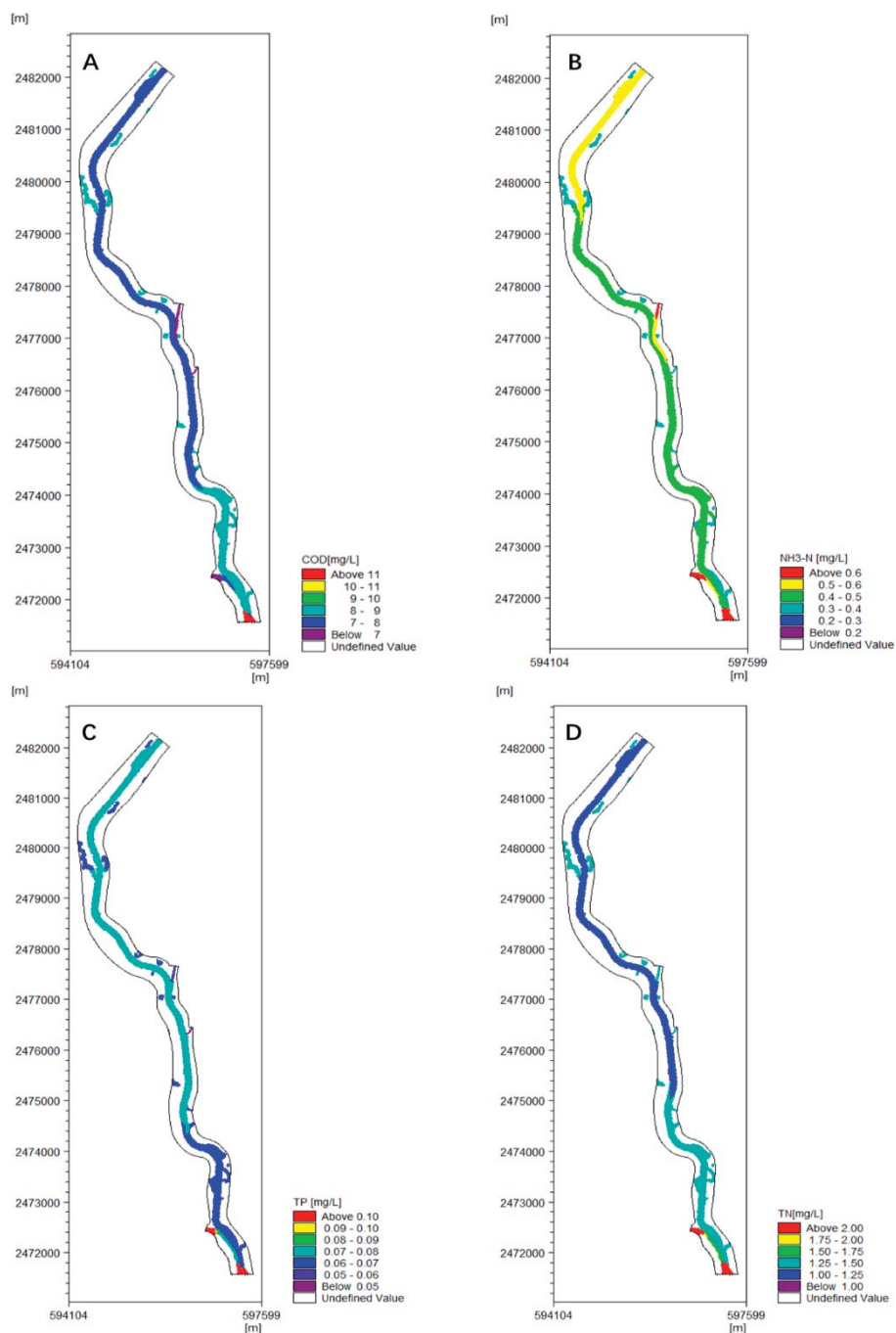


图 6.3.2-17 平水年枯水期（远期调水）马道-企石梯级航段水质模拟结果：（A）COD；（B） $\text{NH}_3\text{-N}$ ；（C）TP；（D）TN

## (2) 企石—青年水闸梯级航段

平陆运河建成运行后,企石—青年水闸河段水质模拟结果如图6.3.2-18所示。整个河段COD浓度基本小于10 mg/L,满足I类水质标准;整个河段NH<sub>3</sub>-N浓度变化在0.15-0.48 mg/L,达到II类水质标准;该河段上半段区域TN浓度小于2.0 mg/L,基本达到V类水质标准;该河段TP浓度基本小于0.1 mg/L,达到II类水质标准。

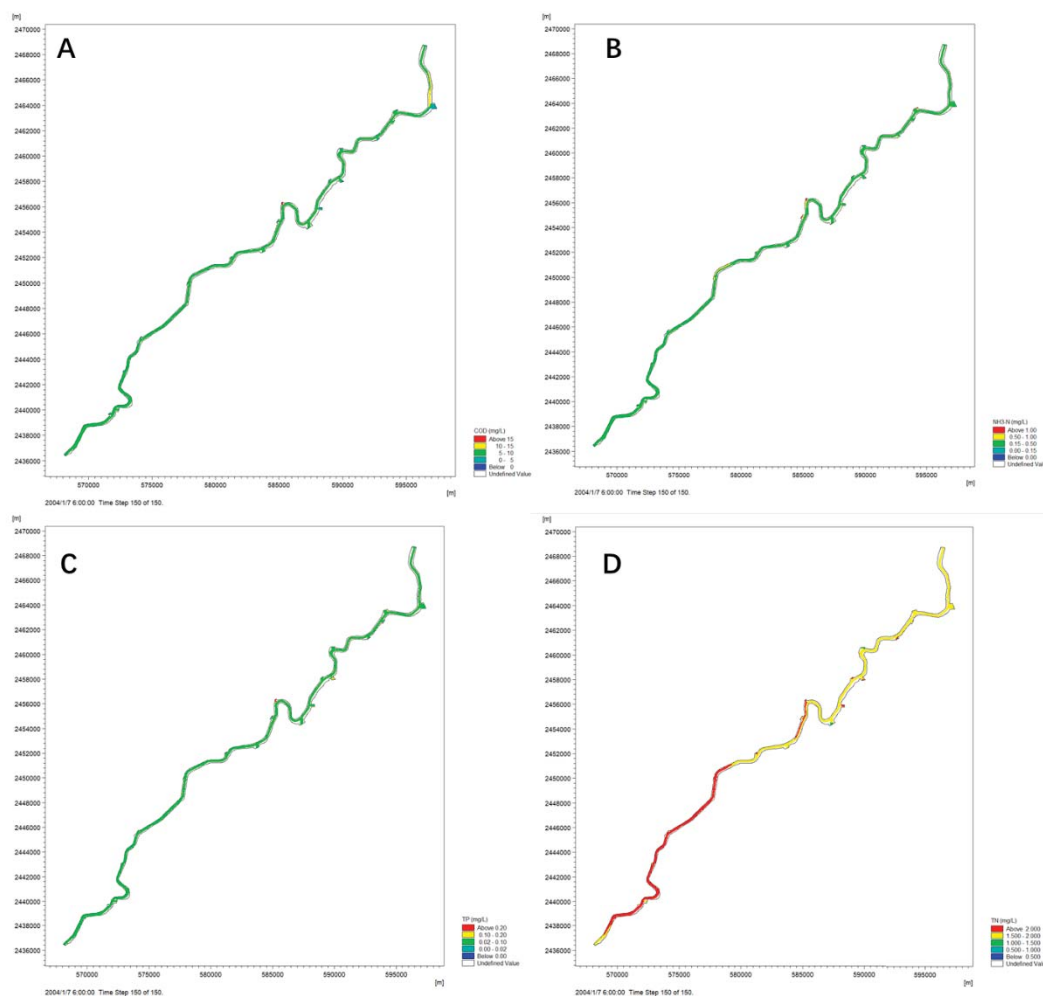


图 6.3.2-18 平水年枯水期（远期调水）企石-青年水闸梯级航段水质模拟结果：  
(A) COD; (B) NH<sub>3</sub>-N; (C) TP; (D) TN

## 6.3.2.6 取水口及人饮工程的水质预测分析

根据平陆运河近期调水 24 m<sup>3</sup>/s 和远期调水 40 m<sup>3</sup>/s 工况下的水质预测结果,运河沿线集中取水口及人饮工程处的水质变化如下表所示。根据模型预测结果,运河建成后,各取水口的 COD 浓度有所降低,能够达到 I 类水质标准,调水后

水量增大引起环境容量增大；部分取水口的  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度上升，这主要源于部分区域流速减缓污染物降解能力降低，但都能满足Ⅲ类水质标准；部分取水口的 TP 浓度有所升高，预测年流域工农业发展面源升高所致，但也能满足Ⅲ类水质标准。

运河建成后，沙坪河、旧州江航段沿岸取水口水质较工程前变化不大，局部点位水质变好，钦江航段取水口水质在平水期有轻微降低。这主要是因为运河建成后，局部区域流速变缓污染物降解能力减弱，再加之钦江航段上支流汇口较多所致，但沿线取水口水质仍然能够达到Ⅲ类水质标准。

表 6.3.2-4 平陆运河工程实施前后（近期调水 24 m<sup>3</sup>/s）取水口及人饮工程处水质变化表（单位：mg/L）

运河干流河段	工程名称	化学需氧量		氨氮		总磷		总氮		满足水质标准（总氮除外）	
		工程前	工程后	工程前	工程后	工程前	工程后	工程前	工程后	工程前	工程后
沙坪河	沙坪镇沙雄自来水厂（沙坪镇人饮工程）	15.0	7.89	1.11	0.357	0.10	0.10	1.45	1.21	IV类	II类
	青松人饮工程	8.0	7.90	0.508	0.492	0.08	0.08	1.12	1.21	III类	II类
	向塘人饮工程	8.0	9.14	0.775	0.517	0.06	0.08	1.92	1.36	III类	III类
旧州江	桥柱人饮工程	8.0	7.99	0.508	0.507	0.08	0.07	1.12	1.08	III类	III类
	旧州镇西屯江水源池（康泉取水口）	7.0	8.51	1.130	0.413	0.10	0.17	1.45	1.23	IV类	III类
	平吉饮用水源取水口	9.0	10.91	0.580	0.899	0.09	0.18	1.64	2.34	III类	III类
钦江	古秀人饮工程	11.0	10.82	0.255	0.881	0.09	0.18	1.49	2.38	II类	III类
	丁屋片人饮工程	11.0	10.80	0.255	0.872	0.08	0.17	1.49	2.32	II类	III类
	久隆镇钦江水源池	11.0	10.81	0.305	0.875	0.08	0.19	1.49	2.31	II类	III类
	久隆中学饮水工程	11.0	10.82	0.305	0.865	0.08	0.18	1.49	2.32	II类	III类
	大风江调水工程取水点	11.0	10.78	0.255	0.863	0.08	0.17	1.49	2.29	II类	III类
	钦州矿务局取水工程	11.0	10.64	0.215	0.859	0.07	0.18	1.49	2.28	II类	III类
	钦州市取水口及取水泵房	11.0	10.52	0.215	0.858	0.07	0.19	1.49	2.27	II类	III类

表 6.3.2-5 平陆运河工程实施前后（远期调水 40 m<sup>3</sup>/s）取水口及人饮工程处水质变化表（单位：mg/L）

运河干流 河段	工程名称	COD		NH <sub>3</sub> -N		TP		TN		满足水质标准（TN 除外）	
		工程前	工程后	工程前	工程后	工程前	工程后	工程前	工程后	工程前	工程后
沙坪河	沙坪镇沙雄自来水厂（沙坪镇人饮工程）	15.0	7.89	1.11	0.357	0.10	0.10	1.45	1.21	IV类	II类
	青松人饮工程	8.0	7.92	0.508	0.500	0.08	0.08	1.12	1.12	III类	II类
	向塘人饮工程	8.0	8.22	0.775	0.547	0.06	0.17	1.92	1.23	III类	III类
旧州江	桥柱人饮工程	8.0	7.99	0.508	0.507	0.08	0.08	1.12	1.12	III类	III类
	旧州镇西屯江水源池（康泉取水口）	7.0	7.89	1.130	0.494	0.10	0.08	1.45	1.12	IV类	II类
钦江	平吉饮用水源取水口	9.0	10.56	0.580	0.801	0.09	0.16	1.64	2.24	III类	III类
	古秀人饮工程	11.0	10.58	0.255	0.812	0.09	0.17	1.49	2.23	II类	III类
	丁屋片人饮工程	11.0	10.45	0.255	0.793	0.08	0.16	1.49	2.24	II类	III类
	久隆镇钦江水源池	11.0	10.51	0.305	0.790	0.08	0.17	1.49	2.25	II类	III类
	久隆中学饮水工程	11.0	10.57	0.305	0.801	0.08	0.18	1.49	2.24	II类	III类
	大风江调水工程取水点	11.0	10.59	0.255	0.793	0.08	0.16	1.49	2.24	II类	III类
	钦州矿务局取水工程	11.0	10.46	0.215	0.796	0.07	0.16	1.49	2.23	II类	III类
钦州市取水口及取水泵房	11.0	10.61	0.215	0.795	0.07	0.17	1.49	2.23	II类	III类	

### 6.3.2.7 消减措施有效性分析

在近期  $24 \text{ m}^3/\text{s}$  调水工况下（图 6.3.2-19），如需使平陆运河钦江段沿线取水口水质因子  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度基本达到 II 类水质标准，可反算出运河建成后钦江入汇口断面  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度需由平水期  $0.8 \text{ mg/L}$  降低到  $0.55 \text{ mg/L}$ ，对应上游  $\text{NH}_3\text{-N}$  负荷削减量为  $276 \text{ t/a}$ 。同时，为使平陆运河钦江段沿线取水口水质因子 TP 浓度基本达到 II 类水质标准，可计算出 TP 面源负荷削减率为 29%，对应污染负荷削减量为  $153 \text{ t/a}$ 。

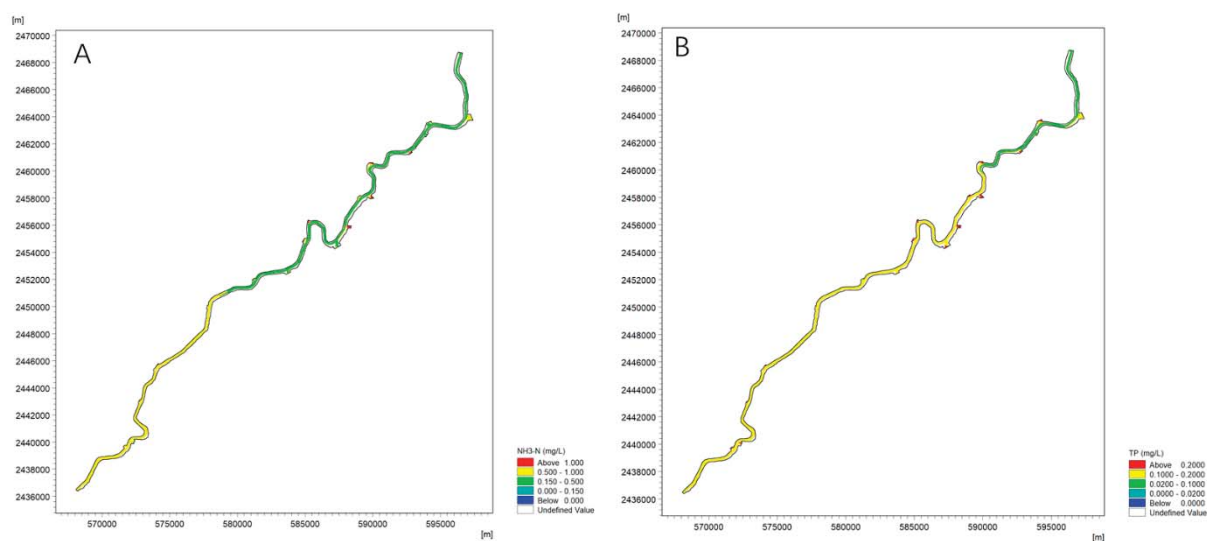


图 6.3.2-19 污染负荷削减后企石-青年水闸梯级航段水质可基本达到 II 类：（A） $\text{NH}_3\text{-N}$ ；（B）TP

## 6.3.3 水环境容量估算

### 6.3.3.1 水环境容量核定目的和内容

水环境容量是基于对流域水文特征、排污方式、污染物迁移转化规律进行充分科学研究的基础上，结合环境管理需求确定的管理控制目标。在给定水域范围和水文条件，规定排污方式和水质目标的前提下，单位时间内该水域最大允许纳污量，称作水环境容量。水环境容量的确定是水污染物实施总量控制的依据，是水环境管理的基础。为此，本报告将按照平陆运河沙坪河段、旧州江段、钦江段等不同区域的水域水质目标要求，分别确定上述河段的环境容量。

在流域水环境质量调查评价与污染源调查预测的基础上，选用合适的水质模型，在一定排污条件下对各个计算单元水环境容量进行计算。

### 6.3.3.2 水环境容量核定方法

考虑到平陆运河范围涵盖较多的水源地、取水口、省控等重点控制断面，经过对比核算，本报告采用《水环境容量计算理论及应用》（科学出版社2010年）和《全国水环境容量核定技术指南》（中国环境规划院2003年）中推荐的控制断面达标法对运河各水环境功能区的水环境容量进行计算。纵向一维水质模型兼顾计算可靠性及经济性，适用于沿河段纵向变化的环境容量核算。

#### （1）纵向一维水力模型

平陆运河修建后，电站下泄流量较天然流量过程存在一定的差异，使得运河水力特性沿程变化规律与原天然情况有所不同。纵向一维模型基于质量、能量守恒定律，并考虑水体内部、外界环境等因素的影响，适用于水力特性沿纵向变化的河道及低坝径流式水库的水力模拟。本报告中运河沿线梯级水库水力模拟均采用纵向一维模型。

河道一维水动力学方程为：

$$\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{1}{B} \frac{\partial Q}{\partial x} = \frac{1}{B} L_q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + gA \left( \frac{\partial Z}{\partial x} + S_f \right) = 0$$

式中：Z为水位，m；Q为流量，m<sup>3</sup>/s；A为过水断面面积，m<sup>2</sup>；B为水面宽，m；L<sub>q</sub>为单位河长的旁侧入流量，m<sup>2</sup>/s；g为重力加速度，m/s<sup>2</sup>；x为沿河距离，m；S<sub>f</sub>为水力比降；R为水力半径，m；n为粗糙系数。

#### （2）水质数学模型

平陆运河修建后，梯级电站下泄水质较坝址天然水质过程存在一定的差异，使得水质沿程变化规律与原天然情况也有所不同。因此，本项目河段水质模拟均采用纵向一维模型。

非恒定流纵向一维水质方程为：

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -\frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial x} (QC) + \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial x} (D_L A \frac{\partial C}{\partial x}) + S_C - k_C C$$

式中，C (mg/L)为水质浓度；Q (m<sup>3</sup>/s)为流量；A (m<sup>2</sup>)为过流断面面积；S<sub>C</sub> (mg/(L·s))为单位水体内的水质源/汇项，包括干支流汇入、污染源加入；D<sub>L</sub> (m<sup>2</sup>/s)



为弥散系数；式中， $k_c$  ( $s^{-1}$ )分别为各水质要素的降解系数。

### （3）水环境容量核算方法

控制断面水质达标计算是为了保证控制断面水质达标，不断模拟试算得出上游各污染源的最大允许排污量。控制断面达标计算法能够保证控制断面水质达标，特别适用于水源地的保护以及国控、省控、市控等重要控制断面的水质达标管理。综合考虑水文、水体污染的来源等因素，对影响主要控制断面水质的污染源进行概化。

在此基础上，利用已建立的纵向一维非稳态水量水质模型，应用设计水文条件和上下游水质限制条件进行水质模型计算，利用试算法，计算得出控制断面水质达标时各概化排污口的允许排污量，进而得出区域水环境容量。

#### 6.3.3.3 网格划分与参数确定

##### （1）网格划分

计算过程中将平陆运河干流（含沙坪河段、旧州江段、钦江段）共划分为483个网格，网格间距从75 m至294 m不等。

##### （2）设计水文条件

根据《全国水环境容量核定技术指南》的规定，平陆运河建成后干流水环境容量计算应选择90%保证率枯水期流量作为设计流量，沿线涉及到的各支流设计流量同取90%保证率枯水期流量，具体取值详见前6.2.1.3节。

##### （3）水质边界条件

水环境容量核算过程中，运河干支流水质边界采用环评委托开展的枯水期水质监测成果，具体取值详见前6.3.2.3节。

##### （4）污染物综合降解系数选取

根据《河流中污染物衰减系数影响因素分析》、《钦州市钦江水污染防治总体方案（2017~2020年）》（2017）及前4.3.3节污染物综合降解系数取值方法，平陆运河建成后，运河沿程COD降解系数的取值为0.02-0.07  $d^{-1}$ ，NH<sub>3</sub>-N降解系数的取值为0.02-0.07  $d^{-1}$ 。

##### （5）不均匀系数确定

根据《全国地表水水环境容量核定技术复核要点》中“水环境容量计算，尤其是总体达标水环境容量方法计算出的结果值偏大，一般偏不保守。故为了符合

实际起见，应引入不均匀系数的概念进行订正”。复核要点中“500-1000 m,  $\alpha = 0.1-0.2$ ; 200-500 m,  $\alpha = 0.2-0.5$ ; 100-200 m,  $\alpha = 0.5-0.8$ ; 小于 100 m,  $\alpha = 0.8-1.0$ ”，研究河段平均最大水面宽约为 150 m，因此不均匀系数取为 0.5。

#### 6.3.3.4 水环境容量计算单元划分

水环境容量计算单元的划分常采用节点划分法，原则上以水环境功能区为基本单元，以水环境功能区上、下界面或常规监测断面作为节点，并在区划过程中考虑节点或控制点都能够覆盖到各个取水、用水点。在计算中将各水环境功能区边界、各国控、省控断面以及饮用水源地作为水质约束的节点条件，并把排入各功能区划河段的污染源作为输入条件，进行模拟演算。

根据水功能区划，平陆运河占用的沙坪河沙坪保留区、旧州江开发利用区、旧州江旧州饮用水源区、钦江陆屋-平吉工农业用水区、钦北平吉-久隆农业用水区的水质目标均为Ⅲ类；钦江钦州饮用、农业用水区，水质目标为Ⅱ-Ⅲ类。综上，平陆运河干流河段主要划分了 5 个功能区，其中 4 个Ⅲ类区，1 个Ⅱ类区。据此，本报告将运河干流共划分为 7 个计算单元，各河段下设的水环境容量计算单元如表 6.3.3-1 所示。

表 6.3.3-1 平陆运河各河段水环境功能分区及计算单元划分

河流名称	计算单元	水环境功能区划
沙坪河	郁江平塘江口-沙坪镇（取水口）	Ⅲ类
	沙坪镇-马道枢纽（取水口）	Ⅲ类
旧州江	马道枢纽-企石枢纽	Ⅲ类
钦江	企石枢纽-陆屋镇（宠塘坪省控断面）	Ⅲ类
	陆屋镇-平吉镇（取水口、罗泗省控断面）	Ⅲ类
	平吉镇-久隆镇（取水口）	Ⅲ类
	久隆镇-钦州（取水口）	Ⅱ类

#### 6.3.3.5 排污口概化

根据《全国水环境容量核定技术指南》，排污口概化原则为：(1)若排污口距离较近，可把多个排污口简化成集中的排污口；(2)距离较远并且排污量均比较小的分散排污口，可概化为非点源入河，仅影响水域水质本底值，不参与排污口优化分配计算；(3)当排污口污水排放流量较大（根据各区域特征确定）现状排污口，必须作为独立的排污口处理。

本报告根据流域污染源的空间分布，将污染源位置特性按照梯级航段进行划分，并依照上述排污口概化原则进行合并，得到概化排口共 7 个。例如，在干流上将距离相近、排污量以钦北区平吉镇污水处理厂为首的、广西糖业集团平吉制糖有限公司和钦北区平吉镇混合入河排污口等 3 个排口概化成 1 个排口（距运河起始平塘江口断面 73.5 km）参与水环境容量模拟计算。

### 6.3.3.6 水环境容量核算结果及纳污能力分析

本节重点针对平陆运河沿线各河段水环境容量进行核算，主要采用控制断面达标法不断模拟试算，运河建成前、后各河段水环境容量计算结果见下表 6.3.3-2 和表 6.3.3-3。

表 6.3.3-2 平陆运河建成前各河段水环境容量计算结果

河流名称	计算单元	总水环境容量 (t/a)	
		COD	NH <sub>3</sub> -N
沙坪河	郁江平塘江口-沙坪镇（取水口）	1226.8	39.1
	沙坪镇-马道枢纽（拟建）	718.6	42.7
旧州江	马道枢纽-企石枢纽（拟建）	642.4	1.3
钦江	企石枢纽-陆屋镇（宠塘坪省控）	3249.5	20.1
	陆屋镇-平吉镇（取水口、罗泗省控）	2759.1	18.2
	平吉镇-久隆镇（取水口）	1260.1	21.2
	久隆镇-钦州（取水口）	1111.9	33.7
合计		10968.4	176.3

表 6.3.3-3 平陆运河建成后各河段水环境容量计算结果

河流名称	计算单元	总水环境容量 (t/a)	
		COD	NH <sub>3</sub> -N
沙坪河	郁江平塘江口-沙坪镇（取水口）	1272.7	42.1
	沙坪镇-马道枢纽（取水口）	727.2	42.9
旧州江	马道枢纽-企石枢纽	3199.9	91.8
钦江	企石枢纽-陆屋镇（宠塘坪省控）	3905.5	22.1
	陆屋镇-平吉镇（取水口、罗泗省控）	2452.6	18.9
	平吉镇-久隆镇（取水口）	683.2	17.0
	久隆镇-钦州（取水口）	653.3	15.6
合计		12894.2	250.2

由上表可以看出，预测水平年平陆运河建成后，沙坪河和旧州江航段的 COD 和 NH<sub>3</sub>-N 环境容量较运河建成前有所增大，而钦江航段的 COD 和 NH<sub>3</sub>-N 环境

容量较运河建成前有所减小。这些变化与水质预测章节运河建成后马道梯级、企石梯级回水范围内取水口水质较运河建成前轻微改善，而成库后青年梯级回水范围内取水口水质  $\text{NH}_3\text{-N}$  浓度升高、超出 II 类水质标准相一致。

此外，将预测水平年污染物入河量与河段总水环境容量结果进行对比，同时考虑预留 10% 的安全余量，可得平陆运河各个河段的剩余水环境容量结果，如表 6.3.3-4 所示。由该表可以看出，预测水平年运河建成后各计算单元剩余环境容量均为正，说明在未来排污负荷下，运河干流河段具有一定的纳污能力，沿线水质能够达标相应水环境功能区划要求。

表 6.3.3-4 平陆运河建成后总水环境容量与污染负荷入河量对比

河流名称	计算单元	水环境容量(t/a)		入河量(t/a)		剩余容量(t/a)	
		COD	$\text{NH}_3\text{-N}$	COD	$\text{NH}_3\text{-N}$	COD	$\text{NH}_3\text{-N}$
沙坪河	郁江平塘江口-沙坪镇	1272.7	42.1	4.5	0.2	1141.3	37.7
	沙坪镇-马道枢纽	727.2	42.9	1.1	0.1	653.5	38.5
旧州江	马道枢纽-企石枢纽	3199.9	91.8	3.8	0.2	2876.5	82.4
钦江	企石枢纽-陆屋镇	3905.5	22.1	136.0	6.8	3392.5	13.7
	陆屋镇-平吉镇	2452.6	18.9	273.5	13.7	1961.2	4.7
	平吉镇-久隆镇	683.2	17.0	46.2	2.3	573.3	13.2
	久隆镇-钦州	653.3	15.6	11.5	0.6	577.6	13.5
合计		12894.2	250.4	721.9	36.1	10955.0	192.7

#### 6.3.3.7 各乡镇最大允许入河量

建立平陆运河水环境容量计算模型，在水体污染物入河量测算成果的基础上，计算得出各主要河段在不同水质目标下的最大允许入河量，当水质目标为功能区水质时，污染物最大允许入河量即为水环境容量值。

根据乡镇排污口与河流的位置特性并综合考虑各乡镇人口比例及经济发展需求，将运河沿线各个计算单元的水环境容量往下分配到乡镇，可得平陆运河沿线各乡镇预测水平年最大允许入河量见表 6.3.3-5。该表可为沿岸各乡镇在平陆运

河建成后制定排污规划提供支撑依据，以保证受纳河段存在水环境容量，并达标相应水环境功能区划。

表 6.3.3-5 平陆运河沿线各区县乡镇预测水平年最大允许入河量与剩余环境容量

区县	乡镇	最大允许入河量 (t/a)		预测入河量 (t/a)		水环境容量 (t/a)	
		COD	NH <sub>3</sub> -N	COD	NH <sub>3</sub> -N	COD	NH <sub>3</sub> -N
灵山县	沙坪镇	1999.9	85.0	5.6	0.3	1994.3	84.7
	陆屋镇	2142.5	61.5	2.5	0.1	2139.9	61.3
	旧州镇	1057.4	30.3	1.3	0.1	1056.2	30.3
	合计	5199.8	176.8	9.4	0.5	5190.4	176.3
钦北区	平吉镇	3241.6	31.0	196.8	9.9	3044.8	21.1
	钦北城区	335.0	3.2	20.3	1.0	314.7	2.2
	合计	3576.6	34.2	217.2	10.9	3359.4	23.3
钦南区	久隆镇	1180.8	11.3	71.7	3.6	1109.1	7.7
	沙埠镇	1514.3	14.5	91.9	4.6	1422.4	9.9
	尖山镇	1423.0	13.6	86.4	4.3	1336.6	9.3
	合计	4118.1	39.4	250.0	12.5	3868.1	26.9
合计		12894.4	250.4	476.6	23.9	12417.9	226.5

### 6.3.4 取水口及人饮工程影响分析

#### 6.3.4.1 取水口、人饮工程位置及坐标

原沙坪河、旧州江、钦江沿线分布有众多取水口及人饮工程，由于平陆运河的实施较大程度改变了原河道关系和走向，见表 6.3.4-1 至表 6.3.4-2。其中：

(1) 运河沿线穿越的水源保护区：钦州市钦江水源地、久隆镇钦江水源地、旧州镇西屯江水源地、平吉镇钦江水源地；

运河沿线临近的水源保护区：陆屋水源地、沙坪镇水源地。

(2) 运河沿线穿越的人饮工程：青松人饮工程、桥柱人饮工程、向塘人饮工程、丁屋片人饮工程；

被裁弯取直的人饮工程：沙坪镇人饮工程、古秀人饮工程、陆屋中学人饮工程；

运河临近的人饮工程：七里村人饮工程、牛江人饮工程、久隆中学人饮工程。

表 6.3.4-1 平陆运河现状下取水口及人饮工程分布情况表

所属水系	工程名称	经度	纬度
沙坪河	沙坪镇沙雄自来水厂 (沙坪镇人饮工程)	108°58'03	22°31'20

	七里村人饮工程	108°56'58	22°28'52
旧州江	陆屋中学人饮工程	108°57'11	22°17'07
	青松人饮工程	108°55'46	22°24'45
	桥柱人饮工程	108°56'22	22°26'13
	旧州镇西屯江水源地（康泉取水口）	108°56'15	22°23'43
	向塘人饮工程	108°56'37	22°22'56
	灵山县旧州洲泉水厂	108°57'11	22°24'19
	钦江	古秀人饮工程	108°45'34
牛江人饮工程		108°43'14	22°07'31
久隆中学饮水工程		108°43'13	22°04'06
丁屋片人饮工程		108°42'39	22°04'35
灵山县陆源风光自来水有限公司		108°57'38	22°16'48
钦州市取水口及取水泵房		108°40'12	22°01'36
钦州矿务局取水工程		108°41'00	22°02'52
平吉镇饮用水源取水口		108°46'23	22°09'52
久隆镇钦江水源地		108°44'05	22°03'47

表 6.3.4-2 取水口及人饮工程与平陆运河的相对位置情况

所属水系	工程名称	取水口现状	是否位于运河航道内	备注
沙坪河	沙坪镇人饮工程	沙坪河边大口井取水	×	裁弯取直，建议维持连通性
	七里村人饮工程（已停用）	沙坪河边大口井取水	×	邻近运河
旧州江	陆屋中学人饮工程	旧州江边大口井取水	×	裁弯取直，建议维持连通性
	青松人饮工程	下浪江（旧州江支流）边大口井取水	√	位于航道内，运河穿越
	桥柱人饮工程	旧州江边大口井取水	√	位于航道内，运河穿越
	旧州镇西屯江水源地（康泉水厂取水口）	西屯江边大口井取水	√	位于航道内，运河穿越
	向塘人饮工程	旧州江边大口井取水	√	位于航道内，运河穿越
钦江	古秀人饮工程	钦江大坡段取水	×	裁弯取直，建议维持连通性

牛江人饮工程	钦江支流取水	×	邻近运河
久隆中学饮水工程	钦江干流取水	√	运河穿越
丁屋片人饮工程	钦江干流取水	√	位于航道内，运河穿越
钦州矿务局取水工程	钦江干流取水	√	裁弯取直
钦州市取水口及取水泵房	钦江干流取水	√	位于航道内，运河穿越
久隆镇钦江水源地 (久隆镇镇区供水工程)	未完工，规划从钦江取水	√	位于航道内，运河穿越
平吉镇饮用水源取水口	钦江干流取水	×	裁弯取直，建议维持连通性

#### 6.3.4.2 取水口、人饮工程水动力变化情况

由于平陆运河的实施彻底改变了原河道关系和走向，工程实施后部分取水口及人饮工程已不在运河以内。因此，对运河实施后有影响的各取水口及人饮工程进行了分析比较。从不利角度出发，选取了枯水期的水动力进行了计算，结果如表 6.3.4-3 所示。

表 6.3.4-3 平陆运河实施后取水口及人饮工程流速、水深对比表

所属水系	工程名称	流速(m/s)		水深(m)	
		工程前	工程后	工程前	工程后
沙坪河	沙坪镇沙雄自来水厂 (沙坪镇人饮工程)	0.31	0.20	3.2	10.1
旧州江	陆屋中学人饮工程	0.52	0.16	2.3	6.3
	桥柱人饮工程	0.41	0.18	2.5	6.2
	青松人饮工程	0.32	0.17	2.5	6.4
	旧州镇西屯江水源地 (康泉取水口)	0.42	0.15	2.3	6.3
	向塘人饮工程	0.32	0.14	2.3	6.1
钦江	古秀人饮工程	0.41	0.15	2.5	6.3
	丁屋片人饮工程	0.40	0.13	2.6	6.1
	久隆中学饮水工程	0.23	0.13	2.3	6.1
	久隆镇钦江水源地 (久隆镇镇区供水工程)	0.31	0.15	2.5	6.1
	大风江调水工程取水点	0.42	0.17	3.2	6.1
	钦州市取水口及取水泵房	0.35	0.18	2.4	6.1
	钦州矿务局取水工程	0.42	0.15	2.3	6.1
	平吉镇饮用水源取水口	0.35	0.16	2.5	6.1

由表可知，在平陆运河工程实施前各取水口及人饮工程分别位于原河道内，流速较缓，水深条件良好；运河工程实施后，断面扩宽，引入航运调水后流量有所增加，各取水口均位于航道枢纽梯级库区内，流速较缓，而水深有不同程度增

大，增加值约在 1.0~8.0m 之间。

#### 6.3.4.3 取水口、人饮工程受施工期悬浮物影响

对运河实施后有影响的各取水口及人饮工程进行了分析比较，从不利角度出发，选取了枯水期的水动力进行了计算，且针对运河施工期悬浮物对取水口及人饮工程的影响进行分析，预测计算水质前后变化，见下表。根据现场踏勘、分析走访的情况，结合现状及运河工程实施后的航道布置，工程的实施对现有取水口及人饮工程的影响范围分析如下表所示。

表 6.3.4-4 平陆运河施工期悬浮物对取水口及人饮工程影响分析表

所属水系	取水工程名称	取水工程所处位置	干流施工有无影响	施工悬浮物对下游的影响范围 (km)	考虑环保施工的下stream影响范围 (km)
沙坪河	沙坪镇沙雄自来水厂 (沙坪镇人饮工程)	干流	有	2.1	0.45
	七里村人饮工程	支流	无	/	/
旧州江	陆屋中学人饮工程	干流	有	4.1	0.97
	青松人饮工程	干流	有	4.1	0.97
	桥柱人饮工程	支流	无	/	/
	灵山县旧州洲泉水厂	干流	有	4.1	0.97
	旧州镇西屯江水源地 (康泉取水口)	支流	无	/	/
	向塘人饮工程	干流	有	4.1	0.97
钦江	古秀人饮工程	干流	有	2.0	0.65
	牛江人饮工程	支流	无	/	/
	久隆中学饮水工程	干流	有	2.0	0.65
	丁屋片人饮工程	干流	有	2.0	0.65
	灵山县陆源风光自来水有限公司	干流	有	2.0	0.65
	钦州市取水口及取水泵房	干流	有	2.0	0.65
	钦州矿务局取水工程	干流	有	2.0	0.65
	平吉镇饮用水源取水口	干流	有	2.0	0.65
	久隆镇钦江水源地	干流	有	2.0	0.65
	大风江调水工程取水点	干流	有	2.0	0.65

#### 6.3.4.4 取水口、人饮工程运行期水动力及水质变化

对比了平陆运河工程建设后取水口水动力及水质变化情况，详见下表所示。



表 6.3.4-5 平陆运河实施后影响的取水口水动力及水质变化

运河干流河段	工程名称	水动力				水质									
		流速(m/s)		水深(m)		COD (mg/L)		NH <sub>3</sub> -N (mg/L)		TP (mg/L)		TN (mg/L)		满足水质标准 (TN 除外)	
		工程前	工程后	工程前	工程后	工程前	工程后	工程前	工程后	工程前	工程后	工程前	工程后	工程前	工程后
沙坪河	灵山县沙坪镇沙雄自来水厂（沙坪镇人饮工程）	-	-	-	-	15	7.89	1.11	0.357	0.1	0.1	1.45	1.21	IV类	II类
		0.03	0.04	2.1	10.6	8	7.69	0.508	0.341	0.08	0.08	1.12	1.19	III类	II类
	桥柱人饮工程	-	-	-	-	8	7.99	0.508	0.507	0.08	0.07	1.12	1.08	III类	III类
旧州江	青松人饮工程	0.2	0.02	1.5	6.4	8	7.9	0.508	0.492	0.08	0.08	1.12	1.21	III类	II类
	旧州镇西屯江水源池（康泉取水口）	-	-	-	-	7	8.51	1.13	0.413	0.1	0.17	1.45	1.23	IV类	III类
	向塘人饮工程	0.02	0.02	2.3	5.1	8	9.14	0.775	0.517	0.06	0.08	1.92	1.36	III类	III类
钦江	平吉饮用水源取水口	-	-	-	-	9	10.91	0.58	0.899	0.09	0.18	1.64	2.34	III类	III类
	古秀人饮工程	-	-	-	-	11	10.82	0.255	0.881	0.09	0.18	1.49	2.38	II类	III类
	丁屋片人饮工程	0.02	0.04	2.6	5.1	11	10.8	0.255	0.872	0.08	0.17	1.49	2.32	II类	III类
	久隆中学饮水工程	0.01	0.04	2.3	5.1	11	10.82	0.305	0.865	0.08	0.18	1.49	2.32	II类	III类
	久隆镇钦江水源池	0.02	0.05	2.5	5.1	11	10.81	0.305	0.875	0.08	0.19	1.49	2.31	II类	III类
	大风江调水工程取水点	0.03	0.05	3.2	5.1	11	10.78	0.255	0.863	0.08	0.17	1.49	2.29	II类	III类
	钦州市取水口及取水泵房	0.03	0.03	2.4	5.1	11	10.52	0.215	0.858	0.07	0.19	1.49	2.27	II类	III类
	钦州矿务局取水工程	-	-	-	-	11	10.64	0.215	0.859	0.07	0.18	1.49	2.28	II类	III类

## 6.3.4.5 各支流回水范围统计

根据工程后航道布置及各梯级枢纽的运行水位情况，对运河沿线的主要支流回水范围进行了统计。各支流回水情况按平水期各枢纽对应的正常蓄水位回水范围考虑。本统计基于工程实施后航道布置对支流口处理的基础上进行的统计。根据目前统计分析，在各支流回水范围内没有有各种取水口或人饮工程布置。

表 6.3.4-6 各支流回水范围统计表

序号	支流名称	回水长度(m)	水位(m)
1	狮子河	200	62.3
2	沙坪河（干流）	500	62.3
3	旧州江支流（原干流）	300	35.0
4	王屋河	200	35.0
5	大塘河	160	35.0
6	高湖河	—	汇入企石枢纽
7	钦江干流	600	8.7
8	甲屋河	200	8.7
9	埡湾河	150	8.7
10	丁屋江	300	8.7
11	新坪水	200	8.7
12	旧村河	100	8.7
13	青塘河	300	8.7
14	沙埠江	250	8.7
15	陈屋河	200	8.7
16	杨屋河	300	8.7
17	广平河	350	8.7
18	杨梅河	150	8.7
19	蓄标河	150	8.7
20	三踏水	200	8.7
21	新屋河	600	8.7
22	下底河	250	8.7
23	牛江河	250	8.7
24	老村河	200	8.7
25	大雾河	200	8.7

序号	支流名称	回水长度(m)	水位(m)
26	茅坪河	450	8.7

#### 6.3.4.6 小结

经过对各取水口人饮工程与运河相对位置、水动力变化影响、水质变化影响综合分析得出以下结论：

(1) **施工期影响不大**，包括：牛江人饮工程、久隆镇镇区供水工程（未完工）。

(2) **施工期有影响**，包括：沙坪镇人饮工程、七里村人饮工程（已停用）、陆屋中学人饮工程、青松人饮工程、桥柱人饮工程、康泉水厂、向塘人饮工程、久隆中学饮水工程、丁屋片人饮工程、钦州矿务局取水工程、钦州市取水口及取水泵房、古秀人饮工程和平吉镇饮用水源取水口。

(3) **运行期影响不大**，包括：牛江人饮工程、沙坪镇人饮工程、陆屋中学人饮工程、古秀人饮工程、平吉镇饮用水源取水口、七里村人饮工程（已停用）、青松人饮工程、桥柱人饮工程、康泉水厂和向塘人饮工程。

(4) **运行期有影响**，包括：久隆中学饮水工程、丁屋片人饮工程、钦州矿务局取水工程、钦州市取水口及取水泵房、久隆镇钦江水源地。

根据各取水口人饮工程具体情况建议采取措施：

(1) 第 1 种情况，工程实施影响不大。包括：牛江人饮工程。

牛江人饮工程取水点位于牛江河支流，距离汇入口一公里以上，而工程实施后牛江河回水长度 250 m，因此水源水质不受回水影响，工程实施影响不大。这类情况，虽然初步预测工程实施对取水口取水影响不大，但从水质安全角度，建议施工期采用环保型疏浚机械，如封闭式抓斗、刮铲式环保绞刀及防污屏，确保悬浮物收集率达到 80%。涉水施工作业时建议在施工河段下游设置拦污屏，拦污屏网孔小于 0.2 mm。施工区域在施工期设置防渗的隔油沉砂池、修建截洪沟收集雨水，并经过沉砂池处理，确保对水环境的影响降到最低。

(2) 第 2 种情况，施工期有影响，运行期影响不大。包括：沙坪镇人饮工程、陆屋中学人饮工程、古秀人饮工程、平吉镇饮用水源取水口、七里村人饮工程（已停运）、青松人饮工程、桥柱人饮工程、康泉水厂和向塘人饮工程。

沙坪镇人饮工程、陆屋中学人饮工程、古秀人饮工程和平吉镇饮用水源取水口的取水点均不在航道工程水体内，但原河道不作回填，仍保持和主航道的水域连通，施工期受悬浮泥沙短期影响。而七里村人饮工程（已停运）、青松人饮工程、桥柱人饮工程、康泉水厂和向塘人饮工程的取水点位于航道内，施工期受悬浮泥沙长期影响。因此，施工期应采取措施尽量减少悬浮泥沙的影响，例如沙坪镇人饮工程，如最终施工点位位于钦江干流取水口上游 1km 以内时，应关停取水口，启用备用水源或临时供水措施；施工点位位于取水口上游 1km 以上时，施工时候应采用环保型疏浚机械，如封闭式抓斗、刮铲式环保绞刀及防污屏，确保悬浮物收集率达到 80%。工程施工区周边及沿线涉及村庄等敏感目标，需要采取隔声屏障等必要的环境保护措施，降低对沿线敏感点的影响。由于水厂均配置了混凝沉淀工序，可通过加强投药强化沉淀效果、增加反冲洗的频率等管控措施，也可在一定程度上减轻施工期悬浮物的影响。

运行期的水质模拟结果显示，上述人饮工程或取水口的取水河段水质变化不大，甚至有所改善，施工结束后可考虑恢复使用。同时，应升级水处理工艺，以进一步保障供水安全。

（3）第 3 种情况，施工期和运行期均有影响。包括：久隆中学饮水工程、丁屋片人饮工程、钦州矿务局取水工程、钦州市取水口及取水泵房。取水点位于航道内，在施工期受悬浮泥沙长期影响，同时，水质模拟结果显示，运行期水质变差。为保障供水安全，建议另寻其他可靠水源。如无其他可靠水源可用，施工期应尽量减少悬浮泥沙影响，例如丁屋片人饮工程，如最终施工点位位于钦江干流取水口上游 1km 以内时，应关停取水口，启用备用水源或临时供水措施；施工点位位于取水口上游 1km 以上时，施工时候应采用环保型疏浚机械，如封闭式抓斗、刮铲式环保绞刀及防污屏，确保悬浮物收集率达到 80%。工程施工区周边及沿线涉及村庄等敏感目标，需要采取隔声屏障等必要的环境保护措施，降低对沿线敏感点的影响。由于水厂均配置了混凝沉淀工序，可通过加强投药强化沉淀效果、增加反冲洗的频率等管控措施，也可在一定程度上减轻施工期悬浮物的影响。运行期，应升级水处理工艺，增加深度处理，保障供水安全。

（4）第 4 种情况，其他情况。久隆镇镇区供水工程，未完工，现已停工，暂无影响。规划从钦江取水，但由于水质模拟结果显示水质由 II 类变为 III 类，

因此，建议另寻水源或升级水处理工艺。

表 6.3.4-7 平陆运河实施后取水口及人饮工程影响汇总

所属水系	工程名称	施工期影响	运行期影响
沙坪河	沙坪镇人饮工程	有	无
	七里村人饮工程（已停运）	无	无
旧州江	陆屋中学人饮工程	有	无
	青松人饮工程	有	无
	桥柱人饮工程	有	无
	旧州镇西屯江水源地 （康泉水厂取水口）	有	无
	向塘人饮工程	有	无
钦江	古秀人饮工程	有	无
	牛江人饮工程	无	无
	久隆中学饮水工程	有	有
	丁屋片人饮工程	有	有
	钦州矿务局取水工程	有	有
	钦州市取水口及取水泵房	有	有
	久隆镇钦江水源地 （久隆镇镇区供水工程）（未完工）	—	有
	平吉镇饮用水源取水口	有	无

### 6.3.5 咸水上溯影响分析

引用《西部陆海新通道（平陆）运河青年枢纽船闸通航关键技术问题研究题一：新青年船闸下盐度时空分布特性数值模型研究报告》（重庆交通大学，2022.2）研究成果。

研究模拟了工程实施后近期 90%、近期 75%、近期 50%和远期 90%流量下的盐度结果，报告书引用近期 75%下的计算结果分析。

近期 75%保证率下流量变化及月均流量见图与表。结合 5.4.1 节中 90%近期的枯水期、中水期、洪水期的分类可知，在 75%保证率下枯水期主要为 11 月至次年 3 月，中水期为 4~5 月、10 月，洪水期为 6~9 月。重点对枯水期（11~3 月）与中水期的沿程盐度时空变化过程进行分析。

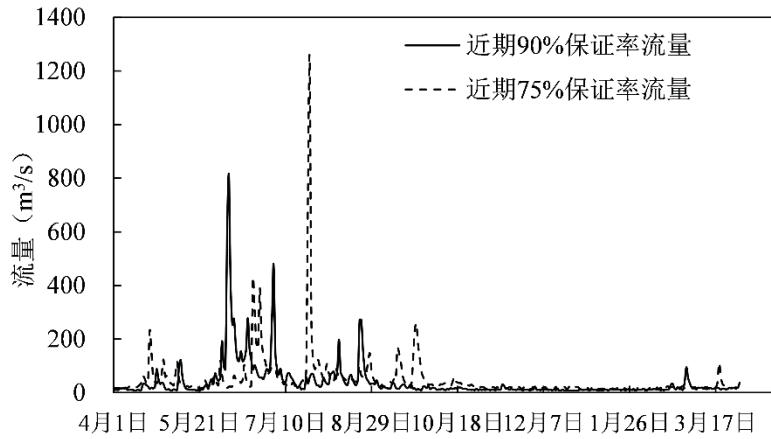


图 6.3.5-1 近期 75%与 90%保证率下的典型年来流过程

表 6.3.5-1 近期 75%保证率下月均流量

月份	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
月均流量	46 m <sup>3</sup> /s	39 m <sup>3</sup> /s	106 m <sup>3</sup> /s	131 m <sup>3</sup> /s	68 m <sup>3</sup> /s	76 m <sup>3</sup> /s	33 m <sup>3</sup> /s	22 m <sup>3</sup> /s	21 m <sup>3</sup> /s	18 m <sup>3</sup> /s	20 m <sup>3</sup> /s	25 m <sup>3</sup> /s

#### (1) 枯水期盐度变化过程

本节对枯水期的 11 月至次年 3 月的运河闸下引航道出口、钦江段及近海段典型断面的盐度变化进行了分析。

##### (a) 闸下引航道出口段典型断面盐度变化

图 6.3.5-2 为船闸下游引航道出口断面盐度变化过程。从图可知，该断面在 11~12 月份盐度仍保持在 0.01% 以下，随着 1 月流量减小至日均 18m<sup>3</sup>/s，盐度出现了累计增加的趋势，在 2 月初盐度增加至 1.85%，随后盐度在来流均值 20m<sup>3</sup>/s 条件下维持在该盐度。由于上游来流 3 月中旬增加至 111m<sup>3</sup>/s，盐度出现了先由 1.85% 迅速降至 0.1% 左右，但后续流量基本维持在 25m<sup>3</sup>/s 上下，盐度回到 1.85% 上下。总体来看，闸下引航道出口附近的断面盐度变化过程与潮位的变化过程并未有较好的同步性。

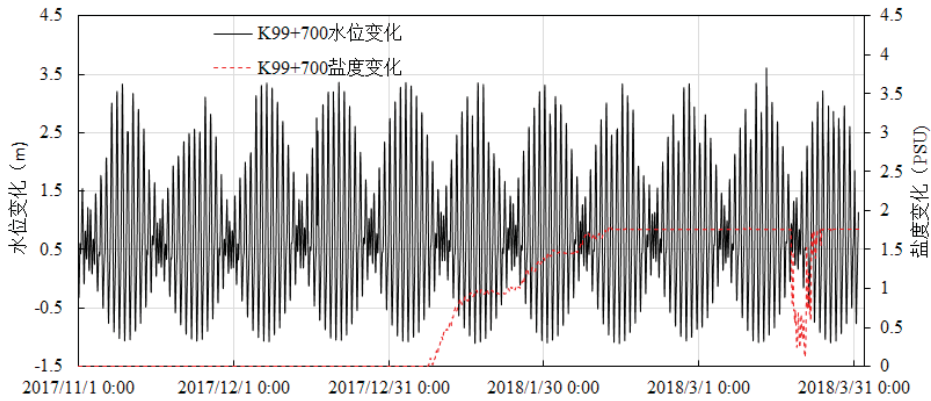


图 6.3.5-2 枯水期 K99+700 断面平均盐度与水位变化过程

图 6.3.5-3 为船闸引航道下游出口断面 K99+700 的盐度与来流过程的变化，从图可知，11 月以来，上游来流的均值维持在  $22\text{m}^3/\text{s}$  上下，盐度则随着上游来流的减小而形成累计增加的趋势。当 3 月中旬流量的突然增加至  $111\text{m}^3/\text{s}$ ，则断面平均盐度迅速减小至  $0.2\%$ ，但由于来流增加历时较短，仅保持一天，后又迅速降低至日均  $25\text{m}^3/\text{s}$  上下，该断面的盐度在该级流量下保持在  $1.85\%$  左右。

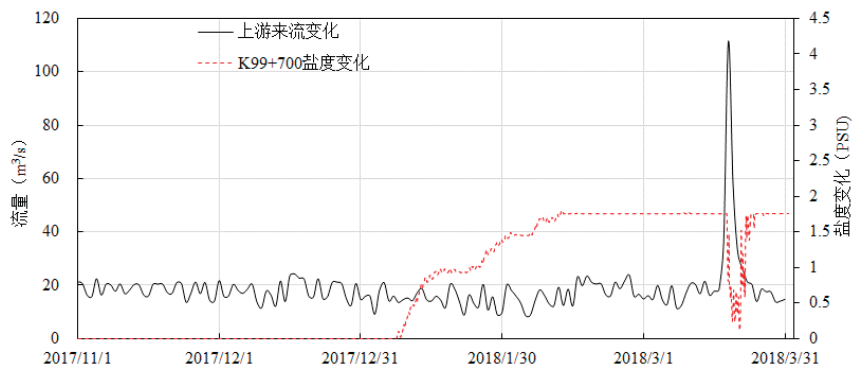


图 6.3.5-3 枯水期 K99+700 断面平均盐度与上游来流变化过程

(b) 钦江段典型断面盐度变化

图 6.3.5-4 为钦江段沿程断面盐度变化过程。从图可知，船闸下游钦江段 K103+700 以上的盐度变化趋势与船闸下游引航道出口断面基本一致，随着流量的持续降低而逐渐趋于稳定波动数值；K103+700 断面以下盐度的变化与水位波动的关系逐渐明显，3 月中旬的大于  $100\text{m}^3/\text{s}$  的流量的减盐效果可影响至断面 K109+700。

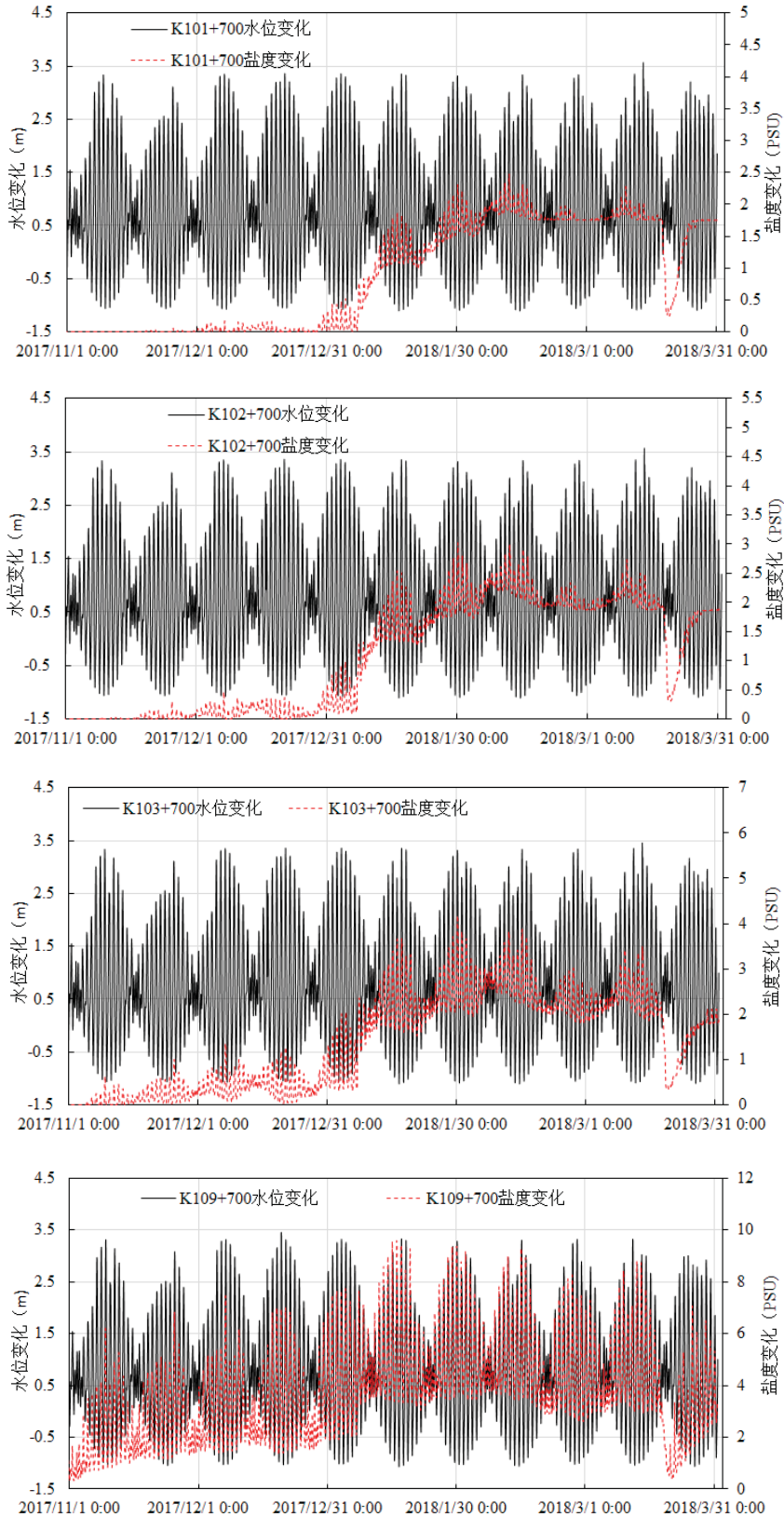


图 6.3.5-4 枯水期钦江典型断面平均盐度与水位变化过程

11 月以后，上游来流大幅度降低至均值  $22\text{m}^3/\text{s}$ ，沿程盐度开始波动累计增加，至 1 月达到相对稳定的波动范围，沿程断面盐度最大值的变化范围在



0.5~9.8‰；到3月中旬由于流量的迅速增加至  $111\text{m}^3/\text{s}$ ，沿程盐度降低至 1‰内，但大流量历时太短，因此在后续均值  $22\text{m}^3/\text{s}$  的来流条件下，盐度随着水位变化在稳定范围波动。从上游来流变化对断面影响作用来看，来流级达到  $100\text{m}^3/\text{s}$  级后，钦江段内均有减盐的效果，影响程度随着距离的变化而逐渐减弱。

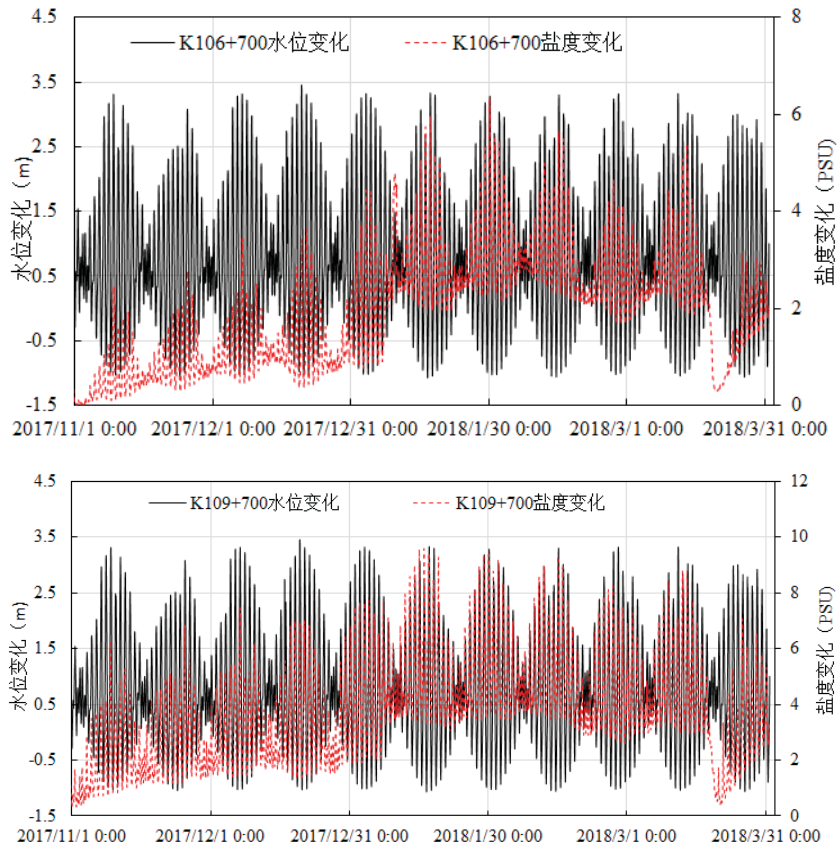


图 6.3.5-5 枯水期船闸下游附近断面平均盐度与上游来流变化过程

(c) 近海段典型断面盐度变化

图 6.3.5-6 为钦江汇合口至龙门港近海段的沿程断面盐度变化过程。从图可知，钦江汇合口后排榜江（左汉口）断面 K113+700 与 K114+700 断面的盐度变化趋势与潮位变幅较好同步，在 75%保证率枯水期的月均  $22\text{m}^3/\text{s}$  的条件下，盐度波动在 2~11.8‰，当上游来流增加至  $100\text{m}^3/\text{s}$  流量级时，径流对断面盐度的影响作用可达到汇合口的汉道。

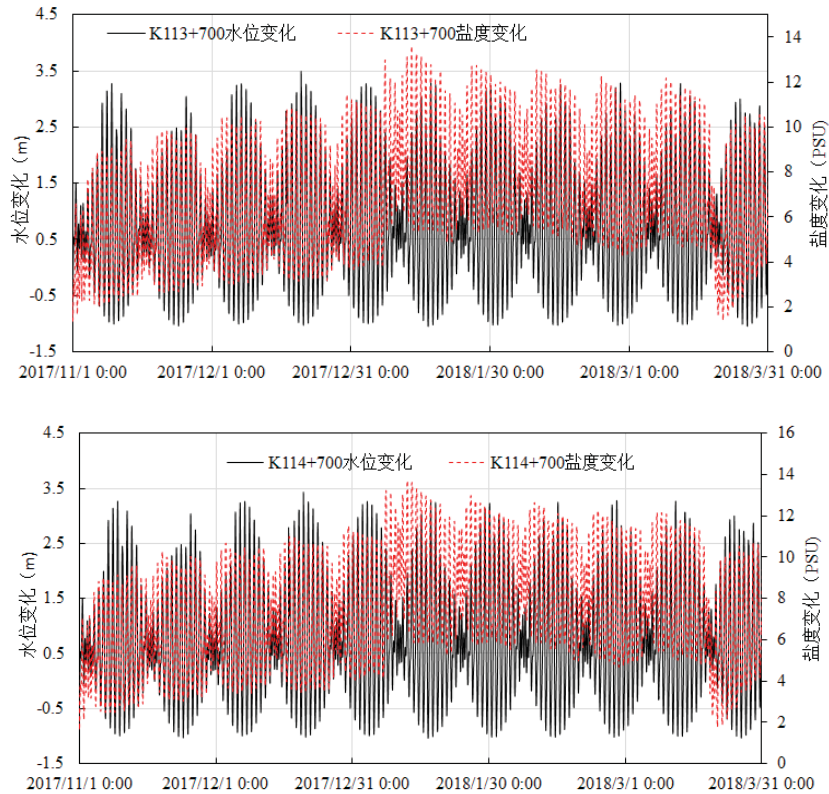
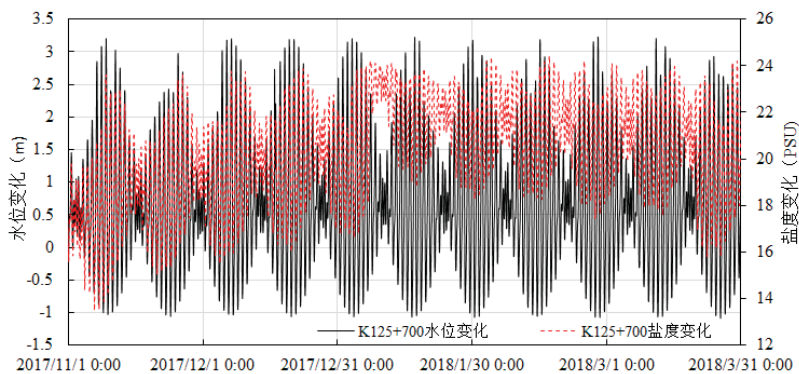


图 6.3.5-6 枯水期汇合口左汊沿程断面平均盐度与潮位变化过程

茅尾海至龙门港沿程代表断面的盐度与潮位变化见图 6.3.5-7。进入茅尾海后，运河沿程断面的盐度与潮位变化基本同步，盐度变化范围为 13~27‰，整体盐度变化受上游来流影响作用不明显，在 3 月中旬的大流量下，盐度仍与前述盐度周期变化过程保持一致，说明上游来流的增幅对茅尾海内沿程盐度影响作用较弱，汇合口左汊以下河段的运河沿程盐度变化主要受潮动力和外海盐度的影响。



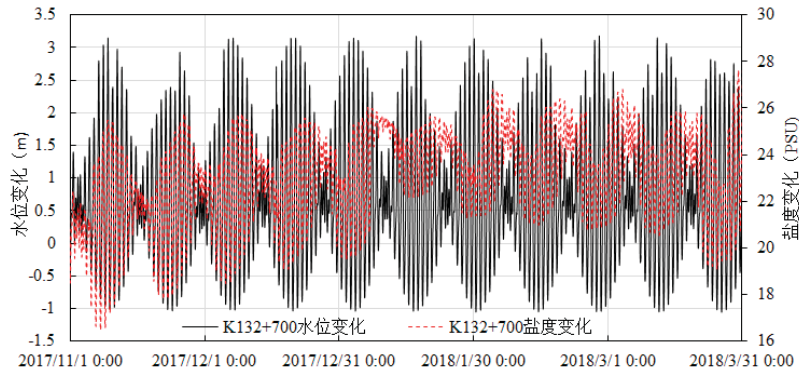


图 6.3.5-7 枯水期茅尾海沿程断面平均盐度与潮位变化过程

(d) 涨落潮期间运河沿程盐度变化

图 6.3.5-8 为平陆运河枯水期 2 月份涨潮期间与落潮期间的某时刻沿程盐度变化。由图可知，涨潮期间，茅尾海内的近海段的盐度变化在 10~26‰；钦江段闸下盐度为 1.85‰，闸下游盐度逐渐增加，增加趋势较为平缓，在汇合口上游附近的断面 K112+700 的盐度为 10.5‰。落潮期间，闸下盐度基本不变，约为 1.8‰，闸下游盐度较涨潮期有所减小，并在汇合口左汊出口后盐度增加速率加快，至运河近海段的盐度增加至约 24‰。

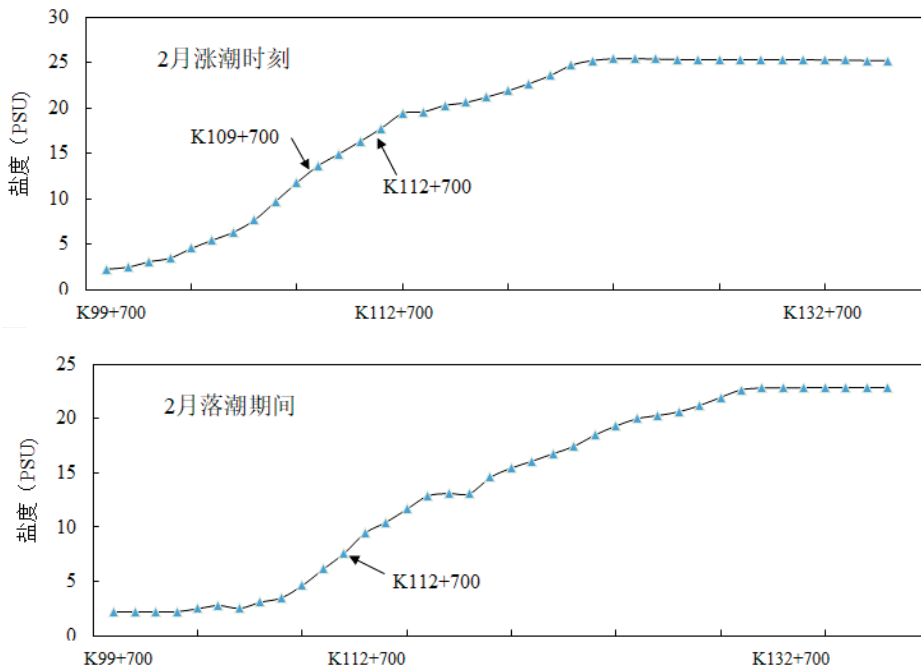


图 6.3.5-8 枯水期茅尾海沿程断面平均盐度与潮位变化过程

(2) 中水期 4~5 月盐度变化过程

本节对中水期 4~5 月的新青年船闸下引航道出口、钦江段及近海段典型断面

的盐度变化进行了分析。

#### (a) 闸下引航道出口段典型断面盐度变化

图 6.3.5-9 为船闸下游引航道出口断面盐度变化过程。从图可知，4 月初上游来流维持在  $14\text{m}^3/\text{s}$ ，该断面维持在相对稳定的  $1.8\text{‰}$ ，随着流量的增加，盐度出现了波动性变化，变化幅度在  $0\sim 1.5\text{‰}$  之间，而从潮位与盐度的变化关系来看，整体盐度不受潮位波动的影响。

图 6.3.5-10 为船闸引航道下游出口断面 K99+700 的盐度与来流过程的变化，从图可知，4 月中下旬后出现较大流量，因此该断面盐度冲淡效果显著，而在 5 月中旬，来流在  $20\text{m}^3/\text{s}$ ，盐度维持在  $0.5\text{‰}$ ，随着 5 月底超过  $40\text{m}^3/\text{s}$  的流量出现，且历时较长，盐度基本为  $0.2\text{‰}$  内。

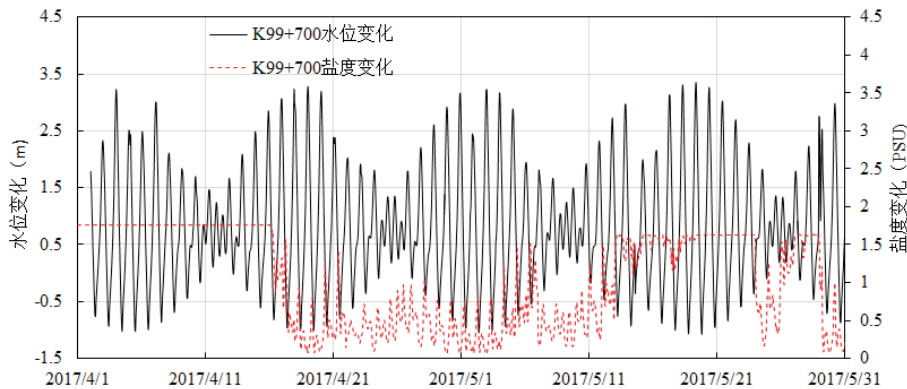


图 6.3.5-9 中水期 K99+700 断面平均盐度与水位变化过程

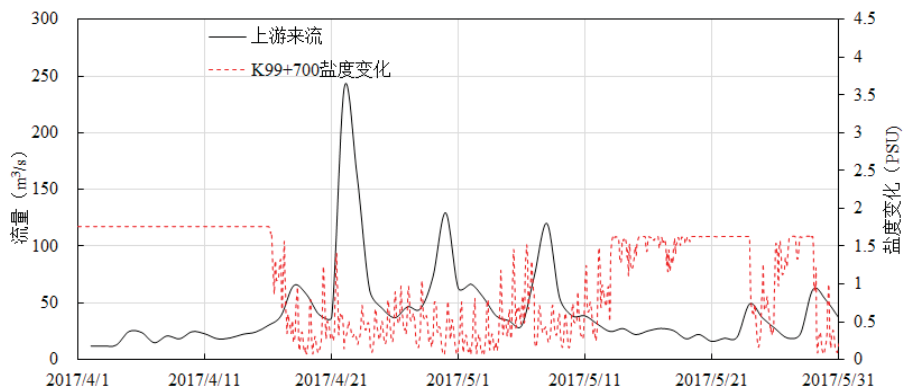
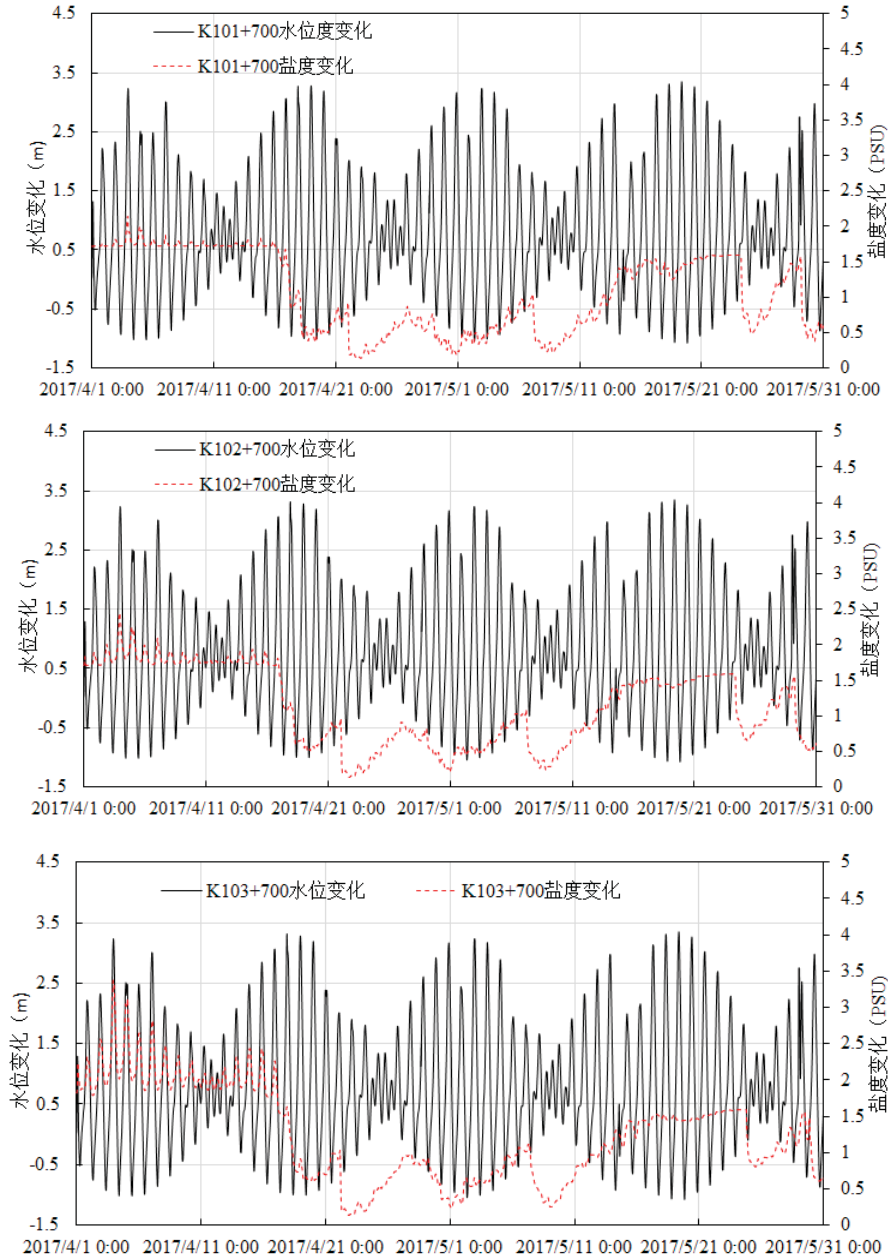


图 6.3.5-10 中水期 K99+700 断面平均盐度与上游来流变化过程

#### (b) 钦江段典型断面盐度变化

图 6.3.5-11 为钦江段沿程断面盐度变化过程。从图可知，船闸下游钦江段的盐度变化趋势与船闸下游引航道出口断面基本一致。由图可知，钦江段断面 K103+700 以上河段的盐度变化与船闸下游引航道出口基本保持一致，盐度变化

在 0~1.2‰左右；而在断面 K106+700 以下河段，盐度与潮位关系更加密切，盐度逐渐呈现周期性波动，与水位变化基本保持一致，至断面 K109+700 的盐度波动在 0.1~9.5‰之间。



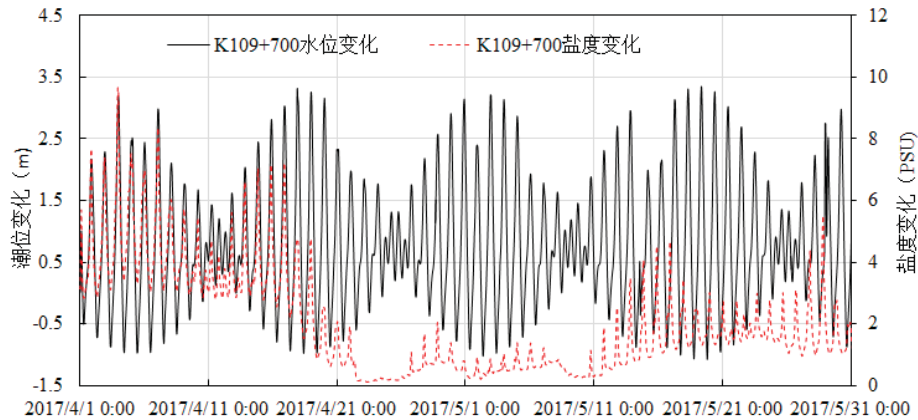


图 6.3.5-11 中水期船闸下游附近断面平均盐度与上游来流变化过程

(c) 近海段典型断面盐度变化

图 6.3.5-12 为钦江汇合口至龙门港近海段的沿程断面盐度变化过程。从图可知，钦江汇合口后排榜江（左汉口）断面 K113+700 与 K114+700 断面的盐度变化趋势与潮位变幅较好同步，4 月下旬来流超过了  $300\text{m}^3/\text{s}$ ，因此对于汉道口的减盐作用十分显著；断面整体盐度波动范围在  $0.1\sim 12.5\text{‰}$  之间。

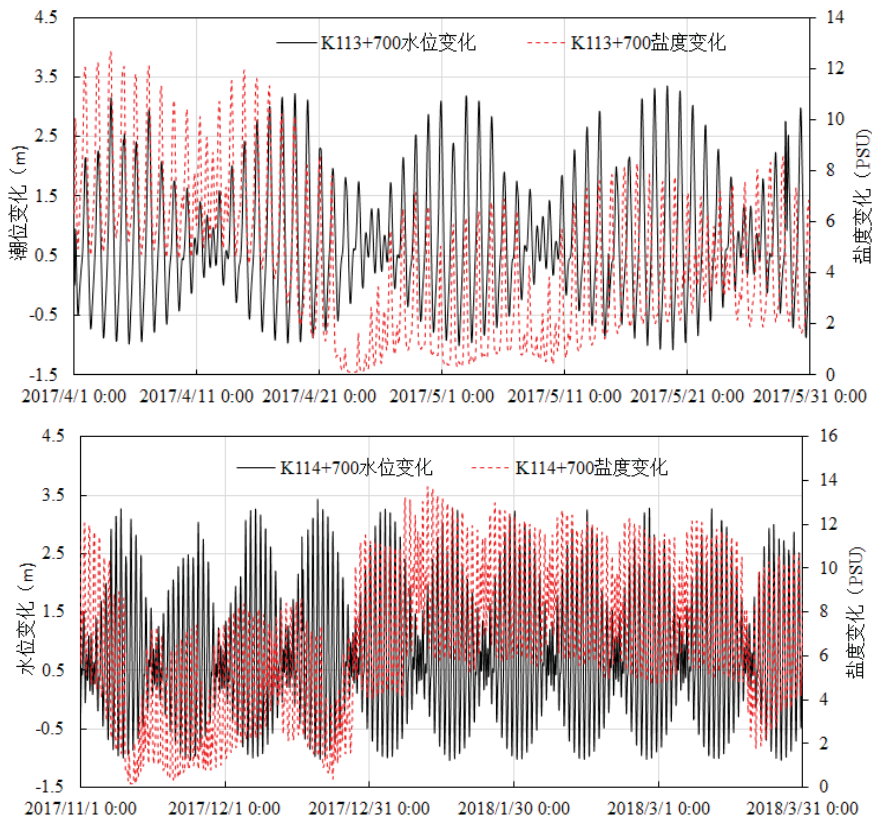


图 6.3.5-12 中水期汇合口左汉沿程断面平均盐度与潮位变化过程

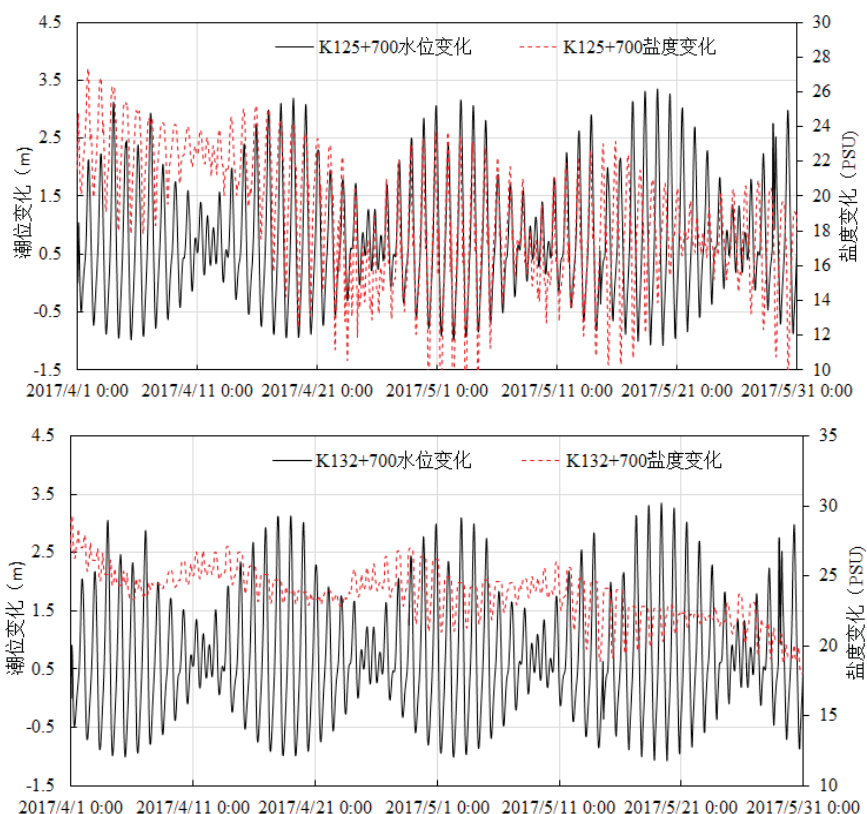


图 6.3.5-13 中水期茅尾海沿程断面平均盐度与潮位变化过程

茅尾海至龙门港沿程代表断面的盐度与潮位变化见图 6.3.5-13。进入茅尾海后，运河沿程断面的盐度与潮位变化基本同步，盐度变化范围为 11~26‰，整体盐度变化受上游来流影响作用不明显，在 4 月下旬月底的大流量下，盐度仍与前述盐度周期变化过程保持一致，说明汇合口左汊以下河段的运河沿程盐度变化主要受潮动力和外海盐度的影响。

#### (d) 涨落潮期间运河沿程盐度变化

图 6.3.5-14 为平陆运河中水期 4 月份涨潮期间与落潮期间的某时刻沿程盐度变化。由图可知，涨潮期间，茅尾海内的近海段的盐度变化在 10~25‰；钦江段闸下盐度为 0.58‰，闸下游盐度逐渐增加，增加趋势较为平缓，在汇合口上游附近的断面 K112+700 的盐度为 5.85‰。落潮期间，闸下盐度稍有减小，约为 0.28‰，闸下游盐度逐渐增加，并在汇合口左汊出口后盐度增加速率加快，至运河近海段的盐度增加至约 24‰。

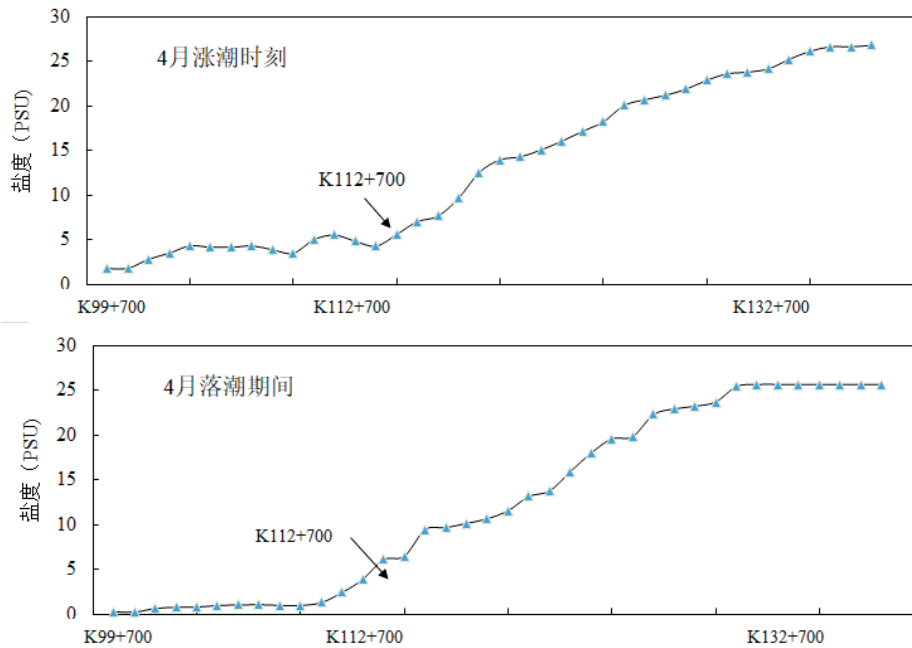


图 6.3.5-14 中水期平陆运河沿程盐度变化

### (3) 中水期 10 月盐度变化过程

本节对中水期 10 月的新青年船闸下引航道出口、钦江段及近海段典型断面的盐度变化进行了分析。

#### (a) 闸下引航道出口段典型断面盐度变化

图 6.3.5-15 为船闸下游引航道出口断面盐度变化过程。从图可知，该断面在 10 月盐度为 0，整体盐度并未随着潮位的变化而变化，说明盐度上溯未达到该断面。图为船闸引航道下游出口断面 K99+700 的盐度与来流过程的变化，从图 6.3.5-16 可知，在该流量的条件下，10 月份的盐度并未上溯到该断面。

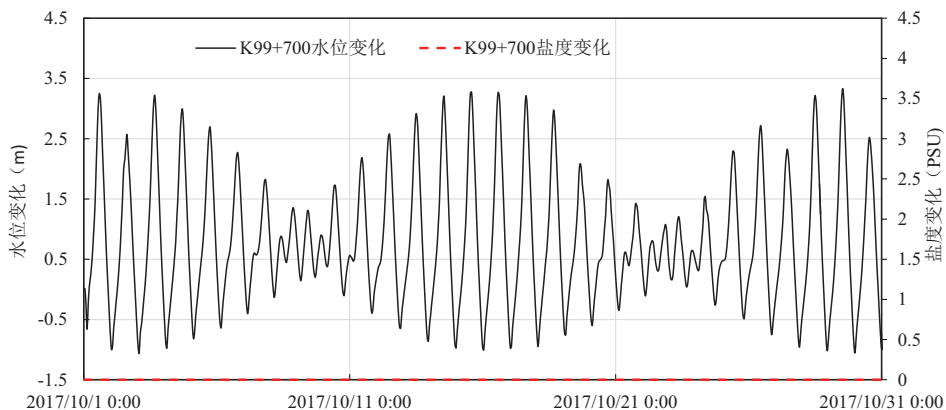


图 6.3.5-15 9~10 月份 K99+700 断面平均盐度与水位变化过程



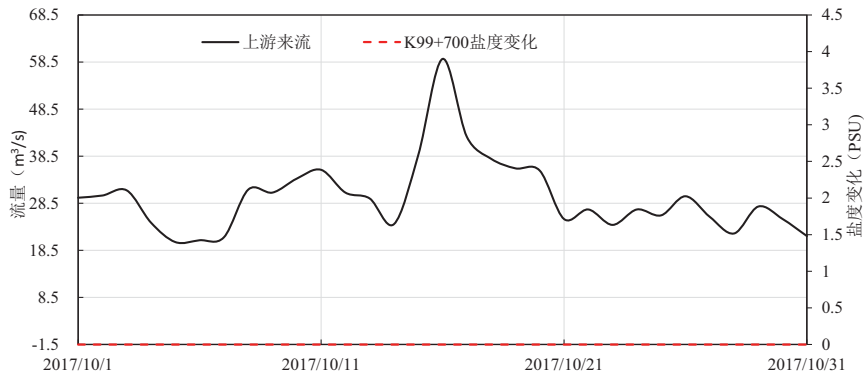
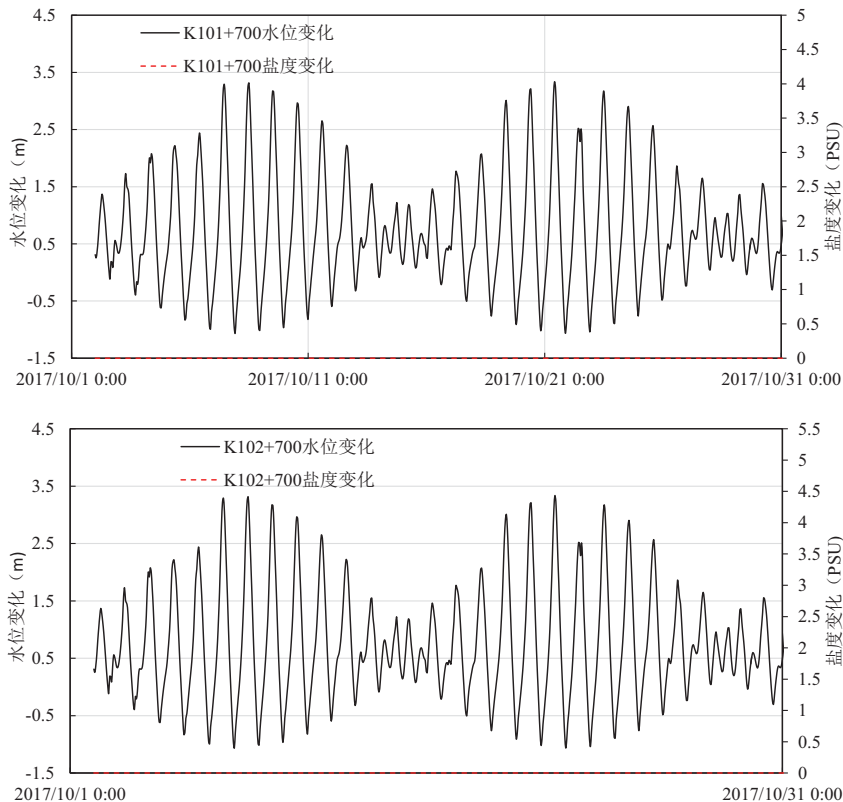


图 6.3.5-16 中水期 K99+700 断面平均盐度与上游来流变化过程

(b) 钦江段典型断面盐度变化

图 6.3.5-17 为钦江段沿程断面盐度变化过程。从图可知，船闸下游钦江段的盐度变化趋势与船闸下游引航道出口断面基本一致，但盐度的变化与水位波动的关系逐渐明显。有图可知，盐度上溯最远距离约在断面 K106+700 附近，以上断面盐度基本为 0，以下断面盐度逐渐呈现周期性波动，与水位变化基本保持一致，至断面 K109+700 的盐度波动在 0~4.2‰之间。



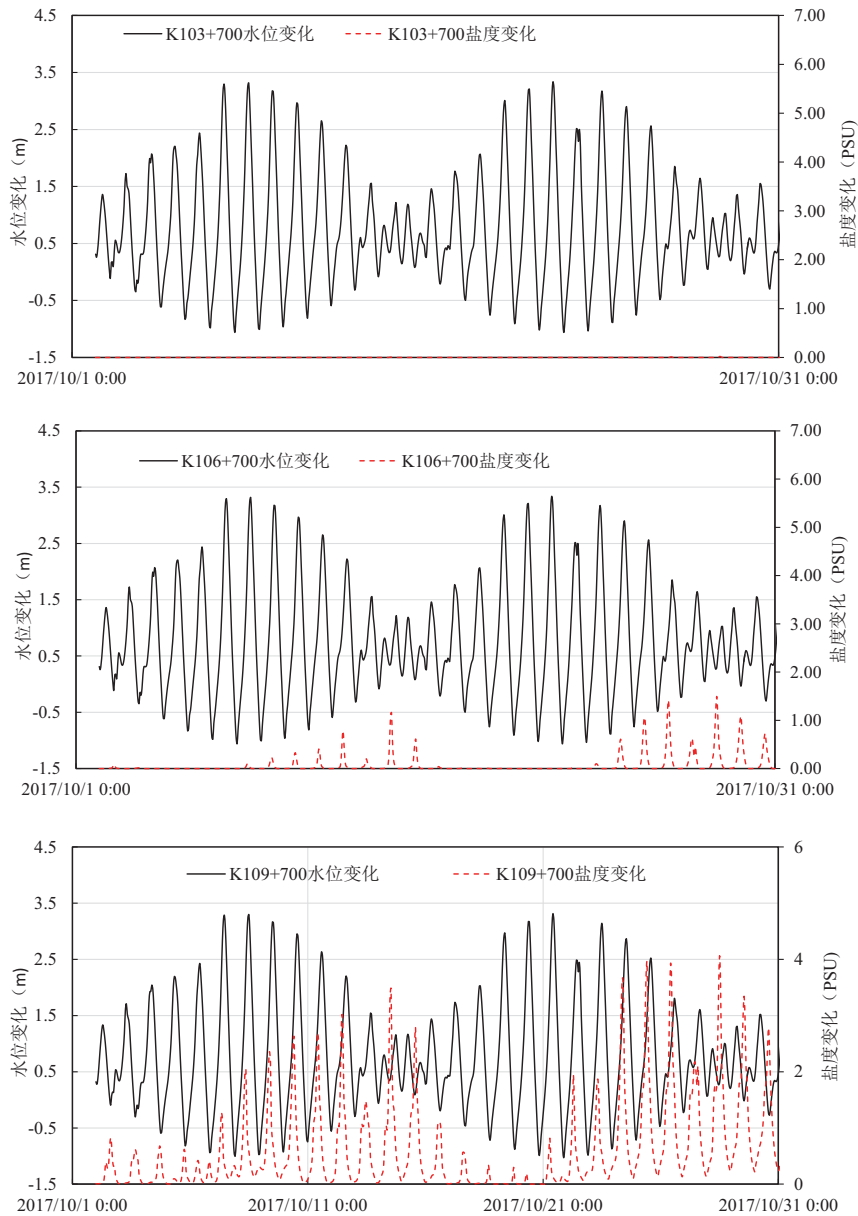


图 6.3.5-17 中水期钦江段典型断面平均盐度与上游来流变化过程

(c) 近海段典型断面盐度变化

图 6.3.5-18 为钦江汇合口至龙门港近海段的沿程断面盐度变化过程。从图可知，钦江汇合口后排榜江（左汉口）断面 K113+700 与 K114+700 断面的盐度变化趋势与潮位变幅较好同步，盐度的波动周期与上游来流关系逐渐减弱，波动范围在 0.5~8‰之间。

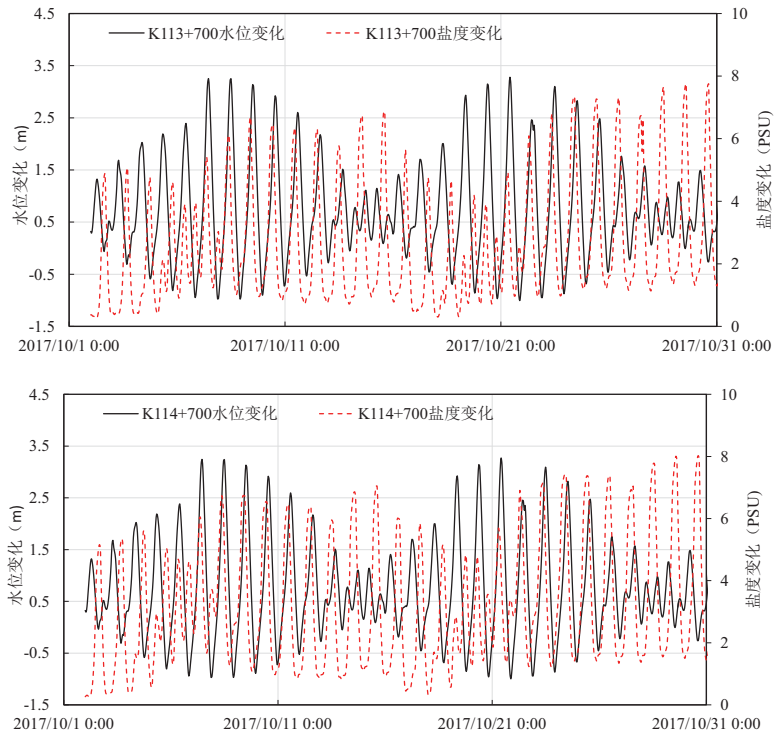


图 6.3.5-18 中水期汇合口左汊沿程断面平均盐度与潮位变化过程

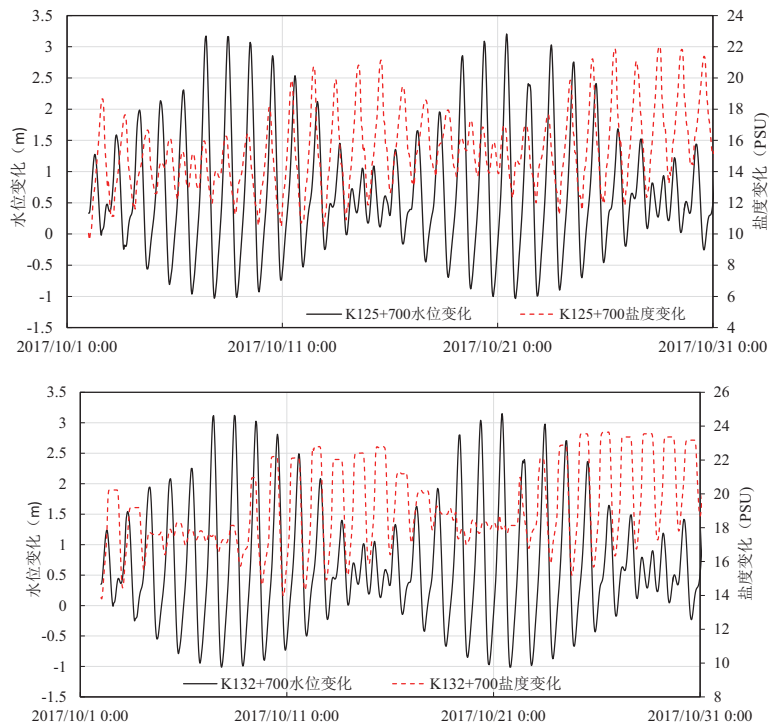


图 6.3.5-19 中水期茅尾海沿程断面平均盐度与潮位变化过程

茅尾海至龙门港沿程代表断面的盐度与潮位变化见图 6.3.5-19。进入茅尾海后，运河沿程断面的盐度与潮位变化基本同步，盐度变化范围为 12~ 23‰，整体盐度变化受上游来流影响作用不明显，说明汇合口左汊以下河段的运河沿程盐度

变化主要受潮动力和外海盐度的影响。

#### (d) 涨落潮期间运河沿程盐度变化

图 6.3.5-20 为平陆运河中水期 10 月份涨潮期间与落潮期间的某时刻沿程盐度变化。由图可知，涨潮期间，茅尾海内的近海段的盐度变化在 10~24‰；钦江段闸下盐度 0‰，在汇合口上游附近的断面 K112+700 的盐度为 6‰。落潮期间，闸下盐度进一步减小，并在汇合口左汊出口后盐度增加速率加快，至运河近海段的盐度增加至约 18‰。

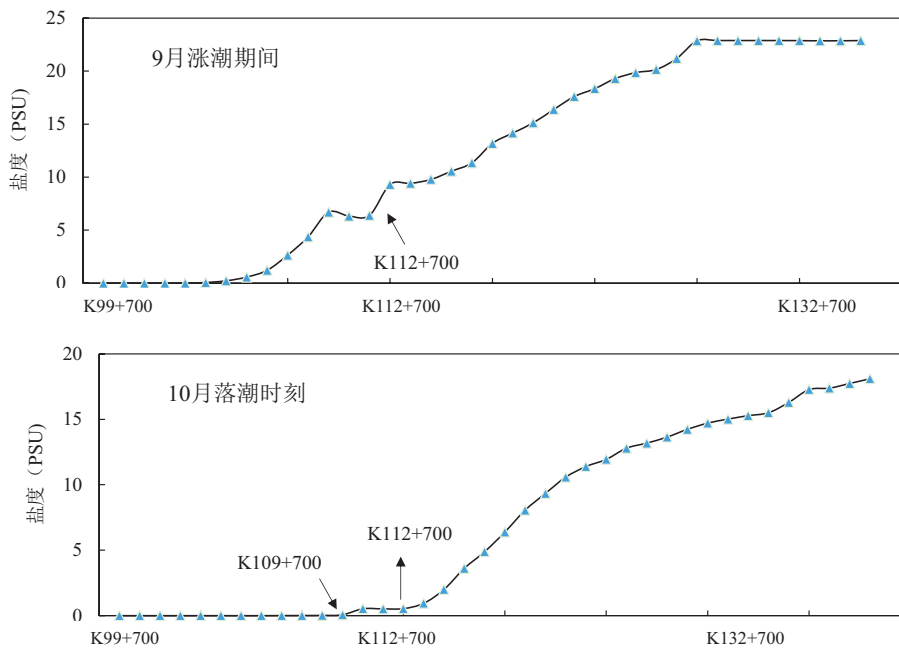


图 6.3.5-20 中水期涨落潮沿程断面盐度变化过程

近期 75%保证率来流条件下，工程后的船闸下游引航道出口附近典型断面在枯水期盐度在 1 月后超过 0.45‰，并在 2~3 月基本维持在 1.85‰左右，而中水期 4~5 月及 10 月盐度分别为 0~1.5‰及 0~0.1‰。

## 6.4 地下水环境影响评价

针对项目对地下水环境影响评价，委托广西水文地质工程地质勘察院《平陆运河项目地下水环境影响评价专项勘查报告》。该报告于 2022 年 4 月 8 日召开了《平陆运河项目地下水环境影响评价专项勘查报告》技术审查会，评审认为“本次勘查目的明确，采取的技术手段针对性较强，布置的工作量适当，提供了较为可靠的基础资料，评价结论基本可信，可作为项目环境影响评价的重要依据”。本节依据《平陆运河项目地下水环境影响评价专项勘查报告》进行论述。

### 6.4.1 施工期地下水环境影响预测与评价

#### 1、新福镇地下水水源地的影响分析

运河里程 K17+000 处以西离航道中心线约 600m 处，存在一处上升泉群（0242）。该上升泉群作为新福镇及附近村屯（凤凰村、凤凰坪村、墩礼村、杨屋村、凌屋村、廖屋村等）主要饮用水源，供水人口约 10000 人。调查期间，该上升泉群流量为 14.13L/s，据收集资料及访问，该上升泉枯水期流量为 13.85L/s，主要接受北、南、西侧基岩山区大气降雨入渗及侧向地下径流补给，总体上由西向东径流排泄于沟谷，最终汇入沙坪河，但其流量受季节性及沙坪河水位变化影响小，动态较为稳定。

该上升泉群位于黎村小型向斜位于大塘盆地东北端南缘，是华夏系构造体系与广西山字型构造弧顶的复合部位。向斜轴向为北东东，核部为第三系半固结泥砾岩组成，砾石之间由黏土充填，孔隙度小，透水性弱，含水贫乏，是相对隔水层，而北翼由 K1d 含砾砂岩、砾岩及 K1x 粉砂岩、坚硬的含砾砂岩、砾岩构造裂隙发育，其密度为 6~15 条/m<sup>2</sup>，这些构造裂隙为地下水的存储及运移网络空间，由于后期岩浆岩侵入，南翼的 K1d、K1x 地层被破坏无存。形成一个地形向东倾斜，两翼不对称的次一级向斜储水构造。距该泉群最近的运河开挖深度约 10m，开挖深度范围内主要岩土层为粉质黏土、含砾黏土和强风化砂岩夹砾岩，未对含水层造成大的破坏，且在运河施工降水影响范围以外，因此运河开挖建设对该上升泉群影响较小，但在运河开挖建设时，应做好泉水流量的监测。

#### 2、区域分水岭地段水文地质条件改变

K0+000~K8+500 段线路为西津水库淹没区，里程号 K8+500~K20+600 线路走廊处于河槽内，需渠化开挖形成航道。河流两岸堆积一级阶地，阶面高程 63~67m。运河的建设主要为修整已有航道，不改变地下水流场。

K20+600~K28+750 段线路走廊区为低丘谷地，山丘呈浑圆状，顶高程一般为 140m~169m，谷底高程 74~90m。且线路于 K27+300 穿越区域分水岭，分水岭低凹垭口高程为 99.6m，鞍部两边山丘顶高程为 140~150m，该段线路必须深开挖人工造渠。

运河开挖前，K0+000~K27+300 段属郁水文地质单元，该段属补给径流区，

补给来源主要为大气降水，地下水赋存并运移于风化裂隙与构造裂隙中，由两侧低山丘陵斜坡向沟底渗流，注入沙坪河，最终排泄于西津水库。

K27+300 下游地段属钦江水文地质单元，为钦江支流的旧州河上游补给径流区，侵蚀基准面为旧州河河床，地下水主要补给来源亦为大气降水，地下水赋存并运移于风化裂隙与构造裂隙中，由低两侧山丘陵斜坡向沟底渗流，注入旧州河。

运河渠道开挖后，开挖航道底标高为 52.40m，两边山丘顶高程为 140~169m，航道底标高成为了周边地形的最低排泄基准面，开挖渠道段地下水流向由原郁江水系的南西向北东径流和钦江水系的由北向南东径流改变为运河西侧地下水向东径流、东侧地下水向西径流，人工河道两侧地下水由东西两边向运河渠道段径流并排泄于运河渠道，并随运河由北往南流入钦江。

### 3、运河建设沿线地下水疏干影响预测

运河航道建设主要沿原有河流河道进行炸礁、拓宽和疏浚建设，而蜿蜒曲折段则进行裁弯取直开挖，分水岭段地貌为低山丘陵，需按航道标准进行全段开挖，分水岭两侧及企石垌至陆屋镇段分左右岸分期开挖施工。航道沿线阶地及地面高程随地形变化，各段河道开挖深度不同，水位降深不同。疏浚段采用分左右岸分期施工或水上部分挖掘机开挖；裁弯取直段、分水岭地段及各梯级枢纽的建设采用大开挖形式进行施工，各部分降水深度随开挖深度而变化，排水疏干必将产生地下水位降落漏斗，其降水影响半径大小不同。

(1) 预测方法：疏浚航道部分一般利用围堰基坑降水施工开挖，裁弯取直段基本是干地开挖施工（降水），降水大开挖施工段形成的地下水降落漏斗影响半径，根据水文地质手册（83 版）式 8-1-85 进行计算，即  $R = 2S\sqrt{HK}$

式中：R—地下水影响半径（m）；H——潜水含水层厚度（m）；  
K—含水层渗透系数（m/d）。

若采取裁弯取直段的 R 大于人工运河与天然河流的距离（d），则根据水文地质手册（83 版）式 8-1-100，宜按  $R=2d$  确定人工运河疏干开挖降水影响半径，即

式中：R—地下水影响半径（m）；d—裁弯取直段基坑中心至河岸距离。

### (2) 沿线航道地下水疏干影响半径预测结果

各航道段及其梯级枢纽的地形地貌和施工方案不同，人工运河（航道与梯级

枢纽)大部分地段均应降水施工开挖,各航道段地下水疏干影响范围受运河施工展布、施工方法、开挖深度、岩土类型及其渗透性和地下水位降深值控制,因此,运河沿线建设期产生的地下水环境破坏是地下水疏干影响范围及其附近村屯居民的分散式饮用水水源,包括机井、民井、泉水等,产生局部或较大范围的地下水位下降、机井与民井或泉水流量减少甚至干涸等环境水文地质问题,各航道段及其梯级枢纽降水施工形成的地下水降落影响半径和受影响的村屯预测如下:

#### ①库区航道建设影响

库区航道里程 K00+000~K21+000 段开挖深度 7.1~39.6m,航道底标高为 52.40m。运河施工疏干影响范围呈宽度不一的条带状沿运河两侧展布,两侧向外扩展距离为影响半径 R 为 82.00~1050m,可能受运河开挖降水疏干影响的沿线村屯有平塘村、五合村、丕地村、三阳村、旧圩村、沙坪村、思榜村、金科村、七里村。

K21~K27+500 段开挖深度约为 39.6~43.1m,航道底标高为 52.40m。地下水疏干影响范围亦呈宽度不一的条带状沿运河展布。两侧向外扩展的影响半径 R 为 258.00~1112m,受运河开挖疏干影响的沿线村屯有沙坪村、思榜村、金科村、七里村、石桥村、替璞村、石柱村。

#### ②马道枢纽建设影响

马道梯级枢纽航闸通航水位为 52.40m,建基面标高为 4.5~48.3m,最大开挖深度达 55.60~76.50m。超深基坑降水影响半径 R 达到 1435~1775.30m,运河施工疏干影响范围呈宽度不一的似矩形状沿枢纽展布,受超深基坑降水施工地下水疏干影响的村屯有石桥村、替璞村。

#### ③马道枢纽至企石枢纽航道段建设影响

本航道段始于灵山县旧州镇石桥村石桥小学附近,终于灵山县旧州镇旺垌村大塘至浦北高速公路平陆运河大桥,里程 K30+700~K41+300,航道设计正常蓄水位为 35.0m,最低蓄水位为 34.0m,航道底标高为 28.60m。

地下水疏干影响范围受运河施工展布的影响,沿运河呈条带状延伸,两侧向外扩展的影响半径 R 为 147.00~796m,受运河开挖疏干影响的沿线村屯有石柱村、下浪村、青松村、西屯村、民主村、大岭村、新跃农场、张高村。

#### ④企石枢纽建设影响

企石梯级枢纽区地貌上处于旧州河谷与钦江河谷平原交汇地段，里程 K42+500~K45+500。枢纽区所在的旧州河槽宽度 30~110 m，河底高程 25.7~29.8m，两岸一级阶地阶面高程 33.0~36.5m。梯级枢纽建基面标高-16.0~26.5m，最大开挖深度为 51.3m，根据运河设计指标及可研资料，施工期间地下水最大降深底标高低于闸首设计底标高 0.50m，为 2.0m，现状地下水水位 33.64m。地下水疏干影响半径 R 约为 763.7m，施工疏干影响范围呈宽度不一的类矩形状沿枢纽展布，受施工疏干影响村屯有张高村、企石村。

#### ⑤企石枢纽至青年枢纽航道段建设影响

本航道段始于灵山县旧州镇石子岭村西侧，航道终于钦州市钦北区，里程 K45+500~K99+000，后接青年枢纽。该段航道路线走廊为丘陵~河谷平原地貌，河谷北段走向为近南北向，于陆屋镇汇入钦江后河谷呈北西南东走向，谷底地貌总体为河流堆积一级阶地，高程 8.3~35.0m，两岸山丘呈浑圆状，顶高程为 13~360m。里程 K46+855~K49+600 段和 K50+400~K99+000 段为钦江河流一级阶地及剥蚀残丘，航道沿河流截弯取直布设；K49+500~K50+400 段为剥蚀残丘及丘间洼地，航道在丘陵及谷地间呈弧形布置。线路沿线河床底面高程 1.0~32.4m，航道设计正常蓄水位为 8.70m，最低蓄水位为 8.0m，航道底面开挖标高为 2.60m。

地下水疏干影响半径 R 为运河两侧边线以外约 84.60~438m，受运河开挖疏干影响的沿线村屯包括：石子岭村、陆屋茶场、富久村、陆屋镇、罗屋村、陆东村、青苏村、那路村、决竹村、永隆村、广平村、大田坪村、平里村、平吉镇、平吉村、三冬村、古秀村、白鹤垌村、牛江村、黎屋村、沙田村、久隆村、丁屋村、高桥村、水铺村。

#### ⑥青年枢纽建设影响

青年枢纽位于线路里程 K99+000~K102+000 段，其中挡水闸坝布置于钦江上，船闸布置于丘陵地带。枢纽正常挡水位为 8.7m，梯级枢纽的的施工建设最大开挖深度为 68.40m。枢纽基坑宽度约 200m，梯级枢纽基建面高程-24.9~0.5m，根据运河设计指标及可研资料，施工期间地下水最大降深底标高低于闸首设计底标高 0.50m，为-19.7m，现状地下水水位 11.21m。地下水疏干影响半径 R 约为 1152~1513m，疏干影响范围呈宽度不一的类矩形状沿枢纽展布，受施工疏干影响村屯有水铺村、钦州长田街道、水东街道。



### ⑦ 青年枢纽以下航道段建设影响

本航道段里程号 K102+000~K125+000，本段属钦江河口三角洲平原地面高程 7~12m，河底高程 2~-3m，里程 K102+000~K113+000 两岸为钦州市区；里程 K125+000~K140+000 段线路走廊为钦州湾滨海滩涂地貌，水面宽广，两岸滩涂地面高程-3.0~4.9m。本段运河总体沿原钦江河道疏浚施工开挖，只有两处为截弯取直。航道河底面高程-6.62~-6.52m，设计最高通航水位 5.68m，开挖深度为 4.52~13.3m。地下水疏干影响半径 R 约为 100.9~130.3m，施工开挖影响范围较小，主要是文峰街道办受到一定影响。

#### 4、运河开挖施工对现状咸水的影响

由于海水入侵导致地下水盐分增加而形成一定范围的咸水区，大面积咸水主要分布于沿海滩涂地带及钦江河口地区，上淡下咸水在钦州一带是由于近代河流冲积层中的孔隙水潜水（淡水），其前缘地带受海水影响而变咸。运河沿钦江拓宽、加深开挖使河海水交互的过水断面大幅增加，且对沿岸岩土层造成一定程度的破坏与扰动，淡水与咸水将重新建立平衡，咸水分布范围或上淡下咸界面发生变化，影响范围主要为运河沿岸地带，但这种影响是短暂、小范围的。

#### 5 运河建设对局部承压含水层盆地的影响

久隆—平吉—陆屋一带的局部承压含水层盆地面积约 624.0km<sup>2</sup>，分布陆相碎屑岩类裂隙孔隙水。含水岩组为含砾砂岩、砂岩砂质泥岩、泥岩，局部钻孔具有自流特性，在运河施工过程中航道开挖底标高为 2.60m，其对各里程段含水岩土层的揭露、破坏对承压含水层影响不同。

(1) 根据广西第三地质队在平吉石膏矿区的勘探资料，平吉盆地白垩系中统的岩性构造，其主要含水层为白垩系中统底部的（K22a）砾岩，顶部埋深约为 140m 左右，厚度约 50m，横向向分布较稳定，水位埋深为 0~4.58m，高出上部隔水底板。

陆屋至平吉段航道底标高为 2.6m，航道开挖深度为 2.8~47.0m，未对承压含水层造成揭露破坏，对平吉盆地承压含水层影响小。

(2) 钦州盆地青年梯级东面的新圩向斜小 41 号钻孔，揭露下侏罗统厚度 37.60m，在孔深 25m 处开始涌水，承压水头高出孔口 1.30m。该剖面小 41 号钻孔位于青年梯级东侧约 5km，青年梯级段运河建设开挖底标高为 0.5~-24.9m，

最大开挖深度为 75.9m，降水疏干影响半径 1.15km，与该承压含水层距离较远，运河开挖施工对其影响小。

(3)钦州盆地东北部的杨屋江向斜的灵 12 号孔，在 75.29m 揭穿下侏罗统，其主要含水层是透镜状泥灰岩、灰岩及中厚层状石英砂岩、石英砾岩。钻进至 38m 时孔内突然涌水，承压水头高处孔口 3.47m。该承压含水层盆地位于运河建设区外，运河建设对其无影响。

综上所述，本航道段运河施工过程中航道开挖底标高为 2.60m，其对沿线局部承压含水层顶板的揭露、破坏小，对局部承压含水层盆地的环境影响较小。

#### 6、运河沿线桥梁改建、移民安置、专项设施迁建的影响

运河沿线土木工程配套措施的建设占用场地相对较小，岩土层开挖较浅，按规范实施工程建设的条件下对地下水的疏干影响范围有限，一般仅限于工程施工期间和工程建设场地附近，对地下水环境影响小，工程建设完成后地下水环境基本能恢复原状。

### 6.4.2 运行期地下水环境影响预测与评价

项目运行后各航道段设计蓄水位与设计航道底标高不同，部分地段现状河水位和河床标高远高于航道通航水位，则在运河建设完成后，地下水的排泄基准面降低、水力坡度变陡，将引起航道两侧地下水水位产生一定范围的下降，即局部地段地下水流场的自然重新建立现象。另外，河道两侧地形地貌、地层岩性和河岸标高不同，运河蓄水运行后将在不同地段产生水库淹没、水库浸没、水库渗漏等地下水环境影响问题。

#### 1、运河运行后的地下水排泄基准面变化与影响

K23+000 至马道梯级段运河设计水位为 62.3m，低于该段周边现状地下水水位(64.7~76.6m)和原地表水位，导致沿线两岸的地下水形成向运河的排泄效应，影响半径 R 为 258.1~369m，受影响村屯有思榜村、七里村、金科村、替璞村、石桥村的民井。

K30+700 至企石梯级段运河水面为 35.0m，低于沿线周边现状地下水水位(38.1~64.2m)和原地表水位，本段地下水向运河的排泄效应所产生的影响半径 R 为 178.3~548.8m，可能对石柱村、下浪村、青松村、西屯村、民主村、大

岭村、新跃农场、张高村等民井造成一定影响。

从企石枢纽至 K99+000 段运河水位为 8.7m，低于沿线周边现状地下水水位（11.7~32.9m）和原地表水位，地下水向人工运河排泄效应的影响半径 R 为 85.6~258.4m，受影响的民井、机井村屯包括：企石村、石子岭村、陆屋茶场、富久村、陆屋镇、罗屋村、陆东村、青苏村、那路村、决竹村、广平村、永隆村、大田坪村、平里村、平吉镇、平吉村、三冬村、古秀村、白鹤垌村、牛江村、黎屋村、沙田村、久隆村、丁屋村、高桥村、水铺村。

综上所述，项目运行后，局部人工运河地段两侧将重建地下水流场，在影响范围内的民井、机井水位将下降，民井、机井或泉水流量将会减少甚至干涸。运河沿线局部地段影响范围见下表。

表 6.4.2-1 运行期运河沿线局部地段影响范围统计表

航道	航道设计高		里程	现状地面标高 m	地下水位标高 m	影响半径 R	受影响村屯
	底标高 m	正常蓄水位 m					
库区航道	52.4	62.3	K23+000~K26+300	62.90~95.5	65.2 ~ 74.3	258.1~309.7	思榜村、七里村、金科村
			K26+300~K27+500	76.00~108.0	74.3 ~ 76.6	309.7~369.0	替璞村
马道枢纽	4.5~48.3	62.3	K27+500~K30+700	68.00~110.0	76.4	327.2	石桥村
马道枢纽至企石枢纽	28.6	35.0	K30+700~K34+200	45.0~71.0	45.24 ~ 64.25	191.4~548.8	石柱村、下浪村、青松村、
			K34+200~K37+000	38.0~48.5	40.6 ~ 45.24	178.3~181.9	西屯村、民主村
			K37+000~K41+500	31.0~37.6	38.3 ~ 40.6	178.3~181.9	大岭村、新跃农场
			K41+500~K42+500	28.7~31.0	38.3 ~ 38.1	181.9~354.9	张高村
企石枢纽	-16.0~26.5	35.0	K42+500~K45+500	31.3~38.3	32.9	—	企石村
企石枢纽至青年枢纽	2.6	8.7	K45+500~K47+400	23.2~26.8	30.3 ~ 32.9	230.6~258.4	企石村、石子岭村
			K47+400~K51+000	19.2~23.2	22.3 ~ 30.3	133.3~211.6	陆屋茶场、富久村
			K51+000~K56+500	15.5~19.2	22.3 ~ 24.1	108.8~123.2	陆屋镇、罗屋村、陆东村、青苏村
			K56+500~K73+000	8.4~15.5	18.1 ~ 23.0	98.0~140.1	那路村、决竹村、

航道	航道设计高		里程	现状地面 标高 m	地下水位 标高 m	影响 半径 R	受影响村 屯
	底标高 m	正常 蓄水位 m					
							广平村、 永隆村
			K73+000~ K74+100	8.4~9.0	18.0 ~ 18.1	123.3	大田坪村
			K74+100~ K80+100	5.4~9.0	10.4 ~ 18.1	85.6	平里村、 平吉镇、 平吉村
			K80+100~ K99+000	1.0~5.4	8.7~13.7	0~134.2	三冬村、 古秀村、 白鹤垌 村、牛江 村、黎屋 村、沙田 村、久隆 村、丁屋 村、高桥 村、水铺 村

## 2、水库淹没

库区航道段：本航道段航道设计底标高为 52.40m，正常蓄水位标高 62.30m，略低于西津水量正常蓄水位 63.0m，里程 K0+000~K21+000 段属西津水库库区段，无新增淹没区域；里程 K21+000~K28+750 段沿线沟谷底高程为 66.3~82.0m，高于航道正常蓄水位，河水处于河槽内，无新增淹没区。库区范围内无地下水饮用水点分布，不存在淹没污染地下水饮用水点问题。

企石枢纽至马道枢纽航道段：本航道段总体沿着旧州河及其支流布置，河流两岸为平坦河流一级阶地，河水一般处于河槽内，水深较浅，企石枢纽正常蓄水位为 35.0m，按旧州河现状河水面高程，水库蓄水回水范围为：从枢纽区 K37+000~K42+500 长度约为 5.5km 旧州河段。水库淹没范围仅为库首段河槽两侧，自枢纽区至上游约 1.6km 距离范围内（里程 K40+900~ K42+500），库水漫出河槽淹没两侧临河低缓地带，淹没横向宽度小，其余库段正常蓄水位不出河槽，属于河槽型水库，对地下水影响较小。

## 3、水库浸没

(1) 库区航道段：马道枢纽水库正常蓄水位（62.30m）略低于西津水库正常蓄水位（63.0m），处在西津水库补给区内航道段（里程 K0+000~K21+000）不存在新增浸没问题。

马道枢纽至钦江流域与郁江的分水岭之间（里程 K21+000~K27+500），沿线沟谷底高程为 66.3m~82.0m，沟谷底部冲积阶地表面为旱地或农田，无村庄分布，无地下水饮用水点分布，于 K27+150~K27+600 左岸分布有砖厂，地面高程为 77.1m~85.5m。沟谷两岸为绵延丘陵地形，地层为泥盆系砂、泥岩。沿运河线路小溪流两侧阶地地下水位和小溪流基本持平，基本接近地面，地下水位高于梯级正常蓄水位，航道渠化开挖将使两侧地下水位下降，向航道排泄，水库蓄水不会引起两岸地下水位壅高而导致浸没问题。综合分析，西津水库到马道枢纽段水库不存在新增浸没问题，亦不会造成河水倒灌污染地下水饮用水点问题。

(2) 企石枢纽至马道枢纽航道段：企石枢纽正常蓄水位为 35m，枢纽区旧州河段天然水位为 28.3m~30.0m，水库蓄水回水浸没范围为：从枢纽区 K37+800 ~K42+500 长度约为 6km 旧州河段。两岸一级阶地总宽度 50~500m 不等，由枢纽区往上游的两岸阶地面高程为 33.0~44.3m。两岸阶地种植有水稻、甘蔗、玉米、木薯和蔬菜等农作物。

水库两岸地形总体向旧州河倾斜，两岸无封闭、半封闭的低洼地段。河谷两岸山坡为相对隔水的岩土层组成，蓄水导致两岸地下水壅高总体限于河谷底部的河流两岸一级阶地范围内，地面高程略高于正常蓄水位 35m 的民房及耕地将受浸没影响，浸没影响范围为水库边缘地带。

两岸河流一级阶地宽度不大，浸没影响范围为水库边缘地带，以毛细管上升高度加农作物根系深度或基础埋置深度作为临界值初判为可能发生浸没范围。耕地及居民房屋地基为黏性土，土中毛细水上升高度一般为 0.55~1.0m，取最大值 1.0m。据现场调查，农作物根系深度一般不超过 0.5m，取 0.5m，农作物浸没临界水位高程为正常蓄水位  $35+1.5m=36.5m$ ；建筑物基础埋深 1.0m~1.5m，取 1.5m 作为建筑物基础埋置深度，房屋浸没临界水位高程为正常蓄水位  $35+2.5m=37.5m$ 。企石枢纽上游 300~500m 右岸的花拉屋村有较多房屋分布于河流一级阶地上地面高程为 35.3m~36.9m，房屋层数为 2~4 层。地层组成：上部可塑~硬塑状粉质黏土厚度 4~7m，下部中粗砂层厚度 0~3.1m。初判地面高程为 35.0~37.5m 房

屋受运河建设浸没影响。

(3) 企石枢纽至青年枢纽航道段：青年枢纽处在青年水闸电站水库区内，现状青年水闸电站正常蓄水位为 8.50m。而拟建青年梯级正常蓄水位 8.70m，比现状青年水闸正常蓄水位抬高 0.20m，基本无新增浸没问题。

(4) 青年枢纽以下航道段：本段运河总体沿着钦江布置，至下段入海，河流两岸为平坦河流一级阶地或三角洲平原、钦州湾滨海滩涂地。钦江段河水一般处于河槽内，青年水闸以下水位受潮汐影响，无水位抬升造成的回水、雍水及新增浸没区等问题。

### 6.4.3 评价结论

1、本工程穿越缓坡丘陵、红层丘陵盆地、低丘谷地、滨海平原、河口三角洲和海积漫滩等地貌区。总体地貌特点为低山一丘陵、宽谷和滨海低丘地貌组合。项目区主要含水层为松散岩类孔隙水、碎屑岩裂隙孔隙水、碎屑岩类夹碳酸盐岩溶洞裂隙水、碎屑岩类构造裂隙水和花岗岩风化带网状裂隙水。

2、项目区属郁江水系水文地质单元和钦江水系水文地质单元，包含补给、径流、排泄区，主要为钦江排泄区段。运河开挖后两水文地质单元于运河里程号为 K27+700m 附近分水岭处开挖航道，改变了分水岭附近的地下水流场，沟通两水文地质单元，形成水力联系。项目区含水层地下水主要接受大气降水渗入补给，地下水主要运移于构造裂隙、风化裂隙、层间裂隙，经裂隙运移，最终排泄于各航道的侵蚀基准面河沟，或以泉的形式出露地表排入河沟。钦江水文地质单元地下水流向总体上自北东向南西径流，最终排入钦江。

3、本次地下水监测结果表明：地下水质量等级可划分为 4 种，其中水质级别为较差 4 组，占比 8.9%，主要分布于钦州市区内；其中水质级别为较好 17 组，占比 37.8%；其中水质级别为良好 21 组，占比 46.7%；其中水质级别为优 3 组，占比 6.7%。总体上本区现状地下水质量为较好~良好。

4、各梯级枢纽库区可能产生浸没的主要地段为企石枢纽至马道枢纽航道段。

5、运河沿线无大型的地下水源地分布，但平陆运河施工开挖将对运河两岸村镇民井、机井饮用水造成一定影响，运河开挖深度大，属傍河深基坑降水施工，估算疏干排水对地下水影响半径为 450~1600m，两岸村镇的民井、机井水位将

下降或干涸，泉水流量减小或断流现象，对村镇地下水饮用水的影响中等。

6、运河贯穿平吉—陆屋盆地碎屑岩类裂隙局部孔隙承压含水层分布区，运河施工需降水深挖，对承压含水层分布区造成一定的破坏，但本地段无集中开采井，对地下水环境的影响较小。

7、运河沿线配套工程建设，如桥梁改建、移民安置、专项设施迁建等工程活动，因其施工范围较小，开挖深度较浅，施工时间相对较短，对地下水环境影响小。

8、弃土堆场在雨水淋滤作用下，渗滤液通过入渗进入地下水，在完善雨水截排措施和地面防渗措施情况下，对地下水环境影响小。

9、K107+000 处为上淡下咸地下水分布区及海水入侵分界处，钦州市区的运河段基本沿钦江河道疏浚开挖，运河项目施工期及运行期大面积增加海水入侵范围的可能性小，对上淡下咸的地下水分布区影响亦较小。

10、运河沿线存在规模性污染源点，区内目前尚未发现天然劣质地下水引发的地方性疾病等环境问题。

11、各航道段地下水疏干影响范围受运河施工展布、施工方法、开挖深度、岩土类型及其渗透性和地下水位降深值控制，因此，运河沿线建设期产生的地下水环境破坏是地下水疏干影响范围及其附近村屯居民的分散式饮用水水源，包括机井、民井、泉水等，产生局部或较大范围的地下水位下降、机井、民井、泉水流量减少甚至干涸或局部承压含水层承压水头降低等环境水文地质问题。

12、运河运行期间正常工况下不产生污染，造成周边地下水污染的可能性小，危害程度小，危险性小，运河的建成使用对地下水环境影响较小。

13、运河运行期间因蓄水抬升河槽水位标高，对线路沿线局部地段将引起回水淹没、浸没等问题。

14、运河沿线及其附近主要分布碎屑岩裂隙孔隙水、基岩风化、构造与网状裂隙水，仅局部存在碎屑岩夹碳酸盐岩，本区不存在岩溶大泉水，亦未发现岩溶管道流或地下河，运河深基坑工程降水、开挖施工引发岩溶地面塌陷的可能性小，基本适宜本项目建设。但沿线分散式的民井、机井较多，虽然单井供水量小，应采取有效措施保当地居民生活供水。

## 6.5 陆域生态影响评价

### 6.5.1 工程占地对生态系统的影响

#### 6.5.1.1 总体线路对不同类型生态系统的占用

对各类生态系统的占用，采用全国第三次国土调查数据，获取研究区域的三级土地利用类型，将其合并到一级地类，并汇总为五种主要的生态系统，分别是森林生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农业生态系统和城镇/村落生态系统，统计总体线路和四个主要分段线路的生态系统占地情况。根据全国第三次土地利用数据调查结果，评价区域因人类开发利用的历史较长，现状植被以农业植被为主；此外森林比例也较高；湿地植被则主要分布于区内湖泊、坑塘与沟渠等地。根据运河工程设计，其中永久占地分为人工开挖、航道工程、枢纽工程和枢纽淹没四种类型，永久占地面积总计 2747.64 公顷（41217.63 亩），占据五种主要生态系统面积为 2534.93 公顷，包括农业生态系统和森林生态系统，具体为森林生态系统 833.72 公顷、草地生态系统 26.91 公顷、湿地生态系统 133.74 公顷、农业生态系统 1300.17 公顷、城镇/村落生态系统 240.39 公顷，详见表 6.5.1-1 所示。临时占地包括堆料场、施工导流占地、施工临时场区和施工临时码头，总计占用各类生态系统 3789.78 公顷。具体而言，临时用地占据森林生态系统 1706.92 公顷、草地生态系统 109.23 公顷、湿地生态系统 79.74 公顷、农业生态系统 1755.29 公顷、城镇/村落生态系统 138.6 公顷。

总体而言，工程占地对地表植被的干扰和破坏主要涉及农业植被（占总征地面积比例的 48.31%）和森林（占总征地面积比例的 40.17%）。森林植被主要包括乔木林地、竹林地和灌木林地，因此工程实施会对评价区内植被和植物多样性产生一定程度的影响。此外，在工程施工刚结束后，将对临时用地进行复垦，并将在永久占地区域进行植被恢复，地表植被覆盖将在较大程度上得以恢复。

表 6.5.1-1 运河工程建设占用生态系统面积（单位：公顷）

类别	工程类型	森林生态系统	草地生态系统	湿地生态系统	农业生态系统	城镇/村落生态系统	总计
永久	人工开挖	529.31	19.69	130.43	787.74	163.32	1630.49
	航道工程	124.25	3.98	2.93	318.67	38.45	488.28



	枢纽工程	176.11	3.01	0.38	183.34	38.46	401.30
	枢纽淹没	4.05	0.23	—	10.42	0.16	14.86
	合计	833.72	26.91	133.74	1300.17	240.39	2534.93
临时	临时占地	1706.92	109.23	79.74	1755.29	138.6	3789.78
	总计	2540.64	136.14	213.48	3055.46	378.99	6324.71

### 6.5.1.2 分段线路对不同生态系统类型的占用

本次评价主要分析内河航道沙坪河段、分水岭段和钦江干流段及入海口钦江城区段的不同工程建设类型对生态系统的占用情况。沙坪河段主要占用农业生态系统（106.09公顷）、森林生态系统（50.33公顷）以及城镇/村落生态系统（29.13公顷），其中人工开挖占用101.40公顷、航道工程占用85.27公顷、临时占地占用291.75公顷。

分水岭段主要占用农业生态系统（567.31公顷）、森林生态系统（352.55公顷），其中人工开挖占用662.73公顷、马道和企石两个枢纽工程占用296.88公顷、航道工程占用99.96公顷、临时占地占用1208.13公顷。

钦江干流段主要占用农业生态系统（536.36公顷）、森林生态系统（388.30公顷），其中人工开挖占用641.85公顷、航道工程占用284.62公顷、枢纽工程占用104.45公顷、临时占地占用1987.76公顷。

钦江城区段主要占用森林生态系统（42.56公顷）、城镇/村落生态系统（43.98公顷）、农业生态系统（16.35公顷），其中人工开挖占用100.91公顷、航道工程占用18.45公顷、临时占地占用18.38公顷，详见表6.5.1-2。

通过比较各线路的生态系统占用情况、分水岭段和钦江干流段占用的永久用地和临时用地较大，临时占地对森林生态系统的影响大于永久占地，需要在项目施工结束后实施生态系统恢复措施。

表 6.5.1-2 分段运河工程建设占用生态系统面积（单位：公顷）

工程段	工程类型	森林生态系统	草地生态系统	湿地生态系统	农业生态系统	城镇/村落生态系统	总计
沙坪河段	人工开挖	28.75	1.71	0.50	56.88	15.56	103.4
	航道工程	21.58	0.45	0.46	49.21	13.57	85.27
	永久占地	50.33	2.16	0.96	106.09	29.13	188.67
	临时占地	201.41	2.60	0.24	71.76	15.74	291.75
分水岭段	人工开挖	223.69	4.89	1.01	377.54	55.60	662.73
	航道工程	26.79	0.72	63.65	—	8.80	99.96
	枢纽工程	98.02	2.88	0.38	179.35	16.25	296.88

	枢纽淹没	4.05	0.23	—	10.42	0.16	14.86
	永久占地	352.55	8.72	65.04	567.31	80.81	1074.43
	临时占地	583.29	6.34	0.00	597.38	21.12	1208.13
钦江干流段	人工开挖	241.95	9.35	5.22	336.97	48.36	641.85
	航道工程	68.25	2.59	2.47	195.40	15.91	284.62
	枢纽工程	78.10	0.13	—	3.99	22.22	104.45
	永久占地	388.3	12.07	7.69	536.36	86.49	1030.92
	临时占地	828.62	31.31	18.95	1061.64	47.24	1987.76
钦江城 区段	人工开挖	34.92	3.75	2.09	16.35	43.80	100.91
	航道工程	7.64	0.22	10.41	—	0.18	18.45
	永久占地	42.56	3.97	12.5	16.35	43.98	119.36
	临时占地	3.05	1.76	0.08	10.15	3.34	18.38
总计	永久占地	833.74	26.92	86.19	1226.11	240.41	2413.38
	临时占地	1616.37	42.01	19.27	1740.93	87.44	3506.02

根据平陆运河航道及枢纽建设方案，需对引郁入钦工程进水口、钦州市东、西干渠进水口进行改造，并在工程建设期和实施后维持其原有功能。经测算，引郁入钦进水口将占用森林生态系统 4.87 公顷、农业生态系统 1.21 公顷、城镇/村落生态系统 0.14 公顷。青年水闸东、西干渠进水口将占用森林生态系统 1.70 公顷、草地生态系统 0.56 公顷、农业生态系统 0.42 公顷、城镇/村落生态系统 3.24 公顷。进水口改造总计占用森林生态系统 6.57 公顷、草地生态系统 0.56 公顷、农业生态系统 1.63 公顷、城镇/村落生态系统 3.38 公顷，将对自然生态系统和居民点产生一定程度的影响，但占整体研究区的比例较少，影响程度较小。

## 6.5.2 工程占地对土地类型的影响

### 6.5.2.1 总体线路对不同土地类型的占用

根据全国土地第三次调查结果，评价区现状土地利用资源以农业植被、乔木植被和陆地水域为主；林地分布于评价区内的山丘和村庄附近，且人工林比例较高；园地包括果园和茶园；湿地植被则主要分布于区内湖泊、坑塘与沟渠等地，以木贼科、金星蕨科、毛茛科、蓼科等种类为主。根据工程设计，占用永久土地利用资源 2546.95 公顷、占用临时用地 4024.66 公顷，详见表 6.5.2-1 所示。其中，永久占用林地 731.82 公顷、园地 74.81 公顷、耕地 1078.16 公顷、草地 21.75 公顷、湿地 122.23 公顷、陆地水域 318.93 公顷、公园绿地 9.95 公顷、农业设施用

地 36.07 公顷、交通运输用地 47.08 公顷、城镇村及工矿用地 81.27 公顷、其他用地 24.89 公顷。临时用地占用林地 1707.65 公顷、园地 107.51 公顷、耕地 1653.01 公顷、草地 109.26 公顷、湿地 79.83 公顷、陆地水域 227.66 公顷、公园绿地 0.17 公顷、农业设施用地 92.04 公顷、交通运输用地 9.39 公顷、城镇村及工矿用地 27.12 公顷、其他用地 11.05 公顷。

表 6.5.2-1 运河工程建设占用土地类型面积（单位：公顷）

土地类型	人工开挖	航道工程	枢纽工程	枢纽淹没	永久占地	临时占地
林地	427.43	124.25	176.09	4.05	731.82	1707.65
园地	40.87	15.23	17.71	1.00	74.81	107.51
耕地	599.59	303.45	165.69	9.43	1078.16	1653.01
草地	14.53	3.98	3.01	0.23	21.75	109.26
湿地	118.92	2.93	0.38	—	122.23	79.83
陆地水域	115.32	129.25	64.02	10.34	318.93	227.66
公园绿地	9.95	—	—	—	9.95	0.17
农业设施用地	21.53	9.87	4.65	0.02	36.07	92.04
交通运输用地	27.53	3.22	16.20	0.13	47.08	9.39
城镇村及工矿用地	49.12	20.3	11.84	0.01	81.27	27.12
其他用地	14.06	5.06	5.77	—	24.89	11.05
合计	1438.85	617.54	465.36	25.20	2546.95	4024.66

#### 6.5.2.2 分段线路对不同土地类型的占用

在整体分析总线路的影响上，进一步将四段线路的不同工程形式土地类型占用进行分段分析，详见表 6.5.2-2 至 6.5.2-5。沙坪河段永久占地中耕地占比最大（39.19%），其次是陆地水域（31.64%）、林地（21.58%）和城镇村及工矿用地（5.53%）；临时占地中林地占比最大（64.24%），其次是耕地（22.60%）。分水岭段永久占地中耕地占比最大（50.92%），其次是林地（30.19%）、陆地水域（10.34%）；临时占地中林地占比最大（47.18%），其次是耕地（42.24%）和园地（6.09%）。钦江干流段永久占地中耕地占比最大（42.47%），其次是林地占比（32.51%）、陆地水域（14.80%）、交通运输用地（2.76%）；临时占地中耕地占比最大（49.33%），其次是林地（39.44%）和陆地水域（5.17%）。钦江城区段永久占地中林地占比最大（32.95%），其次是耕地（13.75%）和陆地水域（13.41%）；临时占地中耕地占比最大（34.14%），其次是陆地水域（27.52%）、林地（12.29%）和农业设施用地（12.29%）。由前述可知，运河建设在内河航道占用的耕地比例

和林地比例相对较大。在运河建设后，区域内陆生植被的分布面积将减小，但在运行期，临时占地的复垦以及植被恢复将部分减少这种影响，而永久占地虽发生不可逆转的损失，但通过响应的异地补偿等措施的实施也可以减少相应的影响

表 6.5.2-2 沙坪河段运河工程建设占用土地类型面积（单位：公顷）

土地类型	人工开挖	航道工程	永久占地	临时占地
林地	21.89	21.58	43.47	201.41
园地	0.66	0.34	1.00	0.89
耕地	49.73	48.87	98.60	70.86
草地	1.10	0.45	1.55	2.60
湿地	0.15	0.46	0.61	0.24
陆地水域	31.39	48.23	79.62	21.80
公园绿地	—	—	—	0.14
农业设施用地	2.82	2.37	5.19	12.22
交通运输用地	1.61	1.79	3.40	0.85
城镇村及工矿用地	6.70	7.22	13.92	1.06
其他用地	2.06	2.19	4.25	1.47
合计	118.12	133.49	251.61	313.55

表 6.5.2-3 分水岭段运河工程建设占用土地类型面积（单位：公顷）

土地类型	人工开挖	航道工程	枢纽工程	枢纽淹没	永久占地	临时占地
林地	198.70	26.79	97.99	4.05	317.18	583.29
园地	24.14	5.84	14.66	1.00	44.09	75.39
耕地	320.45	57.81	164.76	9.43	534.94	521.99
草地	4.46	0.72	2.88	0.23	7.99	6.34
湿地	1.01	—	0.38	0.00	1.35	—
陆地水域	27.51	12.50	26.31	10.34	73.88	28.12
公园绿地	—	—	—	—	—	—
农业设施用地	5.59	1.16	2.48	0.02	8.99	9.42
交通运输用地	8.10	0.37	2.05	0.13	10.43	0.63
城镇村及工矿用地	26.81	4.50	10.79	0.01	40.97	8.95
其他用地	7.19	2.76	0.94	0.00	10.79	2.11
合计	623.95	112.46	323.25	25.20	1050.59	1236.24

表 6.5.2-4 钦江干流段运河工程建设占用土地类型面积（单位：公顷）

土地类型	人工开挖	航道工程	枢纽工程	永久占地	临时占地
林地	176.84	68.25	78.09	323.18	828.90
园地	11.18	4.60	3.05	18.83	29.99
耕地	219.67	190.80	0.95	411.42	1036.72

草地	5.62	2.59	0.13	8.34	31.31
湿地	3.34	2.47	0.00	5.81	18.95
陆地水域	48.81	60.81	37.71	147.33	108.61
公园绿地	—	—	—	0	—
农业设施用地	7.80	6.24	2.17	16.21	28.60
交通运输用地	13.01	1.05	14.16	28.22	3.25
城镇村及工矿用地	6.55	8.50	1.06	16.11	13.96
其他用地	3.13	0.11	4.83	8.07	1.49
合计	495.94	345.42	142.16	983.52	2101.77

表 6.5.2-5 钦江城区段运河工程建设占用土地类型面积（单位：公顷）

土地类型	人工开挖	航道工程	永久占地	临时占地
林地	30.00	7.64	37.64	3.27
园地	4.89	4.44	9.33	1.14
耕地	9.73	5.97	15.7	9.08
草地	3.35	0.22	3.57	1.77
湿地	1.65	—	1.65	0.12
陆地水域	7.61	7.71	15.32	7.32
公园绿地	9.95	—	9.95	—
农业设施用地	5.33	0.10	5.43	3.27
交通运输用地	4.81	—	4.81	0.14
城镇村及工矿用地	9.07	0.08	9.15	0.11
其他用地	1.67	—	1.67	0.37
合计	88.06	26.16	114.22	26.60

### 6.5.3 工程对陆生植物的影响

#### 6.5.3.1 对植物物种多样性的影响

平陆运河建设对植被和植物多样性的影响主要表现在建设期河道开挖、疏浚、拓宽、枢纽工程，堆料、抛泥以及施工临时设施等对植被的直接占用，以及运行期航道水位上升对周边植被和植物多样性的淹没，以及水环境变化引起的植被和植物多样性影响。

#### （1）建设期的影响

##### 1) 运河建设对植被的影响

运河施工过程中的航道拓宽、人工运河开挖、枢纽建设及施工临时占地均会造成工程区植被的影响。根据与广西横州市、钦州市等全国第三次土地调查的土地类型数据比对分析，因施工占地造成的评价区内损失的植被类型主要为

乔木林地、灌木林地；旱地、水田、水浇地；茶园、果园；草地和湿地。由于被占用植被均为评价区内的广布种且影响面积有限，因此对植物多样性的影响较小。

施工过程中人流、车流量加大，人员出入及材料的运输等传播途径可能带来一些外来物种，外来物种在一定范围内若形成优势群落，将对土著物种产生一定的排斥，使区域内植被类型受到一定的影响。工程施工会增加新的水土流失，水土流失对土壤结构的破坏，将降低土壤肥力和土地生产力，影响植物的生长。工程施工期由于机械碾压、施工人员践踏等，施工作业周围的植被将遭到破坏。另外施工扬尘将沉积在植物枝叶表面，不但影响其外观，而且妨碍光合作用，从而影响植物的生长发育。

此外，施工活动对水环境、大气环境的负面影响也会间接对植物的生长带来不利影响。如施工废水排放不当，生活垃圾处理不当等，会引起施工区内水环境、土壤环境的变化，进而影响植物的生长。这种影响是潜在的也是缓慢的，且影响的程度较小，因此，只要项目实施期间加强管理，可以将此类影响的程度降至最低。

## 2) 堆料对植被的影响

运河沿线堆料场的占地面积初步确定约为 79228 亩，将占压农田、林地等不同土地利用类型，由于弃渣堆放，现状植被将遭到破坏，改变原有土地利用格局，可能形成裸露的地表，使部分地区的水土保持功能降低或丧失，可能加剧当地的土地流失。雨季时，堆放的弃渣还可能造成地表径流污染的增加。

根据分析，堆料场所涉及的植被类型为评价区内广泛分布物种，且占评价区生物总量比重相对较小。同时，评价区内气候适宜，降雨量较多，植物生长速度快，经过一定时间，堆料临时占地对植被及植物的影响将随时间推移逐渐减弱。

因此，建议航道开挖的弃土、施工废弃砂石料等堆放应控制弃渣场面积，减少对原有陆域植被的影响；且要求堆放过程中应按照“先拦后弃”的原则，在弃土场槽型凹地坡下部修建拦渣墙，然后再进行弃土，弃土堆放时应分层回填分层压实，避免雨季造成水土流失。建议弃渣场弃渣前，先清除地表草皮及腐殖土，并将其集中堆放，弃渣完毕后部分可用于复耕利用。因此，弃渣场临时占地对评价区内植被的影响有限。

### 3) 施工生产生活设施对植被的影响

施工生产生活设施包括砂石料加工系统、供水和供电系统、施工营地等施工设施。施工设施占地影响主要为农田植被和稀树灌木草丛。

航道和枢纽工程区所有施工设施的场地平整工作及建设施工供电、供水、通信系统，施工营地，前期砂石料加工、混凝土生产系统，部分施工仓库、工厂等工程过程中，临时设施开挖、回填以及场地平整过程中将对地表植被产生一定影响。

### 4) 进水口改造工程和桥梁对植被的影响

评价区域在分水岭段设置引郁入钦进水口改造工程，以及在钦江干流段设置青年水闸东、西干渠进水口改造工程，占用森林生态系统中桉树比例较大，同时也对农作物产生少量占地，可通过土地复垦等措施进行适当恢复。桥梁建设在钦江城段分布较多，在内河航道各分段分布较少，且桥墩面积占地较少，预计对植被产生的影响较小。

## (2) 运行期的影响

根据水文情势分析，本次平陆运河部分河段水位会发生变化，但整体变化不大，运河以通航功能为主，并未进行大规模蓄水，因此季节性涨落产生的消落带问题并不显著。

运河工程全长 140km，将建设 3 个枢纽工程，分别为马道枢纽、企石枢纽和青年枢纽。根据水动力影响分析，工程实施后，沙坪河段、钦江干流段等部分河段有所升高，对沿岸区域部分植被将产生淹没性影响。淹没影响涉及的区域有限，工程运行后水位升高的淹没影响对评价区内植被和植物多样性的不利影响较为有限。

枢纽建成蓄水后形成库区，也将会淹没部分陆地，导致植被生物量的损失。根据工程分析，企石枢纽建设会形成淹没区。经初步统计，库区淹没占用土地约 399.23 亩，位于淹没线以下的所有植物将被淹没。如表 6.5.3-1 所示，平陆运河建成后，枢纽淹没将造成 4.05 公顷林地、10.43 公顷农田（包括耕地和园地）以及 0.23 公顷草地，总计 14.70 公顷的生产性土地被占用，同时还造成了局部区域的植被生态功能的损失。枢纽库区损失的自然植被及农田植被主要在河岸带，属于人为干扰较为频繁的区域。

表 6.5.3-1 枢纽区淹没造成的陆域面积占用（单位：公顷）

植被类型		淹没区
林地	乔木林地	3.98
	灌木林地	0.0022
	竹林地	0.063
	合计	4.05
农田	旱地	2.89
	水田	6.46
	水浇地	0.083
	果园	0.995
	合计	10.43
草地		0.23
总计		14.70

根据本评价 2021 年 2 月至 3 月的陆生生态系统调查结果，评价区域共有维管植物 819 种，隶属于 171 科 524 属。其中蕨类植物 27 科 42 属 67 种，裸子植物 4 科 6 属 6 种，被子植物 140 科 476 属 746 种。淹没的地类主要是一些河岸、荒坡、山地灌丛等低质地段和农田，被淹没植被以草本和灌木植物为主，乔木种类很少，由于这些草本和灌木，基本上都是广布种、常见种，在淹没线以上或其它地区都有分布，只要保护好淹没线以上的产地，仍可得以保存和繁衍，不会导致物种的消亡和灭绝。

因此，库区淹没在植物区系组成结构方面，没有明显影响，也不会导致某种植物区系成分的丧失或者消亡。

### 6.5.3.2 对公益林的影响

本项目多数工程利用现有河道和湖泊，工程线路及两侧多为耕地，森林和草地相对较少。根据运河周边的公益林分布状况，对是否占用公益林进行评价。由叠图分析可知，运河建设永久用地预计占用沙坪河段位于西津水库的横州市公益林 1.93 公顷，临时占地预计占用沙坪河段位于西津水库的横州市公益林 25.74 公顷，对运河建设所在行政区范围内的生态公益林的影响总体较小。计算运河两侧 300m 缓冲区域中公益林的面积分布，结果可得运河建设永久占地缓冲区影响范围内的公益林面积为 251.53 公顷，涉及近海段 11.43 公顷红树林。总体而言，永久占地对公益林影响的面积较小，且均位于沙坪河段。此外，工程将通过缴纳异地恢复费的方法，由林业主管部门在异地进行林地恢复，工程实施对生态公益林的不利影响将在较大程度得以补救。



### 6.5.3.3 对重点保护植物的影响

根据《国家重点保护野生植物名录（第一批）》，调查区域内发现国家重点保护野生植物 4 种，均为国家 II 级重点保护野生植物，分别为金毛狗、格木和土沉香。根据《广西壮族自治区第一批重点保护野生植物名录》，调查区域发现广西重点保护植物 2 种，为纹瓣兰和硬叶兰。

调查区域野生植物列入 CITES 附录物种 4 种，其中 CITES 附录 II 3 种，为金毛狗、纹瓣兰和硬叶兰，CITES 附录 III 1 种，为买麻藤（*Gnetum montanum*）。调查区域野生植物列入 IUCN 名录 2 种，为土沉香和南岭黄檀（*Dalbergia balansae*），受威胁程度均为易危（VU）。

金毛狗多生于山麓沟边及林下阴处酸性土上，土沉香为自然分布种群，纹瓣兰多生于疏林中或灌木丛中树上或溪谷旁岩壁上，硬叶兰常生于林中或灌木林中的树上，运河施工影响主要分布于沙坪河、旧州江及钦江两岸，工程的施工建设不会对评价范围内的国家重点保护野生植物造成显著的不利影响。

根据图 6.5.3-1，在马道枢纽和企石枢纽 1 公里范围内分别分布有纹瓣兰、格木。根据与运河建设占地分析，位于钦北区的樟将受到临时占地的影响，将对其造成不可逆的破坏，建议运河建设过程中优化临时占地范围，避开古树生长环境。

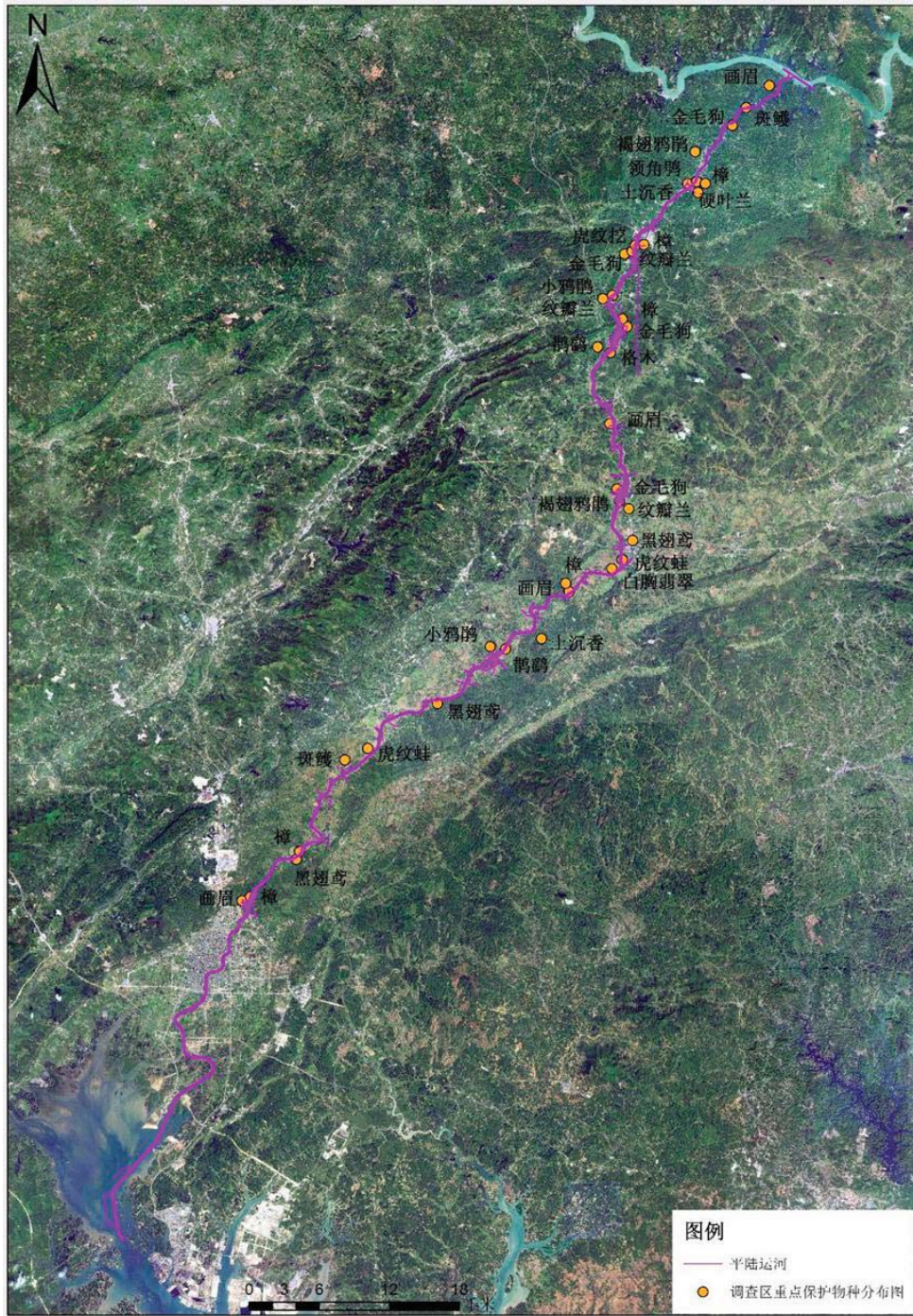


图 6.5.3-1 运河与调查区重点保护物种叠加分析图

特有属是指分布局限于某一自然地区或生境的植物属，是某一自然地区或生境植物区系的特有现象，以其适宜的自然地理环境及其生境条件与邻近地区区别开来。根据《中国特有种子植物的多样性及其地理分布》对调查区域的野生种子植物进行统计，共有 17 种，分属于 16 科 17 属。在调查区域内，穗序鹅掌柴、宜昌胡颓子、华南吴萸分布于枫香树林和红锥林等次生阔叶林的灌层；扶芳藤和

雷公藤分布于各类森林的层间层，分布数量较少；红鳞蒲桃、欏木、露兜草和华山矾见于钦江和西津水库等水体的河岸消落带上方，为灌丛伴生种；其他特有植物如针毛蕨、团叶鳞始蕨等灌草本植物数量较为丰富，在河岸、沟汊、消落带和林下均有分布。总体而言，调查区域分布的特有植物在运河沿线及周边种群规模和数量较多，处于稳定状态。

本次平陆运河可能涉及的古树共有 133 株，包括大戟科、千屈菜科、木棉科、桑科、无患子科、桃金娘科、榆科、松科、酢浆草科、漆树科、冬青科、豆科等 12 种不同的科属。通过与运河工程叠加分析，受工程施工影响的古树共 8 株，均位于沙坪镇，为无患子科，荔枝属的荔枝。影响古树的施工主要为临时占地，因此建议施工工程优化临时占地方范围。

此外，位于移民安置区范围的古树，可能受移民搬迁、生产安置等活动的影响。需在当地加强宣传，提高村民及施工人员对古树的保护意识，将不利影响降至最低。

#### 6.5.4 工程对陆生动物的影响

平陆运河项目实施对陆生野生动物的影响主要体现在航道工程、枢纽工程的实施对动物生境的占用和改变以及施工过程中人为活动对动物的扰动，但随着工程的结束，动物迁徙到附近相似生境中，这种影响将会减小。项目实施后，随着区域植被和生境的逐步恢复，项目区域内的野生动物数量也将逐步恢复。本节分别从施工期和运行期两个时段分析运河项目陆生动物的影响。

##### 6.5.4.1 对动物物种多样性的影响

###### (1) 施工期的影响

工程施工期，河道疏浚、拓宽占地，枢纽工程占地，跨河建筑物占地以及堆料场占地将破坏区域植被，对动物栖息地造成影响，同时，工程施工期间的施工机械、扬尘对动物生活的威胁以及施工噪声对动物的惊吓和驱赶，且对不同类群的动物影响程度不同。

###### 1) 对两栖、爬行类的影响

根据现场调查结果，评价区内共发现两栖类动物 12 种，爬行类动物 16 种，

黑眶蟾蜍、泽陆蛙、花姬蛙、饰纹姬蛙等常见两栖类主要栖息在阴暗潮湿的林间灌草丛、农田、河流、水沟、村舍附近，多以磷翅目、等翅目等昆虫为食。蜥蜴类、蛇类等主要栖息在低山、丘陵的落叶阔叶林、针阔混交林、阴暗潮湿的林间灌丛、农田等处，以昆虫、蛙类、鸟、鼠为食。两栖类主要栖息于评价范围内的河边，施工期的航道工程主要为航道疏浚扩宽沿线、枢纽工程区及部分堆料场对耕地和草地的占用将直接造成两栖动物栖息地的损失，导致其活动范围缩小，并且施工过程中产生的废弃物、噪音和光污染将破坏两栖和爬行类动物原有的栖息环境。

施工过程中对两栖、爬行类不利影响较大的还有人工运河开挖将破坏其原有栖息环境、取食地和巢穴等，被迫迁移，但大多数动物具有趋避的本能，它们会选择适宜的生境继续生存和生活。此外，弃渣堆放还将造成周边地区动物的觅食、栖息以及阻隔影响影响，原有栖息此地的野生动物受到弃渣作业惊吓而远离该区域

项目实施期间，生产污水、生活污水如果处理不当，将造成水质污染，将改变两栖类和爬行类动物赖以生活的环境，使得它们的适宜生境遭到破坏，甚至消失。但两栖、爬行动物都具有一定的迁移能力，项目实施期间造成的水质污染会促使他们向附近的适宜生境中迁移。因此，项目实施不会对他们的生存造成太大的威胁。

施工过程中，由于施工人员的进入，项目范围内人口密度增加，人为活动增多，影响动物的栖息。如不加强对施工人员的管理，可能会使一些有经济价值的物种，如两栖类中的沼水蛙和虎纹蛙等，爬行类中如乌龟、蛇等遭到捕杀，从而使这些种类的数量减少。

施工结束后，随着干扰的消失，部分生境将得以恢复，两栖类和爬行类栖息地趋于稳定，随着干扰源消失，不利影响将逐渐消失。

## 2) 对鸟类的影响

现场调查发现，项目范围内分布的鸟类种数较多，有留鸟和夏候鸟共 87 种，项目方案的实施对该区域内鸟类分布、数量将产生一定程度的影响，主要表现为：改变或破坏鸟类栖息环境；改变或破坏食物供应；直接伤害；降低鸟的繁殖能力（如产出不孵化的鸟卵或软壳鸟卵）；有毒物质在体内积累造成缓慢死亡。

根据占地分析，项目实施过程的工程占地包括林地、草地、耕地和湿地等，工程占地将减少涉禽，如鹭科、秧鸡科鸟类、鹬类以及喜栖于灌草丛和农田的鸟类，如雀科、鹧鸪科、画眉科等鸟类的栖息地，同时在一定程度上影响现有栖息地质量，使其破碎化程度加剧。

项目实施期间噪声会对鸟类繁殖产生影响。各种机械噪声和施工人员的频繁活动，会使生活在附近的鸟类受到惊吓，迫使部分鸟类远离施工范围迁往他处，甚至还可能会使亲鸟弃巢导致雏鸟死亡，从而影响繁殖率和幼鸟的成活率，从长远看，最终会影响该区域内留鸟和夏候鸟的分布格局和种群数量。因此，项目的实施会在一定程度上影响到该区繁殖鸟的种群数量及物种多样性。

### 3) 对兽类的影响

调查发现，兽类动物在评价区的占比最小（12种，7.9%），主要是鼯鼠科、松鼠科、鼠科、蝙蝠科和猫科，其生活环境主要是在丘陵灌木林、山坡灌草丛和杂草丛，食物来源主要有树皮、树叶、植物种子和果实等，偶尔也会取食农作物，但猫科的豹猫为食肉类动物。

项目实施对兽类的影响主要为工程占地和施工人员活动、噪声影响。受占地及施工人为活动的影响，区域内兽类种群密度较低；施工过程中产生的噪声会迫使它们离开原来的栖息地生活，致使评价范围内数量会有所下降。因其具有较强的自我保护和迁徙能力，故施工不会导致其大的种群变化。随着周围地区生态环境渐趋稳定，将吸引野生动物返回库周区生存、繁殖。

评价区内兽类以鼠科为主，其中部分种类如小家鼠等栖居和活动的生境与人类的经济活动区有较大的重叠性，它们多具有家野两栖的习性。随着季节不同，在野外和人类的居室间进行更换。在冬天野外食物短缺时，会由室外进入室内生活，而到次年春天野外的气温回升、食物丰富时又从室内迁移到室外生活。同时褐家鼠、黄毛鼠、小家鼠等也是某些自然疫源性疾病的传播源。施工期间，随着区域环境的改变，这些小型啮齿类动物的密度将有所增加，自然疫源性疫病的突发性的可能也将随之上升，建议地方卫生防疫部门随时关注疫情动态，避免自然疫源性疫病的可能发生。

综合来看，评价范围内野生动物受栖息地组成类型受人为干扰等多重因素的影响。工程的实施会占用野生动物的部分现有栖息地。建议运河在越岭段研究布

置动物通道，使野生动物能够安全穿越道路，从而保障动物的自然迁徙，保护野生动物。

## （2）运行期的影响

运行期，运河对野生动物的影响主要表现为，枢纽淹没、航道水面增加以及航运噪声和人类活动的影响。枢纽淹没及航道水域面积增加对原有土地的淹没和占用，破坏现有野生动物的生存环境，导致动物栖息环境发生改变；航运及船闸枢纽噪声和人类的频繁活动，会使原栖息地分布的野生动物产生趋避反应，对区域动物的分布产生影响。

工程运行后，工程沿线企石枢纽周边水位将有不同程度的上升，水域面积将有所增加，导致周边的部分灌丛石缝型爬行类、半地下生活型和地面生活型哺乳类的生境面积有一定程度的减少，并相应的逐渐转变为适宜静水型和陆栖型两栖类、林栖傍水型和水栖型爬行类、以及涉禽和游禽等鸟类生活的生境。

### 1) 对两栖、爬行类的影响

运河项目实施后，梯级开发及航道拓宽导致水面的上升和水域面积的扩大，为静水型两栖动物如沼水蛙等提供了适宜的生活环境，水域岸边生境的改变对适应这一区域的动物的摄食有利。

在低海拔的低山、丘陵地区分布的蛇类等爬行动物，由于原分布区被淹没，其分布区将会随着水库的蓄水逐渐向上推移或向周围的其他生境中迁移。舟山眼镜蛇、眼睛王蛇等剧毒蛇类的密度的增加对当地的人、畜构成的威胁也在短时间内加重。但随着时间的推移，爬行动物会逐步适应新的生活环境，或找到适宜的替代生境。

### 2) 对鸟类的影响

根据现场调查结果，评价范围内发现鸟类 115 种，占调查区陆生脊椎动物种类总数的 76.2%，主要以农田、林缘的鸟类如牛背鹭、家燕、八哥、斑文鸟等种类、数量居多。鸟类飞行能力、适应能力强。项目的实施主要为涉及水域的区域或水域附近，其可以迁移到周围相似生境中生活。而水库的蓄水将会导致部门涉禽类鸟类的栖息地范围缩小，如苍鹭、白鹭、池鹭等。

此外，运河航运噪声和灯光对动物也会产生干扰影响。各类动物中，鸟类对噪声较为敏感。项目实施过程中应加强对船舶鸣笛的控制，减少船舶行驶噪声对

周边鸟类的影响。此外，船舶灯光还会对附近区域鸟类产生一定程度的干扰。

### 3) 对兽类动物的影响

运河项目的梯级枢纽建成蓄水后，岸边、河谷地带现有的兽类栖息地将被淹没，将使得这些动物的栖息地相对上升，使得一些动物栖息范围相对缩小。其中啮齿目鼠科、松鼠科等动物一般栖息于中、低山、丘陵地带的折、阔叶林、针阔混交林、低矮灌木林和灌草丛中，生境不固定。同时，这些类群的适应性一般都比较强，迁入新的生活环境中后也能很快适应，并在生境中定居下来。

随着枢纽蓄水，部分耕地和农田将被淹没，耕地和农田环境中的啮齿目、食虫目的小型兽类将被迫迁出，因此这些种类原来的生境范围将有所缩小，种群可能随移民的进行而向外迁移。那些作为自然疫源性疾病传播源的小型兽类，将增加与人类的接触频率，有可能将对当地居民的健康构成威胁。

#### 6.5.4.2 对重点保护动物的影响

调查区所记录到的物种中，有国家 II 级重点保护野生动物共 16 种，除虎纹蛙(*Hoplobatrachus chinensis*)、三索锦蛇(*Elaphe radiata*)、眼镜王蛇(*Ophiophagus hannah*)、豹猫(*Prionailurus bengalensis*)外，其他均为鸟类，分别为黑翅鸢(*Elanus caeruleus*)、黑鸢(*Milvus migrans*)、鹊鹞(*Circus melanoleucos*)、普通鵟(*Buteo buteo*)、红隼(*Falco tinnunculus*)、燕隼(*Falco subbuteo*)、褐翅鸦鹞(*Centropus sinensis*)、小鸦鹞(*Centropus bengalensis*)、草鸮(*Tyto longimembris*)、领角鸮(*Otus bakkamoena*)、白胸翡翠(*Halcyon smyrnensis*)、画眉(*Garrulax canorus*)。同时，有广西壮族自治区重点保护野生动物黑眶蟾蜍(*Duttaphrynus melanostictus*)、变色树蜥(*Calotes versicolor*)、赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)等 31 种。

被 IUCN 红色名录列为易危(VU)的物种有 2 种，即舟山眼镜蛇(*Naja atra*)、眼镜王蛇(*Ophiophagus hannah*)。列入 CITES 附录 II 的野生动物 13 种，分别是滑鼠蛇、舟山眼镜蛇、眼镜王蛇、黑翅鸢、黑鸢、鹊鹞、普通鵟、红隼、燕隼、草鸮、领角鸮、画眉、豹猫。

各类群重点保护陆生脊椎类野生动物资源概况分述如下：

#### (1) 两栖类

两栖类重点保护物种共 7 种，分别为虎纹蛙、黑眶蟾蜍、沼水蛙(*Hylarana*

*guentheri*)、泽陆蛙 (*Fejervarya multistriata*)、斑腿泛树蛙 (*Polypedates megacephalus*)、大树蛙 (*Rhacophorus dennysi*) 和花姬蛙 (*Microhyla pulchra*)。繁殖季节均较常见，黑眶蟾蜍和泽陆蛙的数量稍多。

虎纹蛙是国家 II 级重点保护野生动物。调查区范围内的虎纹蛙多分布于农田与水域的交错带，少量分布于水稻田中。枢纽建成后的蓄水将可能淹没其栖息巢穴，改变水生环境，其栖息将受到一定的影响。

## (2) 爬行类

爬行类保护物种共 5 种，分别为三索锦蛇、眼镜王蛇、变色树蜥、银环蛇 (*Bungarus multicinctus*) 和舟山眼镜蛇。

1) 锦蛇是国家 II 级重点保护野生动物，背面灰色或黄褐色，无毒，主要分布在湿润阔叶林下或农耕地周围的草、灌丛中。

2) 眼镜王蛇是国家级重点保护野生动物、IUCN 易危 (VU) 物种、CITES 附录 II 物种。眼镜王蛇，为大型蛇类，主要分布于调查区林缘近水处，林区村落附近也时有发现。

施工占地和施工人员活动可能会对林栖傍水型、土栖型和灌丛石缝型爬行类的生境有一定程度的不利影响，在施工结束后，不利影响会逐步减小。

## (3) 鸟类

鸟类保护物种共 33 种，以雀形目鸟类为主。总体上，除隼形目和鸮形目猛禽外，其他鸟类相对易见，部分种类如乌鸫 (*Turdus merula*)、大山雀 (*Parus major*) 的种群数量较多。

1) 隼形目猛禽。调查区隼形目猛禽共有 6 种，包括黑翅鸢、黑鸢、鹊鹞、普通鵟、红隼、燕隼。经调查发现，生境虽然主要以农田与桉树林为主，但仍分布了一定数量的隼形目猛禽。

2) 褐翅鸢和小鸢。褐翅鸢在调查区范围内属留鸟，小鸢为夏候鸟。两者广泛分布于调查区的林缘和灌丛，适应在人为干扰的次生生境栖息繁衍。

3) 鸮形目猛禽。调查区鸮形目猛禽有草鸮、领角鸮 2 种。鸮形目鸟类主要栖息于山间森林，也见于居民区或农耕地附近。

4) 白胸翡翠。国家 II 级重点保护野生动物。多栖息于山地森林和山脚河流、岸边，有时亦远离水域活动。



5) 画眉。国家 II 级重点保护野生动物，CITES 附录 II 物种。多栖息于山地的灌丛、村落附近的灌丛或竹林中。

调查范围中猛禽类（隼形目和鸮形目的鸟类），其活动范围都很大，而且飞翔能力很强，但施工期和运行期的噪声、灯光会对鸟类造成干扰。工程占地也会导致鸟类栖息地的减少。

#### （4）哺乳类

哺乳类重点保护物种共 2 种，分别为豹猫和赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*），由于项目沿线生境类型主要为农田与桉树林，重点保护的哺乳类动物分布较少，属罕见物种。

豹猫是国家 II 级重点保护野生动物，CITES 附录 II 物种。豹猫多栖息于山地林区、郊野灌丛和林缘村寨附近，在调查区内有一定数量。由于其分布海拔一般较高，且喜在远离人类的密林中生活，项目实施期间一般不会对其造成较大影响。但项目工程实施期间，施工噪声对它们可能会产生一定的惊吓作用，会迫使它们暂时远离原来的栖息地。

### 6.5.5 景观优势度评价

平陆运河的线路开挖与建设大部分将依托原有自然的河流水系而开展，大规模开挖主要集中在分水岭段，其他部分虽属于天然渠化航道，但沿线将有 57 处裁弯取直岸段。在自然体系等级划分中，运河范围主要森林生态系统、农业生态系统、城镇/村落生态系统、湿地生态系统相间组成，土地利用类型以耕地和林地为主。

景观生态质量一般由自然环境、各种生物以及人类社会之间复杂的相互作用来决定。景观结构是否合理决定了景观功能的优劣，在组成景观生态系统的各类组分中，景观由斑块、廊道和模地三个组分组成，其中，模地在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。

根据景观生态学的理论和方法，景观格局指标优势度值在景观格局空间结构分析上具有显著的作用，优势度值可以很好地判断某一斑块类型在景观中的优势，优势度值由 3 种参数计算：密度（Rd）、频度（Rf）和景观比例（Lp）。根据环境影响评价技术导则，线性工程穿越非生态敏感区时选取航道两侧各 300m 缓冲

区域内斑块的地类、数量和面积等情况分析得出本项目建设前后对景观生态的影响程度，计算时将土地利用三调数据分为草地、耕地、建设用地、林地、陆地水域、湿地和园地七种类型，将矢量转为 10m 分辨率的栅格土地利用图。在计算频度时应用无重复随机采样的方式，以 20m×20m 为一个样方，对评价区内的景观进行不重复的随机采样。

优势度计算的数学表达式如下：

$$\text{密度 } Rd = \text{斑块 I 的数目} / \text{斑块总数} \times 100\%$$

$$\text{频度 } Rf = \text{斑块 I 出现的样方数} / \text{总样方数} \times 100\%$$

$$\text{景观比例 } Lp = \text{斑块 I 的面积} / \text{样地总面积} \times 100\%$$

$$\text{优势度值 } Do = \{(Rd+Rf)/2+Lp\}/2 \times 100\%$$

运用上述参数计算平陆运河项目实施范围内各类斑块优势度值，结果见表 6.5.5-1 和图 6.5.5-1。运河建设前后，就密度（Rd）而言，林地、农田、水域和湿地呈增加趋势，建设用地和草地降低。就频度（Rf）和景观比例（Lp）而言，除建设用地明显增加以外，其余类型均有不同程度的降低。景观优势度（Do）在运河建设后建设用地优势度增幅最大（58.43%）、草地优势度降幅最大（32.17），林地（12.13%）、农田（21.18%）、水域（10.42%）和湿地（15.82%）均有不同程度的降低。总体而言，运河建设后主导的景观类型是建设用地（41.16）、林地（26.22）以及农田（22.93）。

表 6.5.5-1 平陆运河建设前后各类型景观优势度对比

指数	时期	林地	草地	农田	建设用地	水域	湿地
Rd (%)	建设前	20.48	6.49	12.70	46.19	12.88	1.26
	建设后	22.39	6.40	15.38	39.54	14.97	1.32
Rf (%)	建设前	42.86	3.57	42.86	28.57	17.86	7.14
	建设后	36.67	0	30.00	53.33	23.33	6.67
Lp (%)	建设前	28.00	1.24	30.40	14.58	20.15	5.65
	建设后	22.91	1.06	23.16	35.89	12.67	4.31
Do (%)	建设前	29.84	3.14	29.09	25.98	17.76	4.93
	建设后	26.22	2.13	22.93	41.16	15.91	4.15

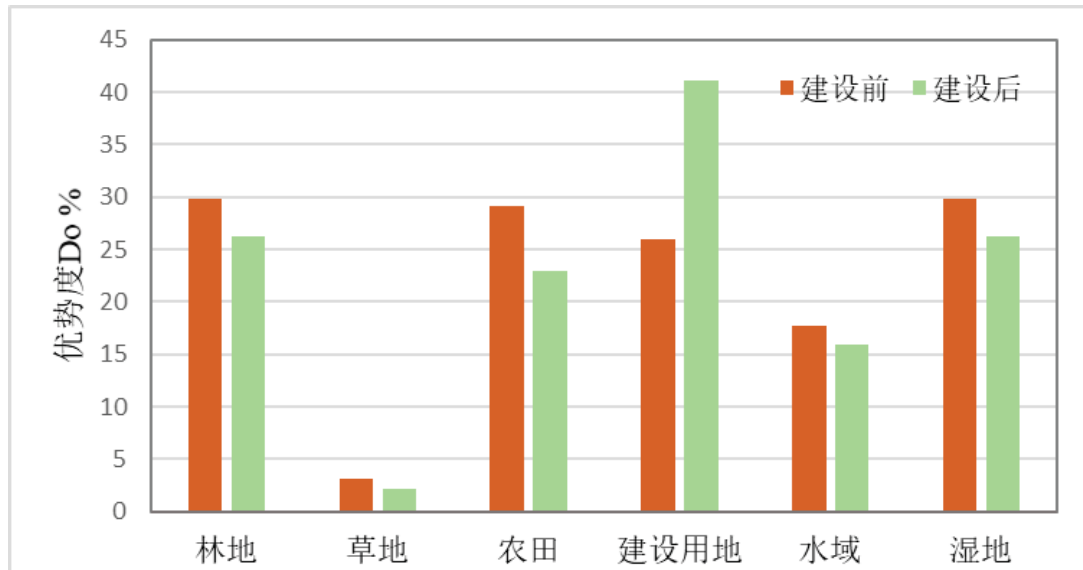


图 6.5.5-1 平陆运河建设前后各斑块类型的景观优势度变化

从图 6.5.5-1 中可以看运河建设前后整个线路林地、农田和湿地的优势度降明显，草地和水域也有所降低，但分段线路的优势度变化趋势并不一致，详见表 6.5.5-2 和图 6.5.5-2。沙坪河段建设后林地的优势度增加 14.66%，建设用地优势度增加 108.15%，其他类型有所降低，水域优势度降幅最大（23.22%）。分水岭段建设用地优势度增加 65.08%，林地、草地和农田分别降低 25.86%、52.44%和 20.75%。钦江干流段建设用地增加 56.55%，林地也有一定程度增加（3.32%），草地、农田和湿地分别降低 5.49%、15.56%和 12.00%。钦江城区段建设用地优势度增加比例相对其他分段较少(21.67%)，林地和农田分别增加 5.52%和 7.35%，草地和湿地分别降低 22.48%、38.43%。

表 6.5.5-2 平陆运河建设前后不同区域各类型景观优势度对比

指数	分段	时期	林地	草地	农田	建设用地	水域	湿地
Rd (%)	沙坪河段	建设前	30.34	3.78	21.35	35.44	8.78	0.31
		建设后	30.22	3.78	23.61	28.65	13.43	0.31
	分水岭段	建设前	18.03	5.27	11.14	45.64	19.81	0.11
		建设后	20.73	4.99	16.86	38.26	19.15	0
	钦江干流段	建设前	20.00	6.75	11.33	51.96	9.35	0.62
		建设后	22.11	6.64	13.39	45.22	12.09	0.56
钦江城区段	建设前	23.27	11.26	19.34	23.91	15.62	6.59	
	建设后	24.57	10.81	17.94	18.45	21.51	6.73	
Rf (%)	沙坪河段	建设前	20.00	0	26.67	10.00	73.33	0
		建设后	40.00	0	26.67	50.00	50.00	0
	分水岭段	建设前	63.33	6.67	56.67	26.67	6.67	0

		建设后		建设前		建设后		建设前		
		优势度	劣势度	优势度	劣势度	优势度	劣势度	优势度	劣势度	
Lp (%)	钦江干流段	建设后	36.67	0	46.67	46.67	6.67	0		
		建设前	36.67	0	56.67	20.00	30.00	0		
	钦江城区段	建设后	50.00	0	46.67	33.33	13.33	0		
		建设前	13.33	3.33	10.00	63.33	33.33	13.33		
	沙坪河段	建设前	28.70	0.56	13.21	8.45	49.03	0.05		
		建设后	26.67	0.48	9.81	25.57	37.44	0.02		
分水岭段	建设前	37.42	1.01	43.49	12.06	5.99	0.04			
	建设后	29.19	0.82	29.58	37.14	3.27	0			
钦江干流段	建设前	31.36	1.37	41.29	7.70	17.59	0.69			
	建设后	25.63	1.16	33.54	29.10	9.96	0.59			
钦江城区段	建设前	10.33	2.23	7.63	48.47	26.00	5.34			
	建设后	7.94	1.97	6.63	66.17	12.90	4.39			
Do (%)	沙坪河段	建设前	26.94	1.23	18.61	15.59	45.04	0.10		
		建设后	30.89	1.19	17.48	32.45	34.58	0.09		
	分水岭段	建设前	39.05	3.49	38.70	24.11	9.62	0.05		
		建设后	28.95	1.66	30.67	39.80	8.09	0		
	钦江干流段	建设前	29.85	2.37	37.65	21.84	18.63	0.50		
		建设后	30.84	2.24	31.79	34.19	11.34	0.44		
	钦江城区段	建设前	14.32	4.76	11.15	46.05	25.24	7.65		
		建设后	15.11	3.69	11.97	56.03	17.66	4.71		

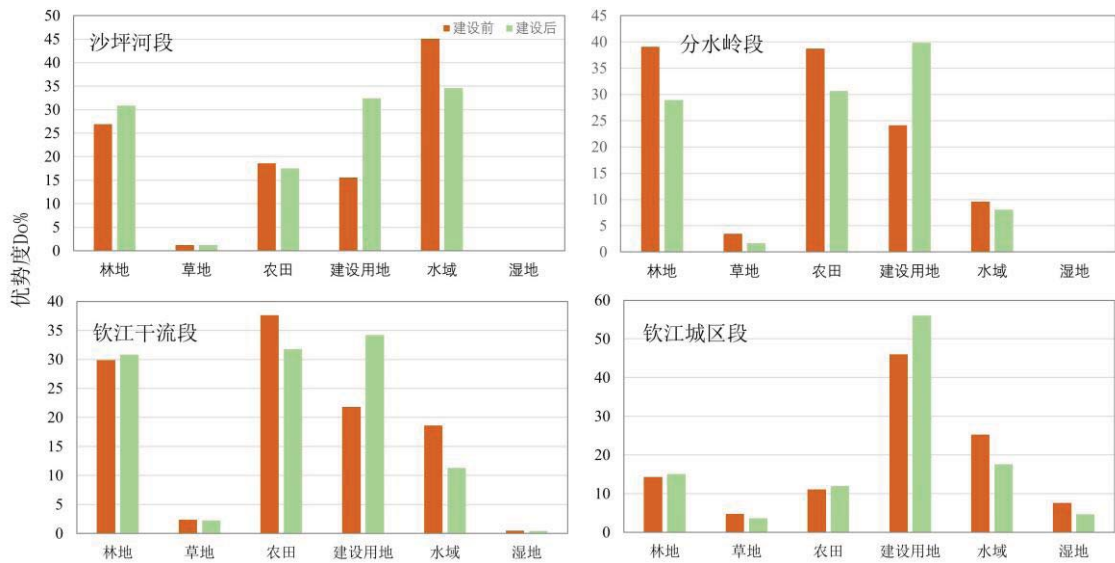


图 6.5.5-2 平陆运河建设前后分段各斑块类型的景观优势度变化

## 6.5.6 生态系统稳定性

### 6.5.6.1 生态系统恢复力稳定性

自然系统的恢复力稳定性，是根据植被净生产力的多少度量的。如果植被净生产力高，则其恢复稳定性强，反之则弱。航道建设后，各种土地类型发生变化，林地、灌草丛等斑块类型的面积减少，建设用地面积增加。对于航道施工的临时占地，在施工结束后，部分用地可利用渣料等废弃物抬高地形，复垦造地，因此从长期来看对生产力造成明显影响的主要是永久占地。

工程建设造成评价范围生态系统生物量减少，航道建成后林地、灌草丛、农田等面积的永久损失将使评价范围的生物量减少 7296.60t，其中减少的林地损失生物量 5073.64t，湿地损失 45.88t，农田损失 2055.66t，灌草丛损失 121.42t，具体见表 6.5.6-1。

分析各分段线路对生物量的损失得出如下结论：沙坪河段减少的林地损失生物量 297.53t，湿地损失 3.18t，农田损失 148.50t，灌草丛损失 11.34t；分水岭段减少的林地损失生物量 2681.46t，湿地损失 7.13t，农田损失 1413.00t，灌草丛损失 40.64t；钦江干流段减少的林地损失生物量 2157.14t，湿地损失 32.39t，农田损失 345.66t，灌草丛损失 58.10t；钦江城区段减少的林地损失生物量 297.52t，湿地损失 3.18t，农田损失 148.5t，灌草丛损失 11.34t。

表 6.5.6-1 平陆运河生产力地类面积占比

工程段	类型	平均净初级生产力 (t/hm <sup>2</sup> ·a)	损失净初级生产力	
			面积 (hm <sup>2</sup> )	年净初级生产量 (t/a)
沙坪河段	林地	9.56	28.71	274.47
	灌草丛	8.16	1.39	11.34
	竹林	8.22	1.91	15.70
	经济林	9.08	0.81	7.35
	旱地	8.42	—	—
	水田	6.00	24.75	148.50
	湿地	6.92	0.46	3.18
	水域	1.44	—	—
	合计	—	—	460.55
分水岭段	林地	9.56	214.34	2049.09
	灌草丛	8.16	4.98	40.64
	竹林	8.22	2.68	22.03
	经济林	9.08	27.57	250.34
	旱地	8.42	—	—
	水田	6.00	235.50	1413.00
	湿地	6.92	1.03	7.13

工程段	类型	平均净初级生产力 (t/hm <sup>2</sup> ·a)	损失净初级生产力	
			面积 (hm <sup>2</sup> )	年净初级生产量 (t/a)
	水域	1.44	—	—
	合计	—	—	3782.22
	林地	9.56	194.44	1858.85
钦江干流段	灌草丛	8.16	7.12	58.10
	竹林	8.22	19.31	158.73
	经济林	9.08	15.37	139.56
	旱地	8.42	—	—
	水田	6.00	57.61	345.66
	湿地	6.92	4.68	32.39
	水域	1.44	—	—
	合计	—	—	2593.28
	钦江城区段	林地	9.56	28.71
灌草丛		8.16	1.39	11.34
竹林		8.22	1.91	15.70
经济林		9.08	0.81	7.35
旱地		8.42	—	—
水田		6.00	24.75	148.50
湿地		6.92	0.46	3.18
水域		1.44	—	—
合计		—	—	460.55
总计	—	—	7296.60	

#### 6.5.6.2 生态系统抵抗力稳定性

自然系统的抵抗力稳定性是由系统中生物组分异质性的 高低决定的。异质性是指在景观或生态系统中对各种土地资源类型在空间或时间上的变异程度。异质化程度高的自然系统，当某一斑块形成干扰源时，相邻的异质性组分就成为了干扰的阻断，从而达到增强生态体系抗御内外干扰的作用，有利于体系生态稳定性的提高。

平陆运河的线路开挖与建设大部分将依托原有自然的河流水系而开展，大规模开挖主要集中在分水岭段，其他部分虽属于天然渠化航道，但沿线将有多处裁弯取直岸段。根据运河建设项目所在地生态现状，可将运河沿岸段生态景观格局分为三类：自然岸段、半自然岸段、人工岸段。运河的建设实施不会改变原有自然岸段的景观基质，对河岸带景观生态格局的影响较小。对于需要拓宽的半自然岸段和重新开挖的人工岸段，由于实施后占用了较多的自然用地，建筑用地大量

增加，对河岸带景观生态格局的影响较大，将使上述航道岸段区域的景观格局由半自然的农业生态景观或自然的林地、滩涂向人工景观演变。运河建设将兴建三座枢纽工程，枢纽工程及其形成的水库将改变原有的地貌，自然资源斑块转变成人工干扰斑块。如果不采取相应措施，会对流域生态完整性、连通性和多样性造成一定影响。

为分析景观异质性程度，在景观水平上选择斑块数量（NP）、最大斑块指数（LPI）、斑块平均面积（AREA\_MN）、景观香农多样性指数（SHDI）、景观香农均匀度指数（SHEI）评价整体景观格局的变化。在斑块类型水平上选择 NP、LPI、AREA\_MN 和 AI（聚集度指数）反映斑块类型的异质性、破碎度和连通程度。

NP 在类型级别上等于景观中某一斑块类型的斑块总个数，反映景观的空间格局，经常被用来描述整个景观的异质性，其值的大小与景观的破碎度也有很好的正相关性。NP 对许多生态过程都有影响，如可以决定景观中各种物种及其次生种的空间分布特征，改变物种间相互作用和协同共生的稳定性。

LPI 等于某一斑块类型中的最大斑块占据整个景观面积的比例，有助于确定景观的模地或优势类型等。其值的大小决定着景观中的优势种、内部种的丰度等生态特征。

AREA\_MN 是斑块的平均面积，可以用来描述景观破碎化，在斑块类型数、斑块数、分辨率相同的不同景观中，斑块面积越小，景观破碎化趋于加重。

AI 表用于测量空间模式的聚合程度，表征斑块连通性，是特定于斑块类型的，并且独立于景观组成。其取值在 0~1 之间，其值越大表明聚合程度越高，斑块类型由共享最大可能边缘的要素组成。

SHDI 在景观级别上等于各斑块类型的面积比乘以其值的自然对数之后的和的负值。SHDI 增大，说明斑块类型增加或各斑块类型在景观中呈均衡化趋势分布。如在一个景观系统中，土地利用越丰富，破碎化程度越高，其不定性的信息含量也越大，计算出的 SHDI 值也就越高。

SHEI 等于香农多样性指数除以给定景观丰度下的最大可能多样性，SHEI 值较小时优势度一般较高，可以反映出景观受到一种或少数几种优势斑块类型所支配；SHEI 趋近 1 时优势度低，说明景观中没有明显的优势类型且各斑块类型

在景观中均匀分布。

对全线的整体景观格局指数数据分析，具体结果如下表 6.5.6-2 所示。运河建设后整体线路 300m 缓冲区景观的斑块数有所下降，表明景观异质性整体减弱，其原因是建设用地的长距离增加，使得占据主导作用的斑块类型的同质性区域面积增加，因此整体异质性有一定程度减弱，LPI 成倍增加，AREA\_MN 增加 8.70%，景观多样性只是和均匀度指数距有所降低，表明景观的复杂度有轻微降低，且主导斑块仅有少数类型构成。

表 6.5.6-2 运河线路整体景观格局指数分析

时期	NP	LPI	AREA_MN	SHDI	SHEI
建设前	9334	7.40	1.15	1.54	0.86
建设后	8702	31.45	1.25	1.49	0.83

从总体运河线路各景观类别的格局指数的变化来看（表 6.5.6-3），运河建设后林地 NP 增加，LPI、AREA\_MN、AI 降低，表明林地的破碎度增加、连通性降低、主导作用减弱；建设后草地 NP、AREA\_MN、AI 降低、表明草地破碎度和连通性均减弱；建设后农田 NP 增加，LPI、AREA\_MN、AI 均降低，且下降的幅度大于林地，表明原本占据主导地位的农田其在整体景观中的控制能力减弱；建设后建设用地 NP 降低、LPI、AREA\_MN、AI 均明显增加，表明运河建设使得建设用地成为整体景观的主导地类，且建设用地各斑块中的连通性有所增加，控制能力增强，这种增加是以大幅降低林地和农田的主导地位和连通程度为代价的；建设后湿地的 NP、AREA\_MN、AI 降低、表明草地破碎度、连通性均减弱，其中湿地在整个景观中的重要地位也大幅降低。总体而言，运河建设对林地造成的重要影响将对生境内生物的栖息、植物的生存和演替产生负面影响，应通过适当的生境连通技术降低生物多样性损失。

表 6.5.6-3 运河线路斑块类型格局指数分析

景观类型	时期	NP	LPI	AREA_MN	AI
林地	建设前	1912	1.78	1.58	87.34
	建设后	1948	0.72	1.28	86.49
草地	建设前	606	0.04	0.22	71.97
	建设后	557	0.04	0.21	71.16



农田	建设前	1185	3.06	2.76	89.52
	建设后	1338	0.86	1.89	87.81
建设用地	建设前	4311	1.87	0.36	84.18
	建设后	3441	31.45	1.14	92.32
水域	建设前	1202	7.40	1.80	91.00
	建设后	1303	1.30	1.06	87.69
湿地	建设前	118	4.33	5.16	95.52
	建设后	115	1.70	4.09	93.75

其次，本次评价还分别对运河四个河段进行了分段景观格局分析，具体结果如表 6.5.6-4。在不同分段中由于植被类型和地理分异特征，其景观格局变化具有差异，从景观水平格局指数来看，除钦州城区段，其他分段的 NP 均有所降低；除沙坪河段，其他分段的 LPI 均明显增加；除钦江城区段，SHDI 和 SHEI 均明显增加，由此可以看出内河航道的三个河段景观格局变化基本一致，而与钦江城区段有较大差别。

表 6.5.6-4 平陆运河分段景观水平景观格局指数变化

分段线路	时期	NP	LPI	AREA_MN	SHDI	SHEI
沙坪河段	建设前	979	45.29	1.80	1.22	0.68
	建设后	953	22.05	1.84	1.32	0.74
分水岭段	建设前	2640	12.07	1.03	1.20	0.67
	建设后	2224	32.44	1.22	1.24	0.77
钦江干流段	建设前	4546	4.70	0.90	1.33	0.74
	建设后	4310	25.17	0.95	1.39	0.77
钦江城区段	建设前	941	23.93	1.74	1.37	0.77
	建设后	981	60.37	1.67	1.13	0.63

从总体分析中可以看出，内河航道三个河段具有较为一致的景观格局变化趋势。在此基础上，对分段各景观格局指数的变化进行分析，详见表 6.5.6-5 至表 6.5.6-8，从建设用地景观变化角度分析，分水岭段建设用地的 NP 减幅最大以及 LPI 增长幅度最大，其次是钦江干流段、沙坪河段和钦江城区段；AREA\_MN 和

AI 增长幅度最大的是钦江干流段，其次是分水岭段、沙坪河段和钦江城区段。从林地景观变化角度分析，NP 发生减少区域是沙坪河段和分水岭段，NP 增加的区域是钦江城区段和钦江干流段；LPI、AREA\_MN 和 AI 减幅最大是钦江城区段，其次是钦江干流段、分水岭段和沙坪河段，表明林地格局变化在这三个河段中较为一致。从农田景观变化角度分析，除了钦江城区段的 NP 降低外，其余分段破碎度均增加；LPI 减幅最大的是分水岭段，其次是沙坪河段和钦江干流段；AI 降低的幅度均比较微弱。

表 6.5.6-5 沙坪河段斑块类型水平景观格局指数变化

景观类型	时期	NP	LPI	AREA_MN	AI
林地	建设前	297	1.87	1.70	88.69
	建设后	288	1.82	1.63	88.40
草地	建设前	37	0.07	0.27	73.83
	建设后	36	0.07	0.23	73.54
农田	建设前	209	1.62	1.11	85.28
	建设后	225	0.72	0.77	82.46
建设用地	建设前	347	2.21	0.43	80.13
	建设后	273	22.05	1.65	91.08
水域	建设前	86	45.29	10.02	95.07
	建设后	128	8.06	5.14	92.91
湿地	建设前	3	0.03	0.29	77.42
	建设后	3	0.02	0.13	80.60

表 6.5.6-6 分水岭段斑块类型水平景观格局指数变化

景观类型	时期	NP	LPI	AREA_MN	AI
林地	建设前	476	6.14	2.14	89.89
	建设后	461	2.90	1.73	89.07
草地	建设前	139	0.14	0.20	73.91
	建设后	111	0.14	0.20	74.86
农田	建设前	294	12.07	4.03	90.30
	建设后	375	3.44	2.15	87.86

建设用地	建设前	1205	0.73	0.27	77.28
	建设后	851	32.44	1.19	92.27
水域	建设前	523	2.45	0.31	74.76
	建设后	426	0.19	0.21	71.24

表 6.5.6-7 钦江干流段斑块类型水平景观格局指数变化

景观类型	时期	NP	LPI	AREA_MN	AI
林地	建设前	909	4.70	1.41	85.93
	建设后	953	1.86	1.11	85.04
草地	建设前	307	0.10	0.18	68.87
	建设后	286	0.06	0.17	67.44
农田	建设前	515	2.39	3.27	90.13
	建设后	577	1.72	2.39	88.88
建设用地	建设前	2362	0.83	0.13	72.67
	建设后	1949	25.17	0.61	90.95
水域	建设前	425	2.98	1.69	89.46
	建设后	521	0.57	0.79	84.68
湿地	建设前	28	0.14	1.01	82.53
	建设后	24	0.12	1.02	82.36

表 6.5.6-8 钦江城区段斑块类型水平景观格局指数变化

景观类型	时期	NP	LPI	AREA_MN	AI
林地	建设前	219	1.56	0.77	80.93
	建设后	241	0.32	0.54	78.10
草地	建设前	106	0.28	0.35	77.46
	建设后	106	0.28	0.31	76.02
农田	建设前	182	1.32	0.69	84.73
	建设后	176	1.32	0.62	83.60
建设用地	建设前	225	12.24	3.54	93.32
	建设后	181	60.37	6.00	94.73
水域	建设前	147	23.93	2.90	92.39

	建设后	211	2.98	1.00	85.22
湿地	建设前	62	1.15	1.41	85.41
	建设后	66	0.48	1.09	83.46

## 6.6 水生生态环境影响评价

### 6.6.1 施工期影响

#### 6.6.1.1 对水生生境的影响

平陆运河线路北起西津水库的平塘江口，跨分水岭，经陆屋镇沿钦江南下进入北部湾钦州港海域，线路全长约 140km，分为内河航道及入海口航道两类。其中，内河航道自平塘江口至青年枢纽段，分别为沙坪河段、分水岭段（含旧州江）、钦江干流段。施工期内河航道涉水工程主要包括拓宽、疏浚、炸礁、截弯取直、护岸工程、枢纽工程、交通工程以及水上服务区建设等。本节将根据运河建设过程中的不同施工作业类型，开展影响评价分析。

#### 1、航道工程的影响

##### （1）疏浚及拓宽的影响

平陆运河工程共开挖土石方 3.36 亿  $m^3$ ，其中水下开挖土方 5205.4 万  $m^3$ ，水下开挖石方 3639.6 万  $m^3$ 。水下土方开挖主要采用挖泥船疏浚开挖，水下石方开挖采用炸礁后挖泥船清渣的方式。

疏浚作业主要改变部分河段的基底，清礁使河道局部浅滩消失。疏浚、清礁会产生大量的悬浮泥沙，导致河流施工区域悬浮物含量增加，对区域浮游生物、底栖生物、水生植物、鱼类等栖息环境产生一定不利影响。同时，河道底质开挖将导致开挖区域底栖生物和水生植物生长附着基质直接损失。疏挖后原河床底质将全部被新基质代替，河道中水陆交汇的沿岸带面积将减少，底栖和水生维管束植物栖息基质将减少。

##### （2）裁弯取直的影响

根据分析，平陆运河建设需要对原有河道多处采用截弯取直工程，各河段裁弯取直情况见如表 6.6.1-1 及表 6.6.1-2 所示。可以看出，平陆运河建设全线需实

施 57 处截弯取直工程，均位于内河航段，共截断自然河流约 56km，截断比例占原自然河流总长度的 39.5%。


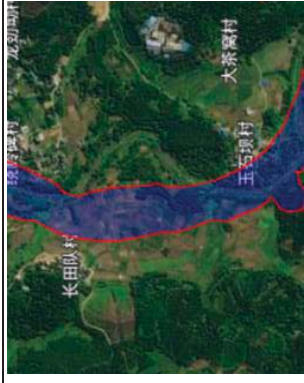

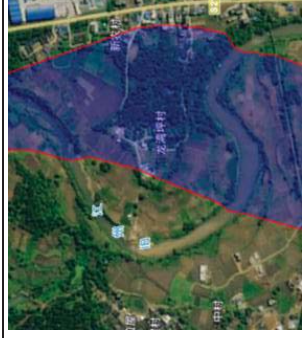




沙坪河段位于西津水库支流回水区，由于水库末端河道变窄，蜿蜒曲折且水深不足，多处需要按照航道通航尺度标准进行开挖和裁弯取直。根据分析，沙坪河段涉及裁弯取直 12 处，共计截断自然河流约 9.5km，干地施工长度约 6.8km；分水岭段涉及裁弯取直工程 16 处，共计截断自然河流约 8.0km；钦江干流涉及截弯取直 27 处，共计截断自然河流约 37.1km，干地施工长度约 17.9km。根据分析，平陆运河沙坪河段到沙坪镇，裁弯取直共计截断自然河流 11.9km，最大截弯处形成河道面积 17.1 万  $m^2$ ；钦江干流及城区段，裁弯取直共计截断自然河流 38.5km，最大截弯处形成河道面积 35.33 万  $m^2$ 。

表 6.6.1-1 运河航道裁弯取直方案

平陆运河 线路	运河范围	人工运河 全长 (km)	自然河段 长 (km)	自然河段占 运河比例 (%)	截弯取直点 位数 (个)	原自然河流 总长 (km)	截断自然河流 长度 (km)	截断自然 河流比例 (%)
沙坪河	郁江平塘江口~沙坪镇	20.6	14.2	67.62	12	23.7	9.5	40.08
旧州江	沙坪镇~陆屋镇	29.5	20.5	69.49	16	28.5	8.0	28.07
钦江干流 段线	陆屋镇旧州江与钦江交汇处~青年 梯级枢纽	48.7	30.8	63.35	27	68.0	37.1	54.60
干流城区	青年枢纽~钦江大桥	21.5	20.3	94.23	2	21.6	1.4	6.42
合计	--		85.81		57	141.8	56.0	39.48

表 6.6.1-2 运河航道典型截弯取直情况

典型截弯 取直	运河河段	
	沙坪河段	旧州江
总数	12	16
截断自然 河流长度 (km)	1.98	0.52
截断河流 面积 (万 m <sup>2</sup> )	2.24	1.88
		0.53
		2.19

截断河流情况				
<b>钦江干流+干流城区</b>				
典型截弯取直	26+1			
截断自然河流长度 (km)	0.86	3.14	2.22	2.85
截断河流面积 (万 m <sup>2</sup> )	14.21	35.33	21.88	28.5
截断河流情况				

### ①对运河（主航道）的影响

裁弯取直工程可以有效改良河流通航条件，但同时河道形成切割效应，破坏了原有河道的完整性，使河道生态系统景观斑块化，对沿岸生态系统也会产生影响。

裁弯取直工程采用陆上机械开挖施工，对河滩地植被产生直接破坏。施工过程中使用的挖泥船作业将造成航道内局部水域悬浮物浓度增加，使浮游植物生物量下降，降低水体初级生产力。

根据水动力模拟结果，平陆运河工程实施后，枯水情况下，工程河段流速一般在 0~0.17m/s 左右；丰水情况下，工程河段流速一般在 0.01~0.16m/s 左右。主河道水流速度相对变缓，河道加深，河床泥沙量减少，导致河流的营养物质减少，相应的造成水生生物种群和密度降低。泥沙浓度上升导致的河流透明度降低，会削弱水生植物的光合作用，对藻类、水生生物、底栖无脊椎动物等造成不利影响。此外，部分河段水域面积相对于原河道减少（如钦江入海口段），导致水生生物栖息地减少。

### ②对截弯段河面的影响

截弯取直工程造成原河道出现不同大小封闭的牛轭湖。截弯取直后，牛轭湖与原钦江河道仍保持有联系，若航道引水流量不足，主航道外的牛轭湖会随着水量不足而萎缩，从而使得生物群落大量减少。裁弯取直改变河滩、河岸形态，在一定程度上破坏水体环境，制约河流的水体自净能力，使得牛轭湖污染状况愈加严重，水质状况下降，导致生态系统状况不佳。牛轭湖形成之后，流速减慢还会引起产漂流性卵鱼类的资源量下降，流速降低水面无法形成漩滚使得漂浮性鱼卵下沉，最终导致漂浮性鱼卵无法孵化。

运河工程实施，原有河道水深达到 5.4m，而裁弯取直后牛轭湖原有高程保持不变，河岸滩地将变成水域或新的湿地环境。根据工可报告，沙坪河段 12 处截弯取直河段中有 2 处用于回填，其余所有截弯河道均维持现状河道水位；旧州江段 16 处截弯取直河道中 2 处维持现状河道水位，其余进行回填，回填面积为 350.1 亩；钦江干流段 27 处截弯取直河道中 21 处维持现状河道水位，其余进行



回填，回填面积为 2112.9 亩；城区段 2 处截弯取直，1 处用于回填，1 处维持原水域面积。截弯取直处理方案见表 6.6.1-3。

表 6.6.1-3 运河航道裁弯取直河道处理方案

河段	数量 (处)	截弯堵汊造地			维持水域		截弯新增 水域面积
		数量 (处)	面积 (亩)	消纳土方 (万 m <sup>3</sup> )	数量 (处)	面积 (亩)	
沙坪河段	12	2	149.5	45.8	10	1230.4	1286.9
旧州江段	16	14	350.1	111.8	2	32.9	5009.9
钦江干流段	27	12	2112.9	1105.4	15	3265.1	2907.7
钦江城区段	2	1	56	33.5	1	66.3	280.3
合计	57	32	2668.4	1296.5	28	4183	9484.9

由上表可知，河道截弯后堵汊造地将造成 177.89 万 m<sup>2</sup>（2668.4 亩）的水面消失，致使堵汊河道原水生境消失，造成原河道水生生物的损失。消失水面面积占新增水域面积的 28.13%，新增水域可在一定程度上补偿原河道水面消失的生境损失。

截弯取直完成后可新增 632.33 万 m<sup>2</sup>（9484.9 亩）的水域面积，水面长年处于静水沉积过程，为水生和湿生动植物提供了多样化的生境空间，如大口鲈鱼等。漫滩沼泽适于鸟类、禽类和两栖动物生存，并为生物在洪水期提供避难所和产卵场。同时，在水文过程的时间变异中，河道和河漫滩形成了水流—漫滩—静水—干涸等动态栖息地多样性条件。因此，裁弯取直工程完成后新形成的水域或湿地环境，在一定程度上增加了部分涉水生物的栖息空间。平陆运河沿线选择适宜水禽、鸟类、水生生物栖息的牛軛湖，建设生态涵养区，增加生物栖息和保护的场所。

### （3）护岸工程的影响

本项目航道护岸工程主要分为斜坡式护岸和半直立式护岸，主要采取建筑物构筑物的施工方式。

护岸工程对水生生态环境的影响主要表现在对航道水域的占用和对河床的扰动，大量的护岸工程还将会导致整治航道范围内底栖生物栖息地丧失，底栖生物遭受破坏。但这种影响将会随着整治完工后，逐步得到缓慢恢复。护岸施工会使临近区域水质浑浊，水中悬浮物浓度增加，施工过程中进入水体的油污和重金属对水生生物造成毒害，对水生生物的正常生长有较大影响。

护岸工程还会造成航道水动力条件的改变引起种群结构的变化，工程实施后，河岸的原有自然岸坡变成人工岸坡（各种材料的护坡）造成的生境的变化，对于漂浮性的鱼卵的影响，由于鱼卵仔鱼活动能力较弱，施工作业如果是产卵季节，对其会造成一定的损失。此外，护岸的修建使得原有生态系统的连续性被打破，降低其生态服务功能。

运河护岸工程全段采用生态型护岸，生态护岸在保证护岸具有一定强度、安全性和耐久性的同时，兼顾工程的环境效应和生物效应，使水体和土体、水体和生物相互涵养，适合生物生长的仿自然状态，如种植草皮或芦苇等水生植物，建成后仍能成为各种生物的栖息场所。

## 2、枢纽工程的影响

运河将新建 3 个枢纽，由上游到下游依次为马道枢纽、企石枢纽和青年枢纽，其中青年枢纽需移位新建，移位改建方案处于现状青年水闸上游约 1.8km。

3 个枢纽工程建设对生境的影响还来源于船闸施工中引航道的护底护坡、围堰施工及疏浚等将会造成局部范围水域浊度和悬浮物增加，对浮游动植物、底栖生物及鱼类的生境将会产生局部影响。围堰内基坑排水若不处理直接排放将影响工程周边水质，对水生生物栖息环境将产生不利影响。

钦江下游青年枢纽以下水位受潮汐影响明显，属于感潮河段，新建青年枢纽上移，枢纽工程拆除重建除了围堰填筑过程的影响外，还会造成新建青年枢纽下游至茅尾海段将形成部分咸淡水交汇区域，造成钦江下游部分水域盐度增加，茅尾海近海低盐度区面积将进一步扩大。而盐度是与水生生物生活密切相关的环境因素之一，因此咸淡水交汇将会对流域内原有水生生物的生存、繁殖及其生长造成一定影响，从而影响水域原生生态环境，特别是红树林生态系统。而近海低盐度环境也可为大量近海水生生物提供适宜产卵的低盐度环境，生物多样性也会随之增加。此外，本工程将在新建青年枢纽设置鱼道，鱼道设置将减少了现状已建青年水闸对洄游鱼类的阻隔影响，增加区域花鳗鲡、绒坳蟹等的洄游通道。

## 3、桥梁改扩建的影响

根据工可报告，运河各河段的桥梁改建和新建工程共计 28 座、3 座实施防护。类比同类工程，碍航建筑物整治过程中易导致浮游生物和底栖生物的种类和

生物量减少,同时水体扰动引起水中悬浮物的增加,使鱼类的腮腺积聚泥沙微粒,严重损害腮部的滤水和呼吸功能,甚至导致鱼类窒息死亡。

#### 4、水上服务区及码头建设影响

根据工可报告,平陆运河沿线共布置新福服务区、钦州服务区 2 处服务区,新福服务区岸线长度 300m,水域面积 3.4 万  $m^2$ ,钦州服务区岸线长度 300m,水域面积 5.14 万  $m^2$ ,分别建设工作船码头一座。服务区码头及工作船码头的建设将引起水中悬浮物浓度增加,会引起水域内的局部水质浑浊。水体透明度下降,溶解氧降低,对区域浮游生物、底栖生物、水生植物、鱼类等栖息环境产生一定不利影响。此外,施工期施工船舶的污水泄漏也将引起水域环境污染,从而影响水生生物生境,施工噪声对水域鱼类产生驱赶效应。

##### 6.6.1.2 对水生生物的影响

#### 1、水生生物的影响

运河施工期对水生生物的影响主要表现为疏浚、清礁、拓宽、护岸、梯级枢纽施工、桥梁改造及水上服务区码头建设等的施工导致施工区域水体悬浮物增加,从而引起的水生生物减少,甚至群落结构的改变。航道疏浚将河道底泥全部挖出,炸礁工程等均将造成的一定的水生生物直接死亡。

##### (1) 浮游植物

航道疏浚、清礁过程以及枢纽建设和桥梁改建等施工过程扰动局部水体,造成水质浑浊,水中悬浮物浓度升高,降低了水体的透光性,光强减少,将阻碍浮游植物的光合作用,从而降低水体初级生产力,使浮游植物生物量下降。一般而言,悬浮物的浓度增加在 10mg/L 以下时,水体中的浮游植物不会受到影响,而当悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时,浮游植物会受到较大的影响。当悬浮物的浓度增加量在 10~50mg/L 时,浮游植物将会受到轻微的影响。根据以上悬浮物扩散模拟计算结果,航道疏浚时大于 50mg/L 的悬浮物扩散影响范围只有 9.38 $km^2$ ,平陆运河工程实施需要对沙坪河、旧州江及钦江进行全线疏浚开挖,因此航道全域悬浮物浓度增量均较高,整个航道浮游植物均会受到影响。

浮游植物生物量的减少,会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少。以这些浮游动物为食的一些鱼类,也会由于饵料的贫

乏而导致渔业资源量的下降。同样，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增多，对整个水生生态食物链的影响是多环节、多层次的。

根据现状监测结果，工程江段浮游植物种类丰富，以沿线江段内的常见物种为主，具有普生性的特点，且适应环境的能力很强，施工建设可能会降低施工区域浮游生物的生物量，但这种影响是暂时的，会随着施工结束而逐渐得到恢复。工程建设应合理安排施工时间，尽量减少涉水面积，将对施工对浮游植物的影响。

## （2）浮游动物

浮游动物是几乎所有鱼类尤其是许多经济鱼类的重要饵料，因其含有丰富的营养物质，在水生生物食物链和能量转换中与浮游植物、底栖生物各占重要位置。

运河疏浚开挖及炸礁工程的施工对浮游动物最主要的影响同样来自增加的悬浮物质。悬浮物对浮游动物的影响与悬浮物的粒径、浓度等参数有关。由于悬浮颗粒物的浓度增加，造成以滤食性为主的浮游动物摄入粒径合适的泥沙，内部系统紊乱，因饥饿而死亡。某些桡足类动物，具有依据光线强弱变化而进行昼夜垂直迁移的习性，水体的透明度降低，会引起这些动物生活习性的混乱，破坏其生理功能。具体影响反映在浮游动物的生长率、存活率、摄食率、密度、生产量及群落结构等方面。浮游动物受影响程度和范围与浮游植物相似，悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时，浮游动物的损失率可以达到 40%以上。悬浮物浓度达到 300mg/L 以上、悬浮物为粘性淤泥时为甚，如只能分辨颗粒大小的滤食性浮游动物可能会摄入大量的泥沙，造成其内部系统紊乱而亡。

根据现场调查资料，评价区域浮游动物共计 42 种，其中轮虫种类最多为 16 种，占种类数 38.10%；原生动物 10 种，占种类数 23.81%；枝角类 9 种占种类数 21.43%，桡足类 7 种，占种类数 16.67%。工程施工产生悬浮物浓度过大时，将导致水域浮游动物的种类组成和群落结构发生变化，对原生动物、轮虫、枝角类和桡足类的种类组成和群落结构会产生影响。施工产生的悬浮物中含有的一些碎屑和无机固体物质会妨碍浮游动物对食物的摄取，可以减少多种溞属和其它枝角类的摄食率、生长率和竞争能力，从而引起浮游动物群落结构的改变。

## （3）底栖动物

运河施工过程中的疏浚开挖将改变工程区域内水生生物原有的栖息环境，尤其对底栖生物的影响是最大的。底栖动物移动能力较弱，多营定居生活，自然水体中底栖动物的种类和数量与底层杂食鱼类有很大的关系。施工期间进行的疏浚、枢纽工程、污染水体的排放都会对施工河段底质环境会造成破坏，使得少量活动能力强的底栖生物逃往它处，大部分底栖生物将被掩埋、覆盖，除少数能够存活外，绝大多数将死亡。而随着施工的结束，在一定时间内，影响区域又将逐步恢复并形成新的底栖生物群落结构，底栖动物生物量可部分恢复。

#### ①施工悬浮物的影响

航道施工过程产生的悬浮物浓度增加也会对底栖动物的生境及空间分布产生影响。研究表明，悬浮物浓度为 8mg/L、耐受时间为 2.5h 时，底栖无脊椎动物漂移率增加；悬浮物浓度为 62mg/L、耐受时间为 2400h 时，底栖无脊椎动物种群数量下降 77%；悬浮物浓度为 743mg/L、耐受时间为 2400h 时，底栖无脊椎动物种群数量下降 85%。

根据运河沿线水生生态环境现场监测结果，平陆运河所涉河流中的底栖动物以软体动物居多，节肢动物次之，环节动物最少。底栖动物类型为该区域常见种类。随着工程施工的开展，这些底栖动物原本栖息的底质环境受到破坏，使得施工范围内的底栖动物多样性和生物量显著下降。

底栖生物在幼体阶段为浮游幼虫，当底栖生物受影响区域较小，并且受影响时间为非产卵期时，其恢复通常较快，5~6 个月后底栖生物群落的主要结构参数（种数、丰富度及多样性等），将会得到一定恢复但物种组成仍有差异。如果受影响区域较大，影响的时间恰为繁殖期或影响的持续时间较长，则其恢复通常较慢，如果没有人工放流底栖生物幼苗，底栖生物的恢复期通常为 3 年，也可能持续 5~7 年。

#### ②河道底质破坏的影响

运河施工过程中的航道疏浚、清礁等施工将造成施工范围内河道的底栖动物完全破坏，施工对底栖生物造成的损失计算参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）。各种类生物资源损害量评估按以下公式计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

$W_i$ ——第*i*种类生物资源受损量，单位为尾、个、千克（kg）；

$D_i$ ——评估区域内第*i*种类生物资源密度，单位为尾（个）/km<sup>2</sup>、尾（个）/km<sup>3</sup>、kg/km<sup>2</sup>；

$S_i$ ——第*i*种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为 km<sup>2</sup> 或 km<sup>3</sup>。

根据工程分析，本次平陆运河工程实施，航道施工水下开挖土方 5205.4 万 m<sup>3</sup>，水下开挖石方 3639.6 万 m<sup>3</sup>，设计先期工程，沙坪河河口至青年枢纽段航道尺度为：5.4m×85m×360m（航道水深×航道底宽×最小弯曲半径），钦江城区段（青年枢纽-沙井）航道尺度为：4.9m×105m×360m。

疏浚、清礁等对底栖生物的损失按临时占用计算，改建桥梁桩基施工对底栖生物造成损失按永久占用计算，工程建设造成的底栖生物量损失以 100%计算。根据现状监测结果，评价区域底栖生物平均生物量 97.82g/m<sup>2</sup>；根据工可得出疏浚、清礁工程涉水影响面积约为 2.74×10<sup>7</sup>m<sup>2</sup>；类比同类工程，改建桥梁桩基施工涉水影响面积为 300m<sup>2</sup>，则施工期占用水域造成底栖生物损失量为 6319.17t，以 30 元/kg 计算，则底栖生物经济损失为 1.90 亿元，计算过程见表 6.6.1-4。

表 6.6.1-4 运河施工建设期底栖生物损失量估算结果

施工方式	涉水面积（m <sup>2</sup> ）	平均生物量（g/m <sup>2</sup> ）	计算年限	生物损失量（t）
疏浚、清礁	1.615×10 <sup>7</sup>	97.82	4	6319.17
桥梁桩基	300	97.82	20	0.59
合计				6319.76

## 2、鱼类的影响

施工期航道疏浚、清礁、枢纽建设、护岸及桩基工程实施过程中都会对底质产生扰动，改变施工局部范围内的生态环境，造成鱼卵、仔鱼的直接损失，暂时驱散在工程水域栖息活动的鱼。同时，施工造成了鱼类的栖息范围和饵料生物的减少，进而降低施工水域附近鱼类的密度，一定程度上增加原河流及支流非施工区的生态位竞争。此外，施工噪音对施工区鱼类产生惊吓效果，但不会对鱼类造成明显的伤害或导致其死亡。

施工期对鱼类的影响还表现为：施工过程中施工水体水质下降、水体浑浊等因素都会对施工区的鱼类生境产生不利影响。悬浮物对鱼类的影响主要是悬浮泥沙颗粒造成的机械损伤、堵塞鳃孔、刺激鳃丝和黏膜。其影响程度决定于悬浮颗粒的性质、硬度和形状，也取决于鱼类品种及其忍耐力，对部分鱼类造成直接伤害，降低了该区域的鱼类密度。虽然成鱼可以向其他水域迁移而游离施工影响区域，但幼鱼特别是当年出生的稚鱼和幼鱼在施工期会受到较大的影响。同时，施工期对鱼类的洄游活动也会产生一定干扰，但影响是暂时性和局部的。

根据工可报告，平陆运河实施需要对全线航线进行大面积疏浚开挖，对鱼类等游泳动物造成直接伤害。室内生态实验表明，悬浮物含量为 300mg/L 水平，而且每天做短时间的搅拌，鱼类仅能存活 3~4 周。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），悬浮物扩散造成的一次性海洋生态损失受损量估算方法如下：

某种污染物浓度增量超过 GB11607 或 GB3097 中 II 类标准值（GB11607 或 GB3097 中未列入的污染物，其标准值按照毒性试验结果类推）对水生生物资源损害，按公式计算：

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij}$$

式中：

$W_i$ ——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为（尾）、（个）、千克 (kg)；

$D_{ij}$ ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾平方千米（尾/km<sup>2</sup>）、个平方千米（个/km<sup>2</sup>）、千克平方千米（kg/km<sup>2</sup>）；

$S_j$ ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km<sup>2</sup>）；

$K_{ij}$ ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，单位为百分之（%）；

n——某一污染物浓度增量分区总数。

游泳动物生物资源密度根据现状调查结果取值，游泳动物损失率参照海洋生态损失核算方法取值，计算可知，航道疏浚施工直接造成鱼类等游泳动物损失量

约为 1299.96t。按 3 年补偿，游泳生物单价 15 元/kg，则航道疏浚的生物资源损害价值约 0.58 亿元。

## 6.6.2 运行期影响

### 6.6.2.1 对水生生境的影响

运河开发建设利用现有河道扩挖疏浚而成，河道输水流量明显增加。水深增加增加了水生生境空间，扩大了喜静水的水生生物栖息范围，但原河道的蜿蜒复杂生境结构被渠化河道替代，受人工控制影响程度增加，原河道内的水流条件改变，河道内水流天然节律将弱化，生境条件趋于单一。

运河建成枢纽运行后，库区水域生境将由河流型向湖泊型转变，钦江干流段新建企石枢纽和青年枢纽，河段被截断，在枢纽下游流速增加，枢纽上游流速减缓，形成静水区。影响较大的非生物生态因子主要包括：水深、流速、透明度、温度、光照、底质、溶解氧和营养盐类等。其中，水文情势变化是造成这些因子变化的主导因素。

此外，运河运行期间船舶航行艘次、频率及吨位增加，相应对水生生境的扰动影响将增加。同时，船舶废水和废油若不能妥善处理，将污染河段水质，对水生生物栖息环境产生不利影响。

### 6.6.2.2 对水生生物的影响

平陆运河运行期对浮游生物的影响主要表现为枢纽形成的库区河流生态变化引起的生物生存环境和种群结构变化，以及运河通航后船舶活动的影响。

#### 1、对浮游植物的影响

##### （1）枢纽运行的影响

浮游植物处在水生生物食物链的第一环节，是水体初级生产力的主要组成部分，其种类组成和数量变化对水体生产力影响较大。

类比红水河桥巩水电站建成蓄水后库区浮游植物变化情况，平陆运河建成后，运河水域浮游植物种类数较建设前有所减少，但浮游植物生境由原有的河流生态将变成河道型缓流水库生态，深度增加、水面扩大、容积增加、透明度增大，水中有机物质及矿物质将增加，加上水流速度减缓，泥沙沉降，导致营养物质的滞



留和积累，这些条件的改变都有利于浮游植物的生长繁殖，密度和生物量有不同程度的增加。根据本评价现场调查结果，参照桥巩库区现存的浮游植物种类及现存量推测，平陆运河建成后，企石枢纽成库后，库区浮游植物预计种类以硅藻、绿藻为主，青年枢纽成库后，库区浮游植物预计种类以硅藻、绿藻为主。浮游植物种类尤其大型浮游植物种类甲藻门数量的增加，将引起浮游植物生物量明显升高。

桥巩水电站建库前后水生生物资源变化数据取自 2005 年广西水产研究所对桥巩水电站建库前库区江段水生生物资源专项调查的资料数据，以及 2009 年对桥巩水电站建库后库区江段水生生物资源专项调查的资料数据，见表 6.6.2-1~6.3.2-3。

表 6.6.2-1 桥巩水电站建库前后浮游植物种类数变化

名称	2005 年		2009 年		比较	
	种类数	比例 (%)	种类数	比例 (%)	种数增减	种数增减百分比 (%)
硅藻门	16	26.23	33	60.00	17	106.25
蓝藻门	11	18.03	4	7.27	-7	-63.64
绿藻门	26	42.62	15	27.27	-11	-42.31
甲藻门	3	4.92	2	3.64	-1	-33.33
裸藻门	3	4.92	0	0.00	-3	-100.00
金藻门	1	1.64	0	0.00	-1	-100.00
红藻门	1	1.64	1	1.82	0	0.00
合计	61	100.00	55	100.00	-6	-9.84

表 6.6.2-2 桥巩水电站建库前后浮游植物密度变化

名称	2005 年		2009 年		比较	
	密度	比例 (%)	密度	比例 (%)	密度增减	种数增减百分比 (%)
硅藻门	100204	83.86	104297	70.91	4093	4.08
蓝藻门	2199	1.84	8469	5.76	6270	285.11
绿藻门	11116	9.30	29417	20.00	18301	164.64
甲藻门	2181	1.83	3566	2.42	1385	63.49
裸藻门	3787	3.17	0	0.00	-3787	-100.00

金藻门	0	0.00	1337	0.91	1337	0.00
红藻门	0	0.00	0	0.00	0	0.00
合计	119487	100.00	147086	100.00	27599	23.10

表 6.6.2-3 桥巩水电站建库前后浮游植物生物量变化

名称	2005 年		2009 年		比较	
	生物量	比例 (%)	生物量	比例 (%)	生物量增减	生物量增减百分比 (%)
硅藻门	0.5161	91.69	0.3265	50.85	-0.1896	-36.74
蓝藻门	0.0019	0.34	0.2142	33.36	0.2123	10980.79
绿藻门	0.0043	0.76	0.0204	3.18	0.0161	378.46
甲藻门	0.0297	5.28	0.0802	12.50	0.0505	169.83
裸藻门	0.0108	1.92	0.0000	0.00	-0.0108	-100.00
金藻门	0.0000	0.00	0.0007	0.11	0.0007	0.00
红藻门	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
合计	0.5629	100.00	0.6420	100.00	0.0791	14.06

## (2) 运河通航的影响

运河工程实施后，正常通航情况下对河段浮游植物基本不产生影响。然而，随着船舶密度增加，发生船舶事故造成溢油则会对影响区的浮游植物造成影响。根据有关实验结论，油类会破坏浮游植物的细胞，从而影响其光合作用，对浮游植物影响的程度与油类的类型、浓度和浮游植物的种类有关，一般浮游植物石油急性中毒致死浓度范围为 0.1-10.0mg/L，对于作为鱼、虾类饵料基础的浮游植物则为 1.0-3.6mg/L，部分浮游植物种类甚至低于 0.1mg/L。

## 2、对浮游动物的影响

### (1) 枢纽运行的影响

类比桥巩水电站建成蓄水后库区浮游动物种类数和现存量变化情况，如表 6.6.2-4~6.6.2-6 所示。根据运河沿线水生生态调查结果推测，运河梯级建成后，库区浮游动物密度、生物量较运河建设前将会得到一定恢复。预计静水敞水种类浮游动物将出现，且与原有的龟甲轮虫、臂尾轮虫等成为常见种；枝角类种类增

加，象鼻溇、短尾秀体溇、盘肠溇等成为常见种或优势种。浮游动物种类尤其大型浮游甲壳类种类的增加，将引起浮游动物生物量升高。

表 6.6.2-4 桥巩水电站建库前后浮游动物种类数变化

项目	2005 年		2009 年		比较	
	种类数	比例 (%)	种类数	比例 (%)	种数增减	种数增减百分比 (%)
原生动物	13	18.84	54	50.94	41	59.42
轮虫	23	33.33	29	27.36	6	8.70
枝角类	19	27.54	8	7.55	-11	-15.94
桡足类	14	20.29	15	14.15	1	1.45
合计	69	100	106	100.00	37	53.62

表 6.6.2-5 桥巩水电站建库前后浮游动物密度变化

项目	2005 年		2009 年		比较	
	密度	比例 (%)	密度	比例 (%)	密度增减	密度增减百分比 (%)
原生动物	64.3	54.86	1980	98.500	1915.7	1634.56
轮虫	46.5	39.68	30	1.492	-16.5	-14.08
枝角类	2.9	2.47	0.06	0.003	-2.84	-2.42
桡足类	3.5	2.99	0.09	0.004	-3.41	-2.91
合计	117.2	100	2010.15	100	1892.95	1615.15

表 6.6.2-6 桥巩水电站建库前后浮游动物生物量变化

项目	2005 年		2009 年		比较	
	生物量	比例 (%)	生物量	比例 (%)	生物量增减	生物量增减百分比 (%)
原生动物	0.0103	6.35	0.1209	73.59	0.1106	68.21
轮虫	0.0372	22.93	0.0405	24.64	0.0033	2.03
枝角类	0.0522	32.18	0.0012	0.73	-0.0510	-31.44
桡足类	0.0625	38.53	0.0017	1.04	-0.0608	-37.48
合计	0.1622	100	0.1643	100.00	0.0021	1.32

## (2) 运河通航的影响

枢纽库区以外的河段因受到水力冲刷及船舶航行扰动等的影响，浮游动物密度较原来会有所减少，但种类组成和结构不会发生变化。此外，由于船舶流量增加，一旦发生船舶溢油事故会对影响区的浮游动物造成影响。根据有关实验结论，一般浮游动物石油急性中毒致死浓度范围为 0.1-15.0mg/L，且对永久性（终生性）浮游动物幼体的影响最大。

### 3、对底栖动物的影响

运河运行后，内河航道浚平均浚深至 5.4m，底宽拓宽至 85m，原河流底栖生物栖息范围将随水位延伸范围扩大而扩大，随着底栖生物栖息空间增大，其资源量也将相应提高。然而随着河道水流趋缓，地形单一，以及船舶航行的扰动等的影响，底栖生物多样性增加趋势缓慢。

河道水质因水量增加将得到改善，耐污种类将会有所减少，软体动物种类和生物量将会增加。随着河道水量的稳定变化，水域生态环境逐步达到新的平衡，各底栖生物的区系组成、群落结构及资源丰度也将逐步向新的群落演变。参照桥巩库区现底栖动物建库前后变化推测，平陆运河建成后，枢纽库区水域原主要种类中国圆田螺、梨型环棱螺、河蚬和日本沼虾密度、生物量较运河建设前将会下降，种类结构前后变化不大。

此外，护岸等水工设施将会在河道内营造出局部繁杂的河床地貌，工程附近区域的部分底栖动物可以附着在上述场所，一定程度上有利于底栖动物的生长与繁育，从而弥补施工期对底栖动物的影响。但是由于底栖动物区域性强，迁移能力弱，对于环境变化通常缺少回避能力，其群落重建需要相对较长的时间。

#### 6.6.2.3 对鱼类的影响

##### 1、环境变化对鱼类的影响

###### (1) 水文情势变化对鱼类的影响

运河工程实施后，原河道局部河床地形和底质发生变化，不仅造成底泥流失，局部河段的流场、水文情势也将发生不同程度的变化。

运河梯级枢纽建设运行后，库区水流变缓，水深增加，河流的水动力学过程发生了变化，库区鱼类种类组成将由“河流相”逐步向“湖泊相”演变。运河建成运

营后，较原河道而言水体容积及水域面积增大，水生生物及鱼类栖息、活动空间增大。库区江段原来适应于底栖急流、砾石、岩盘等底质环境产粘性卵的鱼类，如瓦氏黄颡鱼、斑鳢、大刺鲃等鱼类将逐渐移向库区以外或支流中，在库区的数量减少。而适应于缓流或静水环境生活的鱼类，种群数量将上升，如鲤、鲫、麦穗鱼、棒花鱼、鳊、鲢、青鳉、纹唇鱼、棒花鱼等，有可能会成为库区的优势物种。

河道环境变化的另外一个直接后果就是一些原有的小生境消失。运河建成运营后，卵石包、礁石、浅滩等这些为鱼类提供了主要栖息、索饵和产卵环境消除或减弱，自然河段被淹没变成河道型水库，适宜生境区域减少。原水域栖息的鱼类因不适应新的环境，就必须寻找新的栖息地和产卵场，从而使局部河段鱼类组成甚至区域生态系统结构发生变化。受河道渠化影响，产漂浮性鱼卵的鱼类受影响较大。同时航道整治建筑物也可能会形成一些新栖息地，为部分喜缓流生境的鱼类营造一些新的栖息或繁殖环境。

### （2）水质变化对鱼类的影响

运河建成运营后，航道水动力学特征发生显著变化，相应水体理化性质也会发生一系列变化。河道水流变缓，泥沙沉积，透明度升高，有利于水体浮游植物对光能的利用，营养物质滞留和淹没区营养物质的释放，水体中滞留的营养物质总量增加。因此，库区浮游植物会得到一定恢复，作为水体初级生产力的生产者，浮游植物现存量的升高，会提高水体生物生产力，有利于仔幼鱼和浮游生物食性鱼类的生长，相应地，以浮游生物为食的鱼类产量会明显提高，可能提高库区总渔产量的升高。

### （3）饵料变化对鱼类的影响

运河建成运行后，鱼类的饵料生物基础从原江河急流生境的以底栖动物、着生藻类为主，演变为以浮游动物、植物为主，库区饵料生物资源的群落结构，有利于仔幼鱼的育幼和以浮游生物食性的缓流或静水性鱼类的生长、繁衍。如南方拟鲮、麦穗鱼、棒花鱼、银鲃、鳊、鲫、蛇鲃、纹唇鱼、鲤、鲫等，而食鱼性鱼类鳊、黄颡鱼、长臀鲃、粗唇鲃、瓦氏黄颡鱼、斑鳢、大眼鲈形成种群较为缓慢

而无法对其利用。随后，食鱼性鱼类以丰富的小型鱼类资源饵料基础得到发展，从而达到种群控制的相对平衡。

#### （4）水温变化对鱼类的影响

下泄低水温可能会对坝下浮游动物群落产生不利影响，浮游动物生物量的变动可能会出现不规律的情况。另外，水温变化也会影响某些底栖动物生长繁殖，低温水会推迟这些动物繁殖。而浮游动物和底栖动物作为鱼类重要饵料，其数量变动也会给鱼类种群造成影响，在幼鱼开口期可能不能提供足够食物。根据分析，运河上下层水温分层不明显，低温水下泄的生态影响总体有限。

## 2、枢纽阻隔对鱼类的影响

运河枢纽建成后，将对原有河道形成阻隔影响，特别是企石枢纽和青年梯级枢纽的建设将使钦江的连续性受到影响。研究表明，由于大坝的阻隔，完整的河流环境被分割成不同的片段，鱼类生境的片段化导致形成大小不同的异质种群，而种群间基因不能交流，使各个种群将受到不同程度的影响。种群数量较大的鱼类，群体间将出现遗传分化；种群数量较少的物种将逐步丧失遗传多样性，危及物种长期生存。而对在局部水域完成生活史的鱼类（如青、草、鲢、鳙等半洄游性鱼类），则可能影响不同水域群体之间的遗传交流，使亲鱼群体割裂、成熟亲鱼无法上溯到产卵场繁殖，繁殖与发育条件分离，河段上游产卵规模显著下降，产卵场繁殖后的受精卵、仔幼鱼无法顺利迁移至下游。在枢纽上下游还存在完成鱼类生活史的条件，形成相对独立的种群，但种群间遗传交流受阻，对遗传多样性有一定的影响。对于其它鱼类，它们的分布区一般较宽，多在或长或短的干支流间、上下江段之间活动。工程大坝的阻隔和分割影响会造成流域上下游的鱼类交流被阻断，原有鱼类可通过迁移而寻求到适于生存繁衍和活动的流域。

根据本评价对运河沿线鱼类调查，调查区共发现鱼类 77 种，其中洄游性鱼类主要有鳊（花鳊）和白肌银鱼，半洄游有青鱼，草鱼、鲢和鳙。根据工可报告，青年枢纽设有鱼道，布置在泄水闸右岸连接坝墙后。鱼道的设置可有效增加鳊（花鳊）等长距离洄游鱼类等的洄游通道，促使其完成生活史。此外，钦江入海口还分布有合浦绒螯蟹，其在淡水里生长、在河口附近的浅海中繁殖后

代。每年秋季成熟个体汇聚到通海的河道中，顺流而下至河口区域，并在此交配、产卵、越冬。青年枢纽鱼道的设置也为钦江生活的绒坳蟹完成生活史有重要意义。

花鳗鲡，每年 8~9 月降河入海产卵。在河湖内性腺不发育，于成年时冬季降河洄游到江河口附近性腺才开始发育，而后入深海进行繁殖。生殖后亲鱼死亡，卵在海流中孵化，初孵出仔鱼为白色薄软的叶状体，叶状体被海流带到陆地沿岸后发生变态，变成短的圆线条状的幼鳗，亦称线鳗，进入淡水湖库内索食生长。花鳗鲡的幼鳗每年 3~4 月开始进入河口溯河觅食生长，在河溪中营穴居生活。鳗鲡，每年 8~9 月降河入海产卵。为降河入海产卵的洄游性鱼类。成鱼栖息于江河湖泊及水库底层，白天潜伏在洞穴或石缝中，夜间出来活动，以小鱼、小虾、水生昆虫、甲壳动物等为食，也食动物尸体。鳗鲡在淡水中不能繁殖，性成熟年龄不明，性腺在降河期间发育成熟。卵在海水中发育成透明的柳叶状仔鱼，经过变态成为线状幼鱼，于春季进入江河，后在淡水中生长、肥育，到达一定年龄后又降河产卵。建议运河建成后的运行期，分别在 3-4 月、8-9 月对建设的鱼道进行观测，对鱼道区域采取饵料诱导措施，促进鱼道发挥过鱼作用，适时评估鱼道使用效果并根据评估结果进行优化调整。

平陆运河马道枢纽上下有分属于郁江流域和钦江流域，两大水系鱼类存在差异，为防止水系连通后的不同生境鱼类生态位竞争，马道枢纽、企石枢纽暂不考虑建设过鱼设施，以加强生态风险的防控。

除此之外，对于青鱼、草鱼、鲢、鳙等产漂流性卵的鱼类而言，需要一定的流速以维持受精卵顺水漂流孵化，流速太低孵化的鱼卵沉入水底，成活率会很低，漂流性卵的顺利孵化，需要有一定的流程。对流水生境依赖程度高，需要在流水生境完成整个生活史的鱼类，由于梯级枢纽建设，水流趋于平缓，其种群数量将受到影响。对于适应缓流、静水生境的鱼类，梯级枢纽的建设将为其提供了适宜的条件，其种群数量将会逐步增长。

### 3、水系连通的影响

平陆运河工程实施将形成新的连通水域，不可避免对原有水域生态系统完整性、连通性、多样性造成一定的影响。部分已建成的水系连通项目实践表明，水系连通后流域水量增加，水体更换频率增加，既可以优化水资源配置格局、提高

水安全保障能力，又可以改善水生态环境质量，保护水生生态环境。同时，地表各水域水体不同的水化学环境、生态环境，对连通水系的水循环及生物循环、沉积循环具有不同的驱动和制约作用，破坏原有水生生态平衡，损害水生态系统。

郁江和钦江流域两个不同水体生物物种存在一定的差异性，资料显示，郁江流域鱼类共记述鱼类 73 种，钦江流域共记述鱼类 27 种，两个流域共有鱼类 15 种，主要包括：白肌银鱼 *Lencosoma chinensis* (Osbeck)、马口鱼 *Opsariichthys bidens* Günther、鱮 *Ochetobius elongatus* (Kner)、细鳊 *Rasborinus lineatus* (Pellegrin)、海南华鳊 *Sinibrama melrosei* (Nichols et Pope)、Hemiculter *leucisculus* (Basilewsky)、鳊 *Parabramis pekinensis* (Basilewsky)、三角鲂 *Megalobrama terminalis* (Richardson)、鳙 *Aristichthys nobilis* (Richardson)、鲢 *Hypophthalmichthys molitrix* (Cuvier et Valenciennes)，共有鱼类占到钦江流域鱼类的 55.6%（郁江与钦江鱼类资源名录见附录 7）。随着水系连通，两个水系鱼类也会发生交换，其中共有鱼类会随着时间推移慢慢适应新的生存环境。但是水域的特定物种，特别是郁江流域的鱼类物种，随着郁江水流进入钦江水系，局部生境可能会发生改变，对鱼类生存带来一定的生态风险。但由于钦江和郁江同属西江流域，两江距离较近，水系连通产生的生态风险总体是较为有限的。目前，郁江钦江调水工程已经实施，两个小流域已经连通并开始生物交流。在旧州江已发现鳊、七丝鲚等洄游性鱼类，推测是郁江调水工程实施后，鱼类通过调水通道在 2 个流域间活动。平陆运河的运行将会加速流域间物种交流。

平陆运河青年枢纽下游至茅尾海段将形成部分咸淡水交汇区域，造成钦江下游部分水域盐度增加，茅尾海近海低盐度区面积将进一步扩大。而盐度是与水生生物生活密切相关的环境因素之一，因此咸淡水交汇将会对流域内原有水生生物的生存、繁殖及其生长造成一定影响，从而影响水域原生生态环境。而近海低盐度环境也可为大量近海水生生物提供适宜产卵的低盐度环境，生物多样性也会随之增加。此外，钦江入海径流增加，也将给钦州湾带来大量营养盐物质，丰富海域鱼类和其他海域动物饵料，有利于种群的发展，但营养盐过多增加将影响钦州湾近海的海水成分，造成海水水质污染。

#### 4、航运量增加对鱼类的影响



航道运营后，通航船只数量增加、密度增大，将会有噪声污染，对水生生物，尤其是鱼类产生潜在的危害，导致鱼卵存活率下降，甚至影响鱼类繁殖发育，使其生长速度降低。此外，船只运行产生的噪音和波浪造成鱼类的主动回避，干扰鱼类正常生活习性，主航道鱼类将离开栖息地。

运河通航等级为 3000t 级，运河建成后航运能力提升，货物吞吐量增加，运河货运重点发展散货船舶，运送货物以煤炭、金属矿石、粮食、矿建材料为主，货物装卸不当落入航道中，将会对航道水质有影响；船上人员产生的生活垃圾和废水、船舶舱底油污水随意排放以及船舶发生事故性污染等也会对水质以及鱼苗孵化和鱼苗发育产生不利影响。

#### 6.6.2.4 对重点保护物种的影响

根据本评价现场调查结果，国家重点保护物种 1 种，斑鳢，有国家重点保护经济鱼类 20 种。运河建成后，喜流水或急流环境的鱼类，如翘嘴鲌、倒刺鲃、大眼鳊等，其生存的生境将有所减少，栖息空间受到挤压，导致其资源下降。原江段水文情势变幅较大，河流水深增加，斑鳢、斑鳊、倒刺鲃等鱼类的典型栖息繁殖场所被压缩。

工程河段长距离洄游鱼类现在鲜有发现，历史资料记载和现场调查发现的长距离洄游鱼类有鳊鲌和白肌银鱼，其中白肌银鱼主要从珠江口上溯。目前，除了偶尔在江河中见到一些残存的鳊鲌大个体，较难发现有小个体的补充群体。运河工程在青年枢纽建设鱼道设施后，将打通鳊鲌在钦江与海域之间的洄游路径。

#### 6.6.2.5 对鱼类“三场”的影响

根据平陆运河内河水域生态调查结果，评价范围域无索饵场、越冬场分布，仅郁江流域的西津水库现有鱼类产卵场 3 处，分别为尖角坪产卵场、南乡江面产卵场和米埠坑口产卵场，产卵场与平陆运河位置关系如图 6.6.2-1 所示。

可以看出，鱼类产卵场位于郁江流域，且与运河线路最近距离均超过 5km，因此平陆运河沙坪河段施工和运营不会对以上 3 处鱼类产卵场造成影响。

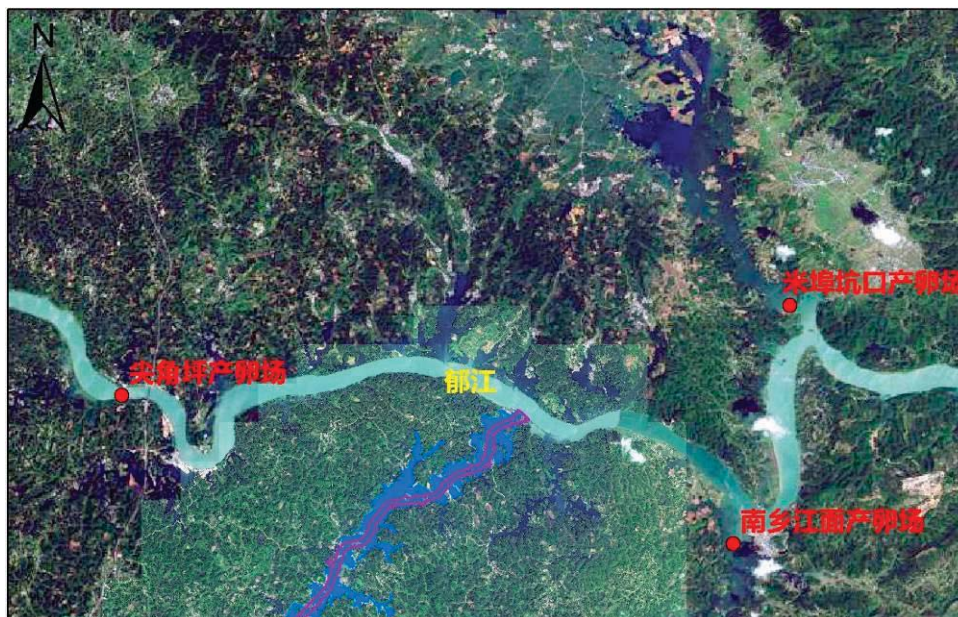


图 6.6.2-1 郁江鱼类“三场”与平陆运河空间关系示意图

根据生态调查结果，钦江干流及出海口水域有三处较为突出的索饵条件，主要包括下沙港村、下南山村和山木坝村。三处索饵环境均表现为饵料生物丰富，环境条件稳定，水深深度相对较大，流速相对较慢，浮游生物成为主要的饵料资源，河床底部的底栖动物以软体动物和寡毛类等为主，两岸或河滩的湿生植物较为丰富，适应静水或缓流生活的中上层鱼类和底层鱼类索饵。运河工程实施过程中的疏浚炸礁工程可能造成索饵环境饵料生物性减少，河床底部底栖生物损失。运河建成后，由于梯级枢纽的修建形成的库区河流生态变化，引起生物生存环境和种群结构变化，从而影响鱼类生存环境。

### 6.6.3 调水的影响

平陆运河的建设将郁江流域与钦江流域相连通，增加了沙坪河、旧州江和钦江干流水量特别是枯水期净流量，改善了河流水质、河道生态环境及区域水资源优化配置。然而，工程实施后将会对调水区郁江流域下游地区生态环境需水产生较大影响，从而影响区间河段水生生态系统的稳定。

根据相关资料分析，郁江流域目前开发利用程度不高，现状水资源可利用量仍有一定的富裕度，流域水资源仍有一定的开发利用潜力，平陆运河调水不会对调水区域产生较大影响，但会对下游西津生态用水、发电用水产生影响。

平陆运河近期调水  $24\text{m}^3/\text{s}$ ，拟通过百色水库优化调度实现；远期调水  $40\text{m}^3/\text{s}$ ，

拟通过南盘江调水实现。百色水库优化调度后平陆运河缺水月份数为7个月，按水文年统计1956~2016年月系列总长度为720个月，得供水保证率为98.9%，可以满足航运用水保证率要求。同时贵港断面生态环境共出现破坏月份70次，月历时保证率为90.2%，满足生态用水保证率90%的要求，且保证率较百色水库调整前（为89.5%）有所提高。因此，平陆运河取水不会对西津库区及下游水量产生较大影响，对西津水库水产养殖及区域的淡水养殖用水影响较小。对受水区钦州市而言，水产养殖是以海水养殖为主，工程取水不会影响水产养殖业。

## 6.7 环境空气影响评价

### 6.7.1 区域气象特征分析

本评价采用运河沿线临近气象站分析评价项目区域气象特征，包括钦州、横州、灵山3个气象站。钦州气象站地理坐标为东经108.595度，北纬21.9797度，海拔高度49.2米，气象站始建于1952年，1952年正式进行气象观测；横州气象站地理坐标为东经109.2531度，北纬22.7977度，海拔高度88.7米，气象站始建于1957年，1957年正式进行气象观测；灵山县气象站地理坐标为东经109.302度，北纬22.4169度，海拔高度66.6米，气象站始建于1956年，1956年正式进行气象观测。以上三个气象站均拥有长期的气象观测资料，以下资料根据2001-2020年气象数据统计分析。

#### (1) 气象站风观测数据统计

##### 1) 月平均风速

钦州、横州、灵山3个气象站月平均风速如表6.7.1-1，钦州气象站12月平均风速最大（2.4米/秒），08月风最小（1.9米/秒）；横州气象站12月平均风速最大（2.2米/秒），08月风最小（1.7米/秒）；灵山气象站04月平均风速最大（2.4米/秒），08月风最小（1.8米/秒）。由此可见，平陆运河区域平均风速最大的月份集中于12月和4月，数值在2.2~2.4米/秒之间；平均风速最小的月份集中于8月，数值在1.7~1.9米/秒之间。

表 6.7.1-1 钦州、横州、灵山3个气象站月平均风速统计（单位 m/s）

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
钦州	2.4	2.3	2.2	2.3	2.4	2.1	2.1	1.9	2.1	2.2	2.2	2.4
横州	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	1.9	2.0	1.7	1.9	1.9	2.0	2.2

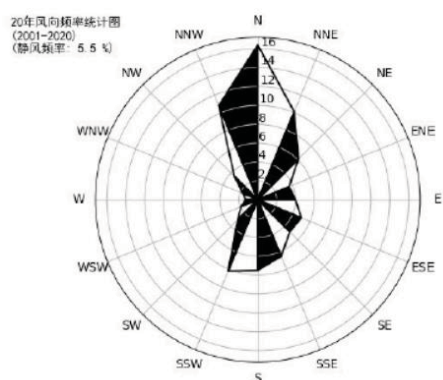
灵山	2.3	2.3	2.2	2.4	2.2	2.1	2.1	1.8	1.8	1.9	2.0	2.3
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

## 2) 风向特征

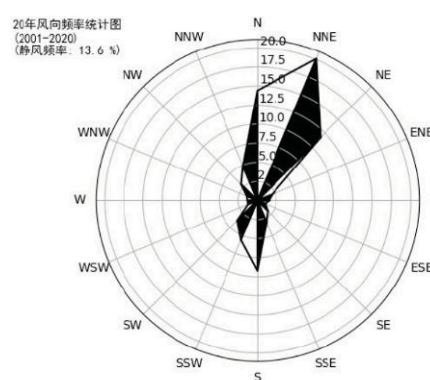
近 20 年资料分析的风向玫瑰图如图 6.7.1-1 所示，钦州气象站主要风向为 N 和 NNW、NNE、SSW，占 45.5%，其中以 N 为主风向，占到全年 16.4%左右；横州气象站主要风向为 NNE 和 N、C、NE，占 59.8%，其中以 NNE 为主风向，占到全年 20.1%左右；灵山气象站主要风向为 N 和 NNE、NE、S，占 44.9%，其中以 N 为主风向，占到全年 13.9%左右。由此可见，平陆运河区域以 N、NNE 为主风向。

表 6.7.1-2 钦州、横州、灵山 3 个气象站年风向频率统计（单位%）

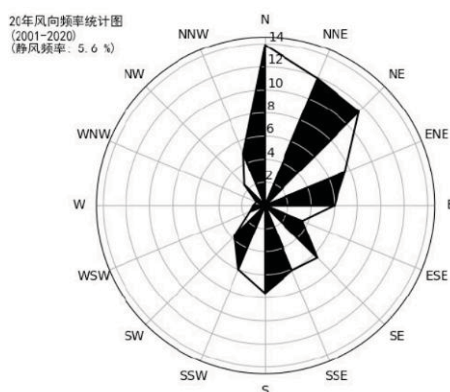
风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
钦州	16.4	10.1	6.1	3.6	4.0	5.0	4.8	6.5	7.5	8.2	3.0	1.9	1.3	1.7	3.5	10.8	5.5
横州	14.4	20.1	11.7	2.1	1.5	1.1	1.9	3.1	9.2	5.6	3.7	1.3	1.3	1.5	3.0	4.9	13.6
灵山	13.9	11.9	11.5	7.5	6.0	3.5	6.4	6.1	7.6	6.0	3.7	1.4	1.0	0.8	2.5	4.9	5.6



钦州



横州



灵山

图 6.7.1-1 钦州、横州、灵山风向玫瑰图

### 3) 风速年际变化特征与周期分析

根据近 20 年资料分析，钦州气象站风速呈现上升趋势，每年上升 0.05%，2020 年年平均风速最大（3.1 米/秒），2014 年年平均风速最小（1.8 米/秒），无明显周期；横州气象站风速呈现上升趋势，每年上升 0.02%，2020 年年平均风速最大（2.5 米/秒），2004 年年平均风速最小（1.6 米/秒），无明显周期；灵山气象站风速呈现下降趋势，每年下降 0.01%，2003 年年平均风速最大（2.5 米/秒），2017 年年平均风速最小（1.9 米/秒），无明显周期。

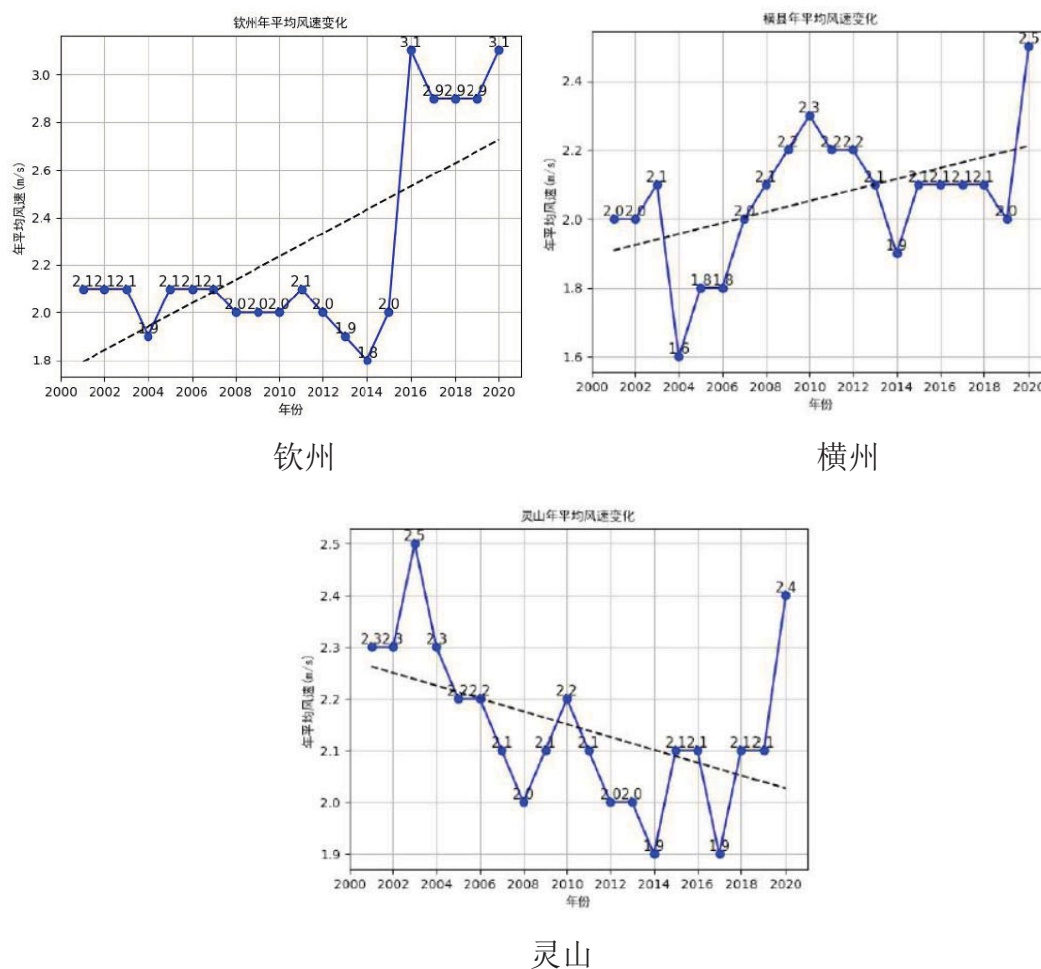


图 6.7.1-2 钦州、横州、灵山（2001-2020）年平均风速

（单位：m/s，虚线为趋势线）

### （2）气象站温度分析

#### 1) 月平均气温与极端气温

钦州气象站 07 月气温最高（28.8℃），01 月气温最低（14.0℃），近 20 年极端最高气温出现在 2005-07-19(37.9℃)，近 20 年极端最低气温出现在 2016-01-24（1.6℃）；横州气象站 07 月气温最高（28.3℃），01 月气温最低（12.2℃），近

20 年极端最高气温出现在 2004-07-01 (38.1℃)，近 20 年极端最低气温出现在 2003-01-07(0.8℃)；灵山气象站 07 月气温最高(28.3℃)，01 月气温最低(12.7℃)，近 20 年极端最高气温出现在 2005-07-19 (38.4℃)，近 20 年极端最低气温出现在 2018-02-06 (0.8℃)。

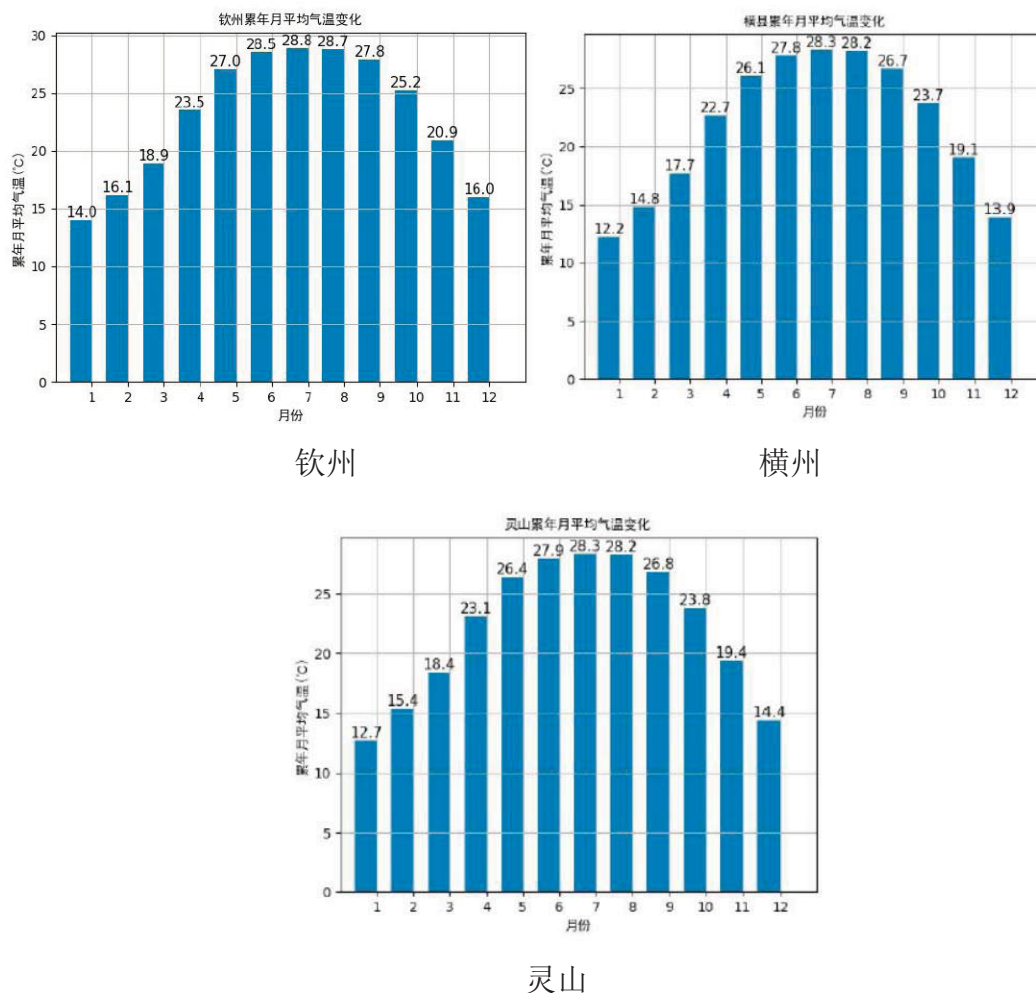


图 6.7.1-3 钦州、横州、灵山月平均气温（单位：℃）

## 2) 温度年际变化趋势与周期分析

钦州气象站近 20 年气温无明显变化趋势，2015 年年平均气温最高(23.8℃)，2011 年年平均气温最低 (22.2℃)，周期为 4 年；横州气象站近 20 年气温无明显变化趋势，2015 年年平均气温最高(22.4℃)，2011 年年平均气温最低(20.8℃)，周期为 4 年；灵山气象站近 20 年气温无明显变化趋势，2020 年年平均气温最高(22.9℃)，2011 年年平均气温最低 (21.0℃)，周期为 4 年。

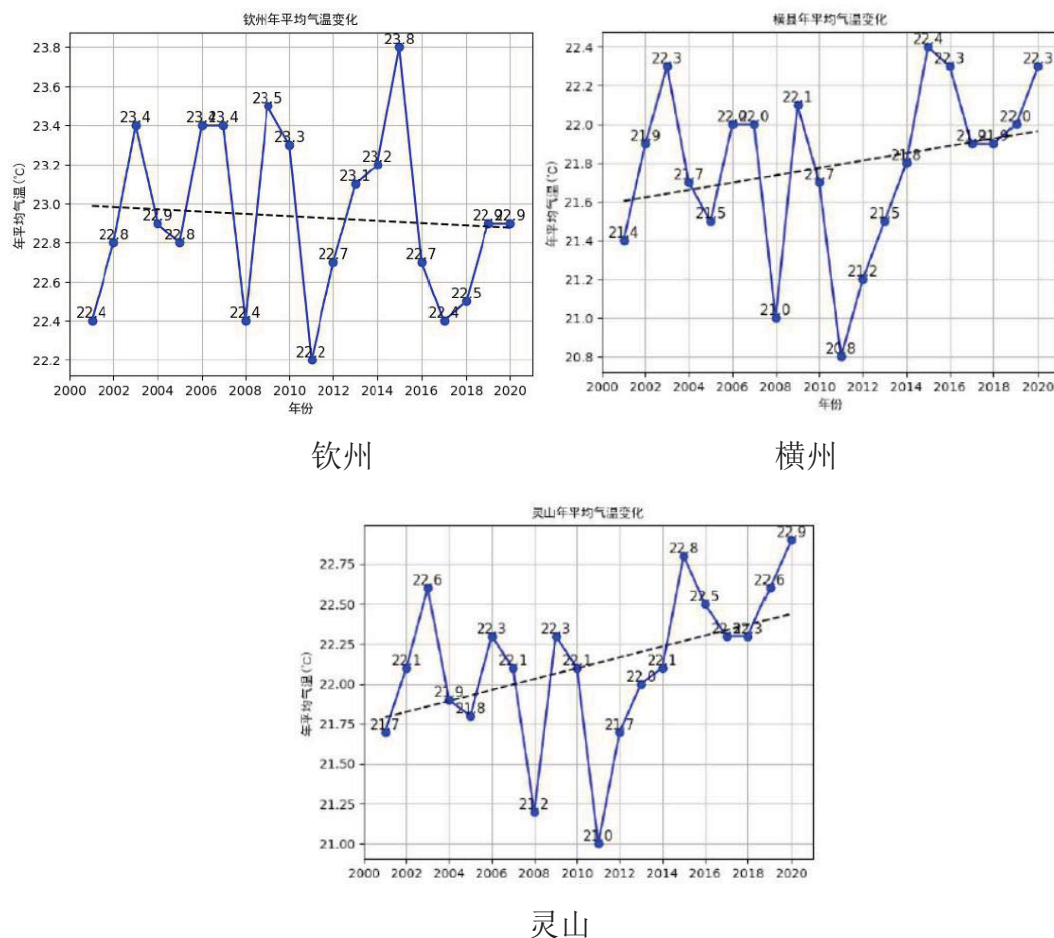


图 6.7.1-4 钦州、横州、灵山（2001-2020）年平均气温

（单位：°C，虚线为趋势线）

### （3）气象站降水分析

#### 1) 月平均降水与极端降水

钦州气象站 07 月降水量最大（509.0 毫米），02 月降水量最小（38.3 毫米），近 20 年极端最大日降水出现在 2014-06-11（380.5 毫米）；横州气象站 07 月降水量最大（286.4 毫米），02 月降水量最小（40.4 毫米），近 20 年极端最大日降水出现在 2013-11-11（310.6 毫米）；灵山气象站 07 月降水量最大（389.5 毫米），02 月降水量最小（41.6 毫米），近 20 年极端最大日降水出现在 2003-06-27（247.7 毫米）。

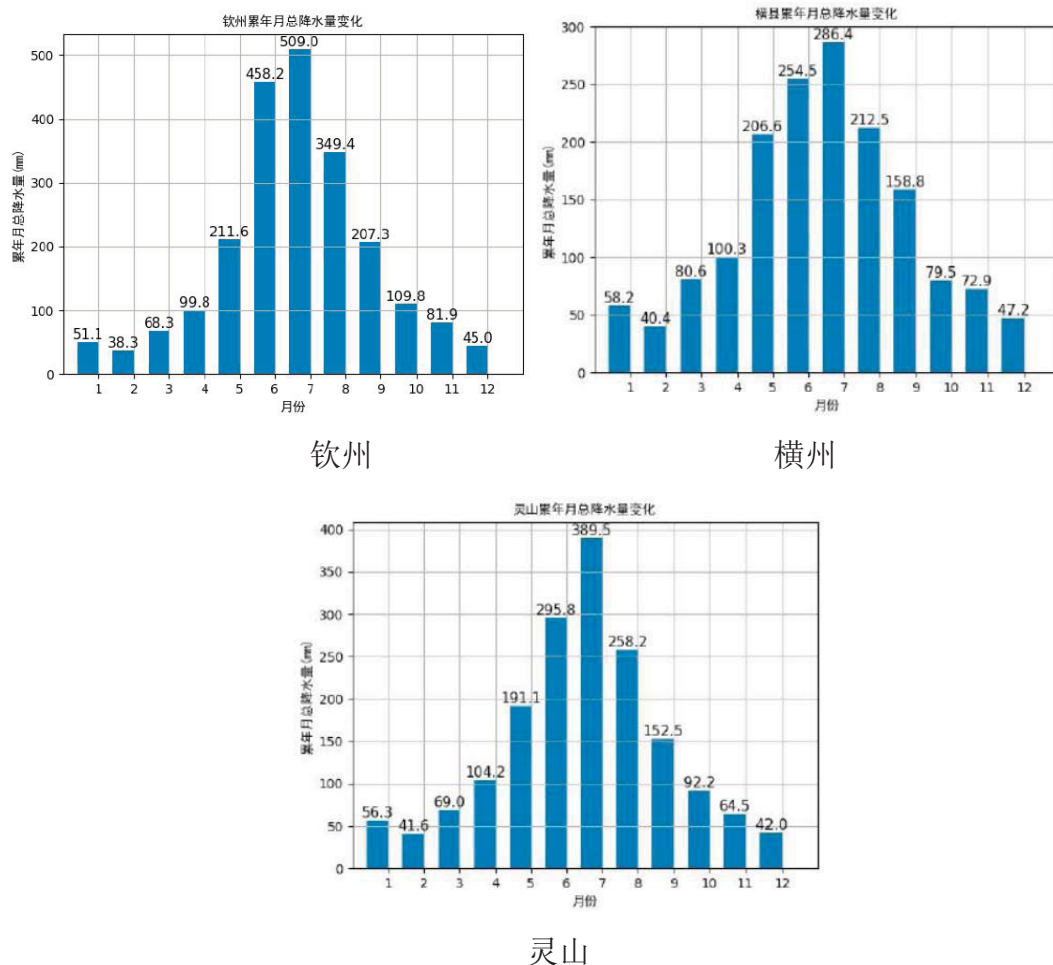


图 6.7.1-5 钦州、横州、灵山月平均降水量（单位：毫米）

2) 降水年际变化趋势与周期分析

钦州气象站近 20 年年降水总量无明显变化趋势，2001 年年总降水量最大（2917.1 毫米），2010 年年总降水量最小（1634.8 毫米），周期为 10 年；横州气象站近 20 年年降水总量无明显变化趋势，2001 年年总降水量最大（2056.7 毫米），2009 年年总降水量最小（1181.2 毫米），周期为 2-3 年；灵山气象站近 20 年年降水总量无明显变化趋势，2001 年年总降水量最大（2463.0 毫米），2005 年年总降水量最小（1101.1 毫米），周期为 6-7 年。



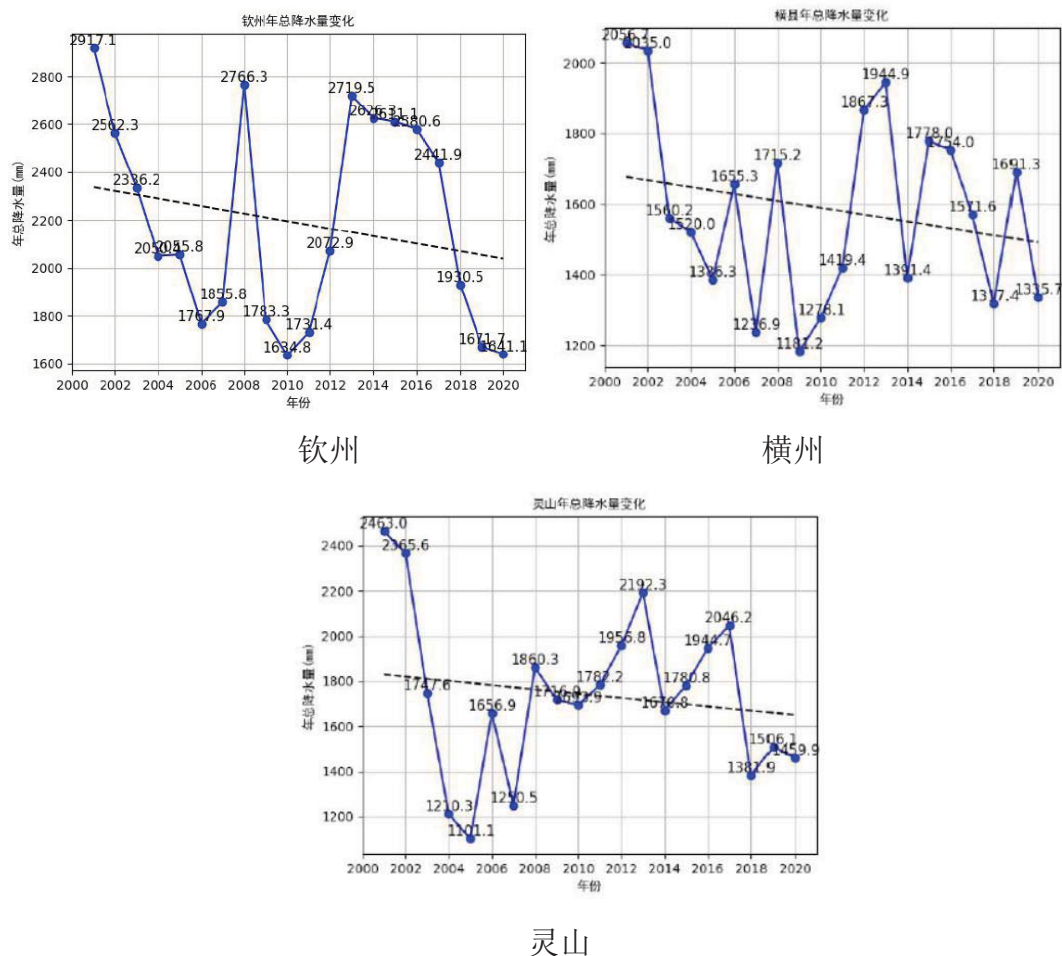


图 6.7.1-6 钦州、横州、灵山（2001-2020）年总降水量

（单位：毫米，虚线为趋势线）

#### （4）气象站日照分析

##### 1) 月日照时数

钦州气象站 08 月日照最长（195.5 小时），03 月日照最短（63.2 小时）；横州气象站 08 月日照最长（180.6 小时），03 月日照最短（47.6 小时）；灵山气象站 07 月日照最长（198.7 小时），03 月日照最短（58.3 小时）。

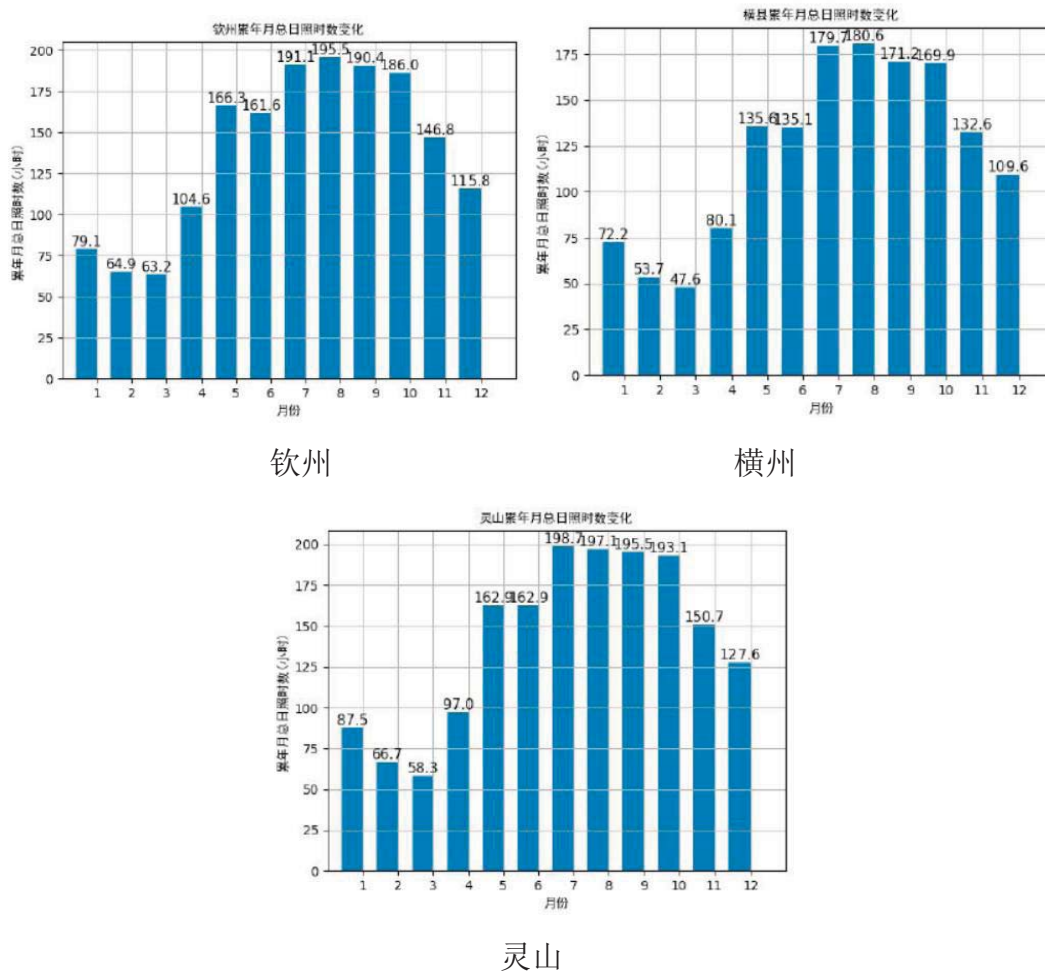


图 6.7.1-7 钦州、横州、灵山月日照时数（单位：小时）

2) 日照时数年际变化趋势与周期分析

钦州气象站近 20 年年日照时数无明显变化趋势，2003 年年日照时数最长（2076.4 小时），2020 年年日照时数最短（1414.6 小时），周期为 10 年；横州气象站近 20 年年日照时数无明显变化趋势，2016 年年日照时数最长（1737.9 小时），2002 年年日照时数最短（1257.0 小时），无明显周期；灵山气象站近 20 年年日照时数无明显变化趋势，2003 年年日照时数最长（2243.5 小时），2020 年年日照时数最短（1397.6 小时），无明显周期。

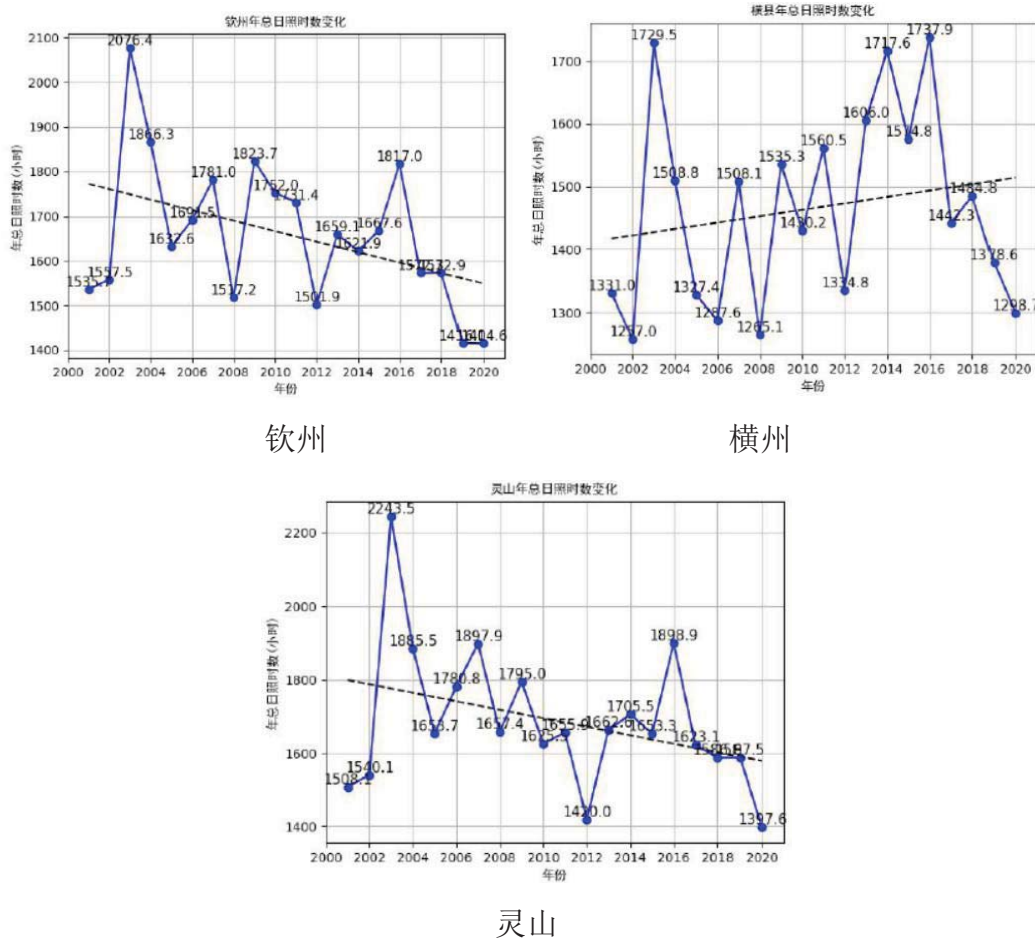


图 6.7.1-8 钦州、横州、灵山（2001-2020）年日照时长

（单位：小时，虚线为趋势线）

### （5）气象站相对湿度分析

#### 1) 月相对湿度分析

钦州气象站 06 月平均相对湿度最大（84.2%），12 月平均相对湿度最小（68.4%）；横州气象站 06 月平均相对湿度最大（83.4%），12 月平均相对湿度最小（71.9%）；灵山气象站 06 月平均相对湿度最大（83.7%），12 月平均相对湿度最小（73.8%）。

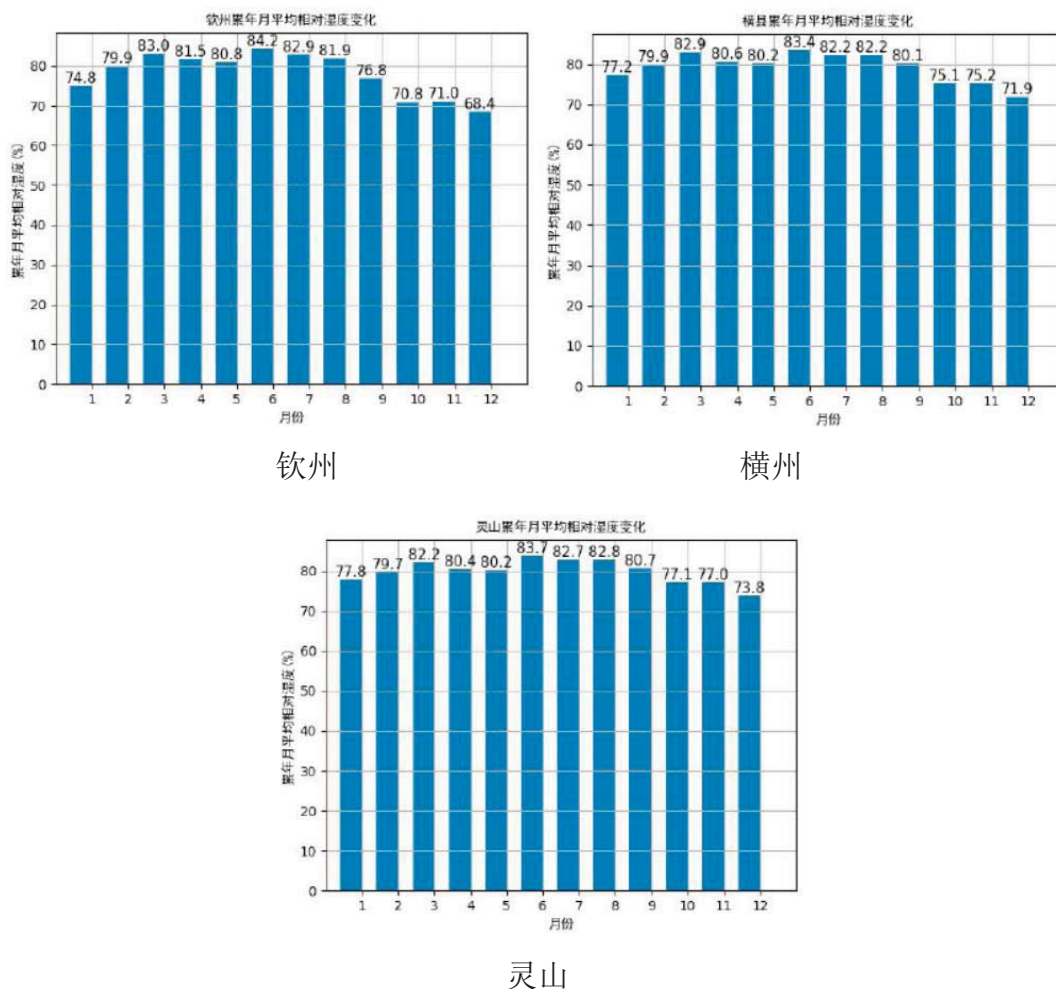


图 6.7.1-9 钦州、横州、灵山月平均相对湿度（纵轴为百分比）

2) 相对湿度年际变化趋势与周期分析

钦州气象站近 20 年年平均相对湿度呈现上升趋势，每年上升 0.27%，2019 年年平均相对湿度最大（83.5%），2007 年年平均相对湿度最小（74.0%），无明显周期；横州气象站近 20 年年平均相对湿度无明显变化趋势，2001 年年平均相对湿度最大（82.0%），2011 年年平均相对湿度最小（76.0%），周期为 2-3 年；灵山气象站近 20 年年平均相对湿度无明显变化趋势，2017 年年平均相对湿度最大（84.1%），2013 年年平均相对湿度最小（75.0%），周期为 10 年。

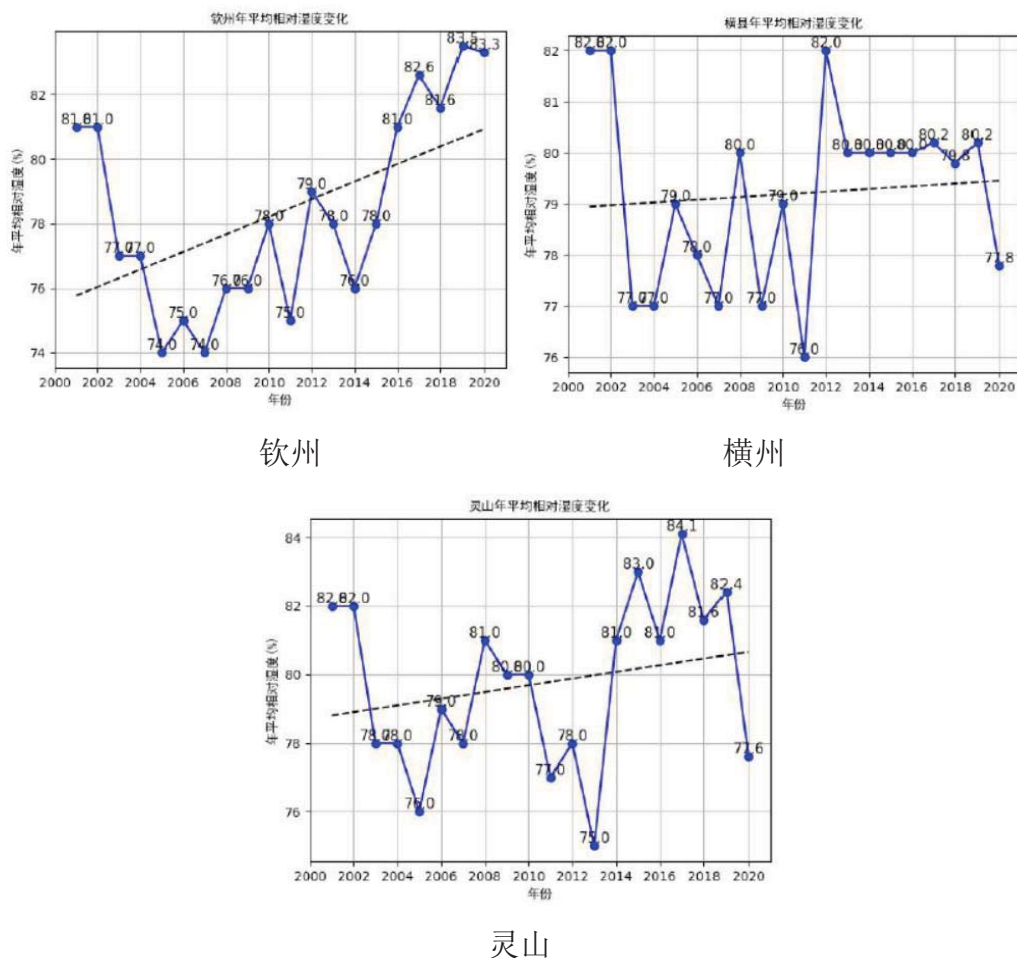


图 6.7.1-10 钦州、横州、灵山（2001-2020）年平均相对湿度  
（纵轴为百分比，虚线为趋势线）

## 6.7.2 施工期

### 6.7.2.1 施工期环境空气影响预测

本项目施工期的大气污染主要来自于三个方面：一是工程建设过程中的施工作业和道路交通排放的扬尘；二是施工机械排放的少量燃油废气；三是施工区生活产生的食堂油烟废气。施工期间造成的大气环境污染仅是短暂的、局部的，施工结束将会消失。

#### （1）施工作业扬尘影响预测

施工作业扬尘的主要污染因子是总悬浮颗粒物（TSP），主要污染环节是：①运河枢纽、航道等施工工程；②混凝土搅拌系统作业过程；③水泥、粉煤灰、钢筋钢材、木材等建筑材料的装卸、拆包、堆存过程。其中，堆料场扬尘、搅拌扬尘是影响区域空气质量的重要原因。

### ① 起尘条件分析

影响施工扬尘排放的主要因素包括风速、起尘材料含水率、机尘负荷和机动车活动等，其中表面积尘含水率和风速是影响扬尘排放的最重要因素，其影响程度远高于其他因素。

考虑到施工作业扬尘受区域风速、风向、湿度等气象条件影响，对平陆运河所在区域的气象条件进行分析。平陆运河区域平均风速最大的月份集中于 12 月和 4 月，数值在 2.2~2.4 米/秒之间；平均风速最小的月份集中于 8 月，数值在 1.7~1.9 米/秒之间，主导风向以 N、NNE 为主。钦州气象站 06 月平均相对湿度最大（84.2%），12 月平均相对湿度最小（68.4%）；横州气象站 06 月平均相对湿度最大（83.4%），12 月平均相对湿度最小（71.9%）；灵山气象站 06 月平均相对湿度最大（83.7%），12 月平均相对湿度最小（73.8%）。

综上所述，平陆运河经过区域处于亚热带地区，雨量较为充沛，且风速低、相对湿度较大。因此工程所在区域起尘条件较差，不易产生扬尘。

### ② 环境影响分析

根据相关研究对建筑施工场扬尘来源分析，水泥、粉煤灰、土壤是施工过程中较易于起尘的物质。土方施工是建筑工程施工中扬尘排放最为显著的阶段。目前运河工程施工期扬尘源强监测相关数据较少，采取工程类比和文献调研方式对施工期源强扬尘予以预测，其中工程类比主要参照《引江济淮工程环境影响报告书》，文献调研主要参考《建筑工地大气降尘与总悬浮颗粒物相关性研究》（田刚，2007）<sup>[1]</sup>、《土方施工阶段扬尘扩散特征数值模拟》（赵平，2021）<sup>[2]</sup>和《施工扬尘的形成、扩散规律及控制研究》（谢卓霖，2018）<sup>[3]</sup>。

基于引江济淮工程和文献 1 的相关结果，施工土石料开采和运河开挖过程中场界 10m 范围内扬尘浓度不大于 938.67  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，土石方和河道回填过程扬尘浓度不大于 611.89  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，一般施工过程中场界最大扬尘浓度不大于 78.15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。施工降尘随距离衰减规律具体见下图，建筑施工场界外扬尘在距场界 15m 处开始迅速下降，在距离场界 100m 处，扬尘总量仅为场界处的 11%左右。

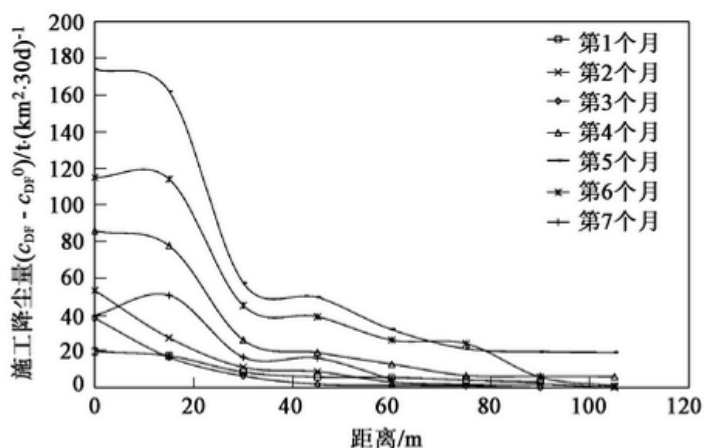


图 6.7.2-1 施工降尘随距离衰减规律（文献 1）

基于文献 2 的研究结果,不同工况下颗粒物质量浓度最大值情况见图 6.7.2-2,由图可知,风速越大,颗粒物最大质量浓度越高,而基坑越深,其质量浓度越低。基坑深度 2m 呼吸带高度处的颗粒物质量浓度见图 6.7.2-3,风速越高,颗粒物质量浓度越大,越有利于扬尘以较高的质量浓度持续向外扩散。在风速为 12 m/s 时颗粒物最高质量浓度达到  $607 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,比风速为 3 m/s 时颗粒物最高质量浓度高 17%。在围挡后方扬尘质量浓度显著降低,但受重力影响,之前因气流矢量方向发生改变而扬起的颗粒物逐渐下沉。基于文献 3 的研究结果,在 3 种基坑深度下,观测点的扬尘颗粒质量浓度均随着风速的增加而增加,但随着基坑深度的增加,风速对质量浓度的影响在逐渐减小。

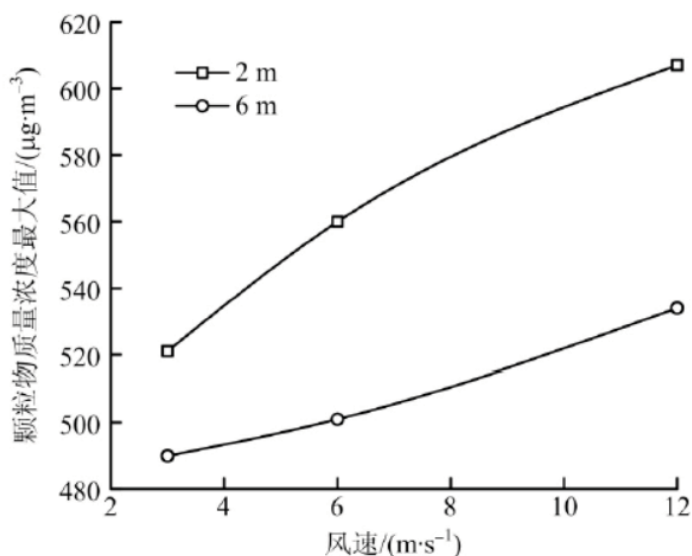


图 6.7.2-2 不同工况下颗粒物质量浓度最大值

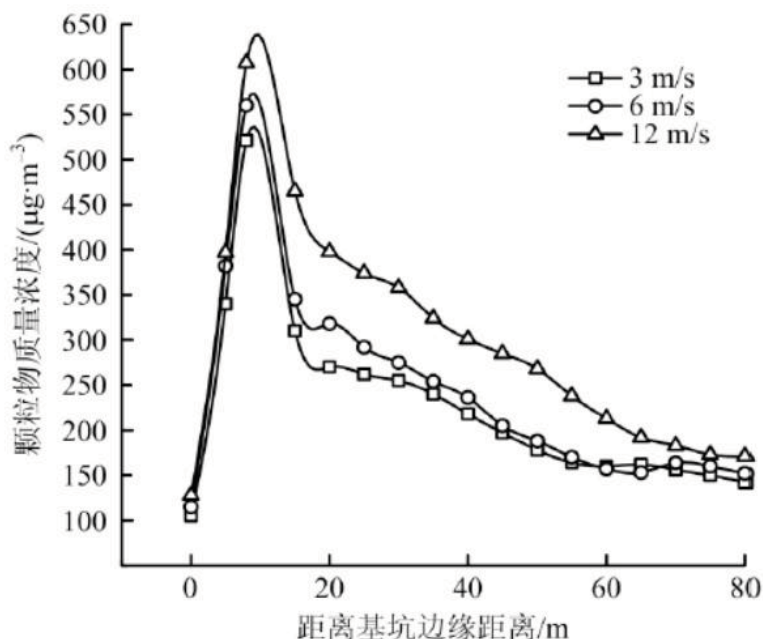


图 6.7.2-3 基坑深度 2m 呼吸带高度处的颗粒物质量浓度

基于以上工程类比及文献调研结果，本评价取各类结果源强最高值对施工期扬尘进行预测，具体见表 6.7.2-1。由表可知，施工土石料开采和运河开挖过程、土石方和河道回填过程、一般施工场界 50 米处浓度分别为 208.59、135.98、17.37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；100 米处浓度分别为 103.25、67.31、8.60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，均达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）颗粒物无组织排放浓度限值 1  $\text{mg}/\text{m}^3$  的要求。基于上述经验类比，结合本工程所在南宁及钦州区域风速、降水量、空气湿度均不利于起尘的特点，预测各施工场场界 50m、100m 处 TSP 排放浓度低于预测值。

综上所述，施工扬尘浓度总体不高，考虑洒水抑尘措施后，工程在施工期间的扬尘影响可控制在 50m 范围内，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）颗粒物无组织排放浓度限值 1  $\text{mg}/\text{m}^3$  的要求。

表 6.7.2-1 平陆运河各施工场界 50m 及 100m 处扬尘源排放浓度

扬尘环节	扬尘源强浓度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	50m 处浓度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	100m 处浓度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
土石料开采	938.67	208.59	103.25
回填	611.89	135.98	67.31
开挖	938.67	208.59	103.25
施工区	78.15	17.37	8.60

## (2) 交通扬尘影响预测

本次工程施工期主要临时道路类型包括河道两侧运输道路、至堆料场运输道路、堆料场内部道路等。由于堆料场内部道路位于工程占地范围，范围内居民等



在施工前均已迁出，因此工程施工期道路交通扬尘影响源主要是河道两侧运输道路、至堆料场运输道路。

参照引江济淮工程，通常建设项目施工过程中道路交通扬尘排放浓度约为  $3.5 \text{ mg/m}^3$ ，影响范围为道路两侧 5~10m。由于本项目涉及工程主要位于亚热带地区，气候湿润，起尘条件较差，在采用洒水降尘及覆盖等措施后，道路交通扬尘浓度可控制在  $1 \text{ mg/m}^3$  以下。

综上所述，在采用洒水降尘及运输物料覆盖措施后，扬尘浓度较低，本工程施工临时道路扬尘影响可控制在道路两侧 5~10m 范围内且此范围内村庄均已拆迁，因此对大气环境影响较小。

### （3）施工机械废气影响预测

施工机械燃油废气主要包括施工车辆、船舶及其它施工机械运输过程中产生的废气，其中车辆主要为自卸汽车、混凝土搅拌车等。车辆主要集中于施工道路沿线，其他机械主要布置于各施工场地。通常施工船舶、运输车辆及其它施工机械耗用 1 吨柴油将产生 80~90kg 燃油废气。

由于本次平陆运河总体呈线性，工区布置分散，施工作业具有流动性和间歇性的特点，因此各施工区由于施工车辆、船舶及其它施工机械造成的大气污染物排放强度十分有限。考虑工程所在沿线地形开阔、扩散条件好，因此施工机械废气排放对周围环境影响很小。为减小施工机械对环境的影响，需加强对施工机械的维修和保养，合理调度车辆的进出，避免车辆怠速行驶。

### （4）生产生活区油烟废气影响预测

施工生活区的食堂油烟应经高效油烟净化设施抽排至室外排放，满足《饮食业油烟排放标准》（GB 18483-2001）中的最高允许排放浓度限值要求  $2.0 \text{ mg/m}^3$  和油烟去除效率要求（大型餐饮单位 85%、中型餐饮单位 75%、小型餐饮单位 60%），具体见表 6.7.2-2。食堂油烟每天的排在相对固定时段且排放量不大，在空气中较为容易扩散，对周围环境敏感目标不会造成明显影响。

表 6.7.2-2 饮食业单位的油烟最高允许排放浓度和油烟净化设施最低去除效率

规模	小型	中型	大型
最高允许排放浓度/ ( $\text{mg/m}^3$ )	2.0		
净化设施最低去除效率/%	60	75	85

### 6.7.2.2 敏感目标环境空气影响预测

平陆运河沿线占地涉及相关敏感目标均计划拆迁。运河枢纽、施工区、堆料场周围敏感目标可能受运河工程施工影响较大，主要与敏感目标的位置和方向有关。本评价结合 6.7.1 区域气象特征，工程施工地位于亚热带地区，雨量较为充沛，相对湿度较大，钦州、横州、灵山常年主导风速和风向有差异。

基于钦州、横州、灵山近 20 年风玫瑰图，根据敏感目标和扬尘源强的相对位置进行区分，假设位于主导风向下风向敏感目标定义为“易受影响”、位于主导风向上风向为“不易受影响”、其他定义为“影响程度一般”。将敏感目标与扬尘排放源距离按 6.7.2.1 章节中衰减规律，(0, 30]、(30, 60]、(60, 100 以上]影响程度分别定义为“易受影响”、“影响程度一般”、“不易受影响”。根据上述原则，对于各敏感目标受综合影响的程度进行综合定性分析，判定逻辑为：易+不易=一般、一般+一般=一般、一般+不易=不易、不易+不易=不易、一般+易=易。

各敏感目标受影响判定结果如表 6.7.2-3~6.7.2-5 所示。运河枢纽、主要施工区、疏浚工程两侧共计 92 个敏感目标中的 2 个敏感目标判定为易受扬尘影响，13 个敏感目标受影响程度为一般，77 个敏感目标不易受扬尘影响。2 个易受扬尘影响的敏感目标分别为下南山村委会、新跃农场。13 个影响程度为一般的敏感目标，运河枢纽、主要施工区、疏浚工程两侧分别为 2、8、3 个。总体而言，如果运河施工期采取适当的措施，对大气的环境影响不大。

表 6.7.2-3 平陆运河工程运河枢纽周边大气环境敏感目标影响

运河枢纽	敏感目标	相对方位	距离 (m)	受风向影响	受距离影响	综合判定
马道枢纽	替璞村委会	西南	1770	易	不易	一般
企石枢纽	石子岭村委会	西南	962	易	不易	一般
	教坪村委会	东北	149	不易	不易	不易
青年枢纽	城北社区	西北	1848	一般	不易	不易

表 6.7.2-4 平陆运河工程主要施工区周边大气环境敏感目标影响

航段	施工区域	敏感目标	相对方位	距离 (m)	受风向影响	受距离影响	综合判定
沙坪河段	2#堆料场	团富村委会	西南	2389	一般	不易	不易
	3#堆料场	团富村委会	西南	1254	一般	不易	不易
	6#堆料场	团富村委会	西北	2199	一般	不易	不易
	7#堆料场	五合村委会	东北	1844	一般	不易	不易

	8#堆料场	五合村委会	东北	1682	一般	不易	不易
	9#堆料场	北联村委会	西	246	一般	不易	不易
	13#堆料场	北联村委会	西北	1072	一般	不易	不易
分水岭段	21#堆料场	沙坪社区居委会	东	1779	一般	不易	不易
	22#堆料场	沙坪社区居委会	东	1522	一般	不易	不易
	23#堆料场	沙坪社区居委会	东	2424	一般	不易	不易
	24#堆料场	沙坪村委会	东南	1870	一般	不易	不易
	25#堆料场	沙坪村委会	西南	671	易	不易	一般
	34#堆料场	那琅村委会	西南	1301	易	不易	一般
	35#堆料场	那琅村委会	西南	1630	易	不易	一般
	51#堆料场	替璞村委会	西南	1770	易	不易	一般
	57#堆料场	青松村委会	西	535	一般	不易	不易
	60#堆料场	古城社区居委会	南	1361	一般	不易	不易
	61#堆料场	古城社区居委会	南	801	一般	不易	不易
	66#堆料场	新跃农场	东南	482	一般	不易	不易
	67#堆料场	新跃农场	西南	411	易	不易	一般
	68#堆料场	新跃农场	西南	565	易	不易	一般
	69#堆料场	新跃农场	西南	876	易	不易	一般
	74#堆料场	新跃农场	北	30	一般	易	易
	75#堆料场	新跃农场	北	209	一般	不易	不易
	78#堆料场	陆屋茶场	东	781	一般	不易	不易
	79#堆料场	石子岭村委会	西南	962	易	不易	不易
	80#堆料场	教坪村委会	东北	149	不易	不易	不易
	80#堆料场	陆屋茶场	西	453	一般	不易	不易
	80#堆料场	陆屋茶场	西	540	一般	不易	不易
	81#堆料场	富久村委会	东南	391	一般	不易	不易
	81#堆料场	陆屋茶场	东	453	一般	不易	不易
	82#堆料场	陆屋社区居委会	东南	475	一般	不易	不易
	82#堆料场	石子岭村委会	东南	1021	一般	不易	不易
	7#生产生活区	沙坪村委会	西南	1176	易	不易	一般
	10#生产生活区	新跃农场	东北	869	不易	不易	不易
11#生产生活区	陆屋社区居委会	北	297	一般	不易	不易	
12#生产生活区	陆屋村委会	东	736	一般	不易	不易	
钦江干流段	84#堆料场	陆屋社区居委会	东	488	一般	不易	不易
	86#堆料场	陆屋社区居委会	东北	620	不易	不易	不易

	89#堆料场	新光农场十三队	西	790	一般	不易	不易
	90#堆料场	新光农场十三队	西	1192	一般	不易	不易
	91#堆料场	新光农场十三队	西北	1510	一般	不易	不易
	92#堆料场	新光农场十三队	西北	495	一般	不易	不易
	93#堆料场	新光农场十三队	北	689	不易	不易	不易
	98#堆料场	新光农场十三队	西北	1039	一般	不易	不易
	99#堆料场	新光农场十三队	北	1414	不易	不易	不易
	103#堆料场	连塘村委会	东南	1768	一般	不易	不易
	133#堆料场	黎屋村委会	西	2609	一般	不易	不易
	134#堆料场	黎屋村委会	西	1898	一般	不易	不易
	135#堆料场	黎屋村委会	西	1899	一般	不易	不易
	136#堆料场	黎屋村委会	东南	987	一般	不易	不易
	144#堆料场	高桥村委会	西北	1416	一般	不易	不易
	145#堆料场	高桥村委会	西北	862	一般	不易	不易
	146#堆料场	高桥村委会	北	411	不易	不易	不易
	12#生产生活区	新光农场十三队	西北	2142	一般	不易	不易
	16#生产生活区	黎屋村委会	西南	2479	一般	不易	不易
	18#生产生活区	高桥村委会	西南	2432	一般	不易	不易
钦江段	148#堆料场	文峰街道办事处	北	1099	不易	不易	不易
	149#堆料场	尖山村委会	西北	889	一般	不易	不易
	150#堆料场	大石古村委会	东南	944	一般	不易	不易
	149#堆料场	犁头咀村委会	东北	1863	一般	不易	不易
	19#生产生活区	文峰街道办事处	西北	1428	一般	不易	不易
	20#生产生活区	下南山村委会	西南	314	一般	不易	不易
	21#生产生活区	犁头咀村委会	西南	562	一般	不易	不易
	22#生产生活区	钦江农场	西南	2396	一般	不易	不易

表 6.7.2-5 平陆运河工程疏浚工程两侧大气环境敏感目标影响

航段	敏感目标	相对方位	距离 (m)	受风向影响	受距离影响	综合判定
沙坪河段	陈塘村委会	东南	20-3152	一般	不易	不易
	五合村委会	东南	20-2936	一般	不易	不易

	团富村委会	西北	20-4314	一般	不易	不易
	沙坪社区居委会	东	20-152	一般	一般	一般
分水岭段	沙坪村委会	西	20-357	一般	不易	不易
	沙坪镇水果场	西	20-479	一般	不易	不易
	青松村委会	西	20-1030	一般	不易	不易
	旧州村委会	东北	20-112	不易	一般	不易
	新跃农场	东	20-1080	一般	不易	不易
	石子岭村委会	西	20-1593	一般	不易	不易
	钦江干流段	广平村委会	西	20-1355	一般	不易
黎屋村委会		东南	20-793	一般	不易	不易
高桥村委会		西北	20-675	一般	不易	不易
水东街道办事处		东	20-139	一般	一般	一般
钦江段	山塘社区	东南	20-655	一般	不易	不易
	永福社区	西	20-1064	一般	不易	不易
	鸿亭街道办事处	西	20-476	一般	不易	不易
	小江社区	东	20-170	一般	一般	一般
	大石古村委会	东南	20-534	一般	不易	不易
	下南山村委会	西	20-28	一般	易	易
	犁头咀村委会	西南	20-775	一般	不易	不易
	沙坡村委会	东南	20-962	一般	不易	不易

#### 6.7.2.2 小结

本项目施工期的大气污染主要来自于三个方面：一是工程建设过程中的施工作业和道路交通排放的扬尘；二是施工机械排放的少量燃油废气；三是施工区生活产生的食堂油烟废气。施工期间造成的大气环境污染仅是短暂的、局部的，施工结束将会消失。施工土石料开采和运河开挖过程中场界 10m 范围内扬尘浓度不大于  $938.67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，土石方和河道回填过程扬尘浓度不大于  $611.89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，一般施工过程中场界最大扬尘浓度不大于  $78.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。施工过程中道路交通扬尘排放浓度约为  $3.5 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。施工船舶、运输车辆及其它施工机械耗用 1 吨柴油将产生 80~90kg 燃油废气。考虑洒水抑尘措施后，工程在施工期间的扬尘影响可控制在 50m 范围内，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）颗粒物无组织排放浓度限值  $1 \text{ mg}/\text{m}^3$  的要求。

运河枢纽、主要施工区、疏浚工程两侧共计 92 个敏感目标中的 2 个敏感目标判定为易受扬尘影响，13 个敏感目标受影响程度为一般，77 个敏感目标不易受扬尘影响。2 个易受扬尘影响的敏感目标分别为下南山村委会、新跃农场。13 个影响程度为一般的敏感目标，运河枢纽、主要施工区、疏浚工程两侧分别为 2、8、3 个。总体而言，如果运河施工期采取适当的措施，对大气的环境影响总体可控。

### 6.7.3 运行期

平陆运河工程运行期的大气污染源主要是航道内通航船舶燃料燃烧排放的废气，主要污染物包括  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、HC。平陆运河工程建成后，船舶大气污染物排放量较多的是  $\text{NO}_2$ ，2035 年和 2050 年分别排放 194.68 和 324.47 吨。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）分级判据，确定本次评价大气环境影响评价工作等级为二级。为更直观的判断平陆运河工程建成后的大气环境影响，本评价以 2050 年（高运输需求）为代表年份，选取评价范围人口密度较大的钦州市区作为重点区域，对平陆运河建成后的大气环境影响进行预测。平陆运河运行船舶扩散范围主要集中于航道范围内，对运河两侧的环境空气保护目标产生的大气环境影响较小。

#### 6.7.3.1 项目污染源强

目前船舶大气污染物排放量的估算方法主要有两种，一是基于船舶燃料消耗统计的“自上而下”算法；二是基于船舶活动情况的“自下而上”算法。前者较适用于大尺度和长时间范围的排放清单研究，而后者可得到时间空间分辨率较高的船舶排放清单。根据评价范围、区域特征和基础数据获取情况等特征，本次评价应用自下而上的动力法估算平陆运河工程运行期的船舶大气污染物排放数量。

##### （1）船舶排放量估算方法

###### ① 单船排放量计算

$$E = W \times EF \times FCF \times CF \times 10^{-6} \quad \text{公式 1}$$

式中，

E 为污染物排放量，吨/年；

W 为船舶发动机所做的功千瓦时，计算方法见公式 2；

EF 为排放因子，克/千瓦时，计算方法见公式 3；

FCF 为燃料修正因子，按照全国燃油质量调查结果取值；

CF——排放控制因子（使用减排措施后的变化）。

$$W = MCR \times LF \times Act \quad \text{公式 2}$$

式中，

MCR 为发动机额定功率，千瓦；

LF 为负载因子；

Act 为工作时间，小时。

$$EF = EF_0 \times LLA \quad \text{公式 3}$$

式中，

EF<sub>0</sub> 为基础排放因子，克/千瓦时；

LLA 为低负载调整系数。

本研究根据其污染物排放特征，将船舶航行过程划分为航行、待闸、过闸三个过程，分别计算船舶大气污染物排放量。

### ② 排放总量计算

$$Ea = \sum_{j,k} (E \times n) \quad \text{公式 4}$$

式中，Ea 为研究范围内船舶的污染物排放总量，吨/年；n 为研究范围内某船舶类型某吨级的船舶艘次，艘次；j 为船舶类型；k 为船舶总吨级别。

### ③ 关键计算参数

本次选取的内河航道货船大气污染物排放因子结合项目组研究成果及文献《内河航道船舶尾气快速排放清单研究—以长江江苏段为例》的研究成果，船舶主机低负载校正因子见表 6.7.3-2。

表 6.7.3-1 货船大气污染物排放因子 (g/kwh)

船舶排放源	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	HC
主机	0.14	13.20	0.17	0.15	0.53
辅机	0.14	13.90	0.16	0.15	0.42

表 6.7.3-2 船舶主机低负载校正因子

主机负载	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	HC
0.02	1.00	4.63	7.29	21.18	9.68
0.03	1.00	2.92	4.33	11.68	6.46
0.04	1.00	2.21	3.09	7.71	4.86
0.05	1.00	1.83	2.44	5.61	3.89
0.06	1.00	1.60	2.04	4.35	3.25
0.07	1.00	1.45	1.79	3.52	2.79
0.08	1.00	1.35	1.61	2.95	2.45
0.09	1.00	1.27	1.48	2.52	2.18
0.10	1.00	1.22	1.38	2.18	1.96
0.11	1.00	1.17	1.30	1.96	1.79
0.12	1.00	1.14	1.24	1.76	1.64
0.13	1.00	1.11	1.19	1.60	1.52
0.14	1.00	1.08	1.15	1.47	1.41
0.15	1.00	1.06	1.11	1.36	1.32
0.16	1.00	1.05	1.08	1.26	1.24

主机负载	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	HC
0.17	1.00	1.03	1.06	1.18	1.17
0.18	1.00	1.02	1.04	1.11	1.11
0.19	1.00	1.01	1.02	1.05	1.05
0.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

## (2) 船舶排放量计算结果

平陆运河工程建成后，2035年和2050年的货运量分别约10800、18000万吨，其中2050年运量为高方案需求，包括平陆运河建成后的诱增运量需求5000万吨。根据运河工程可行性研究报告，散货船、集装箱将成为平陆运河的主力输型，平陆运河通航船型为1000吨级~5000吨级。5000吨级集装箱船速不低于13km/h，3000吨级航道尺度考虑满足西江航运干线3000吨级设计船型的船速不低于12km/h。

本项目计算2035年和2050年平陆运河船舶大气排放结果如表6.7.3-3所示，由表可知，平陆运河工程建成后，船舶大气污染物排放量较多的是NO<sub>2</sub>，2035年和2050年分别排放194.68和324.47吨。

表 6.7.3-3 平陆运河工程建成后不同年份船舶大气排放结果（单位：吨/年）

年份	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	HC
2035	20.13	194.68	23.75	21.57	68.54
2050	33.55	324.47	39.58	35.95	114.24

### 6.7.3.2 大气评价等级

依据《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ2.2-2018)中5.3节工作等级的确定方法，结合项目源强核算结果，选择正常排放的主要污染物及排放参数，采用附录A推荐模型中的AERSCREEN模式计算项目污染源的最大环境影响，然后按评价工作分级判据进行分级。

依据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018)中最大地面浓度占标率P<sub>i</sub>定义如下：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{0i}} \times 100\%$$

P<sub>i</sub>——第i个污染物的最大地面空气质量浓度占标率，%；

C<sub>i</sub>——采用估算模型计算出的第i个污染物的最大1h地面空气质量浓度，μg/m<sup>3</sup>；

C<sub>0i</sub>——第i个污染物的环境空气质量浓度标准，μg/m<sup>3</sup>。

估算模型参数表见表6.7.3-4，等级判定见表6.7.3-5。



表 6.7.3-4 估算模型参数

参数		取值
最高环境温度/℃		35.8
最低环境温度/℃		-10.8
土地利用类型		水
区域湿度条件		湿润
是否考虑地形	考虑地形	是
是否考虑岸线烟熏	考虑岸线烟熏	否

表 6.7.3-5 评价等级判别表

评价工作等级	评价工作分级判据
一级评价	$P_{max} \geq 10\%$
二级评价	$1\% \leq P_{max} < 10\%$
三级评价	$P_{max} < 1\%$

本次评价目标 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 的 P<sub>max</sub> 最大值分别为 0.30%、7.41%、0.40%、0.73%。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）分级判据，确定本次评价大气环境影响评价工作等级为二级。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），二级评价大气环境影响评价范围边长取 5km。

### 6.7.3.3 预测方案

为更直观的判断平陆运河工程建成后的大气环境影响，本评价以 2050 年（高运输需求）为代表年份，选取评价范围人口密度较大的钦州市区作为重点区域，对平陆运河建成后的大气环境影响进行预测。根据污染物的源强排放情况，预测因子为 NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>。预测情景组合见表 6.7.3-6，评价标准见表 6.7.3-7。

表 6.7.3-6 大气环境影响预测情景组合一览表

序号	污染源类别	预测因子	计算点	预测内容
1	项目污染源（正常排放）	常规污染物：SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub>	环境保护目标和网格点	日平均浓度贡献 年平均浓度贡献

表 6.7.3-7 大气环境影响预测评价标准一览表

序号	污染源名称	平均时间	标准值（μg/m <sup>3</sup> ）	标准来源
1	SO <sub>2</sub>	年平均	60	《环境空气质量标准》 （GB3095-2012）
		24 小时平均	150	
2	NO <sub>2</sub>	年平均	40	
		24 小时平均	80	
3	PM <sub>10</sub>	年平均	70	
		24 小时平均	150	
4	PM <sub>2.5</sub>	年平均	35	
		24 小时平均	75	

## (2) 背景浓度

本项目评价采用钦州市、灵山县、横州市 2020 年环境空气质量例行监测浓度作为大气预测中叠加分析的背景值，钦州市 SO<sub>2</sub> 背景浓度取 11μg/m<sup>3</sup>，NO<sub>2</sub> 背景浓度取 19μg/m<sup>3</sup>，PM<sub>10</sub> 背景浓度取 45μg/m<sup>3</sup>，PM<sub>2.5</sub> 背景浓度取 25μg/m<sup>3</sup>；灵山县 SO<sub>2</sub> 背景浓度取 14μg/m<sup>3</sup>，NO<sub>2</sub> 背景浓度取 12μg/m<sup>3</sup>，PM<sub>10</sub> 背景浓度取 45μg/m<sup>3</sup>，PM<sub>2.5</sub> 背景浓度取 26μg/m<sup>3</sup>；横州市 SO<sub>2</sub> 背景浓度取 10μg/m<sup>3</sup>，NO<sub>2</sub> 背景浓度取 15μg/m<sup>3</sup>，PM<sub>10</sub> 背景浓度取 40μg/m<sup>3</sup>，PM<sub>2.5</sub> 背景浓度取 21μg/m<sup>3</sup>。

## (3) 模型介绍

本项目环评使用 ADMS 大气扩散模型作为大气污染物扩散的基础模型。此软件为已通过国家相关主管部门认证，为 HJ2.2-2018 大气环境影响评价导则的推荐模式，可以满足本次大气环境评价需要。

ADMS 以三维高斯分布公式为主计算污染物浓度，但在非稳定条件下的垂直扩散使用了倾斜式的高斯模型。烟羽扩散使用一个拉格朗日烟羽抬升模块，预测抬升轨迹和热气态物质排放对污染物浓度的稀释。化学模块中使用了远处传输的轨迹模型和箱式模型，模拟颗粒物干沉降时使用了阻尼公式，计算沉降速度时考虑污染物在大气表面层，穿过层流底层到达地面所受阻力的综合影响。ADMS-Urban 公式如下计算某位置的长期地面浓度：

$$X_{\lambda}(r, \theta) = \frac{2Q}{\sqrt{2\pi r} \Delta \theta'_{ijk}} \sum \left\{ \frac{Q_{ikl} f_{ijkl}}{U_i(H_{ikl}) \delta_{z;ikl}} \times S(\theta) V_{ikl} \exp[-xr \sqrt{U_i(H_{ikl})}] \right\}$$

$$V_{ikl} = \exp\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{H_{ikl}}{\delta_{z;ikl}}\right)^2\right] + \sum_{n=1}^m \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2} \times \left(\frac{2nH_{m,jkl} - H_{ikl}}{\delta_{z;ikl}}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2} \times \left(\frac{2nH_{m,jkl} - H_{ikl}}{\delta_{z;ikl}}\right)^2\right] \right\}$$

ADMS 将最新的大气边界层和大气扩散理论应用到空气污染物扩散模式中，应用了现有的基于 Monin-Obukhov 长度和边界层高度描述边界层结构的参数的最新大气物理知识，边界层结构利用常规气象要素来定义，因而能更好地描述大气扩散过程，使得污染物浓度的预测结果更准确。

## (4) 参数选择

### ① 气象数据参数

本次评价地面气象资料采用钦州气象站 2020 全年逐日逐时的风向、风速、总云量、低云量等地面气象资料。

### ② 地形数据参数

地形数据采用由美国太空总署（NASA）和国防部国家测绘局（NIMA）联合测量的 SRTM3 V4.1 数字地形高程（DEM），分辨率精度为 90m 的数据。

### ③地表参数数据

地表粗糙度等地理数据参数，根据预测区域实际情况选取 ADMS 模型中的推荐值。

#### 6.7.3.4 预测结果分析

本评价选取人口密度最大的钦州市区为研究对象，预测 2050 年高运输需求情景下，平陆运河运行期的大气环境影响。

##### （1）大气防护距离

采用  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  浓度计算平陆运河的大气环境保护距离。由于污染物  $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  在《环境空气质量标准》GB3095-2012 中没有小时浓度限值，故参考《环境影响评价技术导则大气环境》HJ2.2-2018，取日平均浓度限值的 3 倍值作为标准限值， $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  分别为  $450\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $225\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。平陆运河  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  的大气环境保护距离如表 6.7.3-8 所示。

表 6.7.3-8 平陆运河  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  的大气环境保护距离

污染物	最大落地浓度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	大气环境保护距离(m)
$\text{SO}_2$	15.49	0 米，厂界浓度 $<500\mu\text{g}/\text{m}^3$
$\text{NO}_2$	33.71	0 米，厂界浓度 $<200\mu\text{g}/\text{m}^3$
$\text{PM}_{10}$	46.79	0 米，厂界浓度 $<450\mu\text{g}/\text{m}^3$
$\text{PM}_{2.5}$	27.63	0 米，厂界浓度 $<225\mu\text{g}/\text{m}^3$

平陆运河工程建成后，叠加区域背景浓度，2050 年  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  最大落地浓度分别是 15.49、33.71、46.79、27.63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，分别满足 500、200、450、225 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  的标准限值要求，因此，大气防护距离为 0 米，不需要设置大气防护距离。

##### （2）项目污染源 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$ 预测结果分析

将 2050 年工程建成后，平陆运河大气污染源强输入模型模拟运行期对钦州市区大气环境质量的影响。大气污染物  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  预测结果分别见表 6.7.3-9~6.4.3-12 和图 6.7.3-1~6.7.3-8。

由表和浓度分布图可以看出，平陆运河建成后，2050 年  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  日均浓度最大落地浓度分别为  $0.40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $3.92\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $0.48\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $0.43\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占标率分别为 0.26%、4.91%、0.32%、0.58%； $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、

PM<sub>2.5</sub> 年均浓度最大落地浓度分别为 0.16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、0.19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、0.18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占标率分别为 0.27%、3.95%、0.28%、0.50%。

叠加背景浓度后，平陆运河建成后，钦州市区 2050 年 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 日均浓度最大落地浓度分别为 11.40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、22.92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、45.48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、25.43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占标率分别为 7.60%、28.66%、30.32%、33.91%；SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 年均浓度最大落地浓度分别为 11.16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、20.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、45.19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、25.18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占标率分别为 18.60%、51.45%、64.56%、71.93%。灵山县 2050 年 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 日均浓度最大落地浓度分别为 14.40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、15.92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、45.48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、26.43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占标率分别为 9.60%、19.91%、30.32%、35.25%；SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 年均浓度最大落地浓度分别为 14.16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、13.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、45.19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、26.18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占标率分别为 23.60%、33.95%、64.56%、74.79%。横州市 2050 年 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 日均浓度最大落地浓度分别为 10.40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、18.92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、40.48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、21.43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占标率分别为 6.93%、23.66%、26.99%、28.58%；SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 年均浓度最大落地浓度分别为 10.16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、16.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、40.19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、21.18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占标率分别为 16.93%、41.45%、57.42%、60.50%。

综上所述，平陆运河工程建成后，2050 年钦州市区、灵山县、横州市的 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 日均浓度和年均浓度最大落地浓度均能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准的要求。船舶排放的 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 浓度分布基本以运河中心区为源头向四周扩散，扩散方向主要为常年主导风向的下风向，浓度呈现由运河中心向外逐渐降低的规律。由扩散范围看，扩散范围主要集中于航道范围内，对运河两侧的环境空气保护目标产生的大气环境影响较小。

表 6.7.3-9 平陆运河工程建成后对大气环境影响预测结果

污染物	日均最大落地浓度		年均最大落地浓度	
	预测值 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	占标率 (%)	预测值 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	占标率 (%)
SO <sub>2</sub>	0.40	0.26	0.16	0.27
NO <sub>2</sub>	3.92	4.91	1.58	3.95
PM <sub>10</sub>	0.48	0.32	0.19	0.28

PM <sub>2.5</sub>	0.43	0.58	0.18	0.50
-------------------	------	------	------	------

表 6.7.3-10 叠加背景浓度平陆运河工程建成后对钦州市大气环境影响预测结果

污染物	日均最大落地浓度		年均最大落地浓度	
	预测值 (μg/m <sup>3</sup> )	占标率 (%)	预测值 (μg/m <sup>3</sup> )	占标率 (%)
SO <sub>2</sub>	11.40	7.60	11.16	18.60
NO <sub>2</sub>	22.92	28.66	20.58	51.45
PM <sub>10</sub>	45.48	30.32	45.19	64.56
PM <sub>2.5</sub>	25.43	33.91	25.18	71.93

表 6.7.3-11 叠加背景浓度平陆运河工程建成后对灵山县大气环境影响预测结果

污染物	日均最大落地浓度		年均最大落地浓度	
	预测值 (μg/m <sup>3</sup> )	占标率 (%)	预测值 (μg/m <sup>3</sup> )	占标率 (%)
SO <sub>2</sub>	14.40	9.60	14.16	23.60
NO <sub>2</sub>	15.92	19.91	13.58	33.95
PM <sub>10</sub>	45.48	30.32	45.19	64.56
PM <sub>2.5</sub>	26.43	35.25	26.18	74.79

表 6.7.3-12 叠加背景浓度平陆运河工程建成后对横州市大气环境影响预测结果

污染物	日均最大落地浓度		年均最大落地浓度	
	预测值 (μg/m <sup>3</sup> )	占标率 (%)	预测值 (μg/m <sup>3</sup> )	占标率 (%)
SO <sub>2</sub>	10.40	6.93	10.16	16.93
NO <sub>2</sub>	18.92	23.66	16.58	41.45
PM <sub>10</sub>	40.48	26.99	40.19	57.42
PM <sub>2.5</sub>	21.43	28.58	21.18	60.50

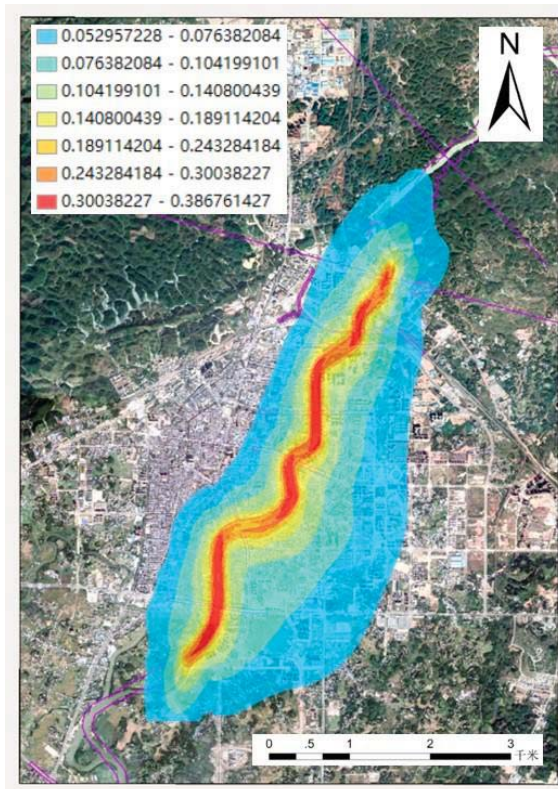


图 6.7.3-1 平陆运河建成后 2050 年 SO<sub>2</sub> 日均浓度分布（单位：μg/m<sup>3</sup>）

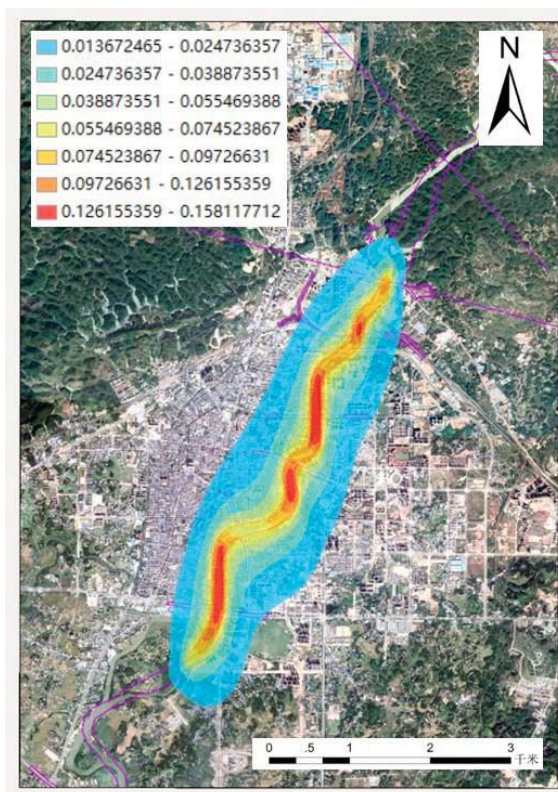


图 6.7.3-2 平陆运河建成后 2050 年 SO<sub>2</sub> 年均浓度分布（单位：μg/m<sup>3</sup>）

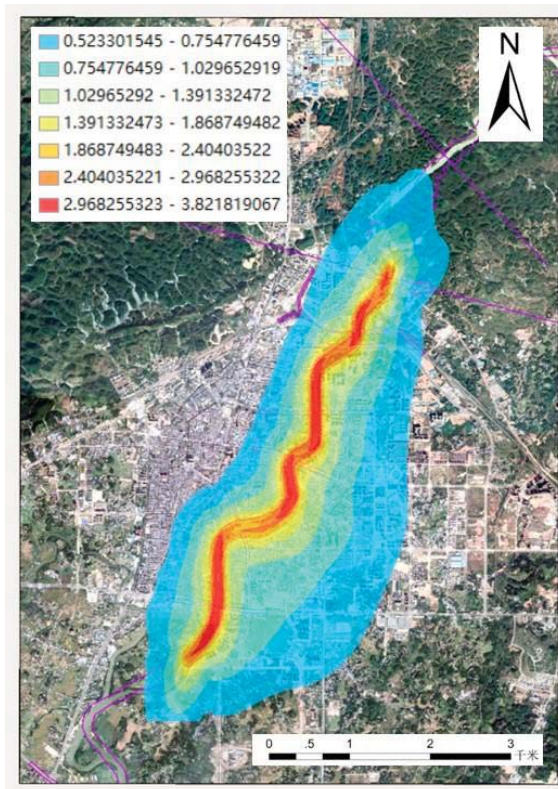


图 6.7.3-3 平陆运河建成后 2050 年年  $\text{NO}_2$  日均浓度分布（单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

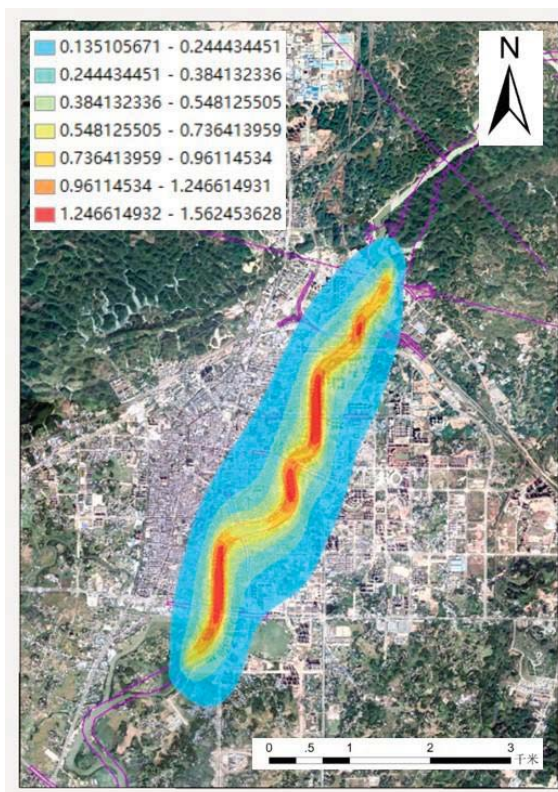


图 6.7.3-4 平陆运河建成后 2050 年  $\text{NO}_2$  年均浓度分布（单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

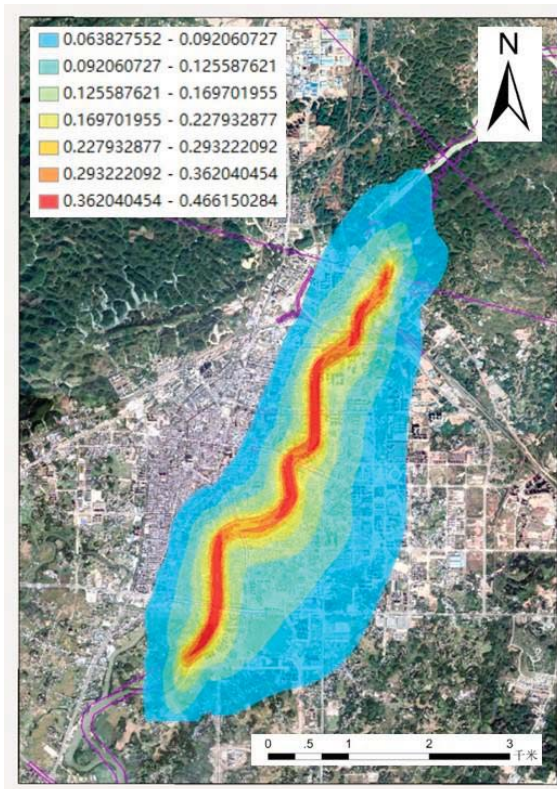


图 6.7.3-5 平陆运河建成后 2050 年 PM<sub>10</sub> 日均浓度分布（单位：μg/m<sup>3</sup>）

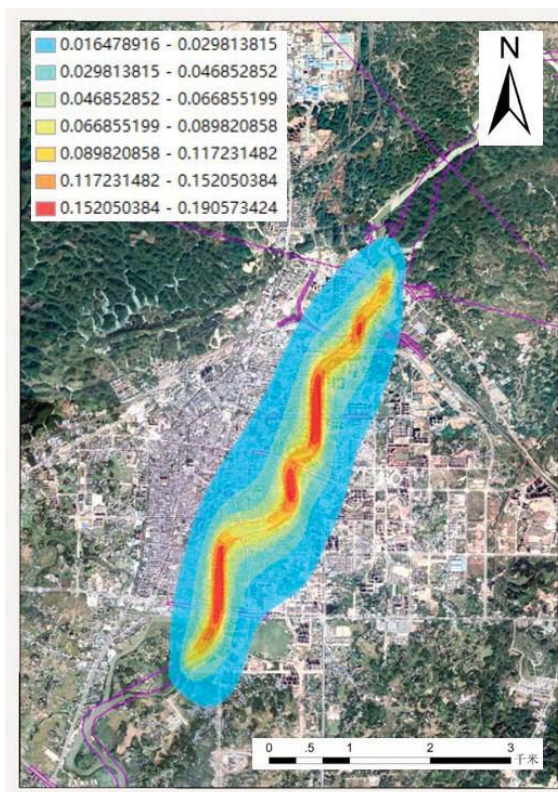


图 6.7.3-6 平陆运河建成后 2050 年 PM<sub>10</sub> 年均浓度分布（单位：μg/m<sup>3</sup>）



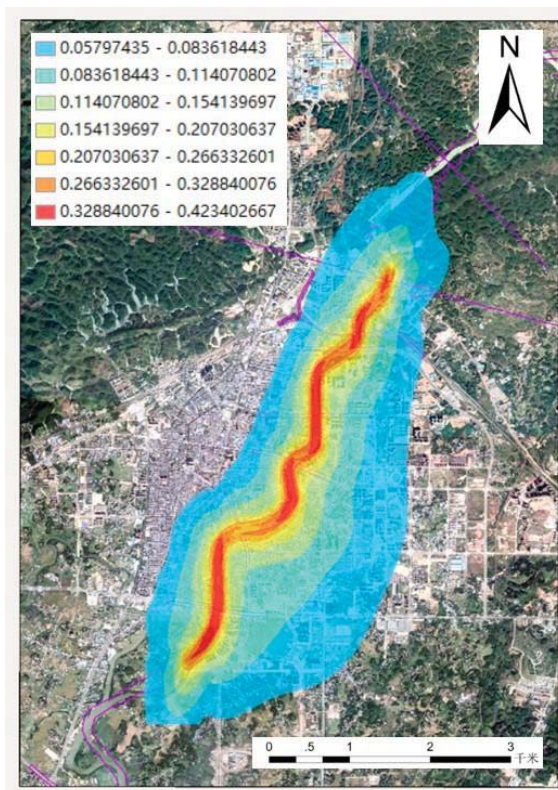


图 6.7.3-7 平陆运河建成后 2050 年  $\text{PM}_{2.5}$  日均浓度分布（单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

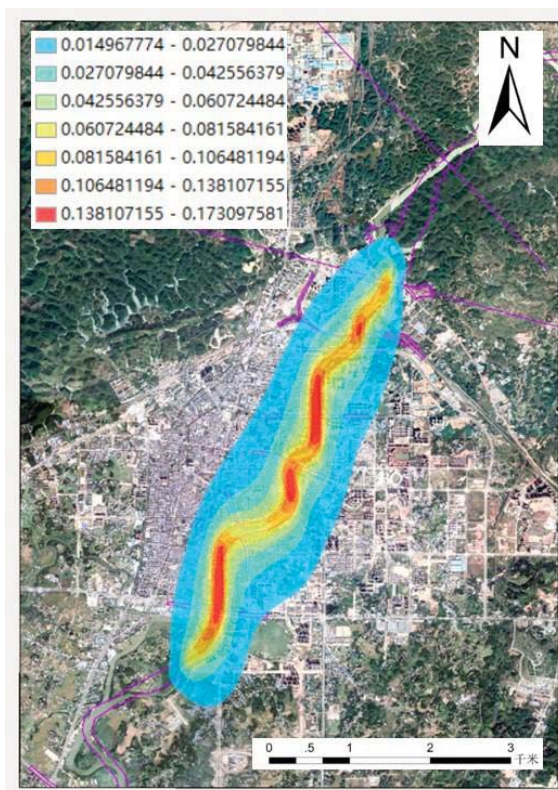


图 6.7.3-8 平陆运河建成后 2050 年  $\text{PM}_{2.5}$  年均浓度分布（单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

### 6.7.3.5 小结

平陆运河工程建成后，船舶大气污染物排放量较多的是  $\text{NO}_2$ ，2035 年和 2050 年分别排放 194.68 和 324.47 吨。评价目标  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  的  $P_{\max}$  最大值分别为 0.30%、7.41%、0.40%、0.73%。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）分级判据，确定本次评价大气环境影响评价工作等级为二级。为更直观的判断平陆运河工程建成后的大气环境影响，本评价以 2050 年（高运输需求）为代表年份，选取评价范围人口密度较大的钦州市区作为重点区域，对平陆运河建成后的大气环境影响进行预测。平陆运河工程建成后，叠加区域背景浓度，2050 年  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  最大落地浓度分别是 15.49、33.71、46.79、27.63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，分别满足 500、200、450、225 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  的标准限值要求，因此，大气防护距离为 0 米，不需要设置大气防护距离。2050 年钦州市区、灵山县、横州市的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  日均浓度和年均浓度最大落地浓度均能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准的要求。船舶排放的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  浓度分布基本以运河中心区为源头向四周扩散，扩散方向主要为常年主导风向的下风向，浓度呈现由运河中心向外逐渐降低的规律。由扩散范围看，扩散范围主要集中于航道范围内，对运河两侧的环境空气保护目标产生的大气环境影响较小。

#### 6.7.4 运河碳排放量估算

##### （1）核算方法

常用的交通运输行业碳排放核算方法包括基于能源平衡表燃料消耗的核算方法和基于周转量的活动水平的核算方法。本评价采用基于周转量的活动水平的核算方法，具体公式如下：

$$E = \sum_{i,j} \text{TR}_{i,j} \times \text{FI}_{i,j} \times C_i$$

其中， $E$  为交通领域二氧化碳排放总量； $\text{TR}_{i,j}$  为交通领域  $j$  类子领域（公铁水航）第  $i$  种燃料运输装备的周转量； $\text{FI}_{i,j}$  为交通领域  $j$  类子领域（公铁水航）单位周转量第  $i$  种燃料的消耗量； $C_i$  为第  $i$  种燃料的碳排放因子。

##### （2）核算结果

本项目按照不同运输方式和运量分别计算 2050 年运量情景下碳排放，常规预测“有项目”和“无项目”时各货类运输组织方案和诱增运量情况下，平陆运河运

输方案及碳排放的增减量具体见表下表。

常规预测情况下，平陆运河建成后，2050年可减少51.89万吨碳排放；诱增运量情况下，平陆运河建成后，2050年增加10.47万吨碳排放。

表 6.7.4-1 常规预测时“有项目”和“无项目”时各货类运输组织方案

货类	“有项目”时运输组织方案	“无项目”时运输组织方案
1.煤炭	经由平陆运河江海联运，2050年运量2090万t。	主要通过北部湾港海铁联运、西江航运-珠三角港口江海联运两种方式，2050年预计通过北部湾港海铁联运1420万t，通过西江航运-珠三角港口江海联运670万t。
2.金属矿石	经由平陆运河江海联运，2050年运量1800万t。	主要通过北部湾港、湛江港海铁联运运输，2050年运量为1800万t，其中北部湾港海铁联运量为1200万t，湛江港海铁联运量为600万t。
3.非金属矿石	经由平陆运河江海联运，2050年运量1300万t。	主要通过北部湾港海铁联运运输，2050年运量为1300万t。
4.水泥	经由平陆运河运输，2050年运量900万t。	北钦防地区(主要是钦州)主要通过公路就近调入，2050年调入量为600万t，调往海南及出口水泥将主要通过海公联运，2050年为300万t。
5.粮食	经由平陆运河江海联运，2050年运量650万t。	主要通过西江航运-珠三角港口江海联运、北部湾港海铁联运两种方式调入，2050年预计通过西江航运-珠三角港口江海联运375万t，通过北部湾港海铁联运275万t。
6.矿建材料	经由平陆运河运输，2050年运量950万t。	北钦防地区(主要是钦州)主要通过公路就近调入，2050年调入量为950万t。
7.集装箱	经由平陆运河运输，2050年运量285万TEU。	主要通过北部湾港海铁、海公联运、西江航运-珠三角港口江海联运、直接公路运输四种运输路径，2050年各路径承担集装箱运量分别为95万TEU、73万TEU、80万TEU、37万TEU。
8.其他	经由平陆运河运输，2050年运量1210万t。	主要通过北部湾港海铁、海公联运、西江航运-珠三角港口江海联运、直接公路运输四种运输路径，2050年各路径承担其他货物运量分别为330万t、350万t、300万t、230万t。
9	诱增运量5000万吨	

### (3) 小结

综上所述，考虑常规预测和诱增运量两种情况，平陆运河项目实施后，2050年约减少41.41万吨碳排放，具有显著的节能减排效益。从碳排放的角度，平陆运河贯彻落实碳达峰目标和碳中和愿景，与交通运输行业加快推动能源结构转型和低碳发展、全面系统谋划减缓和适应气候变化工作及交通强国建设的任务举措同频共振。

## 6.8 声环境影响评价

### 6.8.1 噪声分析预测方法

施工期和运行期噪声预测模式介绍如下。

#### (1) 点声源衰减模式

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20\lg(r/r_0) - \Delta L$$

式中： $L_A(r)$  — 距声源  $r$  处的 A 声级，dB(A)；

$L_A(r_0)$  — 参考位置  $r_0$  处的 A 声级，dB(A)；

$r_0$  — 参考点到声源的距离；

$r$  — 预测点到声源的距离，m；

$\Delta L$  — 其他因素衰减量[dB(A)]，根据实际运行情况确定。

#### (2) 各声源在预测点产生的合成声级

$$L_{TP} = 10\lg\left[\sum_{i=1}^n 10^{0.1L_{pi}}\right]$$

式中： $L_{TP}$  — 预测声级，dB(A)；

$L_{pi}$  — 各叠加声级，dB(A)；

$N$  —  $n$  个声压级。

#### (3) 交通噪声源

$$L_{eq}(h)_i = \left(\overline{L_{0E}}\right)_i + 10\lg\frac{N_i}{V_i T} + 10\lg\left(\frac{7.5}{r}\right) + 10\lg\left(\frac{\psi_1 + \psi_2}{\pi}\right) + \Delta L - 16$$

式中： $L_{eq}(h)_i$  — 第  $i$  类车的小时等效声级，dB(A)；

$\left(\overline{L_{0E}}\right)_i$  — 第  $i$  类车速度为  $V_i$  时，水平距离 7.5m 处的能量评价 A 声级，dB(A)；

$N_i$  — 昼间，夜间通过某个预测点的第  $i$  类车平均小时车流量，辆/h；

$r$  — 从车道中心线到预测点的距离，m；

$V_i$  — 第  $i$  类车的平均车速，km/h；

$T$  — 计算等效声级的时间，1h；

$\psi_1$ 、 $\psi_2$  — 预测点到有限长路段两端的张角，弧度；

$\Delta L$  — 由其他因素引起的修正量，dB(A)；

由于施工车辆以大型车为主,车辆(大型车)的平均辐射声级采用如下公式:

$$\left(\overline{L_{0E}}\right)_i = 22.0 + 36.32 \lg V_H$$

式中: V 为车辆平均行驶速度, 预测计算昼间取 40km/h, 夜间取 20km/h。

## 6.8.2 施工期

施工期噪声源主要包括航道工程和枢纽工程施工产生的噪声, 主要包括航道疏浚施工、枢纽的土石方回填与混凝土浇筑。噪声源主要为挖掘机、推土机、挖泥船、混凝土搅拌、炸礁、车辆运输等产生的噪声。根据不同施工类型的噪声源, 本评价分为施工区、疏浚工程、堆料场、爆破及炸礁、交通五类噪声源进行详细预测与评价, 噪声源主要参照国内同类水利工程工程施工期实测噪声值及《环境影响评价技术手册 水利水电工程》中的噪声实测值取值。

### 6.8.2.1 施工期噪声预测

#### (1) 施工区噪声

施工区噪声主要包括混凝土拌和系统、综合加工厂(钢筋加工厂、木材加工厂、混凝土预制厂)。施工区噪声源随距离衰减预测情况见表 6.8.2-1。由表可知, 施工区噪声源厂界噪声昼间达标排放距离为 14m, 夜间达标排放距离为 80m。

表 6.8.2-1 施工区噪声预测值 单位: dB(A)

类别	声源	实测值		预测值							
		噪声值	距离	10m	20m	50m	80m	100m	150m	200m	300m
施工区 噪声	混凝土拌和系统	82	1m	54.0	48.0	40.0	35.9	34.0	30.5	28.0	24.5
	综合加工厂	101	1m	73.0	67.0	59.0	54.9	53.0	49.5	47.0	43.5
	叠加噪声				73.1	67.0	59.1	55.0	53.1	49.5	47.0
达标距离	厂界噪声昼间达标排放距离			14m							
	厂界噪声夜间达标排放距离			80m							

#### (2) 疏浚工程噪声

疏浚工程的噪声源主要是挖泥船、挖掘机、推土机产生的噪声, 疏浚工程噪声预测值具体见表 6.8.2-2, 由表可知, 疏浚工程噪声衰减至《声环境质量标准》

(GB3096-2008) 1类标准的昼间达标距离为 20m，夜间达标距离为 50m。

表 6.8.2-2 疏浚工程噪声预测值 单位：dB(A)

类别	声源	噪声值	距离	预测值							
				15m	25m	50m	80m	100m	150m	200m	300m
疏浚工程	挖泥船	65	10m	53.5	49.0	43.0	38.9	37.0	33.5	31.0	27.5
	挖掘机	79	1m	47.5	43.0	37.0	32.9	31.0	27.5	25.0	21.5
	推土机	78	1m	46.5	42.0	36.0	31.9	30.0	26.5	24.0	20.5
	叠加噪声			55.1	50.7	44.6	40.6	38.6	35.1	32.6	29.1
达标距离	1类功能区达标距离			昼间 20m，夜间 50m							
	2类功能区达标距离			昼间 10m，夜间 30m							
	4a类功能区达标距离			昼间 5m，夜间 20m							

### (3) 堆料场噪声

堆料场的噪声源主要是装载机、挖掘机、推土机等机械产生的噪声，源强一般在 78~84 dB (A)。堆料场装载机、挖掘机、推土机噪声预测值具体见下表，由表可知，堆料场装载机、挖掘机、推土机噪声衰减至《声环境质量标准》(GB3096-2008) 1类标准的昼间达标距离为 15m，夜间达标距离为 50m。

表 6.8.2-3 堆料场装载机、挖掘机、推土机噪声预测值 单位：dB(A)

类别	声源	噪声值	距离	预测值							
				10m	20m	50m	80m	100m	150m	200m	300m
堆料场	装载机	84	1m	56.0	50.0	42.0	37.9	36.0	32.5	30.0	26.5
	挖掘机	79	1m	51.0	45.0	37.0	32.9	31.0	27.5	25.0	21.5
	推土机	78	1m	50.0	44.0	36.0	31.9	30.0	26.5	24.0	20.5
	叠加噪声			58.0	51.9	44.0	39.9	38.0	34.4	31.9	28.4
达标距离	1类功能区达标距离			昼间 15m，夜间 45m							
	2类功能区达标距离			昼间 10m，夜间 25m							

### (4) 爆破及炸礁噪声

爆破噪声为阵发性声源，声强大。根据向家坝水电站爆破过程中与爆心源不同距离监测点噪声实测值在 130~140 dB (A) 之间，工程爆破噪声影响预测值见下表。根据《爆破安全规程》(GB6722-2014) 要求，在声环境 1 类功能区内，爆破噪声控制标准为昼间 90dB(A)，夜间 70dB(A)。工程爆破主要在白天实施，根据下表分析，距项目爆破点 20m 以外的范围基本可满足昼间标准要求，100m 以外的范围基本可满足夜间标准要求。因此，平陆运河工程施工过程中，爆破点位要尽可能远离周围敏感目标。

表 6.8.2-4 爆破噪声预测值 单位：dB(A)

预测距离	5m	20m	50m	100m	200m	400m
噪声值 dB(A)	100~110	86~96	87~97	72~82	65~75	57~67

炸礁噪声参考《长江三峡水库铜锣峡至娄溪沟河段航道炸礁工程施工期环境监测评价》文献中的监测结果，文献将施工工艺分为陆上炸礁及清渣工艺、水上炸礁及清渣工艺，炸礁施工结束后敏感目标环境噪声监测结果均达到《声环境质量标准》4a类70dB标准要求。本工程炸礁方式多为水下炸礁，水下炸礁爆破时按《水运工程爆破技术规范》（JTS204-2008）第6.3.6~6.3.47的规定执行。水下炸礁由于水的阻力左右，会减小炸礁噪声。

炸礁和爆破噪声均属于瞬时噪声，影响时间较短，建议合理安排炸礁爆破时间，应尽量避免居民休息时段。工程施工结束，炸礁和爆破噪声影响随之消失。

#### （5）交通噪声

本工程施工道路布置相应分散，对周围环境的噪声影响相对较小。不同距离的施工交通噪声预测具体见表6.8.2-5，由表可知，施工临时道路及施工利用的当地现有公路昼间交通噪声对公路两侧10m范围之外基本没有超标污染影响（4a类标准）；夜间交通噪声对公路两侧30m范围之外基本没有超标污染影响（4a类标准）。

表 6.8.2-5 不同距离的交通噪声预测值 单位：dB(A)

距离	20m	40m	60m	80m	100m	200m
昼间	60.7	57.7	56.0	54.7	53.8	50.7
夜间	55.5	52.5	50.7	49.5	48.5	45.5

#### 6.8.2.2 敏感目标噪声预测

本部分敏感目标噪声预测主要针对平陆运河主体施工区可能受施工区、疏浚工程、堆料场、交通噪声等影响的居民点及医院、学校等其他需要保持安静的区域，施工期声环境评价范围适当外延。

共有44处环境保护目标，其中涉及3个枢纽工程的声环境敏感目标共计4处。本工程声环境敏感保护目标执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2类标准。工程主要噪声源对敏感点的昼间、夜间噪声影响预测结果详见下表。经预测计算，受噪声源影响的44个敏感保护目标，昼间均能达到《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2类标准要求，夜间有22个敏感目标不能达到2类声环境功

能区要求, 超标范围在 3.6~6.0dB(A)。其中, 位于枢纽工程附近的 4 个敏感点中, 昼夜均能达到《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 2 类标准要求。应合理安排施工时间, 尽量避免夜间施工。

表 6.8.2-6 平陆运河工程对沿线敏感目标昼间噪声影响预测结果 单位: dB(A)

区域	主要噪声源	敏感目标	距离 (m)	贡献值	背景值	预测值	标准值	超标量
马道枢纽	51#堆料场	替璞村委会	1770	13.0	55.5	55.5	60.0	达标
企石枢纽	79#堆料场	石子岭村委会	962	18.3	56.4	56.4	60.0	达标
	80#堆料场	教坪村委会	149	34.5	56.4	56.4	60.0	达标
青年枢纽	混凝土拌合系统 1、综合加工厂 1	城北社区	1848-2615	27.7	57.0	57.0	60.0	达标
沙坪河段	航道疏浚、2#堆料场、3#堆料场、6#堆料场	团富村委会	20-4314	52.6	56.4	57.9	60.0	达标
	航道疏浚、7#堆料场、8#堆料场	五合村委会	20-2936	52.6	56.4	57.9	60.0	达标
	9#堆料场、13#堆料场	北联村委会	246-1072	30.1	56.4	56.4	60.0	达标
	航道疏浚	陈塘村委会	20-3152	52.6	56.4	57.9	60.0	达标
分水岭段	航道疏浚、21#堆料场、22#堆料场、23#堆料场	沙坪社区居委会	20-2424	52.6	55.5	57.3	60.0	达标
	航道疏浚、24#堆料场、25#堆料场	沙坪村委会	20-1870	52.6	55.5	57.3	60.0	达标
	34#堆料场、35#堆料场	那琅村委会	1301-1630	15.6	55.5	55.5	60.0	达标
	51#堆料场	替璞村委会	1770	13.0	55.5	55.5	60.0	达标
	航道疏浚、57#堆料场	青松村委会	20-1030	52.6	56.0	57.6	60.0	达标
	60#堆料场、61#堆料场	古城社区居委会	801-1361	19.8	56.0	56.0	60.0	达标



	航道疏浚、66#堆料场、67#堆料场、68#堆料场、69#堆料场、74#堆料场、75#堆料场、10#生产生活区	新跃农场	20-1080	55.3	56.0	58.7	60.0	达标
	78#堆料场	陆屋茶场	781	20.1	56.4	56.4	60.0	达标
	航道疏浚、79#堆料场	石子岭村委会	20-1593	52.6	56.4	57.9	60.0	达标
	80#堆料场	教坪村委会	149	34.5	56.4	56.4	60.0	达标
	80#堆料场、81#堆料场	陆屋茶场	453-540	24.8	56.4	56.4	60.0	达标
	81#堆料场	富久村委会	391	26.1	56.4	56.4	60.0	达标
	82#堆料场	陆屋社区居委会	475	24.4	56.4	56.4	60.0	达标
	82#堆料场	石子岭村委会	1021	17.7	56.4	56.4	60.0	达标
	航道疏浚	沙坪镇水果场	20-479	52.6	55.5	57.3	60.0	达标
	航道疏浚	旧州村委会	20-112	52.6	56.0	57.6	60.0	达标
钦江干流段	84#堆料场、86#堆料场	陆屋社区居委会	488-620	24.2	56.4	56.4	60.0	达标
	89#堆料场、90#堆料场、91#堆料场、92#堆料场、93#堆料场、98#堆料场、99#堆料场	新光农场十三队	495-1510	24.0	56.4	56.4	60.0	达标
	103#堆料场	连塘村委会	1768	13.0	56.4	56.4	60.0	达标
	航道疏浚、133#堆料场、134#堆料场、135#堆料场、136#堆料场、16#生产生活区	黎屋村委会	20-2609	52.6	56.4	57.9	60.0	达标
	144#堆料场、144#堆料场、146#堆料场	高桥村委会	411-1416	25.6	57.5	57.5	60.0	达标
	航道疏浚、18#生产生活区	高桥村委会	20-2432	52.6	56.4	57.9	60.0	达标
	航道疏浚	广平村委会	20-1355	52.6	56.4	57.9	60.0	达标

	航道疏浚	水东街道办事处	20-139	52.6	57.0	58.3	60.0	达标
钦江段	148#堆料场	文峰街道办事处	1099	17.1	57.5	57.5	60.0	达标
	149#堆料场	尖山村委会	889	18.9	57.5	57.5	60.0	达标
	航道疏浚、150#堆料场	大石古村委会	20-944	52.6	57.0	58.3	60.0	达标
	149#堆料场	犁头咀村委会	1863	12.5	57.0	57.0	60.0	达标
	航道疏浚、21#生产生活区	犁头咀村委会	20-775	52.6	57.0	58.3	60.0	达标
	22#生产生活区	钦江农场	2396	10.3	57.0	57.0	60.0	达标
	航道疏浚	山塘社区	20-655	52.6	57.0	58.3	60.0	达标
	航道疏浚	永福社区	20-1064	52.6	57.0	58.3	60.0	达标
	航道疏浚	鸿亭街道办事处	20-476	52.6	57.0	58.3	60.0	达标
	航道疏浚	小江社区	20-170	52.6	57.0	58.3	60.0	达标
	航道疏浚	下南山村委会	20-28	52.6	57.0	58.3	60.0	达标
	航道疏浚	沙坡村委会	20-962	52.6	57.0	58.3	60.0	达标

表 6.8.2-7 平陆运河工程对沿线敏感目标夜间噪声影响预测结果 单位：dB(A)

区域	主要噪声源	敏感目标	距离 (m)	贡献值	背景值	预测值	标准值	超标量
马道枢纽	51#堆料场	替璞村委会	1770	13.0	48.5	48.5	50.0	达标
企石枢纽	79#堆料场	石子岭村委会	962	18.3	47.9	47.9	50.0	达标
	80#堆料场	教坪村委会	149	34.5	47.9	48.1	50.0	达标
青年枢纽	混凝土拌合系统 1、综合加工厂 1	城北社区	1848-2615	27.7	46.5	46.6	50.0	达标
沙坪河段	航道疏浚、2#堆料场、3#堆料场、6#堆料场	团富村委会	20-4314	52.6	47.9	53.9	50.0	3.9
	航道疏浚、7#堆料场、8#堆料场	五合村委会	20-2936	52.6	47.9	53.9	50.0	3.9
	9#堆料场、13#堆料场	北联村委会	246-1072	30.1	47.9	48.0	50.0	达标
	航道疏浚	陈塘村委会	20-3152	52.6	47.9	53.9	50.0	3.9

分水岭段	航道疏浚、 21#堆料场、 22#堆料场、 23#堆料场	沙坪社区 居委会	20-2424	52.6	48.5	54.0	50.0	4.0
	航道疏浚、 24#堆料场、 25#堆料场	沙坪村委 会	20-1870	52.6	48.5	54.0	50.0	4.0
	34#堆料场、 35#堆料场	那琅村委 会	1301-1630	15.6	48.5	48.5	50.0	达标
	51#堆料场	替璞村委 会	1770	13.0	48.5	48.5	50.0	达标
	航道疏浚、 57#堆料场	青松村委 会	20-1030	52.6	47.5	53.8	50.0	3.8
	60#堆料场、 61#堆料场	古城社区 居委会	801-1361	19.8	47.5	47.5	50.0	达标
	航道疏浚、 66#堆料场、 67#堆料场、 68#堆料场、 69#堆料场、 74#堆料场、 75#堆料场、 10#生产生活 区	新跃农场	20-1080	55.3	47.5	56.0	50.0	6.0
	78#堆料场	陆屋茶场	781	20.1	47.9	47.9	50.0	达标
	航道疏浚、 79#堆料场	石子岭村 委会	20-1593	52.6	47.9	53.9	50.0	3.9
	80#堆料场	教坪村委 会	149	34.5	47.9	48.1	50.0	达标
	80#堆料场、 81#堆料场	陆屋茶场	453-540	24.8	47.9	47.9	50.0	达标
	81#堆料场	富久村委 会	391	26.1	47.9	47.9	50.0	达标
	82#堆料场	陆屋社区 居委会	475	24.4	47.9	47.9	50.0	达标
	82#堆料场	石子岭村 委会	1021	17.7	47.9	47.9	50.0	达标
航道疏浚	沙坪镇水 果场	20-479	52.6	48.5	54.0	50.0	4.0	
航道疏浚	旧州村委 会	20-112	52.6	47.5	53.8	50.0	3.8	
钦江 干流	84#堆料场、 86#堆料场	陆屋社区 居委会	488-620	24.2	47.9	47.9	50.0	达标

段	89#堆料场、 90#堆料场、 91#堆料场、 92#堆料场、 93#堆料场、 98#堆料场、 99#堆料场	新光农场 十三队	495-1510	24.0	47.9	47.9	50.0	达标
	103#堆料场	连塘村委会	1768	13.0	47.9	47.9	50.0	达标
	航道疏浚、 133#堆料场、 134#堆料场、 135#堆料场、 136#堆料场、 16#生产生活 区	黎屋村委 会	20-2609	52.6	47.9	53.9	50.0	3.9
	144#堆料场、 144#堆料场、 146#堆料场	高桥村委 会	411-1416	25.6	48	48.0	50.0	达标
	航道疏浚、 18#生产生活 区	高桥村委 会	20-2432	52.6	47.9	53.9	50.0	3.9
	航道疏浚	广平村委 会	20-1355	52.6	47.9	53.9	50.0	3.9
	航道疏浚	水东街道 办事处	20-139	52.6	46.5	53.6	50.0	3.6
钦江 段	148#堆料场	文峰街道 办事处	1099	17.1	48	48.0	50.0	达标
	149#堆料场	尖山村委 会	889	18.9	48	48.0	50.0	达标
	航道疏浚、 150#堆料场	大石古村 委会	20-944	52.6	46.5	53.6	50.0	3.6
	149#堆料场	犁头咀村 委会	1863	12.5	46.5	46.5	50.0	达标
	航道疏浚、 21#生产生活 区	犁头咀村 委会	20-775	52.6	46.5	53.6	50.0	3.6
	22#生产生活 区	钦江农场	2396	10.3	46.5	46.5	50.0	达标
	航道疏浚	山塘社区	20-655	52.6	46.5	53.6	50.0	3.6
	航道疏浚	永福社区	20-1064	52.6	46.5	53.6	50.0	3.6
	航道疏浚	鸿亭街道 办事处	20-476	52.6	46.5	53.6	50.0	3.6
	航道疏浚	小江社区	20-170	52.6	46.5	53.6	50.0	3.6
	航道疏浚	下南山村 委会	20-28	52.6	46.5	53.6	50.0	3.6
	航道疏浚	沙坡村委 会	20-962	52.6	46.5	53.6	50.0	3.6

## 6.8.2.3 小结

施工期噪声源主要包括航道工程和枢纽工程施工产生的噪声，主要包括航道疏浚施工、枢纽的土石方回填与混凝土浇筑。噪声源主要为挖掘机、推土机、挖泥船、混凝土搅拌、炸礁、车辆运输等产生的噪声。根据不同施工类型的噪声源，分为施工区、疏浚工程、堆料场、爆破及炸礁、交通噪声源。施工区噪声源厂界噪声昼间达标排放距离为 14m，夜间达标排放距离为 80m。疏浚工程噪声衰减至《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准的昼间达标距离为 20m，夜间达标距离为 50m。堆料场装载机、挖掘机、推土机噪声衰减至《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准的昼间达标距离为 15m，夜间达标距离为 50m。受噪声源影响的 44 个敏感保护目标，昼间均能达到《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2 类标准要求，夜间有 22 个敏感目标不能达到 2 类声环境功能区要求，超标范围在 3.6~6.0dB(A)。其中，位于枢纽工程附近的 4 个敏感点中，昼夜均能达到《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2 类标准要求。应合理安排施工时间，尽量避免夜间施工。

### 6.8.3 运行期

运行期声环境主要影响因素为船舶航行噪声，主要包括船舶主机、辅机的机械噪声和船舶鸣笛噪声。运河枢纽的闸阀门启闭机工作、船舶过闸会产生噪声影响。本次评价将对船舶航行噪声和运河枢纽噪声进行评价。

#### 6.8.3.1 船舶航行噪声影响预测

运行期声环境主要影响因素为船舶噪声，主要包括船舶主机、辅机的机械噪声和船舶鸣笛噪声。参照文献《内河航道船舶噪声分布特性的研究》、《湛江港 30 万吨级航道改扩建工程环境影响报告书》，同时收集了嘉兴某航道船舶噪声监测数据，监测点位示意具体见下图。根据《内河船舶噪声级规定》（GB5980-2009），航道内运行的 1000 吨级~5000 吨级货船工作间的最大噪声值为 85 dB，参照流量类似的嘉兴航道的监测点位（临近水上服务区）噪声实测值，本评价按照平陆运河通行船舶 0.5m 处的暴露声级约 81dB(A)计算。



图 6.8.3-1 嘉兴某航道船舶噪声监测位置示意图



图 6.8.3-2 嘉兴某航道船舶噪声监测设备布设图

本工程航道船舶航行噪声按照无指向点声源在半自由面的衰减公式计算，仅考虑距离衰减不考虑其他因素的情况下，运输船舶噪声衰减情况分析见表 6.8.3-1，运河两侧达标距离见表 6.8.3-2。由表可知，船舶航行噪声衰减至《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准的昼间达标距离为 10m，夜间达标距离为 32m；衰减至《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准的昼间达标距离为 6m，夜间达标距离为 18m；衰减至《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准的昼间达标距离为 2m，夜间达标距离为 10m。

平陆运河两侧环境敏感目标船舶航行噪声预测具体见表 6.8.3-3，表中数据均按最短距离 20m 计算，由表可知，运河两侧 20m 处船舶航行噪声均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类的昼夜限值；昼间噪声均能满足 2 类标准，

夜间噪声略有超标。

本评价进一步计算了运河 35m 处船舶航行噪声叠加平陆运河区域(新福镇、沙坪镇、旧州镇、陆屋镇、平吉镇、久隆镇、钦州市区)的背景浓度噪声值的预测结果,具体见表 6.8.3-4,其中各区域背景噪声根据声环境质量现状调查结果取值。可见,平陆运河 35m 区域处叠加船舶航行噪声,昼间各区域噪声变化范围是 0.2~0.3 dB (A),夜间各区域噪声变化范围是 1.3~2.0 dB (A),均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类的昼夜限值。运行期船舶航行噪声对平陆运河区域的影响示意图具体见图 6.8.3-3~6.8.3-8。

综上所述,20m 处船舶航行噪声均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 4a 类的昼夜限值,35m 处船舶航行噪声均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类的昼夜限值;20~35 米处的村庄涉及居民较少,为降低船舶航行噪声影响,应合理制定运输制度,严格控制夜间船舶流量。船舶航行噪声基本以运河中心为源头向四周扩散,噪声影响呈现由运河向外逐渐降低的规律,由扩散范围看,噪声影响主要控制在周边较小的区域范围内。

表 6.8.3-1 船舶噪声源不同距离预测值 单位: dB (A)

0.5m 处 A 声级	不同距离处的噪声值									
	2m	5m	10m	30m	50m	100m	200m	300m	400m	500m
81dB	69.0	61.0	55.0	45.4	41.0	35.0	29.0	25.4	22.9	21.0

表 6.8.3-2 船舶噪声 4a 类、2 类、1 类达标距离表

时段	4a 类		2 类		1 类	
	标准值 dB (A)	达标距离 (m)	标准值 dB (A)	达标距离 (m)	标准值 dB (A)	达标距离 (m)
昼间	70	2	60	6	55	10
夜间	55	10	50	18	45	32

表 6.8.3-3 平陆运河两侧环境敏感目标船舶航行噪声预测 单位: dB (A)

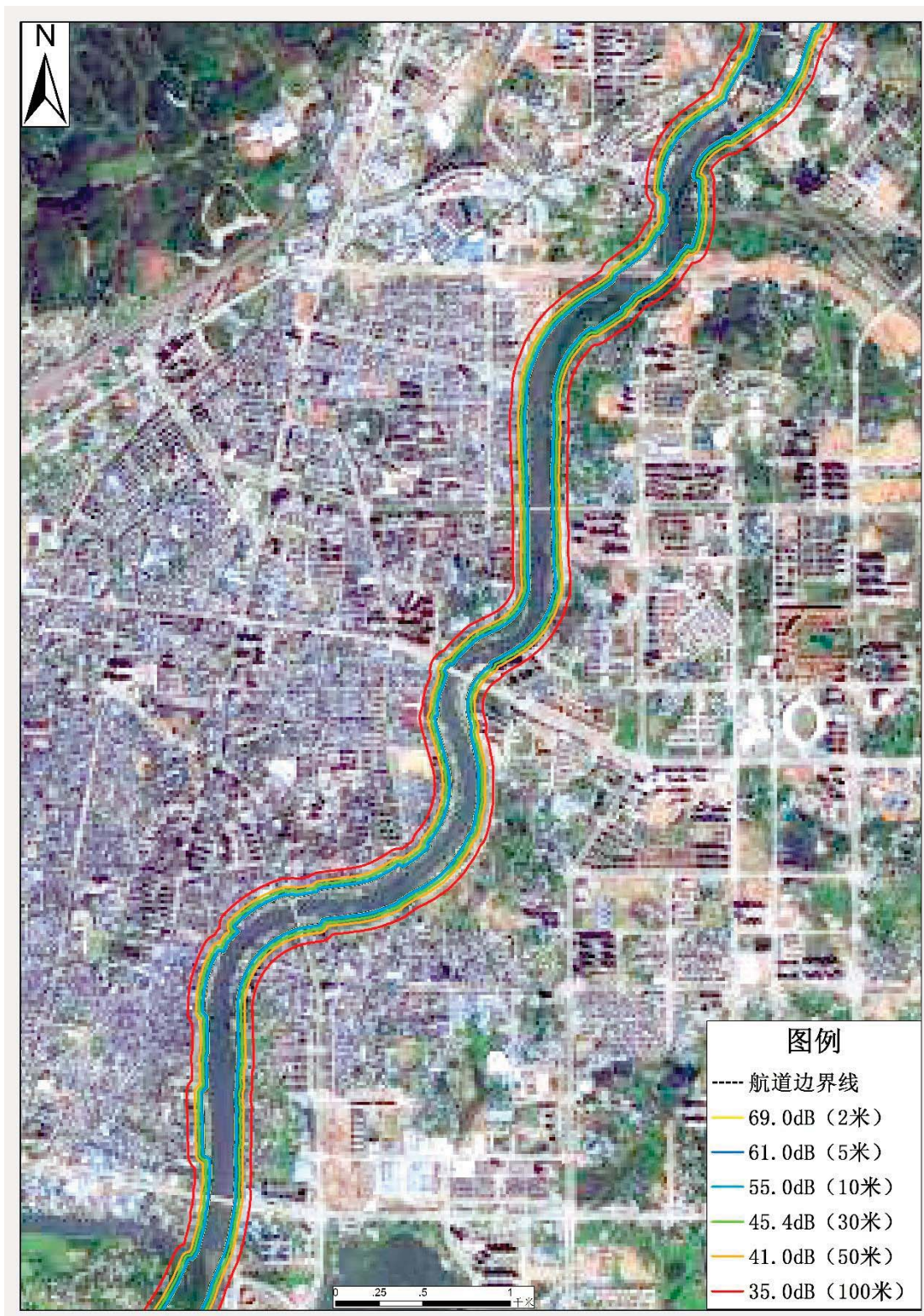
航段	敏感目标	相对方位	距离 (m)	背景值		叠加背景后噪声值	
				昼间	夜间	昼间	夜间
沙坪河段	陈塘村委会	东南	20-3152	56.4	47.9	57.1	51.5
	五合村委会	东南	20-2936	56.4	47.9	57.1	51.5
	团富村委会	西北	20-4314	56.4	47.9	57.1	51.5
	沙坪社区居委会	东	20-152	55.5	48.5	56.4	51.7
分水岭段	沙坪村委会	西	20-357	55.5	48.5	56.4	51.7
	沙坪镇水果场	西	20-479	55.5	48.5	56.4	51.7

	青松村委会	西	20-1030	56.0	47.5	56.8	51.3
	旧州村委会	东北	20-112	56.0	47.5	56.8	51.3
	新跃农场	东	20-1080	56.0	47.5	56.8	51.3
	石子岭村委会	西	20-1593	56.4	47.9	57.1	51.5
钦江干流段	广平村委会	西	20-1355	56.4	47.9	57.1	51.5
	黎屋村委会	东南	20-793	57.5	48.0	58.1	51.5
	高桥村委会	西北	20-675	58.6	48.1	59.0	51.6
	水东街道办事处	东	20-139	57.0	46.5	57.6	50.9
钦江段	山塘社区	东南	20-655	57.0	46.5	57.6	50.9
	永福社区	西	20-1064	57.0	46.5	57.6	50.9
	鸿亭街道办事处	西	20-476	57.0	46.5	57.6	50.9
	小江社区	东	20-170	57.0	46.5	57.6	50.9
	大石古村委会	东南	20-534	57.0	46.5	57.6	50.9
	下南山村委会	西	20-28	57.0	46.5	57.6	50.9
	犁头咀村委会	西南	20-775	57.0	46.5	57.6	50.9
	沙坡村委会	东南	20-962	57.0	46.5	57.6	50.9

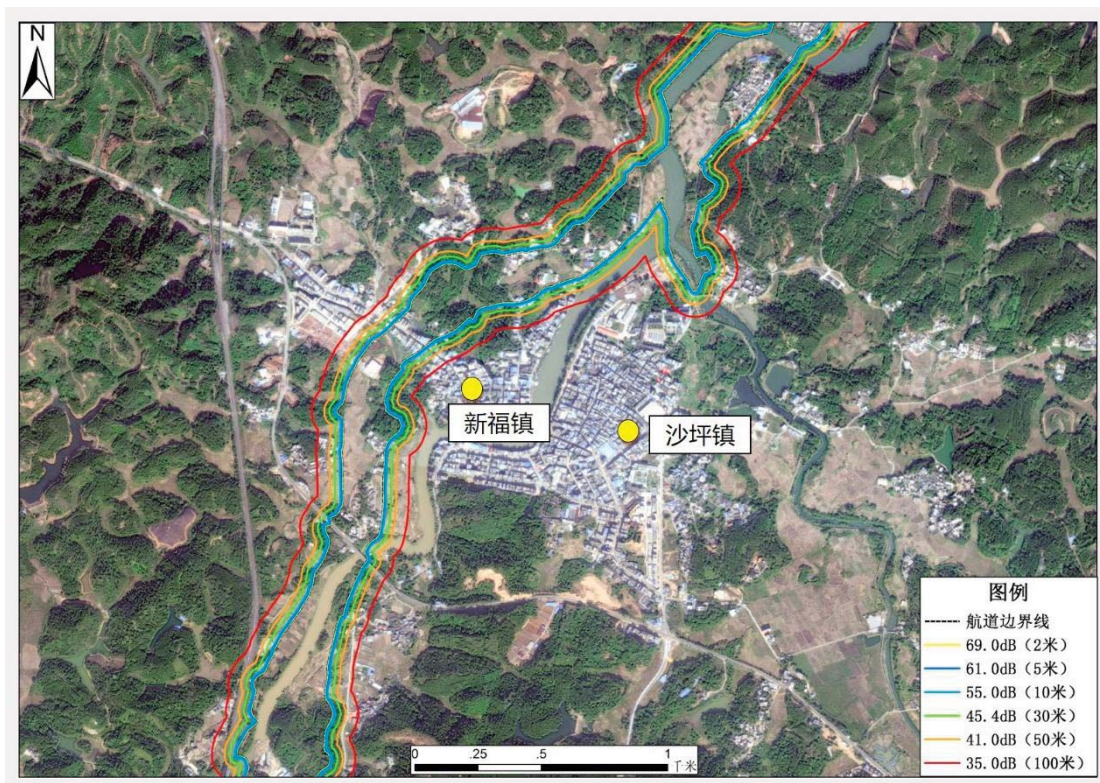
表 6.8.3-4 平陆运河区域叠加 35m 处船舶航行噪声预测 单位：dB (A)

区域	背景值		运河 35m 处船舶航行噪声	叠加背景后噪声值		噪声增加值	
	昼间	夜间		昼间	夜间	昼间	夜间
新福镇	56.4	47.9	44.1	56.6	49.4	0.2	1.5
沙坪镇	55.5	48.5	44.1	55.8	49.8	0.3	1.3
旧州镇	56.0	47.5	44.1	56.3	49.1	0.3	1.6
陆屋镇	56.4	47.9	44.1	56.6	49.4	0.2	1.5
平吉镇	56.4	47.9	44.1	56.6	49.4	0.2	1.5
久隆镇	57.5	48.0	44.1	57.7	49.5	0.2	1.5
钦州市区	57.0	46.5	44.1	57.2	48.5	0.2	2.0

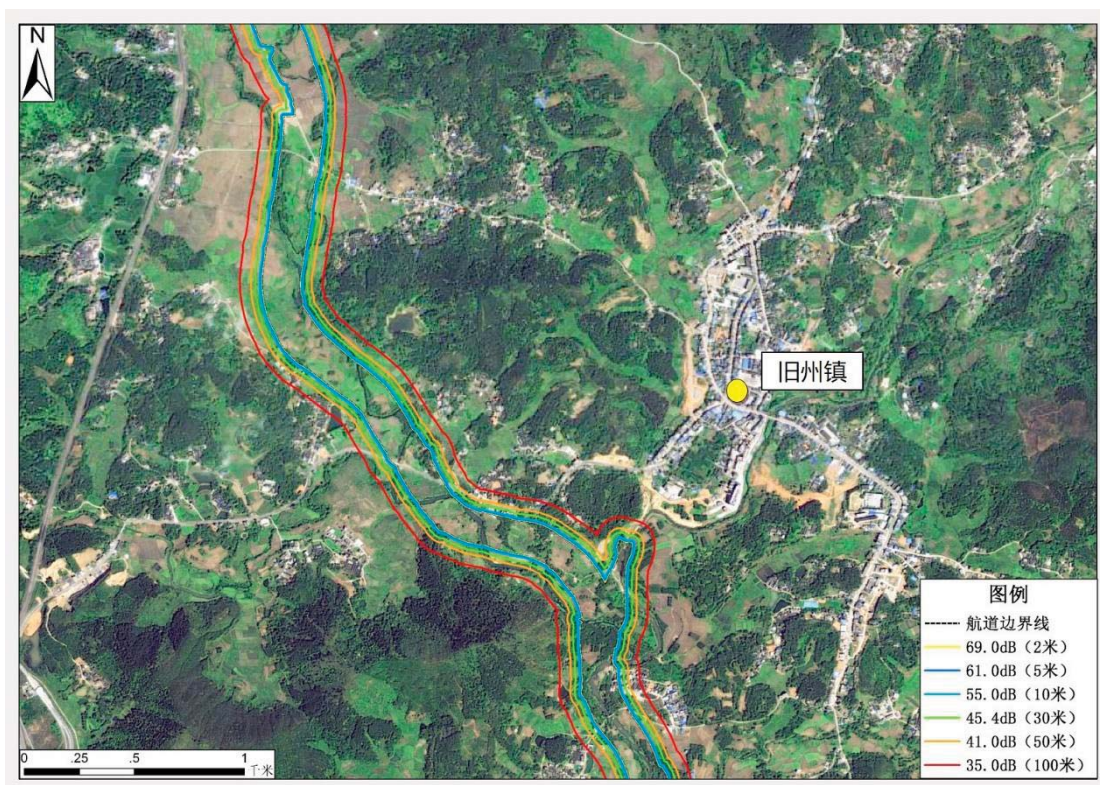




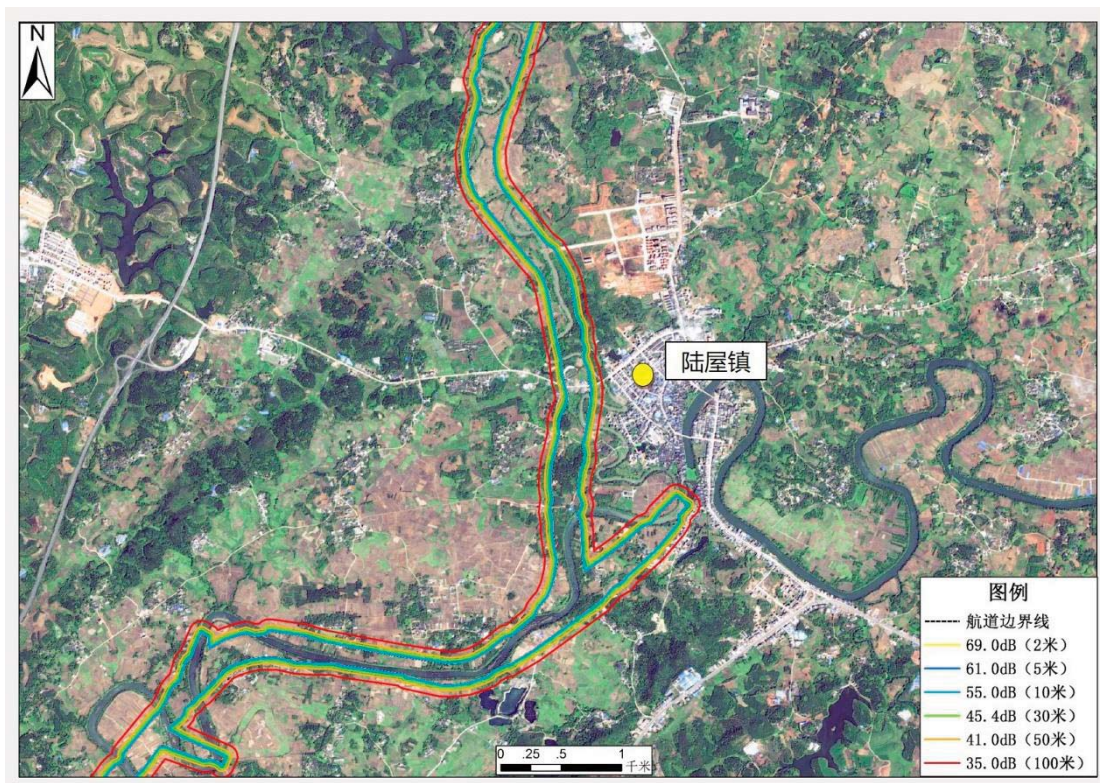
6.8.3-3 运行期船舶航行噪声对钦州市区影响示意图



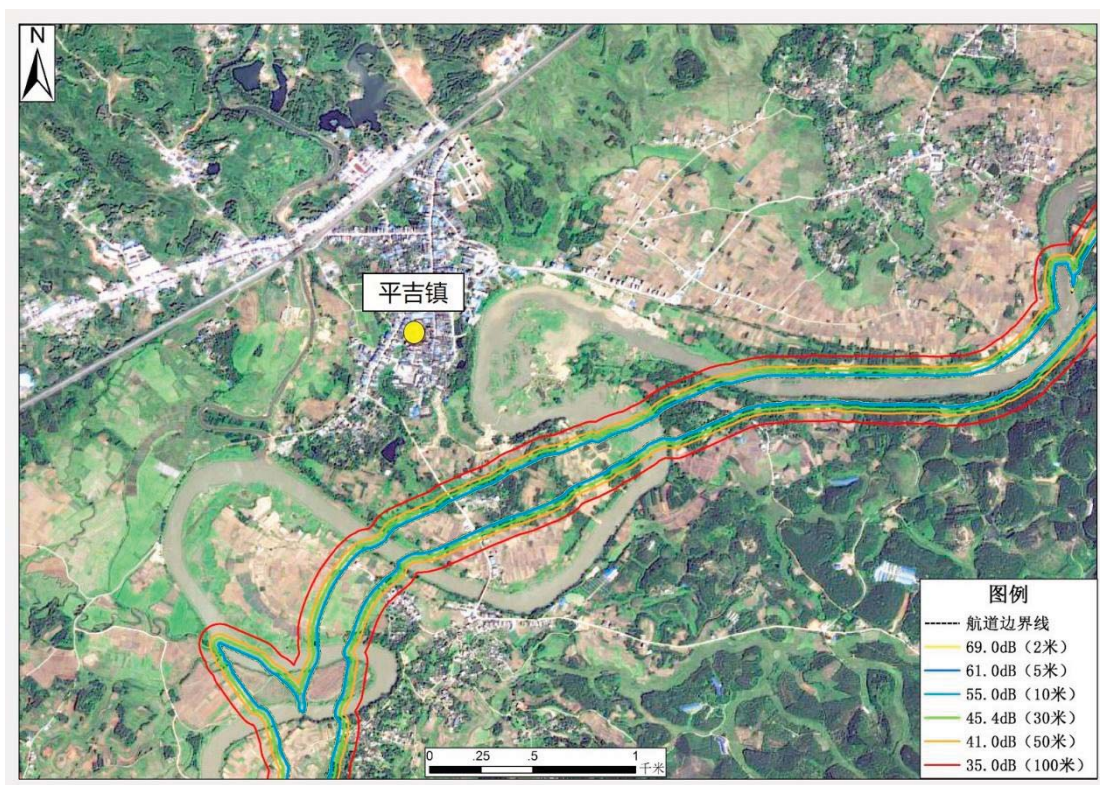
6.8.3-4 运行期船舶航行噪声对新福镇和沙坪镇影响示意图



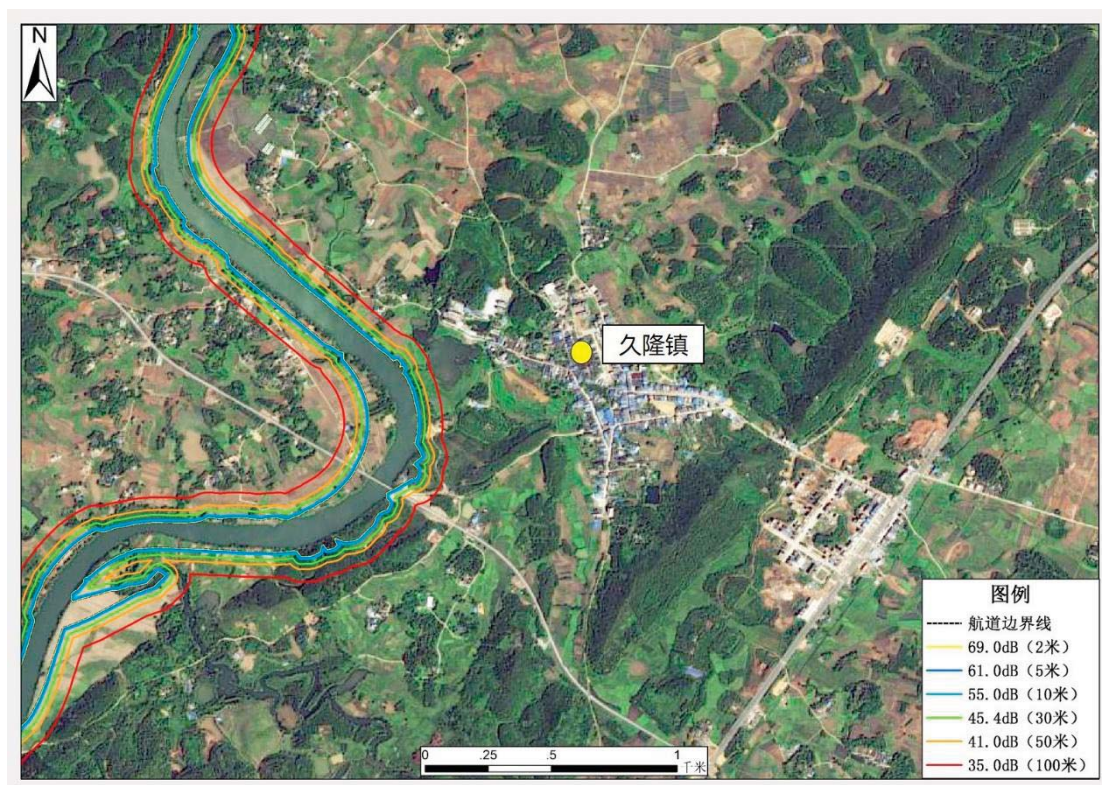
6.8.3-5 运行期船舶航行噪声对旧州镇影响示意图



6.8.3-6 运行期船舶航行噪声对陆屋镇影响示意图



6.8.3-7 运行期船舶航行噪声对平吉镇影响示意图



6.8.3-8 运行期船舶航行噪声对久隆镇影响示意图

根据《中华人民共和国内河避碰规则》规定，进出港的机动船应配备号笛一个、号钟一只。当船舶相遇时，应当按相关规定使用声号，因此船舶航行不可避免的存在鸣笛现象。该类噪声具有声级高（规则要求不小于 110dB）、时间短促、流动性大的特点。根据《声环境质量标准要求》，夜间突发噪声，最大声级不得超过环境噪声限值 15dB(A)，即鸣笛引起的夜间突发噪声级不得大于 70dB(A)。

参照《柳江红花枢纽至石龙三江口 II 级航道工程属改扩建工程环境影响报告书》，5m 处船舶鸣笛暴露声级约 115 dB(A)，船舶鸣笛在不同距离的噪声值见表 6.8.3-5，由表可知，在运河中心线距离 400m 左右的运河两侧区域，噪声预测值为 73.0dB(A)，夜间船舶鸣笛突发噪声可能导致声环境质量略微超标。但船舶鸣笛属于偶发性的短时噪声，影响范围和时间较为有限，为保护运河两侧居民区等噪声敏感目标，建议夜间航行船舶在经过钦州市区和乡镇（新福镇、沙坪镇、旧州镇、陆屋镇、平吉镇、久隆镇等）时，在保证安全的前提下，尽量减少鸣笛次数，合理使用噪声污染小的风笛、电笛。

表 6.8.3-5 船舶鸣笛在不同距离的噪声值 单位：dB(A)

声源位置	距离 m							
	15	25	50	80	100	150	200	400
噪声值 dB	105.0	99.7	93.6	89.8	87.3	83.0	79.5	73.0

## 6.8.3.2 运河枢纽噪声影响预测

运河枢纽的闸阀门启闭机工作、船舶过闸会产生噪声影响，根据《水运工程环境保护设计规范》推荐值并类比湘江航运工程，运河枢纽处船舶暴露平均声级为 71dB(A) (15m 处)。采用运河枢纽噪声点源影响预测计算随距离的衰减噪声值见表 6.8.3-6。由表可知，运河枢纽噪声衰减至《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准的昼间达标距离为 53m，夜间达标距离为 168m。

表 6.8.3-6 运河枢纽噪声源不同距离预测值 单位：dB (A)

15m 处 A 声级	不同距离处的噪声值								
	20m	40m	60m	80m	100m	150m	200m	250m	300m
71dB	68.5	62.5	59	56.5	54.5	51	48.5	46.6	45

运河枢纽敏感目标噪声达标情况具体见表 6.8.3-7，由表可知，马道枢纽、青年枢纽村庄敏感目标距离运河枢纽距离均大于 200 米，昼夜间噪声能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准要求，企石枢纽石子岭村委会昼夜间噪声能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准要求，但教坪村委会距离运河枢纽 149m，昼间噪声能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准要求，夜间噪声未达标。为进一步降低运河枢纽噪声影响，应尽量控制船舶过闸噪声，在枢纽两侧增加一定宽度的绿化林带。建议运河两侧 200 米内划为 4a 类区。

表 6.8.3-7 运河枢纽敏感目标噪声达标情况

枢纽	敏感目标	相对方位	距离 (m)	是否达标	
				昼间	夜间
马道枢纽	替璞村委会	西南	1770	达标	达标
企石枢纽	石子岭村委会	西南	962	达标	达标
	教坪村委会	东北	149	达标	超标
青年枢纽	城北社区	西北	1848	达标	达标

## 6.8.3.3 小结

船舶航行噪声衰减至《声环境质量标准》(GB3096-2008) 1 类、2 类、4a 类标准的昼间达标距离分别为 10m、6m、2m；夜间达标距离分别为 32m、18m、

10m。运河两侧 20m 处船舶航行噪声均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 4a 类的昼夜限值，35m 处船舶航行噪声均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类的昼夜限值；20~35 米处的村庄涉及居民较少，为降低船舶航行噪声影响，应合理制定运输制度，严格控制夜间船舶流量。船舶航行噪声基本以运河中心为源头向四周扩散，噪声影响呈现由运河向外逐渐降低的规律，由扩散范围看，噪声影响主要控制在周边较小的区域范围内。

运河枢纽噪声衰减至《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准的昼间达标距离为 53m，夜间达标距离为 168m。除企石枢纽石子岭村委会外，其他敏感目标距离运河枢纽距离均大于 200 米，昼夜间噪声能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准要求，教坪村委会距离运河枢纽 149m，昼间噪声能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准要求，夜间噪声未达标。为进一步降低运河枢纽噪声影响，应尽量控制船舶过闸噪声，在枢纽两侧增加一定宽度的绿化林带。建议运河两侧 200 米内划为 4a 类区。

## 6.9 固体废弃物环境影响评价

### 6.9.1 施工期

平陆运河建设工程施工期的固体废物主要是施工过程中产生的弃渣和施工人员的生活垃圾。弃渣弃渣主要包括越岭段开挖土、航道疏浚土、陆域施工区域少量废弃砂石料，施工场地生活垃圾主要是泡沫塑料、玻璃陶瓷碎片、菜叶、菜梗等，主要位于施工营地附近。

#### (1) 工程弃渣的影响

根据施工土石方平衡规划，平陆运河建设期产生工程弃渣共计（松方）41188.4 万  $m^3$ 。根据弃渣场规划，本工程在运河沿线共规划了堆存场地共计 195 处，其中陆上弃土场 186 个，中转堆存场 9 处，原河道回填 21 处以及海上倾倒区 2 处作为弃渣利用回填区，占地面积 12.43 万亩，共堆存土石方 4.13 亿  $m^3$ （松方）。由此可见，平陆运河产生的工程弃渣均能得到较为妥善的处理，陆地堆料场施工结束后将进行植被绿化，在加强水土保持措施的基础上，对区域生态环境影响较为微弱。海上倾倒区也为法定倾倒区，在倾倒过程中，将会对倾倒区内底栖生物造成一定影响，倾倒结束后，海洋生物和生境均会逐步恢复，影响较微弱。

## （2）施工场生活垃圾的影响分析

根据工可报告，总工日为 2891.46 万工日，高峰施工人数为：33900 人。其中航道工程高峰期总上工人数约 20000 人，3 个枢纽和料场区工程工作区的高峰施工人数为 13900 人。人均日生活垃圾产生量按 1kg 计算，高峰期生活垃圾排放量为 33.9t/d，则生活垃圾产生量为 2.89 万吨，分散于 22 个航道工程施工区及 3 个枢纽工程生活区、料场区附近，施工场地及居住区内应设有垃圾桶和垃圾收集处理集中点，并由环卫部门定时清运，同时对施工人员加强宣传教育和管理，严禁生活垃圾乱丢乱弃，经过生活垃圾统一处理措施后，不会对区域生态环境造成明显影响。

## 6.9.2 运行期

运行期的固体废物主要来自于移民安置区、主体工程区和船舶的生活垃圾，包括移民、工作人员和船员日常生活产生的菜叶、瓜果皮、塑料制品及其它废物，如果处理不当，有可能腐烂、产生渗滤液，污染周围环境空气及地表水环境；生活垃圾的任意堆放，将影响周围的生态环境，破坏自然景观；同时还可能成为传染病菌、病媒的孳生地，影响移民人群健康。

### （1）主体工程区生活垃圾影响

平陆运河工程共布置马道、企石、青年枢纽 3 个梯级（面积为 3875 m<sup>2</sup>），新福航道服务区和钦州服务区共计 2 个服务区，平陆运河航道管理站以及工作船码头 2 座。枢纽定员 40 人、航道管理站定员 62 人，服务区定员 50 人。生活垃圾产生量按每人每日 1 kg 估算，日产生垃圾为 0.28t，产生于平陆运河沿线各管理机构。主体工程区设有垃圾桶和垃圾收集处理集中点，并由环卫部门定时清运，同时加强宣传教育和管理，严禁生活垃圾乱丢乱弃。经过生活垃圾统一处理措施后，所产生的固废环境影响不大。

### （2）船舶垃圾影响

工程运行期将以 5 千吨级船舶为代表船型，船员生活垃圾发生量 0.5kg/(d·人) 计算，估算各水平年工程河段航道内船舶生活垃圾发生量为：2035 年 18.4t、2050 年 20.1t。

船舶垃圾严格按照交通部 2015 年第 25 号令《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》执行。航道内船舶应配备有盖、不渗漏、不外溢的垃圾

储存容器或垃圾袋收集生活垃圾和生产废物，可以交由运河沿线的水上服务区或者在沿线港口靠泊时由专业单位收集后送岸上处理，严禁将船舶垃圾投入航道中。在加强船舶垃圾监管的情况下，不会对沿线水体造成显著影响。

## 6.10 移民安置环境影响评价

### 6.10.1 移民安置环境容量分析

根据工程可行性研究报告，本次平陆工程征地范围内涉及人口共 3222 户 14882 人，其中农村人口 2274 户 10490 人，城镇 948 户 4392 人。对于城镇迁建，横州市部分及灵山县部分集镇人口搬迁安置规划参照水库淹没区，钦州市市区集镇部分人口搬迁暂采取公寓房安置补偿方式，由移民自行安置。工程建设征地农村和城镇搬迁安置去向详见表 6.10.1-1 和表 6.10.1-2。



表 6.10.1-1 农村搬迁安置人口统计表

市	县(区、市)	镇	村委(社区)	调查基准年搬迁人口		规划水平年搬迁人口		安置方式	集中安置点 规划面积 (m <sup>2</sup> )
				户数	人数	户数	人数		
合计				2274	10490	2274	10701		
南宁市				319	1182	319	1206		
	横州市			319	1182	319	1206		
		新福镇		319	1182	319	1206		
			平塘村	15	39	15	40	分散后靠、一次性补偿	
			丕地村	7	28	7	29	分散后靠	
			三阳村	69	278	69	283	分散后靠	
			新福社区	228	837	228	854	拟集中安置到新福新区\后靠安置	117800
钦州市				1957	9308	1955	9495		
	灵山县			1542	7139	1540	7281		
		沙坪镇		796	3302	796	3369		
			旧圩社区	101	363	101	370	集中安置	75500
			沙港社区	91	377	91	385		
			思榜村	160	816	160	832	集中安置	83200
			七里村	334	1321	334	1348	集中安置	134800
			金科村	110	425	110	434	集中安置	43400
		旧州镇		475	2598	475	2649		
			石桥村	90	542	90	553	集中安置	55300
			石柱村	110	608	110	620	集中安置	93000
			下浪村	11	58	11	59	分散后靠	
			西屯村	64	317	64	324	集中安置	32400
			民主村	85	500	85	510	分散后靠\集中安置	14700

市	县(区、市)	镇	村委(社区)	调查基准年搬迁人口		规划水平年搬迁人口		安置方式	集中安置点 规划面积 (m <sup>2</sup> )
				户数	人数	户数	人数		
			大岭村	2	11	2	11	分散后靠	
			张高村	113	562	113	572	分散后靠\集中安置	11700
		陆屋镇	企石村	271	1239	269	1263	分散后靠\集中安置	
			杨屋村	185	885	183	901	分散后靠\集中安置	100000
			罗坪村	36	174	36	178	分散后靠	
			陆东村	11	42	11	43	分散后靠	
				39	138	39	141	分散后靠\集中安置	7800
	钦北区			313	1643	313	1677		
		青塘镇		44	227	44	231		
			青苏村	24	126	24	128	分散后靠\集中安置	12000
			决竹村	15	81	15	83	分散后靠	
			那路村	5	20	5	20	分散后靠	
		平吉镇		269	1416	269	1446		
			永隆村	82	429	82	438	集中安置	17400
			大田坪村	66	344	66	351	集中安置	8600
			平里村	3	16	3	16	分散后靠	
			番标村	1	5	1	5	分散后靠	
			平吉村	45	224	45	229	集中后靠\集中安置	22900
			三冬村	41	206	41	210	分散后靠	
			古秀村	18	116	18	119	分散后靠	
			白鹤洞村	13	76	13	78	分散后靠	
	钦南区			102	526	102	537		
		久隆镇		102	526	102	537		
			久隆村	38	242	38	247	分散后靠	

平陆运河（平塘江口~钦江大桥段）工程环境影响报告书

市	县(区、市)	镇	村委(社区)	调查基准年搬迁人口		规划水平年搬迁人口		安置方式	集中安置点 规划面积 (m <sup>2</sup> )
				户数	人数	户数	人数		
			沙田村	15	60	15	61	集中安置	47600
			丁屋村	32	134	32	137		
			水铺村	17	90	17	92		

表 6.10.1-2 城镇部分搬迁安置人口统计表

市	分段		合计						马道枢纽上游航道		企石枢纽-马道枢纽航道		青年枢纽-企石枢纽航道		钦江入海口航道	
			调查基准年		规划水平年		调查基准年 人数	规划水平年 人数	调查基准年 人数	规划水平年 人数	调查基准年 人数	规划水平年 人数	调查基准年 人数	规划水平年 人数		
			户数	人数	户数	人数										
2	4	11	948	4392	948	4479	375	383	92	94	109	111	3816	3891		
南宁市	1	1	92	375	92	383	375	383								
	横州市	1	92	375	92	383	375	383								
		新福镇	92	375	92	383	375	383								
钦州市	3	10	856	4017	856	4096			92	94	109	111	3816	3891		
	灵山县	2	59	201	59	205			92	94	109	111				
		旧州镇	12	92	12	94			92	94						
		陆屋镇	47	109	47	111					109	111				
		3	198	1136	198	1158							1136	1158		
	钦北区		155	814	155	830							814	830		
		长田街道办	43	322	43	328							322	328		
		鸿亭街道办	599	2680	599	2733							2680	2733		
	钦南区	5	119	514	119	524							514	524		
		水东街道办	303	1388	303	1416							1388	1416		
		向阳街道办	158	707	158	721							707	721		
		文峰街道办	12	61	12	62							61	62		
		沙埠镇	7	10	7	10							10	10		
		尖山镇														

分析移民环境容量是指在一定的生产力、一定的生活水平和环境质量条件下，安置区能够长期稳定地承受的移民人口数量。容量的大小与环境资源的数量、质量、生产状况、投入产出、经营效果以及规划目标等有密切的关系。工程建成前后各乡镇耕地变化情况详见表 6.10.1-3。

表 6.10.1-3 工程建成前后乡镇耕地变化情况表

县	镇	农业人口 (人)	现状耕地		征收耕地 (亩)	征收比 例	剩余人均耕 地(亩/人)	是否满足 生产安置 标准
			现状人均耕 地 (亩/人)	耕地 (亩)				
合计					14168.00			
横州市					984.28			
	南乡镇	99642	0.49	49100	2.28	0.005%	0.49	满足
	新福镇	60000	0.65	38900	982	2.52%	0.63	满足
灵山县					8097.42			
	沙坪镇	57100	0.54	30720	1078	3.51%	0.52	满足
	旧州镇	119415	0.84	100258	3542.11	3.53%	0.81	满足
	陆屋镇	117151	1.24	145839	3477.8	2.38%	1.22	满足
钦北区					3294.21			
	青塘镇	50278	0.99	49610	538.36	1.09%	0.98	满足
	平吉镇	88239	1.30	115031	2755.85	2.40%	1.27	满足
钦南区					1792.09			
	久隆镇	45000	1.16	52410	1742.48	3.32%	1.13	满足
	沙埠镇	42400	0.89	37740	26.72	0.07%	0.89	满足
	尖山街道 办	25800	0.52	13470	22.89	0.17%	0.52	满足

## 2、生产安置规划

经分析，各镇征收耕地比例在 0.005%~3.53%之间，剩余人均耕地在 0.49 亩/人~1.27 亩/人之间，征收比例均在 15%以内，具有足够生产资料环境容量，均可以在本镇内后靠安置。

本项目生产安置拟进行一次性货币补偿加就业转产用地安置的方式，由移民利用补偿资金、就业用地等自行发展，城区附近有条件的村组可以积极发展第三产业，使移民收入水平达到或超过原有水平。

## 6.10.2 水环境影响

### 6.10.2.1 施工期

集中安置点施工废水分为生产废水和生活污水，生产废水主要来源于砂浆搅拌机冲洗和车辆冲洗，生活污水来源于施工及管理人员日常生活用水。

#### （1）砂浆搅拌机冲洗废水

施工区一般布置有砂浆搅拌机。类比同类工程，1台搅拌机冲洗废水产生量约 $2\text{m}^3/\text{d}$ ，废水中的主要污染物为悬浮颗粒物，浓度约为 $2000\text{mg}/\text{L}$ 。搅拌机冲洗废水未经处理直接排放将对集中安置点施工区附近地表水环境有一定影响，应采取处理措施。

#### （2）施工车辆冲洗废水

按照环境保护要求，施工车辆驶出施工区时需对车辆进行冲洗。施工区每个出口处均要设置洗车平台，对施工车辆冲洗后产生冲洗废水。类比同类工程，工程施工高峰期每个施工车辆冲洗平台冲洗废水产生量为 $6\text{m}^3/\text{h}$ ，废水中的主要污染物为悬浮颗粒物，浓度约 $1000\text{mg}/\text{L}$ 。施工车辆冲洗废水不处理直接排放对施工区附近地表水体有一定影响，应采取处理措施。

#### （3）施工人员生活污水

类比同类工程，移民安置点施工人员一般以租住附近居民房为主，施工人员生活污水进入当地污水收集、处理系统，对当地地表水环境影响不大，但需在施工区内设置一定数量的旱厕；部分安置点建设规模较大，施工人员数量较多，会在施工区附近布置施工生活营地，施工生活营地生活污水直接排放将会对附近地表水体产生不利影响，需采取处理措施。

### 6.10.2.2 运行期

集中安置点建成后，水环境影响主要来自于产生的生活污水。本次平陆工程征地范围内涉及人口共3222户14882人，其中农村人口2274户10490人，城镇948户4392人。农村移民涉及到17个集中安置点。城镇迁建涉及3个新福镇、旧州镇和陆屋镇3个集中安置点，钦州市区采取公寓房安置方式。

根据《广西农林牧渔业及农村居民生活用水定额》（DB45/T 804-2019），平陆运河沿线的农村居民生活用水人均额定为 $140\text{L}/\text{人}\cdot\text{天}$ 。根据《广西壮族自治区

区城镇生活用水定额》(DB45/T 679-2017), 城镇居民生活用水人均额定为 190L/人·天。生活污水产生系数取 0.8。根据《第一次全国污染源普查城镇生活源排污系数手册》, 工程涉及区域居民生活污水中的主要污染物及其浓度分别为 COD340mg/L, BOD<sub>5</sub>150mg/L, NH<sub>3</sub>-N50mg/L。沿线安置区的污水产量见下表 6.10.2-1。集中安置区产生的生活污水优先选择纳入市政管网, 无法纳入管网的, 应建设适合农村使用的一体化生活污水处理设施, 处理后达标排放或回用。因此, 移民安置点产生的生活污水进入河流的污染物质极少, 不会对区域水环境造成大影响。城镇迁建采用公寓安置房方式的, 污水纳入市政管网, 经收集后汇入城市污水处理厂处理后达标排放。

表 6.10.2-1 农村移民安置点生活污水排放量表

序号	搬迁村庄	安置方式	规划安置人口(人)	用水定额(L/人·d)	平均污水排放量(m <sup>3</sup> /d)
1	新福社区	拟集中安置到新福新区\后靠安置	837	140	150.66
2	旧圩社区	集中安置	363	140	133.2
	沙港社区		377	140	
3	思榜村	集中安置	816	140	146.88
4	七里村	集中安置	1321	140	237.78
5	金科村	集中安置	425	140	76.5
6	石桥村	集中安置	542	140	97.56
7	石柱村	集中安置	608	140	109.44
8	西屯村	集中安置	317	140	57.06
9	民主村	分散后靠\集中安置	500	140	90
10	张高村	分散后靠\集中安置	562	140	101.16
11	企石村	分散后靠\集中安置	885	140	159.3
12	陆东村	分散后靠/集中安置	138	140	24.84
13	青苏村	分散后靠/集中安置	126	140	22.68
14	永隆村	集中安置	429	140	77.22
15	大田坪村	集中安置	344	140	61.92
16	平吉村	集中后靠/集中安置	224	140	40.32
17	沙田村	集中安置	60	140	51.12
	丁屋村		134	140	
	水铺村		90	140	
合计					1637.64

表 6.10.2-2 城镇移民安置点生活污水排放量表

序号	搬迁街道/镇	安置方式	规划安置人口(人)	用水定额(L/人·d)	平均污水排放量(m <sup>3</sup> /d)
1	新福镇	集中安置	383	190	72.77
2	旧州镇	集中安置	94	190	17.86
3	陆屋镇	集中安置	111	190	21.09
4	长田街道	公寓房安置	858	190	163.02
5	鸿亭街道	公寓房安置	364	190	69.16
6	水东街道	公寓房安置	525	190	99.75
7	向阳街道	公寓房安置	1615	190	306.85
8	文峰街道	公寓房安置	478	190	90.82
9	沙埠镇	公寓房安置	62	190	11.78
10	尖山镇	公寓房安置	13	190	2.47
合计					855.57

### 6.10.3 生态环境影响

移民安置对生态环境产生的不利影响主要发生在移民安置点施工期。表现在工程占地对植被和植物多样性的影响，以及对野生动物的干扰。

#### (1) 移民安置区施工占地对植被和植物多样性的影响

根据移民安置规划，平陆运河工程 17 个农村移民集中安置点共占地 818700 平方米。集中安置点均位于现有村镇内或临近区域，卫星遥感判别和实地调查结果显示其现状用地基本都为农田，少量水塘和未利用地。集中安置共占地的比例相对于整个工程影响区面积比例较低，且干扰呈点状，因此，移民集中安置工程对区域内自然植被和植物多样性的影响较小。

#### (2) 移民安置区施工活动对野生动物的干扰影响

移民安置活动期间，占地、开挖、运输等施工活动干扰了原有动物的生存环境，地表扰动和各种人为活动将对周边动物的栖息环境造成一定的干扰，但鸟类和小型兽类的适应性强，活动范围广，会因为扰动离开施工区域迁往它处，因此，对区域鸟类和小型兽类影响较小，不会造成其数量的大量减少。重点保护野生动物出现的概率极低。因此，移民迁建工程实施对区域内野生动物的干扰影响较为有限。



#### 6.10.4 大气环境影响

移民安置对大气环境产生的不利影响主要发生在移民安置点施工期，场地平整、边坡开挖、房屋建筑等施工活动易产生粉尘，同时施工活动中使用的主要机械设备和汽车大多以汽油或柴油为燃料，此类机械设备的运行过程中，将会排放NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>等污染物质。

根据对典型安置点的调查，安置区域土壤含水率较高、区域风速低、降水量较大，加之工程地下水埋深浅，因此工程所在区域环境起尘条件差，不易产生扬尘。根据对类似工程施工区及周边大气环境的监测资料分析，施工场地周边地区TSP浓度值在40m范围内呈明显下降趋势，50m范围之外，TSP浓度值变化基本稳定，24小时平均浓度值可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。在施工区处于良好管理的情况下，如对施工区采取洒水降尘措施后，距施工现场30m外TSP24小时平均浓度值即可达到二级标准。因此，安置区施工期间扬尘影响可以控制在50m范围以内，并满足二级标准要求。此外，施工作业具有流动性和间歇性的特点，运输车辆及其它施工机械造成的气态空气污染物排放强度十分有限，因此施工机械废气排放对周围环境影响很小。为减小施工机械对环境的影响，需加强对施工机械的维修和保养，合理调度车辆的进出，避免车辆怠速行驶。

#### 6.10.5 声环境影响

噪声的影响主要来源于施工期施工机械和运输车辆，施工机械主要包括挖掘机、推土机、搅拌机等，运输车辆主要为自卸汽车。类比同类项目，主要施工机械的实测噪声值详见下表。

表 6.10.5-1 主要施工机械噪声源实测值

声源	测试点距离 (m)	噪声级 dB (A)
推土机	5	86
挖掘机	5	84
自卸汽车	5	90
混凝土搅拌机	2	90
轮式装载机	5	90
压路机	5	86

根据《环境影响评价技术导则声环境》中固定点源噪声预测公式计算不同距离噪声值，并用声能迭加求出预测点的噪声级。根据计算，建筑施工及道路施工前期处理约 200m 处声环境可达《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，具体见下表。

建议各安置点建设均为昼间施工，尽量减少夜间施工，在采取适当的声环境保护措施后，施工期声环境的影响在可接受范围，且噪声在施工期结束后会随之消失。

表 6.10.5-2 主要施工机械施工噪声组合影响预测结果

噪声源	施工机械	源强 dB (A)	距声源不同距离的噪声预测值 dB (A)							
			5	10	20	50	100	150	200	300
建筑施工	推土机	86	92.58	86.55	80.53	72.58	66.55	63.03	60.53	57.01
	挖掘机	84								
	自卸汽车	90								
	混凝土搅拌机	90								
道路施工 前期处理	推土机	86	92.17	86.15	80.13	72.17	66.15	62.63	60.13	56.61
	挖掘机	84								
	轮式装载机	90								
道路施工 后期铺路	混凝土搅拌机	90	87.47	81.45	75.43	67.47	61.45	57.92	55.43	51.90

## 6.10.6 固废环境影响

### (1) 施工期

移民安置区施工期产生的固体废物主要是施工建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾等。

#### ①建筑垃圾

建筑垃圾主要为施工以及移民拆建房过程中产生少量的碎砖块、废石料、水泥块及混凝土残渣等，还有部分废钢筋等建筑垃圾，这些废弃物多为无机物，若不及时清运将对景观、大气环境产生影响。由于上述建筑垃圾大部分可回收利用，且具有一定的经济价值，因此在施工及移民拆建房过程中基本可实现回收利用，不会对周边环境带来较大影响。

#### ②生活垃圾

根据对各移民安置点现场查勘和类比同类工程移民安置点建设，小型安置区

建设施工人员住房一般采取租借当地民房为主，大型安置区或有场地条件的安置区建设可设置施工生活营地。

移民安置区迁建期间，租住民房施工人员产生的生活垃圾可直接进入当地垃圾处理系统，施工生活营地的垃圾应该集中收集后由环卫部门统一处理。同时对施工人员加强宣传教育和管理工作，严禁生活垃圾乱丢乱弃。经过生活垃圾统一处理措施后，安置点所产生的固废环境影响不大。

## （2）运行期

移民安置区运行期产生的固体废物主要是安置人口产生的生活垃圾。工程征地搬迁涉及人口共 3222 户 14882 人，其中农村人口 2274 户 10490 人，城镇 948 户 4392 人。参考《广西百色水利枢纽通航设施工程环境影响报告书》，按每人每天产生 1kg 生活垃圾估算，则新增生活垃圾产生量为 14.9 吨/天。安置区内应设有垃圾桶和垃圾收集处理集中点，采取“户分类、村收集、镇转运、县市处理”措施，同时对移民加强宣传教育和管理工作，严禁生活垃圾乱丢乱弃。经过生活垃圾统一处理措施后，安置点所产生的固废环境影响不大。

## 6.11 环境地质影响评价

平陆运河工程主要开发任务是航运，根据设计方案，通过建设梯级枢纽对全河段进行连续渠化，对不满足通航标准的河段采取运河开挖、疏浚，切滩、裁弯取直等工程措施，对碍航桥梁进行改造、改建。工程在建设过程中和建成运行后，评价区内的地质环境，特别是水文地质条件、岩土体原有的力学平衡状态将会随之改变，这些改变将可能诱发或加剧新的地质灾害。主要表现为崩塌的加剧、河岸坍塌、浸没和水库岸坡失稳问题等。

### 6.11.1 崩塌坍塌影响

平陆运河需要开挖、疏浚、裁弯取直等工程措施进行航道整治。在建设过程中，航道工程的疏浚和切滩过程中以及水库蓄水后可能会造成岸坡失稳。根据工可报告可知，运河线路途经两大一级区域地质构造单元，构造稳定性分级为稳定性较好。运河线路沿线未发现较大规模滑坡及崩塌。钦江水边局部较陡的岸坡发生坍塌，但规模小，方量小于  $10\text{m}^3$ ，主要原因为河水涨落及凹岸侵蚀。运河沿

线无滑坡、泥石流等宏观不良地质作用，没有 3 级以上地震。预测航道工程造成岸坡失稳的可能性小，危害小，危险性小。

企石梯级枢纽区两岸为缓坡，上部为硬塑状粉质黏土及全风化岩体，下部为强~中风化岩体，为岩土质边坡，岩层走向与边坡走向夹角  $0^{\circ} \sim 28^{\circ}$ ，倾向右岸，岩层倾角  $64^{\circ} \sim 66^{\circ}$ ，右岸边坡稳定条件较好，左岸岩石开挖坡度应小于岩层倾角；发生大规模的滑坡群或崩塌群的可能性较小。

### 6.11.2 淹没影响

平陆运河航道工程共建设 3 座梯级枢纽，分别为马道枢纽、企石枢纽以及青年枢纽。根据工可报告，马道枢纽和青年枢纽均不产生新的水库淹没影响，不考虑水库淹没影响区。水库淹没影响区只涉及企石枢纽库区。淹没区面积约 399.23 亩。形成淹没区后，两岸水位抬高，使一些地区发生“浸没”，可能会造成地上建筑物发生基础不均匀沉降。有些地区甚至发生沼泽化、盐渍化，导致农作物无法种植、土地荒芜、工矿企业排水困难。在低洼地区会引起土地充水、沼泽化、盐渍化或地下水淹没。

### 6.11.3 水库岸坡失稳

平陆运河建成后，枢纽建成蓄水后将形成库区，造成一定面积的淹没区和水位抬升。有研究表明，高变幅水库（例如三峡）在蓄水及其运行过程中，水位呈现周期性涨落，存在 30m 的高变幅水位，处于库水位变动带内的土质岸坡的土体将在天然状态与饱和状态之间、干湿状态之间周期性变化，破坏了库岸边坡原有的自然平衡条件，引起边坡形状及稳定性的变化。

当水库蓄水工程完成后，岸坡岩土体的含水量由不饱和变为饱和，浸泡于水位以下的岸坡岩土体在孔隙水压力作用下导致坡体有效重量减小。同时，地下水对水位以上岸坡连通性较差的岩层会产生顶托作用，降低岸坡岩土体有效应力，导致岸坡失稳。

库区水位骤然下降时，水库岸内地下水水位高于库水位，地下水由岸坡坡体排出，如果坡体内地下水排出较慢，地下水水位下降滞后于库水位，形成较大静

水压力，增大岸坡下滑力，引起崩塌和滑坡。此时，对于地下水富集的岸坡，水位突然下降导致一部分地下水排出，库岸所受的浮托力骤减，可能致使库岸陷落压密，激发超孔隙水压力，使压密带抗剪强度急剧降低而导致岸坡失稳。

平陆运河开通后，为满足通航需求，I级航道的水深在5.4米左右。沿线水位保持在较平稳的水平，不会有较大的起伏波动。根据《平陆运河社会稳定风险研究报告》可知，运河沿线无滑坡、泥石流等宏观不良地质作用，地质稳定性较好。类比同类水利枢纽项目，预测在正常通航情况下，水库正常蓄水后，由于边坡岩土体浸水饱和且坝址边坡长期受河水冲刷，岩土体抗剪强度降低，局部地段覆盖层很可能发生浅层土体滑动或因节理裂隙发育的岩质边坡会形成的小规模的岩体崩塌、滑移、楔体掉块等现象，但不会产生大规模的岸坡失稳现象。

但是考虑到平陆运河地处广西壮族自治区，沿线降雨量比较丰富，年平均为1600-2000毫米，多集中在4~9月。汛期降雨具有汇流时间短、流量大、流速大的特点，可能会造成枢纽水库水位快速上涨。据研究，一些小型水库由于库容、流域面积较小，汛期遭遇短时强暴雨时，形成水库蓄水量、库水位快速增长。如果岸坡周边土体长期含水量较小，水库水位快速上涨引起岸坡地下水位上升及水浪冲击。随后库区蓄水通过非控制性溢洪道泄洪又引起库水位快速下降，以及水库调度运行引起库水位快速下降，岸坡土体突然失去水库水体托浮作用，及岸坡土体中地下水不能快速排出，极有可能导致岸坡失稳诱发滑坡。因此在汛期降雨量比较充沛的春夏季节，当平陆运河枢纽的水位发生较大较快的变动时，有可能产生滑坡，崩岸等地质灾害现象。

根据上述分析，结合方案设计及地质调查，原河道弯曲段受常水位变幅影响易造成塌岸等风险，水库蓄水后局部产生岸坡坍塌和库岸再造，对库岸稳定不利。建议对企石梯级、旧州镇段、青年梯级、平吉镇段的4段岸坡做好防护。

#### 6.11.4 盐渍化影响

平陆运河开通后，最下游的青年梯级以下路线沿钦江干流走向，属于钦江下游感潮河段。由于河槽通航需要，将大幅向下开挖河槽，致使新青年枢纽下与低潮位下的海水直接贯通。尽管上游有径流淡水补给，但数值模拟计算分析的初步结果表明，在枯水期闸下仍然存在约6.5%左右的盐度，将给船闸运行带来咸水

进一步上溯、船闸结构腐蚀等系列性的问题。运河开通后，如果防渗措施不当或防渗措施遭受破坏，可能会使局部海水与淡水存在水力联系，可使运河两岸的淡水水位升高，加剧盐渍化土地的发展。海水入侵和运河两岸的海水养殖均可能造成地下水中矿化度增高，从而引起运河两岸的土地发生盐渍化或使盐渍化加剧，造成农作物减产。

## 7 环境风险评价

### 7.1 评价目的

平陆运河项目建设实施后，船舶施工期及运行期在航道发生碰撞事故将造成燃油进入航道水域，对环境存在潜在危害。

水路运输历来存在较高的污染损害事故风险，如船舶搁浅或碰撞等事故引发的油品、装卸储存货物泄漏事故等，往往会对航道和港口水域及邻近沿岸产生不利影响。在松花江污染事件发生后，原国家环境保护部 2012 年发布了《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77 号）《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2012〕98 号）等文件，明确提出从源头防范环境风险，加强对有毒有害物质泄漏风险管理的要求。

参考《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T 169-2018）的要求，通过风险识别、风险分析和风险后果计算等开展环境风险评价，为工程设计和环境管理提供资料和依据，以达到降低危险，减少危害的目的。

### 7.2 溢油风险识别

#### 7.2.1 风险环节及类型分析

平陆运河工程事故污染风险主要来源于施工期和运行期船舶碰撞、搁浅、侧倾等造成燃料泄漏等污染事故。工程建设后，航道条件改善，为船舶运输提供更好的条件，运行期运河内存在发生事故风险的概率；工程建设施工期间，施工河段施工船舶数量增加明显，且施工材料的运输需要施工船舶横向行驶，疏浚、切滩等还需要船只采取定点施工，可能导致局部河段事故风险的发生概率上升幅度较大。

施工船舶在作业或行进时，由于管理疏忽、操作违反规程或失误等原因引起油类跑、冒、滴、漏事故的可能性较大，将会对水域造成油污染。

运行期根据区域的风险事故的历史状况及其他统计资料可知，易发生风险事故的区域主要位于水上服务区、航道区、锚地区等，事故类型主要有溢油、火灾和爆炸等。

表 7.2.1-1 船舶事故的典型诱因分析表

发生地点	高风险区	代表性的发生原因
航道	较窄处、交汇处、流速较大处等	触礁、搁浅、船与船碰撞、恶劣气象条件、火灾爆炸、溢出泄漏
锚地	进出口处等	船与船碰撞、火灾爆炸、溢出泄漏
水上服务区	船舶停靠前沿	船与船碰撞、船与码头碰撞、火灾爆炸、溢出泄漏
桥梁	桥梁	车辆事故之后掉落运河造成汽油泄漏

## 7.2.2 物质危险性识别

平陆运河运输货种以煤炭、矿建材料运输为主，无危险化学品运输，因此本项目主要风险物质为船舶燃料油，常见船用燃料油主要特性参数见下表。

表 7.2.2-1 汽油的理化性质及危险特性表

标识	中文名	汽油	英文名	Gasoline; petrol	危险货物编号		31001	
	分子式		分子量		UN 编号	1203	CAS 编号	8006-61-9
	危险类别	第 3.1 类 低闪点易燃液体						
理化性质	性状	无色或淡黄色易挥发液体，有特殊的臭味						
	熔点 (°C)	<60		临界压力 (Mpa)				
	沸点 (°C)	40~200		相对密度 (水=1)		0.70~0.79		
	饱和蒸汽压(kpa)			相对密度 (空气=1)		3.5		
	临界温度 (°C)			燃烧热 (KJ·mol <sup>-1</sup> )		无资料		
	溶解性	不溶于水，易溶于苯、二硫化碳、醇、脂肪。						
燃烧爆炸危险性	燃烧性	易燃		闪点 (°C)		-50		
	爆炸极限 (%)	1.3~6.0		最小点火能 (MJ)		无资料		
	引燃温度 (°C)	415~530		最大爆炸压力 (Mpa)		0.813		
	危险性	其蒸气与空气可形成爆炸性混合物。遇明火、高热极易燃烧爆炸。与氧化剂发生强烈反应。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇明火会引着回燃。						
	灭火方法	喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。 灭火剂：泡沫、干粉、二氧化碳。用水灭火无效。						
	禁忌物	强氧化剂				稳定性	稳定	
	燃烧产物	一氧化碳、二氧化碳				聚合危害	不聚合	
毒性及	急性毒性	LD <sub>50</sub> (mg/kg, 小鼠经口)	67000	LD <sub>50</sub> (mg/kg, 小鼠吸入)	103000 2h			
	健康危害	车间卫生标准						



健康危害	<p>侵入途径：吸入、食入；</p> <p>急性中毒：对中枢神经系统有麻醉作用。轻度中毒有头晕、头痛、恶心、呕吐、步态不稳、共济失调。高浓度吸入出现中毒性脑病。极高浓度吸入引起意识突然丧失、反射性呼吸停止。可伴有中毒性周围神经病及化学性肺炎。部分患者出现中毒性精神病。液体吸入呼吸道可引起吸入性肺炎。溅入眼中可导致角膜溃疡、穿孔，甚至失明。佩服接触急性接触性皮炎，直至灼伤。吞咽引起急性肠胃炎，重者出现类似急性吸入中毒症状，并可引起肝、肾损害。</p> <p>慢性中毒：神经衰弱综合症、植物神经功能紊乱、周围神经病。严重中毒出现中毒性脑病，症状类似精神分裂。皮肤损害。</p>
急救	<p>皮肤接触：立即脱去被污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤，就医；</p> <p>眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟，就医；</p> <p>吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医；</p> <p>食入：给饮牛奶或用植物油洗胃和灌肠，就医。</p>
防护	<p>工程控制：生产过程密闭，全面通风；</p> <p>呼吸系统防护：一般不需要特殊防护，高浓度接触时可佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）；</p> <p>眼睛防护：一般不需要特殊防护，高浓度接触时可戴化学安全防护眼镜；</p> <p>身体防护：穿防静电工作服；</p> <p>手防护：带防苯耐油手套；</p> <p>其他：工作场所禁止吸烟。避免长期反复接触。</p>
泄漏处理	<p>迅速撤离泄漏区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员佩戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服。尽可能切断泄漏源，防止进入下水道、排洪沟等限制性空间；</p> <p>小量泄漏：用砂土、蛭石或其他惰性材料吸收，或在保证安全情况下就地焚烧；</p> <p>大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容；用泡沫覆盖，降低蒸气灾害。用防爆泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置。</p>
储运	<p>储存于阴凉、通风仓间内，最高仓温不宜超过 30℃，远离火种、热源。防止阳光直射；保持容器密封，应与氧化剂分开存放。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型，开关设在仓外。桶装堆垛不可过大，应留有墙距、顶距、柱距及必要的防火检查通道。罐储时要有防火防爆技术措施。禁止使用易产生火化的机械设备和工具。罐装时应注意流速（不超过 3m/s），且有接地装置，防止静电积聚。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。</p>

表 7.2.2-2 柴油的理化性质及危险特性表

标识	英文名：Diesel oil	分子式：	分子量：
	CAS 号：	UN 编号：	危险货物编号：
理化性质	外观与性状：稍有粘性的棕色液体。		
	熔点(℃)： -18 沸点(℃)： 282-338		
	相对密度(水=1)： 0.87-0.9	相对蒸气密度(空气=1)：	
	主要用途	用作柴油机的燃料。	
溶解性			
燃烧爆炸危险性	引燃温度 (℃)： 257	爆炸上限 (V%)：	闪点 (℃)： 38
		爆炸下限 (V%)：	

	危险特性	遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。	
	稳定性：	聚合危害：	
	禁忌物	强氧化剂、卤素。	
	灭火方法	喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：泡沫、干粉、二氧化碳。用水灭火无效。	
毒性及健康危害	环境标准	中国 MAC(mg/m <sup>3</sup> )	未制定标准
		前苏联 MAC(mg/m <sup>3</sup> )	未制定标准
		TLVTN	未制定标准
		TLVWN	未制定标准
	侵入途径	吸入、食入、经皮吸收。	
毒性	LD <sub>50</sub> : 无资料 LC <sub>50</sub> : 无资料		
健康危害	皮肤接触可为主要吸收途径，可致急性肾脏损害。柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮。吸入其雾滴或液体呛入可引起吸入性肺炎。能经胎盘进入胎儿血中。柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛。		
包装与储运	危险性类别：	危险货物包装标志：Z01	
	储运注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。应与氧化剂、卤素分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。	
防护措施	<p>皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。就医。</p> <p>眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。</p> <p>吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。</p> <p>食入：尽快彻底洗胃。就医</p>		
泄漏处置	迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿一般作业工作服。尽可能切断泄漏源。防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏：用活性炭或其它惰性材料吸收。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置。		

## 7.3 溢油事故源项分析

### 7.3.1 事故风险概率分析

#### (1) 施工期

参考同类航道项目，施工期采取目前较为先进的施工工艺，以及海事、航道等管理部门通力配合，施工期间均未发生施工船舶溢油事故，因此类比分析本工程施工期间，发生船舶溢油的概率较小。

## （2）运行期

根据广西海事局西江水上污染事故统计，2016年~2020年西江船舶污染事故仅发生1起。根据广西海事局2016~2020年船舶污染事故统计结果，广西海域共发生船舶污染事故2起，详细信息见下表。

表 7.3.1-1 2016~2020年广西海域船舶污染事故

年份	地点	事故名称	事故等级	事故种类	污染物名称	污染物数量	种类
2016	江山双墩码头水域	恒创12	小事故	操作失误	油污	0.05t	成品油
2018	防城港10#泊位	THERESA DUA 操作性污染	小事故	操作失误	油污	0.18t	成品油

根据以下公式计算船舶风险事故概率：

$$P = \frac{N}{S_n} \times S$$

其中，P为船舶风险事故概率，N为船舶历史风险事故总数，S<sub>n</sub>为历史船舶艘次，S为本项目船舶艘次。以2016~2020年数据为基础，同时考虑运输船舶大型化趋势，据此推定本项目实施后航道内发生船舶溢油事故的概率约为0.08次/年。

### 7.3.2 事故风险源强分析

#### （1）施工期

施工船舶大部分为1000t以下船舶。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017），1000吨级散货船单舱燃油量约为10t。

#### （2）运行期

按照工程可研报告，平陆运河航道技术等级为内河I级，兼顾5000吨级内河船舶通航，预留远期发展建设条件。

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017），3000吨级散货船单舱燃油量约为30t，5000吨级散货船单舱燃油量约为50t。

## 7.4 溢油事故风险预测与评价

### 7.4.1 模型介绍

溢油进入水体后发生扩展、漂移、扩散等油膜组分保持恒定的输移过程和蒸发、溶解、乳化等油膜组分发生变化的风化过程。本评价溢油模型采用“油粒子”模型，该模型可以很好地模拟上述物理化学过程，另外，“油粒子”模型是基于拉格朗日体系具有稳定性和高效率性特点。“油粒子”模型就是把溢油离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，油膜就是有这些大量的油粒子所组成的“云团”。

#### （一）输移过程：

油粒子的输移包括了扩展、漂移、扩散等过程，这些过程的是油粒子位置发生变化的主要原因，而油粒子的组分在这些过程中不发生变化。

##### （1）扩展运动

溢油自身扩展过程是指溢油在扩展系油膜在重力、黏性力和表面张力综合作用下的运动。现场观测资料表明，在溢油的初期(数 10 小时内)扩展过程起到支配的作用。随着油膜逐渐变薄，油膜开始破碎，扩展作用也随之减弱。

本文仅采用惯性力-重力公式计算初始油膜的面积，并在该尺度内分配“油粒子”的初始位置。其计算公式可以表示为

$$A_0 = \pi \frac{k_2^4}{k_1^2} \left( \frac{VgV_0^5}{\nu_w} \right)^{\frac{1}{6}}$$

其中， $A_0$  为初始面积； $V = (\rho_w - \rho_0) / \rho_w$ ， $\rho_w$  为水的密度， $\rho_0$  为油的密度； $g$  为重力加速度； $V_0$  为溢油的初始体积， $\nu_w$  为水的运动粘度； $K_1$ ， $K_2$  为经验系数，在计算中分别取为 0.57 和 0.725。

考虑到溢油的内力，也即惯性力、重力、黏性力、表面张力等在油膜变化和运动中的作用，本文假设在油膜厚度不均的区域存在一种“扩展力”，这种“扩展力”能够产生扩展速度推动油膜从厚度较高的区域向厚度较低的区域移动。油膜厚度梯度的计算是基于矩形或正方形网格建立起来的，这套网格将独立于计算水动力的网格。因此，网格单元内油膜扩展速度的计算公式可以用下式表示：

$$u_{cell} = k g \frac{\Delta h}{\Delta x}$$

$$v_{cell} = k g \frac{\Delta h}{\Delta y}$$

其中， $\frac{\Delta h}{\Delta x}$ 和 $\frac{\Delta h}{\Delta y}$ 分别为网格单元在 $x$ 、 $y$ 方向上的厚度梯度分布；而 $k$ 为扩

展系数，其计算原理以Fay理论为基础，主要是为了使扩散系数对油品敏感，比如，不同的油品因为其密度的不同使得该油品的扩展系数不同。其计算公式为

$$k = k_1 g \frac{\Delta^{\frac{1}{6}} g V^2}{v_w^{\frac{1}{6}}}$$

其中， $K_1$ 为经验系数，其值一般取为10。

### (2) 漂移运动

油粒子漂移的作用力是水流和风拽力，油粒子总漂移速度为：

$$U_{tot} = \alpha U_w + U_s$$

式中： $U_w$ 为江面以上10m处的风速； $U_s$ 为表面流速； $\alpha$ 为风漂移系数，一般在0.03~0.05之间。

二维水动力模型计算的流速是沿水深方向平均值，而油粒子所计算流速是表面流速，因此本评价假设表面流速为平均流速值1.1-1.5倍。

二维水动力计算结果中的流速计算点位于各离散的网格点，而“油粒子”模型中绝大部分时间里粒子不是正好处于这些点上，因此需要对流速值内插。

### (3) 紊动扩散

假定水平扩散各向同性，一个时间步长内 $\alpha$ 方向上的可能扩散距离 $S_\alpha$ 可表示为：

$$S_\alpha = [R]_{-1}^1 \sqrt{6D_\alpha \Delta t}$$

其中 $[R]_{-1}^1$ 为-1~1之间的随机数， $D_\alpha$ 为 $\alpha$ 方向上的扩散系数。

### (二) 风化过程：

油粒子的风化包括蒸发、溶解和乳化等各项风化过程，在这些过程中油粒子的组成发生变化，但油粒子水平位置没有变化。

## (1) 蒸发

蒸发将使溢油量减小，同时改变溢油的密度和粘性等物理性质。依据 Reed(1989)提供的蒸发分数公式：

$$\frac{DF_V}{DT} = - \left( \frac{F_{VMAX} - F_V}{1 - F_V} \right) \theta$$

其中  $F_V$  为蒸发量占液体总量的分数， $F_{Vmax}$  为最大蒸发分数，如果  $F_{Vmax} - F_V \leq 0$  时取值 0， $T$  为时间，蒸发系数  $\theta$  依据 stiver 和 Mackay (1985) 的参数化公式：

$$\theta = \frac{KAT}{V_0} = \frac{KT}{\delta}$$

其中  $K = 2.5 \times 10^{-3} U_w^{0.78}$ ,  $U_w$  为江面以上 10m 处的风速， $A$  为油膜面积， $V_0$  为溢油初始体积， $\delta$  为油膜厚度， $T$  为时间。

## (2) 乳化

溢油的乳化过程受风速、波浪、油的厚度、环境温度、油风化程度等因素的影响，一般用含水率表示乳化程度。依据 Mackay(1980)和 Zagorski(1982)提供的含水率公式：

$$\frac{DF_w}{DT} = C_1(U_w + 1) \left( 1 - \frac{F_w}{C_2} \right)$$

其中， $F_w$  为乳化物的含水率， $C_1 = 2.1 \times 10^{-6}$ ， $U_w$  为风速，家用燃料油  $C_2 = 0.25$ 、原油和重油  $C_2 = 0.7$  (Reed, 1989)， $T$  为时间。

## (3) 溢油性质变化

随着蒸发和乳化等变化过程的进行，残留在水体中的溢油性质也不断发生变化，主要表现为：

溢油体积的变化

$$V_t = V_0 [1 - (F_V)_t] / [1 - (F_w)_t]$$

溢油密度变化

$$\rho = (1 - F_w) [(0.6\rho_0 - 0.34)F_v + \rho_0] + F_w\rho_w$$

其中： $\rho_0$  为乳化前油的初始密度， $\rho_w$  为水密度。

#### (4) 油粒子数确定

模拟的精度一般采用最小厚度来表示，该(厚度由单个粒子在一个计算网格单元表征。最小浓度为单个粒子的质量除以其所处的网格的体积，其计算式表示如下：

$$C_{\min} = \frac{m_{particle}}{A_{cell} \times h_{layer}} = \frac{M_{total}}{N_{total} \times A_{cell} \times h_{layer}}$$

其中， $C_{\min}$  为最小厚度； $m_{particle}$  为每个油粒子的质量； $A_{cell}$  为网格单元的面积； $h_{layer}$  为网格水深。

### 7.4.2 事故溢油漂移预测

#### 1、运行期模拟分析

选取了平陆运河工程实施后，代表河段（平塘江口~马道枢纽段）典型河道开展了溢油漂移分析模拟计算。

##### (1)计算条件选取

根据平陆运河实施后运行条件，综合考虑溢油风险，水文条件选取了正常运行平水期作为计算工况，各枢纽采用正常蓄水位。风向选取相对下游方向油膜到达最短时间对应的最不利风向。

##### (2)溢油参数选取

根据溢油种类，确定模型输入参数，见表 7.4.2-1 所示。

表 7.4.2-1 溢油模型参数选取表

油的运动粘度	15cSt	密度(kg/m <sup>3</sup> )	0.85×10 <sup>3</sup>
水运动粘性系数(m <sup>2</sup> /s)	1.01×10 <sup>-6</sup>	油品	柴油

##### (3)溢油结果分析

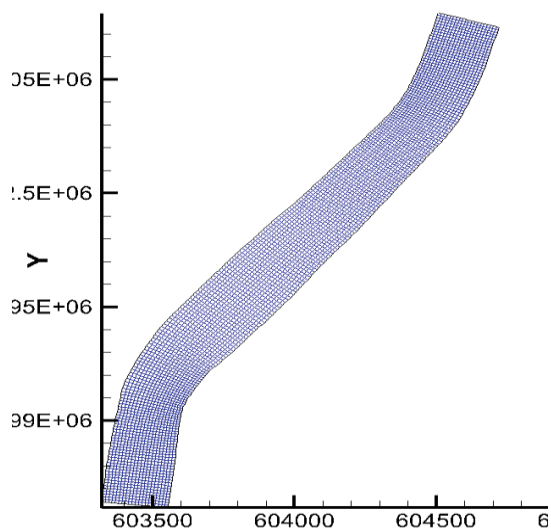


图 7.4.2-1 溢油计算网格布置

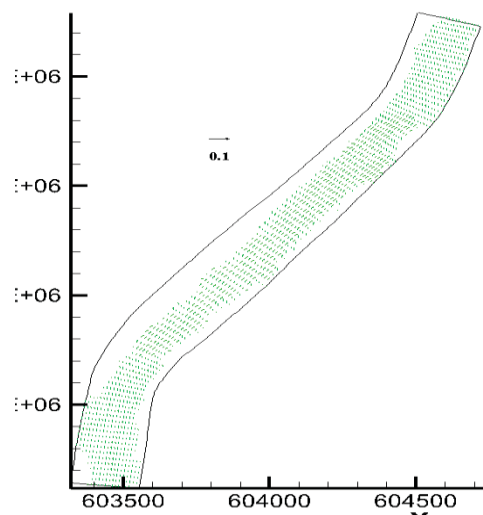
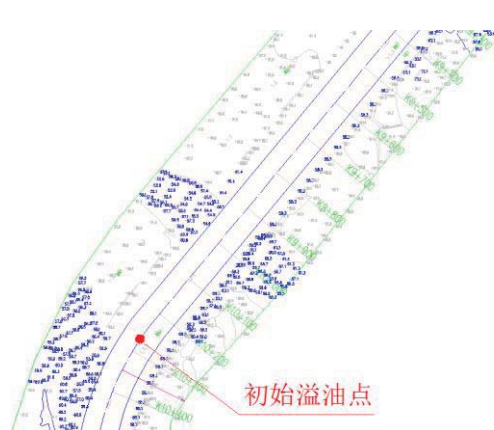
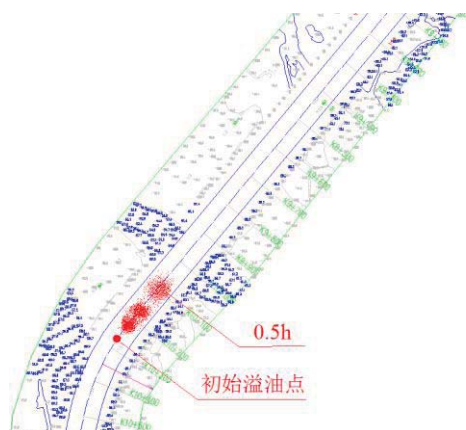


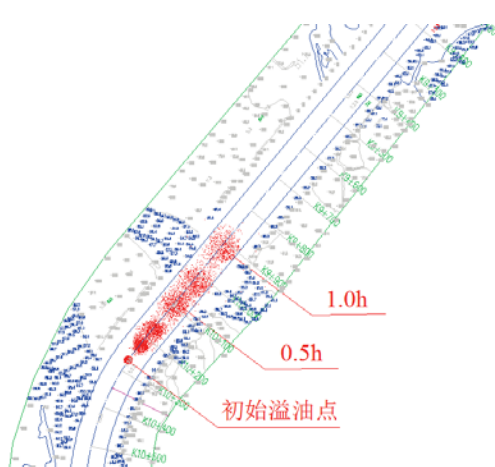
图 7.4.2-2 溢油计算流场分布图



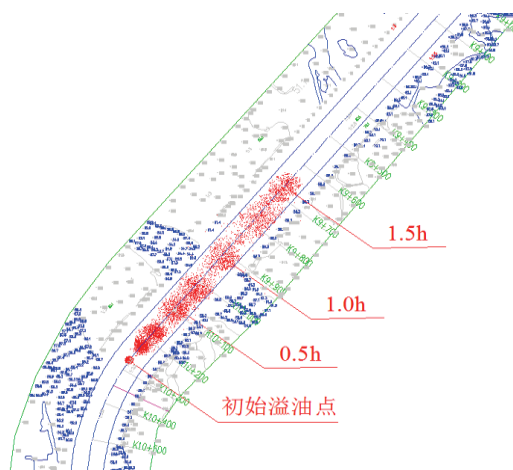
(a) 初始溢油位置



(b) 溢油 0.5h 漂移轨迹



(c) 溢油 1.0h 漂移轨迹



(d) 溢油 1.5h 漂移轨迹

图 7.4.2-3 溢油漂移轨迹图

由图可知，当溢油事故发生后，油膜将沿下游方向漂移，0.5h 漂移距离约



180m，1.0h 漂移距离约 350m，1.5h 后漂移距离约 550m。

## 2、施工期模拟分析

为分析运河在施工期发生溢油事故的影响，选取了钦江部分天然河道进行了溢油模拟分析计算。计算工况为平水期情况下的溢油事故。计算网格及流场分布图如下所示。

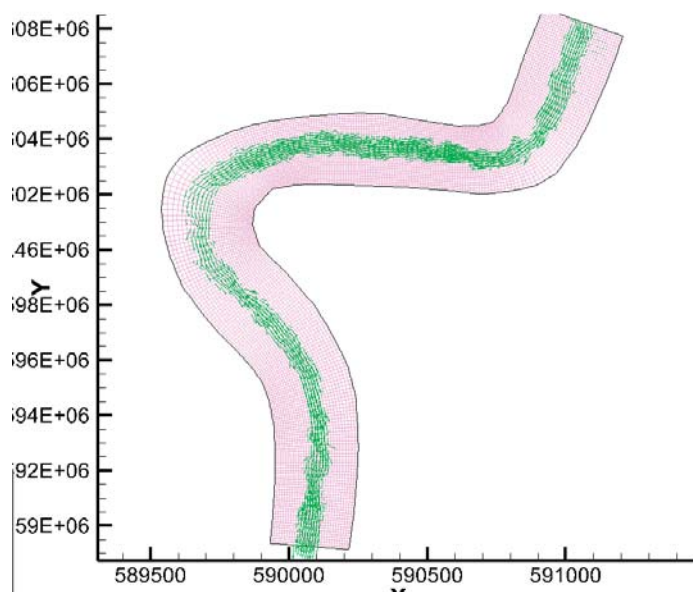


图 7.4.2-4 现状情况下溢油模拟河段的流场分布



图 7.4.2-5 现状情况下溢油模拟河段的流速云图

在获取流场分布后，可模拟出溢油事故发生后溢油的运动情况如下图所示。

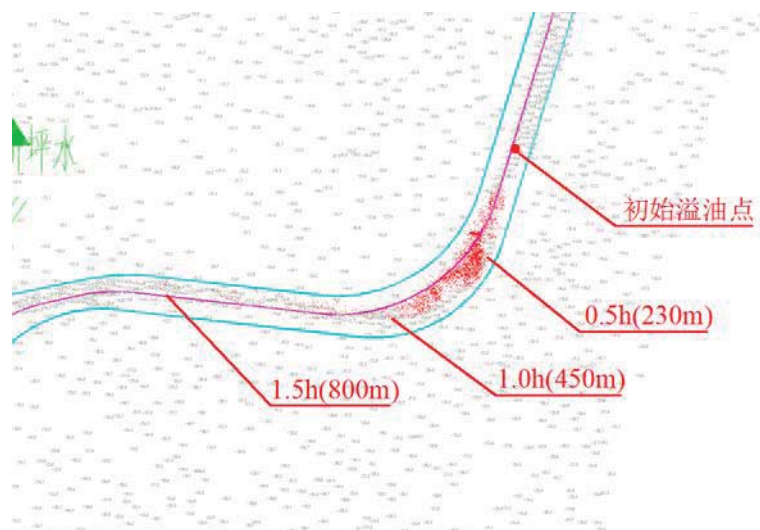


图 7.4.2-6 溢油事故发生后的运行轨迹

由模拟分析可知，发生溢油事故后，30min 溢油漂移至下游约 230m；1h 后溢油漂移至下游约 450m；1.5h 后溢油漂移至下游约 800m 位置处。因此，为保障取水口或人饮工程的安全，需要在相应部位做好溢油事故发生的防护措施。根据应急所需防护时间，需要重点关注在该时段的施工情况，避免出现溢油事故。比如，若抢险时间需要 1h 准备，则需要提前对 450m 以内的施工进行重点考虑，划定对应的敏感施工区域。

发生溢油事故后，溢油事故位置、溢油量、溢油时间均有较大的不确定性，一旦发生溢油，应及时启动应急预案、采取应急措施，并及时通知下游取水口，最大限度地控制油膜向下游的漂移，最大程度地减少溢油对下游沿线各水厂取水口等的污染影响。

为保护沿线水质，必须通过严格的环境管理，尽量杜绝此类事故的发生。并通过建立有关制度、完善设备，提高人员素质和制定溢油应急计划，采取适当的控制溢油事故措施，以控制溢油事故的污染。一旦发生风险事故，应立即启动溢油事故应急计划，降低溢油事故对环境的影响。

## 7.5 溢油对水生生态影响评价

平陆运河一旦发生溢油泄漏，油膜会随着水体，同时在风力的作用下漂移扩散。一方面由于平陆运河溢油油种为燃料油，密度较小，溢油中的较轻组分含量高，且较轻组分油易挥发，因此对事发处的大气环境有一定影响。另一方面，油膜对水生生物和渔业资源的影响也较大，油品不同组分中，低沸点的芳香族烃对一切

生物均有毒性，而高沸点的芳香烃则是长效毒性，均会对水生生物构成威胁和危害，直至死亡。

#### （1）对水质的影响

平陆运河项目范围内涉及钦江饮用水水源保护区、沙坪镇沙坪河水源地等饮用水水源保护区。在钦江水域一旦发生溢油事故，将会对水质产生严重影响。油膜一旦到达保护区范围内，将会对保护区内的水质造成严重影响，油膜所到之处，水质快速降到劣V类水质。因此应严格防范平陆运河船舶溢油事故的发生，特别是平陆运河为梯级运河，水流速度较慢，水体自净能力较差，一旦发生事故，应立即采取应急措施，防止油膜扩散。同时建议在各梯级水闸处配置一定数量的围油栏，一旦发现发生溢油事故，应立即在溢油点外围布设围油栏，防止油膜扩散。

#### （2）对浮游植物的影响

石油会破坏浮游植物细胞，损坏叶绿素及干扰气体交换，从而妨碍它们的光合作用。这种破坏作用程度取决于石油的类型、浓度及浮游植物的种类。国内外许多毒性实验结果表明，作为鱼、虾类饵料基础的浮游植物，对各类油类的耐受能力都很低。一般浮游植物石油急性中毒致死浓度为 0.1~10.0mg/L，通常为 1.0~3.6mg/L，对于更敏感的种类，油浓度低于 0.1mg/L 时，也会妨碍细胞的分裂和生长的速率。

#### （3）对浮游动物的影响

浮游动物石油急性中毒致死浓度范围一般为 0.1~15mg/L，而且不同浓度的石油类环境对桡足类幼体的影响实验表明，永久性（终生性）浮游动物幼体的敏感性大于阶段性（临时性）的底栖生物幼体，而它们各自的幼体的敏感性又大于成体。项目实施后，一旦发生溢油事故，石油类污染将会对鱼类的急性中毒、在鱼体内的蓄积残留和对鱼的致突变性产生较大的负面影响，而且对浮游植物和动物也会产生一定的影响，同时对事故较近处的水源地构成一定威胁，故必须严格落实各项风险防范措施和事故应急预案。

#### （4）对鱼的影响

根据近年来对几种不同的鱼类仔鱼的毒性试验结果表明，石油类对鲤鱼仔鱼 96h LC<sub>50</sub> 值为 0.5~3.0mg/L，因此污染带瞬时高浓度排放(即事故性排放)可导致急性中毒死鱼事故，故必须对航道内石油运输船舶进行严格管控。石油类在鱼

体中积累和残留可引起鱼类慢性中毒而带来长效应的污染影响，这种影响不仅可引起鱼类资源的变动，甚至会引起鱼类种质变异。鱼类一旦与油分子接触就会在短时间内发生油臭，从而影响其食用价值。以 20 号燃料油为例，石油类浓度为 0.01mg/L 时，7 天之内就能对大部分的鱼、虾产生油味，30 天内会使绝大多数鱼类产生异味。

综上所述，平陆运河范围内一旦发生溢油事故，污染因子石油类将会对航道区域内鱼类的急性中毒、在鱼体内的蓄积残留和对鱼的致突变性产生较大的负面影响，而且对浮游植物和动物也会产生一定影响，故必须严格落实各项风险防范措施和事故应急预案。

## 7.6 其他风险评价

### 7.6.1 枢纽环境风险分析

#### （1）施工期炸药、燃油风险

枢纽建设需使用油料、炸药，其运输和储存均存在一定的环境风险，运输过程中须严格遵守危险货物运输的有关规定，炸药运输不得将炸药和雷管混装运输，运输油料的运输车辆须采用密闭性能优越的储油罐，确保不造成环境危害。油库和炸药库严格按安全防护距离要求并会同地方管理部门进行现场选点，与居民点和生活区需保持足够的安全距离，装运和发送须严格遵循《危险化学品安全管理条例》，严格火源控制并配备相应的消防器材。炸药库布置应符合《爆破安全规程》（GB 6722-2003）中的爆破器材库的安全允许距离要求，设置标志牌，修筑防护墙，以减少风险及危害。

#### （2）施工期森林火灾风险

施工期间，由于施工机械、燃油、电器以及施工人员增多，增加了火灾风险。若不加强对施工人员日常用火的管理，将会对工程区内植被和人民生命财产安全构成潜在威胁。施工期应在施工区内建立防火及火灾警报系统。此外，还需对施工人员进行防火宣传教育，严格规范和限制施工人员的野外活动，做好吸烟和生活用火等火源管理，以确保区域森林资源及居民生命财产安全。

#### （3）溃坝的风险分析

河道型水库一般具有日调节性能，无防洪功能洪水漫堤是枢纽失事的主要原

因，按照我国现行的洪水设计标准对防洪安全进行设计，从水文角度估算的理论漫坝风险率要远大于实际漫坝失事率。严格满足相应设计规范要求，可以保证即使发生百年一遇洪水，也不会发生漫坝、溃坝风险。

#### （4）弃渣场失稳风险分析

弃渣场失稳部分土石弃渣将进入河道，增加水土流失，甚至可能出现泥石流，影响下游河道水质，危害下游及周边居民生命财产安全。在堆渣过程中，采取合理的堆渣程序和科学的堆渣坡度，并采取工程措施和植物措施相结合方式加强护坡。弃渣场要采取水土保持措施，设置截排水措施、拦挡及护坡措施、土地整治及复垦措施等，左、右岸弃渣场堆渣结束后将复垦为耕地。在采取以上防护措施的前提下，弃渣场能具有较强的抗干扰能力，发生弃渣场堆体失稳的机率很小。综上所述，采取科学堆放和水土保持措施后堆渣体是稳定的，渣场的拦渣坝的整体抗滑稳定和抗倾覆稳定均满足规范要求，不会发生通过渣体的剪切破坏而导致渣体的边坡失稳，也不会发生渣体与渣场底部接触面的整体剪切破坏，导致渣体整体滑动。因此渣场出现滑坡或被暴雨洪水冲溃的可能性很小。

### 7.6.2 输油管线开挖风险分析

#### （1）风险识别与度量

对于油气管道，环境风险主要为管线或设备破裂造成的油气泄漏事故，并可能导致的火灾、爆炸等事故风险。油气管道一旦发生泄漏、扩散或火灾爆炸等安全事故，将直接威胁人民生命财产安全，影响生态环境和经济发展。

#### （2）风险识别

##### ① 物质理化及毒理性

油气管道输送过程涉及的主要物料为原油，其理化及毒理性质如下：原油系复杂的混合物，其组成除烷烃、环烷烃和芳烃外，还有含硫、氮、氧的化合物，或兼含硫、氮、氧等化合物的胶状、沥青状物质以及含有微量钒、镍等金属的有机化合物。原油闪点范围较宽，凝固点较高，其蒸气与空气形成爆炸混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸，与氧化剂能发生强烈反应，遇高热可分解出有毒的烟雾。原油爆炸极限 1.1%~8.7%，自燃温度为 26.7℃左右，闪点-6.67℃~33℃。

健康与环境危害：原油比较黏稠，附着在物体上很难清除，进入环境中会影响鸟类飞行、觅食和死亡，对于鱼类特别是幼鱼和浮游生物会被包裹窒息死亡等。

毒理：属于低毒类，不同种类的石油产品嗅阈值不同，汽油为 0.00005mg/L，柴油为 0.005mg/L，重油为 0.22~0.5mg/L。当水中石油类产品含量为 0.5mg/L 时，一昼夜后鱼肉有石油味，含量为 0.2mg/L 时，三昼夜后鱼肉有石油味，含量为 0.1mg/L 时，十昼夜后鱼肉有石油味。石油含量 1.0mg/L 时，浮游动物一昼夜后死亡；原油含量 0.3mg/L 时，导致淡水鱼有强毒性。

危险特性：石油类蒸气与空气可形成爆炸性混合物。遇明火、高热极易燃烧爆炸。与氧化剂能发生强烈反应。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇明火会引着回燃。燃烧（分解）产物：一氧化碳、二氧化碳。灭火方法：喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：泡沫、干粉、二氧化碳。用水灭火无效。

泄漏应急处理：迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入，并及时切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服，高浓度接触时戴化学安全防护眼镜和防苯耐油手套。尽可能切断泄漏源，设置围堰，防止进入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏用砂土、蛭石或其它惰性材料吸收，或在保证安全的情况下，就地焚烧。大量泄漏时，构筑围堤或挖坑收容，用泡沫覆盖，降低蒸气灾害。用防爆泵转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理场所处置。

## ② 物质危险性识别

火灾危害：原油为高热值的可燃物质。发生火灾时，其燃烧火焰的温度高，火势蔓延迅速，直接对火源周围的人员、设备、建、构筑物构成极大的威胁。油品燃烧时由于其遇热挥发和易于流散，不但燃烧速度快、燃烧面积大，而且放出大量的辐射热。它不但危及火区周围的人员的生命和毗邻的建、构筑物及设备安全，而且会使建、构筑物因温度升高强度降低造成新的灾害事故。输油管道着火后，有时会引起油品的混腾突沸。燃烧的油品大量外溢，甚至从管道中猛烈的喷出，形成巨大的火柱，造成扑救人员的伤亡。同时，溢流出的燃烧油品还会引燃其它的建、构筑物，扩大灾情。油品火灾在放出大量辐射热的同时，还散发出大量的浓烟。它是由燃烧物质释放出的高温蒸气和毒气、被分解和凝聚的未燃物质和被火焰加热而带入上升气流中的大量空气等三种物质的混合物。它不但含有大量的热量，而且还含有蒸气、有毒气体和弥散的固体微粒，对火场周围人员的生

命安全和周围大气环境质量造成污染和破坏。爆炸和燃烧本质上都是可燃物质在空气中的氧化反应，爆炸与燃烧的区别在于氧化速度的不同。决定氧化速度的因素是在点火前可燃物与助燃物是否按一定比例均匀混合。由于燃烧速度快，热量来不及散失，温度急剧上升，气体因高热而急剧膨胀就成为爆炸。

毒物伤害：油品主要以蒸汽形式经呼吸道进入人体，皮肤吸收很少。其中不饱和烃、芳香烃、硫化物等含量增多时，毒性增大。可引起急性和慢性中毒，根据《毒物危害程度分级依据》，油品对人体健康的危害程度属中度危害。

### ③ 风险类型识别

火灾、爆炸：管道沿线如不法分子钻孔盗油、遇管线上方违章施工、管线内外腐蚀、管道质量缺陷、施工中的缺陷以及洪水、滑坡、地震等自然灾害造成管线破裂，导致原油泄漏，遇火源可能发生火灾、爆炸事故。原油泄漏发生火灾、爆炸事故时，燃烧过程中产生的烟尘、SO<sub>2</sub>、CO 等大气污染物对附近大气环境产生一定程度的不利影响。

泄漏：原油能源管网埋于地下，各类中、小型河流。若因外力损伤、腐蚀、机械损伤、操作失误及自然灾害等原因造成泄漏，对土壤、地下水、地表水、鸟类觅食地将造成严重污染。

### （3）源项分析

输油管道失效导致油品泄漏，泄漏的油品及挥发的油蒸气遇火源极易发生火灾、爆炸事故。火源包括静电、雷击及明火等因素。但通过对引起管线泄漏的原因分析，可以将管线泄漏原因归纳为：外力损伤、腐蚀、机械损伤、操作失误、自然灾害等五个主要方面。下面从这五个方面分析造成管线失效的具体原因。

外力损伤主要是由于建设和施工时的开挖、爆破或机械操作导致管道的意外损坏，致使成品油泄漏。例如：原油管道沿线经过大量的农田及水塘，管线在经过农田的敷设深度不够时，不了解管线位置的农民在使用农具过程中，容易破坏管线。

腐蚀事故多发生于管线的焊道、管线的穿跨越处、锚固点及防腐层补口附近。焊道质量差成为管道的易腐蚀点；另外，管材存在缺陷，如管材局部厚度不够、管材的内外壁有坑点等，这些缺陷都能造成管线发生腐蚀穿孔；当管线的防腐层出现露点时，管线与周边土壤直接接触，加快管线的腐蚀。此外，当管道穿越鱼

塘时，村民打鱼、维护鱼塘时可能损坏管线的防腐层，加速管线的腐蚀。

机械损伤分为施工损伤和材料损伤。施工损伤多发生在管道施工期间，由于施工质量差，或野蛮施工造成防腐层破坏，甚至是管壁变形。在输油管道的敷设中就存在防腐层被石块砸伤的情况；材料损伤是发生在管线出厂前，防腐层的破损造成局部防腐层出现露点，进而腐蚀管线。

操作失误包括人员的误操作和机器的误动作。管道管理人员误指挥、操作人员误操作，造成输油泵、阀门等设备开关不正确，使管线憋压或抽空，误操作引起管线发生水击，这些失误轻微的会引起管线运行不稳，严重的将会引起管线破裂；管线运行的自动化控制系统出现故障，导致设备操作失灵、误动作，进而破坏管线引起成品油泄漏。

自然灾害对管线的破坏是非常严重的，包括地震、滑坡、泥石流、水土流失及一些自然灾害点。管线在经过地震断裂带时，地震会引起管线断裂、油品大量外泄；管线在翻越山体时，暴雨、山洪引起泥石流和山体滑坡移动管线，轻则使管线扭曲，重则使管线断裂；水土流失和地下溶洞都有可能使管线悬空，失去支持和保护。

根据搜集的国内外管道泄漏事故的统计资料，大于 508mm 直径的管线事故率为 0.3 次/1000km·a，所有直径的管线事故率为 0.9 次/1000km·a，事故起因主要与外力损伤、腐蚀和机械损伤等有关。

#### （4）事故影响分析

##### ① 火灾爆炸事故伴生/次生环境影响分析

模拟管道泄漏事故点泄漏时间为 30min，采用挪威船级社 SAFETI 定量风险分析软件进行模拟计算。

对于管道破裂最大可信事故主要以人为事故为主，为此，本环评设定能源管网发生泄漏引起火灾的主要原因是发现泄漏事故后进行泄漏点巡查时，挖掘机作业引起着火，这种情况下火灾范围在挖掘的坑内，池火灾燃烧面积为挖坑的面积。根据管道运行单位的以往经验，泄漏点巡查时一般挖掘深度在 3~4m 左右，挖坑面积在 10m<sup>2</sup> 左右，本评价据此进行伴生污染物的计算、预测。本次评价原油的燃烧速率按 0.179kg/m<sup>2</sup>·s 考虑，管道部分着火面积为 10m<sup>2</sup>，则原油燃烧速度约为 6.444t/h。由于物料的急剧燃烧所需的供氧量不足，属于典型的不完全燃烧，



因此燃烧过程中产生的 CO 量很大，此外原油中硫含量较高，在燃烧的过程中会生成 SO<sub>2</sub>。因此原油燃烧过程中会伴生大量的 CO 和 SO<sub>2</sub> 等污染物，将对周围的环境产生影响。本次评价将就原油燃烧过程的伴生的 CO 和 SO<sub>2</sub> 排放情况进行预测。

一旦泄漏原油遇到火源，则可能发生火灾事故。事故伴生/次生大气环境影响采用 SCREEN3 模式进行预测计算，预测结果见下表：

表 7.6.2-1 输油管线火灾事故伴生/次生大气环境影响预测结果表

影响距离 (m)	SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	占标率 (%)	CO (mg/m <sup>3</sup> )	占标率 (%)
57	123	24500	1280	12770
100	116	23240	1210	12110
200	109	21840	1140	11390
500	54.8	10968	572	5718
1000	20.8	4156	217	2166
1600	10.5	2100	110	1095
2000	7.5	1509	79	787
4000	2.9	577	30	301
5000	2.1	427	22	223
9000	1.0	1955	10	102
25000	0.3	54	3	28

依据《工作场所有害因素职业接触限值》规定的短时间接触容许浓度和半致死浓度限值，

上述有毒有害物质的相应标准如下：

SO<sub>2</sub>：半致死浓度 LC<sub>50</sub> 为 6600mg/m<sup>3</sup>，1h（大鼠吸入）；伤害阈浓度 IDLH 为 270mg/m<sup>3</sup>；短时间（15min）接触容许浓度 PC-STEEL 为 10mg/m<sup>3</sup>。

CO：半致死浓度 LC<sub>50</sub> 为 2069mg/m<sup>3</sup>，4h（大鼠吸入）；伤害阈浓度 IDLH 为 1700mg/m<sup>3</sup>；短时间（15min）接触容许浓度 PC-STEEL 为 30mg/m<sup>3</sup>。

根据预测结果，SO<sub>2</sub> 最大落地浓度为 123mg/m<sup>3</sup>，低于半致死浓度与伤害阈浓度，CO 最大落地浓度为 1280mg/m<sup>3</sup>，低于半致死浓度与伤害阈浓度。短间接接触允许浓度，以 CO 达标的最远距离为 4000m。

## ② 地表水污染

发生火灾爆炸事故后，油品可能随周边沟渠或雨水管网进入地表水体。应制订应急预案，一旦发生火灾爆炸事故且对地表水体造成污染时，应按应急预案积

极处理地表水体污染事故，以求对地表水体的影响降至最低。

管线泄漏可以通过 SCADA 系统立即识别（以一根输油管道截面全部断裂进行计算），从识别到报警不到 1 秒钟，出现报警后，系统会立即启动关闭输油泵和阀室截止阀，技术上考虑，如果关闭过快，会产生水击现象对阀门管道造成破坏，一般设计为 120s-180s 关闭完毕，可以计算出该时间段的流量为：按最大输送流量  $4000\text{m}^3/\text{h}$  计算， $4000 \div 3600 \times 120 \div 2 = 66.7\text{m}^3$ ， $4000 \div 3600 \times 180 \div 2 = 100\text{m}^3$ ，除以 2 是因为从关闭到结束，匀速关闭阀门，流量按一半考虑。按照最不利情况的最大输送流量考虑，从发现泄漏到关闭阀门，共泄漏  $66.7-100\text{m}^3$ 。

石油的基本成分是烷烃、芳香烃等碳氢化合物，具有这些烃类化合物的毒性，且难以被生物降解。原油泄漏进入地表水体后，这些有毒化合物也迅速进入了食物链，影响水生生物的生存；同时影响地表水体水质。所以一旦发生地表水体溢油事故，应采取下述措施：

1) 以收油机进行回收。收油机形式包括浮动式、固定式和移动式，回收的油水混合物经油水分离器进行分离处理。

2) 使用吸附剂对原油进行吸附或吸收。吸附剂来源包括天然材料（稻草、麦秸、纺织废料、羽毛、锯末等）和合成材料（熔喷聚丙烯、无纺布聚丙烯吸附毡、聚氨酯泡沫、纺织纤维结等），吸附剂饱和后，以机械方式回收，作燃料或挤压吸附材料回收油。

建设单位应制订应急预案，一旦发生溢油事故且对地表水体造成污染时，应按应急预案积极处理地表水体污染事故，以求对地表水体的影响降至最低。

### 7.6.3 用水安全风险分析

运河建成后沿岸取水口水质较工程前有所提升，尤其是工程后的沙坪河、旧州江航段，基本能够达到 II 类水质标准。运河建成后，各取水口敏感点位的化学需氧量浓度有所降低，满足 I 类水质标准，可能是水量增大引起环境容量增大所致；取水口处氨氮浓度整体降低，基本满足 II 类水质标准，也可能是水量增大所致；运河沿线部分取水口总磷浓度有所升高，但基本满足 III 类水质标准，这可能是预测水平年流域工农业发展引起点源、面源升高所致；工程前取水口总氮浓度超过 III 类水质标准，运河建成后由于流域工农业发展，引发总氮浓度轻微上升。

此外，考虑到现状水质 TN 营养盐指标浓度较高，运河建设后也可能会出现富营养化问题。同时项目实施后水体流动性减弱，库周污染物排入库，也都是可能形成富营养化的重要因素。富营养化的严重危害就是在夏季藻类大量生长，爆发有害藻水华问题。除营养盐因素外，气候气象条件、光照、水体透明度、水体污染特性、水力学条件等都是重要的影响因素。库湾、支流汇入口、水流较缓等区域是形成富营养化水体、可能爆发藻类水华的潜在风险区域。

## 8 环境保护措施

### 8.1 水环境保护措施

#### 8.1.1 航运枢纽水污染防治措施

航运枢纽产生的生产废水、生活污水及清洁雨水应采用分流制排水系统。生产废水、生活污水应优先纳入公共污水处理系统，无法纳入时，应自建污水收集或处理设施，收集后由环卫部门进行转运或处理后达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GBT 18920-2002）标准后回用于枢纽的绿化等。

##### （1）施工期生活污水

施工生活污水主要来自施工营地的管理和施工人员，建议在施工营地设置化粪池等污水收集设施，由环卫部门统一转运至城市生活污水处理厂进行集中处理。

##### （2）施工期生产废水

混凝土拌和系统废水来源于混凝土转筒和料罐的冲洗废水，含有较高的悬浮物浓度且含粉率较高，pH 值在 12 左右，可处理后进行回用。混凝土拌和系统废水采用加絮凝剂沉淀的方法达到《混凝土拌和用水标准》（JGJ 63—2006）后回用于混凝土拌和系统的冲洗。处理流程见下图。由于其水量很少，采用间断处理的方式，每小时的处理量取  $3 \text{ m}^3/\text{h}$ 。废水先流进调节池储存和均量均质，再通过提升泵进入折流反应池。在提升泵后管道里加硫酸和混凝剂聚合氯化铝，经过混合后到反应池中，使得废水中的 pH 在 8-9 的范围内，同时在混凝剂的作用下，废水中的悬浮颗粒形成比较大的颗粒体。反应池出水流入沉淀池，在沉淀池中实现固液的高效分离。沉淀池出水到回用水池提供回用循环水；底部的污泥排到干化池脱水，过滤水回到调节池处理，干泥可作为回填土用于施工场所。

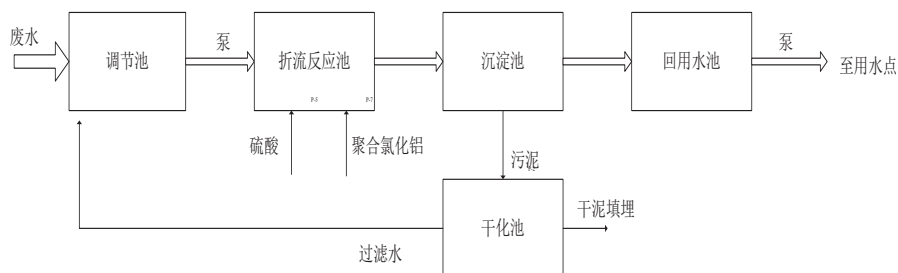


图 8.1.1-1 混凝土拌和系统废水处理流程图

### （3）运行期生活污水

考虑到产生的污水量少，生活污水经过一体化处理设施处理后，由管线或槽车排入城市污水处理厂处理，或者经自建一体化污水处理设施处理后达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GBT 18920-2002)标准后回用于枢纽的绿化等。

### （4）泄水措施

严格落实生态流量泄放，开展梯级联合生态调度，同步建设枢纽下生态流量在线自动监测系统。建议根据枢纽特点，建设生态流量泄放设施，制定生态流量泄放方案。蓄水期生态流量的泄放措施应充分考虑工程特点和施工组织，采用最为简便经济的泄放方式。当采用特殊生态补水措施时，应充分论证泄放方案的安全性和可靠性，并在保证工程质量的前提下实施。

运河停止运行时，洪水期适当泄水冲刷河道，可以在一定程度上改善水质。建议在泄水时，加强对急流航段现场安全监管，同时通过优化调度等方式，尽量不安排下水船与上水过河船在此水域交会；设置相应锚界标志，锚地与主航道界限不是十分明显，建议进一步强化锚地锚泊管理或采取有效措施标示出锚地水域；建议对航道浮标的锚链、钢缆系固情况进行检查，必要时采取松紧锚链、钢缆，微调标位等措施，严密关注航标标位情况，遇浮标流失迅速采取措施收回浮标船。

## 8.1.2 营运船舶水污染防治措施

建议平陆运河实施船舶污染物禁排政策，船舶产生的含油污水、生活污水、垃圾均禁止排放进入运河。在钦州水上服务区、新福水上服务区设置船舶水污染物（垃圾、生活污水、含油污水）接收设施，收集平陆运河产生的船舶水污染物。因此，项目不会新增入河污染物排放量。

接收后的船舶污染物经车辆或管道应转运至城市污水处理厂、垃圾填埋/焚烧厂进行处理，危险废物应由具备危险废物处理资质的单位处理处置。

根据《关于答复全国集中式饮用水水源地环境保护专项行动有关问题的函（环办环监函〔2018〕767号），穿越饮用水水源保护区的船只，应配备防止污染物散落、溢流、渗漏设备。建议平陆运河所有运营船舶均应配备防止污染物散落、溢流、渗漏设备。

### 8.1.3 施工期水污染防治措施

(1) 疏浚、清礁、清渣及抛填等施工作业应安排在枯水期完成，施工期利用 GPS 定位，严格控制施工范围，减少悬浮物发生量。合理安排施工进度，选择悬浮物发生量少的挖泥船，最大限度控制水下施工作业对底泥的搅动范围和强度，减少悬浮物发生量，将施工对水体悬浮物的影响局限在尽可能小的范围内。

疏浚和清礁施工采用 GPS 定位系统，进行开挖的测量定位，根据不同地面高程及开挖深度进行分段分层控制推进，准备确定需要疏浚和清礁的位置，减少疏浚和清礁作业中不必要的挖泥量。在航道边线设置提示标志，禁止越过航道边线在饮用水源保护地内施工。

(2) 施工船舶舱底油污水应遵守《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》，由船舶污染物岸上接收处理。施工船舶应配备有盖、不渗漏、不外溢的垃圾储存容器或垃圾袋收集生活垃圾和生产废物，岸上接收处理，严禁将船舶垃圾投入航道中。施工期船舶上施工人员生活污水不得在本河段水域排放，生活污水经密封收集桶收集后上岸。

(3) 疏浚及清渣过程中应保证泥舱处于密封状态。施工单位应加强泥驳日常维护与保养，确保其良好性能，尤其是泥舱密封条的严密性能和控制泥门开启与关闭的传动部分，及时更换泥门封条和液压杆上的密封圈，以免液压系统失控或密封条失灵而导致泥门关闭不严的现象发生。

(4) 施工船舶生产废水的悬浮物浓度高，水量少，加上混凝土搅拌用水要求不高，该废水经处理后回用。混凝土拌和系统废水采用加絮凝剂沉淀的方法达到《混凝土拌和用水标准》（JGJ 63—2006）后回用于混凝土拌和系统的冲洗。

### 8.1.4 青年船闸防咸措施

通过目前世界范围内的不同船闸工程防咸措施的防咸效果、工程造价和运行成本，综合分析青年枢纽船闸工程的实际情况，建议采用集咸坑作为青年船闸工程的主要防咸措施开展研究设计。

建议集咸坑设置方案：综合考虑不同形式集咸坑的防咸效果，结合其他船闸集咸坑布置情况，建议充分利用上引航道的尺度，将集咸坑底部高程设计为-7.8m，

长度为 480m（自上闸首上游 34m 至上引航道出口断面），宽度与上引航道等宽，增加挖方量约 70 万  $m^3$ 。集咸坑详细设计参数还需要参考已运行船闸集咸坑尺寸和含盐情况进行模拟研究确定。

## 8.1.5 水源地保护措施

### 8.1.5.1 施工期

首先，工程应严格遵循各类设计报告、环境影响评价报告等中拟定的施工点、施工方法、施工进度和资源消耗量及各类环境保护措施。第二，施工过程中还应加强各类必要的水环境保护措施，具体如下：

#### （一）优化施工工艺

优化施工工艺，严格限制施工范围，临时施工围堰尽量远离水源地和取水口，并在施工围堰下游布置防污屏，以减少悬浮物对水质的不利影响。

防污屏的作用是阻滤水中漂浮物、悬浮物，控制其扩散、沉降范围。防污屏由包布和裙体组成，包布为 PVC 双面涂覆增强塑料布，浮体为聚苯乙烯泡沫加耐油塑料模密封，浮子间的间距形成柔性段保证防污帘的可折叠性和乘波性，防污屏漂在水中，浮子及包布的上中部形成水面以上部分；裙体由插在航道中的竹竿或配重链等保持垂直稳定性，形成水下部分，脊绳、加强带和配重链为纵向受力件。在很多使用防污屏的场合，防污屏包围圈的里面细粒悬浮固体的浓度很高，悬浮物为大量迅速沉淀的絮状物。大多数（95%）细粒固体将迅速沉到水底形成流动泥浆层，并以约 1:200 的斜度从排出口向外伸展。另外的 5%物质将悬浮在泥浆层上边的水体中，使防污屏内的水变浑。防污屏包围中一些细粒物质会絮凝化或沉淀。防污屏不能拦截住混浊水，但能使水流限制在防污屏下面以减少屏外水的混浊程度，以达到控制混浊水扩散的目的。

防污屏可放置于抛石、围填溢流口等污染源强处，有效控制污染物扩散。防污屏的效率，也就是防污屏外混浊度相对防污屏内混浊度的减少量，由作业性质、防污屏上游悬浮物质的种类和数量、防污屏构造特性和条件、防污屏包围形状及面积、固锚方法、以及现场水文情况等因数所决定。根据郭家永（2021 年）对防污屏效率的研究结果，在水流较小（ $\leq 0.5m/s$ ）的场合，防污屏外面水的混浊

度 (mg/L) 可比屏内或上游的减少 80~90%。虽然可能有混浊曾在屏下面流动, 就整体而言, 水体上层悬浮物量大大减少了。在中等流 ( $\leq 0.5\text{knot}$ ) 情况下, 合理布放和维护防污屏就可有效地控制 (在屏体下面) 的混浊水流。(参考文献: 郭家永. 浅谈防污屏在非封闭倾废区的应用 [J]. 中国水运 (下半月), 2021, 21(07): 67-69.) 通常, 防污屏由小船投放、展开及回收, 可使防污屏保护水域 SS 浓度显著降低。

## (二) 绿色施工

运河沿线现有取水口分别为灵山县旧州镇西屯江饮用水源取水口、灵山县陆屋镇陆源自来水厂取水口、钦北区平吉镇钦江饮用水源取水口、钦州市开投水务有限公司钦江饮用水水源取水口, 除灵山县陆屋镇陆源自来水厂取水口位于航道与钦江交叉处位于取水口下游 3.2km, 不影响取水, 剩余几个取水口附近航道施工均会对取水造成不同程度的影响。

根据各取水口条件, 施工期间, 具备条件的取水口应优先采用备用水源临时供水。不具备备用水源临时供水条件的取水口影响范围内航段施工时, 根据取水水质与水量要求, 结合环保要求, 取水口上游 1km、下游 500m 航道的施工须采取环保疏浚开挖措施。结合各取水口所处位置, 结合航道段的施工工艺和方法, 各取水口段施工方法如下表。



表 8.1.5-1 取水口段环保施工方法与措施表

取水口位置	对应航道桩号	环保清淤范围		施工工艺与方法
		起始桩号	终止桩号	
灵山县旧州镇西屯江饮用水源取水口	K036+200	K032+200	K037+200	采用左、右岸分期实施，预留施工围堰采取水下施工方式。干地施工，土方直接采用挖掘机开挖，石方采用钻爆后挖掘机开挖。水下施工，采用 4~8m <sup>3</sup> 封闭式抓斗式挖泥船水下直接开挖土方，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m <sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至渣场；石方采用炸礁船上的潜孔钻机钻孔，炸礁后 4~8m <sup>3</sup> 封闭式抓斗式挖泥船水下清渣，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m <sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至渣场；
钦北区平吉镇钦江饮用水源取水口	K075+900	K071+900	K075+300	航道与钦江的交汇处与取水口上、下游的距离分别为 1.05km、1.3km，下游段施工期不影响取水。水上土方采用 3m <sup>3</sup> 挖掘机直接开挖，20~25t 自卸汽车运输；石方采用深孔梯段爆破，YQ150 型潜孔钻机造孔，3m <sup>3</sup> 挖掘机装渣，20~25t 自卸汽车运输；水中土方采用带防护罩的链斗式挖泥船（铭牌 750m <sup>3</sup> /h）水下直接开挖，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m <sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至渣场；石方采用炸礁船上的潜孔钻机钻孔，炸礁后 4~8m <sup>3</sup> 封闭式抓斗式挖泥船水下清渣，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m <sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至渣场；
钦南区久隆镇饮用水取水口	K089+500	K085+500	K090+500	水上土方采用 3m <sup>3</sup> 挖掘机直接开挖，20~25t 自卸汽车运输；石方采用深孔梯段爆破，YQ150 型潜孔钻机造孔，3m <sup>3</sup> 挖掘机装渣，20~25t 自卸汽车运输；水中土方采用带防护罩的链斗式挖泥船（铭牌 750m <sup>3</sup> /h）水下直接开挖，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m <sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至渣场；石方采用炸礁船上的潜孔钻机钻孔(150 型)，炸礁后 4~8m <sup>3</sup> 封闭式抓斗式挖泥船水下清渣，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m <sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至渣场；

取水口位置	对应航	环保清淤范围	施工工艺与方法
钦州市开投水务有限公司钦江饮用水水源取水口	K096+550	K092+550 K097+100	水上土方采用 3m <sup>3</sup> 挖掘机直接开挖，20~25t 自卸汽车运输；石方采用深孔梯段爆破，YQ150 型潜孔钻机造孔，3m <sup>3</sup> 挖掘机装渣，20~25t 自卸汽车运输；水中土方采用带防护罩的链斗式挖泥船（铭牌 750m <sup>3</sup> /h）水下直接开挖，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m <sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至渣场；石方采用炸礁船上的潜孔钻机钻孔(150 型)，炸礁后 4~8m <sup>3</sup> 封闭式抓斗式挖泥船水下清渣，500t 泥驳运至临时码头，再由 3m <sup>3</sup> 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至渣场

### （三）临时用水保障措施

#### 1. 移动净水车

移动净水车由汽车载体和水处理设备组成。是一种移动方便，灵活，独立的净水系统，能够对江、河、湖、塘等地面水、地下水和海水、苦咸水进行处理，达到生活用水标准，被广泛应用于地震、洪水等自然灾害及战时临时供水。移动净水设备超滤系统生活饮用水出水量为 300 吨/天，反渗透系统出水量为 120 吨/天。超滤系统能有效去除胶体，微生物、细菌和大分子有机物，出水水质达到国家饮用净水标准（GJ94-2005）。反渗透系统可以直接去除高浊度，重污染水源，废水回收率为 75%，出水水质到达国家标准（GB17324-2003 瓶(桶)装饮用纯净水卫生标准）。



图 8.1.5-1 净水车示意图

根据《室外给水设计标准》（GB50013-2018），钦州属一区 I 型大城市，每人每天总额生活用水定额为 200L/(人\*d)。

表 8.1.5-2 需采用临时移动净水车临时供水的供水量

序号	需考虑临时供水措施的工程	服务人口	供水量 (吨/d)	预估供水车趟 次（或辆）
1	沙坪镇人饮工程	6000	1200	4
2	七里村人饮工程	5000	1000	3~4
3	陆屋中学人饮工程	3004	600.8	2
4	青松人饮工程	4500	900	3
5	桥柱人饮工程	7500	1500	5
6	旧州镇西屯江水源地	15000	3000	10
7	古秀人饮工程	6461	1328.2	4
8	牛江人饮工程	2224	444.8	1

9	久隆中学饮水工程	607	121.4	1
10	丁屋片人饮工程	2266	453.2	1
11	久隆镇钦江水源地	10000	2000	6~7
12	向塘人饮工程	2500	500	1~2
合计		65242	13048.4	

表 8.1.5-3 需采用临时移动净水车（反渗透）临时供水的供水量

序号	需考虑临时供水措施的工程	服务人口	供水量 (吨/d)	预估供水车趟 次（或辆）
1	沙坪镇人饮工程	6000	1200	10
2	七里村人饮工程	5000	1000	8~9
3	陆屋中学人饮工程	3004	600.8	5-6
4	青松人饮工程	4500	900	7-8
5	桥柱人饮工程	7500	1500	12-13
6	旧州镇西屯江水源地	15000	3000	25
7	古秀人饮工程	6461	1328.2	11-12
8	牛江人饮工程	2224	444.8	3-4
9	久隆中学饮水工程	607	121.4	1-2
10	丁屋片人饮工程	2266	453.2	3-4
11	久隆镇钦江水源地	10000	2000	16~17
12	向塘人饮工程	2500	500	4~5
合计		65242	13048.4	

## 2. 应急供水车

应急供水车为一体式封闭车型，采用食品级储水罐及管路，可有效保证水质安全。采用应急供水车，可于就近水厂或人饮工程取水，直接将产品水运送至目的地，保证施工段附近居民的正常生活用水。



图 8.1.5-2 应急供水车示意图

### 3.处理工艺改造

航道施工过程中，河水中泥沙悬浮物质的大量增加，可在取水头部加装或改进过滤装置，拦截悬浮泥沙。同时，适当增加混凝剂的投加量，增加小型沉淀池及过滤装置，强化对泥沙悬浮物的去除效果。对沿线人饮工程进行处理工艺改造，增加超滤等深度水质处理措施。

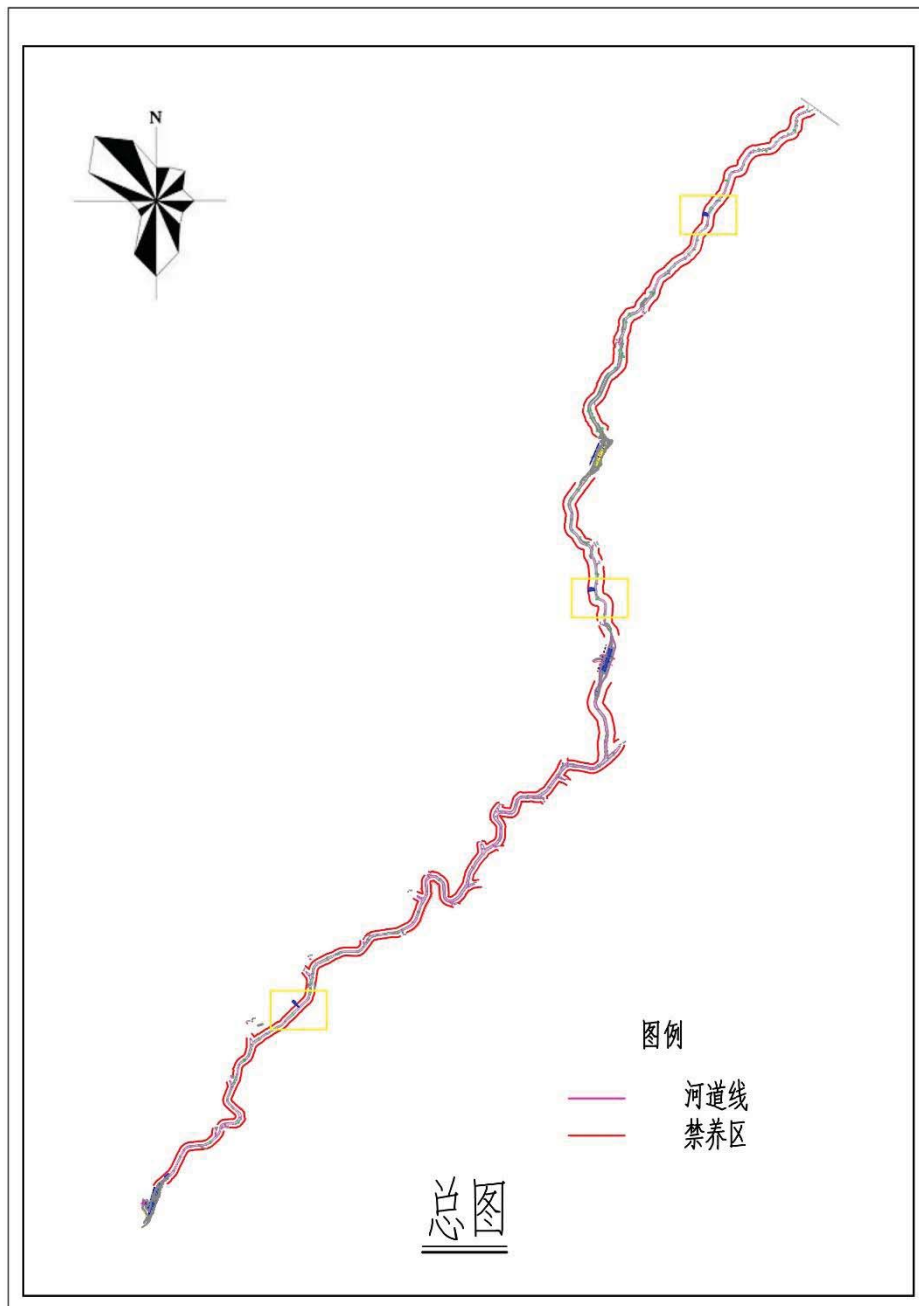
#### 8.1.5.2 水源地保护措施

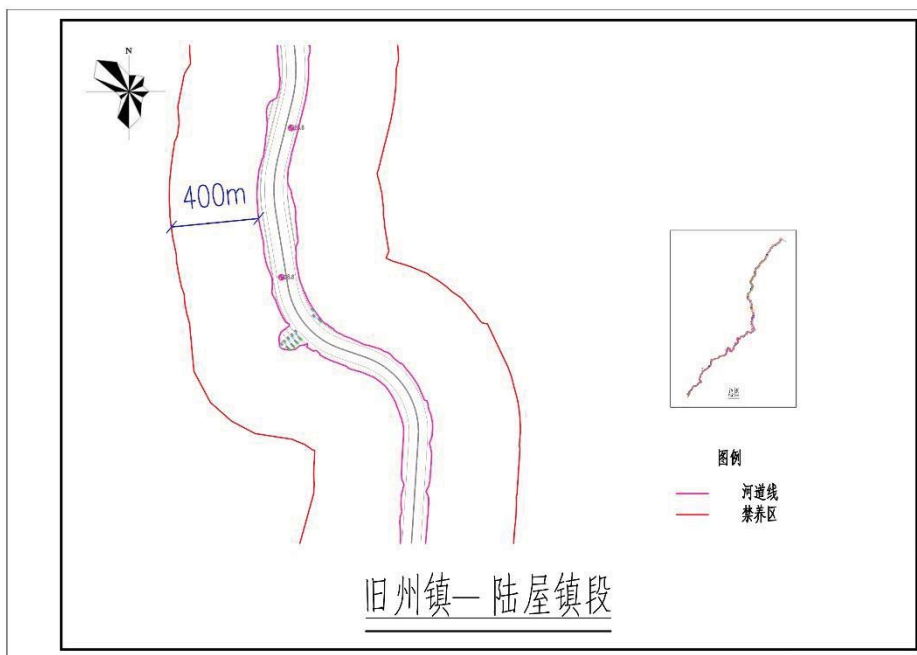
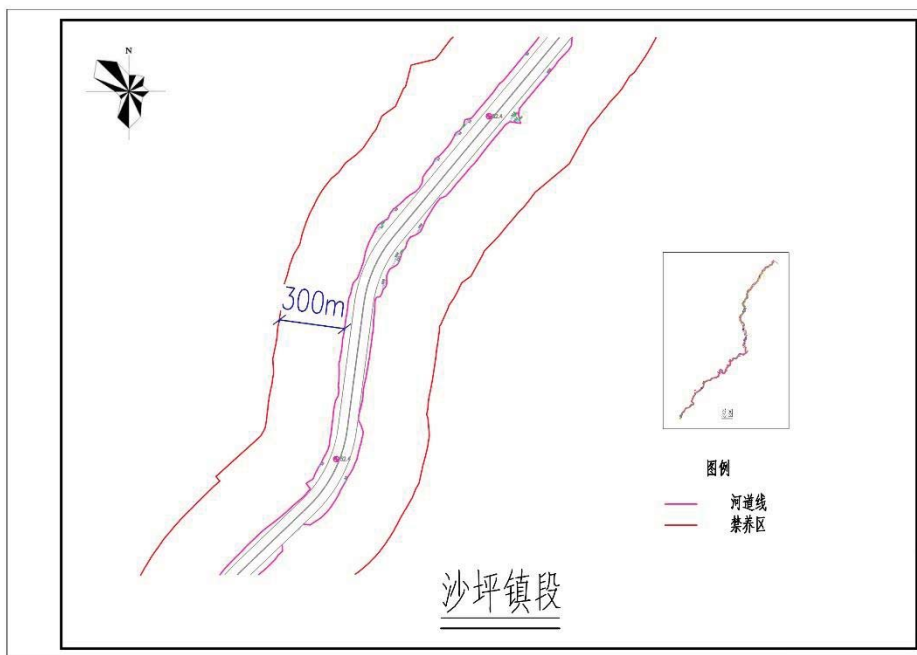
##### （一）面源消减

面源污染防控较为成熟的技术可以分为源头控制、过程拦截和末端净化三大类。源头控制技术主要通过优化农业生产工艺达到减少农业源污染物产生与排放的目标，包括清洁种植技术和清洁养殖技术；过程拦截技术是指在农业面源污染物产生以后，针对其迁移途径采用物理、化学或生物的方法进行拦截、降解或处理利用，从而降低污染物向水体的排放量，减轻农业面源污染；末端净化技术是指在污染产生后，针对污染类型采取相应的工程措施进行污染治理、净化的综合防控技术。

根据消减措施有效性分析结果，为使平陆运河钦江段沿线取水口水质因子 TP 浓度基本达到 II 类水质标准，反算出 TP 面源负荷削减率约为 29%，对应污染负荷削减量为 153 t/a。

根据水环境现状调查可知，运河沿线各镇的畜禽养殖是主要的污染源。为保障运河水质，建议运河两岸设置禁养区，以削减污染物汇入量。据调查数据显示，旧州镇和陆屋镇的畜禽养殖污染物汇入量最大，其次是沙坪镇，而青塘镇、平吉镇和久隆镇的汇入量相对较少。基于此，建议旧州镇-陆屋镇段两岸设置 400 m 范围的禁养区，沙坪镇段设置 300 m 范围的禁养区，青塘镇-久隆镇设置 200m 范围的禁养区。





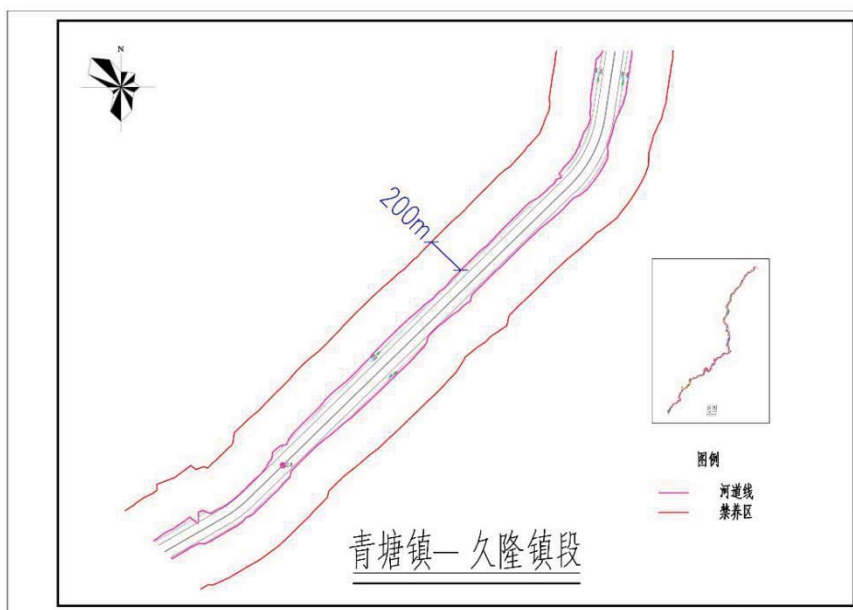


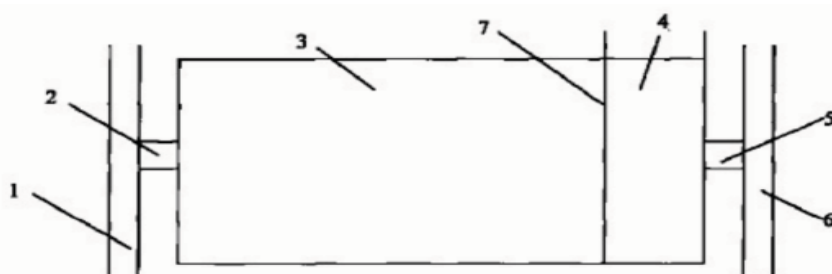
图 8.1.5-3 面源消减示意图

### 1. 农田面源污染防控技术

#### (1) 农田面源污染源头控制

##### ① 农田布局

农田布局时，首先提高农田作业区四周田坡的高度，然后在农田作业区相对的两边分别开设灌溉渠道和排水渠道，在农田作业区内，靠近排水渠道的一侧装设隔离装置，隔离装置将农田作业区分成两块，靠近灌溉渠道的是常规操作区，靠近排水渠道的是缓冲区，再在灌溉渠道内开设灌水口与常规操作区相通，由排水渠道内开设出水口与缓冲区相通。其中，田埂高度为 30-40 cm；隔离装置距离排水渠道一侧 3-4 m；隔离装置高度为 20-25 cm，可为隔板或土堆。



1-灌溉渠道、2-灌水口、3-常规操作区（农田中按照当地常规农田管理模式进行种植作物，包括施肥和灌水）、4-缓冲区（缓冲带内种植作物，但不施用任何肥料）、5-出水口、6-排水渠道、7-隔离装置



图 8.1.5-4 具有减缓农业面源污染功能的农田布局结构示意图

## ② 化控防污技术

在坡地农业作物生产过程中施用化控制剂。在一个作物生育期内施用土壤结构改良剂 0.3-2.0 kg/亩；施用土壤保水剂 3-18 kg/亩；施用植物抗蒸腾剂 1-3 kg/亩，在一个生育期内喷施 3-5 次。土壤结构改良剂、土壤保水剂和植物抗蒸腾剂的施用量因田面坡度、作物类型及年龄的不同而异。

土壤结构改良剂为阴离子聚丙烯酰胺、阳离子聚丙烯酰胺、非离子聚丙烯酰胺、两性离子聚丙烯酰胺中的一种或多种。当坡度为 5-10°、10-15° 和 15° 以上时，土壤结构改良剂的施用量分别为 0.3-1.0kg/亩、0.6-1.5 kg/亩和 1.0-2.0kg/亩。施用土壤结构改良剂是在翻耕或锄草措施之后、灌水和雨季来临之前，施用时将土壤结构改良剂与土壤按质量比 1:80-100 混合后施用。

土壤保水剂为淀粉接枝聚丙烯酸盐、纤维素羟甲基化产物、聚丙烯酸盐、聚丙烯酰胺、聚丙烯酰胺-丙烯酸交联共聚物、聚乙烯醇中的一种或多种。当作物为果树时，要在果树萌芽前期施入土壤保水剂。对于七年以上和七年以下的果树，土壤保水剂施用量分别为 15-18 kg/亩和 12-15 kg/亩。当作物为大田作物时，土壤保水剂施用量为 3-5 kg/亩。施用保水剂时，将土壤保水剂与土壤按照质量比例 1:50-70 混合后施用。

植物抗蒸腾剂为醋酸苯汞、脱落酸、甲草胺、Vapor Gard、黄腐酸中的一种。当作物为果树时，全生育期内总共喷施 2-3 kg/亩，喷施 3-5 次，每隔 25-30 天喷施一次，植物抗蒸腾剂与水按质量比 1:200-400 稀释后施用；当所述作为为大田作物时，全生育期内总共喷施 1-2 kg/亩，喷施 3-5 次，每隔 25-30 天喷施一次，植物抗蒸腾剂与水按质量比 1:250-500 稀释后施用。

## (2) 农田面源污染过程控制

## ① 生态田埂

选用具备主埝、支埝和毛埝的农田，以 3 种田埝为界，将农田围成面积 300 m<sup>2</sup> 以上的封闭区域，封闭区域长 60m 以上，宽 50m 以上，每个区域设有一个进水口和一个出水口（图 8.1.5-5）。主埝宽度为 2-3m，为田园大块的分界线，主埝两侧路肩为土路肩，路肩宽度大于 30cm；支埝宽度为 80-100cm，为田间输水通道的护埝，支埝的两侧路肩和支埝中心路面各占支埝宽度的 1/3，在支埝两侧的路肩之间设有自然杂草生长区；毛埝宽度为 40-60cm，为农田水肥防漏屏障，

是不同农户地块的分界线和农田操作时的临时人行通道，毛埂不划分路面和路肩，两侧均与农田直接接触。主埂路面采用泥结碎石路面工艺铺设，以粗碎石做主骨料形成嵌锁作用，以粘土作填缝结合料，经过路面整平、摊铺碎石、预碾碎石、铺土、带土碾压、最终碾压，使主坡路面厚度为 8-12cm,路面材料土的含量 30-35%。

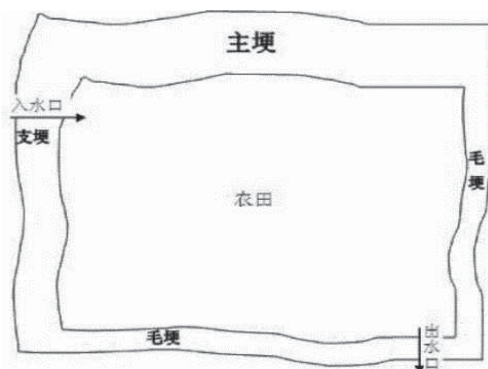


图 8.1.5-5 农田生物田坡结构图

## ② 生态拦截带

在河道、湖、池塘与蔬菜地之间，设置宽度为 4-6m 的生态拦截带，在拦截带内种植经济型牧草，不施肥。在毗邻的蔬菜地块之间设置用于灌溉和排水的生态拦截沟，沟的宽度与深度为 20-30 cm。沟渠底部和两边侧壁种植经济型牧草，配施叶而肥。根据当地实际情况和季节不同，选择适宜的经济型牧草,并根据牧草的需要施用专门配方的叶面肥。牧草可选苏丹草、黑麦草、狼尾草及黑麦草与苏丹草的组合。

## ③ 生态沟渠

### a. 农田径流污染生态拦截沟渠

将原有的农田排水沟渠改造成横断而为梯形的沟渠，沟渠的两侧和底部上分布有多个由混凝土制成的长方形孔，在长方形孔中种植对氮磷具有较强吸收能力的植物。沟渠中相隔一定距离并呈 S 形状放置一定数量的、内充对氮磷具有较强吸附能力的吸附材料（如炉渣）的过滤箱，同时在过滤箱中种植经济植物。为增加排水在沟渠中的滞留时间，在沟渠中分段设置一定数量的节制闸，并在节制闸底部设置一个控水阀。该农田径流污染生态拦截沟渠的总体结构见下图。

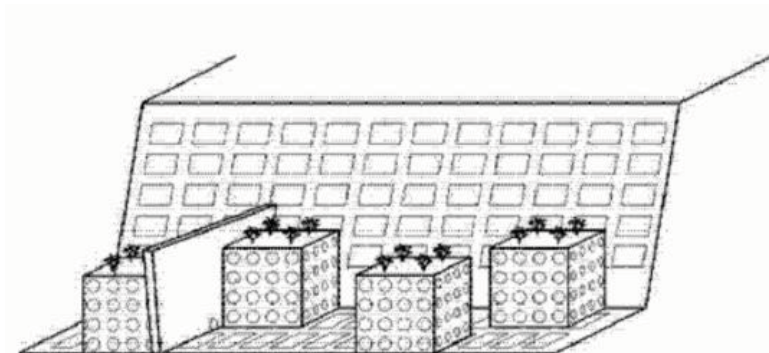


图 8.1.5-6 农田径流污染生态拦截沟渠的总体结构示意图

## b. 农田径流氮磷生态拦截沟渠

生态沟渠建设密度应能满足农田排水要求和生态拦截需要，一般为每  $\text{hm}^2$  农田 100m 生态沟渠。一般分布在农田四周与农田区外的河道之间。生态拦截型沟渠系统主要由工程部分和生物部分组成，工程部分主要包括渠体及生态拦截坝、节制闸等，生物部分主要包括渠底、渠两侧的植物。渠体的断面为等腰梯形，上宽 1.5m，底宽 1.0m，深 0.6m。渠壁、渠底均为土质。

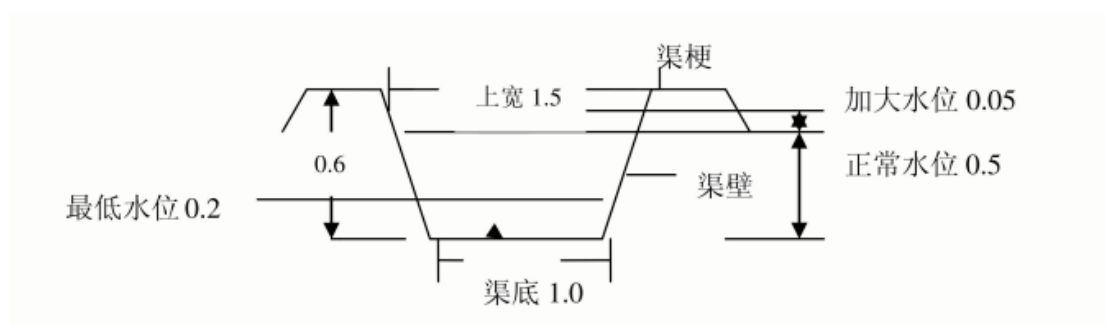


图 8.1.5-7 生态沟渠断面示意图（单位：m）

拦水节制闸坝设计：在生态沟渠的出水口用混凝土建造拦截坝，在拦截坝上建一个排水节制闸。排水节制闸的闸顶高程为 0.45m，闸底高程设计为 0.1m，闸孔净宽设计为 0.4m，闸门采用直升式平面钢闸门。排水口底面离渠底 20cm，根据需要可将拦截沟渠的水位分为 20cm（旱作）、50cm（种植水稻及水生蔬菜）溢流两种状态。

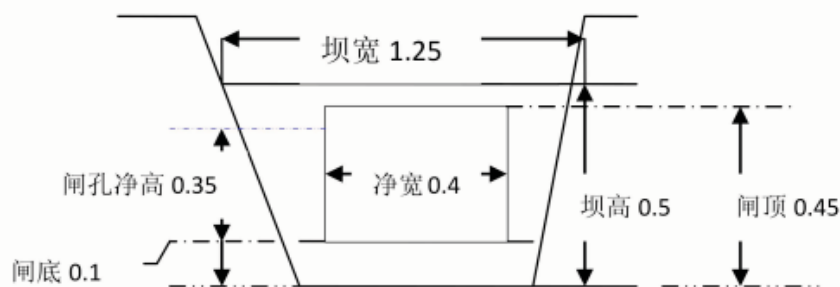


图 8.1.5-8 节制闸坝断面示意图（单位：m）

透水坝设计:透水坝是针对平原河网地区河网密集、水力坡降小的地形特点,以及农业非点源污染的时空不均匀性,用砾石或碎石在河道中的适当位置人工垒筑坝体,利用坝前河道的容积贮存一次或多次降雨的径流,通过坝体的可控渗流来调节坝体的过流量,通过抬高上游水位为下游的处理单元提供“水头”。它既可以拦蓄径流,也具有一定的净化效果。

透水坝其剖而为梯形复式结构,坝坡的边坡系数为 1:1~1:2.5,用炉渣、碎砖等多孔材料建成与渠体断面相对称的渗漏型生态拦截坝,坝高 0.4m,与渠埂持平,宽 0.3m。透水坝分布在沟渠中,起址坝离拦水节制闸坝前 1m,以后每间隔 50m 设 1 座。

植物是生态拦截型沟渠的重要组成部分。选择对 N、P 营养元素具有较强吸收能力,生长旺盛,具有一定的经济价值或易于处置利用,并可形成良好生态景观的植物。生态沟渠中的植物可由人工种植和自然演替形成,沟壁植物以自然演替为主,人工辅助种植如狗牙根(夏季)、黑麦草(冬季),沟中种植夏季如空心菜、茭白,冬季如水芹。也可全年在水底种植范草、马来眼子菜、金鱼藻等沉水植物。

### c.生态沟渠构建

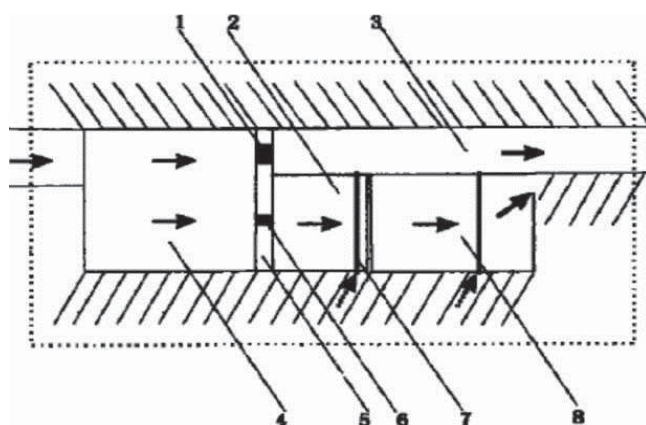
因地制宜,等高开沟,保证水流平缓,延长滞留时间,提高拦截效果。生态沟渠采用梯形断面、复式断面和植生型防渗砌块技术,系统主要由工程部分和植物部分组成,它的两侧沟壁和沟底均由蜂窝状水泥板组成,两侧沟壁具有一定坡度,沟体较深,沟体内相隔一定距离构建小坝减缓水速、延长水力停留时间,使流水携带的颗粒物质和养分等得以沉淀和去除。夏季在沟壁孔中隔行种植如多年生狗牙根植物,沟底种植如空心菜;冬季在沟壁孔剩余行中如种植黑麦草,在沟底种植如水芹。所选择的植物生长旺盛,形成良好的生态景观。不同等高的生态

沟渠之间通过节制闸连接。农田排水口与生态沟渠排水口距离 50m 以上。

### (3) 农田面源污染末端控制

#### ① 山地丘陵区农业面源污染净化前置库串联系统

每一个前置库单元建设有生态塘池、沉淀池、前置库主库区和泄洪通道与泄洪管（图 8.1.5-9）。在现有沟渠较宽区域，建设一个拦水坝，形成生态塘池，拦水坝上设置泄洪闸、以及与下面沉淀池相连的出水控制闸。根据实际需要，可对生态塘池进行一定的清挖，使其储存一定的水量。生态塘池深度一般在 1-2m 之间，也可种植比较柔性的沉水植物。生态塘池储水通过出口控制闸进入沉淀池，沉淀池的深度一般控制在 1m 内，而积由实际地形决定。经沉淀、拦截作用，径流中的大部分泥沙和粗颗粒悬浮物被沉降，出水采用表层水漫流的形式进入前置库库区。前置库主库区位于沉淀池后，库区面积根据现有地形尽量大，水深一般在 10-100cm，库区内种植对水位胁迫适应能力强、净化效果好，根系发达的土著水生植被。在前置库库区边，利用原有沟渠，建设泄洪通道。



1-泄洪闸、2-沉淀池、3-泄洪通道（生态沟渠）、4-径流收集与调节子系统（生态塘池）、5-拦水坝、6-控制闸、7-泄洪管、8-前置库库区

图 8.1.5-9 小型前置库单元结构示意图

前置库出水进入原有沟渠，通过沟渠的链接，将 2 个小型前置库单元进行串联，在雨季可去除总氮、总磷和悬浮颗粒物 30% 以上，在非雨季可去除总氮、总磷和悬浮颗粒物 60% 以上。

#### ② 平原河网地区面源污染强化净化前置库系统

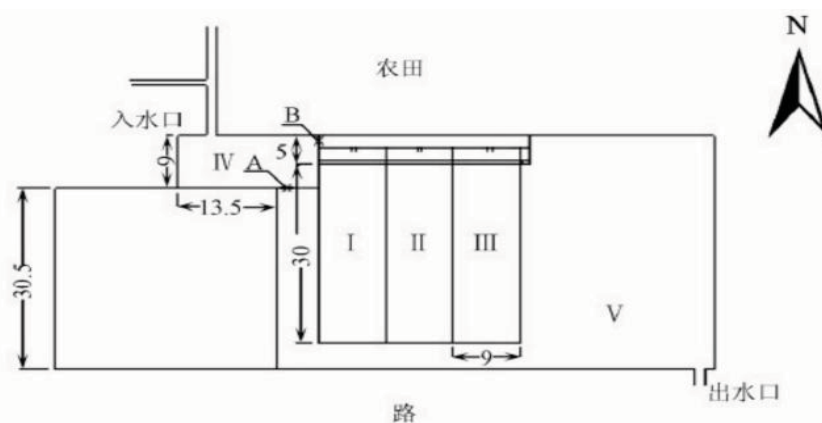
该强化净化前置库系统包括地表径流收集与调节子系统（生态沟渠）、沉降子系统（植物栅）、生态透水坝和前置库库区 4 个部分。地表径流收集与调节系统长度为 100m 以上，是利用现有河道沟渠或通过挖掘沟渠，结合生态沟渠技术，

收集地表径流并利用河道自然净化的功能去除一部分浮物及少量的氮磷。沉降于系统长度为 10-100m，建立在生态沟渠后部，主要种植水生植物起到拦截、沉降作用，同时去除地表径流中的一部分氮磷和其它有机污染物。利用砾石构筑生态透水坝，砾石床种植的植物、砾石孔隙与植物根系周围的微生物共同高效去除氮磷及有机污染物。在透水坝后建立前置库库区，利用具有高效净化作用的生物浮床、生物操纵技术、水生植物带、固定化脱氮除磷微生物等，强化去除氮磷和有机污染物。

该强化净化前置库系统去除地表径流及其它未处理的污染源中的氮磷、悬浮颗粒物、有机污染物，有效控制面源污染。

### ③ 堰塘湿地

塘堰湿地内主要水生植物有菖蒲、芦苇、水花生等。从湿地实际情况出发将堰塘湿地划分为 3 个处理单元，各个单元之间用墙体隔开，每个单元均有各自独立的进水口和出水口，相互之间不联通。3 个单元的处理为：单元 I 为不做任何处理的纯天然状态，起对照作用；单元 II 对湿地植物密度进行了优化，观测植物调整后的湿地处理效果；单元 III 对湿地底泥进行了疏浚，回填新的底泥，然后重新调整植物种植密度。



I、II、III 是做对比的 3 个处理单元、单元 IV 相当于初级沉淀池、单元 V 为湿地空余区。A、B 为控制流入水量的墙体。

图 8.1.5-10 塘堰湿地平面布置图

湿地植被的后处理：生长季结束后，如果不对湿地植被进行处理，腐烂在湿地的植物会将氮磷等污染物还原给湿地，从而影响湿地的处理效率。所以一般采用 2 种方法处理湿地植被：1) 除去植株；2) 疏浚底泥，将肥沃湿地部分底泥进行疏浚（一般为 0.5 m）。除去的植株和底泥含有丰富的氮磷，可以还田。

## 2. 畜禽养殖污染防控技术

畜禽养殖排污防控的源头控制技术主要是进行清洁养殖，以减少畜禽养殖过程中的粪污排放量，便于后续处理利用为目标，较为成熟的技术包括生态发酵床生猪养殖技术、饲料优化技术等；过程阻控减污技术主要包括粪污收集贮存技术、干清粪工艺等技术；而粪便资源化利用和污水处理技术等可以归为畜禽养殖末端治理技术。

### （二）人工湿地

为保障运河水质，建议运河两岸修建人工湿地等生态工程控制面源污染。人工湿地是一个综合的生态系统，它应用生态系统中物种共生、物质循环再生原理，结构与功能协调原则，在促进废水中污染物质良性循环的前提下，充分发挥资源的生产潜力，防止环境的再污染，获得污水处理与资源化的最佳效益。人工湿地对氮、磷、泥沙以及有机物有较好的吸附及沉降作用，可以控制农田径流污染，生态效益显著，是控制农业面源污染的实用工程技术。根据人口及污染规模，选择沙坪镇人饮工程、桥柱人饮工程、旧州镇西屯江水源地、古秀人饮工程、丁屋片、久隆镇钦江水源地等水源地附近修建面源污染控制工程。

### （三）植被绿化防护工程

对水源地周围进行植被绿化，改善土壤环境，提高植被蓄水能力，有效防止其他生物对水源地进行污染和破坏。通过一些物理、化学、生物作用及工程方法对污染物进行拦截和净化，最大程度减少其进入水体的污染量。采用生态湿地、生态隔离带等技术，加强生态林的建设和保护，建立有效的生态林建设、管护机制和监督机制，规划建设好流域水源涵养林和水土保持林。

#### 8.1.5.3 运行期

##### （一）加强水污染防治工作

一是强化工业污染治理。严格工业企业排污监管，进一步加强企业雨污分流、截污纳管情况的跟踪管理，建立长效监管机制，发现问题及时落实整改。全面推进工业类“污水零直排”建设。积极推进运河干支流实现雨污分流、全面封堵沿河违法排污口。二是加快城镇污水收集管网系统建设。完善大市政配套，提高污水收集率。加大运河沿岸市政道路污水管网以及与周围小区相配套的地下污水系统、排水泵站建设，减少污水直排，杜绝偷排现象。三是推进农业源污染治理。科学开展农业投入品源头减量，深入实施“肥药双控”工程，持续开展农药废弃

包装物回收处置工作，进一步改善水域生态环境。

## （二）提高水源地环境检测能力

水源地环境监测系统的建立不完善，环保意识的缺失，加强饮用水水源环境保护的重要性的忽视，使很多地区的饮用水水源检测能力难以提高。其中生态环境问题与相关部门水源检测水平成正比，相关部门水源检测水平比较高，则生态环境问题越少，反之亦然。因此，首先要加大财政投入，引入一些先进的监测设备，完善水源地环境水质监测体系，与此同时，加强对专业技术人员的检测能力，洞察力等技术培训，借助“互联网+”的新潮流，利用计算机技术，形成专门的监测网络系统；其次，建立互相监督互相促进机制，防范于未然，一有问题出现，互相商讨对策，及时解决。

## （三）加强饮用水污染源治理与监督

首先，要彻底清查污染源头，组织人员仔细排查污水以及工业废弃物的分布情况和数量，从而对这些污染源进行治理和监管，对排出物的总量和有害物质进行控制，并加强排放的污染物的过滤清洁处理。其次，水源环境保护工作中最重要的是使水源生态化。

①增设污水处理系统，集中处理水源地的工业污水以及生活废水，并通过污水处理设备的引进，将难以收集的废水进行就地处理；

②严格限制富含磷、氮的化学物质的使用，包括农药、化肥等。设定固定的垃圾处理地点，采取乱丢垃圾罚款措施，并派专门人员监督，及时处理生活垃圾，防止降雨、强风等自然现象将垃圾带入水源；

③大力兴建防护林，农田湿地，防止水土流失污染水质；

④规模化养殖鸡鸭牛羊，使用生态肥料，减少化肥的使用量。

## （四）建立健全相关法律法规制度

为了合理高效的提高饮用水水源环境保护质量，政府部门应该发挥主导作用，督促相关单位积极的投入到制度建设的工作中去，尽快制定出合理有效的法律法规制度，从实际出发，深入基层，进一步修订现行的《水污染防治法》，与此同时，增加资金投入，增派人力物力对水源地环境进行及时的整治与改善。之后相关部门应建立饮用水水源环境保护机构，引进专业人才，培养专业人员，定期对水源地水质进行检测，确保水质安全。

## （五）加强水质在线监测

### 1、方案概述



水质在线监测联网系统能做到 24 小时不间断、连续监测和远程监控，达到及时掌握水质状况，预警预报重大水质污染事故，以便使水厂在发生重大水污染时掌控水源水质状况，做到防范、解决突发水污染事故的目的。同时还可以在发生水源水质污染时及时通报政府有关部门，启动相应应急预案，确保城市供水安全。

## 2、系统架构

系统有水质监测子站和信息管理中心两部分构成。监测子站内部包括采水部分、分析仪表、和计算机控制系统部分。信息管理中心主要是以数据处理分析为主。水质监测子站采用力控嵌入式 HMI 结合现场 PLC 与自动监测仪器实现了设备状态监控、污染因子监测、设备反向控制、系统报警等功能，并通过 GPRS/CDMA 网络向信息管理中心提供现场实时数据信息；信息管理中心由力控企业级实时历史数据库 pSpace 负责汇总、处理、分析来自所有水质监测站的实时数据，并将分析处理后的有价值的信息提供给环保管理部门。

### （1）水质监测子站

水质监测子站的水样经过采水系统通过泵、阀、管路进入到相关的仪器、仪表进行水质的自动分析与检测，检测后的数据信息通过 RS485 总线或 GPRS/CDMA 网络传送到水质监测站的监控系统—力控嵌入式 HMI。力控嵌入式 HMI 对采集的数据进行简单的分析处理，并根据分析的数据结果对现场的仪器、仪表泵、阀状态、室内温度、烟雾传感、进行控制进而完成水质的取样、监测。现场实时水质的物理、化学、生物的变量参数通过无线 GPRS 网络与水质信息管理中心建立通讯，实现实时数据的共享。

### （2）信息管理中心

信息管理中心汇总来自各个水质监测站的实时数据，并向生态环境管理部门提供安全、科学的现场数据。

## 3、系统功能

### （1）水质在线监测

环保局通过监控中心实时监控屏能随时了解掌握各监测站水质在线监测系统运行实况，可直观了解掌握水质在线监测系统各个监测点的运行实况，正常、报警、离线的监测点在图中以不同图例表示，简洁直观。数据实时显示实现对河流水质监测数据（氨氮、COD、BOD、SS、Cu<sup>2+</sup>等）的实时显示，采用动态折线图或实时数据的形式展示，可以对监测参数进行选择，在系统空间监测相应点

位上显示当前的监测数据，同时，系统根据用户设定相应得河流水质标准，将所获的水质监测数据与该环境质量标准进行比对，进行超标实时显示。

#### （2）远程控制

可远程控制监测站点各仪器设备。系统支持的远程控制命令有 COD 仪、氨氮仪、总磷仪等分析仪器的远程清洗、测量、校准，手动采样，系统清洗，流量计清零等操作。

#### （3）GIS 信息系统集成

空间定位利用 GIS 的管理空间数据的功能，将分布在不同监测点或采样点在系统上进行空间显示定位。

#### （4）历史数据查询

提供针对历史数据的统计分析功能，支持将查询结果导出为 EXCEL、PDF、RTF 等格式的文件。统计分析实现对监测数据的历史数据（日统计、月统计、年统计）进行统计分析。统计出该断面最大值、最小值、平均值，以图表和表格的形式展示。

#### （5）数据统计分析

根据该监测河流的所有断面监测数据，对该河流进行最大值、最小值、年平均值、月平均值、各类标准的污染指数、河流综合污染指数、污染分担率、污染负荷比等指标进行统计分析。也可以按照丰、谷、平水期对河流进行最大值、最小值、年平均值、月平均值、各类标准的污染指数、河流综合污染指数、污染分担率、污染负荷比等指标进行统计分析。

以上所有分析统计数据均可以通过报表、曲线等方式实现数据查询与导入导出等操作，根据不同统计结果制作相应的环境专题图。

#### （6）智能报警及预警

可判断系统运行状态正常与否，一旦出现问题，立即启动故障处理程序，并进行报警。同时可根据各个监测站点的实时水质数据，与预先设定好的限制数据进行比较，一旦超限立即对污染事件进行定位报警，并且可以根据需要进行紧急任务的启动。及时向上级部门通报污染状况，向受污染区域发出预警，为管理部门制定解决方案提供真实可靠数据。

### （六）水源调整及扩容

加快推进实施钦州市第二水源工程，增加钦州市备用水源规模，提高钦州市应急供水能力。考虑到青年枢纽建设后，盐分上溯会影响取水水质，平陆运河建

设后将钦州市取水口需上移至大风江调水通道附近。

#### 8.1.5.4 饮用水水源保护区环境风险防范措施

(1) 建议加强水源地水域监视能力，完善的水域监测系统，可准确快速判断水质情况，具备鉴别溢油和污油水的能力。

(2) 制定科学可行的水源地溢油风险应急反应方案，建立相对组织紧密、制度齐全、人员固定、实施顺畅的应急反应机制。

(3) 借助通信手段，畅通沟通途径，实现应急反应的组织指挥。

(4) 借助航道周边应急力量，在发生船舶污染事故时参与应急反应，迅速去除回收污染物，尽可能减少污染物对水域的污染。

(5) 在饮用水水源保护区和取水口设置红色信号灯。

(6) 发生船舶交通事故时，应尽可能关闭所有油仓管系统的阀门、堵塞油舱通气孔，防止溢油。

#### 8.1.6 地下水环境保护措施

##### 1、地下水环境污染防控措施

对于受到地下水疏干影响范围内的饮用水，应采取补偿性措施，可采用影响范围外的水库引水或采用钻机成井抽取地下水，为居民提供新的饮用水源，确保附近的居民饮用水能得到正常保障。

项目建设过程中应加强对影响范围内的各村屯的地下水位下降情况的监测（民井、机井监测），如发现地下水位下降明显，同时应加强周边建筑物的变形监测，若建筑物变形过大，应采取加固基础措施，防止建筑受到破坏。

**源头控制措施：**对运河流域范围内的高污染、高能耗、高成本等三高项目，以及不符合产业政策和减排要求的项目不予批准建设，从源头上杜绝新污染源的产生。

**强化监督措施：**严格落实污染源巡查制度，采用平日和突击检查相结合的方式，增加检查频次，发现环境违法行为及时报告制止，严防超标排污现象发生。

**流失污染物收集措施：**在运河库区范围内禁止倾倒垃圾，对散落、流失的污染物进行收集，集中送至污水或废弃物处理场处理。

弃土场应完善雨水截流及收集措施，避免土体渗滤液外流及下渗造成周边水

体污染和地下水污染。

**污染监控体系：**建立科学合理的库区及周边地下水监测系统，包括建立完善的监测制度、配备先进的检测仪器和设备，科学、合理设置地下水污染监测井，及时发现污染、及时控制，同时建立地下水污染应急处理方案，及时发现污染问题并加以处理。

**应急响应措施：**包括一旦发现运河水污染事故，立即启动应急预案，采取应急措施控制污染扩散，并对周边地下水环境监测，并使地下水污染得到及时治理。

## 2、浸没影响防治措施

地下水位埋深小于或等于毛管水上升高度的农作物浸没影响区，建议采取彻底和可靠的压渗填高复垦方案进行防治。

地下水位埋深大于毛管水上升高度，且小于地下水埋深临界值的农作物浸没影响区，建议采取排水减压与改换农作物品种等措施。

水库蓄水后，宜在浸没范围内的建筑物四周设置排水井和渗水渠，并定期进行变形观测，如产生过大变形建议进行加固处理或动迁。

新建建筑物宜避开浸没区或基础形式采用桩基础，并作好地下建筑的防水处理。

## 8.2 陆生生态环境保护措施

### 8.2.1 陆生植物保护

1、预防为主，生态恢复。在施工过程中尽量减少开挖面，采取避让、防护等措施，控制扰动程度，合理应用施工占地，减少对植被的破坏。按照水土保持方案，结合水土保持植物措施，做好各施工作业面的植被恢复工程。施工期间，加大管理力度，禁止施工人员的乱砍乱伐、随意开挖以及随意四处践踏。对工程建设中形成的次生裸地要及时复土、还林。

2、加强管理。严格执行环境保护各项方针、政策法规在施工区、临时居住区及周围山上竖立防火警示牌，以预防和杜绝森林火灾发生。严格执行环境保护各项方针、政策法规，认真落实森林植被和野生动物保护等各项措施。

3、重点保护植物与古树古木保护措施。根据重点保护植物与古树名木调查，本项目工程永久占地和临时占地范围内有保护野生植物 4 种，均为国家 II 级重

点保护野生植物，分别为金毛狗、樟、格木和土沉香；发现广西重点保护植物2种，为纹瓣兰和硬叶兰。针对此种现状，可以考虑在工程实施前进行移植，在专家指导下由专业队伍进行移栽及其移植后的管护，以保证移栽存活。

另外，在施工过程中若发现保护植物及古树名木应及时上报上级主管部门，对其进行避让，不能避让的情况下进行就近选择相似生境进行移栽保护。工程完工后应加强对工程沿线两边山坡的绿化工作。边坡绿化以草被绿化为主，适当加以人工辅助措施，利于植物生长。

#### 4、加强宣传教育

在施工期间需加强环境保护的宣传力度、提高施工人员的环境保护意识，通过宣传画、板报、标语等形式进行教育。加大政府部门的环境保护管理力度，对于评价区内的珍稀濒危和重点保护植物，在施工中应挂牌或移栽到合适的区域，尽量避免对保护植物和本土植物造成不必要的破坏。加强施工期环境监理与监测，还应注意植物检疫，避免带入新的入侵种。增强群众的环境保护意识，加强对珍稀植物的保护，明确破坏重点保护野生植物是违法犯罪行为，要受到国家法律的制裁。

### 8.2.2 陆生动物保护

1、提高施工人员的环境保护意识，严禁捕猎野生动物。加强对施工人员保护珍稀野生动物的宣传教育，坚决杜绝捕杀野生动物的行为。施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，禁止买卖和捕食野生动物。

2、鸟类的保护措施：在施工期施工区域内可能会有鸟类出现，一定要做好各方面宣传工作，严禁任何人猎捕鸟类。利用各种新闻媒介，广泛深入开展保护猛禽类（隼形目和鸮形目的鸟类）的宣传教育工作，张贴珍稀鸟类保护通告，并加大保护力度，在此类鸟类密集活动区域内设专人负责，严厉打击各类对鸟投毒、网捕、枪击、下套、倒卖等违法行为。

3、两栖和爬行动物的保护措施：两栖动物和爬行动物的迁移能力弱，对环境的依赖性强，是环境健康和绿色发展的指示性动物类群。工程建设区附近有可能出现两栖类和爬行类的野生动物，因此要严禁施工人员和当地居民捕杀两栖和爬行动物。保护两栖类及爬行类动物要从减少土地占用，改善景观连通性，杜绝

将其作为食物和药材进行交易等，完善立法和管控措施。

4、兽类动物的保护措施：兽类保护需要考虑其生存需求、生活习性和潜在生存威胁。兽类大多是晨、昏或夜间外出觅食。为了减少工程施工爆破噪声对野生动物的惊扰，应做好爆破方式、数量、时间的计划，并力求避免在夜间、晨、昏和正午进行爆破。施工期尽量缩短高噪音机械设备的使用时间，降低噪声源的声级强度。

## 8.3 水生生态环境保护措施

### 8.3.1 制定生态保护方案

为达到水生生态修复，维护生物多样性，减小对鱼类影响，强化生态航道设计理念。优化施工点位，尽可能减少航道整治施工规模，从源头减少对生态环境的破坏。运河护岸的修筑也可以尽量选择仿生形态和结合绿植的护坡形式，用植物柔化大面积的人工构筑物，促进运河与周边自然环境的协调融合。

强化流域用水总量控制，将生态用水纳入水资源统一配置目标，严格控制超指标用水，保障流域生态需水。为满足下游河道生态用水需求，通过流域生态调度来确保重要控制断面流量满足要求，保护下游水域生态环境。为维护河流水质，保护水环境，建议结合钦江流域综合规划，制定预防性保护对策，尤其应对梯级水库库区周围水质、水文情势、陆生、水生等环境要素进行定期监测，制定污染源控制、监督管理的要求。

### 8.3.2 建立水生态保护措施体系

基于调查江段鱼类资源情况，结合评价区对鱼类资源的影响，可将保护对象分为近期关注和长远考虑两大类。花鳊作为首选保护对象；青鱼、草鱼、鲢、鳙、鲮、赤眼鳟、倒刺鲃、斑鳊、鳊、黄颡鱼、银鲴、黄尾鲴等鱼类受工程影响程度较大，可作为近期重要的保护对象。长远考虑保护对象种类可根据流域梯级开发后鱼类资源的变化情况，对资源量显著减少的敏感性种类，采取必要措施进行有针对性保护。

本评价主要从生境保护、过鱼设施、增殖放流、生态调度、栖息地保护，以及科学研究和渔政管理等方面提出水生态保护措施体系。具体见表 8.3.2-1。

表 8.3.2-1 平陆运河鱼类保护措施体系表

序号	措施名称	保护对象	主要措施
1	施工期及蓄水初期鱼类保护	枢纽附近鱼类	通过宣传教育、应急救护、加强管理等措施减缓施工对鱼类的影响
2	栖息地保护	因库区水文情势的改变,流水生境减少而受影响的鱼类,流水急流水的宽鳍鱲、马口鱼、侧条光唇鱼等	通过设置涵养区,建设生态护岸,划定替代生境,保护鱼类资源
3	过鱼设施	鳊鲴、花鳊鲴、赤眼鳟、鲮、合浦绒螯蟹	减缓枢纽阻隔的影响
4	增殖放流	受影响的产漂流性卵鱼类四大家鱼、银鲌、大眼鳊等和产粘性卵鱼类长银鲌、黄尾鲌、银鲌、点纹银鲌、纹唇鱼、卷口鱼、斑鳊大刺鳅等	补充鱼类种群数量,恢复鱼类资源
5	渔政管理	江段所有鱼类	加强管理,保护鱼类资源及其重要生境
6	生态调度	保障流域生态需水,保护下游水域生态环境	制定预防性保护对策,制定污染源控制、监督管理的要求。

### 8.3.3 施工期保护措施

#### 1.加强宣传，建立和完善鱼类保护机制

(1) 加强宣传，制定生态环境保护手册，设置水生生物保护警示牌，增强施工人员的环保意识。

(2) 建立和完善鱼类资源保护的规章，严禁施工人员下河捕捞鱼类。严格限定施工时间，特别鱼类产卵繁殖期严禁安排水下施工作业。优化施工方案，采取生态友好的工艺及工程技术，加强工程施工行为的监控和管理。

(3) 建立鱼类及时救护机制。对围堰内的鱼类及时进行捕捞、暂养或放归；需要进行水下疏浚和爆破的，事先需对影响水域采用声、网具等手段驱赶鱼类，以免受到爆破的波及；合理安排下闸蓄水期，尽量避开鱼类主要繁殖期；初期蓄水时，枢纽下河段水量明显减少，出现减脱水情况，鱼类会较集中或搁浅，应事先安排人员巡查，禁止初期蓄水期枢纽下减水河段捕鱼，对搁浅的鱼类及时采取救护措施，减缓初期蓄水对鱼类的影响。

#### 2.合理选择施工时间

(1) 工程建设期严格控制施工船舶及施工人员污染物的排放量和排放浓度，严格禁止非达标排放。疏浚作业避开鱼类产卵期（3-6 月份），减少项目施工对渔业的影响程度。

(2) 为了最大限度的减少对附近水域影响，采取落潮时间进行炸礁。

(3) 大雾天和雷雨天立即停止爆破作业，风力大于 6 级不得进行水下钻孔爆破作业。

(4) 尽可能增加两次爆破之间的时间间隔。

(5) 爆破时间应尽量选择低平潮时段进行，以减少悬沙的扩散；炸礁作业避开 3~6 月的鱼虾类产卵期、主要经济鱼类洄游产卵季节和休渔期，并尽量选择在秋季进行施工。

### 3.疏浚施工保护措施

(1) 航道疏浚施工过程应在满足工程施工条件、基础要求和通航条件前提下，控制疏浚施工作业范围，减少对生物栖息的底质环境的扰动强度和范围。

(2) 项目疏浚区域设置防污屏，针对航道涉及的环境敏感区域施工期间禁止泥驳溢流，避免项目施工产生悬浮物对周围环境敏感区域产生不利的影

(3) 疏浚作业时对悬浮物进行跟踪监测，建立超标警报制度。

### 4.炸礁作业保护措施

(1) 爆破采用小药量、多爆点、延时爆破方式，严格控制每炮的用药量和一次总用药量，保持爆破施工达到松动爆破的目的，控制悬沙的发生量。

(2) 水下爆破应严格采用微差延时爆破方式，严格控制一次爆破的总药量和最大一段药量；尽可能减少单次最大爆破药量以及爆破次数，并尽量分层、分片实施；若有必要，应考虑采取使用爆速较低的炸药或设置气泡帷幕等办法，以减小水下冲击波对水生生物的影响。

(3) 严格按《爆破安全规程》（GB 6722-2014）和《水运工程爆破技术规范》（JTS204-2008）的有关规定进行爆破作业，确保河面船只、人员的安全。在实施爆破时，必须实行水域警戒，严禁在水下冲击波安全距离范围内有非爆破作业的船只和人员在水面或水下活动，并应事先发布通知。



(4) 严禁随意爆破，应先用小当量爆破驱赶鱼群，留出足够的时间让鱼群游离，随后进行大规模的工程爆破，从而减少后续爆破对渔业资源影响。

### 5.减缓鱼类影响的对策措施

(1) 小炮驱赶法驱赶鱼类：对鱼类有效保护措施是在起爆前配合驱赶方法，使之在安全距离以外。经验证明爆破产生声波可有效起到对鱼类驱赶作用，并且爆破产生声波具有传播远的特点，0.1kg 炸药爆炸产生声波有效驱赶半径可达数千米。爆破前布置 1 个 0.1 公斤药包预先起爆，达到驱赶鱼类目的。国外试验资料表明，对于受到警告鱼类，水冲击波临界比能平均提高 0.7~0.8 倍，而危险半径可减小 23%~26%。

(2) 爆破气味驱赶法：以往爆破经验证明，爆破产生微量气味也能达到驱赶鱼类目的。以往爆破只是在前一、二次对鱼类产生杀伤。多次爆破后爆破鱼类嗅到爆破气味，产生“条件反射”不再靠近。

(3) 声纳驱赶法：爆破时采用发声装置传导到水下，达到驱赶鱼类目的。发声装置，在爆破前 5 分钟开始至爆破后 5 分钟结束。此方法可大大减少爆破对鱼类损伤。随着爆破次数增加，鱼类对声纳产生“条件反射”，每次发声可看到鱼类远离发声装置现象。

(4) 微差爆破：此次爆破采取微差爆破，单药包起爆，每段起爆药量不超过 10kg。确保鱼类杀伤半径在 90m 以内。采用延时间隔大于 10ms 的微差爆破，可以把各组药包的脉冲在时间上完全错开，因此，相应降低了在一定时间内的冲击波压力。鱼在受到冲击荷载的作用时，要恢复到原先形态，大约要经过 200ms，如果鱼体在小于 200ms 时间内受到若干次荷载相近的冲击波作用，那么与单次冲击相比较，其冲击损伤不会增加。因此微差时间不得超过 200ms。

(5) 及时清理死鱼：爆破不可避免产生少量死鱼，要及时清理。以免腐烂变质，对水质产生影响。施工单位加强巡查力度，确保死鱼全部及时清理。

## 8.3.4 运行期保护措施

### 8.3.4.1 生态涵养区

#### 1. 栖息地筛选

根据前述分析，平陆运河工程实施需对沿线沙坪河、旧州江、钦江干流段以及城区段进行 57 处截弯取直。本评价对 57 处截弯取直点进行了进一步分析，考虑到弯直比应小于 2（水流速度满足生态流量要求）；面积区适中；水力停留时间不大于 3d；水深条件动植物栖息等因素，筛选出 15 处截弯点布置生物栖息地，见表 8.3.4-1。

表 8.3.4-1 平陆运河裁弯段保护措施表

区段	截弯序号	桩号	面积 (万 m <sup>2</sup> )	生态条件	保护措施建议	
沙坪河段	1	K009+400	25.9	5.8-10.3m 水深 弯道水	涉及西津水库库区丘陵水源涵养与生物多样性维护生态保护红线，维持现状水域，营造生物栖息地	
	2	K010+200	16.3	2.8-7.3m 水深 弯道水	截弯面积较大，水域现状环境良好，建议维持现状水域，营造生物栖息地	
	3	K013+500	5.2	2.8-7.3m 水深 弯道水	水深较深，水流流速满足生态流量要求，水域现状环境良好，适宜营造生物栖息地	
	4	K014+000	4.1	1.8-6.3m 水深 与航道相连		
	5	K014+700	3.5	2.8-7.3m 水深 与航道相连		
		8	K015+800	7.6	1.8-6.3m 水深 弯道水	涉及西津水库库区丘陵水源涵养与生物多样性维护生态保护红线，维持现状水域，营造生物栖息地
		12	K019+300	13.8	0-4.3m 水深 弯道水	截弯面积较大，现状水域环境良好，建议维持现状，营造生物栖息地
旧州江段	7	K043+700	2.2	4.5-5.5m 水深 弯道水	水深较深，新的水生条件下适应为现状水生生物提供栖息环境	
钦江干流段	13	K072+900	6.2	0-0.7m 水深 支流动水	涉及平吉镇钦江水源地一级保护区，现状水域良好，适宜营造栖息地	
	15	K076+200	13.8	1-1.7m 水深 弯道水	截弯面积较大，水深充足，现状水域环境良好，需要维持现状，营造生物栖息地	
	16	K076+900	19.4	1.5-2.2m 水深 支流动水		
	20	K080+700	10.0	3-3.7m 水深 弯道水		
		25	K092+900	12.0	7-7.7m 水深 弯道水	涉及北部湾水源涵养生态保护红线，需要维持现状水域，不回填，并营造生物栖息地
		26	K093+700	14.3	7.5-8.2m 水深 弯道水	涉及北部湾水源涵养生态保护红线，需要维持现状水域，不回填，并营造生物栖息地

区段	截弯序号	桩号	面积 (万 m <sup>2</sup> )	生态条件	保护措施建议
钦江城区区段	1	K108+100	4.4	0-5.5m 水深 弯道水	距离索饵环境位置接近，属河流入海口水域，环境条件适宜水生生物生存，可营造生物栖息地

**(1) 沙坪河段：**位于西津水库的回水区，区域零散分布有碍航岛礁，河宽较窄、河道蜿蜒曲折。沙坪河属于郁江水系一级支流，全长 74km，流域面积 528km<sup>2</sup>。运河运行后，沙坪河原有河道结构将发生变化，马道枢纽建成后会造成一定面的淹没。

根据生态环境现状调查，沙坪河主要鱼类有泥鳅、尼罗口孵非鲫、黄颡鱼、黄鳝、瓦氏黄颡鱼、七丝鲚、子陵吻虾虎鱼、革胡子鲶、鲤、鲢等。其中七丝鲚为洄游鱼类，鲢、子陵吻虾虎鱼为半洄游性鱼类。同时，西津水库分布有 3 处产卵场。对于在河道及西津水库有可能繁殖的鱼类及产粘性卵的鱼类，应保护其产卵场所。运河建成后，由于水系沟通影响，原在产卵场产卵的鱼类也将交流至沙坪河段进行活动或产卵，因此将沙坪河段较大面积的截弯段作为鱼类栖息地保护区域是可行且十分必要的。

**(2) 旧州江段：**属钦江支流，河流长 35 公里，现状调查在涉及的旧州江段共收集到渔获物 31 种，主要优势种为鳊、泥鳅、大眼近红鲂、尼罗口孵非鲫、花鲢。旧州江段河流自然条件下部分江段出现干涸状态，运河运行后可明显改善江段现有水生生态条件，为现有河段水生生物提供更优越的栖息环境，应选择至少 1 处为水生生物提供生存环境。

**(3) 钦江干流段：**钦江属桂南诸小河流之一，独流入海，干流全长 191km。本次调查在钦江段共收集到渔获物 29 种，主要包括尼罗口孵非鲫、南方拟鳊、泥鳅、鲤、鳊、海南似桥、黄颡鱼、革胡子鲶和飘鱼。

分析可知，钦江干流段静水缓流生活的鱼类占多数，运河运营后，截弯取直段形成的牛轭湖更有利于这些鱼类产卵和索饵。对钦江干流截弯取直点分析发现 6 处水力条件及面积较优的截弯段可用于鱼类栖息地建设，特别是构建鳊鲃洄游后的栖息空间。

**(4) 钦江城区段：**根据对运河截弯取直点分析，钦江城区段截弯截弯取直 2 处，第 1 处截弯点与生态调查分析发现的下沙港村、下南山村和山木坝村三处索饵环境位置接近，环境条件相似，属河流入海口水域，浮游生物、周丛生物和底栖动物都较丰富，是多种鱼类的索饵场，也是作为入海口鱼类栖息地保护的关键位置。

## 2.生态涵养区

调查区的河流主要包括郁江及其支流、钦江及其支流。结合有关资料，调查区河段、水域无产卵场、越冬场分布，但位于郁江流域的西津水库有鱼类产卵场 3 处，以及鱼类两类索饵环境。运河建设对其影响较小，建议在沙坪河口疏浚施工时进行防污屏布置，有效控制对郁江水体的影响。

根据生态调查，钦江干流及出海口水域有三处较为突出的索饵条件，主要包括下沙港村、下南山村和山木坝村。航道疏浚会对该索饵场造成破坏。建议平陆运河全线采用生态护岸建设方案，护底采用生态结构，增加透水性。索饵场周边护岸可采用芦苇等植被营造索饵环境。同时，在索饵场需开展底栖生物增殖放流，尽快恢复索饵条件。

根据《长江靖江段沿岸日本鳗鲡丰度的时间格局及生物学研究》的研究结果，鳗鲡的出现率受水温及水质因子氨氮和浑浊度的影响。在 10-25℃ 水温区间内，日本鳗鲡的出现率呈增加趋势，水温至 25℃ 左右，出现率达到最大。而随着水体中氨氮浓度和浑浊度的增大，鳗鲡的出现率呈下降趋势。当水体中氨氮高于 0.35 mg/L、浑浊度大于 130 NTU 时，鳗鲡几乎就不出现。建议考虑在钦江入海口段、钦江段沿线的截弯取直点设置鳗鲡栖息地保护场所。在栖息地保护区域内设置人工鱼巢及人造产卵场营造的形式营造鱼类生境，禁止在栖息地保护区内设置任何形式排污口，保护水域环境。



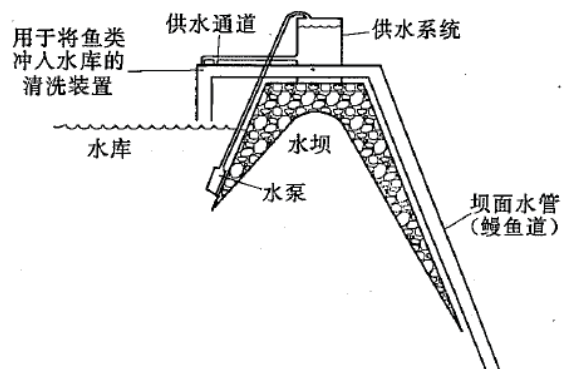
图 8.3.4-1 生态护岸照片

#### 8.3.4.2 过鱼措施

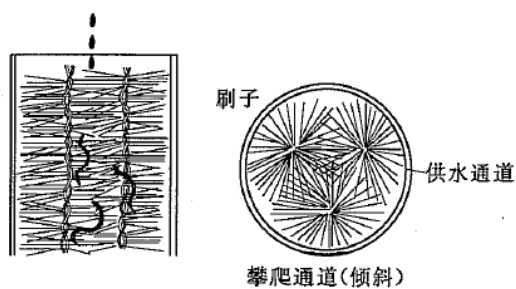
建议在青年枢纽过鱼设施，主要针对鳊、赤眼鳟、鲮设计过鱼通道，同时兼顾中华绒螯蟹的洄游需求。

##### 1.过鱼设施选择

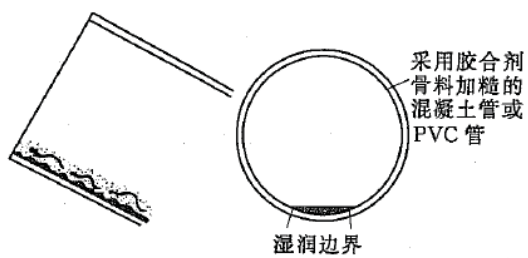
根据《水利水电工程鱼道涉及导则》（SL609-2013），考虑鳊、河蟹的洄游特点，青年枢纽鱼道可在设计过程中考虑图 8.3.4-2 的鱼道结构。但同时由于过鱼对象还包括赤眼鳟和鲮，因此鱼道需要根据上述鱼类特点进行详细设计。具体设计方案在下阶段细化。



a) 鳗鱼道总体布置示意图



b) 攀爬通道截面示意图一



c) 攀爬通道截面示意图二

图 8.3.4-2 鳗鲡过鱼通道结构形式示意图



图 8.3.4-3 邕宁枢纽过鱼设施

## 2.过鱼种类

平陆运河工程影响区分布的鱼类中，有海洋至江河之间的洄游鱼类花鳗鲡、鳗鲡等。根据平陆运河影响区鱼类资源现状，建议将花鳗鲡、鳗鲡、赤眼鲮、鲮、合浦绒坳蟹列为工程的主要过鱼种类。主要过鱼对象的生态习性如下：

(1) **花鳗鲡**：花鳗鲡是降河洄游鱼类，冬季降河洄游到江河口附近性腺才开始发育，而后进入深海产卵繁殖。每年3~4月幼鳗开始进入河口溯河觅食生长，在河溪中营穴居生活。花鳗鲡溯游可攀越一定高度涉水水闸进入山溪河谷。

(2) **鳗鲡**：鳗鲡是一种降河性洄游鱼类，原产于海中，溯河到淡水内长大，后回到海中产卵。每年春季，大批幼鳗（也称白仔、鳗线）成群自大海进入江河口。雄鳗通常就在江河口成长；而雌鳗则逆水上溯进入江河的干、支流和与江河相通的湖泊，有的甚至跋涉几千公里到达江河的上游各水体。

(3) **合浦绒坳蟹**：属降河洄游性甲壳动物，在我国长江、辽河和瓯江等流域均有分布。河蟹在淡水中生长育肥，长江中下游地区，每当10月中下旬，成蟹在夜间从湖泊中成群进入长江，向河口迁徙，性腺逐步发育，在长江口附近的浅海中越冬，并于翌年春季繁殖，繁殖后亲蟹死亡。幼体变态为一起仔蟹，然后

继续上溯进入江河、湖泊中生长。幼蟹上溯过程中具有较强的爬行能力，能爬越障碍物进入其摄食生境。

### 3.鱼道主要技术参数

#### （1）过鱼季节

花鳊、鳊 2~4 月溯河，河蟹 9~11 月溯河产卵，因此青年枢纽鱼道重点过鱼季节为 2~4 月和 9~11 月。后续根据研究进一步明确过鱼时间。

#### （2）设计流速

鱼道流速的设计原则是鱼道内流速小于鱼类的巡航速度，这样鱼类可以保持在鱼道中前进；竖缝流速小于鱼类的爆发速度，这样鱼类才能够通过鱼道中的孔或缝。鱼道的设计流速主要根据主要过鱼目标的克流能力而定，幼鳊的喜好流速为 0.18~0.25m/s，极限流速为 0.45~0.50m/s；河蟹喜好流速为 0.18~0.23m/s，极限流速为 0.40~0.50m/s，建议鱼道流速暂取 0.20m/s，具体参数待工程阶段鱼类游泳能力测试后确定。

### 8.3.4.3.鱼类增殖放流措施

#### 1.放流种类

根据调查区域鱼类资源现状以及工程对鱼类资源的影响分析，人工增殖放流的对象主要是青鱼、草鱼、鲢、鳙、斑鳊、光倒刺鲃、赤眼鳟类。上述鱼类作为近期重点放流种类。

具体放流品种、规格、数量、时间、地点还需由项目业主与渔业行政部门协商后确定，组织实施前需报告并接受渔业行政部门的监督核查。

#### 2.放流标准

放流的苗种必须是由野生亲本人工繁殖的子一代。放流的苗种必须是无伤残和病害、体格健壮。供应商水产苗种生产和管理符合农业部颁发的《水生生物增殖放流管理规定》（2009 年），并有省级水产管理部门核发的《水产苗种生产许可证》。

#### 3.放流地点



根据不同水域的生态环境特点，放流对象的生物学特性，“四大家鱼”等鱼种主要放流于沙坪河水域，马道、企石、青年枢纽以下江段，“四大家鱼”一龄鱼种以及其它种类以各个枢纽库区为主。

#### 4.放流周期

近期放流暂按 10 年考虑。10 年以后，根据鱼类资源的恢复情况，对拟定的近期放流对象进行相应的调整，并制定长期的放流计划。

#### 5.放流鱼苗数量和规格

由于增殖放流数量的确定需要考虑的因素较为复杂，不确定的因素较多，针对开放性的天然水体合理放流数量的确定很困难，至今没有统一的规范计算方法。根据调查江段渔业资源状况及建设运行后水域面积，同时结合钦江流域现有渔业增殖放流活动，初步确定年放流量鱼苗量为 168 万尾。其不同种类的放养数量，还需要根据运河运营后生态环境条件和实际生产能力进一步核实。至于长期增殖放流的数量，需要根据水库生态环境及鱼类资源的调查研究，适时调整。

规格的确定宜根据苗种生长、苗种来源、水域生态环境状况以及凶猛性鱼类资源等灵活掌握。一般放流苗种规格以当年可培育成的大小为准，不宜盲目追求大规格而越冬后放流。

#### 6.标志和遗传档案的建立

为了使人工增殖放流达到预期效果，必须进行放流效果的评价，即所有物种的人工增殖放流必须进行部分或全部标志。

### 8.3.4.4.监测与研究

#### 1.鱼类和水生生物监测

通过对浮游生物、底栖动物、固着类生物、周丛生物、水生维管束植物、鱼类种群动态、鱼类产卵场等进行监测，及时反映平陆运河建设运行后生态环境变化趋势，为枢纽生态研究、河口海洋生态研究、鱼类和水生生物多样性的保护、枢纽生态管理，提供科学的依据。监测范围为平陆运河沿线及支流，其中重点监测库区、重要支流和枢纽下流水范围。

#### 2.开展相关科学研究

### （1）鱼道相关研究

针对青年枢纽鱼道的建设和运行，还需要开展鱼道设施设计配套研究、河流鱼类种群变动规律研究、增殖放流遗传标记与效果监测调查技术研究。

### （2）生态涵养区设计和评价

结合航道裁弯取直水文动力、钦江等河流栖息鱼类，开展生态涵养区设计研究，待生态涵养区建设后开展后评价工作。

### （3）水环境及水生生态影响后评价研究

为了解平陆运河建设对水生生态长期的影响，应开展平陆运河水生生态影响后评价研究。针对平陆运河建设后对所在区域水域生态系统的长期影响，结合鱼类增殖放流长期观察效果，进行水域生态系统演替的环境效应研究。此外结合平陆运河建设后水文情势和水生生态变化，可适当开展河流健康评估。

#### 8.3.4.5.加强渔政管理

加强渔政管理是保护水生生物及鱼类资源的重要手段。渔政管理内容包括建立良好的渔业捕捞制度、限制渔具渔法、规定捕捞对象的可捕标准及渔获量、制定禁渔区和禁渔期、加强水环境保护等，维护良好的渔业环境，保证鱼类能够顺利延续种群。为保障渔政管理工作顺利进行，还应加强渔政部门的能力建设，提高渔政部门的执法力度。具体为：

（1）在规定的禁渔期和禁渔区内加强河道巡逻管护，禁止非法捕捞；

（2）规定捕捞标准，一般以首次性成熟的体长、体重或年龄为其可捕规格，以保证鱼类维持一定的补充群体和快速生长期；

（3）限制渔具、渔法的类型和规格，对网目 4cm 以下的网具应坚决取缔，以保证幼鱼不被捕起；严格禁止电鱼、炸鱼、毒鱼等非法捕捞方式；

（4）根据鱼类资源现状及资源增长潜力，实行限额捕捞，并限制捕捞作业范围，以免捕捞能力过大对渔业资源的破坏，从而保证流域渔业的可持续发展；

（5）多途径加强鱼类资源保护宣传，增强公众对鱼类的保护意识。

## 8.4 声环境保护措施

### （1）施工期

相对运行期而言，施工期噪声是短暂的，一旦施工活动结束，施工噪声也随之结束。项目施工前 15 日，建设单位应向地方环境保护行政主管部门申报该工程名称、施工场所和期限，可能产生的环境噪声值以及所采取的环境噪声污染防治措施情况，经环境保护行政主管部门批准后方可进行施工。

**鉴于施工期噪声影响的特点，施工期施工机械噪声和运输车辆噪声控制采取如下措施：**

①在项目施工过程中必须严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的规定。

②对一些固定的、噪声强度较大的施工设备，可用超细玻璃纤维孔板作为隔、吸声材料搭建隔音棚，或建一定高度的空心墙来隔声降噪。

③针对噪声较大的施工机械，对现场施工人员，特别是机械操作人员影响较大的施工机械，建议在声源附近的施工人员佩戴防噪声耳罩，施工单位合理安排人员，轮流操作，减少噪音接触时间，同时有足够的时间恢复体力。

④合理选择施工机械、施工方法，尽量选用低噪声设备，在施工过程中，应经常对施工设备进行维修保养，避免由于设备性能减退使噪声增强。工地发电机要采取隔声和消声处理。

⑤对搅拌机、震捣机等噪声极大的施工机械应合理安排施工时间，尽量避免夜间施工，其中打桩机根据国家规定严禁夜间施工。

⑥做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作，合理疏导进入施工区域的车辆，减少汽车会车时的鸣笛噪声。

⑦减少人为噪声，模板、支架拆卸过程中应遵守作业规定，减少碰撞噪音；尽量减少用哨子、喇叭等指挥作业，减少人为噪声。

⑧建议运输车辆集中在昼间进行作业，避开夜间和中午时段，减缓对周围环境的影响。

**施工期炸礁爆破噪声控制采取如下措施：**

①炸礁爆破应注意爆破方向，爆破时一定要选取背向周围敏感区的方向，以减少对周围区域的噪声影响。

②确定合理的爆破参数，避免一次爆破药量过大。

③注意对施工人员采取保护措施，安排工人轮流操作高噪声机械，减少接触时间。

④合理安排炸礁爆破时间，应尽量避免居民休息时段。

除上述环境保护措施外，按《广西壮族自治区环境保护条例》规定：禁止建筑施工单位在中午（北京时间 12 时至 14 时 30 分）和夜间（北京时间 22 时至次日早晨 6 时）进行产生建筑施工噪声的作业，但因施工抢修、抢险作业和因施工生产工艺上要求或者其他特殊需要必须连续作业的除外。

## （2）运行期

运行期噪声主要来源是船舶主机、辅机的机械噪声、船舶鸣笛和船舶过闸等。建议采取如下措施：

①优先选用先进的低噪声机械设备，高噪声设备加装消音或隔音装置，对分散布置的高噪声设备宜采用隔声罩；对集中布置的高噪声设备宜采用隔声间；以高频声为主的露天噪声设备可在受声处设置隔声屏障。

②加强各种机械设备的维修保养，减少因机械磨损而增加的噪声，维持设备在较低噪声水平，以降低噪声设备对周围环境的影响。

③随着船舶流量的逐步增加，船舶噪声影响将逐步增大，建议合理制定运输制度。在航道运行期间，应通过实地监测并听取公众意见，采取适宜的措施减缓船舶噪声对周围环境及敏感目标的影响。

④建议夜间航行船舶在经过钦州市区和乡镇（新福镇、沙坪镇、旧州镇、陆屋镇、平吉镇、久隆镇等）人口密度较高的区域时，在保证安全的前提下，尽量减少鸣笛次数。建议在地势较为平坦的运河两侧增加一定宽度的绿化林带，尽可能减少对运河两侧敏感目标的噪声影响。

⑤平陆运河通航后，建议结合航道范围和噪声影响，调整经过城镇（新福镇、沙坪镇、旧州镇、陆屋镇、平吉镇、久隆镇、钦州城市区等）的声环境功能区划分范围，建议运河两侧 200 米内划为 4a 类区。

## 8.5 环境空气保护措施

### （1）施工期

施工期主要污染环节是施工场地扬尘、砂石料运输时的道路扬尘和流动机械

与运输车辆排放的尾气。施工单位应做到文明施工。

**对于施工作业和道路交通扬尘，建议采取如下环保措施：**

①对主要运输便道上的路基进行夯实硬化处理，尽量保持施工现场道路的整洁、平整，减少运输车辆颠簸洒漏物料，及时清扫洒漏的物料，并辅以必要的洒水抑尘等措施，保证每天不少于 2~3 次，以保持场地不起尘。

②汽车运输水泥、粉煤灰、钢筋钢材、木材等建筑材料进场时，对于易起尘的物料应加盖篷布运输车辆要严密，物料不要装得过满，以防途中洒漏，严格控制进场车速，减少装卸落差，避免因大风天气和道路颠簸洒漏污染环境。

③应在混凝土拌和系统上安装除尘装置，减少搅拌扬尘。

④合理安排土方、水泥和粉煤灰等散装建筑材料的堆放场地和堆放方式，如加篷布覆盖或库内堆存，如设置临时施工建筑材料仓库，用于水泥等起尘材料的存放。应采取防风遮挡措施，以减少起尘量。应定时清扫施工场地土建材料，辅以必要的洒水抑尘措施（如配备洒水车），减少施工场地的二次扬尘。

⑤车辆要定期进行清洗，以保证车辆车身干净整洁，不致将泥土、渣块等撒落在道路上。如果车辆损坏、故障无法行驶，需将土石料倒卸路旁时需保证在 4 小时内将土石料清运干净。

⑥加强对运输车辆和流动机械的维修保养，使它们处于良好的运行状态；使用合格的燃料油，并设法使其充分燃烧，减少尾气中污染物的排放量。运输土石方和散料建材的车辆装备有车厢上盖，防止运输过程中的洒落、起尘。

⑦施工人员应采取必要的个人防护措施。施工垃圾应及时清运、适量洒水，以减少扬尘。施工结束时，应及时对施工占用场地进行植被恢复，减少扬尘产生的途径和可能性。

⑧施工期应随时关注天气变化情况，风速较大时，应尽量减少施工，加强施工场地内的防风抑尘措施。

⑨针对工程量较大的施工场地，例如马道枢纽、企石枢纽、青年枢纽施工区增加现场喷淋系统。现场喷淋降尘系统分为四个子系统，围挡喷淋系统、主体喷淋系统、塔吊喷淋系统和移动雾炮车。



图 8.5-1 施工区喷淋系统示意图

对于施工机械燃油废气，建议采取如下环保措施：

- ①施工时应选用耗油低、污染物排放量少型号的汽车和流动装卸机械。
- ②维修保养应严格执行 I/M 制度，使车辆和机械设备维持良好的工作状态，以降低车辆、装卸机械燃油产生的尾气。
- ③在出入车辆上安装尾气净化装置，在燃柴油机械的燃油中添加助燃剂降低尾气中污染物的排放量。

对于食堂油烟废气，建议采取如下环保措施：

施工作业区的食堂油烟应经高效油烟净化设施抽排至室外排放，满足《餐饮业油烟排放标准》（GB 18483-2001）表 2 中的最高允许排放浓度限值要求  $2.0 \text{ mg/m}^3$  和油烟去除效率要求（大型餐饮单位 85%、中型餐饮单位 75%、小型餐饮单位 60%）。餐饮应按地方环保部门规定，尽量使用天然气、电力等清洁能源，尽量减少对环境的破坏。

## （2）运行期

运河工程运行后影响环境空气的主要污染源为船舶尾气。为保证环境空气质量，建议采取如下措施：

- ①建议平陆运河行驶船舶应满足《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》（交海发〔2018〕168 号）的相关要求，大型内河船和江海直达船舶应使用符合新修订的船用燃料油国家标准要求的燃油，其他内河船应使用符合国家标准的柴油，保障平陆运河行驶船舶使用符合相关标准的油品。
- ②航道内推进船型标准化、环保化建设，鼓励船舶加装尾气处理装置，最大限度的减少船舶燃油废气的排放。

③应加大 LNG、电力等清洁能源船舶的推广和使用。

④建议在钦州水上服务区、新福水上服务区建设岸电系统，减少靠港船舶大气污染物排放。

⑤运河枢纽选择污染物排放少的环保型高效装卸机械，经常对流动机械进行保养和维护，保持其良好的运行状态。

⑥运河水上服务区、枢纽内推广应用太阳能、风能等新能源，例如：在运河枢纽建设分布式风力发电、枢纽屋顶建立光伏电站等，有效地利用运河枢纽的可再生能源。

⑦在航道沿线、船舶过闸或敏感目标较多的区域进行船舶尾气监测。可在跨运河桥梁加装船舶尾气嗅探系统，探测船舶尾气中硫氧化物和氮氧化物等大气污染物的排放，建立平陆运河船舶尾气全覆盖监测模式。

## 8.6 固体废物处理

### （一）施工期

（1）施工期陆域施工人员居住场地附近设置临时垃圾集中堆放场地，定期清运至附近垃圾处理场处置。施工结束后，施工场地应及时平整，清场要彻底，建筑垃圾用于场地回填或统一收集送附近垃圾处理场处置。

（2）考虑到本次平陆运河会产生大量的弃土弃渣，建议优先对产生的弃土进行利用。回填和填筑应优先采用干地开挖采用的土石方，减少弃土弃渣量的产生。内河河道产生的疏浚土可用于农业复垦或绿化肥料，亦可以用于后期景观工程的城市建设土地平整。目前北部湾港口总体规划正在编制，后续钦州、北海、防城港等 3 港域均有较多港口建设计划，可结合港口围填计划，优先推荐弃渣的综合利用。

（3）堆料场应充分考虑拦挡及截排水措施，以确保其堆渣安全。弃土完毕后充分考虑恢复治理条件，以减少投资，从而达到较好的经济效益。

（4）船舶垃圾严格按照交通部 2015 年第 25 号令《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》执行。航道内船舶应配备有盖、不渗漏、不外溢的垃圾储存容器或垃圾袋收集生活垃圾和生产废物，由专业单位收集后送岸上处理，严禁将船舶垃圾投入航道中。

### （二）运行期

### （1）航运枢纽固体废弃物处置措施

航运枢纽运营期间，应设置垃圾桶、垃圾存贮点，工作人员生活垃圾全部集中堆放在垃圾箱内，然后由垃圾运输车运送至环卫部门集中处理。危险废物、废矿物油、污油和油渣等危险废物必须由具有从事接收、贮存、运输危险废物经营资质的单位处理和处置，在航运枢纽暂时存放应符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单（2013年修改单）的相关要求。

### （2）船舶垃圾处理措施

船舶垃圾应严格执行国家《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）的规定，禁止在平陆运河通航水域内弃置船舶垃圾，航道内船舶产生垃圾，须分类用密封式袋或桶盛装，交由岸上垃圾接收站统一收集后，运至城市垃圾综合处理厂集中处理处置。在新福镇和钦州市的水上服务区布置船舶污染物（垃圾、生活污水、含油污水）接收设施，进入平陆运河沿线船舶均需在2个服务区接收污染物，并做好与城市转运及处置设施的有效衔接，实现运河船舶污染物零排放。发现疫情时，应在船上进行杀菌、消毒处理后交由岸上转运处置。相关部门应加强巡查，作好环保宣传教育工作。

## 8.7 事故防范措施

针对施工期可能发生的船舶溢油事故，应组织生态环境局、环境监测站、海事局（处）、交通局等相关部门，成立事故应急机构并形成有效联合机制，制定船舶污染事故应急计划。

同时，应设置溢油事故应急中心，配备溢油事故急救设备和器材，设专门的应急电话号码，专人负责24小时接听。一旦发生情况立即通知应急中心，由其根据应急计划，启动事故应急程序联络事故应急领导小组，组织调动人员、车辆、设备，联合采取应急行动，将船舶污染事故对环境的影响减少到最低程度。

利用海事、航道部门应急设施，对船舶事故溢油进行吸附拦截。由于溢油的突发性，应配备相应的围油栏、收油机、吸油毡及应急人员防护设备，满足工程溢油应急设备配备的要求。进行围油栏敷设、吸油毡收油作业，当溢油经过围控和回收仍有部分漂移至岸边时，组织附近人员、外部协作单位并召集附近民众进行岸滩油污清除工作；同步进行溢油的监测和监视，控制其扩散面积。

一旦发生溢油泄漏，应及时启动溢油应急预案，利用区域应急设备和本工程



配置的溢油应急设备对油膜进行有效拦截，同时并进行应急监测，加大频率对沿线取水口处的水质进行监测，确保取水口水质达标。

编制平陆运河工程环境风险评估和应急能力建设规划、应急预案等专题报告。

### 8.7.1 溢油事故防范、应急措施

#### （一）溢油风险事故防范措施

##### 1、施工期溢油风险防范措施

项目实施过程中，为防止施工船舶相互碰撞发生溢油污染风险事故，对船舶管理应采取以下措施：

（1）船舶驾驶员的业务技术应符合要求。

（2）应实施值班、了望制度。

（3）做到有序施工，施工船舶在预先规定的区域内作业，严禁乱穿乱越。

（4）施工单位根据作业需要，划定与施工作业相关的安全作业区时，应报经海事机构核准、公告；设置有关标志，严禁无关船只进入施工作业水域，并提前、定时发布航行公告。

（5）实施施工作业的船舶、排筏、设施须按有关规定在明显处昼夜显示规定的号灯、号型；在现场作业船舶上应配备有效的通信设备。

（6）避开在雾季、台风季节和大风期间施工，在遇到不利天气时及时安排施工船舶避风，禁止在能见度不良和风力大于6级的天气进行作业。

（7）施工船舶以船为单位、以船长为组长组成各船的安全小组，负责本单位的安全宣传、教育，制定安全生产措施以及日常的安全监督、检查等，执行安全领导小组的决定，落实安全措施，分解安全责任落实到人。

（8）成立安全生产组织，设立安全员，负责日常安全生产的工作，监督水上作业人员全部穿好救生衣，佩戴安全帽。

（9）发生船舶交通事故时，应尽可能关闭所有油仓管系统的阀门、堵塞油舱通气孔，防止溢油。

##### 2、运行期防范措施

船舶交通事故是导致溢油事故的主要原因，溢油事故的发生多与船舶航行和停泊的地理条件、气象海况、运输装载的货种、船舶密度、导助航条件以及船舶驾驶和管理人员的素质有关。因此，随着平陆运河项目的实施，应该从以下几个

方面制订和实施溢油事故应急防范措施：

（1）跨航道桥梁上应设置明显的红信号灯，避免船舶碰撞桥梁而导致溢油事故的发生。

（2）应根据船舶装载状态、水文、气象状况，合理安排船期，使船舶过闸、航行时，航道水域设计底高程能够满足航行水深要求。

（3）应对待闸锚地、船舶停泊水域、航道等地通航水深定期监测。

（4）一旦溢油事故发生，首要目标是保护重要区域和限制油污扩散，其次是清除油污；如果设备、材料和人力不足于对敏感区域提供有力的保护，则必须按优先次序对重要区域做出保护。

（5）建立船舶交通管制系统（VTS）和安全监督机构，加强海事监管，并配置安全保障设施，包括通讯联络、船舶导航、助航、引航、航道航标指示、海难救助、海事警报、气象预报等。

## 8.7.2 溢油风险事故应急措施

### （一）组织指挥能力

2018年1月11日，广西壮族自治区印发了《广西壮族自治区船舶污染事故应急处置预案》。该预案明确建立了由自治区船舶污染事故应急处置指挥部、应急处置专家组、设区市人民政府应急处置机构等组成的船舶污染事故应急处置组织机构体系；明确自治区船舶污染事故应急处置指挥部由自治区19个部门和单位有关负责人组成，并由广西海上搜救中心指挥长（自治区分管副主席）担任总指挥；明确了组织机构各方职责；建立了预防预警、应急处置、应急保障等应急机制。

### （二）应急清除能力

#### （1）溢油清除能力

施工期事故源强为10 t，运行期事故源强为30~50 t。一旦在平陆运河内发生溢油事故，可以利用区域环境风险应急联动机制，借助北部湾（3座设备库，合计能力约10000吨）和南宁（溢油应急能力约为50 t）的溢油应急反应力量进行应急。参照《国家船舶溢油应急设备库设备配置管理规定（试行）》，设备库内河应急服务半径约为250 km，南宁设备库服务半径约为100 km，同时建议航道部

门应培养自身的溢油应急队伍和配备一定的应急反应设备，在新福服务区和钦州服务区建设 2 个 50 t 溢油应急设备配置点（应急服务半径约为 100 km），与现有的南宁和北部湾港溢油应急能力可以满足应对工程可能最大水上溢油事故。具体如下：

### ① 设备库建设功能

建议建设 2 个溢油应急设备配置点，使应急能力范围覆盖整个平陆运河，并满足快速反应的需要。同时，运河沿线可选择在马道、企石、青年枢纽布置小型集装箱溢油应急物资储备站点，配合溢油应急设备库进行开展应急工作。

### ② 设备配置点建设布局

根据对船舶溢油事故的风险分析，结合当前的应急能力情况，建议溢油应急设备配置点布局在新福服务区和钦州服务区。

新福服务区位于马道梯级上游，距梯级约 10km，距沙坪河河口约 18km，新福服务区拟选在新福镇上游航道右岸，利用裁弯取直段航道布置。

钦州服务区位于钦州市主城区下游。青年枢纽至金海湾大桥为钦州市主城区段，钦江两岸民房等建筑物密集，不具备布置服务区条件，平山岛下游端良屋垌村附近位于钦州市郊，航道线路采用裁弯取直，钦州服务区选在良屋垌村附近航道右岸。

### ③ 应急处置能力建设目标

拟建设的溢油应急设备配置点的建设目标为应对 50t 的溢油事故，应急服务半径约为 100km。单个溢油应急设备配置点建议配置应急物资设备清单如下。

图 8.7.2-1 溢油应急设备配置点建议配置应急物资设备清单

序号	设备名称	单位	数量	主要技术规格
1	应急卸载设备			
1.1	螺杆式应急卸载泵	套	1	卸载能力 $\geq 200\text{m}^3/\text{h}$
1.2	凸轮转子式应急卸载泵	套	2	卸载能力 $\geq 200\text{m}^3/\text{h}$
2	应急围控设备			
2.1	江河型充气式围油栏	米	800	总高度 $\geq 1400\text{mm}$
3	水面溢油机械设备			
3.1	小型收油机	套	2	收油效率 $20\sim 30\text{m}^3/\text{h}$
3.2	中型收油机	套	2	收油效率 $50\sim 80\text{m}^3/\text{h}$
4	油污储运设备			
4.1	轻便储油罐	套	5	有效容积 $\geq 5\text{m}^3$
4.2	浮动油囊	套	3	可重复使用，容积 $\geq 15\text{m}^3$

序号	设备名称	单位	数量	主要技术规格
5	溢油吸附物资			
5.1	吸油材料	吨	5	自身储备 2t
5.2	吸油拖栏	米	800	最大允许拉力 $\geq 10\text{kN}$
6	岸线清污设备			
6.1	高压冷水冲洗机	套	1	最大工作压力 $\geq 8\text{Mpa}$
6.2	高压温水冲洗机	套	1	出水温度 30~150℃
6.3	岸线清污简易工具	套	2	
7	运输车辆			
7.1	多功能运输车	辆	1	客货两用
7.2	室内拖车头	辆	1	牵引质量 $\geq 4$ 吨
7.3	集装箱（含托盘等）	个	3	
7.4	叉车	个	1	载重 $\geq 3$ 吨
8	其他设备			
8.1	清污防护服	套	120	可防止油品燃烧产生的有毒有害气体
8.2	天吊	套	1	
8.3	后勤保障设备	套	2	
8.4	设备托架	套	1	

#### ④ 溢油围控回收处理设备配备

设备配置点的物资、设备主要有：应急卸载设备、机械回收设备、应急围控设备、溢油吸附物资、储存及转运设备以及其它配套设备。

#### （2）含油固废焚烧处置能力

目前，广西在南宁市建有一个危险废物处置中心，位于南宁市六景工业区，距离沿海港口 100 多公里，年综合处理能力 6.52 万吨。

### （三）应急队伍

#### （1）省级和市级溢油应急组织指挥队伍

目前广西建有溢油应急处置专家库，共有专家 47 人；自治区及沿海地市海上搜救中心共有船舶污染应急高级指挥人员 12 人，现场指挥 11 人。

#### （2）应急清除队伍

地方专业应急队伍来自于广西 8 家船舶污染清除单位，现有专业应急人员 237 人；兼职应急队伍来自于港口码头特别是油码头的员工。

建议工程建设后，运营单位应建设溢油应急队伍，确保专业力量承担溢油应急设备物资保养、维护，以及应急处置工作。

#### （3）应急演练

每年组织平陆运河运营单位开展溢油应急演练。溢油风险事故发生后，能否迅速而有效地作出应急反应，对于控制污染、减少污染损失起着关键性的作用。根据本次评价的相关分析，结合区域当前的应急现状，项目实施后，建议综合地方政府、海事机构和企业力量，使本区域能对抗水上溢油事故。重点建设水面溢油的控制、清除功能，增加应急反应决策和指挥的手段；积极与周边港口部门协商，形成联防机制，减少资源浪费。

### 8.7.3 炸药库风险防范措施

- (1) 炸药的贮存方式、方法与贮存数量必须符合国家标准。
- (2) 由专人管理炸药库，按照《爆破安全规范》（GB6722-2003）操作和管理。
- (3) 炸药库区域严禁烟火，杜绝一切可能危及炸药库的活动。
- (4) 炸药库应设置通风、防晒、调温、防火、灭火、防爆、泄压、防潮、防雷、防静电等安全设施和设备，并按照国家标准和相关规定进行定期维护、保养，保证符合安全运行要求。
- (5) 炸药出入库，必须进行核查登记，并定期检查。
- (6) 炸药库需设置 200m 的安全防护距离，对防护范围内的居民进行搬迁。

### 8.7.4 枢纽溃坝风险防范措施

(1) 施工期对施工质量进行有效控制，避免因施工质量而引起的溃坝风险。运行期加强大坝的安全监测和实时评估，发现安全隐患和问题要及时解决。

(2) 针对可能的水文风险，应加强洪水测报工作。加强与各级防汛指挥中心的联通，及时准确了解坝址以上流域内的水（雨）情信息，特别要警惕超大坝安全设计标准的洪水，为大坝安全运行提供科学依据，争取更多的时间抗御超标洪水。

### 8.7.5 渣场失稳风险防范措施

(1) 工程弃渣应按规划分区分层堆放，并按设计要求做好导流、防护工程，严禁乱堆、超高堆渣。

(2) 严格按照批复的水土保持方案落实渣场的水土保持措施，保证水土保持工程措施和植物措施的有效性。

(3) 暴雨季节应对堆渣场加强巡视，一旦发现险情，及时通知和组织疏散当地居民撤离渣场溃坝危害区。

### 8.7.6 水库富营养化风险防范措施

(1) 加强水质监测和风险预警预报工作。

(2) 深入开展库区及上游流域点源污染控制和治理。严格控制工业和城镇生活污水排放，实施严格的入河排污口达标排放制度和污染物总量控制制度，继续加大污水处理厂建设，开展污水处理厂除磷、除氮等深化处理，点源排放污水经污水处理厂处理达标后再进入排污口。

(3) 全面开展库区及上游流域面源污染控制和治理，削减面污染负荷。控制农业生产面源污染，加强畜禽养殖污染物治理，加大农村生活污水处理力度，开展农村垃圾收集处理，加大流域水土流失治理，开展两岸植树造林和绿化美化，构建沿江生态屏障。

## 8.8 移民安置环境保护措施

### 8.8.1 水环境保护措施

#### 8.8.1.1 施工期

(1) 砂浆搅拌机冲洗废水

施工区砂浆搅拌机或混凝土拌和机冲洗废水采取絮凝沉淀处理后，出水循环用作冲洗用水，水质执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）一级标准，即 $SS \leq 70 \text{mg/L}$ 。1台搅拌机设置2座沉淀池，沉淀池采用砖混结构，一用一备。

(2) 施工车辆冲洗废水

移民安置点施工区进出口洗车池车辆冲洗废水采取收集、沉砂处理后全部回用，水质参照执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）中的车辆冲洗水质标准。在各集中安置点施工车辆冲洗池边设置沉砂池，1座冲洗池设置2座沉砂池，一用一备，沉砂池采用砖混结构。

(3) 施工人员生活污水

生活污水采取分散和集中 2 种方式进行处理。对迁建工程规模较大，设置生活营地的生活污水采取集中处理方式；移民安置点施工及管理人员以居住当地民房为主，则分散处理。

### ①集中处理

#### a) 处理目标

施工生活营地生活污水经处理后达标排放，水质需满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，即  $BOD_5 \leq 20\text{mg/L}$ 、 $COD \leq 100\text{mg/L}$ 、 $SS \leq 70\text{mg/L}$ 。

#### b) 处理方案

生活污水处理采用生物处理法，可采用一体化处理设备，方便施工以及设备的重复利用。该装置主要采用污泥吸附法和生物接触氧化技术相结合的工艺，能够有效地脱除污水中的氮、磷等有机污染物，污水处理达标后达到《污水综合排放标准》排放要求后排放，或者回用于道路洒水和山林浇灌。剩余污泥干化后与生活垃圾一并处理。生活污水成套设备是以 A/O 生化工艺为主，集生物降解污水沉降、氧化、消毒等工艺于一体的生活污水，适用于处理中、小水量的生活污水，其工艺流程图见图 8.8.1-1。该成套设备具有出水水质优质稳定，占地面积小、不受设置场合限制，操作管理方便，易于实现自动控制等优点。

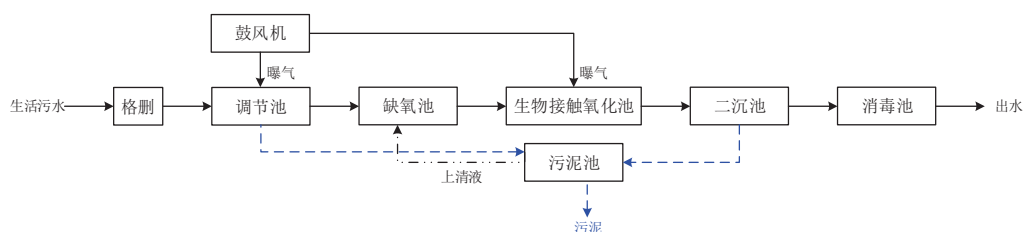


图 8.8.1-1 生活污水成套设备处理工艺流程图

### ②分散处理

小于 1000 人规模的移民安置点，施工人员一般租住在附近居民房，其生活污水进入当地污水收集、处理系统，无需采取生活污水处理措施。但需在施工区内设置一定数量的旱厕，对施工作业人员日常生活污水进行收集后集中排入污水处理设施进行处理。

## 8.8.1.2 运行期

### (1) 集中安置点

#### ①典型设计安置点废水概况

平陆运河沿线的 17 个集中安置点居民生活污水的产生量范围大概为 25 立方米/天~250 立方米/天。根据第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册，废水中的主要污染物及浓度分别为 COD340mg/L、BOD<sub>5</sub>150mg/L、NH<sub>3</sub>-N50mg/L。

### ②处理目标

农村移民安置点处理后生活污水出水水质需满足《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB45/ 2413-2021）中的一级标准。即 COD≤60mg/L、BOD<sub>5</sub>≤20mg/L、SS≤20mg/L、NH<sub>3</sub>-N≤8mg/L、TN≤20mg/L、TP≤1.5mg/L。

### ③处理方案

根据农村移民安置点对处理后生活污水出水水质要求，推荐几种生活污水处理适宜方案，供各本工程移民集中安置点根据其具体情况选用，各移民安置点适用处理方案见表 8.8.1-1。

表 8.8.1-1 移民安置点生活污水处理推荐方案

编号	生活污水处理方案	适用移民安置点
1	生活污水成套设备（A <sup>2</sup> /O 法）	适用于无法采用生态处理方案的所有农村移民安置点
2	厌氧/好氧一体化 MBR 装置	适用于所有城集镇移民安置点
3	生物接触氧化法（太阳能微动力）+ 人工湿地或稳定塘污水处理工艺	适用于场内有闲置荒地、废弃河塘的移民安置点
4	厌氧滤池-稳定塘-生态沟渠污水处理工艺	适用于拥有自然池塘或闲置沟渠的移民安置点，处理规模不宜超过 200m <sup>3</sup> /d。
5	一体化设备-SBR 反应池-生态池-稳定塘污水处理工艺	适用于拥有自然池塘的小型移民安置点，处理规模不宜超过 50m <sup>3</sup> /d

#### 方案一：生活污水成套设备

##### a) 技术简介

采用 A<sup>2</sup>/O 法的生活污水成套设备在系统上是最简单的同步除磷脱氮工艺，总水力停留时间小于其它同类工艺，在厌氧(缺氧)、好氧交替运行的条件下可抑制丝状菌繁殖，克服污泥膨胀，SVI 值一般小于 100，有利于处理后污水与污泥的分离，运行中在厌氧和缺氧段内只需轻缓搅拌，运行费用低。由于厌氧、缺氧和好氧三个区严格分开，有利于不同微生物菌群的繁殖生长，因此脱氮除磷效果非常好。出水可稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918—2002）一级 B 标准，达标排放。

##### b) 工艺说明



设备由厌氧池、缺氧池、好氧池、沉淀池、消毒池和污泥池组成，A<sup>2</sup>/O 法的处理工艺流程图见图 8.8.1-2。该方法适用于处理中、小水量且对出水水质要求较高的生活污水，它具有占地面积少、出水水质高，运行费用低，运行管理方案等优点。

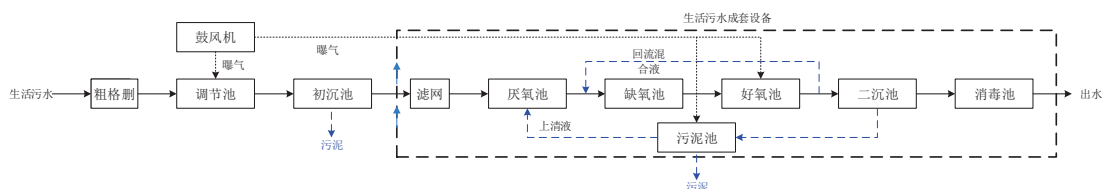


图 8.8.1-2 生活污水成套设备（A<sup>2</sup>/O 法）处理工艺流程图

方案二：厌氧/好氧一体化 MBR 装置

#### a) 技术简介

MBR 是一种将高效膜分离技术与传统活性污泥法相结合的新型高效污水处理工艺，它用具有独特结构的 MBR 平片膜组件置于曝气池中，经过好氧曝气和生物处理后的水，由泵通过滤膜过滤后抽出。它利用膜分离设备将生化反应池中的活性污泥和大分子有机物质截留住，省掉二沉池。活性污泥浓度因此大大提高，水力停留时间（HRT）和污泥停留时间（SRT）可以分别控制，而难降解的物质在反应器中不断反应、降解。由于 MBR 膜的存在大大提高了系统固液分离的能力，从而使系统出水，水质和容积负荷都得到大幅度提高，经膜处理后的水水质标准高（优于一级 A 标准）。

经过消毒，最后形成水质和生物安全性高的优质再生水，可直接作为新生水源。由于膜的过滤作用，微生物被完全截留在 MBR 膜生物反应器中，实现了水力停留时间与活性污泥泥龄的彻底分离，消除了传统活性污泥法中污泥膨胀问题。膜生物反应器具有对污染物去除效率高、硝化能力强，可同时进行硝化、反硝化、脱氮效果好、出水水质稳定、剩余污泥产量低、设备紧凑、增量扩容方便、自动化程度高、操作简单等优点。另外，作为一体化设备，其具有占地面积小，便于集成，适用于城集镇生活污水处理。

#### b) 工艺说明

MBR 一体化污水处理设备的核心部件是膜生物反应器（MBR），它是膜分离技术与生物技术有机结合的新型废水处理技术。污水通过格栅进入为厌氧池，放置填料，并与活性污泥进行充分接触。MBR 池为好氧区，放置膜组器，使用 PVDF 膜将活性污泥和大分子有机物质截留住，省掉二沉池。活性污泥浓度因此

大大提高，水力停留时间（HRT）和污泥停留时间（SRT）可以分别控制，而难降解的物质在反应器中不断反应、降解。进一步处理之后，被处理水可以达标排放或回用。MBR 工艺流程如图 8.8.1-3 所示：

### c) 技术指标

使 MBR 膜生物反应器的出水，水质和容积负荷都得到大幅度提高，经膜处理后的水水质标准高，满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918—2002) 一级 A 标准；经过消毒，最后形成水质和生物安全性高的优质再生水，可满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2002) 标准。

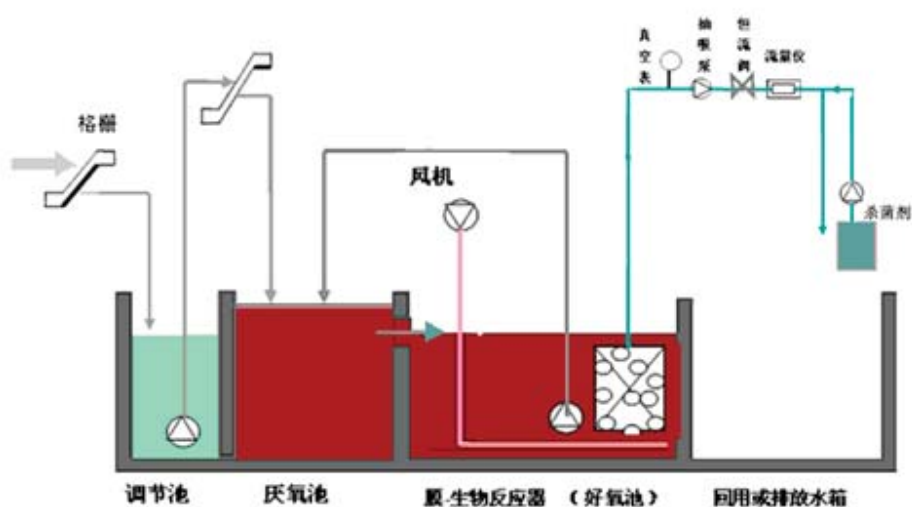


图 8.8.1-3 MBR 工艺流程图

方案三：生物接触氧化法（太阳能微动力）+人工湿地或稳定塘污水处理工艺

### a) 技术简介

太阳能微动力污水处理是在常规微动力污水处理工艺的基础上优化研发而来，克服了常规微动力需要用电、需要专职人工管理等缺点，采用太阳能光伏板发电，运行过程中完全不需要用电，采用全微电脑自控控制，无需人为管理操作。

太阳能微动力污水处理主要由太阳能光伏发电系统、逆变系统、光电控制系统、太阳能专用蓄电池、微电脑控制系统、太阳能充电控制器、太阳能曝气机、太阳能回流泵、生化填料、专用曝气器等组成。工艺流程图见图 8.8.1-4。

### b) 工艺说明

生活污水集中收集后，进水污水处理站内的格栅井，内部设有过滤格栅，对

污水中的漂浮物进行去除。

经过格栅处理后的污水，再进入厌氧池，在此利用厌氧微生物降解污水中的有机物，使大分子复合链的有机物氧化为小分子单链的有机物。污水和从沉淀池回流的含磷污泥，在厌氧状态下释放出磷。污水中的部分氨氮，在太阳能好氧池内被转化为氨氮，经过回流泵进入缺氧池，反硝化菌利用污水中的有机物做碳源，将回流混合液中带入的大量硝酸盐氮和亚硝酸盐氮还原为氮气至大气中，从而去除废水中的氨氮。在经过太阳能好氧反应后，污水中的污染有机物已经被微生物基本消解，混合液流入沉淀池进行沉淀处理。为保证生化池的污泥浓度，将沉淀池的污泥回流到前池中。经过沉淀池后的废水已经基本满足要求，为保证出水的稳定性及提高出水水质，设计出水经过多介质湿地（人工湿地）进行吸附过滤后再进行排放。出水可稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918—2002)一级 B 标准，达标排放。

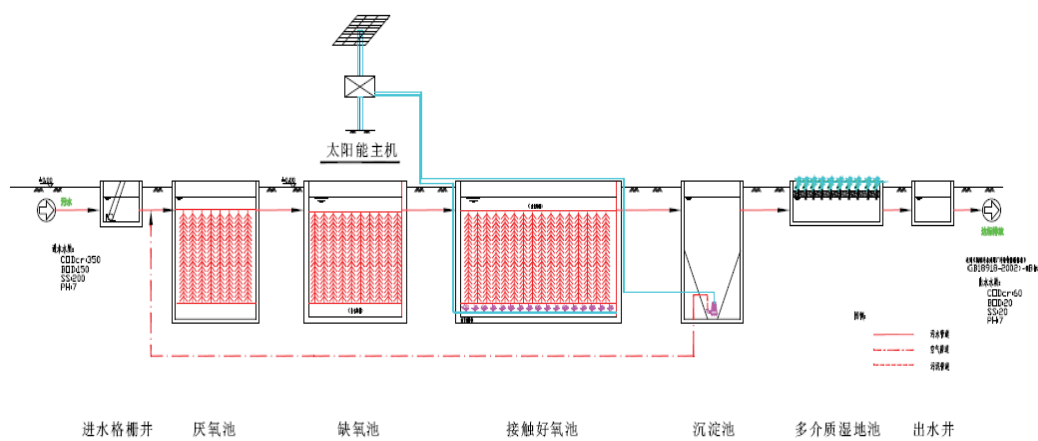


图 8.8.1-4 太阳能微动力生活污水处理工艺流程

### c) 技术指标

工艺参数：收集污水人口可达 10000 人，曝气量最大可以达到  $7.70\text{m}^3/\text{min}$ 。不同污水规模太阳能微动力生活污水处理参数见表 8.8.1-2。

表 8.8.1-2 太阳能污水处理系统整体技术参数

序号	处理水量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	太阳能功率 (w)	占地面积 ( $\text{m}^2$ )	有效水深(m)	曝气量 (( $\text{m}^3/\text{min}$ ))
1	10	200	15	1.5	0.08
2	20	400	26	1.8	0.15
3	40	800	45	2.0	0.31
4	60	1000	52	2.5	0.47
5	80	1200	70	2.5	0.62
6	100	1600	90	3.0	0.78
7	200	2600	150	3.0	1.55

序号	处理水量 (m <sup>3</sup> /d)	太阳能功率 (w)	占地面积 (m <sup>2</sup> )	有效水深(m)	曝气量 ((m <sup>3</sup> /min)
8	500	6600	380	3.5	2.88
9	1000	14000	660	3.5	7.70

#### 方案四：厌氧滤池-稳定塘-生态沟渠污水处理工艺

##### a) 技术简介

生活污水进入厌氧滤池，截流大部分有机物，并在厌氧发酵作用下，被分解成稳定的沉渣；厌氧滤池出水进入氧化塘，通过自然充氧补充溶解氧，氧化分解水中有机物；生态渠利用水生植物的生长，吸收氮磷，进一步降低有机物含量。

该工艺采用生物、生态结合技术，可根据村庄自身情况，因势而建，无动力消耗。厌氧滤池可利用现有净化沼气池改建，氧化塘、生态渠可利用河塘、沟渠改建。生态渠通过种植经济类的水生植物（如水芹、空心菜等），可产生一定的经济效益。

##### b) 适用范围

适用于拥有自然池塘或闲置沟渠且规模适中的村庄（如皖南地区），处理规模不宜超过 200m<sup>3</sup>/d。

日常安排 1 人不定期维护，厌氧滤池每年清掏 1 次，水生植物生长旺季及时收割，冬季及时清理水生植物残体。



图 8.8.1-5 “厌氧滤池-氧化塘-植物生态渠”组合工艺主要构筑物图

##### c) 技术指标

工艺参数：厌氧滤池停留时间≥24 小时，污泥清掏周期 360 天；氧化塘停留时间≥18 小时，生态渠水力负荷 0.3-0.6m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·d。

处理效果：COD、氨氮和总磷的平均去除率分别达到 70%、85%和 55%，SS<20 mg/L，出水水质可达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918—2002）的一级 B 标准。

#### 方案五：一体化设备-SBR 反应池-生态池-稳定塘污水处理工艺

## a) 技术简介

首先污水混合后进入格栅井，去除污水中大的漂浮物，然后自流至调节池，废水在此调节水量水质，废水经泵送至生化预处理系统，进入 SBR 反应器，池内厌氧、好氧交替，在厌氧时间段降解废水中大分子有机物，同时将污水中的硝酸盐和亚硝酸盐还原为氮气，释放到空气中，使废水中氮的浓度下降，在好氧时间段中，利用风机向废水充氧，使得废水中有机物被微生物进一步生化降解，氨氮浓度持续下降，磷也转移到了污泥中，在沉淀时间段污水进入生态池，进一步去除废水中悬浮和有机物，然后出水至氧化塘，水中的剩余污染物质经过吸附、微生物降解、吸收等多种途径去除。生态氧化塘工艺流程见图 8.8.1-6。

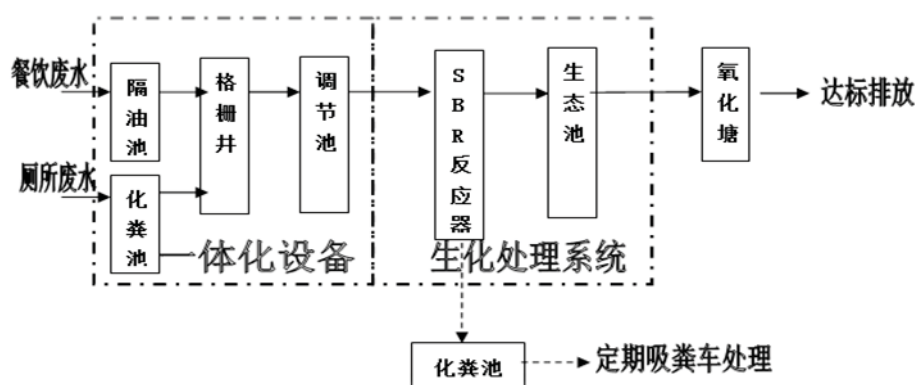


图 8.8.1-6 生态氧化塘流程图

## b) 适用范围

适用于拥有自然池塘且农户分散的村庄，处理规模不宜超过  $50\text{m}^3/\text{d}$ 。日常安排 1 人不定期维护，隔油池每礼拜清掏 1 次，化粪池每年清掏 1 次，水生植物生长旺季及时收割，冬季及时清理水生植物残体。

## c) 技术指标

工艺参数：一体化设备停留时间 $\geq 24$  小时，污泥清掏周期 360 天；稳定塘停留时间 $\geq 18$  小时。

处理效果：COD、氨氮和总磷的平均去除率分别达到 70%、85%和 55%， $\text{SS} < 20 \text{ mg/L}$ ，出水水质可达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918—2002）的一级 B 标准。

## (2) 分散安置点

分散安置点居民生活污水具有产生量小、分布较广等特点，其生活污水拟采用水压式圆筒形沼气池进行处理，根据人口规模，沼气池规模拟选用  $8\text{m}^3$ 。  $8\text{m}^3$

圆筒形沼气池池型图见图 8.8.1-7。

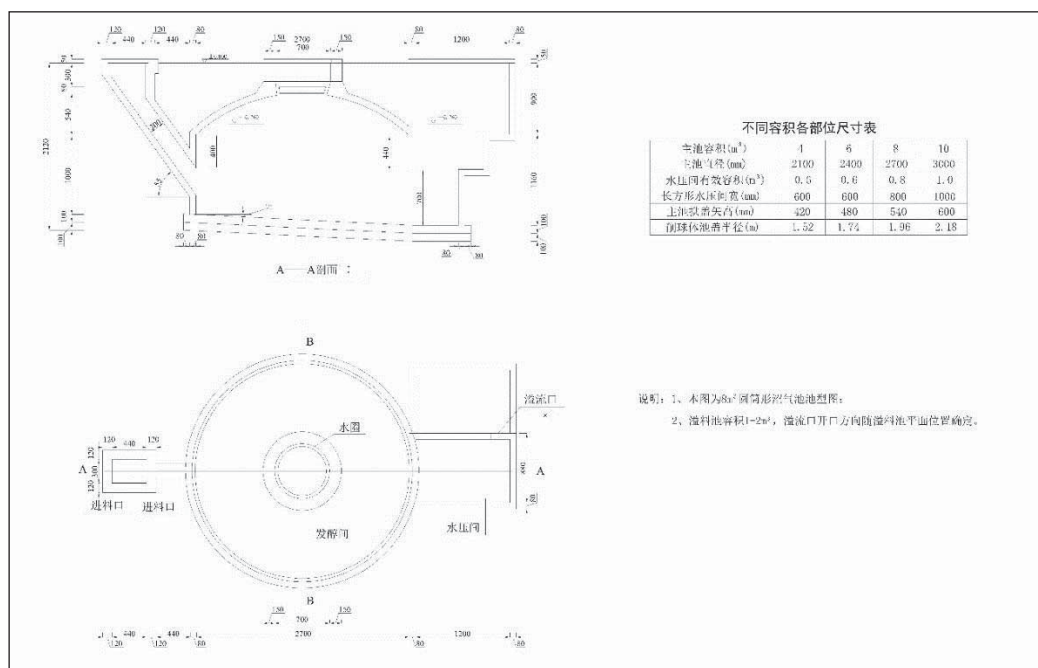


图 8.8.1-7 8m<sup>3</sup> 圆筒形沼气池池型图

## 8.8.2 生态环境保护措施

### (1) 陆生植物保护措施

①在移民安置方案规划设计时，对农业移民生产开发的土地，应区分宜农荒地还是宜林、宜牧荒地，合理开发利用；禁止毁林开荒、烧山开荒和在陡坡地上铲草皮、挖树根，禁止在 25°以上陡坡地和水土流失严重、政府规定禁止开垦的地区开荒种植农作物，最大限度的减小因开荒对植被的破坏。

②施工活动和运输车辆采取避让措施，避免对古树的破坏。禁止在古树周围带火、带气作业，树周围清理干净，不堆杂物。根据需要对古树及时覆土、追肥及防治病虫害；加强对古树保护的宣传教育工作，定期检查保护树木的生长情况和管护人员的工作情况，发现问题及时查处。

③在农村移民安置区改变原来以林草植被为主的能源结构，推广沼气池和薪炭林等生态能源，解决农村生活能源问题。在移民安置点推行沼气池建设，同时配置适量的薪炭林，减少对当地植被的破坏，沼气池生态能源的实施还有利于移民安置区的人群健康、农村面源污染控制和生活污水控制。

④农村集中居民点选点布置要合理用地和节约用地，通过多方比选，最大限度的减少对耕园地和林地的占用。

## （2）陆生动物保护措施

①移民安置区的生产废水和生活污水经处理达标后方可排放，避免因水体污染等对动物生境造成破坏，影响动物的栖息繁衍。

②生活营地、施工场地、临时便道等临时占地应绕避评价区植被较好的区域，避免占用动物生境。施工中避免破坏动物栖息的洞穴、窝巢等。施工活动不得超越征地范围。

③野生鸟类和兽类大多是晨、昏（早晨、黄昏）或夜间外出觅食。安置点建设过程中合理安排爆破时间、数量和爆破方式，力求避免在晨昏和正午开山施炮，避免爆破噪声对野生动物的惊扰。

④集中安置点施工营地附近设立标示牌，保护移民安置区及其周围的野生动植物资源。

⑤在移民安置区对移民和施工人员积极开展野生动物，特别是重点保护动物和珍稀濒危动物保护相关法律、法规的宣传和教育，提高移民对野生动物的保护意识。为保护安置点及附近生态环境，各安置点周边根据影响范围大小，分别设置宣传标识牌及野生动植物保护警示牌，各安置点按照安置点施工人员入场前宣传培训一次，千人以上安置点，施工中期增加一次培训。

### 8.8.3 大气环境保护措施

农村移民安置对环境空气产生的不利影响主要在移民安置建设期，根据农村安置点建设对环境空气的影响预测，移民安置过程中的场地平整、边坡开挖、爆破作业以及交通运输产生的粉尘、扬尘及废气为主要空气污染物。需加强建设阶段居民环境空气保护工作。环境空气保护措施主要如下：

#### （1）改进施工工艺

结合优化施工方法、施工技术等措施采取减粉降尘措施；优化开挖爆破方法，采取产尘率低的开挖爆破方法。工程爆破方式应优先选择凿裂爆破、预裂爆破、缓冲爆破、深孔微差挤压爆破技术等，以减少粉尘产生量，尽量采用环保型炸药；采用湿式作业，最大限度地减少粉尘的产生量。

#### （2）配置必要的除尘设备

爆破钻孔设备要选用带除尘器的钻机，减少粉尘的排放量；施工运输车辆应选用符合国家有关标准的车辆，保证尾气达标排放，使用高品质的燃油、燃气，

从源头解决车辆尾气排放问题。

### （3）除尘降尘防护措施

在开挖、混凝土拌合楼等施工区进行洒水，以加速粉尘沉降，缩小粉尘影响时间与范围，非雨日每天洒水 3~5 次；施工作业人员应加强劳动安全和卫生保护，必须配戴防尘口罩等个人防护用品；对道路进行洒水降尘，以道路无明显扬尘为准，非雨日每天洒水不少于 5 次，确保扬尘削减到最低。环境空气敏感点应提高该洒水频次，保证居民生活生产质量。根据安置点规模，千人以上规模安置点配置一台机动洒水车，一台手推洒水车；千人以下规模的安置点配置一台手推洒水车。

### （4）运输防尘措施

在物资运输过程中注意防止空气污染，装载多尘物料时，应对物料适当加湿或用帆布覆盖，运送散装水泥车辆的储罐应保持良好密封状态，运送袋装水泥必须覆盖封闭，经常清洗运输车辆；在两侧分布有居民点的公路上行驶的车辆，车速不得超过 20km/h。

## 8.8.4 声环境保护措施

### （1）采取临时避让（经济补偿）措施

对昼间受集中安置点施工噪声的影响居民和受专业项目处理工程施工噪声影响的居民采取临时避让（经济补偿）措施，昼间暂时回避施工噪声影响。

### （2）采取降噪措施

在各集中安置点和有敏感目标分布的专业项目处理工程沿线（点）的施工区四周设置围挡，围挡高度不低于 2m，从而达到防护效果。

### （3）加强施工管理

施工期间应结合环境监理，加强巡查，对接到投诉的施工区段，应采取限制施工机械数量等措施降低噪声，具体如下：

①合理安排施工时间，夜间（22:00-次日 6:00）严禁施工。

②严格执行《建筑工程施工现场管理规定》，建立健全的现场噪声管理制度。

③合理安排施工强度：合理布置机械设备，避免在同一地点集中布置过多的强噪声设备，特别是学校、居民点附近。



④限制设备的使用量和数目，对施工机械按类别实行分组施工。

⑤合理布置施工场地，利用堆料区、临时建筑物等阻隔降噪。如工地上堆放的密度大且无空隙的建筑材料可用作声屏障，取料时应从背对敏感点一侧开始，以尽可能利用堆料作为天然屏障。

#### （4）加强施工公示

集中安置点和专业项目处理工程开始施工前，加强与安置点周围和工程沿线可能受施工影响的居民进行及时沟通。施工时应在施工工地外侧明显处悬挂建筑施工工地环保牌，注明工地环保负责人及工地现场电话号码，以便公众监督。

### 8.8.5 固废处置措施

#### （1）施工期

施工期产生的建筑垃圾包括的碎砖块、废石料、水泥块及混凝土残渣等，大部分可回收利用，且具有一定的经济价值，因此在施工及移民拆建房过程中基本可实现回收利用，不会对周边环境带来较大影响。

移民安置点的施工营地会产生生活垃圾。针对建设规模较大的安置点，施工场地可能设置临时施工营地，拟在上述施工营地的食堂、办公区、居住区各设 2 个垃圾桶收集生活垃圾。其它规模较小的移民安置点施工人员一般以居住当地民房为主，拟在其项目部设置 2 个垃圾桶收集生活垃圾。生活垃圾经垃圾桶集中后，由附近城集镇环卫部门定期收集、清运和处理。

#### （2）运行期

移民安置点固体废物主要来源于运行期居民生活垃圾。采取“户分类、村收集、镇转运、县市处理”措施，安置区生活垃圾收集、清运、处理将纳入县市垃圾处理系统。居民点内生活垃圾收集系统包括垃圾桶和垃圾收集点。在交通方便、人口相对集中的地方建造垃圾屋（台）作为垃圾收集点，布局数量原则上按 30~50 个居民用户建造一个，容积 4~5m<sup>3</sup>。同时每 10~15 户再配置一个垃圾桶，各安置点分别配备一台垃圾车。

### 8.9 环保投资费用估算

平陆运河环境保护投资见表 8.9-1、8.9-2、8.9-3，环保投资共计 5.0 亿元。

表 8.9-1 平陆运河生态环境保护投资一栏表

序号	项目	单位	数量	单价	合计	备注
				(万元)		
一	水环境保护					
1	基坑排水	套	5	5	25	
2	混凝土料罐冲洗废水处理池	套	30	3	90	
3	机械车辆冲洗废水处理池	套	30	5	150	
4	生活污水处理				500	
4-1	三格化粪池	套	30	10	300	
4-2	集中一体化处理化粪池	套	10	20	200	
5	取水口保护				12000	设置防污帘、配备突发水污染事件应急装备物资
6	水质自动监测站点建设费	座	20	150	3000	在取水口、水源地、排污口等处设置水质自动监测站点
7	服务区生活污水处理池	座	2	15	30	2个水上服务区
8	船舶垃圾回收站	个	2	50	100	
9	船舶废水收集处理站	个	2	1000	2000	
10	应急设备库	个	2	3000	6000	
11	船舶废水回收船只	个	4	30	120	
合计					24015	
二	陆生生态保护					
1	重点野生植物的扩植	种类	5	50	250	将重点野生动植物进行部分迁地移植,保证其种类多样性
2	陆生生态环境监测	次	7	30	210	施工期5个年度、运行期前2个年度共7个年度的春季开展陆生生物资源专项调查
3	土地复垦和生态修复	亩	4000	1	4000	渣场等临时用地的土地复垦和生态修复
4	爆破和钻机噪声控制	m <sup>3</sup>	3640	0.5	1820	运用先进设备减缓建设期产生的噪声
5	生态环保培训	/	/	/	30	全线开展野生动植物保护系统培训
6	生态廊道建设	/	/	/	3000	包括动物通道建设、警示牌设置、景观营造
合计					9310	
三	水生生态保护					
1	驱鱼设备及作业	项	/	/	50	购置驱鱼设备,炸礁作业前将鱼类驱赶至爆破影响区之外
2	水生生态监测	次	7	30	210	施工期5个年度、运行期前2个年度共7个年度的丰水期、枯水期开展水生生物资源专项调查

3	鱼类应急救护费	项	/	/	20	在主管部门指导下对受伤珍稀保护鱼类及时进行救助
4	鱼道	处	1	400	400	青年枢纽建设过鱼通道，兼顾鳊鲃和河蟹的洄游
5	湿地生态系统	处	15	180	2700	河段共有 55 个截弯取直段，分析选取其中 15 个作为栖息地保护，营造湿地生态系统
6	底栖生境修复	km	113	2	226	底栖生境修复结合河道疏挖工程实施
7	底栖生物增殖	t	1597	1	1597	施工过程中底栖生物一次性损失为 1597t
8	渔业增殖放流	km	113	35	3955	河流段全线开展增殖放流及生态补偿措施，参照其他航道相关费用估算
9	渔业及环保培训	/	/	/	20	全线开展鱼类保护及湿地生态系统的维护培训
合计					9178	
四	大气环境保护					
1	施工作业面洒水	点·月	1320	0.3	396.00	22 个施工区，平均按每个施工区 5 年考虑，每月 0.3 万元
2	运输道路夯实硬化	条	80	2	160.00	80 条主要施工道路，对主要运输便道上的路基进行夯实硬化处理
3	喷淋系统	套	3	3	9.00	3 个施工枢纽喷淋系统
4	建筑材料篷布覆盖	处	162	0.3	48.6	162 处堆料场，建筑材料的运输和堆存过程加篷布覆盖
5	噪声监测设备	套	3	10	30	3 个枢纽各布设 1 套噪声监测设备
6	船舶尾气嗅探系统	套	7	80	560	在钦江干流段、分水岭段分别布设 2 套船舶尾气嗅探系统，沙坪河段、钦江段、近海段分别布设 1 套
合计					1203.6	
五	声环境保护					
1	交通警示牌	个	164	0.2	32.80	164 条临时施工道路
2	固定式隔声屏	m	2000	0.15	300.00	
3	移动式隔声屏	m	2000	0.2	400.00	
合计					732.80	
总计					44439.4	

表 8.9-2 平陆运河环境监测投资估算总表

序号	项目名称	点位数量	监测次数/年	监测年数	总次数(次)	单价(元)	总价格(万元)
总计							1458

1	水质监测						529.2
(1)	水污染源监测						223.2
①	生产废水监测	6	4	6	144	3000	43.2
②	生活污水监测	25	4	6	600	3000	180
(2)	地表水水质监测						306
①	施工期	18	4	6	432	5000	216
②	运行期	18	2	5	180	5000	90
2	环境空气质量监测						272
	施工期	8	4	6	192	10000	192
	运行期	8	2	5	80	10000	80
3	噪声及振动监测						136
	施工期	8	4	6	192	5000	96
	运行期	8	2	5	80	5000	40
4	生态监测						520.8
(1)	水生态监测						520.8
①	浮游生物、底栖生物						75.6
	施工期	6	4	6	144	4000	57.6
	运行期	9	1	5	45	4000	18
②	鱼类资源						75.6
	施工期	6	4	6	144	4000	57.6
	运行期	9	1	5	45	4000	18
③	鱼类索饵场监测						69.6
	施工期	3	4	6	72	8000	57.6
	运行期	3	1	5	15	8000	12
④	珍稀水生动物监测	1	1	5	5	300000	150
⑤	过鱼效果监测评价	1	1	5	5	300000	150

表 8.9-3 移民安置环境保护措施投资估算总表

序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	合计(万元)	备注
合计					4548	
一	水环境保护				660	
1	安置点生活污水处理				660	
(1)	集中处理池(一体化污水处理池)	座	60	100000	600	
(2)	分散处理(沼气池)	口	200	3000	60	

二	生态保护				10	
(1)	宣传栏	个	100	1000	10	
II	环境监测措施				24	
二	大气环境监测	点·次	16	10000	16	
三	声环境监测	点·次	16	5000	8	
III	环境保护仪器设备及安装				3300	
一	生活污水处理设备				3300	
1	移民安置点				3300	
(1)	一体化成套设备及安装费	套	60	450000	2700	
2	移民建设施工区					
(1)	一体化成套设备及安装费	套	20	300000	600	
IV	环境保护临时措施				564	
一	水环境保护				250	
1	施工期生产废水处理				75	
(1)	移民安置点建设搅拌机冲洗废水（沉淀池）	个	25	10000	25	
(2)	移民安置点施工车辆冲洗废水（沉淀池）	个	25	10000	25	
(3)	专项工程处理（沉淀池）	个	25	10000	25	
2	施工期生活污水处理				175	
(1)	集中处理池（一体化污水处理池）	座	25	50000	125	
(2)	分散处理（旱厕）	座	25	20000	50	
二	大气环境保护				139	
1	洗车池	个	50	20000	100	
2	手推洒水车	辆	50	3000	15	
3	洒水	点·月	80	3000	24	
三	声环境保护				130	
1	公示牌	块	400	1000	40	
2	经济补偿	人	3000	300	90	
四	生活垃圾处理				5	
1	移民安置点施工区（垃圾桶）	个	100	500	5	
五	人群健康保护				40	
1	安置点场地消毒	个	50	5000	25	
2	卫生宣传	人	50	3000	15	

## 9 环境保护管理和环境监测

### 9.1 环境保护管理

为对项目环保措施的实施进行有效监督管理，必须明确该项目的政府环境管理监督机构与建设单位环境管理机构的具体职责和分工，并建立有关管理制度。

#### 9.1.1 环境管理体系

平陆运河环境管理分为外部管理和内部管理两部分。

外部管理由国家及地方生态环境行政部门实施，以国家相关法律、法规为依据，确定建设项目环境保护工作需达到的相应标准与要求，负责工程各阶段环境保护工作不定期监督、检查及环境保护竣工验收。

内部管理工作分施工期和运行期。施工期由建设单位负责，对工程施工期环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家和地方对建设项目环境保护的要求。施工期内部环境管理体系由建设单位和施工单位分级管理，分别成立专职环境管理机构。

运行期由地方行政主管部门、建设单位、运行单位共同负责组织实施，对工程运行期的环境保护规划、保护措施进行优化、组织和实施。

#### 9.1.2 环境管理制度

##### 1、分级管理制度

建立环境保护责任制，在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治设施与措施条款，由各施工承包单位负责组织实施，建设单位环境保护办公室负责定期检查，并将检查结果上报环境保护领导机构，对检查中所发现的问题通报监理单位，由监理单位督促施工单位整改。

##### 2、监测和报告制度

环境监测是环境管理部门获取施工区环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据。从节约经费开支和保证成果质量的角度出发，建议采用合同管理的方式，委托当地具备相应监测资质的单位，对工程施工区及周围的环境质量按环境监控计划要求进行定期监测。并对监测成果实行月报、年报和定期编制环

境质量报告书以及年审的制度。同时，应根据环境质量监测成果，对环保措施进行相应调整，以确保环境质量符合国家所确定的标准和省、地市确定的功能区划要求。

### 3、“三同时”验收制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，工程建设过程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必须验收合格后才能正式投入运行。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

### 4、宣传、培训制度

工程环境管理机构应经常通过广播、电视、报刊、宣传栏、展览会、专题讲座等多种途径向工程技术人员宣传，增强环保意识，使他们自觉地参与环境保护工作，让环境保护从单纯的行政干预和法律约束变成人们的自觉行为；编制《平陆运河施工区环境保护管理办法》、《环境保护实施细则》等环保手册；定期组织对各施工单位环境保护专业技术人员的业务培训，提高业务素质。

### 5、污染事故预防和处理措施

工程施工期间，如发生污染事故或其它突发性事件，造成污染事故的单位应立即采取补救措施外，要及时通报可能受到污染的地区和居民，并报告建设单位环保部门与当地环境保护行政主管部门接受调查处理。建设单位接到事故通报后，会同地方环保部门采取应急措施，及时组织对污染事故的处理。与此同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，对有关单位和个人给予经济处罚。

## 9.1.3 环境管理机构

根据国家环境保护管理规定，平陆运河项目应在工程建设管理部门设置环境保护管理机构，也可聘请环保管家，负责编制环境管理方案、检查施工承包商环境管理状况、落实环境监测计划等工作。

环境管理机构（环保管家）主要职责包括：

（1）负责工程的日常环境管理工作，在业务上接受各级环保部门的监督、检查和指导。

（2）贯彻执行国家环境保护方针、政策、法律、法规及技术标准，并为确定开发项目的环境方针和目标提供决策依据，根据环境方针编制、报批项目环境

目标和指标，编制环境管理方案，指导、检查督促各环境监测站的业务工作，编制人员培训计划，作好环境工作内部审查，管理环保文档等。

(3) 参与工程建设的各有关施工单位内部应视具体情况，建立相应的环境保护机构、或指定专门人员负责本单位施工过程中的环境保护工作。为保证工程环境保护工作的连续性和稳定性，上述各环境保护机构及工作人员应保持相对稳定。

(4) 建立相应的环境保护体系，负责对环境监测、监理计划及环境保护措施的实施进行切实有效的监督。

(5) 负责领导与协调环境监理单位、各施工承包商及环境监测单位。

#### 9.1.4 环境管理任务

##### 1、工程筹建期

(1) 审核工程环境影响评价成果，并保证把环评报告中有关环保措施列入工程最终设计文件。

(2) 招标文件及合同文件中必须包括环境保护条款。

(3) 筹建环境管理机构。

(4) 进行环境管理人员培训。

##### 2、施工期

###### (1) 移民环境管理

环境管理机构协同环境监理单位共同负责监督移民实施规划中环保措施的实施，定期对安置区移民及当地居民的社会经济状况、公共卫生状况、文教、生态影响等进行调查、监测、评价、报告，防止各种环境问题的产生。

###### (2) 施工区环境管理

为减轻施工活动造成的环境污染，保障施工人员的身体健康，保证工程顺利进行，应特别加强施工区环境管理工作。

按照国家有关环保法规和工程的环保规定，统一管理施工区环境保护工作。

监督承包商对于环保合同条款的执行情况，并负责解释环保条款。对重大环境问题提出处理意见和报告，通过工程总监理工程师责成有关单位限期纠正。

发现并掌握工程施工中的环境问题。对某些环境指标，下达监测命令。对监



测结果进行分析研究，并提出环境保护改善方案。

参加承包商提出的施工组织设计。施工技术方案的施工进度计划的审查会议，就环保方面提出改进意见。审查承包商提出的可能造成污染的施工材料、设备清单及其所列环保指标。

对现场出现的环境问题及处理结果作出记录，每月由环境管理办公室提交月报表，并根据积累的有关资料整理环境管理档案。参加单元工程的竣工验收工作，负责组织和参加已完成的工程的限期清理和恢复现场。

### 3、运行期

运行阶段环境管理的主要任务是保护地表水水质和生态环境，加强管理，预防水污染和生态环境破坏、环境地质事故的发生。

运行期环境管理机构应负责制订环境管理目标、确定并执行环境管理计划、负责水质及生态监测工作的外委，以及监测资料的整编与报送，保证监测成果质量。同时，还应密切注意水质及生态环境的变化动态，防止水污染、生态环境破坏、环境地质灾害等事故的发生。

## 9.2 环境保护监理

工程建设期较长、影响范围大、建设期间环境影响涉及因素多，根据环境保护要求，应实施环境监理制度，以便对建设期各项环保措施的实施进度、质量及实施效果等进行监督控制，及时处理和解决可能出现的环境污染和生态破坏事件。

### 9.2.1 监理目的和任务

#### （1）监理目的

环境监理工作主要目的是落实本工程环境影响报告书中所提出的各项环保措施。

#### （2）监理任务

环境监理单位受建设单位的委托，主要在工程建设期和移民安置过程中对所有实施环保项目的专业部门及工程项目承包商的环境保护工作进行监督、检查、管理。环境监理工作应贯穿工程建设全过程。环境监理的主要任务包括制订环境监理规划及环境监理实施细则，根据工程建设特点和工程影响区环境状况，评估施工环境影响，指导施工单位完成施工环境保护工作，监督、审查环保措施的落

实情况，督查施工单位环境工作报告，建立环境监理档案，做好环境监理记录和成果资料管理工作。

#### 1) 项目建设区环境监理

- 监督检查施工过程中的各项环保措施和地方对工程环境保护的意见与处理情况，包括：施工区生活水源地水质保护，施工江段水生生物、污水处理、空气污染控制、噪声污染控制、固体废弃物处理、卫生防疫、水土流失防治、施工现场环境卫生等方面。
- 监督承包商对于合同中的环保条款的执行情况，并负责解释环保条款。对重大环境问题提出处理意见和报告，通过工程总监理工程师责成有关单位限期纠正。
- 参加承包商提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划的审查会议，就环境保护方面提出改进意见。审查承包商提出的可能造成污染的施工材料、设备清单及其所列的环保指标。
- 对施工区出现的环境问题及时发现，进行妥善的处理。对某些环境指标下达监测指令，并对监测结果进行分析研究，并提出环境保护改善方案。
- 监督与环境有关的合同条款的执行，签署环境监理意见，使工程施工符合环境保护法规的要求。
- 协调建设各方有关环保的工作关系和有关环境问题的争议。
- 记录现场出现的环境问题及处理结果，每月向环境管理单位提交月报表，并根据积累的有关资料整理环境管理档案。
- 参加单元工程的竣工验收工作，负责组织和参加已完成工程的限期清理和恢复现场工作，调查评价工程区水土保持、施工迹地恢复及绿化等措施落实情况。

#### 2) 移民安置区环境监理

据国内目前实施的相关工程移民监理工作经验，移民监理通常是由工程建设单位与移民主管部门共同委托具有监理资格的机构来共同完成。为了保障安置区各项环境保护工程的实施，建议监理机构应配备至少一名专业环境监理人员，负责监督、审查、评估环境保护措施的落实情况。具体工作内容如下：

- 审查实施单位在总进度和年度计划下的环保设施施工组织设计和进度计划，超出实施规划、年度计划及有关合同协议之间的变更，调整，及

时报告建设单位批准。

- 在迁建集镇和安置点建设过程中检查和督促计划的实施，确保“三同时”制度得到执行。
- 监督移民安置区环境保护工作和环境保护设施的落实情况，监理实施单位对移民安置区环保设施是否按批准的规划及批复的环境影响报告书设计标准进行施工。
- 对环保资金的使用、去向与环保措施实施进度进行控制。
- 参加由实施单位组织的初步验收和由建设单位或上级主管部门主持的竣工验收活动。

### 9.2.2 监理范围及职责

环境监理的工作范围包括平陆运河项目建设区、移民安置区、对外交通道路及设施区等所有可能造成环境污染和生态破坏的区域。

环境监理工作任务为：依照国家环境保护法律、法规及标准要求，以经过审批的工程环境影响报告书、环境保护设计及施工合同中环境保护相关条款为依据，监督承包商或环保措施实施单位依照进度、资金、质量、效果要求，完成环境保护工作。其主要职责包括：

（1）贯彻国家和地方环境保护法律、法规、政策和规章，依法对管辖区内单位或个人执行环境保护法规的情况进行现场监督、检查和处理。

（2）受业主委托，监督、检查工程环保措施实施质量、进度、资金与效果。

（3）从招投标入手对参加审查会议的资格，就承包商提出的施工组织设计、施工技术方案的施工进度计划提出环保方面的改进意见，以保证方案满足环保要求。

（4）审查承包商提出的可能造成污染的材料和设备清单及各项环保指标。

（5）巡查、监督各种污染源各类污染物的排放情况和污染治理设施的运转情况。

（6）对监理过程中发现的环境问题，以书面形式通知责任单位，要求限期处理。

（5）对承包商的施工过程及竣工后的迹地恢复，依据环境保护要求进行监督、检查和验收。

(7) 工程质量认可需包括环境质量认可，工程的验收凡与环保有关的内容需有环境监理工程师参加，并签字认可。

(8) 环境监理工程师有权反对并要求承包商立即更换其不能胜任环保工作的环境管理工作人员。

(9) 进行环境保护的宣传、教育和环境科学技术的普及提高工作，增强施工人员的环境保护意识。

### 9.2.3 监理工作程序及质量控制

#### (1) 监理工作程序

1) 组建环境监理机构，选派总监理工程师、监理工程师、监理员和其他工作人员。

2) 熟悉与环境监理有关的各种资料、报告、文件，熟悉工程施工场地与环境。

3) 编制监理规划和实施细则。

4) 对环境监理工作进行交底。

5) 实施环境监理工作。

6) 参与与环境保护有关的各种验收，签署监理意见。

7) 向业主提交环境监理档案资料，归还所提供物件。

8) 向业主提交环境监理工作总结。

#### (2) 质量控制

1) 环境监理机构应建立和健全质量控制体系，并在监理工作过程中不断改进和完善。

2) 环境监理机构应监督承包商建立和健全环境保护质量保证体系，并监督其贯彻执行。

3) 环境监理机构应按照有关环境标准和合同要求，对环境保护措施的建设、运行效果以及施工环境进行监督和检查，按照事前审批、事中监督和事后检验等程序进行质量控制。

4) 根据检查结果，审查和评估工程施工环境保护措施的有效性，不满足或未能全部满足要求的，按规定程序督促施工单位改进，直至满足要求为止。

5) 根据评估结果和施工单位落实情况, 确定工程对环境的实际影响, 编制监理工作报告。

## 9.2.4 监理工作内容

### 1、施工前期环境监理

1) 污染防治方案的审核: 根据具体项目的工艺设计, 审核工程施工采用工艺中的“三废”排放环节, 排放的主要污染物及设计中采用的治理技术是否先进, 治理措施是否可行。污染物的最终处置方法和去向, 应在工程前期按有关文件规定和处理要求, 做好计划, 并向环保主管部门申报后具体落实, 审核其可行性, 并提出合理建议。

2) 审核施工承包合同中的环境保护专项条款: 施工承包单位必须遵循环境保护有关要求, 以专项条款的方式在施工承包合同中体现, 施工过程中据此加强监督管理、检查、监测, 减少施工期对环境的污染影响, 同时对施工单位的文明施工素质及施工环境管理水平进行审核。

### 2、施工期环境监理

- 1) 监督检查水保措施是否按环保对策执行环保措施、措施落实情况及效果。
- 2) 监督检查施工过程中各类机械设备是否依据有关法规控制噪声污染。
- 3) 监督检查建筑工地生活污水和生活垃圾是否按规定进行妥善处理处置。
- 4) 监督检查施工生活垃圾的日常收集、分类存储和处理工作。
- 5) 监督检查施工现场道路是否畅通, 排水系统是否处于良好的使用状态, 施工现场是否积水。
- 6) 施工期间对施工人员做好环境保护方面的培训工作, 培养大家爱护环境、防止污染的意识。

7) 做好施工期污染物排放的环境监测、检查、检验工作。

8) 参与调查处理施工期的环境污染事故和环境污染纠纷。

### 3、竣工后的环境恢复监理

工程竣工后, 要监督管理环境恢复监测和环境恢复计划的落实情况及环保处理设施运行情况。

1) 监督竣工文件的编制

2) 组织初验

- 3) 协助业主组织竣工验收
- 4) 编制工程环境监理总结报告
- 5) 整理环境监理竣工资料

#### 4、现场监理

分项工程施工期间，环境监理工程师将对承包商的环保方面施工及可能产生污染的环节应进行全方位的巡视，对主要污染工序进行全过程的旁站、全环节的监测与检查。其工作内容主要有：

1) 协调现场施工环境监理工作，重点巡视施工现场，掌握现场的污染动态，督促承包商和监理双方共同执行好环境监理细则，及时发现和处理较重大的环保污染问题。

2) 监理工程师对各项工程部位的施工工艺进行全过程的旁站监理，现场监测、检查承包人的施工记录。

3) 监理工程师应指导监理员并示范如何进行现场监测与检查，注意事项和记录工程的环保状况。

现场检查监测的内容：施工是否按环境保护条款进行，有无擅自改变；通过监测的方式检查施工过程中是否满足环保要求；施工作业是否符合环保规范，是否按环保设计要求进行；施工过程中是否执行了保证环保要求的各项环保措施。

监理员应将每天的现场监测和检查情况予以记录并报告环境监理工程师，环境监理工程师应对监理员的工作情况予以督促检查，及时发现处理存在的问题。

## 9.3 环境监测计划

### 9.3.1 水环境监测

#### 9.3.1.1 地表水监测

##### (1) 监测点位

结合地表水环境影响预测结果，在施工期和运行期，在沿线的饮用水源地以及人饮工程取水口上游 100 处各设置一个监测点，共 18 个监测点。详见表 9.3.1-1。

表 9.3.1-1 地表水环境监测点位表

江段	监测点	位置
沙坪河	沙坪镇沙雄自来水厂（沙坪镇人饮工程）	取水口上游 100 米

旧州江	七里村人饮工程	取水口上游 100 米
	陆屋中学人饮工程	取水口上游 100 米
	青松人饮工程	取水口上游 100 米
	桥柱人饮工程	取水口上游 100 米
	灵山县旧州洲泉水厂	取水口上游 100 米
	旧州镇西屯江水源地（康泉取水口）	取水口上游 100 米
	向塘人饮工程	取水口上游 100 米
钦江	古秀人饮工程	取水口上游 100 米
	牛江人饮工程	取水口上游 100 米
	久隆中学饮水工程	取水口上游 100 米
	丁屋片人饮工程	取水口上游 100 米
	灵山县陆源风光自来水有限公司	取水口上游 100 米
	钦州市取水口及取水泵房	取水口上游 100 米
	钦州矿务局取水工程	取水口上游 100 米
	平吉镇饮用水源取水口	取水口上游 100 米
	久隆镇钦江水源地	取水口上游 100 米
	大风江调水工程取水点	取水口上游 100 米

## （2）监测项目

根据按《地表水环境质量标准》和《地表水和污水监测技术规范》，选取：水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、BOD<sub>5</sub>、氨氮、总氮、总磷、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物和粪大肠菌群共 25 项指标。

## （3）监测频次

施工期每季度监测 1 次。

运行期半年监测 1 次，连续监测 3 年。

### 9.3.1.2 污染源监测

施工营地生活污水禁止设置排放口，生活污水经化粪池处理后纳入市政污水处理厂。施工营地混凝土拌和站污水经沉淀后用于混凝土养护及施工区域降尘，禁止排放入江。

监测点：施工期在马道枢纽、企石枢纽和青年枢纽基坑排口各设 1 个监测点，共 3 个。

监测项目：pH 值、悬浮物、化学需氧量、氨氮、石油类等 5 项指标，其它项

目可按照污染物变化情况适当增加。

监测频次：施工期每季度监测 1 次。

表 9.3.1-2 枢纽工程生产废水污染监测点位表

项目	区域	主要污水源	监测点位
枢纽工程	马道枢纽	基坑排水	排放口
	企石枢纽	基坑排水	排放口
	青年枢纽	基坑排水	排放口

## 9.3.2 水生生态监测

### 9.3.2.1 水生生态监测

结合水生生态环境影响分析和预测结果，设置监测点位如下表 9.3.2-1 所示。

表 9.3.2-1 水生态环境监测点位表

时期	监测断面	监测项目
施工期	沙坪河段运河施工点位	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类资源
	旧州江段运河施工点位	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类资源
	钦江段运河施工点位	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类资源
	下沙港村索饵场	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类资源
	下南山村索饵场	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类资源
	山木坝村索饵场	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类资源
运行期	马道枢纽上游	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类资源
	马道枢纽下游	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类资源
	企石枢纽上游	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类资源
	企石枢纽下游	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类资源
	青年枢纽上游	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类资源
	青年枢纽下游	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类资源

#### (2) 监测频次

施工期每季度监测 1 次。

运行期每年监测 1 次，共监测 5 年。



浮游动、植物，底栖动物在 4 月、10 月各监测一次；鱼类资源监测在 4~6 月、10~11 月进行。

### 9.3.2.2 索饵场监测

#### (1) 监测点位

结合水生生态环境影响分析和预测结果，设置监测点位如下表 9.3.2-2 所示。

表 9.3.2-2 索饵场环境监测点位表

时期	监测断面
施工期	下沙港村索饵环境
	下南山村索饵环境
	山木坝村索饵环境
运行期	下沙港村索饵环境
	下南山村索饵环境
	山木坝村索饵环境

#### (2) 监测内容

浮游动植物、鱼类种类、早期资源组成与比例、时空分布、索饵量、水文要素（温度、流速、水位、流向）。

#### (3) 监测频次

施工期每季度监测 1 次；运行期每年监测 1 次，共监测 3 年。

### 9.3.2.3 国家重点保护水生动物监测

根据生态现状监测结果，工程沿线调查区有国家重点保护物种仅 1 种，为斑鳆；有国家重点保护经济鱼类鳊、草鱼、青鱼等，共 20 种。

施工期间，建设和施工单位应开展施工区域水域范围内国家重点保护水生动物的监测；施工结束后，调水期间对平陆运河进行为期 3 年的生态监测，监测内容包括河道及水文变化情况、国家重点保护鱼类和经济鱼类活动情况，以全面评估该工程对该区域国家重点保护水生生物的生态影响。

### 9.3.2.4 过鱼效果监测

平陆运河运行期，鱼道投入运行后，需进行过鱼效果的监测。在青年枢纽上下游布设监测断面，每年监测 1 次，共监测 3 年。建设内容包括鳊、合浦绒螯蟹等。

### 9.3.3 大气监测

#### (1) 监测点位

结合大气环境影响预测结果，在施工期，在三个枢纽周边的敏感点以及航段周边施工区的敏感点各设置一个监测点，共 8 个监测点。施工区布点应结合工程活动，随工程施工情况的变化而酌情布点。在运行期，在三个枢纽周边的敏感点以及航段周边施工区的敏感点处各设置一个监测点，共 8 个监测点。详见表 9.3.4-1。

表 9.3.4-1 大气环境监测点位表

时期	区域	主要污染源	监测点位
施工期	马道枢纽	枢纽施工	替璞村委会
	企石枢纽	枢纽施工	石子岭村委会
			教坪村委会
	青年枢纽	枢纽施工	城北社区
	沙坪河段	9#堆料场	北联村委会
	分水岭段	66#堆料场、67#堆料场、68#堆料场、69#堆料场、74#堆料场、75#堆料场	新跃农场
	钦江干流段	89#堆料场、90#堆料场、91#堆料场、92#堆料场、93#堆料场、98#堆料场、99#堆料场	新光农场十三队
钦江段	20#生产生活区	下南山村委会	
运行期	沙坪河段	船舶排放	北联村委会
	分水岭段	船舶排放	新跃农场
	钦江干流段	船舶排放	新光农场十三队
	钦江段	船舶排放	下南山村委会

#### (2) 监测项目

针对施工时将使用大量施工机械和开挖爆破的特点，选择 NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、TSP、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 等项目进行监测。针对运行期船舶尾气污染物的排放，选择 NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 进行监测。

#### (3) 监测频次

施工期每季度监测 1 次，NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 每次连续监测 7 天，每天监测不少于 18 小时。

运行期每年监测 2 次，NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 每次连续监测 7 天，每天监

测不少于 18 小时，监测 5 年。

### 9.3.4 声环境监测

#### (1) 监测点位

结合声环境影响预测结果，在施工期，在三个枢纽周边的敏感点以及航段周边施工区的敏感点各设置一个监测点，共 8 个监测点。施工区布点应结合工程活动，随工程施工情况的变化而酌情布点。在运行期，在三个枢纽周边的敏感点以及航段周边施工区的敏感点处各设置一个监测点，共 8 个监测点。详见表 9.3.4-1。

表 9.3.4-1 声环境监测点位表

时期	区域	主要噪声源	监测点位
施工期	马道枢纽	51#堆料场	替璞村委会
	企石枢纽	79#堆料场	石子岭村委会
		80#堆料场	教坪村委会
	青年枢纽	混凝土拌合系统 1、综合加工厂 1	城北社区
	沙坪河段	航道疏浚、2#堆料场、3#堆料场、6#堆料场	团富村委会
	分水岭段	航道疏浚、21#堆料场、22#堆料场、23#堆料场	沙坪社区居委会
	钦江干流段	航道疏浚、133#堆料场、134#堆料场、135#堆料场、136#堆料场、16#生产生活区	黎屋村委会
钦江段	航道疏浚、21#生产生活区	犁头咀村委会	
运行期	马道枢纽	枢纽运行	替璞村委会
	企石枢纽	枢纽运行	石子岭村委会
		枢纽运行	教坪村委会
	青年枢纽	枢纽运行	城北社区
	沙坪河段	船舶噪声	团富村委会
	分水岭段	船舶噪声	沙坪社区居委会
	钦江干流段	船舶噪声	黎屋村委会
钦江段	船舶噪声	犁头咀村委会	

#### (2) 监测项目

连续等效 A 声级。

#### (3) 监测频次

施工期 6 年，每季度监测 1 次，每次 2 天（含工作日、休息日），每天 24 小时昼夜等效声级。

运行期每年监测 2 次。

### 9.3.5 移民环境监测

#### 9.3.5.1 环境空气

监测点：分别在 20 个移民迁建区设置 1 个大气监测点，共 20 个监测点。

监测项目：TSP。

监测时间：施工期每季度监测 1 次，每次连续监测 7 天，每天不少于 18 小时。

#### 9.3.5.2 噪声

监测点：分别在 20 个移民迁建区设置 1 个大气监测点，共 20 个监测点。

监测项目：连续等效 A 声级。

监测时间：施工期每季度监测 1 次，每次连续监测 2 天。

## 10 环境影响经济损益分析

### 10.1 经济效益分析

（1）平陆运河工程建设将有助于优化区域运输结构、减少能源消耗。

本次拟建的平陆运河工程已纳入《交通强国建设纲要》《西部陆海新通道总体规划》《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，属于国家战略。该运河建设后较目前经梧州由广州出海缩短航程约 560km，是广西内河出海的捷径，具有显著的节能减排效益。因此，本次工程的建设有助于优化区域运输结构，减少能源消耗，是交通运输行业加快推动能源结构转型和低碳发展，建设交通强国的重要举措。

（2）平陆运河工程将极大提升北部湾港海陆双向辐射能力，支撑国家西部对外开放，社会和经济效益显著。

北部湾港在国家综合运输体系和服务西部陆海新通道中区位优势独特，但由于受限于陆向面向西部畅通经济的物流大通道尚未真正形成，目前海陆双向辐射能力仍显不足，难以支撑国家战略和西部地区经济发展和对外开放的要求。随着北部湾港总体规划的实施，海运船舶大型化的逐步发展，北部湾港吞吐能力能够得到极大提升。

在此背景下，平陆运河工程的实施，将直接打通北部湾与西部地区的畅通经济物流大通道，极大缓解北部湾港目前存在的铁路通道能力紧张、港口集疏运存在瓶颈、港口能力存在结构性矛盾等主要问题，推动北部湾港高质量发展，从而进一步推动我国西部地区的对外开放。

同时，对于本项目的建设还将有力的促进广西经济发展，提高当地的税收。同时由于北海市货运量的增加，将带动其他与物流及加工相关的企业的蓬勃发展，吸引外部投资，增加当地就业机会，具有良好的社会效益。

（3）本工程建设有助于发挥水资源综合效益。

本次拟建的平陆运河工程还将能够充分发挥水资源的航运、饮用、生态等功能，促进水资源统筹综合使用。运河调水增加了沿线沙坪河、旧州江、钦江水资源量，对于河流水质改善起到了一定的积极作用，同时随着水量的增加，在入海口河段也有助于压制降低咸水上溯的影响。

## 10.2 环境经济损益分析

### 10.2.1 环境经济损失分析

本次拟建的平陆运河（内河段）将会占用的陆域面积，一方面是工程施工直接占用，另一方面为三个枢纽的建设后蓄水淹没，均会造成陆生生态系统减少。同时运河建设全线存在大量的裁弯取直工程，大量截断自然河流，对河道形成切割效应，破坏了原有河道的完整性，使河道生态系统景观斑块化，对沿岸生态系统也会产生影响。航道疏浚、清礁过程以及枢纽建设和桥梁改建等施工过程扰动局部水体，造成水质浑浊，对运河沿线的水生生物特别是鱼类资源等将会造成一定影响，并对饮用水水质安全造成较大压力。其主要损失如下所示：

#### （一）施工期

（1）本次平陆运河建设将占用各种生态系统总面积达到 2534.935 公顷、临时占地占用生态系统 3789.78 公顷，其中又以森林生态系统、农业生态系统所占比例较大，表明工程实施将会对地表植被造成较为明显的破坏，并对沿线景观生态造成一定破碎化。

（2）平陆运河建设全线需实施 57 处裁弯取直工程，共截断自然河流约 56.0km，截断比例占原自然河流总长度的 39.5%。裁弯取直工程可以有效改良河流通航条件，但同时对河道形成切割效应，破坏了原有河道的完整性，使河道生态系统景观斑块化，对沿岸生态系统也会产生影响。截弯取直后，牛軛湖与原钦江河道尚存在联系，主航道外的牛軛湖会形成新的湿地生态系统，但枯水期其流量较小，生物群落会有所减少。

（3）施工船舶舱底油污水、施工人员生活污水、施工船舶废气及噪声、施工产生的固体废物都将对施工区域造成一定程度的污染影响。施工期运河沿线的饮用水水质将会受到较大程度影响，需要临时开展取水口调整，在施工区和取水口附近设置防污帘等措施，以降低对饮用水源水质安全的影响。

（4）航道疏浚、清礁过程以及枢纽建设和桥梁改建等施工过程扰动局部水体，造成水质浑浊，水中悬浮物浓度升高，降低了水体的透光性，光强减少，将阻碍浮游植物的光合作用，从而降低水域生态系统初级生产力，使浮游植物生物量下降。悬浮物浓度增加，还会影响浮游动物摄食率、生长率、存活率和群落等。

而施工将造成大部分底栖生物被掩埋、覆盖，除少数能够存活外，绝大多数将死亡，根据分析，施工将造成底栖生物损失量为 6319.76t。

(5) 施工期航道疏浚、清礁、枢纽建设、护岸及桩基工程实施过程中都会对底质产生扰动，改变施工局部范围内的生态环境，造成鱼卵、仔鱼的直接损失，建议在施工前进行驱鱼措施。航道疏浚施工直接造成鱼类等游泳动物损失量约为 1299.96t。按 3 年补偿，游泳生物单价 15 元/kg，则航道疏浚的海洋生物资源损害价值约 0.58 亿元。

## (二) 运行期

(1) 平陆运河的建设将郁江流域与钦江流域相连通，增加了沙坪河、旧州江和钦江干流水量特别是枯水期净流量，改善了河流水质、河道生态环境及区域水资源优化配置。然而，项目实施后将会对调水区郁江流域下游地区生态环境需水产生较大影响，从而影响区间河段水生生态系统的稳定。

(2) 平陆运河建成后，将在一定程度上将沟通郁江流域和钦江流域水系，原钦江河道独立封闭现状被打破，水生生物及鱼类的区系组成将有一定程度变化。可能对当地的一些土著物种的遗传多样性产生一定的影响。但郁江和钦江、大风江的特种差异不大，调水对钦江、大风江鱼类自然资源影响不大。

## 10.2.2 环境经济效益分析

本工程将采取相应措施，以减缓或治理施工期、营运期对评价区域环境产生的影响。

(1) 施工期对施工场地的固体废物、生活污水等生态破坏和环境污染采取有效管控措施，通过控制采取适当的方法、文明施工，加强施工监理，可避免施工对环境保护目标的影响，保证沿线居民正常的生活秩序。

(2) 工程施工结束后，将及时对临时占地和堆料场等进行生态修复，恢复植被，进行景观改造等，通过绿色航道，逐步实现航道工程与沿线景观的融合发展，推动运河文化的发展。

(3) 加强营运期船舶污染物的监管，禁止在平陆运河沿线排放船舶污染物，通过在北部湾港及运河沿线的水上服务进行船舶污水、生活垃圾收集，由各地方海事局认可的符合资质的接收船舶接收处理；施工船舶配备垃圾储存容器或垃圾

袋收集生活垃圾和生产废物，由有资质的单位收集后送岸上处理。可有效杜绝上述污染物对航道的污染影响。

（4）本次平陆运河建设促进了区域航运发展，也可能导致产生船舶污染事故，提高了环境风险。从其他通航河流来看，由于船舶安全管理系统完善，整体上船舶污染事故的概率是在不断下降的。平陆运河建设后会增加污染事故发生概率，但概率较低，事故规模也较小，经分析总体处于风险可控的范围之内。

（5）同时通过在水深足够，水力条件较好的牛轭湖，建设生态涵养区，增加生物栖息和保护的场所，有助于较好的保存和改善水生生态，促进水生生态的恢复。

（6）现状条件下，由于青年枢纽的存在，钦江水系的鱼类洄游通道已隔断，本次运河工程实施后，将新建的青年枢纽增加过鱼设施，将在一定程度上恢复钦江水系的鱼类洄游通道，有助于鳊、中华绒螯蟹的等洄游种类逐步在钦江水系的种群恢复。

### 10.2.3 环境经济损益分析与评价

航道工程是公认的环境保护工程、水土保持工程。结合本项目带来的环境损失、产生的经济效益和社会效益以及工程的环保投资和产生的环境经济效益进行综合分析和比较，本项目的建设在创造良好经济效益和社会效益的同时，经采取污染防治措施和评价建议后，能够将工程带来的环境损失降到很低程度，也将带来良好的环境效益。综上所述，本项目的建设将达到经济效益、社会效益和环境效益的统一。



## 11 公众参与

### 11.1 公众参与目的与原则

#### 11.1.1 公众参与目的

通过让公众了解平陆运河工程建设的基本情况、工程建设可能对区域环境产生的影响以及为降低或减免工程建设产生的不利影响拟采取的环境保护措施等，广泛听取公众对平陆运河工程建设的意见与建议。通过开展公众意见调查，让更多公众行使对建设项目环境决策的参与权、表达权、监督权、加强项目环境可行性论证公众参与的广泛度，提高项目决策的民主参与度。同时，通过广泛征询公众意见，也有助于环评单位更准确地掌握公众关注的问题，提出针对性和可操作性更强、更合理有效的环保措施，提高项目环境影响报告书的质量。

#### 11.1.2 公众参与原则

(1) 知情原则：在调查公众意见前进行信息公开，以便公众在知情的基础上提出有效意见。

(2) 公开原则：在公众参与的过程中，应保证公众能够及时、全面并真实地了解建设项目的相关情况。

(3) 平等原则：努力建立利害相关方之间的相互信任，不回避矛盾和冲突，平等交流，充分理解各种不同意见，避免主观和片面。

(4) 广泛原则：设法使不同社会、文化背景的公众参与进来，在重点征求受建设项目直接影响公众意见的同时，保证其它公众有发表意见的机会。

(5) 便利原则：根据建设项目的性质以及所涉及区域公众的特点，选择公众易于获取的信息公开方式和便于公众参与的调查方式。

### 11.2 公众参与对象、过程及方式

#### 11.2.1 公众参与对象

公众参与的对象主要包括受工程直接或间接影响的公众和关注工程的公众。具体包括当地政府管理部门、村民群众以及相关专家学者等等。在报告书编制过程中广泛听取了公众的意见和建议。

## 11.2.2 公众参与过程

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《环境影响评价公众参与管理办法》等法律法规，平陆运河工程公众参与的具体过程如下：

受工程建设单位委托，交通运输部规划研究院的环评工作人员于 2022 年 2 月 25 日通过广西壮族自治区交通运输厅网站发布环境影响评价公众参与第一次信息公示。

## 11.2.3 公众参与方式

### 11.2.3.1 网络公示

#### （1）第一次网络公示

建设单位广西壮族自治区交通运输厅委托中交水运规划设计院有限公司开展平陆运河可行性研究以及其他专题研究工作。我单位与中交水运规划设计院有限公司签订了环境影响评价报告技术咨询合同，承担项目工可阶段环境影响评价报告书编制工作，并于 2022 年 2 月 24 日出具了委托说明书。

在确定环境影响报告书编制单位后 7 个工作日内，即 2022 年 2 月 25 日起，建设单位广西壮族自治区交通运输厅在其网站公开环境影响评价信息，见图 11.2.3-1，网络链接为：<http://jtt.gxzf.gov.cn/zfxxgk/fdzdgk/tzgg/t11330912.shtml>。

公开内容：包括建设项目项目名称、项目性质、建设地点、项目概况、建设单位和联系方式、环境影响报告书编制单位和联系方式、公众提出意见的主要方式，同时提供建设项目环境影响评价公众意见表。



图 11.2.3-1 首次网上公示截图

## (2) 第二次网络公示

在《平陆运河工程环境影响评价报告书》完成征求意见稿之后，建设单位广西壮族自治区交通运输厅在其网站对本项目环境影响评价信息进行了第二次网上公示。公示时间为2022年XX月XX日—XX月XX日，公示网址为：XX。

公示内容主要包括：征求意见稿全文的网络链接及查阅纸质报告书的方式和

途径；征求意见的公众范围；公众意见表的网络链接；公众提出意见的方式和途径；公众提出意见的起止时间等。

### 11.2.3.2 登报公示

在《平陆运河工程环境影响评价报告书》完成征求意见稿之后，建设单位于2022年XX月XX日—XX月XX日分别在南宁日报和钦州晚报进行了2次登报公示，详见表11.2.3-1。

公示内容主要包括：征求意见稿全文的网络链接及查阅纸质报告书的方式和途径；征求意见的公众范围；公众意见表的网络链接；公众提出意见的方式和途径；公众提出意见的起止时间等。

表 11.2.3-1 登报情况汇总

登报日期	报纸名称	截图
2022年XX月XX日	南宁日报	
2022年XX月XX日	南宁日报	
2022年XX月XX日	钦州晚报	
2022年XX月XX日	钦州晚报	

### 11.2.2.3 张贴公告

在《平陆运河工程环境影响评价报告书》完成征求意见稿之后，建设单位委托环评单位于2022年XX月XX日—XX月XX日分别在XXX村庄进行了公告张贴。

## 12 评价结论

### 12.1 工程概况

平陆运河航道按 3000 吨级标准建设，远期需根据货运量及船舶大型化发展情况适时提等升级。预测 2035、2050 年平陆运河货运量将分别达到 1.08 亿吨、1.8 亿吨。主要运输货种为煤炭、金属矿石、非金属矿石、水泥、粮食、矿建材料、集装箱等。平陆运河近期调水  $24\text{m}^3/\text{s}$ ，通过百色水库优化调度实现；远期调水  $40\text{m}^3/\text{s}$ ，通过南盘江调水实现。

平陆运河全长约 140km，其中沙坪河段包括平塘江口-沙坪镇，全长 21.0km，水深 5.4 米、底宽 85 米、最小弯曲半径 360 米；分水岭段包括沙坪镇-陆屋镇，全长 29.5km，水深 5.4 米、底宽 85 米、最小弯曲半径 360 米；陆屋镇-青年枢纽，全长 48.5km，水深 5.4 米、底宽 85 米、最小弯曲半径 360 米；青年枢纽-沙井钦江大桥，全长 21.6km，水深 4.9 米、底宽 105 米、最小弯曲半径 360 米；沙井钦江大桥-钦州港，全长 14.4km，水深 5.0 米、底宽 140 米、最小弯曲半径 360 米。航道实施裁弯取直 57 处，工程占地 41217.63 亩，疏浚开挖量 8845.0 万立方。

运河沿线布置 3 个枢纽，分别为马道枢纽、企石枢纽、青年枢纽，共占地 6977.64 亩，形成淹没 399.23 亩。

### 12.2 项目建设与相关政策、规划相符性

平陆运河工程属于内河高等级航道及通航建筑物建设，兼具航运、供水、灌溉、防洪等多种功能，将开辟西江水运新干线，优化珠江水系出海格局，缓解西江航运干线通过能力紧张的局面，并进一步提高水资源利用效率。属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》中鼓励类的水运项目。其建设符合国家产业政策要求。

本工程不涉及自然保护区，涉及 1 个湿地公园，工程对湿地公园影响主要源于调度运行引起的水文情势变化，不涉及《湿地保护管理规定》规定的禁止类活动，平陆运河工程建设符合湿地管理相关要求。

平陆运河工程符合交通强国建设纲要、国家综合立体交通网规划纲要、西部陆海新通道总体规划、珠江流域综合规划、广西壮族自治区内河水运发展规划、

广西壮族自治区水运发展建设实施纲要、广西壮族自治区主体功能区划等规划的要求，同时本次平陆运河项目是对上述上位规划中平陆运河设想进行了细化和调整。

工程实施与广西水功能区划、钦州市水功能区划等存在局部不协调。项目涉及区域共有 6 处集中式地表水饮用水源保护区、1 处集中式地下水饮用水源地、10 个人饮工程以及 3 个其他取水工程。根据《关于〈水污染防治法〉中饮用水水源保护有关规定进行法律解释有关意见的复函》（环办函〔2008〕667 号），“在饮用水水源一级保护区内只要与供水设施和保护水源无关的建设项目，一律禁止建设。但是，对于既无法调整饮用水水源和保护区，又确实避让不开的跨省公路、铁路、输油、输气和调水等重大公共、基础设施项目，可以在充分论证的前提下批准建设”。平陆运河延现有河道建设，不可避免的会涉及到饮用水源保护区一级区和二级区。建议做好平陆运河建设水源地保护应急预案，有效控制对水源地的影响和环境风险。

## 12.3 环境质量现状

### （1）水环境

2021 年 2 月 4 日~6 日沙坪河、旧州江、钦江的水环境质量监测结果表明，沙坪河除 pH 值、总氮和粪大肠菌群外的指标均满足相应水质标准；旧州江除总氮、pH 值和粪大肠菌群外的指标均满足相应水质标准；钦江除 pH 值、总磷（仅 #13）、总氮、粪大肠菌群和化学需氧量外的标均满足相应水质标准。

地下水监测结果表明：地下水质量等级可划分为 4 种，其中水质级别为较差 4 组，占比 8.9%，主要分布于钦州市区内；其中水质级别为较好 17 组，占比 37.8%；其中水质级别为良好 21 组，占比 46.7%；其中水质级别为优 3 组，占比 6.7%。总体上本区现状地下水质量为较好~良好。

### （2）生态环境

根据调查区水域浮游生物、底栖生物，鱼类等的种类、生境条件现场调查结果发现，区域共鉴定出浮游植物 6 门 65 属 159 种，浮游动物 42 种，大型底栖生物 3 门 18 属 23 种，捕获鱼类 77 种。所有鱼类中以鲤形目最多。调查区域内鱼类中有国家重点保护物种 1 种，国家重点保护经济鱼类 20 种，被 IUCN 红色名录列为濒危（EN）的鱼类 1 种，易危（VU）的鱼类 1 种。在调查区河段内无集

中鱼类养殖区分布。

### （3）声环境

平陆运河工程所在的南宁市和钦州市区域声环境质量总体较好，绝大部分监测点监测值低于相应声功能区的 GB3096-2008《声环境质量标准》限值，满足声功能区划的要求。2021年2月1日-2日在运河沿岸环境敏感目标进行了为期2天的声环境质量现状监测，各监测点的声环境状况良好，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中相关标准。

### （4）大气环境

平陆运河工程所在区域环境空气质量良好，横州市、灵山县、钦州市 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、CO 和 O<sub>3</sub> 年均浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。运河沿岸 2021年2月4日—10日的大气环境质量监测常规污染物达标，SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 日均浓度值均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

## 12.4 环境影响评价

### 12.4.1 区域水资源配置影响评价

通过百色水库优化调度、南盘江调水工程，可解决平陆运河用水需求。近期，平陆运河从郁江西津水库取水，设计近期调水流量 24m<sup>3</sup>/s，占多年平均年径流量比例仅为 1.63%，而且以优先保障下游郁江贵港断面达到 400m<sup>3</sup>/s 为原则，对郁江水资源变化影响较小运河用水不会对贵港断面生态基流、河口区域压咸补淡产生较大影响。

远期调水依托工程南盘江调水工程实现，该工程已纳入《环北部湾广西水资源配置工程》。因远期调水引起的环境影响纳入《环北部湾广西水资源配置工程》的环境影响评价内容。

### 12.4.2 水环境影响评价

#### （1）水动力变化情况

工程实施前，在现状枯水期，流速约 0.3~0.5m/s 左右，水深约 1.5~8.0m 左右；在丰水期，流速约 0.7~1.0m/s 左右，水深约 2.5~10.0m 左右。

工程实施后，水深一般在 6.1~6.4m 左右，在各梯级正常蓄水运行情况下，近期调水 24m<sup>3</sup>/s 情况下，流速约 0.15~0.16m/s；当远期调水 40m<sup>3</sup>/s 情况下，流速约 0.18~0.20m/s。

### （2）水质变化情况

平陆运河建成后，丰、平、枯水期干流沙坪河、旧州江、钦江河段水质均能够满足Ⅲ类水质。在最不利工况下，沙坪河、旧州江沿岸取水口水质较工程前有所提升；钦江河段部分取水口水质在平水期 NH<sub>3</sub>-N 浓度上升至 0.8 mg/L、TP 浓度上升至 0.18 mg/L，流速变缓后自净能力稍减弱，仍能满足Ⅲ类水质要求。平陆运河建成后，由于调水水量增大及沿岸排污管控加强，运河干流 COD、NH<sub>3</sub>-N 环境容量较工程前有所增加，纳污能力得到提高。

### （3）水温变化情况

在气温较低的冬季，水温沿水深的增大而增加，水温分层现象不明显，但维持较高水温的水层（等温层）较厚。船舶航行会进一步减少航道水温分层变化。

### （4）盐水上溯

近期 75%保证率来流条件下，青年船闸下游引航道出口附近典型断面在枯水期盐度在 1 月后超过 0.45‰，并在 2~3 月基本维持在 1.85‰左右，而中水期 4~5 月及 10 月盐度分别为 0~1.5‰及 0~0.1‰。

### （5）事故溢油风险

事故发生后，30min 溢油漂移至下游约 230m；1h 后溢油漂移至下游约 450m；1.5h 后溢油漂移至下游约 800m 位置处。由于溢油事故有较大的不确定性，一旦发生事故溢油，应及时启动应急预案和通知下游取水口，最大限度地控制油膜向下游的漂移，最大程度地减少溢油对下游沿线各水厂取水口等的污染影响。

### （6）对取水口影响

施工期对取水口影响较小的是：牛江人饮工程、久隆镇镇区供水工程（未完工）。施工期对下述取水口水质有一定影响，沙坪镇人饮工程、陆屋中学人饮工程、青松人饮工程、桥柱人饮工程、康泉水厂、向塘人饮工程、久隆中学饮水工程、丁屋片人饮工程、钦州矿务局取水工程、钦州市取水口及取水泵房、古秀人饮工程和平吉镇饮用水源取水口。

运行期影响较小包括：牛江人饮工程、沙坪镇人饮工程、陆屋中学人饮工程、古秀人饮工程、平吉镇饮用水源取水口、青松人饮工程、桥柱人饮工程、康泉水



厂和向塘人饮工程。运行期有一定的影响的包括：久隆中学饮水工程、丁屋片人饮工程、钦州矿务局取水工程、钦州市取水口及取水泵房、久隆镇钦江水源地。

### 12.4.3 生态影响评价

#### 1、陆生生态评价

平陆运河对植被的影响包括在建设期河道开挖、疏浚、拓宽、枢纽工程，堆料、抛泥以及施工临时设施等对植被的直接占用，以及运行期航道水位上升对周边植被的淹没等。对动物的影响包括航道工程、枢纽工程的实施对动物生境的占用和改变、运河人工开挖段产生的动物阻隔以及施工过程中人为活动对动物的扰动等。

##### （1）占地情况

工程占地对地表植被的干扰和破坏主要涉及农业植被和森林植被。森林植被主要包括乔木林地、竹林地和灌木林地，因此工程实施会对评价区内植被和植物多样性产生一定程度的影响。此外，在工程施工刚结束后，将对临时用地进行复垦，并将在永久占地区域尽可能进行一定的植被恢复，地表植被覆盖将在较大程度上得以恢复。通过比较工程方案的土地占用情况，分水岭段和钦江干流段占用的永久用地和临时用地较大，临时占地对森林生态系统的影响大于永久占地，需要在项目施工结束后实施森林生态系统恢复措施。

##### （2）对陆生植物的影响

运河施工过程中的航道拓宽、人工运河开挖、枢纽建设及施工临时占地均会造成工程区植被的影响。施工占地造成的评价区内损失的植被类型主要为乔木林地、灌木林地；旱地、水田、水浇地；茶园、果园；草地和湿地。由于被占用植被均为评价区内的广布种且影响面积有限，因此对植物多样性的影响较小。此外，施工活动对水环境、大气环境的负面影响也会间接对植物的生长带来不利影响。如施工废水排放不当，生活垃圾处理不当等，会引起施工区内水环境、土壤环境的变化，进而影响植物的生长。

##### （3）对陆生动物的影响

两栖类主要栖息于评价范围内的河边，施工期的航道工程主要为航道疏浚拓宽沿线、枢纽工程区及部分弃渣场对耕地和草地的占用将直接造成两栖动物栖息地的损失。施工结束后，随着干扰的消失，部分生境将得以恢复，两栖类和爬行

类栖息地趋于稳定，随着干扰源消失，不利影响将逐渐消失。

项目施工期噪声对鸟类会产生一定影响。但随着施工完成，噪声对鸟类的影响会逐步减弱。兽类动物在评价区的占比最小，因其具有较强的自我保护和迁徙能力，故施工不会导致其大的种群变化。随着周围地区生态环境渐趋稳定，将吸引野生动物返回库周区生存、繁殖。

#### （4）对景观的影响

运河建设前后整个线路林地、农田和湿地的优势度降明显，草地和水域也有所降低，但分段线路的优势度变化趋势并不一致，沙坪河段建设后林地和建设用地优势度增加，其他类型有所降低；分水岭段建设用地优势度增加，林地、草地和农田降低。钦江干流段建设用地增加，林地也有一定程度增加，草地、农田和湿地降低。钦江城区段建设用地优势度增加比例相对其他分段较少，林地和农田有所增加，草地和湿地有所降低。总体而言，景观尺度上运河建设造成的负面影响较小，可以通过构建生态廊道等措施部分恢复和重建生态景观。

## 2、水生生态环境影响

### （1）对水生生境的影响

平陆运河建设全线需实施 57 处裁弯取直工程，共截断自然河流约 56.0km，截断比例占原自然河流总长度的 39.5%。裁弯取直工程对河道形成切割效应，破坏了原有河道的完整性，使河道生态系统景观斑块化，对沿岸生态系统也会产生影响。截弯取直后，部分牛轭湖与原钦江河道尚存在联系，主航道外的牛轭湖会形成新的湿地生态系统，但生物群落会有所减少。平陆运河沿线选择水深足够，水力条件较好的的牛轭湖，建设生态涵养区，增加生物栖息和保护的场所。

疏浚作业主要改变部分河段的基底，清礁使河道局部浅滩消失。疏浚、清礁会产生大量的悬浮泥沙，对水生生物造成驱赶作用，部分生物被泥沙阻塞难以呼吸，可能会造成死亡。

护岸施工会使临近区域水质浑浊，水中悬浮物浓度增加，施工过程中进入水体的油污和重金属对水生生物造成毒害，对水生生物的正常生长有较大影响，生态系统的连续性被打破，会降低其生态服务功能。

### （2）对水生生物的影响

航道疏浚、清礁过程以及枢纽建设和桥梁改建等施工过程扰动局部水体，造成水质浑浊，水中悬浮物浓度升高，降低了水体的透光性，光强减少，将阻碍浮游植物的光合作用，从而降低水体初级生产力，使浮游植物生物量下降。悬浮物浓度增加，还会影响浮游动物摄食率、生长率、存活率和群落等。而施工将造成大部分底栖生物被掩埋、覆盖，除少数能够存活外，绝大多数将死亡，根据分析，施工将造成底栖生物损失量为 6319.76t。

平陆运河三级梯级枢纽建成运营后，枢纽库区原有的河流生态将变成缓流水库型生态系统，航道水深增加、水面扩大、容积增加、透明度增大。被淹没区域植被、土壤内营养物质渗出，水中有机物质及矿物质将增加，加上水流速度减缓，泥沙沉降，导致营养物质的滞留和积累，这些条件的改变都有利于浮游生物的生长繁殖。根据类比分析，梯级库区水域原主要种类中国圆田螺、梨型环棱螺、河蚬和日本沼虾密度、生物量较航道建设前将大幅下降，种类结构前后变化不大。

运河工程实施后，正常通航情况下对河段浮游植物基本不产生影响。然而，随着船舶密度增加，发生船舶事故造成溢油则会对影响区的浮游生物造成影响。

### （3）对鱼类的影响

施工期航道疏浚、清礁、枢纽建设、护岸及桩基工程实施过程中都会对底质产生扰动，改变施工局部范围内的生态环境，造成鱼卵、仔鱼的直接损失，建议在施工前进行驱鱼措施。航道疏浚施工直接造成鱼类等游泳动物损失量约为 1299.96t。按 3 年补偿，游泳生物单价 15 元/kg，则航道疏浚的海洋生物资源损害价值约 0.58 亿元。

施工噪音对施工区鱼类产生惊吓效果，不会对鱼类造成明显的伤害。同时，施工造成了鱼类的栖息范围和饵料生物的减少，进而降低施工水域附近鱼类的密度，一定程度上增加原河流及支流非施工区的生态位竞争。

运河梯级枢纽建设运行后，水深增加，河流的水动力学过程发生了变化，枢纽库区鱼类种类组成将由“河流相”逐步向“湖泊相”演变。枢纽库区江段原来适应于底栖急流、砾石、岩盘等底质环境产粘沉性卵的鱼类在库区的数量减少，而适应于缓流或静水环境生活的鱼类有可能会成为枢纽库区的优势物种。

运河梯级枢纽建成后，将对原有河道形成阻隔影响，特别是企石枢纽和青年枢纽的建设将使钦江的连续性受到影响，不仅阻隔了长距离洄游鱼类的通道，而且对半洄游性鱼类也有很强的阻隔效应。研究表明，由于枢纽、大坝的阻隔，完整的河流环境被分割成不同的片段，鱼类生境的片段化导致形成大小不同的异质种群，而种群间基因不能交流，使各个种群将受到不同程度的影响。种群数量较大的鱼类，群体间将出现遗传分化；种群数量较少的物种将逐步丧失遗传多样性，危及物种长期生存。

平陆运河工程实施在形成新的连通水域的同时不可避免对原有水域生态系统完整性、连通性、多样性造成一定的影响。水系连通后，既可以优化水资源配置格局、提高水安全保障能力，但同时也会破坏原有水生生态平衡，损害水生态系统。

#### （4）对重点保护鱼类及“三场”的影响

运河建成后，喜流水或急流环境的鱼类，如翘嘴鲌、倒刺鲃、大眼鳊等，其生存的生境将有所减少，栖息空间受到挤压，导致其资源下降。原江段水文情势变幅较大，河流水深增加，斑鳢、斑鳆、倒刺鲃等鱼类的典型栖息繁殖场所被压缩。平陆运河青年梯级建设鱼道，将会恢复钦江洄游通道，为鳊鲌、合浦绒螯蟹提供洄游通道。

根据分析，调查范围内未发现越冬场，仅在郁江流域发现 3 处鱼类产卵场，且与运河线路最近距离均超过 5km，因此平陆运河施工和运营不会对以上 3 处鱼类产卵场造成影响。此外，钦江干流 3 处适合鱼类索饵的环境，运河施工的疏浚、拓宽等航道工程引起的悬浮物增加，运河建成后两岸或河滩的湿生植物面积和密度减少，可能会破坏上述 3 处河段的索饵环境。

#### （5）调水工程的影响

平陆运河的建设将郁江流域与钦江流域相连通，增加了沙坪河、旧州江和钦江干流水量特别是枯水期净流量，改善了河流水质、河道生态环境及区域水资源优化配置。然而，工程实施后将会对调水区郁江流域下游地区生态环境需水产生较大影响，从而影响区间河段水生生态系统的稳定。

根据《郁江调水工程环境影响报告书》结论，本评价认为，水系沟通后，原

钦江河道独立封闭现状被打破，水生生物及鱼类的区系组成将有一定程度变化。可能对当地的一些土著物种的遗传多样性产生一定的影响。但郁江和钦江、大风江的特种差异不大，调水对钦江、大风江鱼类自然资源影响不大。

#### 12.4.4 地下水环境影响评价

运河沿线无大型的地下水源地分布，但平陆运河施工开挖将对运河两岸村镇民井、机井饮用水造成一定影响，运河开挖深度大，属傍河深基坑降水施工，估算疏干排水对地下水影响半径为 450~1600m，两岸村镇的民井、机井水位将下降或干涸，泉水流量减小或断流现象，对村镇地下水饮用水的影响中等。

运河贯穿平吉—陆屋盆地碎屑岩类裂隙局部孔隙承压含水层分布区，运河施工需降水深开挖，对承压含水层分布区造成一定的破坏，但本地段无集中开采井，对地下水环境的影响较小。

堆料场在雨水淋滤作用下，渗滤液通过入渗进入地下水，在完善雨水截排措施和地面防渗措施情况下，对地下水环境影响小。

K107+000 处为上淡下咸地下水分布区及海水入侵分界处，钦州市区的运河段基本沿钦江河道疏浚开挖，运河项目施工期及运行期大面积增加海水入侵范围的可能性小，对上淡下咸的地下水分布区影响亦较小。

运河运行期间正常工况下不产生污染，造成周边地下水污染的可能性小，危害程度小，危险性小，运河的建成使用对地下水环境影响较小。运河运行期间因蓄水抬升河槽水位标高，对线路沿线局部地段将引起回水淹没、浸没等问题。

运河沿线及其附近主要分布碎屑岩裂隙孔隙水、基岩风化、构造与网状裂隙水，仅局部存在碎屑岩夹碳酸盐岩，本区不存在岩溶大泉水，亦未发现岩溶管道流或地下河，运河深基坑工程降水、开挖施工引发岩溶地面塌陷的可能性小，基本适宜本项目建设。但沿线分散式的民井、机井较多，虽然单井供水量小，应采取有效措施保当地居民生活供水。

#### 12.4.5 固体废物影响

根据施工土石方平衡规划，平陆运河建设期产生工程弃渣共计（松方）41188.4 万  $m^3$ ，沿线共规划了堆存场地共计 195 处，其中陆上弃土场 186 个，中

转堆存场 9 处，共堆存土石方 4.13 亿  $\text{m}^3$ （松方），可有效解决弃渣处理问题。施工期总的生活垃圾产生量为 2.89 万吨，分散于 22 个航道工程施工区及 3 个枢纽工程生活区、料场区附近，施工场地及居住区内应设有垃圾桶和垃圾收集处理集中点，由环卫部门定时清运，不会对区域生态环境造成明显影响。

运行期主体工程区固体废物产生量为 0.28t/d，主体工程区设有垃圾桶和垃圾收集处理集中点，并由环卫部门定时清运，所产生的固废环境影响不大。航道内船舶垃圾应交由运河沿线的水上服务区，或在沿线港口靠泊时由专业单位收集后送岸上处理，严禁将船舶垃圾投入航道中。在加强船舶垃圾监管的情况下，不会对沿线水体造成显著影响。

#### 12.4.6 声环境影响评价

施工期噪声源主要包括航道工程和枢纽工程施工产生的噪声，主要包括航道疏浚施工、枢纽的土石方回填与混凝土浇筑。噪声源主要为挖掘机、推土机、挖泥船、混凝土搅拌、炸礁、车辆运输等产生的噪声。根据不同施工类型的噪声源，分为施工区、疏浚工程、堆料场、爆破及炸礁、交通噪声源。施工区噪声源厂界噪声昼间达标排放距离为 14m，夜间达标排放距离为 80m。疏浚工程噪声衰减至《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准的昼间达标距离为 20m，夜间达标距离为 50m。堆料场装载机、挖掘机、推土机噪声衰减至《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准的昼间达标距离为 15m，夜间达标距离为 50m。受噪声源影响的 44 个敏感保护目标，昼间均能达到《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2 类标准要求，夜间有 22 个敏感目标不能达到 2 类声环境功能区要求，超标范围在 3.6~6.0dB(A)。其中，位于枢纽工程附近的 4 个敏感点中，昼夜均能达到《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2 类标准要求。应合理安排施工时间，尽量避免夜间施工。

船舶航行噪声衰减至《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类、2 类、4a 类标准的昼间达标距离分别为 10m、6m、2m；夜间达标距离分别为 32m、18m、10m。运河两侧 20m 处船舶航行噪声均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类的昼夜限值，35m 处船舶航行噪声均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类的昼夜限值；20~35 米处的村庄涉及居民较少，为降低船舶航行噪声影响，应合理制定运输制度，严格控制夜间船舶流量。船舶航行噪声

基本以运河中心为源头向四周扩散，噪声影响呈现由运河向外逐渐降低的规律，由扩散范围看，噪声影响主要控制在周边较小的区域范围内。运河枢纽噪声衰减至《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准的昼间达标距离为53m，夜间达标距离为168m。除企石枢纽石子岭村委会外，其他敏感目标距离运河枢纽距离均大于200米，昼夜间噪声能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准要求，教坪村委会距离运河枢纽149m，昼间噪声能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准要求，夜间噪声未达标。为进一步降低运河枢纽噪声影响，应尽量控制船舶过闸噪声，在枢纽两侧增加一定宽度的绿化林带。建议运河两侧200米内划为4a类区。

#### 12.4.7 大气环境影响评价

本项目施工期的大气污染主要来自于三个方面：一是工程建设过程中的施工作业和道路交通排放的扬尘；二是施工机械排放的少量燃油废气；三是施工区生活产生的食堂油烟废气。施工期间造成的大气环境污染仅是短暂的、局部的，施工结束将会消失。施工土石料开采和运河开挖过程中场界10m范围内扬尘浓度不大于 $938.67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，土石方和河道回填过程扬尘浓度不大于 $611.89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，一般施工过程中场界最大扬尘浓度不大于 $78.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。施工过程中道路交通扬尘排放浓度约为 $3.5 \text{ mg}/\text{m}^3$ ，影响范围为道路两侧5~10m。施工船舶、运输车辆及其它施工机械耗用1吨柴油将产生80~90kg燃油废气。考虑洒水抑尘措施后，工程在施工期间的扬尘影响可控制在50m范围内，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）颗粒物无组织排放浓度限值 $1 \text{ mg}/\text{m}^3$ 的要求。运河枢纽、主要施工区、疏浚工程两侧共计92个敏感目标中的2个敏感目标判定为易受扬尘影响，13个敏感目标受影响程度为一般，77个敏感目标不易受扬尘影响。2个易受扬尘影响的敏感目标分别为下南山村委会、新跃农场。13个影响程度为一般的敏感目标，运河枢纽、主要施工区、疏浚工程两侧分别为2、8、3个。总体而言，如果运河施工期采取适当的措施，对大气的环境影响不大。

平陆运河工程建成后，船舶大气污染物排放量较多的是 $\text{NO}_2$ ，2035年和2050年分别排放194.68和324.47吨。评价目标 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$ 的 $\text{P}_{\text{max}}$ 最大值分别为0.30%、7.41%、0.40%、0.73%。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）分级判据，确定本次评价大气环境影响评价工作等级为二

级。为更直观的判断平陆运河工程建成后的的大气环境影响，本评价以 2050 年（高运输需求）为代表年份，选取评价范围人口密度较大的钦州市区作为重点区域，对平陆运河建成后的的大气环境影响进行预测。平陆运河工程建成后，叠加区域背景浓度，2050 年  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  最大落地浓度分别是 15.49、33.71、46.79、 $27.63\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，分别满足 500、200、450、 $225\mu\text{g}/\text{m}^3$  的标准限值要求，因此，大气防护距离为 0 米，不需要设置大气防护距离。2050 年钦州市区、灵山县、横州市的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  日均浓度和年均浓度最大落地浓度均能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准的要求。船舶排放的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  浓度分布基本以运河中心区为源头向四周扩散，扩散方向主要为常年主导风向的下风向，浓度呈现由运河中心向外逐渐降低的规律。由扩散范围看，扩散范围主要集中于航道范围内，对运河两侧的环境空气保护目标产生的大气环境影响较小。

#### 12.4.8 移民安置环境影响评价

##### （1）水环境影响

施工期，移民安置产生的废水主要为生产废水和生活污水，生产废水主要来源于砂浆搅拌机冲洗和车辆冲洗，生活污水来源于施工及管理人员日常生活用水。砂浆搅拌机冲洗废水和车辆冲洗废水主要污染物为悬浮颗粒物，采取絮凝沉淀处理后，出水循环用作冲洗用水。生活污水主要污染物是 COD，氨氮等等，应在施工营地建设适合农村使用的一体化生活污水处理设施，统一收集后进行处理达标排放或回用，不会对区域水环境造成大影响。

运行期，移民安置产生的废水主要为安置点居民产生的生活污水，生活污水优先选择纳入市政管网，无法纳入管网的，应建设适合农村使用的一体化生活污水处理设施，处理后达标排放或回用，不会对区域水环境造成大影响。

##### （2）生态环境影响

移民安置对生态环境产生的不利影响主要发生在移民安置点施工期。表现在工程占地对植被和植物多样性的影响，以及对野生动物的干扰。农村移民集中安置点共占地 818700 平方米，显示其现状用地基本都为农田，少量水塘和未利用地。但是集中安置共占地的比例相对于整个工程影响区面积比例较低，且干扰呈点状，因此移民集中安置工程对区域内自然植被和植物多样性的影响较小。此外



移民安置活动期间，占地、开挖、运输等施工活动干扰了原有动物的生存环境，但鸟类和小型兽类的适应性强，不会造成其数量的大量减少，因此移民迁建工程实施对区域内野生动物的干扰影响较为有限。

### （3）大气环境影响

移民安置对大气环境产生的不利影响主要发生在移民安置点施工期，场地平整、边坡开挖、房屋建筑等施工活动易产生粉尘，同时施工活动中使用的主要机械设备和汽车大多以汽油或柴油为燃料，将会排放NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>等污染物质。根据对类似工程施工区及周边大气环境的监测资料分析，安置区施工期间扬尘影响可以控制在 50m 范围以内。此外，施工作业具有流动性和间歇性的特点，运输车辆及其它施工机械造成的气态空气污染物排放强度十分有限，因此施工机械废气排放对周围环境影响很小。

### （4）声环境影响

移民安置对声环境产生的不利影响主要发生在施工期施工机械和运输车辆，施工机械主要包括挖掘机、推土机、搅拌机等，运输车辆主要为自卸汽车。根据预测可知在施工场界外约 200m 处声环境可达《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准。建议各安置点建设均为昼间施工，尽量减少夜间施工，在采取适当的声环境保护措施后，施工期声环境的影响在可接受范围，且噪声在施工期结束后会随之消失。

### （5）固废环境影响

施工期和运行期固体废物对环境的影响主要来自于施工点和移民安置后的生活垃圾对环境的影响。安置区内设有垃圾桶和垃圾收集处理集中点，并由环卫部门定时清运，固废环境影响不会很大。

## 12.5 环境保护措施

### 12.5.1 水环境保护措施

#### （1）航运枢纽水污染防治措施

航运枢纽产生的生产废水、生活污水及清洁雨水应采用分流制排水系统。航运枢纽应对其产生的生产废水、生活污水进行收集处置，生产废水、生活污水应优先纳入公共污水处理系统，无法纳入时应自建污水收集或处理设施，收集后由

环卫部门进行转运或处理后达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GBT 18920-2002）标准后回用于枢纽的绿化等。

### （2）船舶水污染防治措施

平陆运河实施船舶污染物禁排政策，船舶产生的所有含油污水、生活污水、垃圾均禁止排放进入运河。在钦州水上服务区、新福水上服务区设置船舶水污染物接收设施，收集进出平陆运河产生的船舶水污染物。

建设绿色水上综合服务区，通过升级优化信息提供、能源供应、船员服务、防污应急等具体措施，实现船舶零排放、垃圾全回收、岸电全覆盖。接收后的船舶污染物经车辆或管道应转运至城市污水处理厂、垃圾填埋/焚烧厂进行处理，危险废物应由具备危险废物处理资质的单位处理处置。平陆运河所有运营船舶均应配备防止污染物散落、溢流、渗漏设备。

疏浚、清礁、清渣及抛填等施工作业应安排在枯水期完成，施工船舶舱底油污水应遵守《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》，由船舶污染物岸上接收处理。疏浚及清渣过程中应保证泥舱处于密封状态。

### （3）水源地防治措施

优化施工工艺，严格限制施工范围，临时施工围堰尽量远离水源地和取水口，并在施工围堰下游布置防污屏，以减少悬浮物对水质的不利影响。根据分析结果，平陆运河施工期间，导致水体悬浮泥沙增加，会影响沿线取水口。通过模型计算，沙坪河、旧州江、钦江干流等河段，取水口施工安全距离为上游 1 公里、下游 500 米。即在安全距离外，在取水口进行防护，可以确保取水安全。在安全距离以内，建议停止取水，使用备用水源或采用临时供水方式，确保居民用水。

考虑到运河对各个取水口的影响，建议对沿线涉及的人饮工程进行改造，采用膜过滤等新型水质处理工艺，增加供水安全保障。加强宣传，提升承包商、施工人员的环保意识，所有施工机械均应定期检查，严禁生产废水和生活污水排入工程河段，降低对水环境的影响。加强施工期水质监测，及时发现水质异常情况，保证取水口正常运行。

项目实施后对平陆运河沿线面源进一步进行治理，划定限制开发利用区域，建设生态护岸和生态廊道，提升运河水质状况。平陆运河禁止运输危险化学品。在平陆运河沿线建设智慧水务工程，对沿线取水口、排污口、支流汇入口设置在线监测设备，实时监控水质变化情况，针对可能出现的富营养化、船舶溢油等环

境风险，开展预警预报，及时采取措施，确保水环境质量安全。

目前广西在开展平陆运河经济带规划，对于平陆运河沿线的产业园区和城市发展进行整体规划，建议在该规划及规划环评中，统筹考虑沿线村镇的供水，建设供水管网。

### 12.5.2 地下水环境保护措施

对于受到地下水疏干影响范围内的饮用水，应采取补偿性措施，可采用影响范围外的水库引水或采用钻机成井抽取地下水，为居民提供新的饮用水源，确保附近的居民饮用水问题。

项目建设过程中应加强观测影响范围内的各村屯的地下水位下降情况（民井、机井监测），如发现地下水位下降明显，同时应加强周边建筑物的变形监测，若建筑物变形过大，应采取加固基础措施，防止建筑受到破坏。

建立科学合理的库区及周边地下水监测系统，包括建立完善的监测制度、配备先进的检测仪器和设备，科学、合理设置地下水污染监测井，及时发现污染、及时控制，同时建立地下水污染应急处理方案，及时发现污染问题并加以处理。

地下水位埋深小于或等于毛管水上升高度的农作物浸没影响区，建议采取彻底和可靠的压渗填高复垦方案进行防治。地下水位埋深大于毛管水上升高度，且小于地下水埋深临界值的农作物浸没影响区，建议采取排水减压与改换农作物品种等措施。

新建建筑物宜避开浸没区或基础形式采用桩基础，并作好地下建筑的防水处理。

### 12.5.3 生态环境保护措施

#### 1、陆上生态保护措施

对于植物，在施工过程中尽量减少开挖面，采取避让、防护等措施，控制扰动程度，合理应用施工占地，减少对植被的破坏。按照水土保持方案，结合水土保持植物措施，做好各施工作业面的植被恢复工程。对于古树和珍稀树种，在工程实施前进行移植，在专家指导下由专业队伍进行移栽及其移植后的管护，以保

证移栽大树存活。边坡绿化以草被绿化为主，适当加以人工辅助措施，利于植物生长。加强施工期环境监理与监测，还应注意植物检疫，避免带入新的入侵种。

对于动物，应加强对施工人员保护珍稀野生动物的宣传教育，坚决杜绝捕杀野生动物的行为。广泛深入开展保护猛禽类（隼形目和鸮形目的鸟类）的宣传教育工作，张贴珍稀鸟类保护通告，并加大保护力度，严厉打击各类违法行为。为了减少工程施工爆破噪声对野生动物的惊扰，应做好爆破方式、数量、时间的计划，并力求避免在夜间、晨、昏和正午进行爆破。施工期尽量缩短高噪音机械设备的使用时间，降低噪声源的声级强度。

此外，运河建设不可避免的占用生产性土地，造成生物多样性和生态系统生产力的降低，但同时运河建设形成的跨度大、范围广的狭长区域可以经过适当的生态改造，形成兼具自然和文化属性的生态廊道。

## 2、水生生物和鱼类保护措施

从生境保护、过鱼设施、增殖放流、科学研究和渔政管理等方面提出水生态保护措施体系。施工期，严格控制施工船舶及施工人员污染物的排放量和排放浓度，严格禁止非达标排放。疏浚作业避开鱼类产卵期（3-6月份），减少项目施工对渔业的影响程度。

严禁随意爆破，应先用小当量爆破驱赶鱼群，留出足够的时间让鱼群游离，随后进行大规模的工程爆破，从而减少后续爆破对渔业资源影响，还可采取小炮驱赶法驱赶鱼类、爆破气味驱赶法、声纳驱赶法、微差爆破、及时清理死鱼等措施。

在青年枢纽修建过鱼设施，空间迁徙受工程影响的所有鱼类都应是本工程的过鱼对象。根据平陆运河影响区鱼类资源现状，可将花鳊、鳊、合浦绒坳蟹、赤眼鳟、鲮鱼列为主要过鱼种类。

根据调查区域鱼类资源现状以及工程对鱼类资源的影响分析，人工增殖放流的对象主要是青鱼、草鱼、鲢、鳙等鱼类，上述鱼类作为近期重点放流种类。

通过对浮游生物、底栖动物、固着类生物、周丛生物、水生维管束植物、鱼类种群动态、鱼类产卵场等进行监测，及时反映平陆运河建设运行后生态环境变化趋势，为枢纽生态研究、河口海洋生态研究、鱼类和水生生物多样性的保护、

枢纽生态管理，提供科学的依据。监测范围为沙坪河口至入海口，其中重点监测库区、重要支流和枢纽下游江段。

#### 12.5.4 固体废物保护措施

##### 1、施工期

考虑到本次平陆运河会产生大量的取弃土，优先对产生的弃土进行利用。回填和填筑应优先采用干地开挖采用的土石方，减少弃土弃渣量的产生。内河河道生的疏浚土可用于农业复垦或绿化肥料，亦可以用于后期景观工程的城市建设土地平整。目前北部湾港口总体规划正在编制，后续钦州、北海、防城港等港域均有较多港口建设计划。建议取弃土可优先用于港口围填海建设。

施工场地和生活区均布置垃圾桶对生活垃圾进行统一收集后交由环卫部门集中处理。施工船舶的垃圾严格按照交通部 2015 年第 25 号令《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》执行。航道内船舶应配备有盖、不渗漏、不外溢的垃圾储存容器或垃圾袋收集生活垃圾和生产废物，由专业单位收集后送岸上处理，严禁将船舶垃圾投入航道中。

##### 2、运行期

航运枢纽运营期间，应设置垃圾桶、垃圾存贮点，工作人员生活垃圾全部集中堆放在垃圾箱内，然后由垃圾运输车运送至环卫部门集中处理。危险废物、废矿物油、污油和油渣等危险废物必须由具有从事接收、贮存、运输危险废物经营资质的单位处理和处置，在航运枢纽暂时存放应符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单（2013 年修改单）的相关要求。

禁止在平陆运河通航水域内弃置船舶垃圾，航道内船舶产生垃圾，须分类用密封式袋或桶盛装，在停靠水上服务区或到达港口时交由岸上垃圾接收站统一收集后，运至城市垃圾综合处理厂集中处理处置，需做好与城市转运及处置设施的有效衔接，实现运河船舶垃圾零排放。发现疫情时，应在船上进行杀菌、消毒处理后交由岸上转运处置。

#### 12.5.5 声环境保护措施

施工期噪声是短暂的，一旦施工活动结束，施工噪声也随之结束。建议合理

选择施工机械、施工方法，尽量选用低噪声设备。合理安排炸礁爆破时间，应尽量避免居民休息时段。注意对施工人员采取保护措施，安排工人轮流操作高噪声机械，减少接触时间。

运行期应加强各种机械设备的维修保养，减少因机械磨损而增加的噪声。在地势较为平坦的运河两侧增加一定宽度的绿化林带，尽可能减少对运河两侧敏感目标的噪声影响。夜间航行船舶在经过钦州市区和乡镇等人口密度较高的区域时，在保证安全的前提下，尽量减少鸣笛次数。建议运河两侧 200 米内划为 4a 类区。

### 12.5.6 大气环境保护措施

施工期汽车运输水泥、粉煤灰、钢筋钢材、木材等建筑材料进场时，对于易起尘的物料应加盖篷布运输车辆要严密。合理安排土方、水泥和石灰等散装建筑材料的堆放场地和堆放方式。水泥和其它易飞扬的细颗粒散体材料，应安排在临时仓库内存放或严密遮盖，运输时防止洒落、飞扬，卸运尽量在仓库内进行并洒水湿润。施工时应选用耗油低、污染物排放量少型号的汽车和流动装卸机械。

运行期平陆运河应加大 LNG、电力等清洁能源船舶的推广和使用，创建绿色航道。推进船型标准化、环保化建设，鼓励船舶加装尾气处理装置，最大限度的减少船舶燃油废气的排放。在钦州水上服务区、新福水上服务区建设岸电系统，减少靠港船舶大气污染物排放。在航道沿线船舶过闸或敏感目标较多的区域进行船舶尾气监测。

### 12.5.7 移民安置环境保护措施

#### 1、水环境保护措施

施工期，砂浆搅拌机或混凝土拌和机冲洗废水采取絮凝沉淀处理后，出水循环用作冲洗用水，水质执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）一级标准，即  $SS \leq 70 \text{mg/L}$ 。施工区进出口洗车池车辆冲洗废水采取收集、沉砂处理后全部回用，水质参照执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）中的车辆冲洗水质标准。施工人员生活污水采用生物处理法，可采用一体化处理设备，方便施工以及设备的重复利用。

运行期，移民安置点产生的生活污水优先选择纳入市政管网，无法纳入管网的，应建设适合农村使用的一体化生活污水处理设施，处理达标后达到《污水综合排放标准》排放要求后排，不会对区域水环境造成大影响。

## 2、生态环境保护措施

农村集中居民点选点布置要合理用地和节约用地，通过多方比选，最大限度的减少对耕园地和林地的占用。施工活动和运输车辆采取避让措施，避免对古树的破坏。移民安置区的生产废水和生活污水经处理达标后方可排放。安置点建设过程中合理安排爆破时间、数量和爆破方式，力求避免在晨昏和正午开山施炮，避免爆破噪声对野生动物的惊扰。

## 3、大气环境保护措施

施工期，结合优化施工方法、施工技术采取减粉降尘措施；施工运输车辆应选用符合国家有关标准的车辆，保证尾气达标排放，使用高品质的燃油、燃气，从源头解决车辆尾气排放问题。在开挖、混凝土拌合楼等施工区进行洒水，对道路进行洒水降尘，环境空气敏感点应提高该洒水频次。根据安置点规模，千人以上规模安置点配置一台机动洒水车，一台手推洒水车；千人以下规模的安置点配置一台手推洒水车。装载多尘物料时，应对物料适当加湿或用帆布覆盖，运送散装水泥车辆的储罐应保持良好密封状态，运送袋装水泥必须覆盖封闭，经常清洗运输车辆；在两侧分布有居民点的公路上行驶的车辆，车速不得超过 20km/h。

## 4、声环境保护措施

施工期，合理选择施工机械、施工方法，尽量选用低噪声设备，在施工过程中，应经常对施工设备进行维修保养，避免由于设备性能减退使噪声增强。工地发电机要采取隔声和消声处理。减少人为噪声，模板、支架拆卸过程中应遵守作业规定，减少碰撞噪音；尽量减少用哨子、喇叭等指挥作业，减少人为噪声。运输车辆集中在昼间进行作业，避开夜间和中午时段，减缓对周围环境的影响。

## 5、固废处置措施

施工期，建筑垃圾可回收利用，施工营地的生活垃圾设置垃圾桶收集统一收集后，由附近城镇环卫部门定期收集、清运和处理。

运行期，居民生活垃圾采取“户分类、村收集、镇转运、县市处理”措施，安置区生活垃圾收集、清运、处理将纳入县市垃圾处理系统，严禁随意丢弃，不会对环境产生影响。

## 12.6 工程环境合理性分析

### 12.6.1 工程规模环境合理性分析

#### 1、航道等级环境合理性

本次平陆运河航道为内河 I 级，3000 吨级兼顾通航 5000 吨级内河船舶，并预留远期发展建设条件。平陆运河起始点平塘江口连通郁江，西江航运干线规划等级为 I 级航道。平陆运河重点位于茅尾海，后接入钦州港。本次平陆运河入海口至近海段本阶段推荐沙井航道线路方案，线路基本沿《钦州港总体规划（2019-2035 年）》中沙井航道线路，平陆运河项目与钦州港相关航道规划保持衔接。因此，本次平陆运河在航道等级上与上下游航道、港口保持衔接，具有合理性。

#### 2、调水规模环境合理性

根据相关资料，郁江流域多年平均水资源总量为 424.1 亿  $\text{m}^3$ ，多年平均可利用量 103.9 亿  $\text{m}^3$ 。本次平陆运河近期调水量为 24  $\text{m}^3/\text{s}$ ，通过百色水库优化调度实现；远期调水量 40  $\text{m}^3/\text{s}$ ，通过建设南盘江调水工程实现。近期，平陆运河通过百色水库调度产生调水量 24  $\text{m}^3/\text{s}$ ，占郁江干流多年来水量的 1.63%。郁江干流富余水量较大，基本不会对郁江干流水环境造成明显不利影响。远期，平陆运河通过南盘江调水工程实现，该工程为跨流域调水工程，并已纳入环北部湾水资源配置工程。根据《环北部湾广西水资源配置工程》，工程涉及 17 处饮用水源保护区，不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、湿地公园、水产种质资源保护区等环境敏感区。工程运行对环境的影响主要表现为工程取水对引水区下游河段流量的影响、新建水库蓄水对河流水环境以及生态环境影响、受水区退水环境影响等，经分析工程运行期对环境的影响可以通过采取相应的环保措施缓解，其影响在环境可承受范围内。

此外，本次水资源调配，均是在保证贵港断面最小下泄流量为 400 立方米每秒的基础上开展的，不会对下游生态流量造成影响。因此，总体上，本次平陆运河在水资源利用方面是合理的。

### 12.6.2 工程布局环境合理性分析



## 1、枢纽布置环境合理性

### （1）马道枢纽

从沙坪河口作为平陆运河起点，马道枢纽为第一个枢纽，该枢纽也位于郁江和钦江连接处。马道头枢纽不占用生态保护红线和其他生态敏感区，枢纽介于沙坪河饮用水源保护区和旧州镇西屯江水源地之间。枢纽运行期产生的污水较少，通过采取污水处理、妥善处理污水等方式，不会对运河水质产生较大影响。考虑到郁江与钦江属于不同流域，建议马道枢纽不建设过鱼设施，以控制生态风险。

### （2）企石枢纽

企石枢纽位于旧州江。企石枢纽不占用生态保护红线和其他生态敏感区，未处于水源保护区范围内。企石枢纽是马道头枢纽下游第二个枢纽，企石枢纽所在的旧州江流量较小，渔业资源并不丰富。考虑到郁江与钦江的生态风险问题，企石枢纽不设置鱼道，减少钦江鱼类通过旧州江进入郁江流域。

企石枢纽正常蓄水位 35 米，会造成一定的淹没。本次平陆运河工程采用抬填方式，以减少枢纽建设产生的淹没面积。总体上，本次工程淹没面积达到 399.23 亩，淹没影响整体较为有限。

### （3）青年枢纽

青年枢纽为最后一个枢纽，本次项目拟新建青年枢纽。新建青年船闸布置在钦江左岸低山丘陵区，船闸上闸首距青年水闸约 1.8km，在青年水闸上游约 1.4km 处钦江河槽中新建泄水闸和电站。青年枢纽设计正常蓄水位 8.7 米，比现状青年水闸 8.5 米仅高 0.2 米，因此对于钦江水位变化影响较小。

本次青年枢纽不占用生态保护红线，船闸主体建筑物位于钦江水源一级保护区陆域纵深范围之外。现状青年水站未建设过鱼设施，考虑到钦江历史上存在有鳊鲴洄游。本次平陆运河建设应在青年枢纽建设时同步建设过鱼设施。

## 2、服务区布置环境合理性

平陆运河设有新福航道服务区和钦州服务区，新福服务区布置在马道枢纽上游，钦州服务区布置在青年枢纽下游。每个服务区设有综合办公楼、检修间及仓库、给水泵房、变电所、门卫、加油站房、垃圾回收站、公共厕所、围墙以及大门等。

平陆运河全线禁止排放船舶含油污水、生活污水和垃圾。在运河起始两端设置服务区，可接收在运河航行的船舶产生的污染物，实现零污染排放目标。此外，

在 2 个服务区均配备有船舶溢油应急设备库，通常溢油应急设备配置点的服务半径为 100 公里，可基本覆盖平陆运河线路（140km）。

因此，总体上，本次平陆运河布置 2 个服务区具备环境合理性。

### 12.6.3 施工布局环境合理性分析

#### 1、堆料场合理性

本工程在运河沿线共布置了堆存场地共计 195 处，其中陆上弃土场 186 个，中转堆存场 9 处，原河道回填 21 处以及海上倾倒区 2 处作为弃渣利用回填区，占地面积 12.43 万亩，共堆存土石方 4.13 亿  $m^3$ （松方）。

经分析，堆料场总体布置合理，但部分堆料场占用生态红线，建议调整堆料场选址，具体包括堆料场 143、堆料场 144、堆料场 145、堆料场 146、堆料场 149 和堆料场 155。

#### 2、施工营地合理性

本项目航道工程各施工区施工设施布置于工程沿线，共设置 22 个工区，在每个施工区分别布置有施工工厂、施工营地、渣场、临时道路等。鉴于本工程混凝土以及砂浆用量很少，考虑混凝土的拌制采用  $0.5m^3$  的搅拌机在营地内进行，即可满足施工要求。

经分析，施工营地总体布置合理，但 22#施工营地占用生态红线，建议调整。

### 12.6.4 移民安置规划方案环境合理性分析

根据本工程工可可知，基准年 2021 年涉及农村搬迁人口 2274 户 10490 人，推算到规划水平年搬迁总人口为 2274 户 10701 人。2021 年涉及城镇搬迁人口 948 户 4392 人，推算到规划水平年搬迁总人口为 948 户 4479 人。综上，到规划年平陆运河工程涉及到搬迁总人口为 15180 人。

#### 1、安置方式环境合理性

##### （1）农村移民安置

本工程农村移民搬迁总人口为 2274 户 10701 人。采取集中后靠、分散后靠和外迁到本镇集中安置 3 种安置方式。

农村集中安置点的规划设计围绕全面建设小康社会目标，一切从农村实际出发，尊重移民意愿，按照构建和谐社会和建设节约型社会的要求，以及“生产发展、生活宽裕、乡风文明、村容整洁、管理民主”的新农村建设要求，充分利用已有条件，整合各方资源，切实改善农村最基本的生产生活条件和人居环境，完善安置点最基本的公共设施，扎实稳步推进新农村建设，促进农村经济社会全面进步。

2021年11月~2022年2月期间，由涉及搬迁的乡（镇）政府、村委、村民代表及设计单位组成工作组进入各村组进行安置点意愿及安置点选址调查，结合农村居民收入构成综合分析当地群众生产生活对土地的依赖程度，针对安置点选址等问题充分征求移民意见。对影响人口大于100人的村组建议采取集中安置的方式，对影响人口少于100人且分布较分散的村组建议采取分散后靠安置，或可根据移民意愿，外迁安置到最近的村组集中安置点或本镇集中安置点，采取一次性货币补偿和养老保险相结合的安置方式，由移民利用土地补偿补助费自行发展生产。安置点选址调查对各涉迁村组的集中安置点提出多个比选方案，并在充分考虑地质、交通、水源、场地、搬迁移民及安置点群众意愿及地方政府意见的基础上，经综合比选后选择确定安置点。

## （2）城镇迁建

本工程城镇迁建总人口为948户4479人。采取集中安置以及一次性补偿自行购买公寓房的方式。

城镇迁建安置点的规划设计围绕全面建设小康社会目标，一切从农村实际出发，尊重移民意愿，按照构建和谐社会和建设节约型社会的要求，以及“生产发展、生活宽裕、乡风文明、村容整洁、管理民主”的新农村建设要求，充分利用已有条件，整合各方资源，切实改善农村最基本的生产生活条件和人居环境，完善安置点最基本的公共设施，扎实稳步推进新农村建设，促进农村经济社会全面进步。

2021年11月~2022年2月由地方政府、设计单位等相关单位组成的联合工作组，针对安置点选址问题充分征求移民意愿，根据地方政府和群众代表的建议，并与地方政府相关单立一起先后对各镇周边的地块进行了多次实地踏勘，通过对多个移民安置点地理位置、环境容量、水源、交通等条件进行综合分析，分析后确定安置区的选址。横州市部分及灵山县部分集镇人口搬迁安置规划参照水库淹

没区，钦州市市区集镇部分人口搬迁暂采取公寓房安置补偿方式，由移民自行安置。

总体来说，平陆运河工程移民安置经充分调研实际情况并征求移民意愿的基础上，采取集中安置和货币化安置方式。同时，移民安置还充分考虑了正在开展的沿运河经济带产业规划有关成果，探索依托运河建设辐射沿线经济影响区域的进行第二第三产业安置方式，在安置方式上具有一定的创新性。集中安置点结合城（集）镇规划合理布置，选择地理位置适宜、安全、地质稳定、地形相对平坦、交通方便、便于排水的地点；对集中安置区用地规划、交通规划、供水与排水规划、供电规划、绿化工程进行全面规划。货币化安置利用城区现有居民区，各项基础设施完善，并减少了搬迁安置征地，有利于土地资源保护。综上，安置方式在环境上是基本合理的。

## 2、集中安置点选址环境合理性

平陆运河工程移民安置规划在工可研阶段选择 2 个安置点进行典型设计，分别为农村移民安置点：企石枢纽至马道枢纽航段的旧州镇文子坳集中安置点；城镇安置点：旧州镇镇区集中安置点。

### 1) 旧州镇文子坳集中安置点

规划设计水平年旧州镇文子坳集中安置点安置人口规模为 30 户 118 人，用地规模共 1.04hm<sup>2</sup>。安置点位于旧州镇镇区南侧直线距离约 1.0km，距东侧省道 S210 直线距离约 0.4km，与镇区联系紧密，交通便利。饮用水水源可由旧州镇区自来水系统供应，亦可采用钻井抽取地下水。集中安置点的地形以丘陵地型为主，地形起伏较大，规划采用”相对集中布局”的模式，布局特点是组织结构简单，内部用地和设施联系使用方便，节约土地，便于基础设施建设，节省投资。

### 2) 旧州镇镇区集中安置点

规划设计水平年旧州镇镇区集中安置点安置人口规模为 105 户 418 人，用地规模 4.10hm<sup>2</sup>。安置点位于旧州镇街区西侧直线距离约 0.3km，距西侧铁路线、六钦高速路直线距离分别约 2.0km、2.8km，安置点临近县道 X375，与镇区联系紧密，交通便利。饮用水水源可由旧州镇区自来水系统供应。地形以丘陵地型为主，地形起伏较大，规划采用”相对集中布局”的模式，布局特点是组织结构简单，内部用地和设施联系使用方便，节约土地，便于基础设施建设，节省投资。

总体来说，平陆运河工程 2 个典型设计移民集中安置点的选址工作由乡（镇）政府、村委、村民代表、地方政府和设计单位等相关单位组成的联合工作组一起开展。针对安置点选址问题充分征求移民意愿，根据地方政府和群众代表的建议，设计与地方政府相关一起先后对各镇周边的地块进行了多次实地踏勘，充分考虑地质、交通、水源、场地，提出多个比选方案，经综合分析后确定安置区的选址。选定的安置点新址不涉及自然保护区、地质公园、森林公园等生态敏感区；地质环境条件总体较稳定，无不良地质现象；有较丰富的可调整或可开发的土地资源；地理位置和交通条件较为便利，供水供电等基础设施规划可以充分依托周边镇集。综上，典型设计的集中安置点选址在环境上基本是合理的。

## 12.7 评价总结论

平陆运河是北部湾经济区与西江经济带密切联系的新纽带。西江航运干线中上游经平陆运河由钦州港出海，较目前经梧州由广州出海可缩短航程约 560 公里。因此，建设平陆运河能够促进区域运输结构调整，减少航运能源消耗和温室气体排放。同时，运河通航运营能够增加沙坪河、旧州江和钦江干流的河流生态水量，对改善河流水质起到积极作用。

经过分析评价，平陆运河工程实施的资源需求与横州市、钦州市资源承载能力相适应，与海洋功能区划、生态保护红线、近岸海域环境功能区划等基本符合，但航道穿越饮用水源保护区、占用基本农田，需要加强与相关部门沟通协调。同时，项目实施后也不可避免地会对周边生态环境产生影响，重点体现在运河拓宽、疏浚、开挖对河流和海湾生态系统的影响，航运枢纽建设对河流水文情势改变及生物阻隔，船舶运营产生的大气和噪声污染，船舶溢油事故产生的环境风险等。

总体而言，经预测分析，在严格落实项目环评相关建议和各项环境保护措施、提高风险事故应急能力，并有效控制环境污染的基础上，项目实施不会给沿线环境承载力带来较大压力，生态影响和环境污染能够得到有效控制。从环境保护角度分析，本项目是可行的。

附表 平陆运河沿线生活排污口情况

所属区县	排污口名称	排放去向	现状
钦南区	钦南区文峰街道东风社区滨江南路生活入河排污口	钦江	已截流
	钦南区文峰街道东风社区胜利路生活入河排污口	钦江	已截流
	钦南区文峰街道中山社区二马路生活入河排污口	钦江	已截流
	钦南区文峰街道三宣堂社区永福小学正对面生活入河排污口	钦江	已截流
	钦南区文峰街道三宣堂社区永福广场望江亭旁生活入河排污口	钦江	已截流
	钦南区文峰街道文昌社区人民南路尾生活入河排污口	钦江	已截流
	钦南区文峰街道新隆社区汤狗埠生活入河排污口	钦江	已截流
	钦南区向阳街道四桥头生活入河排污口	钦江	已截流
	钦南区向阳街道明阳街生活入河排污口	钦江	已截流
	钦北区	钦北区平吉镇中兴路生活入河排污口	钦江
钦北城区北社区麻芎村生活入河排污口		钦江	正在截流
钦北城区北社区水浸洞村生活入河排污口		钦江	已截流
钦北区小江开发区生活入河排污口		钦江	已截流
钦北区第八小学生活入河排污口		钦江	已截流
钦北区小江卫生服务中心生活入河排污口		钦江	已截流
钦北区小江街公路生活入河排污口		钦江	已截流
钦北区中石油公寓小区生活入河排污口		钦江	已截流
钦北区钦江河堤路生活入河排污口		钦江	已截流
钦北区看守所生活入河排污口		钦江	正在截流
钦北区青塘镇三鸟市场生活入河排污口		青塘河（钦江支流）	已截流
钦北区青塘镇绕城路小学生活入河排污口		青塘河（钦江支流）	已截流
钦北区青塘镇粉大粉店生活入河排污口		青塘河（钦江支流）	已截流
钦北区子材街道银河街1号生活入河排污口		钦江	已截流
钦北区子材街道黄晚沟生活入河排污口		钦江	已截流
钦北区子材街道二桥底生活入河排污口		钦江	已截流
钦北区子材街道进喜园风雨桥生活入河排污口		钦江	已截流
钦北区子材街道翡翠湾生活入河排污口		钦江	已截流

所属区县	排污口名称	排放去向	现状
灵山县	灵山县旧州镇旧州大桥 1 号生活入河排污口	旧州江（钦江支流）	正在截流
	灵山县旧州镇旧州河堤 1 号生活入河排污口	旧州江（钦江支流）	已截流
	灵山县旧州镇旧州河堤 2 号生活入河排污口	旧州江（钦江支流）	已截流
	灵山县旧州镇旧州河堤 3 号生活入河排污口	旧州江（钦江支流）	已截流
	灵山县旧州镇旧州镇中心校生活入河排污口	旧州江（钦江支流）	正在截流
	灵山县旧州镇旧州大桥 2 号生活入河排污口	旧州江（钦江支流）	已截流
	灵山县陆屋镇陆屋中桥生活入河排污口	钦江	已截流
	灵山县陆屋镇陆屋大桥生活入河排污口	钦江	正在截流
	灵山县沙坪镇江南街生活入河排污口	沙坪河（郁江支流）	已截流
	灵山县沙坪镇沙坪中学生生活入河排污口	沙坪河（郁江支流）	已截流
	灵山县沙坪镇进港路生活入河排污口	沙坪河（郁江支流）	已截流
	灵山县沙坪镇解放街生活入河排污口	沙坪河（郁江支流）	已截流
	灵山县沙坪镇航道站生活入河排污口	沙坪河（郁江支流）	正在截流
	灵山县沙坪镇沙坪食品站生活入河排污口	沙坪河（郁江支流）	已截流
	灵山县沙坪镇林业站生活入河排污口	沙坪河（郁江支流）	已截流
	灵山县沙坪镇鸿福路房产所生活入河排污口	沙坪河（郁江支流）	正在截流

