

DBJT45

广西壮族自治区交通运输行业指南

DBJT45/T 072—2025

公路波形钢腹板组合梁桥施工技术规范

Specification for construction of highway composite girder bridge with
corrugated steel webs

2025 - 04 - 22 发布

2025 - 06 - 01 实施

广西壮族自治区交通运输厅 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 总体要求 2

5 材料 3

 5.1 钢材 3

 5.2 焊材 3

 5.3 混凝土 3

 5.4 普通钢筋与预应力筋 3

6 波形钢腹板制造 3

 6.1 一般规定 3

 6.2 下料 3

 6.3 成型与拼装 4

 6.4 焊接 4

 6.5 涂装与存放 4

 6.6 制造质量要求 4

7 波形钢腹板安装 5

 7.1 一般规定 5

 7.2 现场连接 5

 7.3 现场涂装 5

 7.4 安装定位质量要求 5

8 预制吊装法施工 6

 8.1 一般规定 6

 8.2 预制梁的制作 6

 8.3 预制梁的运输与保存 6

 8.4 预制梁的现场安装 6

 8.5 施工质量控制要求 6

9 支架法施工 7

 9.1 满堂支架法拼装与现浇施工 7

 9.2 少支架法拼装与现浇施工 8

 9.3 施工质量控制要求 8

10 悬臂法施 9

 10.1 挂篮设计 9

 10.2 异部平行拼装与浇筑施工 11

 10.3 整箱段悬臂拼装与浇筑施工 16

10.4	施工质量控制标准	16
11	顶推法施工	17
11.1	一般规定	17
11.2	预制场地	17
11.3	导梁和临时墩	17
11.4	梁段预制及养护	17
11.5	梁段施加预应力	18
11.6	梁体顶推方法及装置	18
11.7	施工质量控制标准	18
12	连接件施工	18
12.1	一般规定	18
12.2	栓钉连接件	18
12.3	开孔板连接件和型钢连接件	18
12.4	嵌入式连接件	19
12.5	外包型连接件	19
13	内衬混凝土、水平隔板施工	19
13.1	一般规定	19
13.2	内衬混凝土施工	19
13.3	水平隔板施工	20
14	体外预应力筋施工	20
14.1	一般规定	20
14.2	体外预应力筋及锚具	20
14.3	体外预应力筋施工要求	20

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广西壮族自治区交通运输厅提出并宣贯。

本文件由广西交通标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：广西路建工程集团有限公司、广西北投公路建设投资集团有限公司、同济大学、广西交科集团有限公司。

本文件主要起草人：张坤球、李臣光、张云、李志刚、耿嘉庆、谭海涛、罗光、刘玉擎、宋建平、归翀、施智、李育林、黄利友、陶亮、唐亚森、熊剑平、姚青云、唐建军、李保军、王思豪、农左、韦黛笠、蔡昊初、鲜秋适、田畅。

本文件主要审查人员：罗吉智、李琳、罗珂、熊劲松、黄金文、杨涛、苏立超。

公路波形钢腹板组合梁桥施工技术规范

1 范围

本文件界定了波形钢腹板组合梁桥施工技术涉及的术语和定义，确立了总体要求，规定了材料、波形钢腹板制造、波形钢腹板安装、预制吊装法施工、支架法施工、悬臂法施工、顶推法施工、连接件施工、内衬混凝土、水平隔板施工和体外预应力筋施工的要求。

本文件适用于广西壮族自治区行政区域内公路波形钢腹板组合梁桥施工，其他行业同类型桥梁的施工参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 714 桥梁用结构钢
- GB/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 3965 熔敷金属中扩散氢测定方法
- GB/T 4171 耐候结构钢
- GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条
- GB/T 5118 热强钢焊条
- GB/T 5224 预应力混凝土用钢绞线
- GB/T 10433 电弧螺柱焊用圆柱头焊钉
- GB/T 14370 预应力筋用锚具、夹具和连接器
- GB/T 14977 热轧钢板表面质量的一般要求
- GB/T 17493 热强钢药芯焊丝
- GB/T 21073 环氧涂层七丝预应力钢绞线
- GB/T 25823 单丝涂覆环氧涂层预应力钢绞线
- GB 50017 钢结构设计标准
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
- GB 50661 钢结构焊接规范
- GB 50755 钢结构工程施工规范
- CJJ/T 272 波形钢腹板组合梁桥技术标准
- CJJ/T 281—2018 桥梁悬臂浇筑施工技术标准
- JB/T 3223 焊接材料质量管理规程
- JG/T 161 无粘结预应力钢绞线
- JG/T 430 无粘结预应力筋用防腐润滑脂
- JT/T 529 预应力混凝土桥梁用塑料波纹管

JT/T 722 公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件

JT/T 737 填充型环氧涂层钢绞线

JT/T 784—2022 组合结构桥梁用波形钢腹板

JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

波形钢腹板组合梁 composite girder with corrugated steel webs

采用波形钢板作腹板，并通过连接件使混凝土顶、底板与波形钢腹板共同受力的钢-混凝土的组合梁。

3.2

波形钢腹板部件 steel component with corrugated steel webs

由波形钢腹板、翼缘板、连接件等组成的钢结构。

3.3

连接件 connector

使混凝土与波形钢腹板成为一体共同受力的构造部分。

3.4

贯穿钢筋 perforated rebar

穿过开孔钢板或角钢竖肢销孔的钢筋。

3.5

内衬混凝土 encased concrete

在波形钢腹板组合梁桥支点附近一定范围内的波形钢腹板内侧设置的混凝土。

3.6

水平隔板 horizontal diaphragm

在箱室中设置的与两侧波形钢腹板及内衬混凝土相连接的一道混凝土板。

3.7

异部平行施工 asynchronous construction method

在悬臂施工中，利用已安装的波形钢腹板作为承重结构，将悬臂施工划分成三个平行施工作业面，可同时进行三个部位的施工，N-1节段进行顶板施工，N节段底板施工，N+1节段波形钢腹板安装。

4 总体要求

4.1 拟采用新技术、新工艺、新材料、新设备的工程项目，应提前做试验研究和论证工作，保证工程施工顺利进行。

4.2 波形钢腹板应符合 JT/T 784—2022 的规定。

4.3 波形钢腹板组合梁桥施工中所涉及到的施工临时结构必要时应进行受力计算。

4.4 波形钢腹板组合梁桥施工中涉及的临时结构宜进行永临结合设计，在工厂内和波形钢腹板一同生产加工。

4.5 主要材料、制造和安装施工的质量检验记录和质量证明文件等资料应齐全完整、真实有效，并具有可追溯性。

- 4.6 大跨径波形钢腹板组合梁桥施工应实施全过程监测监控。
- 4.7 波形钢腹板组合梁桥施工应编制专项施工方案。
- 4.8 非耐候结构钢材质的波形钢腹板应进行防腐涂装,涂装工艺和质量应符合设计及JT/T 722的规定。

5 材料

5.1 钢材

- 5.1.1 波形钢腹板采用低合金高强度结构钢、耐候结构钢、碳素结构钢和桥梁用结构钢等,钢材材质、力学性能、化学成分应符合 GB/T 700、GB/T 714、GB/T 1591、GB/T 4171 的规定。
- 5.1.2 钢材的表面质量应符合 GB/T 14977 的规定。
- 5.1.3 高强度螺栓、螺母、垫圈应符合 GB/T 1231 的规定。
- 5.1.4 栓钉连接件的材料应符合 GB/T 10433 的规定。

5.2 焊材

- 5.2.1 焊材的各项性能技术指标应分别符合 GB/T 3965、GB/T 5117、GB/T 5118、GB/T 17493、JB/T 3223 的规定。
- 5.2.2 焊材应与母材相匹配,焊材宜根据母材钢板的技术要求和性能选用,并事先经过工艺评定试验。
- 5.2.3 波形钢腹板采用耐候钢时,应采用耐候钢焊材,根据耐候钢的母材及焊接工艺,参照 GB 50661 进行选取。

5.3 混凝土

- 5.3.1 混凝土的材料性能、参数应符合 JTG/T 3650 的规定。
- 5.3.2 混凝土的入模温度宜为: 5℃~28℃。

5.4 普通钢筋与预应力筋

波形钢腹板组合箱梁桥所用的普通钢筋与预应力钢筋应符合JTG/T 3650的规定。

6 波形钢腹板制造

6.1 一般规定

- 6.1.1 波形钢腹板的制作及质量要求应符合 JT/T 784—2022 的规定,同时还应符合相关标准和设计文件的规定。
- 6.1.2 波形钢腹板制造应根据波形钢腹板的制造线形,绘制相应的制作图纸。
- 6.1.3 波形钢腹板制造时,纵向分块长度宜为半波长整数倍。
- 6.1.4 波形钢腹板加工下料应符合 GB 50755 的规定。
- 6.1.5 焊缝应冷却到环境温度后,在全长范围内进行焊缝外观检查,不应有裂纹、未熔合、夹渣、气泡、未填满弧坑和焊瘤等缺陷。

6.2 下料

- 6.2.1 切割前将钢材表面的浮锈、污物清除干净,钢材放平、垫稳,割缝下面宜留有空隙。
- 6.2.2 碳素结构钢在环境温度低于-20℃时和低合金结构钢在环境温度低于-15℃时,不应进行切割加工。

6.3 成型与拼装

- 6.3.1 波形钢腹板的成型应采用冷成型，波形钢腹板的成型方法宜采用模压法。
- 6.3.2 波形钢腹板成型时，转角半径不小于板厚的 15 倍。
- 6.3.3 当波形钢腹板转角半径不满足板厚要求时，应按 JT/T 784—2022 中表 4 的规定进行夏比冲击试验确定转角半径。
- 6.3.4 波形钢腹板拼装前，波形钢腹板各零部件应经检验合格，在待焊区域或距焊缝边缘 30mm～50mm 以内的部位，清除下料毛刺、尘土、油污、熔渣、水分、铁锈和氧化皮等有害物质，使其表面显露出金属光泽。
- 6.3.5 波形钢腹板的拼装宜在作业车或标准钢胎膜上进行，拼装角度宜考虑波形钢腹板焊接时的变形量。平台或胎膜要求牢固平整以及保证波形钢腹板拼装精度。

6.4 焊接

- 6.4.1 波形钢腹板所有焊接均在焊接之前进行焊接工艺检验及评定。焊接工艺评定应按设计的有关要求及 GB 50661 的规定执行。
- 6.4.2 焊接作业宜采用工厂焊接，每个施工节段的波形钢腹板宜在工厂内整体制作，焊接宜采用全自动或半自动焊接。
- 6.4.3 焊缝的焊接质量及力学性能应符合 GB 50205 的规定。

6.5 涂装与存放

- 6.5.1 波形钢腹板焊接完成后，在工厂内对节段进行防腐涂装。
- 6.5.2 波形钢腹板叠放层数不宜超过 6 层，每层钢腹板应支撑在与其外形相同的木块或混凝土存放垫上，避免波形钢腹板的整体变形。
- 6.5.3 波形钢腹板宜进行贴膜等成品保护措施。在每块波形钢腹板上有合格标牌，标牌上注明波形钢腹板编号、规格型号、安装位置、重量、制造厂名、工程名称、生产日期等。

6.6 制造质量要求

波形钢腹板的制作质量应满足 JT/T 784—2022 的相关要求，按表 1。

表1 波形钢腹板制作质量要求

序号	项目	规定值或允许偏差 mm
1	节段长 L 和节段对角线长 L_1	$L (L_1) / 1\,000$
2	波形钢腹板高 h	$\pm h / 1\,000$
3	波高 d	$\pm t / 4$
4	波长 l	$\pm t / 2$
5	平面挠曲量 a	± 5
6	翼缘板宽及开孔锚固板高 b	± 2
7	腹板高方向平整度 e	$\pm h / 750$
8	翼缘板平整度 Δ	$\pm l / 1\,000$
9	翼缘板垂直度 k	$\pm b / 200$
注：t为板厚。		

7 波形钢腹板安装

7.1 一般规定

- 7.1.1 波形钢腹板安装前，应查验产品出厂合格证及材料的质量证明书。
- 7.1.2 波形钢腹板安装前根据波形钢腹板尺寸、现场施工条件、起重设备吊装能力等选择安装方法。
- 7.1.3 波形钢腹板安装前应对桥梁的墩台高程、中线及跨径进行复测，相关实测项目应满足 JTG F80/1 的要求方可安装。
- 7.1.4 波形钢腹板安装宜设置临时支撑，安装前对临时支撑等临时结构和波形钢腹板部件在各施工工况下的强度、刚度及稳定性进行验算。
- 7.1.5 波形钢腹板安装宜进行施工过程控制，保证其内力、线形、线性及高程符合设计要求。

7.2 现场连接

- 7.2.1 波形钢腹板现场安装过程中，不应进行临时性的焊接和切割作业；在波形钢腹板上增设临时结构时，应征得设计方的同意。
- 7.2.2 波形钢腹板安装完毕后应采用型钢、支撑架等将波形钢腹板横向进行临时连接，确保施工过程中波形钢腹板支撑牢固，不发生偏位。
- 7.2.3 波形钢腹板节段间采用高强度螺栓连接时符合下列规定：
 - a) 安装高强度螺栓时顺畅穿入孔内，不应强行敲入，穿入方向全桥一致。被栓合后板的表面垂直于螺栓轴线，否则在螺栓垫圈下面加垫斜坡垫板；
 - b) 螺栓拧紧时，按一定顺序，应从刚度大、缝隙大之处开始；
 - c) 施拧螺栓时，不应采用冲击拧紧、间断拧紧，不应在雨中作业；
 - d) 采用扭矩法拧紧高强螺栓连接副时，初拧、复拧和终拧在当日完成。
- 7.2.4 波形钢腹板节段间采用焊接连接时符合下列规定：
 - a) 波形钢腹板节段之间的焊接连接，在节段就位、固定、并经检查合格后方再进行施焊；
 - b) 工地焊接前做工艺评定试验，施焊应按已评定的焊接工艺执行，不应随意改变焊接参数。焊接前对接头坡口、焊缝间隙和焊接板面高低差等进行检查，并采用钢丝砂轮对焊缝进行除锈，且工地焊接宜在除锈后 24 h 内进行；
 - c) 工地焊接时设立防风、防雨设施，遮盖全部焊接处。工地焊接的环境要求为：风力小于 5 级；温度高于 5℃，相对湿度小于 85%，在箱梁内焊接时宜有通风防护安全措施。

7.3 现场涂装

波形钢腹板安装完成后，应对受损的涂层及节段连接部分进行现场防腐涂装。

7.4 安装定位质量要求

波形钢腹板的安装定位质量应符合 CJJ/T 272 的规定，按表 2。

表2 波形钢腹板安装定位标准

序号	项目	允许偏差	备注
1	波形钢腹板轴线偏位（mm）	±5	内外侧腹板分别测量并间隔2 m量3处
2	内外侧波形钢腹板间距（mm）	±5	间隔2 m量3处
3	内外侧波形钢腹板高差（mm）	±5	间隔2 m量3处
4	波形钢腹板横桥向垂直度	1/500	间隔2 m量3处
5	波形钢腹板纵桥向坡度	1/500	间隔2 m量3处

8 预制吊装法施工

8.1 一般规定

- 8.1.1 波形钢腹板的安装施工应符合第7章的规定。
- 8.1.2 波形钢腹板安装完成后应有可靠的支撑措施，避免混凝土浇筑时波形钢腹板偏位。
- 8.1.3 梁体在吊装移出预制台座时，混凝土的强度不应低于设计规定的强度；梁体的尺寸、预埋件的尺寸和位置允许偏差不应超过设计规定。梁体安装时，支承结构（墩台、盖梁、垫石）的强度和预埋件的尺寸、高程及平面位置应符合设计的要求。

8.2 预制梁的制作

- 8.2.1 波形钢腹板组合梁的预制场地和预制台座应符合 JTG/T 3650 的有关规定。
- 8.2.2 预制梁混凝土浇筑时，加强波形钢腹板结合部混凝土的振捣。
- 8.2.3 预制梁的顶、底板混凝土应同期浇筑，加强混凝土养护。

8.3 预制梁的运输与保存

- 8.3.1 预制梁的运输及保存应符合 JTG/T 3650 的有关规定。
- 8.3.2 预制梁的运输及保存过程中避免波形钢腹板表面涂装层被损伤。

8.4 预制梁的现场安装

- 8.4.1 预制梁的安装应符合 JTG/T 3650 的有关规定。
- 8.4.2 预制梁吊装前，应进行吊装工况下的结构应力和变形计算，确保吊装过程中结构的安全。
- 8.4.3 预制梁在安装过程中，应加强结合部裂缝的观测。
- 8.4.4 预制梁安装就位后，应及时设置保险垛或支撑，并与已安装的预制梁体进行连接，防止倾倒。

8.5 施工质量控制要求

预制构件的施工质量应符合 JTG F80/1 的规定，按表3。

表3 预制构件施工质量标准

项次	检查项目				规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	混凝土强度（MPa）				在合格标准内	按JTG F80/1的规定执行
2	平整度（mm）				≤5	2 m直尺：沿梁长方向 每10 m量1处
3	预埋件位置（mm）				≤5	尺量：每件
4	梁长度（mm）			总长度	+5，-10	尺量：每梁顶面中线、 底面两侧
				梁段长度	0，-2	
5	断面尺寸 （mm）	宽度	箱梁	顶宽	±20	尺量：每梁量3个断面， 板和梁段量2个断面
				底宽	±10	
			其他梁、板	干接缝	±10	
				湿接缝	±20	
		高度	箱梁		0，-5	
			其他梁、板		±5	
		顶板、底板厚			+5，0	

9 支架法施工

9.1 满堂支架法拼装与现浇施工

9.1.1 一般规定

- 9.1.1.1 支架的强度、刚度及稳定性应满足 JTG/T 3650 的有关规定。
- 9.1.1.2 支架长度、宽度满足波形钢腹板安装、定位的要求。波形钢腹板在支架上应充分固定，防止浇筑混凝土时产生变形。
- 9.1.1.3 带有内衬混凝土的波形钢腹板组合箱梁，其内衬混凝土宜与顶底板同时浇筑。当采用两次浇筑时，其分层位置及浇筑顺序按设计要求处理。

9.1.2 模板、支架

- 9.1.2.1 支架应满足波形钢腹板就位、平面纠偏、标高调整、倾斜度控制的要求。
- 9.1.2.2 波形钢腹板外侧宜设置靠架，波形钢腹板内侧宜设可调撑杆，保证施工过程中波形钢腹板不发生变形和偏位。

9.1.3 波形钢腹板安装

波形钢腹板安装除应符合第 7 章的规定外，尚符合下列规定：

- a) 波形钢腹板宜分段安装，分段长度视吊装能力与波形钢腹板的节段刚度而定，安装宜顺序安装，拼装过程中，应减少相邻波形钢腹板接缝偏差，贴合错口不宜超过 2 mm；
- b) 波形钢腹板在支架上的安装步骤根据具体工程而定，也可参照下列步骤进行：
 - 1) 安装波形钢腹板前，在底板上标记出底板钢筋位置和波形钢腹板位置，以保证隔板位置准确，避免底板钢筋与波形钢腹板的下翼缘连接件形成干扰；
 - 2) 多箱室的波形钢腹板安装，按先边腹板后中腹板的顺序进行。
- c) 波形钢腹板定位时，其标高与桥梁纵坡一同调整；
- d) 波形钢腹板两侧及翼缘板上宜设置临时支撑。

9.1.4 混凝土浇筑

- 9.1.4.1 混凝土浇筑时，横向应对称浇筑，纵向从跨中向墩顶方向对称浇筑。
9.1.4.2 混凝土顶板浇筑时，应先将顶板与波形钢腹板结合部的混凝土振捣密实。

9.1.5 预应力筋施工

预应力筋的施工应符合JTG/T 3650的有关规定。

9.2 少支架法拼装与现浇施工

9.2.1 一般规定

- 9.2.1.1 当跨越需要维持正常通行（航）的道路（水域）时，宜对支架采取防碰撞的安全措施，并设置必要的交通导流标志，保证施工安全和交通安全。
9.2.1.2 在支架顶部的支承处，宜设置具有三维调节功能的装置。
9.2.1.3 波形钢腹板在制造时，宜结合桥梁结构构造和成桥线形的要求、以及安装施工的特点，预先考虑设置预拱度和纵坡等参数，保证现场安装的精度。

9.2.2 模板、支架

采用少支架法进行施工时宜利用波形钢腹板的自承载能力作为顶、底板混凝土浇筑时的承重结构。

9.2.3 波形钢腹板安装

波形钢腹板安装除应符合第7章的规定外，尚符合下列规定：

- 波形钢腹板在安装前，应通过计算或模拟起吊试验确定其重心位置和吊点的位置；起吊安装时，采取有效措施保证其空中姿态平稳，使其不产生过大的倾斜和摆动，防止产生变形；
- 安装前，波形钢腹板应采用横钢撑连接，形成框架结构，应在地面上拼装完成，一次吊装。

9.2.4 混凝土浇筑

混凝土浇筑施工按9.1.4的规定执行。

9.3 施工质量控制要求

支架现浇施工质量应符合JTG F80/1的规定，按表4。

表4 支架现浇波形钢腹板组合梁施工质量标准

序号	项目		规定值或允许偏差
1	混凝土强度（MPa）		在合格标准内
2	轴线偏位（mm）		≤10
3	梁（板）顶面高程		±10
4	断面尺寸（mm）	高度	+5，-10
		顶宽	±30
		箱梁底宽	±20
		顶、底、腹板或梁肋厚	+10，0
5	平整度（mm）		≤8
6	横坡（%）		±0.15

表 4 支架现浇波形钢腹板组合梁施工质量标准（续）

序号	项目		规定值或允许偏差
7	锚具轴线与孔道轴线偏位（mm）		≤5
8	预埋件位置（mm）		≤5
9	连接	焊缝尺寸	符合设计要求
		焊缝探伤	
		高强螺栓扭矩	±10%

10 悬臂法施

10.1 挂篮设计

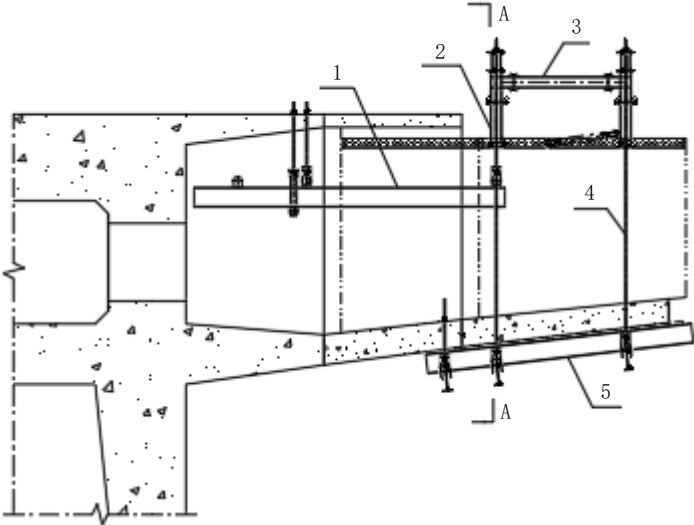
10.1.1 一般规定

- 10.1.1.1 挂篮（包括模板）、波形钢腹板吊装设备自重与最重梁段混凝土（不包括内衬混凝土）重量比宜<0.4，且挂篮的总重量控制在桥梁设计规定的限重之内。
- 10.1.1.2 挂篮应根据使用过程中在结构上可能同时出现的荷载，对强度和稳定性按承载能力极限状态进行验算；对刚度按正常使用极限状态进行验算，并取标准组合进行设计。
- 10.1.1.3 作用于挂篮的荷载、荷载组合方式按 CJJ/T 281—2018 的规定取值。
- 10.1.1.4 挂篮的最大变形量、各构件挠度值，符合 CJJ/T 281—2018 的规定。
- 10.1.1.5 挂篮设计除符合 GB 50017、GB 50755、CJJ/T 281—2018 和 JTG/T 3650 的相关规定外，还应符合下列规定：

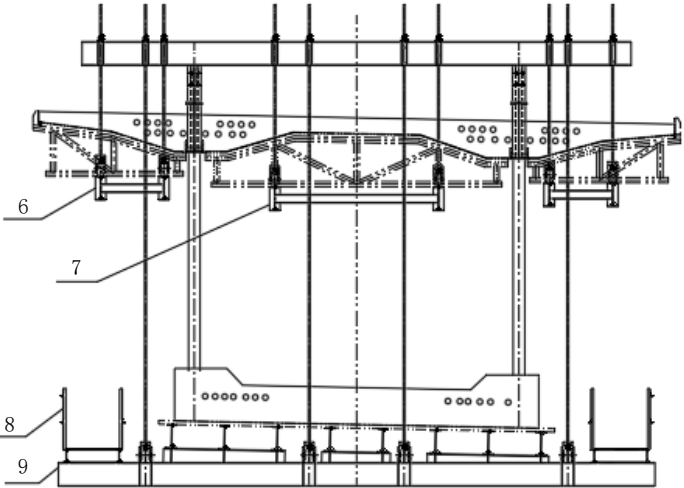
- c) 根据波形钢腹板组合梁桥的特殊性，进行挂篮专项设计；
- d) 挂篮设计时预留波形钢腹板安装施工空间。

10.1.2 挂篮构造

- 10.1.2.1 波形钢腹板异部平行施工用挂篮宜设计为钢桁架吊篮形式。一般包括主桁系统、底篮系统、悬吊系统、行走系统、模板系统、作业平台等部分。具体如下：
- a) 波形钢腹板异部平行施工的挂篮立面图如图 1 中的分图 a) 所示，横断面图如图 1 中的分图 b) 所示。与传统设计相比，将菱形挂篮改为钢桁架吊篮形式，结构形式更简单。由常规挂篮施工时的一个工作面，增加到 3 个施工工作面。挂篮结构体系以及作用位置发生变化，由悬臂变为简支，并且挂篮自重有所减低。悬臂错位浇筑钢桁架吊篮主要由主桁系统、悬吊系统、底篮系统、行走系统、模板系统等部分组成；
 - b) 主桁系统：主桁系统一般为横梁、纵梁和立柱组成的框架结构。主桁系统承受顶底板混凝土湿重、底篮、模板等重量，通过立柱传递至钢腹板；
 - c) 底篮系统：底篮系统为底板混凝土浇注时的底部承载平台，由底篮前横梁、后横梁、和小纵梁组成。底篮所承受的荷载通过悬吊系统传递至上部钢架承重结构；
 - d) 悬吊系统：悬吊系统由吊带、连接器和内外滑梁组成。悬吊系统将混凝土湿重、模板和底篮重量传递至主桁架系统和已浇顶底板。防松脱措施可采用销轴连接，开口销锁住；
 - e) 行走系统：挂篮利用上翼缘板和开孔板形成的凹槽作为行走轨道，采用液压千斤顶作为动力装置，千斤顶前端与立柱相连，后端通过销轴与开孔板开孔连接，以开孔作为反力点顶推前进。行走系统一般包括千斤顶、销轴、立柱上设置的锚孔；
- 模板系统：顶模板包括内模和外模两部分。



a) 立面图



b) A-A 截面图

注：1—主桁系统；2—悬吊系统；3—行走系统；4—底篮系统；5—模板系统；6—作业平台；7—主桁架立柱；8—外模滑梁；9—内模滑梁；10—底篮横梁。

图1 挂篮构造图

10.1.2.2 波形钢腹板的吊装可利用桥墩附近的塔吊，或采用桥面桅杆吊等。如上述设备无法满足吊装要求，可在挂篮上设计波形钢腹板吊装设备，如增加龙门吊，如图 2 中的分图 a) 所示；如增加智能回转吊机，如图 2 中的分图 b) 所示。

10.1.2.3 对采用挂篮吊装波形钢腹板的施工方式，宜增设波形钢腹板起吊系统，并且根据波形钢腹板高度、节段长度的需要加高主桁架结构。

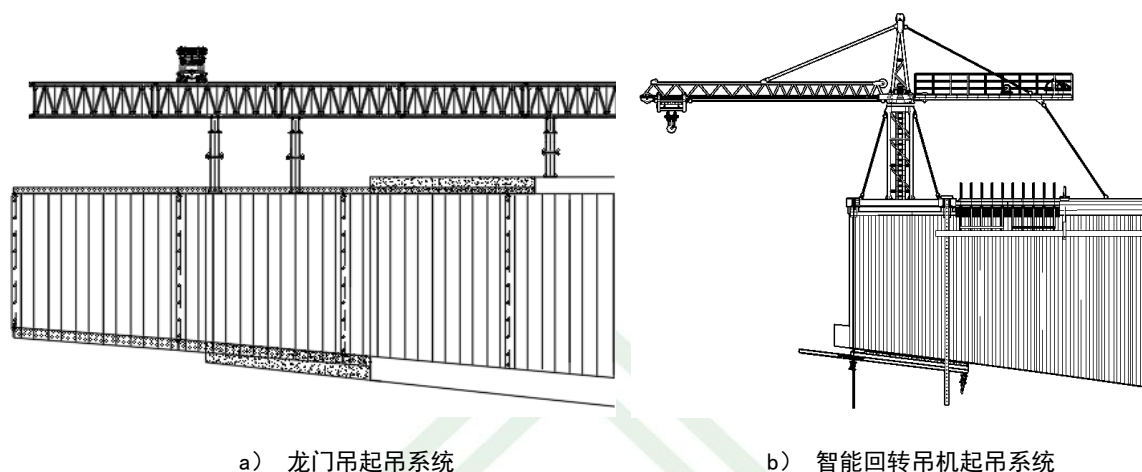


图2 起吊系统示意图

10.1.2.4 挂篮主桁系统立柱设计时,主桁架系统立柱横桥向宽度应小于顶板与腹板结合部双开孔板间距。

10.1.2.5 挂篮主桁系统立柱与纵横梁、纵横梁各杆件间宜采用销轴连接,销轴与销轴间隙不宜大于2 mm,销轴端部宜有防脱落机构。

10.1.2.6 在混凝土浇筑状态下,挂篮主桁系统前后支点宜设置在波形钢腹板的斜板段上方。

10.1.2.7 挂篮悬吊、底篮、模板和作业平台系统应符合 CJJ/T 281—2018 的规定。

10.1.3 荷载及组合

10.1.3.1 作用于挂篮的荷载包括恒载和活载。恒载的分项系数应取 1.2,活载的分项系数应取 1.4。

10.1.3.2 作用于挂篮的恒载包括下列内容:

- a) 新浇筑混凝土(含钢筋、波形钢腹板)自重;
- b) 模板自重;
- c) 挂篮自重;
- d) 栏杆、安全网等挂篮作业平台自重。

10.1.3.3 作用于挂篮的活载包括下列内容:

- a) 施工人员、设备及机具荷载;
- b) 振捣混凝土产生的振动荷载;
- c) 新浇筑混凝土对模板侧面的压力;
- d) 混凝土入模时产生的水平方向冲击荷载;
- e) 风荷载;
- f) 其他荷载。

10.1.3.4 施工人员及机具的荷载标准值宜按实际情况确定,且不小于 2.5 kN/m^2 。

10.1.3.5 挂篮设计计算荷载效应参照 CJJ/T 281—2018 中表 4.2.9 的规定选取。

10.2 异部平行拼装与浇筑施工

10.2.1 一般规定

10.2.1.1 异部施工前应结合施工全过程进行全过程整体和局部结构受力及稳定性分析,必要时进行现场试验论证,保证施工全过程的安全性。

10.2.1.2 挂篮结构设计时,宜进行碰撞检查,避免挂篮各系统之间,挂篮与预应力管道等冲突。

10.2.1.3 必要时应对波形钢腹板上翼缘板荷载作用部位进行加强。

10.2.1.4 异部平行施工宜对称、平衡地进行，两端悬臂上荷载不平衡偏差不得超过设计规定值；设计未规定时，不得超过梁段重的 1/4。

10.2.1.5 波形钢腹板异部平行施工，节段划分长度宜为波形钢腹板波长的整数倍。

10.2.1.6 波形钢腹板异部平行施工，标准节段施工流程宜分为三个步骤，如图 3 所示：

- a) 挂篮行走至 N 节段，支模绑扎 N 节段底板钢筋和 N-1 节段顶板钢筋，如图 3 中的分图 a) 所示；
- b) 安装 N+1 节段波形钢腹板，浇筑 N-1 节段顶板和 N 节段底板混凝土，混凝土养生，如图 3 中的分图 b) 所示；
- c) 张拉 N-1 节段顶板预应力束，挂篮行走至 N+1 节段，进行下一循环，如图 3 中的分图 c) 所示。

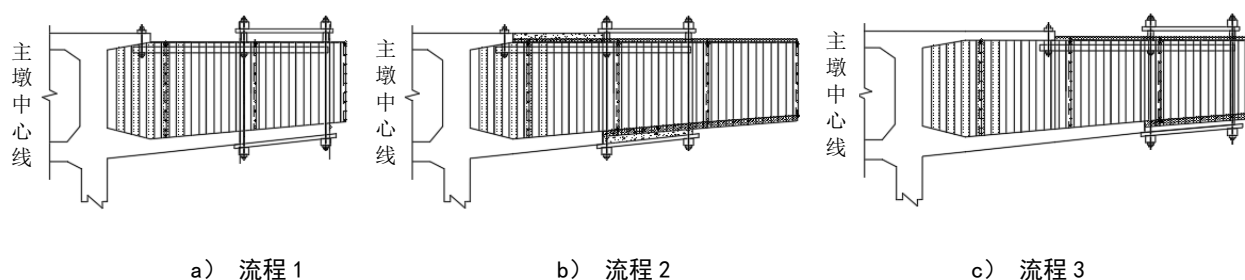


图3 标准节段施工步骤

10.2.2 异部平行工法波形钢腹板构造要求

10.2.2.1 波形钢腹板部件设计时，宜按短暂状况构件应力验算要求，采用各种作用（或荷载）标准值组合，计算上翼缘板拉应力、下翼缘板压应力、挂篮支点下腹板局部应力、下翼缘板受压稳定性、波形钢腹板剪切强度和稳定性，确保不超过规定的限值。

10.2.2.2 施工安全性验算时，应保证上翼缘板拉应力不超出规定限值，下翼缘板压应力不超出规定限值。下翼缘板由于承担较大压应力，其最不利破坏模式可能为受压屈曲，为此，应进行下翼缘板稳定性验算。当上下翼缘板应力和稳定性不满足要求时，可增加板件厚度或设置补强板。

10.2.2.3 波形钢腹板主要承担剪应力，应验算其剪切强度和稳定性。波形钢腹板部件为悬臂结构，且腹板有时较高，在外荷载作用下易发生侧向倾覆，采取合理的横向支撑措施。

10.2.2.4 挂篮荷载、混凝土湿重等施工荷载通过挂篮支点传递至波形钢腹板部件，挂篮前后支点处存在较大的应力集中，应进行支点下钢构件局部应力验算。当局部应力不满足安全性要求时，可在支点处腹板上缘焊接加劲肋进行局部加强。

10.2.2.5 波形钢腹板部件上翼缘钢板节段断缝、开孔板节段断缝、下翼缘钢板节段断缝应采取现场焊接措施，并保证焊缝质量不低于母材强度。上翼缘板焊缝打磨平整，保证挂篮行走稳定。

10.2.3 顶底板结合部构造要求

10.2.3.1 波形钢腹板异部平行施工方法，适用于腹板与顶板采用双开孔板连接件构造的组合桥梁。

10.2.3.2 上翼缘板双开孔板之间若布置焊钉连接件，宜在挂篮移动出该节段后、绑扎顶板钢筋之前，在上翼缘板上现场焊接焊钉。

10.2.3.3 波形钢腹板异部平行施工方法，适用于腹板与底板采用带有钢翼缘板连接件构造（如翼缘型结合部、外包型结合部）的组合桥梁。

10.2.3.4 腹板与底板的连接若采用嵌入式结合部，施工时宜在腹板下缘焊接下翼缘钢板。

10.2.4 施工临时支撑构造要求

10.2.4.1 波形钢腹板安装完成后，同一节段相邻两波形钢腹板之间应设置横向支撑。横向支撑宜进行设计计算，能够将相邻两腹板连成整体，并确保横撑自身杆件和腹板在施工中不发生失稳。

10.2.4.2 横向支撑杆件可采用槽钢、方钢、工字钢等，宜设计成桁架形式。纵桥向位置宜布置在挂篮支点下方，竖向位置宜靠近腹板上缘和下缘布置。

10.2.4.3 当N节段两侧腹板安装完成后，宜立即安装该节段腹板间横向支撑，然后移动挂篮至该节段腹板。

10.2.4.4 波形钢腹板上相应位置宜设置耳板，临时支撑与耳板之间可通过螺栓连接或焊接。

10.2.4.5 N节段底板混凝土浇筑完成后，可拆除该节段横向支撑。宜先拆除挂篮后支点下横向支撑，再拆除前支点下横向支撑。

10.2.4.6 横向支撑无明显变形的情况下可循环利用。

10.2.5 挂篮的安装和拆除

10.2.5.1 挂篮制作完成后，在工厂内进行试拼，检查各杆件加工尺寸、制作质量、机械设备性能等。宜由挂篮设计及制作单位、施工单位、监理单位、业主单位联合检查，经检查满足要求后方可运至现场。

10.2.5.2 挂篮整个系统中单个杆件较多，在加工过程中，对照设计图纸，在杆件上进行编号，进场后按设计图纸及杆件上的编号进行拼装。

10.2.5.3 挂篮安装前应具备以下条件：

- a) 1号节段腹板安装完毕，并与0号块有效连接；
- b) 2号节段横向支撑安装完毕，并与腹板有效连接；
- c) 墩顶节段纵向预应力管道压浆完毕；
- d) 到场挂篮各构件种类和数量与设计相符；
- e) 现场吊装设备满足挂篮各构件、组件吊装需要；
- f) 挂篮安装所需设计图纸资料已准备齐全；
- g) 挂篮安装所需其他器具已准备齐全。

10.2.5.4 挂篮构件的吊装注意以下事项：

- a) 挂篮安装前，施工作业人员根据施工现场环境、起重机械性能、位置和吊装物件情况等进行技术交底；
- b) 吊装每一个构件前，应计算确定出构件的吊装重心。吊装时使吊钩和理论重心在同一竖直线上；
- c) 随时注意气象预报，6级以上风速时不应安装和移动挂篮，且应保证挂篮与主梁连接牢固、可靠；
- d) 起重吊装作业应由专职人员统一指挥，高处作业人员系牢安全带、戴好安全帽；
- e) 主梁吊装到位后，各吊带吊杆连接销轴和插销应按规定安装齐全。并由专人检查确认合格后方可进行下一道工序施工。

10.2.5.5 挂篮安装遵守从下至上，先主后次的原则。其安装顺序为：

- a) 在2号段波形钢腹板部件上安装主桁架立柱，并设置临时稳定支撑，然后安装主桁架横梁和纵梁；
- b) 安装底篮横梁悬吊系统，将底篮前后横梁与吊带（吊杆）连接，安装底篮纵梁，搭设底模；
- c) 在2号段底板浇筑完成后，安装3号段波形钢腹板，挂篮移动至3号节段后，安装内、外顶模和部分滑梁。滑梁长度一般大于1、2号节段长度之和，可分段拼接，待挂篮移动至3号节段后拼装剩余长度。

10.2.5.6 挂篮拼装完成后，应按图纸认真检查，特别是各个结点、销轴、锚杆的连接情况，保证稳妥可靠。

10.2.5.7 挂篮所使用的预留孔，应按图纸准确埋设，并保持孔道垂直，避免吊杆出现斜置现象。

10.2.5.8 挂篮构件间采用高强螺栓连接时，螺栓预紧力满足设计要求。挂篮构件间采用现场焊接方式进行连接时，焊缝质量满足设计要求，不应出现假焊、漏焊等焊接缺陷。

10.2.5.9 挂篮拼装完成后，按挂篮的设计荷载进行预压，并观测各控制点挠度。

10.2.5.10 挂篮构件拆除前，应确认已无荷载作用在挂篮上。

10.2.5.11 挂篮在最后施工节段位置原地拆除时，应按下列步骤进行：

- a) 拆除挂篮内模、外模及其承托系统；
- b) 采用整体下放或分步拆除的方式拆除底篮；
- c) 拆除波形钢腹板吊装系统；
- d) 拆除挂篮承重主桁架；
- e) 拆除行走系统。

10.2.5.12 挂篮从最后浇筑节段位置后退至预定位置进行拆除前，应确定挂篮在已浇筑节段混凝土上的锚固装置已全部拆除。挂篮后退过程中不应与其他结构碰撞。

10.2.5.13 挂篮各构件拆除过程中，应采取防止构件失稳的临时稳固措施。

10.2.6 挂篮的预压

10.2.6.1 挂篮在使用之前应进行预压试验。

10.2.6.2 波形钢腹板异部平行施工的挂篮应进行两阶段预压试验。一阶段预压宜在浇筑 2 号段底板混凝土之前，重物堆载于底篮，重量取 2 号段底板混凝土重量的 1.2 倍；二阶段预压宜在浇筑 2 号段顶板和 3 号段底板混凝土之前，重物堆载于顶模和底篮，重量分别取悬浇过程中最大节段顶板重量的 1.2 倍和最大节段底板重量的 1.2 倍。具体步骤如下：

- a) 第一阶段，挂篮在 2 号梁段波形钢腹板安装后进行预压，模拟底板浇筑工况，如图 4 中的分图 a) 所示；
- b) 第二阶段，挂篮前行至 3 号梁段波形钢腹板，在顶模和底篮同时进行预压，如图 4 中的分图 b) 所示，模拟 N-1 节段顶板和 N 节段底板浇筑工况。

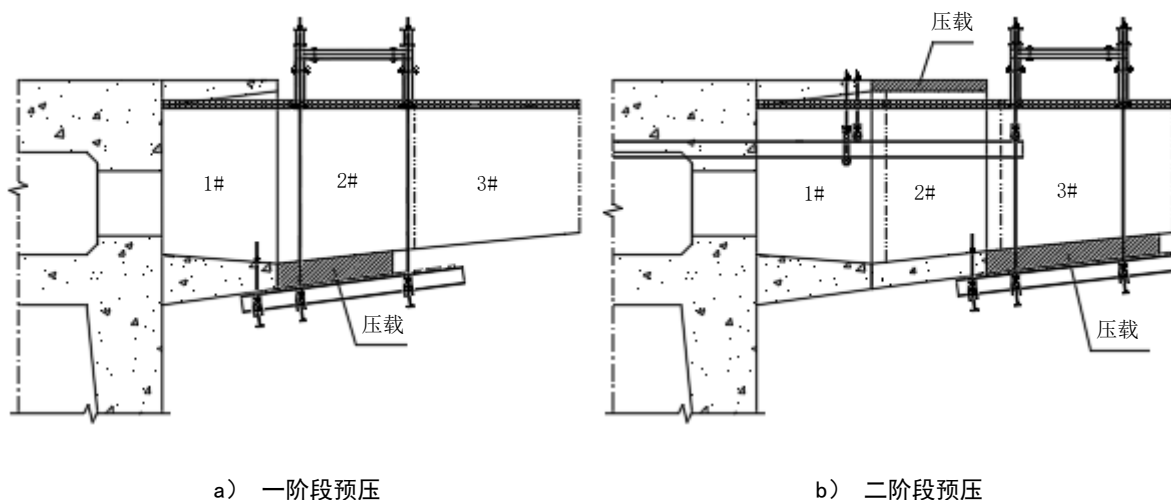


图4 预压试验示意图

10.2.6.3 挂篮预压宜采用重物等进行堆载预压,荷载按箱梁结构荷载分布布置,加载时注意对称分级加载。采用砂袋预压时,为防止侧向压力过大将堆码的砂袋推倒,施工中可用钢模沿砂袋背面围成一矩形,钢模相互之间锁紧,钢模背部支撑桁架处槽钢与对边的槽钢通过钢筋对拉紧。

10.2.6.4 加载分级宜为异部浇筑最大荷载的 10%、50%、100%、120%。卸载分级宜为异部浇筑最大荷载的 100%、50%、10%、空载。

10.2.6.5 挂篮预压过程中同步测量挂篮变形,并记录加载时间、荷载及位置。每套挂篮测量断面不少于 3 个,测点宜布置在上下横梁部位的腹板及翼板相应位置。未经观测不应进行下级加载。

10.2.6.6 预压试验测量及变形值计算应符合 CJJ/T 281—2018 的规定。

10.2.6.7 预压过程中宜对挂篮进行检查,发现异常情况立即停止加载,并分析原因,采取相应措施。

10.2.6.8 每级卸载完成后,进行观测和记录,完成后方可卸载至下一级。

10.2.6.9 根据加、卸载实测数据,绘制各测量点位的加、卸载过程变形曲线,通过分析计算挂篮在各阶段荷载作用下的变形值。

10.2.7 挂篮的前移

10.2.7.1 挂篮宜在完成 N-1 节段顶板纵向预应力束张拉后前移。

10.2.7.2 挂篮移动的动力装置宜采用液压千斤顶,千斤顶前端宜与主桁架立柱铰接,后端宜通过销轴与开孔板开孔连接。宜采用与挂篮立柱数量相等的多个千斤顶同步顶推。

10.2.7.3 挂篮宜利用波形钢腹板上翼缘板和开孔板形成的凹槽作为行走轨道。凹槽内可设置四氟滑板,减少挂篮前进时的摩擦力。

10.2.7.4 挂篮前移宜先拆除模板支撑或拉杆,同步放松前后吊杆锚固,使挂篮模板脱离梁体,确保挂篮与梁体之间的约束完全解除。

10.2.7.5 挂篮宜采用千斤顶顶推方式进行移动,前移速度宜控制在每分钟 50 mm~100 mm。

10.2.7.6 挂篮在每次行走之前对其主要构件进行检查。并符合下列规定:

- a) 挂篮后锚孔和吊杆孔的位置和尺寸准确;
- b) 挂篮行走千斤顶等设备的技术性能良好;
- c) 各类保险装置设置完善;
- d) 挂篮与箱梁之间的约束全部解除。

10.2.7.7 悬臂 T 构两侧挂篮主桁架前移应保持同步。

10.2.7.8 挂篮前移时,测量人员宜跟踪观测,及时调整挂篮行走轴线偏差。

10.2.8 挂篮的就位

10.2.8.1 在挂篮前移到位后,在支点前后开孔钢板上安装钢销将挂篮前、后支点进行锁定限位。

10.2.8.2 挂篮纵向定位误差小于 20 mm。

10.2.8.3 挂篮就位后同步均衡收紧吊杆,测量并调整模板位置及标高,并核准中心位置及高程,校正中线。挂篮模板体系轴线偏差不大于 10 mm。

10.2.8.4 挂篮施工宜控制横向偏载,偏载值不宜超过挂篮设计规定的允许值。

10.2.8.5 挂篮就位后,宜对挂篮进行检查,并符合下列规定:

- a) 锚固设备连接牢固;
- b) 前后吊杆及横梁受力正常;
- c) 各螺栓拧紧。

10.2.9 波形钢腹板安装

波形钢腹板安装除应符合第7章的规定外,尚符合下列规定:

- a) 波形钢腹板部件悬臂拼装前，宜对已完成的波形钢腹板组合梁进行测量，通过调节螺栓孔、螺栓位置减少误差，避免误差累计；
- b) 波形钢腹板部件安装定位时应根据施工情况设置预拱度，控制波形钢腹板的变形。

10.2.10 混凝土浇筑

10.2.10.1 悬臂浇筑段前端底板和顶板的标高，宜根据挂篮前端的垂直变形及预拱度设置，施工过程中要控制梁体变形，梁体的中轴线允许偏差控制 5 mm 以内，高程允许偏差为 ± 10 mm。

10.2.10.2 桥墩两侧主梁悬臂浇筑施工对称、平衡地进行，两端悬臂上荷载的实际不平衡偏差不应超过设计规定值；设计未规定时，不应超过梁段重的 1/4。

10.2.10.3 混凝土浇筑前，应对波形钢腹板与混凝土结合部表面清理干净，并进行全面检查，保持波形钢腹板组合梁桥的整体性。

10.2.10.4 波形钢腹板组合梁桥箱内隔板如与挂篮及内模模板位置冲突，可在挂篮移出隔板所在节段后对其立模浇筑，在施工该节段时宜预留隔板施工孔洞。

10.2.10.5 混凝土浇筑过程应符合下列规定：

- a) 混凝土分散缓慢卸落，防止混凝土集中冲击波形钢腹板、钢筋和波纹管；
- b) 振捣混凝土时避免振动棒与波纹管、波形钢腹板的接触振动；
- c) 波形钢腹板与混凝土的连接部位浇筑时，采取措施确保混凝土的密实性；
- d) 在底板与波形钢腹板结合部混凝土收面时设置向外泻水坡。

10.2.11 预应力施工

预应力的施工符合第14章的规定。

10.3 整箱段悬臂拼装与浇筑施工

波形钢腹板组合梁桥整箱段悬臂拼装与浇筑施工参照JTG/T 3650的规定执行。

10.4 施工质量控制标准

悬臂浇筑法施工波形钢腹板组合梁桥施工质量应符合JTG F80/1的规定，按表5。

表5 悬臂浇筑施工波形钢腹板组合梁桥施工质量控制标准

序号	项目		规定值或允许偏差
1	混凝土强度（MPa）		在合格标准内
2	轴线偏位（mm）	L≤100 m	≤10
		L>100 m	L/10 000
3	梁锚固点或梁顶高程（mm）	L≤100 m	±20
		L>100 m	±L/5 000
		相邻节段高差	≤5
4	断面尺寸（mm）	高度	+5，-10
		顶宽	±30
		底宽	±20
		顶底板厚	+10，0
5	横坡（%）	±0.15	
6	平整度（mm）	≤8	

表 5 悬臂浇筑施工波形钢腹板组合梁桥施工质量控制标准（续）

序号	项目	规定值或允许偏差
7	预埋件位置（mm）	≤5
8	锚具轴线与孔道轴线偏位（mm）	≤5
9	预应力	满足设计和施工控制要求
10	焊缝尺寸	符合设计要求
	焊缝探伤	
	高强螺栓扭矩	±10%
注：L为梁跨径。		

11 顶推法施工

11.1 一般规定

- 11.1.1 台座和滑道组的中线应在桥轴线或其延长线上。
- 11.1.2 导梁应在地面试装后，再在台座上安装，导梁与梁身应牢固连接。
- 11.1.3 千斤顶及其他顶推设备，在施工前应仔细检查校正，多点顶推应确保同步。
- 11.1.4 顶推过程中，应设专人观测墩台沉降、墩台位移及梁的偏位、导梁和梁挠度等资料，提供观测数据。
- 11.1.5 顶推及落梁程序正确，若梁体出现裂缝，应查明原因，在采取措施后，方可继续顶推。

11.2 预制场地

- 梁段的预制场地除应符合设计及JTG/T 3650的相关规定外，尚符合下列规定：
- a) 预制场地应设在桥台后面桥轴线的引道或引桥上。当为多联顶推时，为加速施工进度，可在桥两端均设预制场地，从两端相对顶推；
 - b) 预制场地的长度宜考虑梁段悬出反压段的长度、梁段底板与顶板预制长度、导梁拼装长度和机具设备材料进入预制作业线的长度，预制场地的宽度宜考虑梁段两侧施工作业的需要；
 - c) 预制场地上空宜搭设固定或活动的作业棚，使梁段作业不受天气影响，并便于混凝土养护；
 - d) 在桥端路基上或引桥上设置台座时，其地基或引桥的强度、刚度和稳定性应符合设计要求。应做好台座地基的防水、排水措施，以防沉陷；
 - e) 在预制场内台座后方，可设置波形钢腹板起吊安装台移动式门吊，便于安装调整波形钢腹板。

11.3 导梁和临时墩

- 11.3.1 可用最前沿一跨波形钢腹板作施工导梁，利用上翼缘板作导梁的上缘，利用下翼缘板作导梁的下缘并以混凝土突缘加强其承压能力。
- 11.3.2 导梁的两侧波形钢腹板间应安装支撑系统，以确保顶推过程中导梁不发生横向扭曲。
- 11.3.3 在顶推过程中，应注意防止临时设施损坏波形钢腹板涂装。
- 11.3.4 为保证导梁顺利迎墩，导梁前方宜设置钢制牛腿。
- 11.3.5 桥跨中间设置有临时墩时，其施工技术要求应按照设计规定以及JTG/T 3650的有关规定执行。

11.4 梁段预制及养护

- 11.4.1 模板宜采用钢模板，底模与底架联成一体并可升降，底模两侧应设置波形钢腹板调整就位的靠

架系统，内模板采用在可移动的台车上加上安装的升降旋转整体模板。

11.4.2 波形钢腹板的安装应符合设计及第7章的要求。

11.4.3 梁段模板、钢筋、预应力管道、波形钢腹板、滑道、预埋件等应经检查签认后方可浇筑混凝土。

11.4.4 与顶推导梁连接的梁体端部的混凝土，应保证其振捣密实，不准许出现空洞等缺陷，导梁的中心线与水平位置应准确平整。

11.5 梁段施加预应力

11.5.1 预应力钢束的布置、张拉顺序、临时束的拆除顺序等，应符合设计规定。

11.5.2 各种因顶推施工需要所设置的临时预应力束，在顶推施工过程中应妥善保管。

11.5.3 在桥梁顶推就位后需要拆除的临时预应力束，张拉后不应灌浆，锚具外露多余预应力钢材不必切除。

11.5.4 梁段间需连接的永久预应力束，应在两梁段间留出适当空间，用预应力束连接器连接，张拉后用混凝土填塞。

11.6 梁体顶推方法及装置

梁段顶推方法及其装置应按JTG/T 3650的有关规定执行。

11.7 施工质量控制标准

波形钢腹板组合梁顶推施工的质量应符合JTG F80/1的相关规定。

12 连接件施工

12.1 一般规定

12.1.1 施工前宜对连接件进行外观检查，确保外观平整，无裂缝、毛刺、凹坑、变形等缺陷。

12.1.2 连接件材料应符合设计及相关标准要求，连接件加工时，翼缘板、开孔板、角钢的外形、尺寸、位置符合设计尺寸要求，位置偏差宜小于 $\pm 2\text{ mm}$ 。

12.1.3 浇筑混凝土前，对连接件的位置进行检查。混凝土施工振捣时，保证连接件的位置不发生偏移，必要时宜采取临时措施保证施工过程中连接件的位置，超出允许偏差及时纠正。

12.1.4 连接件周围混凝土振捣密实，保证连接件周围的混凝土强度满足设计要求。

12.1.5 混凝土振捣时宜选择较小功率和直径的插入式振捣棒，振捣时避免碰触连接件。

12.2 栓钉连接件

12.2.1 栓钉连接件的材料、机械性能以及焊接要求应符合GB/T 10433的规定。

12.2.2 设置栓钉连接件的翼缘不宜因焊接栓钉产生变形。栓钉布置间距及栓钉与连接件外侧边缘的距离严格按照设计要求进行控制。

12.2.3 栓钉连接件施工应进行焊接工艺试验，各项试验数据检验合格后方可正式实施。

12.2.4 栓钉表面无锈蚀、氧化皮、油脂和毛刺等。其栓钉的杆部不应有影响使用的裂缝，头部裂缝的深度（径向）不应超过 0.25 mm 。

12.3 开孔板连接件和型钢连接件

12.3.1 连接件的成型及开孔宜在专业钢结构加工厂进行，按设计位置及孔径实施，孔径偏差不大于 1 mm ，孔位偏差不大于 2 mm 。为便于连接件开孔板中钢筋的安装，宜将开孔板构造设置成长孔型。

12.3.2 连接件贯穿钢筋和 U 字型钢筋应符合设计要求,使用前进行相应的试验检测。检测频率宜以批次控制,贯通钢筋加工尺寸偏差不大于 5 mm,并要求顺直,贯穿钢筋至孔周边的距离不宜小于混凝土骨料最小尺寸。

12.3.3 混凝土浇筑保证孔内混凝土密实。混凝土中最大集料粒径宜小于 20 mm。

12.3.4 贯穿钢筋安装及居中定位符合下列规定:

- a) 对于不设承托的贯穿钢筋安装,可在模板安装完成后穿入贯穿钢筋,利用普通钢筋完成精确定位;
- b) 对于设置承托的贯穿钢筋安装,宜设计合理的施工工序,必要时可先穿入贯穿钢筋,后安装底模和其他钢筋,并精确定位贯穿钢筋;
- c) 贯穿钢筋宜居中于预留孔、垂直于开孔板,应定位牢固。贯穿钢筋安装偏差不得超过 5 mm。

12.4 嵌入式连接件

12.4.1 嵌入式连接的结合钢筋与波形钢腹板的焊接连接宜在专业钢结构加工厂进行,焊缝等级为二级。

12.4.2 波形钢腹板与混凝土底板交接界面混凝土收面时,宜设置外倾的横坡,便于积水排除,保持交接界面的干燥。必要时,可在接缝处设置密封胶将缝隙封闭。

12.5 外包型连接件

12.5.1 外包型连接件的焊接工艺应符合 GB 50661、GB 50205、GB/T 10433 的规定。

12.5.2 保证外包型连接件的下翼缘托底钢板水平,不发生翘曲,保证与底板混凝土的结合质量。

13 内衬混凝土、水平隔板施工

13.1 一般规定

内衬混凝土及水平隔板混凝土的浇筑与养护按施工图技术要求及 JTG/T 3650 的相关规定执行。

13.2 内衬混凝土施工

13.2.1 浇筑内衬混凝土前,宜对预埋于混凝土中的栓钉、钢筋等进行全面检查,模板内的积水和杂物应清理干净。

13.2.2 确保混凝土浇筑密实,内衬混凝土宜分层浇筑,每层高度小于 0.8 m~1 m。

13.2.3 浇筑混凝土时,宜选用插入式振动器进行振捣,避免振动器碰撞栓钉等预埋件。并经常检查模板、钢筋、栓钉等,以保证其位置及尺寸满足设计要求。

13.2.4 模板安装应稳固牢靠,接缝严密,不应漏浆。模板与混凝土的接触面应清理干净并涂刷隔离剂。

13.2.5 拆除承重模板及支架时的混凝土强度满足设计要求。

13.2.6 拆除非承重模板时,混凝土强度宜保证其表面及棱角不受损伤。

13.2.7 内衬混凝土强度等级和弹性模量应满足设计要求。内衬混凝土采用同环境、同条件养护试件,检测结构实体强度。

13.2.8 内衬混凝土表面平整,颜色一致,无明显施工接缝,无孔洞、露筋、蜂窝、麻面等缺陷。

13.2.9 内衬混凝土表面不应出现超过设计和规范规定的受力裂缝。一旦出现,应查明原因,经过处理后方可继续施工。

13.2.10 内衬混凝土施工质量标准应符合 JTG F80/1 的规定,按表 6。

表6 内衬混凝土施工质量标准

序号	项目	规定值或允许偏差
1	混凝土强度（MPa）	在合格标准内
2	厚度（mm）	+10， 0
3	长度（mm）	+5， -10
4	平整度（mm）	≤8

13.3 水平隔板施工

- 13.3.1 首段水平隔板可在箱室内搭设支架进行浇筑。
- 13.3.2 水平隔板的施工宜与箱梁顶底板同步浇筑，当水平隔板滞后箱梁顶底板施工时应征得设计同意。
- 13.3.3 水平隔板与箱梁顶底板同步浇筑时，可在挂篮上加设一组滑梁和模板系统，与顶、底板同时浇筑；当水平隔板滞后箱梁顶底板施工时，可采用在箱室内搭设支架或模板台车的方式进行施工。
- 13.3.4 水平隔板滞后施工时，混凝土浇筑时应加强水平隔板与内衬混凝土结合部的振捣，先浇筑的内衬混凝土结合部位置应做凿毛处理。

14 体外预应力筋施工

14.1 一般规定

- 14.1.1 预应力施工应符合 JTG/T 3650 的相关规定。
- 14.1.2 预应力束中的钢丝、钢绞线梳理顺直，不应有缠绞、扭麻花现象，表面无损伤。
- 14.1.3 单个钢绞线不应断丝，单根钢筋不应断筋或滑移。
- 14.1.4 预应力筋张拉或放张时，混凝土强度和龄期应满足设计要求，应按设计规定的张拉顺序进行操作。
- 14.1.5 千斤顶、油表、钢尺等器具经检验校正。
- 14.1.6 锚具、夹具和连接器应符合设计要求，经检验合格后方可使用。

14.2 体外预应力筋及锚具

- 14.2.1 非成品体外索应采用钢绞线束，钢束用钢绞线应符合 GB/T 5224、GB/T 21073、JT/T 737、JG/T 161 的规定。
- 14.2.2 非成品体外索的护套采用高密度聚乙烯管，HDPE 管应符合 JT/T 529 的要求。
- 14.2.3 成品体外索应符合 JT/T 737、GB/T 25823 的规定。
- 14.2.4 体外预应力锚具均宜在内腔或喇叭管及连管内灌注油脂防腐，油脂材料应符合 JG/T 430 的规定。
- 14.2.5 体外预应力锚具应符合 GB/T 14370 的规定。

14.3 体外预应力筋施工要求

- 14.3.1 体外预应力束锚固区和转向块的施工应与主体结构同时考虑，预埋的锚固件及管道的位置和方向严格符合设计要求。无设计要求时，其安装位置允许误差控制在±5mm，角度允许误差控制在±0.5°。
- 14.3.2 穿束时应采取保护措施，不准许在混凝土面上拖拽钢绞线等不良行为的发生，防止损坏其保护层而减弱防腐能力。
- 14.3.3 体外预应力束的张拉顺序应按设计要求进行。布置在梁两侧的体外预应力束，张拉时保证受力

均匀、对称，以免梁体发生侧向弯曲或失稳。

14.3.4 体外预应力束、锚具施工时，按设计要求进行严格的管理和施工，严格、及时按照设计、规范要求做好体外预应力束、锚具、转向块及承压板等的防腐、防火、防老化施工。

14.3.5 使用可更换或多次张拉的锚具时，钢束应预留能够再次张拉的长度。

14.3.6 体外束的端部垂直于承压板，曲线段的起点至张拉锚固点的直线长度不宜小于 600 mm。

14.3.7 体外束穿束前，应对转向器进行清理，必要时对管口进行打磨，并在管口铺垫橡胶块对体外束进行保护。

14.3.8 体外预应力束张拉完成后，应对其锚具设置全密封防护罩，并应在防护罩内灌注油脂或其他可清洗的防腐蚀材料。

14.3.9 当体外预应力钢束张拉力需要调整时，只要卸掉保护罩、清除防腐油脂，采用专用千斤顶张拉或放松钢绞线，然后重新安装保护罩、注满防腐油脂。



中华人民共和国广西交通运输行业指南
公路波形钢腹板组合梁桥施工技术规范

DBJT45/T 072-2025

广西壮族自治区交通运输厅统一印刷

版权专有 侵权必究