

广西交通运输行业指南  
岩溶地区公路路基技术指南  
编 制 说 明

广西交通设计集团有限公司  
广西路桥工程集团有限公司

二〇二四年九月

# 目 录

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 一、任务来源、起草单位和主要起草人 .....                | 3  |
| （一）任务来源 .....                          | 3  |
| （二）起草单位和主要起草人 .....                    | 3  |
| 二、指南制定必要性和意义 .....                     | 4  |
| 三、指南编制过程 .....                         | 7  |
| （一）成立指南编制工作组，召开编写组第一次工作会议 .....        | 7  |
| （二）收集整理文献资料 .....                      | 7  |
| （三）研讨确定指南主体内容 .....                    | 8  |
| （四）调研修改形成征求意见稿 .....                   | 8  |
| （五）修编形成送审稿 .....                       | 8  |
| （六）报批稿 .....                           | 9  |
| 四、指南制定原则和依据 .....                      | 9  |
| （一）指南制定原则 .....                        | 9  |
| （二）指南与现行法律、法规的关系，与有关国家、行业标准的协调情况 ..... | 10 |
| 五、指南主要条款的说明，主要技术指标、参数、试验验证的论述 .....    | 11 |
| 六、重大分歧意见的处理依据和结果 .....                 | 17 |
| 七、指南实施的措施 .....                        | 17 |
| 八、其他应当说明的事项 .....                      | 18 |

# 广西交通运输行业指南

## 《岩溶地区公路路基技术指南》

### 编制说明

#### 一、任务来源、起草单位和主要起草人

##### （一）任务来源

根据《广西壮族自治区交通运输厅关于下达 2022 年度广西交通运输标准化项目计划的通知》（桂交科教发〔2022〕27 号）文，《岩溶地区公路路基技术指南》列入 2022 年广西交通运输标准化项目计划，被批准立项为广西交通运输行业指南，项目编号为 2022-27。

##### （二）起草单位和主要起草人

广西交通运输行业指南《岩溶地区公路路基技术指南》项目任务下达后，广西交通设计集团有限公司成立了指南编制工作组，制定了指南编写方案，明确任务职责，确定工作技术路线，开展指南研制工作，部分指南编制工作由广西路桥工程集团有限公司相关人员配合。

主编单位：广西交通设计集团有限公司。

参编单位：广西路桥工程集团有限公司。

本指南编制人员组成：叶琼瑶（项目负责人）、米德才（技术负责人）、邵羽（项目联系人）、韩玉、农承尚、刘彬、李源亮、邓胜强、陈云生、唐正辉、赵子鹏等。

本指南编制分工：

1) 广西交通设计集团有限公司：编制总负责，制定工作大纲和编制大纲，负责收集相关工程资料、文献，负责编制第 1~第 9 章。

2) 广西路桥工程集团有限公司：协助制定工作大纲和编制大纲，协助收集相关工程资料、文献，负责编制第 10、11 章。

## 二、指南制定必要性和意义

在广西，岩溶地区约占总面积的 41%。广西的岩溶地区已经修建了大量的等级公路，但仍存在着大量的等级公路在建或待建。已建的公路路基中，岩溶地区的路基总体质量虽要强于其它路段，但仍然存在造价高、生态环境效益不高等问题。具体来说，广西岩溶地区修建路基存在以下特点：

(1) 地表以下岩溶、土洞普遍较发育，若不探测、处治清楚，可能会对路基稳定性造成很大影响。近些年来，岩溶地区公路路基的病害事故时有发生。如 2019 年 7 月 4 日桂林解放桥西南侧匝道上发生路基塌陷，后经查明为基底溶洞导致（图 1）；2020 年 11 月武鸣府城至隆安公路出现路基塌陷，路面中央出现一个直径约 5m 的塌陷坑（图 2）；2019 年 6 月梧州至柳州高速公路 K194 段发生路基岩溶塌陷，塌陷坑直径约 5m，深约 4m（图 3）。



图 1 桂林市某道路路基塌陷



图 2 武鸣府城至隆安公路路基塌陷

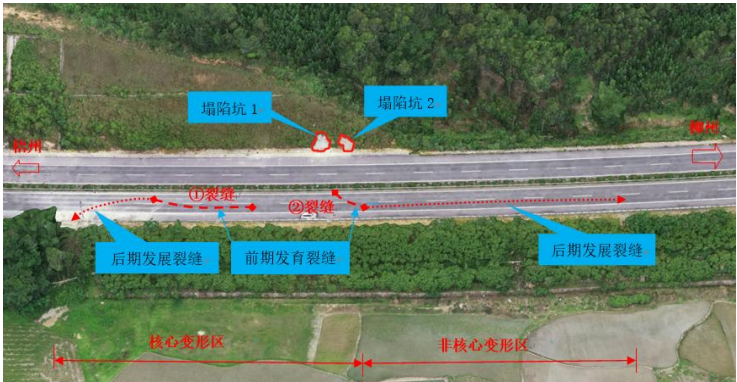


图 3 梧柳路 K194 段路基岩溶塌陷

(2) 路堑边坡多以硬质岩为主，边坡陡峭，高大，存在危岩等安全隐患，且边坡绿化较困难，景观效果较差。近些年来，岩溶地区公路路堑边坡也时常出现危岩掉落、崩塌等事故。如 2014 年 8 月 14 日，河池环城路



某边坡突发落石事故，巨石砸中一辆货车车头（图4），造成1人当场死亡；2020年6月3日，都安至南宁高速公路马山往都安方向K1848+600处发生边坡上方危岩崩塌事故（图5），危岩导致一辆货车受损；2015年11月，河池至都安高速公路发生危岩落石事故（图6），幸未发生人员伤亡；2018年8月3日，来宾至马山高速公路发生边坡上方危岩崩塌事故（图7），幸未发生人员伤亡；柳州至武宣高速公路K17段通车后排查发现有一处危岩，风险很高，后采用新增一段棚洞处理（图8）。



图4 河池市环城路落石事故



图5 都南路 K1848 危岩崩塌



图6 河都路某边坡危岩落石



图7 来马路某边坡危岩崩塌



图8 柳武路 K17 危岩及新增的棚洞



灰岩边坡因岩石较硬，强度较高，故边坡一般较陡，多采用挂主动网、喷射混凝土等方式防护，故绿化较困难，多为岩石裸露或混凝土裸露，公路景观效果较差。如钟山至马江高速公路（图 9）、都安至巴马高速公路（图 10）等。

（3）路堤填料来源较困难，以红黏土作为路堤填料时，存在高液限土等问题；以硬质岩作为路堤填料时，属填石路基，存在压实、路堤边坡建造形式及绿化等问题。广西的岩溶地区可分为两类典型的地貌类别，一类为峰丛峰林洼地地貌，一类为溶蚀准平原地貌。两者均呈连片状分布，分布范围宽广（图 11、图 12）。峰丛峰林洼地仅在洼地区分布少量红黏土，其余均为灰岩类石山，路堤只能采用填石；溶蚀准平原地区虽分布有较多的红黏土，但因其液限较高而不宜直接作为路基填料。



图 9 钟马路某灰岩边坡



图 10 都巴路某灰岩边坡



图 11 连绵起伏不断的岩溶峰丛



图 12 成片分布的溶蚀准平原地区

尽管岩溶地区公路路基存在上述显著的特点，然而，目前国内乃至国外均尚无针对岩溶区路基的专门性的设计与施工规范或技术标准，最新的行业标准《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）和《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610-2019）都有专门的“岩溶地区路基”章节，但其内容相

对较泛，缺乏对广西岩溶路基设计和施工的具体指导。国内尚无其它岩溶地区路基相关的专门性地方或行业标准。因此，编制广西交通运输行业指南“岩溶地区公路路基技术指南”，对指导岩溶地区公路路基的设计与施工，具有非常重要的意义。

### 三、指南编制过程

#### （一）成立指南编制工作组，召开编写组第一次工作会议

广西交通运输行业指南《岩溶地区公路路基技术指南》项目任务下达后，广西交通设计集团有限公司成立了指南编制工作组，并于2023年3月28日召开了编写组第一次工作会议。

第一次工作会议主要讨论了以下内容：1.明确主编人员和参编人员的职责和分工。2.建立编写单位内部审查制度。3.学习有关政策法规和标准化制度文件。4.研究起草标准工作大纲和编制大纲。

根据讨论，主要形成以下意见：

本标准负责起草单位：广西交通设计集团有限公司。

本标准参与起草单位：广西路桥工程集团有限公司。

本标准主要起草人：叶琼瑶、米德才、邵羽、韩玉、农承尚、刘彬、李源亮、邓胜强、陈云生、唐正辉、赵子鹏、韦国耀、卢显、李耀华、谭耿、卢继指、朱东东、覃达、莫文瑜、王洪刚、吴龙科、陶盛宇、王超、王昊、钟华、吴文斌、李展业、陆艺。

本标准内部审查负责人：李敦仁。

要求2023年4月3日前完成工作大纲及编制大纲的编制。

#### （二）收集整理文献资料

编制人员根据任务分工进行了资料收集和研究分析工作，一是收集国内外相关的技术标准及研究成果，并进行了认真研究、讨论，了解了国内外的最新研究成果及应用经验。二是收集广西区内的工程资料，主要是三柳路、柳南高速改扩建工程、河都路、六河路、来都路、都巴路、象来路等高速公路项目的勘察、设计和施工资料，了解了岩溶地区公路建设的基本情况。三是对前述收集的资料进行整理，归纳总结出公路建设中对岩溶

路基采取的措施中，哪些是有效的，哪些是失败的，哪些是施工质量问题，哪些是理论上存在缺陷的等等，将成功的措施、经验吸取到规范条文上，将不成功甚至是禁止采用的措施也将在规范条文上明示。

### （三）研讨确定指南主体内容

指南编制工作组在对收集的资料进行整理研究之后，召开了指南编制会议，对指南的整体框架结构进行了研究，并对指南的关键性内容进行了初步探讨。经过研究，指南的主体内容确定为术语和定义、基本规定（含岩溶分类）、勘察、路基基底处治、红黏土路堤设计、填石路堤设计、路堑边坡防护设计、路堤施工、边坡施工等。

### （四）调研修改形成征求意见稿

为确保标准调研、编制工作的有序开展，编写组根据前期策划会确定的主要内容，组织相关人员编制了工作大纲及编制大纲并于 2023 年 4 月 14 日召开了大纲评审会。与会专家通过对本标准工作大纲和编制大纲的评审，一致同意通过本次大纲评审。

评审会针对大纲共提出了 25 条建议和意见。根据大纲评审专家的意见，以修改完善后的大纲作为项目的工作指导，编写工作组开展了指南正式的编写工作，并于 2023 年 9 月完成了征求意见稿。

2023 年 9 月 11 日，主编单位组织了征求意见稿内部审查组工作会议，对初稿进行了初步审查。会后编制组根据审查意见对初稿进行了修改完善。

2023 年 11 月 6 日，广西交通运输标准化技术委员会组织本指南公开向社会征求意见，征求意见采用在标委会网站和微信公众号平台上发布公告、向 35 家相关单位发送征求意见函和向 5 位知名专家发送征求意见函等 3 种方式。截止 2023 年 12 月 8 日，共收到 4 家单位及 5 位个人的修改意见共计 86 条。

### （五）修编形成送审稿

编制组于 2023 年 12 月 28 日召开内部会议，对征求的意见进行了逐条研究讨论，最终决定采纳意见 61 条，占比 71%，部分采纳意见 7 条，占比 8%，不采纳意见 18 条，占比 21%（详见《征求意见汇总处理表》）。



编制组随后根据征求的意见对本指南进行了修改、完善，并于 2024 年 1 月 15 日组织内部审查组对本指南进行了第二次审查。

此外，还专门聘请了广西大学博士研究生导师马少坤教授为本指南的审稿专家和统稿专家。2024 年 3 月 5 日，马教授在认真审查了本指南后，出具了审稿意见。

根据审查意见，编制组再次修编了指南文本，并于 2024 年 3 月 8 日向广西交通运输标准化技术委员会提交了指南送审稿。

根据广西壮族自治区交通运输厅及广西交通运输标准化技术委员会的安排，于 2024 年 3 月 27 日上午召开了本指南的技术审查会，会议邀请了包括广西大学博士研究生导师马少坤教授为组长、柳州标准技术和知识产权研究中心李夤高级工程师、广西壮族自治区交通运输厅刘春华高级工程师为副组长的 7 名技术审查专家组对本指南进行了技术审查，专家们对本指南进行逐章节、逐条讨论、审查，提出了审查修改意见，并一致同意该指南通过技术审查。

## **（六）报批稿**

技术审查会后，编制组对技术审查会上专家们提出的意见进行了逐条研究讨论，全部落实修改到本指南中。

2024 年 9 月 26 日，编制组完成了全部条文的修编，并提交给技术审查专家组再次确认。

# **四、指南制定原则和依据**

## **（一）指南制定原则**

本标准的编制遵循国家勘察、设计与施工相关标准、公路行业勘察、设计与施工相关标准。在充分调研的基础上，研究和分析了广西炭质岩的性质特点以及广西的地域特点，充分吸收了“岩溶区绿色公路修建关键技术研究”课题的最新成果。经过编写组充分讨论，确定标准编制遵循以下基本原则：

### (1) 科学性原则

分析国内标准体系的现状和特点，结合国内外岩溶地区公路建设的现状，尤其是广西境内建成的和在建的公路现状，对已发布的相关公路路基标准、规范进行梳理、归纳和分类，建立科学、实用、合理的广西岩溶地区公路建设技术标准。

### (2) 承接性原则

标准术语尽量与相应国家、国际、行业和地方标准的规定内容相一致，条文未出现自相矛盾的地方。标准技术内容与国家、国际、行业和地方标准兼容，未出现冲突，保证了一致性。标准技术内容中引用其他标准时，已明确指出所引用标准的内容或名称，增强了标准的可读性和可操作性。

### (3) 可操作性原则

标准的起草充分调研广西区内的岩溶地区公路建设和养护的现状条件，将征求高校、公路管理、设计院、施工单位等领域的专家意见。然后编写组在此基础上将进行过反复讨论和修改，以实际能操作、易于推广作为编制本规程的一条重要原则。

## (二) 指南与现行法律、法规的关系，与有关国家、行业标准的协调情况

本标准遵守《中华人民共和国标准化法》、《地方标准管理办法》（2020年1月16日国家市场监督管理总局令第26号）等相关法律法规。基本术语、符号按照国家标准《工程结构设计通用符号标准》（GB/T 50132-2014）和《道路工程术语标准》（GBJ 124-88）的规定采用。

本标准还借鉴、引用了以下国家、行业及地方标准，包括 GB 6772《爆破安全规程》、GB/T 50290《土工合成材料应用技术规范》、JTG 3362《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》、JTG 3363《公路桥涵地基与基础设计规范》、JTG 3430《公路土工试验规程》、JTG 3450《公路路基路面现场测试规程》、JTG/T 3610《公路路基施工技术规范》、JTG/T 3650《公路桥涵施工技术规范》、JTG C20《公路工程地质勘察规范》、JTG D30《公

路路基设计规范》、JTG/T D32《公路土工合成材料应用技术规范》、JTG/T D33《公路排水设计规范》、JTG F80/1《公路工程质量检验评定标准》、DB45/T 1829《膨胀土地地区公路勘察设计规程》、DB45/T 1972《公路软土地基处治工程技术规范》、DB45/T 2148《公路工程物探规范》、DB 45/T 2149《公路边坡工程技术规范》、DB45/T 2364《公路路基监测技术规范》、T/CHTS 10059《公路高液限土路基设计与施工技术指南》等。

拟编制的指南《岩溶地区公路路基技术指南》是在上述所列国标、行标及地标基础上编制的，因此，国标、行标是本指南的上位标准，本指南不能与上位标准矛盾，是上位标准的细化，也是上位标准针对岩溶地区路基设计施工的补充规定。

指南编制组承诺：指南的内容符合国家相关法律法规，技术要求不低于强制性国家标准的相关技术要求，与相关的国家、行业推荐性标准协调一致，指南的编写符合 GB/T 1.1—2020 的要求。

## 五、指南主要条款的说明，主要技术指标、参数、试验验证的论述

广西交通运输行业指南《岩溶地区公路路基技术指南》正文内容共分 11 章和 1 个附录，还包括前言。第 1 章规定了标准的范围；第 2 章给出了规范性引用文件；第 3 章为有关术语和定义；第 4 章为基本规定；第 5 章为勘察；第 6 章为路基基底处治设计；第 7 章为红黏土路堤设计；第 8 章为填石路堤设计；第 9 章为路堑边坡防护设计；第 10 章为路堤施工；第 11 章为边坡施工。附录 A 溶洞的安全距离和顶板的安全厚度。

### 1. 关于术语和定义

本文件给出的几个术语都是在本文件中出现频度最高的几个公路路基专业术语，其定义基本参照《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）给出。

“边坡柔性防护网系统”的定义是参照《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328-2020）给出的。

征求意见稿中术语给出了红黏土的定义，其参照《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）给出，第 4 章基本规定给出了红黏土的成因分类“原生红黏土”和“次生红黏土”，第 5.1.5 条给出判别条件，野外判别属勘察的

内容，故放到第 5 章，判别条件参照《公路工程地质勘察规范》（JTG C20-2011）给出。征求意见中大家对此分歧较大，有认为将原生红黏土和次生红黏土一起放到术语的，也有人认为既然上位规范给出了定义，本指南就没必要再次定义了。经研究，送审稿删除了红黏土的相关定义。但根据相关专家意见，增加了“红黏土路堤”、“岩溶区路基”和“填石路堤”3 个术语。

本指南中红黏土路堤为“填筑在红黏土地基上的或采用红黏土填筑的路堤”，即路堤基底或路堤填料存在红黏土的，均可计入红黏土路堤的范畴。

本指南中填石路堤专指“用强度高于 30MPa、粒径大于 40mm 且含量超过总质量 70%的碳酸盐岩石料填筑的路堤”，与《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）的填石路基定义略有不同，即剔除了软质岩填石路基部分，主要考虑到岩溶地区的石料均为硬质岩石或中硬岩石。

## **2. 第 4.2 条**

《公路工程地质勘察规范》（JTG C20-2015）表 7.1.3 给出了岩溶按埋藏条件分类的方法。在大多数情况下，与公路路基工程关系密切的主要是裸露型岩溶和浅覆盖型岩溶。本条主要是参照《公路工程地质勘察规范》（JTG C20-2015）表 7.1.3 编写。

岩溶对路基的危害主要是以下几方面：溶洞顶板坍塌引起的路基下沉和破坏；岩溶地面坍塌对路基稳定性的破坏；反复泉与间歇泉浸泡路基，引起路基沉陷、坍塌或冒浆；突然性的地下涌水冲毁路基等。

## **3. 第 4.3 条溶洞发育规模分类**

溶洞发育规模对路基的影响很大，溶洞发育规模的分类目前国内外尚无统一的标准，且公路行业尚无此分类。本指南参考了公路行业标准《公路岩溶隧道设计与施工技术规范》（报批稿）和中国工程建设标准化协会标准《岩溶区公路工程地质勘察规程》（总校稿）中关于溶洞规模的分类标准，考虑到公路路基宽度的情况，确定划分标准，基本与公路行业标准《公路岩溶隧道设计与施工技术规范》（报批稿）一致。

## **4. 第 4.5 条关于岩溶发育程度分级**

岩溶发育程度分级各行业各地方的标准都不完全一致，有分为强烈发



育、中等发育、弱发育三个等级的，如《岩溶地区建筑地基基础技术标准》（GB/T51238-2018）、《岩溶地区工程地质调查规程》（DZ/T 0060-93）、《岩溶地区建筑地基基础技术规范》（DBJ45/ 024-2016）等，也有分为极强、强烈、中等、微弱发育等四级的。根据广西公路工程多年来的大家的共识，经研究，本标准本次直接引入 2022 年新修编的交通行业标准《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）（报批稿）的分级方法，按极强、强、中、弱四级划分法，划分指标和规则保持与《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）（报批稿）一致。

## 5. 关于岩溶路基的勘察

相对于一般地区而言，岩溶地区的路基有三个显著特点：一是基底，基底可能发育岩溶，也可能存在高液限红黏土或存在软土，需要查明相关情况为设计提供依据；二是路堑边坡，硬质岩边坡的稳定性主要受结构面控制，但局部也可能发育岩溶，会影响稳定性，土质边坡主要是红黏土边坡，存在上硬下软结构，直接影响其稳定性分析和防护方案，因此也需在勘察阶段查明相关情况；三是取弃土场，取土场主要是红黏土，其土料质量主要按红黏土的相关利用规则来评价，弃土场对环境特别是水环境有较大影响，故取弃土场的勘察也需重点查明岩溶相关问题。因此，本章主要依据此 3 个特点来编写。

岩溶路基的勘察一般按照先调绘、再物探，最后钻探的程序进行，即先通过调绘确定岩溶发育的范围、规模、发育程度等，再根据调绘成果布置物探测线，最后根据物探异常地段及调绘的成果，布置钻探。物探的工作布置因在广西地方标准《公路工程物探规范》DB45/T 2148 已有较详细地规定，故本标准不再重复。

## 6. 第 5.4 节取弃土场的勘察

岩溶地区因路基填料匮乏和岩溶水环境复杂、生态环境脆弱等，致使取弃土场的选址非常敏感。取土场因大部分为红黏土，故应重点勘察其可填筑性。弃土场则对水环境、生态环境影响较大，故在勘察中应对此项内容需特别关注。

## 7. 关于路基基底处治

据收集的工程资料及以往工程经验，岩溶地区路基病害多与基底有关，如基底浅层存在溶洞、土洞，或红黏土浸水软化等，因此，保持路基持久稳定的关键之一是基底保持稳定。因此，本标准将基底处治作为岩溶地区路基设计一项的重要内容。针对基底的岩土特性和状态，处治的内容主要有软土处治、红黏土处治和岩溶处治三大项。

软土处治在广西地方标准 DB45/T 1972 有较详细的规定，故本指南直接引用。

6.2 基底红黏土处治设计和 6.3 基底岩溶处治设计专门针对基底的红黏土和岩溶问题展开规定。

### **8. 第 6.1.1 条基底处治的原则**

基底处治的首要原则是要维护路基的稳定，无论是岩溶还是基底软土，基底无塌陷、路基不发生滑移，是基底处治必须优先考虑的。其次，要考虑基底为石芽时、路基与构造物之间、不同填土高度的路基之间等情况下路基变形的协调问题。此外，因基底存在溶洞时，往往其内有地下水的流动，因此，不能随便填埋而导致水环境破坏。施工便利也是基底处治必须考虑的因素，如软土和红黏土处理时充分考虑就地取材、岩溶处理时充分考虑施工安全等。

### **9. 第 6.1.3 条基岩陡坎**

岩溶地区常存在基岩陡坎、陡崖，当采用路基形式覆盖时，因陡坎下方一侧填土较高，工后沉降较大，而陡坎上方一侧填土较薄，工后沉降较小，因此产生沉降差，常造成路面结构沿陡坎开裂。为减少沉降差，因填石路基的沉降较小，工后沉降更小，且岩溶地区一般石料丰富，因此采用填石路基跨越陡坎是比较经济、方便的做法。

### **10 第 6.2.2 条红黏土基底软土的处治**

溶蚀准平原、溶蚀洼地及谷地内的红黏土地区常见季节性软土分布，一般多为典型的上软下硬型软土，常年泡水的低洼水田、鱼塘也存在浅层软土或深厚软土，对于软土的处治已有专门的标准（DB 45/T 1972）进行规范，红黏土地区软土处治可参照该标准中关于岩溶区软土的相关规定执行。

### 11 第 6.2.3 条红黏土基底的处治

研究表明，高液限红黏土往往具有高含水量、高压缩性、水稳定性较差的特性，故其在路床部位时，因其承受较大的附加应力，致使其容易发生较大的变形，从而破坏路面结构层，因此对路床范围的高液限红黏土需做处理。红黏土斜坡路堤需考虑填挖交界处的稳定性，故通常通过挖台阶消除填挖交界的平顺界面，另一方面，也方便碾压。

### 12 第 6.3 节基底岩溶处治

常见溶洞及土洞的处治方法有填充法、强夯法、注浆法、加筋法、盖板跨越法、桥涵跨越法等。填充法一般适合无排水需求的裸露型溶洞，或则顶板厚度较薄具备破除掀开的埋藏型溶洞。强夯法适合浅埋的溶洞或者土洞，利用强夯将其顶板夯塌，并保证夯填密实，经过强夯之后无下沉塌陷现象，也间接证明了岩溶地基的稳定性。注浆法适合各类埋藏型岩溶，对于揭露的中大型空洞应视情况先回填灌注片石、混凝土等，避免注浆量不可控。对于存在地表塌陷或者地下水垂直运动频繁、后期可能会引发岩溶塌陷的区域，上部路基填筑实可在基底铺设一层或多层土工布，起到滤水、保土的作用，避免路基填土在水位上下波动的作用下被潜蚀、掏空，同时也可在填筑体内增设土工格栅等加筋材料增强路基的稳定性，避免地基土体进一步发育土洞、塌陷时诱发路基塌陷。无法充填的、具有排水功能的溶洞、落水洞、地下暗河等应采用跨越法处理。

### 13. 第 7 章红黏土路堤设计

红黏土作为南方最常见的高液限土，在广西分布非常广泛。在红黏土作为路基填料方面，以往我们要么是废弃，要么是直接填筑。废弃红黏土的量非常大，造成借土困难、运距远、造价高、征用土地多等问题，既不经济，也不环保，资源浪费严重。直接填筑的路段则在后续运营过程中，路基路面病害较严重，年年修、年年烂，造成公路维护费用居高不下，司乘人员体验很差。因此，本标准在结合这么多年的科研成果的基础上，对红黏土的路堤填料利用进行了分类，分别采用直接填筑、调整路基填筑结构、包芯法、改良等方法填筑路堤，这些方法的适用范围内，可以因地、因时调整，既能节约建设成本、加快进度，也可以节约资源、保护环境，

还能保证路基填筑质量。

#### 14. 第 7.2 节红黏土改良设计

多年来，广西在红黏土改良方面进行了很多试验、研究，在室内试验，一般来说，掺水泥、掺石灰、掺砂砾及掺化合物等方法都有比较好的效果。但是，因为广西大部分区域属于炎热多雨的亚热带气候区，因此，在实际施工中，因为红黏土的天然含水率往往较高，多雨情况下也很难晾晒，因此开挖出来后呈较大团块，难以粉碎，导致红黏土外加剂很难拌和，场拌、路拌都很困难，且常有大雨干扰，故实际施工很难开展，施工效率低、质量难以控制。

尽管如此，但因红黏土改良在理论上仍不失为一种较好的处治方案，因此，本标准仍保留了这一种方案。

#### 15. 第 8.2 节填石路堤设计

广西的岩溶峰丛、峰林地区多石少土，因此路基常常采用碳酸盐岩石料填筑，为硬质岩填石路基。因填石路基填筑的石料块径较大，路基内含有较大的空隙，因此，若在其上填筑细粒土，需要设置过渡层，防止细粒料迁移至填石路基内。此外，填石路基边坡的防护和绿化与一般土质边坡也不一样，需专门处理。在填石路基上设置护栏、声屏障及指示牌等构筑物时，为避免反开挖或钻孔破坏填石路基结构，一般提倡在填筑时预埋基础。

#### 16. 关于路堑边坡防护

岩溶地区的路堑边坡有两大性质完全不同的类型，一是红黏土边坡，二是碳酸盐岩边坡。作为土质边坡，尽管红黏土在干燥时强度很高，但存在地下水时，也有较大的塑性，强度下降也非常厉害，因此，也常见红黏土边坡发生局部破坏，甚至整体失稳。而作为硬质岩边坡，碳酸盐岩因其强度高，常常可将坡率设计为  $1: 0.3 \sim 1: 0.5$ ，其稳定性非常好，但却常发生掉块、危岩落石等事故。此外，公路上也常常遇见上面是红黏土、下面是碳酸盐岩的边坡，这类边坡在岩土界面处常常发生红黏土局部滑塌破坏的病害。

因此，岩溶地区的路堑边坡仍需要注重防护，针对不同的边坡类型，

开展针对性的防护方案设计和施工。

## 六、重大分歧意见的处理依据和结果

本指南研制过程中无重大分歧意见。

## 七、指南实施的措施

据《广西高速公路网规划(2018—2030年)》，至2030年，广西高速公路总里程将达到15000公里。截止2022年底，广西高速公路通车里程已突破8000公里，因此，尚有约7200公里高速公路在建或待建。

在广西，岩溶地区约占总面积的41%。据此估算，广西尚有约3000公里的待建高速公路位于岩溶地区。此外，广西还将修建大量的一级公路、二级公路、农村公路等，以及结合城镇发展的需要，将修建大量的市政道路，这些道路工程也有相当大的部分位于岩溶地区。

因此，本标准的编制和实施，将为未来待建或在建大量岩溶地区的高速公路及其它各种道路工程提供指导，应用前景及效果将非常高。

本指南发布后拟采用下列措施来促进本指南的实施：

### 1. 召开指南宣贯会，促进行业内各级技术人员熟悉、理解本指南

本指南发布后，主编单位将联合广西公路学会、广西交通运输标准化委员会等机构召开指南宣贯会，重点向各级行业内技术人员宣贯本指南的制定原则、主要内容及关键性内容，并进行疑难问题讨论、答疑，让大家充分熟悉、理解本指南的内容。

### 2. 在不同场合介绍、推荐本指南

主编及参编人员如在项目的勘察、设计、施工以及项目评审、方案讨论等各类场合中，向相关领导、负责人及技术人员介绍本指南的编制和发布情况、主要内容等，推荐采用本指南的技术标准。

### 3. 在主编及参编单位内部严格执行本指南

本指南发布后，编制组拟采取措施在主编单位及参编单位推广应用本指南，形成率先严格执行本指南的格局。

### 4. 建立本指南的维护机构

在本指南发布后，主编单位内部拟成立指南的维护组，主要承担本指



南条款的日常解释和意见收集工作，为后续指南的修订收集资料。

5. 向上级主管部门及区外推广、介绍本指南，争取将本指南升级为行业标准。

岩溶地区在中国国内分布非常广泛，在广西区外也有大量的公路建设在岩溶区。因此，本指南发布后主编单位将积极向云南、贵州、湖南、广东等区外公路建设领域推荐本指南，同时，也向交通运输部各级领导介绍本指南，介绍广西岩溶地区公路建设的成果和经验，希望能将本指南升级为行业标准。

## 八、其他应当说明的事项

无

广西交通运输行业指南《岩溶地区公路路基技术指南》

编制组

2024年9月19日