

贵州省交通运输厅技术指南

《贵州省公路连拱与小净距隧道技术指南(试行)》 编制说明

《贵州省公路连拱与小净距隧道技术指南（试行）》编制组

2024 年 4 月

一、制定技术指南的必要性和意义

随着我国国民经济高效发展和腾飞，尤其是交通强国战略实施以来，高速公路进一步向中西部山区延伸，山区高速公路中桥梁和隧道所占的比重越来越大，桥隧相连工程在山区高速公路中越来越多。

山岭重丘区高速公路隧道型式的选择不仅受地形、地质条件的约束，同时受路线平、纵、横指标以及三方面组合设计的制约。在地形地势条件允许情况下，一般高速公路和一级公路通常设计为上下行分离的两座独立隧道，两隧道间最小间距应以不受相互施工影响为原则，并依据围岩类别、断面尺寸、施工方法等因素确定。随着山区高速公路的修建，桥梁、隧道在路线中所占比例明显增加，在地形地势条件恶劣的地段，常规的桥隧型式已不能适应道路线形设计的要求，桥隧相连工程越来越受到重视。为了适应多变的地形地势条件，隧道设置型式中衍生出一种全新的隧道型式——分岔隧道。

桥隧相连工程基本涵盖了分离式隧道、小净距隧道、连拱隧道三种不同的结构衬砌型式以及隧道锚。隧道洞口段由整体式路基（隧道）逐渐过渡为分离式隧道，隧道断面逐渐从洞口大拱衬砌段、整体式中隔墙连拱衬砌段、夹芯式中隔墙连拱衬砌段、小净距衬砌段过渡到普通分离式衬砌段。

桥隧相连工程设置分岔式隧道的主要原因是：一方面为了高深峡谷型河流，桥梁单孔均跨度很大，左右幅桥均必须建造为整体型式，另一方面由于桥梁紧接隧道，两者之间缺少足够的过渡路基，因此紧邻桥梁一端的洞口必须设置为连拱隧道甚至四车道大拱，而桥梁两端的隧道又

较长，全部隧道设置为连拱隧道又不太经济，在隧道内有必要将左右洞室逐渐分离，这样就形成了分岔式隧道。分岔隧道是随我国公路建设的迅速发展而提的新型隧道形式，其线形流畅，占地面积少，空间利用率高，避免了洞口路基或大桥分幅，与洞外线路连接方便；同时在适应地形条件、环境保护上都具有优越性。

贵州地形地势复杂，山岭沟壑众多，公路铁路桥隧占比大。近年来，随着省内高速公路的大规模建设，出现了大批桥隧相接工程，仅目前在建的即有乌江特大桥、赤水河特大桥、开州湖特大桥、峰林特大桥等一大批工程，其中开州湖特大桥隧道锚和桥隧相连段四坪隧道、峰林特大桥隧道锚和桥隧相连段旧屋基隧道均由本课题申报单位贵州省公路工程集团公司承建。与桥隧相连工程蓬勃发展相悖的是，由于桥隧相连工程施工工序复杂，施工相互干扰较大，围岩应力分布不均，结构受力不均等缺点，加上出现时间较短，故公路、铁路行业一直没有对其设计与施工技术经验进行系统的提炼和总结。

《公路隧道设计规范》对分离式隧道独立双洞间的最小净距进行了规定。原《公路隧道设计规范（JTG D70-2004）》的规定较为严格，2019年施行的《公路隧道设计规范（JTG 3370.1-2018）》结合隧道工程技术进步，适当放宽了最小净距的要求，规定双洞间的净距应为：0.8-2.0 倍开挖宽度，但大量实际工程已低于该规定。对于隧道锚而言，《公路悬索桥设计规范》（JTG/TD65-05-2015）中对锚塞体抗拔安全系数和围岩稳定安全系数进行了规定，但现行《公路隧道设计规范》并未涉及隧道锚开挖期间稳定性、承载期间锚塞体所处山体稳定性以及隧道锚与主隧

道小净距洞群效应等问题的规定。

目前对于公路桥隧相连工程小间距隧道的设计施工技术规范尚无专门的技术指南，现行设计和施工规范仅对桥隧相连工程中大拱、连拱、小净距隧道和隧道锚做了部分指导性规定，在具体工程设计和施工中尚缺具体的详细技术要求，实践环节上主要依赖工程类比。公路行业有关桥隧相连工程的规定分散在各个规范的章节中，缺乏系统解决方案。目前，贵州省已依托兴义环高旧屋基隧道与峰林大桥相连工程开展系统深入的研究和总结，且翁开高速开州湖大桥与四坪隧道相连工程也已进行了相关小净距隧道设计与施工技术的立项研究，现已取得了大量成果经验，因此急需出台一份指南进一步指导贵州省内公路桥隧工程设计和施工。

绿色建造是着眼于建筑全生命周期，在保证质量和安全前提下，践行可持续发展理念，通过科学管理和技术进步，最大限度地节约资源和保护环境、实现绿色施工要求、生产绿色建筑产品，是新时期生态文明和绿色发展理念在公路建设领域的集中体现。为落实国家绿色发展理念，充分发挥科技创新对交通强国建设的支撑作用，响应行业科技攻关和推广应用需求，在此背景下，编制《贵州省公路连拱与小净距隧道技术指南（试行）》是非常迫切和必要的，这是贯彻国家战略和省委省政府部署的重要着举措，也是推进贵州交通强省、科技强省等战略及绿色高速公路建设的重要抓手。

综上所述，《贵州省公路连拱与小净距隧道技术指南（试行）》的编制及推广将是对贵州省公路绿色建造科技示范工程的重要技术支撑，

为深切峡谷地带桥隧相连工程建设方案的决策和优化提供依据，进一步提升贵州省高速公路基础设施绿色建造技术水平，推动绿色交通建设技术进步，进而助力贵州省交通强国战略实施，为加快建设交通强国、西部交通强省提供强有力支撑，预期具有广泛的推广应用前景。为此，根据《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》规定，为规范贵州省连拱隧道和小净距隧道建设程序，保障公路隧道设计、施工与运营安全，落实绿色低碳发展战略，贵州省交通运输厅立项批复编制贵州省公路小净距隧道技术标准的计划。

二、任务来源、主编单位、参编单位、主要编写人

（一）任务来源

本标准由贵州省交通运输厅黔交科教[2021]1号文批准立项，贵州省公路工程集团有限公司、贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司、中南大学及贵州省内相关单位共同起草制定。

（二）主编单位

主编单位：贵州省公路工程集团有限公司、贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司、中南大学。

（三）参编单位

参编单位：贵州黔贵路桥工程有限公司、贵州黔贵市政工程有限公司。

（四）主要编写人

主要编写人：计中彦、苟德明、张学民、张胜林、胡 涛、龙立敦、廖万辉、周后友、田洪松、杨 洪、阳军生、詹超宇、翁学新、廖加和、

刘晓勇、杨春平、欧雪峰、范喜超、崔 炫、袁 立、李少方、王荣有、王朝国、龙 勃、韩光钦、吴哨兵、段武兵、安 航、刘骁凡、张安睿、陈元忠、刘盛涛、周 旭、万 正、魏驰原、冉 锦、沈 阳、田 娇、林文凯、项海燕。

三、主要编制过程

本文件的编制主要包括组建编制组、拟定编写大纲、初稿编写和资料调研、专家评审和征求意见等工作。

1) 组建编制组

2021 年 4 月 9 日，贵州省公路工程集团有限公司主持召开了《技术指南》编制启动会，会议明确了《技术指南》的编制原则、任务分工和进度，并组建编制组。为保证编制工作的顺利推进，各单位均选派了经验丰富的专业人员参与编制，并邀请业内知名专家参与编写、审查工作。

2) 制定编写大纲

2021 年 12 月 15 日，贵州省公路工程集团有限公司主持召开指南编制工作推进会议，对编制组拟定的编写大纲，对大纲提出修改意见，初步确定了编写大纲及内容，2022 年 1 月 15 日，贵州省公路工程集团有限公司组织完成《技术指南》大纲评审，特邀请行业行业内知名专家为《技术指南》大纲进行审核把关。

3、资料调研及初稿编写

基于评审后的编写大纲，重点开展了对贵州省内兴义环高旧屋基隧道、瓮开高速四坪隧道、桐新高速梨树坪隧道、六安七标云庄隧道等工程的实地调研、湖南省长沙市银星路观音岩双向十车道四连拱隧道项目

及广东、山东、河南等省份典型案例及相关标准文件进行细致分析，编制组多次交流讨论和修改，贵州省公路工程集团有限公司先后多次组织专题推进会和专题研讨会，在此基础上进一步收集指南编制的背景材料和有关指南编制的参考、引用资料，进行归纳整理。共查阅国内外文献包括连拱隧道，分岔隧道，大断面隧道、小净距隧道、小间距隧道、极小净距隧道、较小净距隧道、一般小净距隧道、连拱隧道施工工法、中导洞法、无导洞法、三导洞法、并行隧道、开挖影响、爆破振动、爆破振速安全控制标准等 100 篇代表性文献，并进行了整理归类。进一步查阅整理了现行公路隧道设计技术规范、公路隧道施工技术规范、公路隧道设计技术细则、公路隧道施工技术细则及铁路行业有关小净距隧道的有关规定。通过修改完善《技术指南》，于 12 月初完成《技术指南》初稿，并由贵州省公路工程集团有限公司组织完成《技术指南》内部审查。

4、征求意见稿、送审稿

内部审查修改后，形成了《技术指南》征求意见稿，2023 年 5 月 1 日~2020 年 6 月 1 日，省交通运输厅将《技术指南》征求意见稿在贵州省内开展意见征询向社会各界征求意见，同时向省内相关单位和省外设计院、施工单位发送征求意见邮件；6 月 10 日吸收采纳相关单位意见近 200 条，经修改完善后，于 2023 年 6 月 25 日形成《技术指南》送审稿。省交通运输厅于 6 月 30 日在贵阳主持召开了《技术指南》送审稿审查会。

5、报批稿

2023 年 7 月-2023 年 10 月，编制组对《技术指南》送审稿进行了多轮修改和完善形成报批稿。

四、制定原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

（一）制订原则

（1）准确性

标准所规定的条款力求明确而无歧义。

（2）统一性

标准结构、文体和术语力求统一。本标准在编制过程中涉及其结构、编写规则和内容按照GB/1.1-2000《标准化工作导则 第1部分:标准的结构和编写规则》和GB/T1.2-2002《标准化工作导则 第2部分:标准中规范性技术要素内容的确定方法》执行。

（3）协调性

充分结合现有基础标准的有关条款，达到标准间的相互协调。

（4）适用性

标准内容易于实施，便于被其它文件所引用且具可操作性，同时可保证本指南的先进性和引领性

（5）特殊性

本标准既遵循相关国家标准和地方标准的要求，又体现我省连拱隧道与小净距隧道设计与施工的特殊性，特别是针对后行洞施工对先行洞支护结构受力和安全影响的特殊性所涉及的专门技术措施应给予特殊设计，施工中应采取适宜的特殊安全防护措施，并注重实用性和可操作性。

（二）制订依据

按照《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》（GB/T1.1）和GB/T1.2《标准化工作导则 第2部分：标准中规范性技术要素内容的确

定方法》要求进行起草，过程参照了现行的公路隧道设计技术规范、公路隧道施工技术规范、公路隧道设计技术细则、公路隧道施工技术细则及铁路行业有关小净距隧道的有关规定。同时指南制定依据了当前全国及贵州省颁发的相关指导性文件。

- ✧ 《交通强国建设纲要》（中发〔2019〕39号）
- ✧ 《公路“十四五”发展规划》（交规划发〔2021〕108号）
- ✧ 《贵州省推进交通强国建设实施纲要》（黔党发〔2021〕28号）
- ✧ 《关于支持贵州在新时代西部大开发上闯新路的意见》（国发〔2022〕2号）
- ✧ 《国家公路网规划》（发改基础〔2022〕1033号）
- ✧ 《交通强国建设评价指标体系》（交规划发〔2022〕7号）
- ✧ 《贵州省“十四五”公路建设规划》

（三）与现行法律、法规、标准的关系

1）本指南与有关法律、法规的关系

（1）指南编制过程遵循《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国节约能源法》、《中华人民共和国标准化法》、《中华人民共和国矿山安全法》等法律和国家有关标准要求，与国家法律法规无冲突。

（2）本标准中计量单位采用法定计量单位。

（3）本标准的格式，编制和表达方法，按国家标准的要求制订。

（4）本标准与现行法律、法规和强制性标准无冲突。

根据国家和行业关于交通强国、交通运输领域新型基础设施建设等的相关发展战略及政策，本规范在遵守现有法律、法规前提下，将对国

家和行业技术进步及战略、政策的落实和推动具有积极作用。

2) 本规范与现行相关标准的关系

本指南与公路工程行业标准《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》、《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》、《公路工程施工安全技术规范》、《公路隧道施工技术规范》、《公路隧道设计细则》、《公路隧道超前地质预报技术指南》等密切相关。

目前现行公路工程行业标准和贵州省地方标准中有关新型连拱隧道和小净距隧道的建设标准缺失，但贵州省及其它省份已积累了大量工程经验和科技成果，本指南编制将填补这一空白。国内现行国家标准、行业标准、贵州省地方标准是编制本指南的重要基础，本指南的相关规定不与现行标准规范相矛盾。相较于现行标准规范，本指南侧重秉承“绿色、低碳”设计和施工理念，以提高高速公路隧道品质、安全、耐久，减少能源消耗和降低排放、降本增效、支持贵州区域高速公路建设，助力贵州省经济和社会高质量发展。

五、主要条款说明

本《技术指南》分为范围、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、连拱与小净距隧道分类、勘察与测量、设计、施工、超前地质预报与监控量测共 9 章，另有 5 个附录。

1 范围

本章明确了《技术指南》的编制目的、适用范围等。

2 规范性引用文件

本章列出了《技术指南》引用到的相关标准规范，包括国标、行标、

团标、地标等。

3 术语和符号

对《技术指南》中涉及的连拱隧道、整体式中墙连拱隧道、复合式中墙连拱隧道、直墙连拱隧道、曲墙连拱隧道、无中导双层中墙连拱隧道、无中导三层中墙连拱隧道、中夹岩柱、小净距隧道、近零净距隧道、极小净距隧道、较小净距隧道、一般小净距隧道、分岔隧道、隧道锚洞等术语进行了界定。

目前，行业内对连拱隧道和小净距隧道的概念还没有给出一个明确的定义。本《技术指南》特此梳理国内的不同定义和术语，在征询业内专家意见基础上进行了术语的重新界定和定义。

4 基本要求

从一般规定、使用条件、勘察深度、防排水系统、安全评估、施工安全、动态设计和施工等方面提出了连拱隧道和小净距隧道设计施工的基本要求。

5 连拱与小净距隧道分类

从规范设计和施工技术标准化角度提出了连拱隧道、小净距隧道的分类，其中将连拱隧道划分为：采用中导洞法施工的连拱隧道分为整体式直中墙连拱隧道、复合式曲中墙连拱隧道；不设置中导洞的连拱隧道分为无中导双层直中墙连拱隧道和无中导三层直中墙连拱隧道、无中导双层曲中墙连拱隧道、无中导三层曲中墙连拱隧道。小净距隧道划分为：小净距隧道分为近零净距隧道、极小净距隧道、较小净距隧道、一般小净距隧道。

6 勘察与测量

本章从连拱隧道、小净距隧道的设计深度和施工安全需求出发，针对性提出了针对勘察、测量的深度要求。

7 设计

本章从一般规定、总体设计、隧道线形设计、隧道断面设计、隧道洞口设计、隧道结构设计、隧道锚洞设计提出了贵州省路隧相连、桥隧相连工程中连拱隧道和小净距隧道的设计相关要求。

8 施工

本章从施工准备、无中导双层中墙连拱隧道、无中导三层中墙连拱隧道、中夹岩柱加固、小净距隧道、近零净距隧道、极小净距隧道、较小净距隧道、一般小净距隧道、分岔隧道、隧道锚洞等施工控制要点提出了相关要求，以确保施工安全和隧道支护结构承载力状态满足结构耐久性指标。

9 超前地质预报与监控量测

本章从一般规定、监控量测、监控控制标准、爆破控制标准、风险管控等方面提出了施工中加强超前地质预报与监控量测的相关要求。

附录

本《技术指南》附录共有 5 部分内容：附录 A 无中导双层中墙连拱隧道衬砌支护参数、附录 B 近零净距隧道衬砌支护参数、附录 C 极小净距隧道衬砌支护参数、附录 D 较小净距隧道支护参数、附录 E 一般小净距隧道支护参数。

六、重大分歧意见的处理依据和结果

在本指南无重大分歧意见。

七、贯彻措施和建议

本指南是依据国家和行业的相关标准规定，按国家标准化要求，根据我省连拱隧道、小净距隧道设计与施工需求及其结构型的特殊性，参考国内相关技术成果和相关标准编写而成。由于国内尚无专门针对小净距隧道的国家或者行业标准，标准发布实施后加强宣传、培训工作，使本指南得到充分的贯彻执行，以适应安全生产发展的需要。为此，建议本指南作为**推荐性技术指南**发布。

1.贯彻本指南的要求

本指南一旦发布实施，贵州省连拱隧道、小净距隧道应严格按照本标准要求勘察、设计和施工管理；贵州省交通建设主管部门应加强执行本标准的业务培训和技术指导，规划设计单位应自觉按此标准要求进行规划，确保连拱隧道、小净距隧道建设的标准化、规范化、健康有序进行，从而助推国家交通强国和贵州交通强省战略。

2.贯彻本指南的措施建议

（1）加大宣传力度

通过有关媒体发布、公告标准信息，扩大影响。

（2）加强实施过程的问题反馈和总结

建议在实施标准过程中对所发现的问题应及时反馈，以利于标准的修订和完善。

八、其他应说明的事项

无。