

贵州省交通运输厅技术指南

《公路隧道钻爆法机械化施工技术指南 (试行)》

编制说明

《公路隧道钻爆法机械化施工技术指南（试行）》编制组

2025 年 02 月

一、制定（修订）技术指南的必要性和意义

目前公路隧道常用的施工方法多为掘进法和钻爆法，与掘进法不同的是，钻爆法成本相对较低、设备适应性强，在各种围岩等级的隧道都能发挥不错的效果，尤其是在山区公路隧道施工中最为常用。人工钻爆法是以大量工人为主，在开挖时配合开挖台架并采用手持风钻进行钻孔作业，在进行初期支护时也只能是使用人力进行立钢拱架和混凝土喷射。该方法施工人数多，而且隧道钻爆施工现场粉尘多、噪音大、工作环境恶劣和劳动强度大，围岩或支护结构坍塌事故频发，施工人员面临着巨大的施工安全风险和职业健康风险。此外，人工施工每循环耗时多、施工进度缓慢、隧道建设工期难以保证，并且人工施工精度低、施工质量等指标难以保证。并且人工施工最大的问题在于超欠挖的控制上，只能凭借工人的感觉进行施工，超欠挖过大对于混凝土等材料的消耗将增大施工成本，并且超欠挖的处理还会影响整个施工工期。

随着社会科学技术的不断发展，公路建设的迅速发展与社会经济对建设要求发生了巨大的变化。目前，公路隧道施工在技术难度、质量、环保等方面的要求越来越高，安全生产形势严峻，劳动力成本的逐年提升。公路隧道施工技术难度进一步增加，施工质量的控制力度进一步加强，施工进度的要求进一步加快，对施工中的环境保护、劳动安全与作业环境的要求进一步严格。人们意识到隧道施工建设的各种施工技术必须采用机械化施工并且机械化要与生产相适应才能继续发展下去，才有竞争力，才能加快工程建设，确保生产安全。

与此同时，2014年9月，国家安全监管总局、交通运输部、国务院国资委、国家铁路局联合印发了《隧道施工安全九条规定》。《隧道施工安全九条规定》中对现场施工作业人员以及机械化施工进行了明确规定，即“必须严格控制现场作业人数，掘进作业面应实施机械化作业，严禁超员组织施工作业”。2020年8月，新修订的《公路隧道施工技术规范》（JTG/T 3660-2020）标准中特别新增了对机械化施工的相关要求，标准中倡导机械化配套施工。因此，面对公路隧道施工的新变化、新需求，“机械化换人，自动化减人，施工机械化，机械国产化”已经成为公路隧道施工行业发展的必然趋势，也是行业转型的必经阶段。

公路隧道机械化施工在起步阶段，国内工业生产能力无法满足公路隧道专用机械化设备的生产需求，导致整体施工机械化对进口设备的依赖程度高，虽然能

够实现“机械化换人，自动化减人，施工机械化”的目的，但设备投入成本大、运行维护费用高，无法做到大规模的推广。目前，伴随着工业，尤其是制造业生产能力的稳步增长，国产化隧道机械施工装备的设计、制作水平得到了大幅提升，以中国铁建重工集团、五新隧装等为代表的隧道机械化装备设计生产企业，通过大量的技术攻关，已经掌握了将隧道施工机械国产的核心技术，公路隧道机械化设备进行了机械国产化的时代。施工机械的国产化，大幅降低了设备前期投入以及维护的成本，隧道机械化施工在国内的发展进入快车道。

随着公路隧道施工机械化程度的不断提高，机械化过程中所带来的问题也逐渐涌现，主要体现在以下几个方面：（1）生产企业对于隧道机械化施工中“机械化换人，自动化减人，施工机械化”的理念理解不够清晰。（2）对于如何选用合理、适当的机械用于公路隧道施工没有统一的标准要求，致使公路隧道机械配置方案设置不合理，现场机械化施工效果不理想。（3）公路隧道机械化施工背景下，钻爆法施工的部分工序工艺流程相较于传统的人工钻爆法有较大变化，机械化施工的工序工艺流程未统一且不规范，存在着较大的施工安全生产风险。（4）公路隧道机械化施工质量控制方面没有明确要求，多依赖机械操作手的个人经验，存在着较大的主观因素，导致机械化施工情况下无法对施工质量进行有效把控。（5）生产人员缺乏机械设备基本的维护保养知识，机械化设备故障率高，影响机械化施工实施效果。

因此，综上所述，面对公路隧道机械化施工在设备配置、工艺流程、质量控制要点等方面的迫切需要，在贵州省内隧道施工地质情况复杂、岩溶等特殊不良地质较多，公路隧道施工安全风险大的实际情况，为服务公路隧道建设行业，进一步响应国家关于倡导公路隧道机械化施工的要求，更好的促进和推动公路隧道机械化施工发展，总结公路隧道机械化施工优质技术经验，形成公路隧道机械化施工关键技术的研究成果，为实现公路隧道的高质量、高效率、安全环保建设，提高公路隧道机械化施工水平，提供支持和参考，同时结合贵州实际情况，特制定本技术指南。

本指南按照《贵州省交通运输厅技术指南管理办法》给出的规则起草，分为几个部分：

——第 1 部分：总则

- 第 2 部分：规范性引用文件
- 第 3 部分：范围
- 第 4 部分：术语和定义
- 第 5 部分：基本规定
- 第 6 部分：施工机械配置
- 第 7 部分：施工技术质量控制要点
- 第 8 部分：信息化技术
- 第 9 部分：附录

二、任务来源、主编单位、参编单位、主要起草人

1 任务来源

本技术指南任务来源于贵州省交通运输厅科技项目，由贵州贵黄高速公路有限公司与贵州省交通建设工程质量监督执法支队组织相关单位编制，编制经费由贵州省交通运输厅科技项目经费和贵州贵黄高速公路有限公司自筹共同支持。

2 主、参编制单位

本文件的主编单位：贵州贵黄高速公路有限公司、贵州省交通建设工程质量监督执法支队。

参编单位：中交第二公路工程局有限公司、招商局重庆交通科研设计院有限公司、中交二公局第六工程有限公司。

3 主要起草人

杨黔江 龚 美 伏亚锋 郭 磊 郭鸿雁 张朝强 叶安萍 胡学兵 李文娟
谭龙梦 闫忠斌 林 朝 马建云 周云腾 吕群财 陈加宝 周 阳 王大兵
李 健 周 攀 徐 考 王 冲

三、主要起草过程

本文件的起草主要包括组建编写组、拟定编写大纲及框架、初稿编写和资料调研、条文修改等工作。

1) 组建编写组：2021 年 7 月，贵州省交通建设工程质量监督执法支队牵头主持召开了指南编制工作会议，会议明确了《指南》的编制结构、原则、分工和进度，并组建编制组，正式启动《指南》编制工作。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) 拟定编写大纲及框架：2021 年 8 月 2 日，贵州省交通建设工程质量监督执法支队在贵阳牵头组织召开了大纲审查会，审查了编制组拟定的编写大纲及框架，对框架提出修改意见，确定了编写框架及内容。

3) 资料调研和初稿编写：基于编写框架，编制组内部经过反复交流讨论和修改，指南初稿于 2022 年 5 月底完成。

4) 内部讨论审查形成征求意见稿：根据条文的编写需要，为了指南更具操作性，贵州省交通建设工程质量监督执法支队于 2022 年 6 月 20 日组织了专家意见咨询会，编制组根据专家意见修改完善指南，于 2022 年 7 月 31 日完成征求意见稿。

5) 征求意见形成送审稿：贵州省交通建设工程质量监督执法支队于 2022 年 8 月 4~2022 年 9 月 5 日将征求意见稿在贵州省内及部分省外单位开展意见征询，经征询收到 13 个单位与两位专家的意见反馈；编制组在吸收采纳相关单位意见修改完善后，于 2022 年 10 月 31 日形成指南送审稿。

6) 送审稿审查修改形成报批稿：贵州省交通运输厅于 2023 年 3 月 6 日在厅机关 3814 会议室主持召开了《公路隧道钻爆法机械化施工技术指南（送审稿）》审查会。编制组于 2023 年 3 月 6 日~2023 年 4 月 14 日根据专家审查意见进行了讨论和修改完善，最终形成报批稿。

本文件编制的技术路线如图 1 所示。

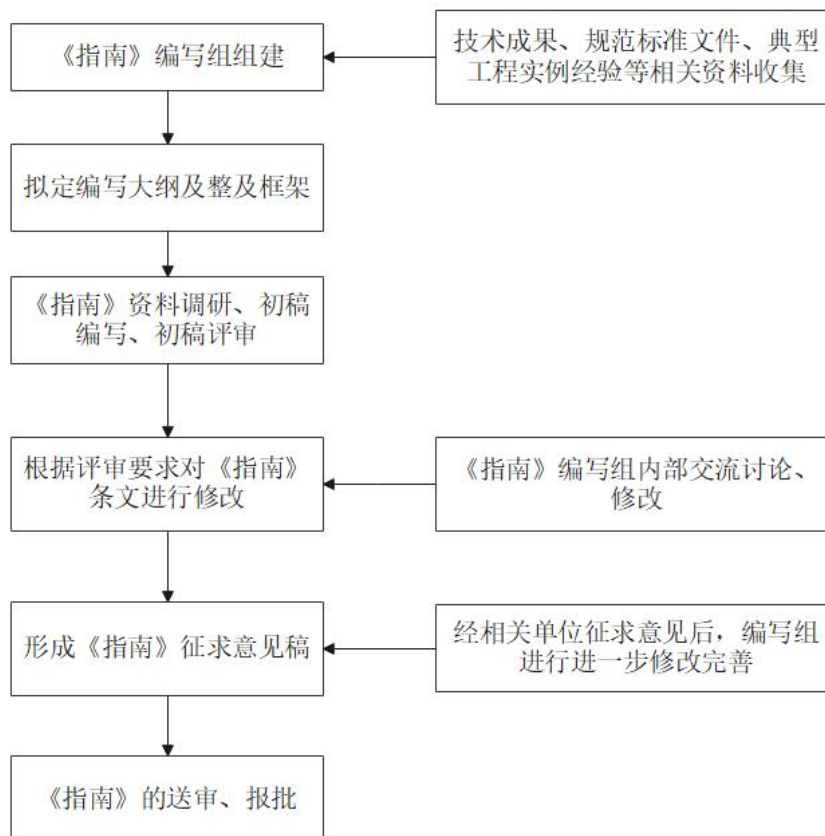


图 1 技术路线

四、制定（修订）原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

1 编制原则

本文件的编写按照 GB/T1.1—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》的要求进行。编制过程中主要遵循以下原则：

- （1）科学性和规范性；
- （2）保证标准的先进性和实用性；
- （3）与国家安全生产相关政策等相符合；
- （4）与相关的标准、法规接轨。

2 编制依据

本文件的编制，主要依据以下相关法律法规、标准规范以及相关行业发文：
黔交质〔2021〕57 号 关于印发《贵州省交通建设质监平台物联网监控数据接口暂行标准（试行）》的通知；

黔交执质〔2021〕9 号 关于印发《贵州省高速公路建设项目隧道工程现场端信息化建设管理规定》的通知；

GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范；

GB 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准；

GB 8978 污水综合排放标准；

GB 3095 环境空气质量标准；

JTG/T 3660 公路隧道施工技术规范；

JGJ 34 建筑机械技术试验规程；

DB52/T 1666 公路瓦斯隧道技术规范。

3 与现行法律、法规、标准的关系

本文件与现阶段颁布实施的《公路工程技术标准》（JTG B01）、《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》（JTG 3370.1）、《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610）、《公路隧道设计细则》（JTG/T D70-2010）、《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）、《公路隧道施工技术规范》（JTG/T 3660-2020）、《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG F80/1-2017）、《公路养护技术规范》（JTG H10-2019）、《公路工程施工安全技术规范》（JTG F90-2015）、《爆破安全规程》（GB 6722-2014）、《公路瓦斯隧道设计与施工技术规范》（JTG/T 3370-2020）、《建设工程施工现场供用电安全规范》（GB 50194-2014）、《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）、《污水综合排放标准》（GB 8978）、《环境空气质量标准》（GB 3095）、《机械设备安全技术操作规程》、《公路工程机械操作规程》、《贵州省高速公路瓦斯隧道施工技术指南》（JTT52/03）等行业或地方标准规范紧密相关，是对上述规范中一些相关条文的细化和补充，并与贵州省内的实际情况相结合，增强现场实用性与可操作性。

五、主要内容（技术指标、参数、性能要求等）的论述

本指南共包括 9 章，第 1-5 章为总则、规范性引用文件、范围、术语和定义、基本规定；第 6-8 章按施工机械配置、施工技术及质量控制要点、信息化技术划分章节，每章内容包括一般规定以及具体章节内容要求；第 9 章为附录部分，给出公路隧道钻爆法机械化常用设备参数、三级配置以及典型案例。

1、范围

本章节明确了本指南适用范围。

2、规范性引用文件

本章节列出了本文件引用到的相关法律法规、标准规范，包括国标、行标和相关发文等。

3、术语与定义

本章节对指南中涉及的钻爆法、机械化工装配套、凿岩台车、平举台车、拱架台车、液压栈桥、湿喷台车、挂布台车、模板台车、养护台车、沟槽台车以及湿喷等术语和定义进行了界定。

4、总则

本章节概述了贵州公路隧道钻爆法机械化施工应遵循的原则和理念。

5、基本规定

本章节包括工区建设、节能环保、作业安全三方面内容，对贵州公路隧道钻爆法机械化施工的实施提出了基本要求，也是开展机械化施工需要具备的基础条件，即前期准备工作。

6、施工机械配置

本章节给出公路隧道机械化施工时施工机械配置应达到的一般规定，编制了施工机械选型的总体原则，并给出了凿岩台车、拱架台车、平举台车、仰拱栈桥等常用机械设备的选型要求与技术参数。

7、技术及质量控制要点

根据公路隧道施工工序流程进行划分，针对各个工序中涉及到的机械化施工设备，着重编制了与其相对应的施工技术要求以及质量控制要求、要点。

8、信息化技术

本章节从公路隧道机械化施工的信息化安全出发，结合人员定位、视频监控、安全步距、监控量测、通讯系统等，对公路隧道机械化施工过程中的信息化提出了具体要求与实施要点。

9、附录

本章节为附录部分，结合资料调研以及分析，给出了供技术人员参考的公路隧道钻爆法机械化施工常用设备的主要参数、三级配置方案以及典型案例。

六、重大分歧意见的处理依据和结果

编制过程中未发生重大的意见分歧。

七、贯彻措施和建议；

本文件的贯彻实施，建议采取以下方式：

1) 建议由厅组织大型宣贯会，邀请相关施工单位、管理单位、养护单位派员参加，并由本文件的主、参编单位举荐人员在会上进行指南解读。

2) 建议由厅发文要求各单位单独组织宣贯培训会，邀请本文件的主编人员进行详细解读，提高公路隧道工程施工、管理一线人员的施工机械化、自动化、智能化意识，增强公路隧道施工机械化作业水平。

八、其他应说明的事项。

无