

# 公路隧道施工安全管理技术应用及分析

王金亮

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

**[摘要]**在公路建设的关键阶段, 针对公路隧道施工这一环节, 必须充分考虑其独特的地质构造及施工环境因素。随着技术的不断进步和施工标准的不断提升, 隧道施工安全管理逐渐成为提高施工质量和确保人民生命安全的重要保障在公路隧道施工领域, 文中通过分析普遍存在的安全隐患及风险要素, 并深入研究了现阶段隧道施工中采纳的安全管理策略, 尤其是对先进的安全监控技术、应急应对体系以及现场人员管理等方面的运用。在此基础上, 文中提出了具体且实用的安全管理举措, 旨在降低施工过程中的安全事故发生率, 确保隧道施工的顺畅进行。通过对地质条件各异情形下的安全管理要领进行深入剖析, 文章旨在为公路隧道施工安全管理的理论与实践发展贡献理论依据与技术参考。

**[关键词]**公路隧道; 施工安全; 管理技术

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15118

中图分类号: U455.1

文献标识码: A

## Application and Analysis of Safety Management Technology in Highway Tunnel Construction

WANG Jinliang

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** In the critical stage of highway construction, it is necessary to fully consider the unique geological structure and construction environment factors of highway tunnel construction. With the continuous advancement of technology and the improvement of construction standards, tunnel construction safety management has gradually become an important guarantee for improving construction quality and ensuring people's safety. In the field of highway tunnel construction, this article analyzes the common safety hazards and risk factors, and deeply studies the safety management strategies adopted in current tunnel construction, especially the application of advanced safety monitoring technology, emergency response system, and on-site personnel management. On this basis, the article proposes specific and practical safety management measures aimed at reducing the incidence of safety accidents during the construction process and ensuring the smooth progress of tunnel construction. Through in-depth analysis of safety management essentials under different geological conditions, this article aims to contribute theoretical basis and technical reference for the development of safety management in highway tunnel construction.

**Keywords:** highway tunnel; construction safety; management technology

### 引言

公路隧道的建设是一项复杂且具有较高技术要求的工程, 涉及深埋、复杂的地质环境以及施工技术的不断创新。随着我国高速公路网络迅速扩张, 随之而来的是公路隧道工程规模与数量的持续攀升。地下隧道工程中的施工活动, 其过程的安全性问题始终是人们关注的焦点。在隧道建设作业期间, 施工人员、机械装置及施工条件等要素, 均可能诱致潜在风险, 进而引发严重的安全事件。在公路隧道建设领域, 确保隧道施工过程的安全, 亟需应用科学的安全管理技术, 这一问题亟待解决。本文就是针对公路隧道施工安全管理技术的应用进行分析和探讨, 以期促进施工的整体安全性与公路隧道的整体使用寿命。

### 1 公路隧道施工安全管理概述

路隧道施工作为基础设施建设的重要组成部分, 具有较高的技术难度和安全风险。在施工过程中, 隧道的特殊环境, 如地质条件复杂、地下水位不稳定、气候变化剧烈等, 都会对施工的安全性产生直接影响。因此, 公路隧道

施工的安全管理显得尤为重要。有效的安全管理不仅能够预防各类事故的发生, 还能提高施工效率, 保障人员和设备的安全, 从而确保项目按时保质完成<sup>[1]</sup>。

实施公路隧道施工安全管理, 旨在系统化、科学化地预防及管控施工过程中的潜在风险, 以保证施工现场的安全与施工进程的顺利。在隧道施工领域, 传统的安全管理模式多仰赖人工进行实地监察, 尽管能够迅速识别隐患, 却常面临响应滞后的不足与效能低下的挑战。技术的不断进步使得现代化安全管理手段在隧道施工领域中得到了广泛应用。在隧道施工过程中, 安全管理不再仅限于人工巡检, 而是涵盖了包括高级监测系统、数据解析技术以及应急响应计划在内的多种策略。采用这些技术, 对隧道施工环境实施实时监控, 对潜在风险进行预测并发出预警, 显著减少了施工过程中的安全隐患。

在信息化技术迅猛发展的背景下, 隧道施工领域的安全管理模式正逐步向智能化与数字化转型。运用前沿的安全监控技术, 施工现场的环境状况、结构变动以及设备运

作得以实现即时跟踪与数据解析,以此保障安全措施的有效执行与风险隐患的即时辨识。通过构建现代隧道施工的安管理体系,不仅为施工单位提供了科学的治理工具,亦为项目顺利推进构筑了坚实的防线。

## 2 公路隧道施工安全管理的现状

在我国公路隧道建设持续推进的背景下,施工安全管理问题备受瞩目。尽管在施工过程中,公路隧道的安全管理问题频现,诸多难题亟待克服。在隧道施工领域,尽管已实施若干安全管理举措,然而隐患问题依然不容忽视。在隧道施工项目中,若缺失了有效的风险预判体系,施工人员对潜在的风险隐患认知匮乏,进而使得部分施工环节未能及时实施有效的安全保障措施。在施工现场这一复杂多变的领域中,传统安全管理手段往往难以迅速响应突发安全事故,显现出其缺乏灵活应变的能力。

就目前公路隧道施工领域而言,安全管理方面的问题可概括为以下几个层面:一是施工现场部分施工人员及管理人员安全管理意识薄弱,对安全重要性认识不足,因而常存侥幸心理,安全意识淡薄。二是在安全管理技术方面,部分老旧隧道项目存在监控设施与设备简陋的问题,导致无法有效进行实时监测与数据解析,进而造成安全信息反馈的延迟。三是在施工领域,安全培训体系尚存不足,部分施工人员因未接受系统化的安全教育及培训,导致其在应急处理方面能力匮乏。四是在安全管理领域,体制构建尚显不足,尽管现行制度构建相对完备,然而在执行环节,常常遭遇执行不力、管理宽松的难题<sup>[2]</sup>。

## 3 公路隧道施工安全管理技术的应用

隧道施工领域,安全监测技术扮演着至关重要的角色,是其基础技术构成的重要组成部分。地质雷达、振动监测仪、位移传感器等传感器被部署于施工场地,以实现隧道掘进速度、地质条件及地下水位等关键指标的实时跟踪监控。在察觉到诸如地质活动、支撑结构不稳等潜在安全隐患时,该监测系统即刻启动警报机制,向施工团队传达紧急应对指令。后期施工决策得益于大数据分析云计算技术的融合,使得监测系统能够高效进行数据存储和趋势剖析,显著增强安全管理的前瞻性。隧道施工领域对建筑信息模型(BIM)技术的应用正逐渐增多,运用BIM技术对隧道施工项目实施全面管控与直观呈现,助力管理者高效执行现场监控、沟通协作与资源配置。在施工前,通过三维建模技术,能对设计阶段的潜在安全隐患进行识别与预防,有效提升了施工过程的安全保障水平。运用BIM技术,施工进度、安全监控以及资源调度等关键信息得以在单一平台上整合,进而实现全方位的安全管理方案提供。

随着人工智能和机器人技术的不断发展,隧道施工中的安全管理也逐渐趋向智能化。例如,运用无人机与智能机器人等高科技设备进行现场巡查,实时采集施工场地图像与数据,借助人工智能算法对所获信息进行深度解析,

有效自动辨识并揭示潜在安全隐患,施工人员得益于机器人技术的运用,得以规避险境,人工操作的风险亦随之降低。在隧道施工过程中,为应对可能发生的突发安全事故,普遍配置了自动化应急响应机制,遭遇紧急情况,此系统即刻触发应急措施,高效应对及处置,例如,一旦监测到隧道内出现有害气体泄漏或气压异常等问题,系统会自动开启通风设备,调节空气流通,确保施工人员的安全。应急响应系统的自动化可以大幅缩短响应时间,提高处理效率<sup>[3]</sup>。

## 4 公路隧道施工安全管理的风险控制与预防措施

### 4.1 地质条件与施工环境风险控制

在公路隧道施工过程中,地质条件和施工环境的变化是影响施工安全的重要因素之一。地质条件包括岩土层的稳定性、地下水位、地震活动以及土壤的力学性质等,而施工环境则涉及气候、温度、湿度、空气质量等外部因素。由于隧道施工大多是在地下进行,施工区域的地质和环境变化直接影响到施工的顺利进行。因此,进行地质条件与施工环境的风险控制,是确保隧道施工安全的关键步骤。

鉴于地质条件的复杂,施工前必先全面开展地质勘察工作,详尽的地质勘探有助于掌握地层构造、岩土稳定性及地下水位等关键信息,进而识别出滑坡、坍塌、涌水等可能的地质灾害隐患。一旦地质风险显露端倪,需迅速实施技术性调整,诸如调整施工策略、选用强度更优的支护结构,抑或采纳防水技术等措施,旨在降低地质问题对隧道建设进程的干扰。例如,对于软弱地层的隧道施工,实施喷射混凝土加固与预应力锚索支护,旨在提升隧道结构的稳固性。

在隧道施工过程中,地下水渗漏构成了不容小觑的潜在威胁。隧道施工过程中,地下水渗透可能引发诸如坍塌及涌水等水害事故,因而需借助安装排水系统、应用防水材料等手段,以减轻地下水对施工安全的潜在威胁。在潮湿或频繁降雨的季节,施工现场的环境稳定性易受气候要素的负面影响。施工单位需构建完善的环境监控网络,对水位、温度、湿度等关键环境参数进行实时监控,遇异常状况进行调整与接入,以保障施工过程的安全稳定。通过科学的环境评估及有效的应对策略,可大幅降低地质及环境诱因导致事故风险,确保隧道施工得以顺畅推进<sup>[4]</sup>。

### 4.2 施工技术与设备风险管理

随着隧道施工技术的不断发展,施工设备和施工方法也逐步向高效、精准、安全的方向发展。然而,施工技术和设备的应用过程中,也存在着一定的风险,这些风险主要来源于设备的故障、施工方法的不适应以及技术人员操作不当等因素。为了有效控制这些风险,必须在施工过程中加强施工技术和设备的管理与维护。

在施工过程中,技术选用与调整务必依据现场的具体状况与条件进行。例如,在软土层或地质结构复杂的地带,若沿用常规挖掘手段,则面临较大安全隐患,此时应采纳

盾构机械、喷射混凝土等前沿施工技术以应对。尽管相关技术能显著减少地质风险,但若施工人员缺乏必要的专业技能,或是设备操作失误,施工事故的风险依旧不容忽视。因此,在技术选定阶段,务必深入实施风险评估,并综合考虑现场地质状况、环境因素及设备功能,挑选出最适宜的施工方法。

施工设备的维护与管理至关重要。隧道施工需要大量的机械设备,如钻机、开挖机、盾构机、输送带等,这些设备的性能直接影响到施工进度和安全,施工过程中,设备一旦出现故障或损坏,极有可能引发施工停顿,甚至造成安全事故的严重后果,设备运行状态的维持,施工单位需定期执行检查与维护作业,以保证其性能处于最佳状态。为确保设备使用安全,操作人员需接受专业训练,掌握操作规范,以防因操作失误导致意外发生<sup>[5]</sup>。

此外,在施工阶段,若技术人员经验欠缺或操作失当,亦可能引发潜在的安全隐患。施工单位需编制详尽的技术操作指导文件,并借助周期性的教育培训与技术研讨活动,增强技术人员的职业技能与安全防范意识。在施工现场,操作人员需精通应急应对措施,以便有效处理突发的紧急情况。通过强化施工技术与设备的管理与调控,显著减少施工潜在风险,保障隧道施工过程的安全流畅。

#### 4.3 应急预案与现场管理

应急预案和现场管理是确保隧道施工安全的重要组成部分,能够帮助施工单位应对突发事件,并及时采取有效的处理措施,防止事态恶化。在隧道施工环节,突发状况频发,诸如岩土坍塌、水涌、气体外泄以及设备故障等,故此编制严谨的应急计划并强化现场管控显得尤为关键,预防性及应对突发性事故所采取的预案措施。构建一套完备的预案体系,需涵盖对事故的迅速应对机制、事故处理流程、应急物资的筹备、疏散路径的规划以及应急通信的联络等多个方面。在制定应急预案时,必须充分考虑常规风险类别,并针对隧道施工的特定性质,组建专门的应急处理团队,同时清晰界定每位成员的职责与使命。面对突发的紧急事件,组成的专业应急队伍迅速作出反应,对事故进行高效处置,力求降低损害<sup>[6]</sup>。

现场管理是施工安全的基础,直接关系到各项安全措施的落实。在施工现场管理中,安全检查、人员分工与设备使用、施工进度以及环境保护等方面均需得到充分考虑。施工现场的安全得以保障,依赖于施工单位精心编制的细致管理方案,同时配备专业的安全管理部门,专职进行现

场的安全监督与执行检查。施工现场的安全巡查应由管理人员定期执行,以便及时揭露潜在隐患并实施相应整改措施。施工现场管理需确保作业人员正确使用安全防护设备,严格执行安全操作规范,以杜绝因操作不当造成的安全事故。

此外,应急预案与现场管理应结合施工现场的实际情况进行调整和完善。在隧道施工进展过程中,风险要素与管理要求随之演变,因此应急预案需定期修订并实施演练,以保障其时效与操作便捷性。基于严谨的预案制定与精准的现场操控,显著增强施工场地的紧急应对实力,确保隧道工程的安全施工,大幅降低事故发生率<sup>[7]</sup>。

#### 5 结语

公路隧道施工是一项高风险的工程活动,施工过程中涉及的安全问题和隐患复杂多变。随着技术的不断进步和施工标准的不断提升,隧道施工安全管理逐渐成为提高施工质量和确保人员生命安全的重要保障。本文通过对隧道施工安全管理现状的分析,结合具体的安全管理技术应用实例,探讨了如何通过科学的安全管理方法有效防范隧道施工中的风险,确保施工人员和设备的安全。随着信息化、智能化技术的快速发展,公路隧道施工的安全管理工作也在逐步升级。尤其是安全监控技术、应急响应系统以及智能化管理平台的应用,为隧道施工提供了更加精准和高效的安全保障。

#### [参考文献]

- [1]郑孟林.公路隧道施工安全管理技术应用与分析[J].上海建材,2024(5):76-78.
- [2]王刚.高速公路隧道施工安全管理与事故预防措施[J].汽车周刊,2024(11):171-173.
- [3]唐继辉,王世武.高速公路隧道施工中的安全管理与技术创新[J].交通建设与管理,2024(4):115-117.
- [4]王虎良,武玉清.岩溶、岩堆体山岭公路隧道施工安全管理研究[J].工程建设与设计,2024(1):229-231.
- [5]杨恩总.高速公路隧道施工安全技术管理策略思考[J].城市建设理论研究(电子版),2023(30):37-39.
- [6]简益义.加强隧道施工安全管理的具体措施分析[J].交通科技与管理,2023,4(1):144-146.
- [7]樊庆文.公路隧道施工安全风险管理体系构建[J].中华建设,2022(8):59-60.

作者简介:王金亮(1990.6—),毕业院校:新疆交通职业技术学院,所学专业:安全技术管理,当前工作单位:新疆生产建设兵团交通建设有限公司,职称级别:工程师。