

公路隧道施工安全管理技术应用与分析

马永伟

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830011

[摘要] 高速公路的迅猛发展带动了隧道工程这一关键交通基础设施的广泛应用, 其涉及山区、城市及地质条件复杂的公路建设领域。在隧道施工环节, 安全风险尤为显著, 涉及爆破作业、深基坑作业及机械设备操作等众多领域。文中对公路隧道施工领域的安全管理问题进行了深入研究, 详细剖析了现行安全管理体系, 同时深入探讨了先进安全管理技术的实际应用, 其目的在于显著提升隧道施工的安全水平, 有效降低安全事故的频发率。本篇文章在深入剖析国内外隧道施工安全管理案例的基础上, 提出了涵盖围岩稳定性监测、施工人员安全防护、风险评估与预警以及应急管理等方面的精准安全管理策略。通过对具体案例的剖析, 对隧道施工安全管理技术的未来演进路径进行了探讨, 旨在为公路隧道的安全生产提供有益的参考。

[关键词] 公路隧道; 施工安全; 安全管理技术; 风险评估; 应急管理

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15127

中图分类号: U455.1

文献标识码: A

Application and Analysis of Safety Management Technology in Highway Tunnel Construction

MA Yongwei

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830011, China

Abstract: The rapid development of highways has driven the widespread application of tunnel engineering, a key transportation infrastructure, which involves the construction of highways in mountainous areas, cities, and complex geological conditions. In the tunnel construction process, safety risks are particularly significant, involving many fields such as blasting operations, deep excavation operations, and mechanical equipment operation. The article conducts in-depth research on safety management issues in the field of highway tunnel construction, analyzes the current safety management system in detail, and explores the practical application of advanced safety management technologies, with the aim of significantly improving the safety level of tunnel construction and effectively reducing the frequency of safety accidents. On the basis of in-depth analysis of domestic and foreign tunnel construction safety management cases, this article proposes precise safety management strategies covering rock stability monitoring, construction personnel safety protection, risk assessment and warning, and emergency management. Through the analysis of specific cases, this paper explores the future evolution path of tunnel construction safety management technology, aiming to provide useful references for the safe production of highway tunnels.

Keywords: highway tunnel; construction safety; safety management technology; risk assessment; emergency management

引言

路建设持续推进, 隧道这一关键交通枢纽, 正承担着日益增长的运输负荷。然而, 特殊的作业环境与复杂的地质条件, 使得隧道施工常遭遇显著的安全风险挑战。在施工过程中, 对隧道的挖掘、支撑以及爆破作业, 一旦操作失误, 极易引发塌陷、爆炸及人员伤亡等重大安全事故。科技进步带动了安全管理技术在公路隧道施工领域的广泛应用, 实施合理评估、实时监督及自动化管理, 有效预防并控制施工环节的安全隐患, 降低事故发生频率, 进而提升施工效能。下文就公路隧道施工安全管理风险以及管理技术的应用进行探讨, 以期提升我国公路隧道工程的施工安全。

1 公路隧道施工的安全风险

实施公路隧道施工这一过程, 其作业环节错综复杂, 任何一环都潜藏着或轻或重的安全风险。在隧道施工过程中, 存在着多维度安全风险, 诸如地质环境潜在威胁、施

工技术操作隐患、设备管理不足及人员操作失误等。在隧道施工这一复杂作业中, 施工单位必须面对地质环境的挑战, 而围岩性质作为影响施工安全的关键因素, 其重要性不容忽视^[1]。

施工技术风险主要涉及隧道的开挖方法、支护结构的设计与施工过程中的技术手段。例如, 风险系数较高的爆破作业, 一旦爆破参数设置不当或操作失准, 便可能引发剧烈震动、爆炸乃至破坏, 随之影响施工进度与施工人员的安全不容忽视。机械设备的运用过程, 暗藏风险隐患, 在隧道施工领域, 广泛应用的各类设备, 诸如盾构机、开挖机、支护装置等。在应用过程中若遭遇故障或操作失误, 往往导致设备损毁及人员伤亡。在隧道施工过程中, 对各类设备实施高效的管理与维护, 构成了设备管理的风险核心。

施工现场的安全与否, 与施工人员的安全意识、操作技能及应急处置能力密切相关。在隧道施工的相对封闭环境中, 由于空气流通不佳、光线昏暗, 施工人员常感疲惫,

因而容易疏于关注安全防护。在进行隧道建设过程中,施工任务往往繁重,特别是在爆破、开挖、焊接等危险性较高的作业环节,一旦操作失误,便可能引发安全事故。

2 公路隧道施工安全管理体系

在公路隧道施工领域,构建一套完善的安全管理体系是保障施工安全的关键,这一体系涵盖了一系列多维度的管理策略。施工过程中,一套健全的安全管理体系不仅有助于预防事故发生,而且在突发安全事故面前亦能提供坚实保障。

2.1 安全管理组织架构

在隧道施工项目中,安全管理职责应由专业团队承担,该团队包括项目经理、安全主管与技术负责人等关键角色,旨在确保各级管理人员职责清晰、责任分配得当。在项目实施阶段,负责全面安全规划及其实施的负责人,致力于确保每一个施工环节均有对应的安全防护策略^[2]。

2.2 安全风险识别与评估

全面的风险识别和评估是构建隧道施工安全管理体系不可或缺的基础。在进行施工前,项目单位需详尽评估安全风险,辨识施工环节可能潜藏的安全隐患,对施工现场的地质状况、周边环境、作业形式进行详尽分析,对各类潜在风险及其可能引发的负面影响及发生概率进行科学评估。采用专家评审、经验判断、模拟仿真等评估手段,对潜在的安全风险进行全方位审查,以此为基础制定后续的安全管理策略。

2.3 安全技术措施与控制

针对施工过程中辨识出的风险,务必采纳特定安全技术,确保工程顺利进行。为应对围岩的稳定性问题,实施地质雷达和隧道监控系统等先进监测技术的实时监控,并据此迅速执行加固作业;在爆破作业中,采纳先进的爆破技术,科学规划爆破参数,以实现爆破作业的精确性与安全保障。

2.4 安全操作规程与作业标准

在隧道施工领域,安全操作规程与作业标准构成了保障施工过程安全的关键要素,在执行每一项施工任务之际,务必编制详尽的安全作业指导文件,旨在让施工人员清晰掌握作业中的安全规范,在执行爆破、起重、焊接等具有高风险的作业时,务必严格遵守作业规范,并确立具体详尽的作业流程及安全保障措施,严格的安全培训是施工人员必备的,它要求他们熟练掌握操作技能及高效应对紧急情况的能力^[3]。

2.5 应急管理 with 事故处理

在隧道施工环境中,尽管安全管理体系能有效地防范事故发生,却因环境特性,突发安全事件仍时有发生。在紧急情况下,构建一个高效的应急管理体系显得尤为关键,构建应急管理体系,涉及应急预案的编制、应急演练的实施以及应急队伍的组建。当遭遇紧急状况,担任应急职责的人员需立即执行预先制定的应对措施,统筹整合各类资

源,竭力降低事故造成的损失。

3 安全管理技术的应用

3.1 围岩稳定性监测技术

在隧道施工领域,围岩的稳定性扮演着至关重要的安全角色,其不稳定状态极有可能引发隧道坍塌、地面滑移以及岩石剥落等险情。实时监测围岩稳定性,应用围岩稳定性监测技术,对施工安全至关重要,以确保围岩变形和应力状态得以实时掌控,进而及时施策。地质雷达、声波探测、应变计、位移计和隧道监控系统等,均为评估围岩稳定性的关键监测技术手段。

电磁波发射器即地质雷达,其功能在于探测地下岩层的结构及裂隙,并监测水文条件,以此手段可对围岩的异常状况进行有效识别,进而实施提前预警。围岩变形监测中,应变计与位移计功不可没,它们实时捕捉围岩变动,数据剖析揭示围岩是否出现不稳之兆。施工人员通过隧道监控系统,运用多样化的传感器设备,对隧道周边围岩的压力、位移以及变形进行综合监测,并将实时数据传输反馈。施工单位通过对所获监测数据深入分析,能够敏锐洞察围岩的潜在风险,进而据此实施加固措施或调整施工策略,以保障施工过程的安全性^[4]。

3.2 施工人员安全防护技术

隧道施工安全管理中,施工人员的安全防护占据着至关重要的地位。在隧道施工过程中,众多复杂因素交织,诸如低温、湿度、通风不良及机械设备操作等,这些潜在的危险要素往往容易诱发施工人员伤亡或安全事故的频发。为确保施工人员的人身安全,采纳前沿的安全防护技术显得尤为关键。隧道施工环境复杂,施工人员需配备规范的个人防护设施,诸如安全帽、防护鞋、防护眼镜、防尘口罩等,以有效抵御掉落物、飞尘及有毒气体等潜在风险。在科技不断进步的背景下,隧道施工领域逐步引入了智能化安全防护设施,装备有传感器的智能安全帽,能实时监控佩戴者的生命体征(诸如心率、体温等)。

在执行高风险作业过程中,施工人员必须配备防爆、防火、防跌落等防护设施,并接受严苛的安全操作训练。实施全面的安全防护技术及措施,旨在最大限度地降低施工人员面临的安全风险,从而保障其生命安全。

3.3 风险评估与预警技术

在隧道施工过程中,鉴于地质环境的多变性与施工条件的复杂性,对可能发生的安全风险进行及时评估与预测,其重要性不言而喻,旨在提前识别可能存在的安全隐患并采纳相应预防手段的风险评估与预警技术。对于提升施工过程的安全性、降低事故发生率具有至关重要的价值^[5]。

风险评估技术通常通过对隧道施工的地质环境、施工方法、设备状况等多维度因素进行全面分析,识别出施工过程中可能存在的风险点。常见的评估方法有定性分析与定量分析相结合,利用数据模型和历史事故数据进行风险预测。例如,基于数据挖掘技术和人工智能算法,可以从

历史施工数据中识别出潜在的风险模式,从而提前预测可能发生的安全问题。

3.4 智能化安全管理平台的应用

随着信息技术的发展,智能化安全管理平台逐渐成为公路隧道施工中不可或缺的一部分。智能化安全管理平台通过集成多种先进技术,如物联网、大数据、云计算、人工智能等,形成了一个全面的施工安全管理系统,能够实现对施工现场的实时监控、分析、预警和响应。

智能化安全管理平台的核心功能是数据采集与分析。通过安装在施工现场的传感器、摄像头、监测仪器等设备,平台能够实时采集施工现场的各类数据,如人员位置、设备运作状态、围岩变形等,并通过云平台将数据进行实时上传和存储。

4 公路隧道施工中的应急管理

4.1 应急预案的制定与完善

在隧道施工安全管理的范畴内,应急预案的编制与优化扮演着举足轻重的角色,它为应对突发事件提供了迅速反应及处理对策,高效实施事故应急响应,需构建周密而科学的应急预案,以最大限度地减轻事故对施工人员、设备与工程进度的负面影响。在制定应急预案时,需针对多样的施工条件、作业手段以及潜在的安全隐患,实施分门别类及有的放矢的设计。突发地质灾害,如围岩坍塌、突水、突泥等,亟需设立专项应急对策;针对技术性事故,诸如设备故障与电气火灾,独立制定应对预案势在必行^[6]。

4.2 应急响应的组织与协调

在隧道施工过程中,高效的安全管理运作离不开对应急响应及其组织与协调的重视,在紧急事件应对过程中,所构建的架构体系通常涵盖应急指挥中心、安全管理团队、技术支持团队、医护救援团队等关键部门,这些部门需在紧急状态下紧密协作,协同构建一个高效、协同的应急响应系统,突发状况降临之际,科学的组织架构保障了信息畅通无阻,决策高效迅捷,资源合理调配,从而确保了救援行动的有序开展。

在实施应急响应过程中,组织需要确立明确的责任分配机制,各相关部门需遵循预先设定的职责范畴展开协作配合。例如,一旦事故发生,安全管理团队需迅速核实事故详情,并立即部署人员执行疏散及救助任务。承担技术支持任务的团队,须给予专业性的技术辅导与必要的设备辅助;在救援行动中,医护救援团队肩负起现场急救的重任。在紧急救援任务中,应急指挥中心需统筹调度,对各部门进行有效协调,合理配置资源与人员,保障救援行动连贯且资源分配得当,信息流通的重要,不亚于人员之间的协作,二者相辅相成,缺一不可。实施应急响应时,指挥者必须借助无线电、通信系统等设施,以保障现场与指挥中心及各相关单位间信息的即时传递。遭遇事故,保障信息流通,使指挥中心能及时掌握现场状况,进而迅速作

出评估与抉择。

4.3 应急管理技术手段的应用

在隧道施工安全领域,应急管理技术的运用日益凸显其关键作用,其与生俱来的现代技术特性,赋予应急响应前所未有的科学性、精准度与效率。在隧道施工应急管理的领域中,随着信息化的推进和智能化的深入,诸如物联网、大数据分析、无人机巡检以及智能监测设备等先进技术手段得以广泛应用,从而显著提高了应急管理的综合效能。实时监控施工现场环境和设备状态,传感器与智能设备共同构成了物联网技术的核心应用。施工环节中,隧道围岩状态、地下水位高低及气体浓度等要素,均有可能诱发意外事件。部署传感设备,实现数据的即时捕捉,依托物联网技术平台,实现集中化的安全监控,确保能够迅速识别潜在的安全风险^[7]。

施工单位借助大数据分析手段,有效应对应急管理,预测事故发生趋势与规律。通过分析历史事故与现场监测资料,有效辨识出隐藏的风险地带,从而为预防措施制定提供前置依据。依托大数据技术构建的风险预测体系,能够精准识别施工过程中潜在的关键安全风险点,进而实现前置干预,有效预防事故的潜在发生。

5 结语

公路隧道施工中的安全管理技术已经逐步走向智能化、数字化和精细化,技术手段的不断创新为提高施工安全、减少事故发生、保障施工人员生命安全提供了强有力的支持。未来,随着新技术的不断发展与应用,公路隧道施工的安全管理将更加高效和精准,施工过程中的风险将得到更有效的控制,从而为公路隧道建设提供更加坚实的安全保障。

【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]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.
- [3]周小燕.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(6):37-39.
- [4]李翔.公路隧道施工安全管理技术应用研究[J].运输经理世界,2023(14):95-97.
- [5]郭聪.公路隧道施工安全管理技术应用分析[J].智能城市,2021,7(6):136-137.
- [6]王小松.公路隧道施工安全管理技术应用探讨[J].中国建材,2020(5):119-121.
- [7]刘艳仓.高速公路隧道技术施工及安全管理措施研究分析[J].中华建设,2019(4):46-47.

作者简介:马永伟(1989.4—),毕业院校:河南城建学院,所学专业:给排水,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:中级。