

隧道施工安全风险与隧道施工现场管理研究

邵恩杰

山东省交通工程监理咨询有限公司 山东 济南 250117

摘要: 隧道施工中,地质、工艺、设备、人员及现场环境等因素均会引发安全风险。本文详细阐述了隧道施工安全风险核心类别及影响因素,剖析了施工现场组织、安全、设备、人员及环境等管理核心内容,并探讨了基于风险管控的现场管理体系搭建、风险防控流程优化、人员与设备管理风险协同管控、现场环境管理与风险防控联动等协同路径,为提升隧道施工安全水平提供参考。

关键词: 隧道施工; 安全风险; 影响因素; 现场管理; 协同路径

引言: 隧道工程在交通、水利等领域占据关键地位,其施工过程复杂且面临诸多挑战。施工安全风险贯穿隧道建设始终,涉及地质、工艺、设备、人员及环境等多方面,对工程进度、质量及人员生命安全构成严重威胁。深入探究隧道施工安全风险核心类别、影响因素及施工现场管理核心内容,并寻求安全风险与现场管理的协同路径,对于保障隧道施工安全、推动隧道工程高质量发展具有重要意义。

1 隧道施工安全风险核心类别

1.1 地质相关安全风险

不良地质引发的风险主要源于施工区域各类复杂地质条件,不同类型不良地质会带来不同安全隐患,破坏施工区域稳定性,干扰施工正常推进^[1]。围岩稳定性相关风险与岩层自身性质、完整程度密切相关,岩层松软、破碎或风化严重时,易发生剥落、坍塌等情况,威胁施工安全。地下水相关风险体现在地下水位变化、水流速度等方面,水位过高或水流过急会导致施工区域积水、涌水,甚至引发突泥现象,破坏地质结构,增加施工安全隐患。

1.2 施工工艺相关安全风险

开挖施工相关风险产生于开挖方式选择与操作过程,开挖速度过快、开挖顺序不合理,会破坏围岩原有稳定性,引发坍塌等安全问题。支护施工相关风险与支护时机、支护材料选择及施工质量有关,支护不及时、材料不符合要求或施工不到位,无法有效支撑围岩,易加剧施工安全风险。衬砌施工相关风险主要来自衬砌材料质量、施工工艺执行情况,衬砌厚度不足、浇筑不密实,会影响隧道结构整体性与稳定性。通风、排水施工相关风险体现在通风不畅、排水不及时,通风不良会导致有毒有害气体积聚,排水不及时会造成施工区域积水,均会给施工安全带来威胁。

1.3 施工设备相关安全风险

设备运行相关风险源于设备性能状态与操作规范程度,设备长期运行易出现零部件磨损、性能下降等问题,违规操作也会导致设备运行失控,引发安全事故。设备布置相关风险与现场设备摆放位置、间距有关,设备摆放杂乱、间距不足,会影响施工人员作业空间,增加设备碰撞、人员受伤等隐患。设备维护相关风险来自日常维护保养不到位,缺乏定期检修与保养,会导致设备故障频发,不仅影响施工进度,还会引发各类安全风险。

1.4 人员相关安全风险

人员操作相关风险主要因作业人员专业技能不足、操作不规范导致,对施工工艺、设备操作要求掌握不熟练,易出现操作失误,引发安全隐患。人员安全意识相关风险体现在作业人员忽视施工安全规范,缺乏安全防范意识,违规操作、冒险作业等行为屡有发生,直接增加事故发生概率。作业人员责任意识不强,作业过程中敷衍了事,也会间接加剧人员相关安全风险,影响整体施工安全管控效果。

2 隧道施工安全风险的影响因素

2.1 地质条件因素

地质条件是隧道施工安全风险的核心影响因素,直接决定施工过程中的风险类型与风险程度。隧道施工区域的地质构造复杂程度、岩层性质差异,会对施工安全形成直接制约^[2]。岩层的坚硬程度、完整性与稳定性,影响开挖施工的难度与安全性,松软岩层易发生坍塌,坚硬岩层则可能增加开挖阻力并引发其他安全隐患。地下水位高低与分布状态,会改变施工区域的地质稳定性,水位过高易导致涌水、突泥等风险,破坏施工环境的安全性。地质构造中的断层、破碎带等特殊区域,会进一步加剧施工安全风险,增加施工过程中的不确定性,给安全管控带来极大挑战。

2.2 施工技术与工艺因素

施工技术与工艺的合理性的选择, 直接关系隧道施工安全风险的防控效果。施工技术的适配性不足, 无法与现场地质条件、施工需求形成有效匹配, 会导致施工环节出现衔接不畅、操作不当等问题, 进而引发安全风险。施工工艺的规范性不足, 各施工环节的操作流程缺乏统一标准, 会降低施工质量与安全水平, 增加风险发生概率。开挖、支护、衬砌等关键施工环节的工艺选择与执行质量, 直接影响隧道结构稳定性, 工艺执行不到位易导致隧道变形、坍塌等重大安全隐患。

2.3 设备配置与管理因素

设备配置与管理的科学性, 对隧道施工安全风险具有重要影响。设备配置不合理, 选用的施工设备性能无法满足施工需求, 或者设备数量不足、型号不匹配, 会降低施工效率, 同时增加操作过程中的安全隐患。设备日常管理不到位, 缺乏系统的维护与保养, 会导致设备性能下降、故障频发, 设备运行过程中易出现失控情况, 进而引发安全事故。设备布置不符合施工规范, 摆放杂乱无序, 会影响施工人员作业空间与操作安全性, 增加设备碰撞、人员受伤等风险。设备管理流程不健全, 缺乏明确的管理责任与操作规范, 会导致设备使用、维护、保养等环节出现疏漏, 进一步加剧施工安全风险。

2.4 人员素养因素

人员素养直接影响隧道施工安全风险的防控能力, 是施工安全管理的关键环节。施工人员专业技能不足, 对施工技术、工艺要求掌握不熟练, 操作过程中易出现失误, 导致施工环节存在安全隐患。施工人员安全意识薄弱, 忽视施工安全规范, 违规操作、冒险作业等行为, 会直接引发安全事故。施工人员责任意识不强, 作业过程中敷衍了事、粗心大意, 会导致施工质量不达标, 间接增加安全风险。缺乏系统的技能培训与安全教育, 施工人员无法及时掌握最新的施工技术与安全规范, 难以应对复杂施工环境下的各类安全隐患, 也会降低整体安全防控水平。

2.5 现场环境因素

隧道施工现场环境复杂多变, 各类环境因素相互作用, 易引发施工安全风险。施工现场的通风条件不佳, 会导致有毒有害气体积聚, 影响施工人员作业安全与身体健康, 同时降低施工环境的能见度, 增加操作失误概率。施工现场的排水系统不完善, 遇到降雨、地下水渗漏等情况时, 易出现积水现象, 破坏施工区域稳定性, 引发坍塌、涌水等风险。施工现场的照明条件不足, 夜间或隧道内部作业时, 施工人员视线受阻, 难以发现潜在安全隐患, 增

加操作失误与安全事故发生概率。施工现场的作业空间狭窄, 施工人员与设备的活动范围受限, 易出现人员碰撞、设备误操作等情况, 进一步提升施工安全风险。

3 隧道施工现场管理核心内容

3.1 施工现场组织管理

在隧道施工中, 地质条件是影响开挖与支护策略的关键因素。面对不同地质状况, 需量身定制开挖方案, 确保施工的安全性及高效性^[3]。施工过程中, 应严格遵循“随挖随支护, 先喷后锚”的原则, 即每完成一段开挖, 立即进行支护作业, 先实施喷射混凝土, 再安装锚杆, 以此迅速封闭围岩, 有效控制围岩初期变形, 防止因暴露时间过长而引发的安全隐患。此外, 对围岩的各类变形量进行持续、精准的监控量测至关重要, 这些数据是评估围岩稳定性的重要依据。基于量测结果, 可适时调整支护参数与开挖方法, 确保施工策略与地质条件动态匹配, 既保障施工安全, 又提升施工效率, 实现隧道施工的优化管理。

3.2 施工现场安全管控

在隧道掘进作业推进时, 要严格依照规定频率开展超前地质预报工作。通过科学、精准的地质预报手段, 提前洞察前方地质状况。若在预报过程中发现不良地质情况, 例如断层破碎带、软弱夹层等, 或是遭遇地下水突涌这类对工程安全构成严重威胁的状况, 必须迅速做出反应。依据预先制定的应急预案, 结合现场实际情况, 果断采取针对性应对措施, 如调整掘进参数、加强支护力度等, 以保障施工安全。

3.3 施工现场设备管理

设备进场管控需对进场施工设备进行严格检查, 核查设备性能、规格与施工需求的适配性, 确认设备无故障、符合施工标准后, 方可允许设备进场投入使用。设备现场运行管理需规范设备操作流程, 要求作业人员按照操作标准使用设备, 监控设备运行状态, 及时发现设备运行过程中的异常情况, 采取相应措施处理, 保障设备正常运行。设备日常维护管理需建立完善的维护机制, 定期对设备进行清洁、检修与保养, 及时更换老化零部件, 提升设备使用寿命, 避免设备因维护不当出现故障影响施工。

3.4 施工现场人员管理

为提升施工人员安全保障水平, 需有序推进多项安全举措。定期组织应急演练活动, 通过模拟真实场景, 让作业人员熟悉应急流程, 在潜移默化中增强安全防范意识。同时, 在日常培训中清晰阐述作业各环节的安全注意事项, 确保每位人员心中有数。强化现场作业人员

应急处置能力训练,使其在面对突发状况时能迅速、准确应对。此外,依据施工需求足额配备质量合格的安全防护用品,如安全帽、安全带等,并督促人员正确佩戴使用。通过这一系列举措,构建起全方位的安全防护体系,为施工人员人身安全提供坚实保障。

3.5 施工现场环境管理

现场施工环境管控需结合隧道施工环境复杂多变的特点,采取针对性管控措施,优化施工现场通风、排水、照明等关键条件,改善作业环境质量,为施工人员提供安全、舒适的作业环境^[4]。环境隐患处置管理需定期排查施工现场各类环境隐患,重点关注通风不良、积水淤积、照明不足等突出问题,及时采取有效处置措施整改隐患,避免环境因素引发施工安全风险,为隧道施工顺利推进提供环境保障。

4 隧道施工安全风险与施工现场管理的协同路径

4.1 基于风险管控的现场管理体系搭建

搭建基于风险管控的现场管理体系,需立足隧道施工各类安全风险特点,将风险管控理念贯穿现场管理全流程,明确管理体系的核心目标与运行原则。结合现场管理各环节需求,完善管理体系的各项内容,整合组织管理、安全管控、设备管理、人员管理与环境管理的核心要素,形成覆盖全面、权责清晰的管理框架。优化管理体系的运行机制,明确各岗位在风险管控与现场管理中的职责,推动管理体系与施工实际深度融合,让现场管理成为风险防控的重要载体,通过体系化管理防范各类施工安全风险。

4.2 现场管理中风险防控流程优化

优化现场管理中的风险防控流程,需梳理现有防控流程的薄弱环节,结合现场施工进度与风险变化特点,调整防控流程的关键节点。简化冗余防控环节,明确各节点的防控要求与操作标准,让风险防控流程更贴合现场管理实际,提升防控效率。将风险防控流程与现场施工流程、管理流程有机衔接,确保防控工作同步推进、无缝配合,在现场组织、作业实施、设备运行、人员作业等各环节嵌入风险防控要求,通过流程优化实现风险早发现、早处置,降低风险扩大蔓延的可能性。

4.3 人员与设备管理的风险协同管控

推进人员与设备管理的风险协同管控,需兼顾人员素养提升与设备规范管理,构建两者协同发力的管控模

式。加强人员技能培训与安全教育,提升人员对设备操作、风险识别的能力,规范人员作业行为,减少因人员操作不当引发的设备故障与安全风险。强化设备全流程管理,规范设备进场、运行、维护等各环节管控,确保设备性能稳定,减少设备故障对人员作业安全的威胁。建立人员与设备管理的联动机制,及时沟通设备运行状态与人员作业情况,针对潜在风险制定协同防控措施,实现人员管理与设备管理的双向赋能、风险共防。

4.4 现场环境管理与风险防控的联动

推动现场环境管理与风险防控的联动,需充分认识环境因素对施工安全风险的影响,将环境管控与风险防控紧密结合。加强现场施工环境常态化管控,优化通风、排水、照明等环境条件,改善施工环境,减少环境因素引发的安全风险^[5]。建立环境隐患与安全风险的联动排查机制,在排查现场环境隐患的同时,分析隐患可能引发的安全风险,同步制定环境整改与风险防控措施。根据环境变化调整风险防控策略,针对不同环境条件优化防控方案,让环境管理成为风险防控的重要支撑,通过环境管控与风险防控的联动,提升隧道施工安全水平。

结束语

隧道施工安全风险与现场管理紧密相连,二者协同是保障施工安全的核心。通过搭建基于风险管控的现场管理体系,优化风险防控流程,推进人员与设备管理协同,联动现场环境管理与风险防控,可形成全方位、多层次的安全保障网络。这不仅能有效降低隧道施工安全风险,还能提升施工效率与质量,推动隧道建设行业朝着更安全、更高效的方向发展,为基础设施建设提供坚实支撑。

参考文献

- [1]王开明,王云来.隧道施工安全风险与隧道施工现场管理[J].智能建筑与工程机械,2023,5(6):78-80.
- [2]袁贤王.公路隧道施工安全风险与现场管理研究[J].大众标准化,2023(14):93-95.
- [3]房李杰.隧道施工安全风险与现场管理的策略探讨[J].建筑·建材·装饰,2022(17):24-26.
- [4]俞洋.隧道工程施工现场安全风险分析与安全管理措施[J].大众标准化,2023(5):90-92.
- [5]匡家毅,秦海军.公路隧道施工安全风险与现场管理研究[J].工程技术研究,2023,5(16):188-190.