

公路隧道养护标准化探讨

金浩然

内蒙古交通设计研究院有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010010

摘要: 本文围绕公路隧道养护标准化展开探讨。阐述标准化概念内涵,剖析公路隧道养护标准化特殊性与理论框架。构建标准化体系,从体系架构、作业流程、技术标准与方法三方面阐述。提出实施路径,涵盖组织管理、资源保障、风险管控标准化。分析实施难点,包括技术标准适应性、多部门协同、资金投入效益平衡,并给出强化标准更新、加强合作、建立后评估体系及借助信息化手段等对策。

关键词: 公路隧道; 养护标准化; 全生命周期管理; 预防性养护

引言: 随着交通建设发展,公路隧道数量增多,其养护工作愈发关键。隧道结构复杂、环境恶劣、作业空间受限,养护面临诸多挑战。养护标准化成为保障隧道安全运营、提升养护效率与质量的重要途径。然而,目前公路隧道养护标准化在理论体系构建、实施路径探索等方面仍存在不足。本文将深入探讨公路隧道养护标准化相关问题,以为实际养护工作提供有益参考。

1 公路隧道养护标准化理论基础

1.1 标准化概念与内涵

标准化,从定义层面来讲,是在一定的范围内获得最佳秩序,对实际的或潜在的问题制定共同的和重复使用的规则的活动。其基本原则包括统一性、协调性、优化性和前瞻性。统一性确保养护工作在关键环节有统一标准,如养护作业流程、设备操作规范等,避免不同地区、不同团队养护工作的随意性。协调性要求公路隧道养护与周边道路设施养护、交通管理等相互配合,形成有机整体。优化性则聚焦于通过不断改进养护标准,提升养护效率与质量,以最少资源投入获取最佳养护效果^[1]。前瞻性使得养护标准能适应未来交通量增长、技术革新等变化,提前布局相关要求。公路隧道养护标准化具有显著特殊性。隧道结构复杂,包含衬砌、路面、通风、照明等多个系统,各系统相互关联,任一系统出现问题都可能影响隧道整体运营安全,这就要求养护标准全面且精细,覆盖各个系统。隧道所处环境恶劣,受潮湿、粉尘、有害气体影响,加之车辆荷载冲击,对养护标准的耐久性和适应性要求更高。而且隧道养护作业空间受限,存在较大安全风险,养护标准化需对安全防护、作业组织等制定专门规则,保障养护人员安全与作业顺利进行。

1.2 养护标准化的理论框架

全生命周期管理理论贯穿公路隧道养护全程。在规

划设计阶段,便将后期养护需求纳入规划,合理选定结构形式与材料,为后续养护工作奠定坚实基础。施工阶段严格把控质量关卡,力求减少隧道先天缺陷,为长期稳定运行提供保障。进入运营期,依据隧道不同阶段特点,制定科学养护规划,定期开展检测评估工作,确保隧道性能始终处于稳定状态。风险管理与预防性养护理论深度融合,通过风险识别,精准找出隧道可能出现的病害风险点,如衬砌裂缝、渗漏水等。依据风险评估结果,提前制定预防性养护方案,对高风险区域加强巡查,定期进行预防性维护,如喷涂防护涂层、加固衬砌等,降低病害发生几率,延长隧道使用寿命。协同管理与资源优化理论强调多方协作,公路隧道养护涉及交通、市政、消防等多个部门,需加强沟通协作。交通部门协调交通管制,保障养护作业时交通顺畅;市政部门协助处理隧道排水与周边环境问题;消防部门参与消防设施维护管理。整合多方资源,根据养护任务需求,合理调配资源,提高资源利用效率,避免资源浪费。

2 公路隧道养护标准化体系构建

2.1 标准化体系架构设计

公路隧道养护标准化体系呈现层级化与模块化特征。层级化标准体系涵盖通用标准、行业细化标准及企业专属标准。通用标准具权威与普适特性,明确养护基本要求与规范,保障养护工作达基础质量水平。行业细化标准在通用标准基础上进一步细化,由行业协会或专业机构制定,综合考虑不同地区隧道共性及行业发展需求^[2]。针对不同地质条件隧道衬砌结构,规定养护技术要点,统一机电设备维护周期与性能指标,为行业养护提供实操指引。企业专属标准是养护企业依据自身情况与技术优势所设内部规范。为提升竞争力,企业在遵循通用与行业细化标准的同时,结合养护经验与创新成果,制定更严格高效标准,如缩短巡查间隔、提高设备维护

质量标准,以保障养护效果领先。模块化标准将养护工作按系统划分。结构模块聚焦隧道衬砌、洞门、路面等结构养护,明确衬砌裂缝、剥落检测及维修标准,规定洞门稳定性评估指标与加固措施,说明隧道路面抗滑、平整度等养护要求。机电模块涵盖通风、照明、消防、监控等设备养护规范,针对各设备制定清洁、性能检测周期与标准,规定检查、维护与更换流程,确保设备正常运行。通风模块依交通流量、空气质量动态调整通风量,照明模块兼顾亮度、节能与视觉舒适度,采用节能灯具与智能控制技术,实现高效养护。

2.2 养护作业流程标准化

日常巡查与定期检测是隧道安全运营保障。日常巡查结合人工与智能设备,每日检查衬砌裂缝、渗漏水,路面杂物,机电设备运行等,巡查人员用专业工具记录问题。定期检测按规定周期,用地质雷达测衬砌厚度与缺陷、回弹仪测混凝土强度,保障结构安全。病害诊断与评估在发现问题后展开。专业人员依检测数据与现场情况,分析病害成因与严重程度。如对衬砌裂缝,判断是温度应力、结构受力还是施工质量问题,评估对结构安全的影响,为维修提供依据。维修加固与应急处置依病害诊断实施。一般病害按既定标准修复,如小裂缝灌浆、路面局部破损铣刨重铺。遇突发重大病害或紧急情况,如火灾、坍塌,立即启动应急流程。迅速组织救援、疏散人员,采取临时支护、灭火等措施防止事故扩大,后续全面维修加固恢复使用。

2.3 技术标准与方法

结构健康监测技术标准助力实时掌握隧道结构安全。在关键部位安装应变片、位移计等传感器,监测结构应力、变形参数。制定数据采集频率、传输与分析标准,确保数据可靠。超正常范围时及时预警,为养护决策提供科学依据。无损检测技术规范在不破坏结构前提下检测内部缺陷。规范地质雷达、超声波等设备操作、检测范围与数据分析标准。精准识别衬砌空洞、钢筋锈蚀等病害,支持预防性养护。智能化养护技术顺应发展趋势。利用物联网实现养护设备与隧道设施联通,实时监控设备运行与环境参数。运用大数据分析养护数据,预测病害趋势、优化养护计划。引入智能机器人如清洁、检测机器人,提升养护效率与质量,降低人工强度与安全风险。

3 公路隧道养护标准化实施路径

3.1 组织管理标准化

合理设置养护管理机构至关重要。依据隧道规模、分布区域构建层级架构,省级设养护管理中心,统筹全

省养护战略与政策制定。市级部门承接任务,结合本地情况细化养护计划,监督指导县级单位。县级单位作为一线,负责具体养护作业实施。省级中心把控宏观政策与资源调配,市级侧重区域协调监督,县级专注现场操作,以此保障养护工作有序高效开展。建立人员培训与资质认证体系,是提升养护队伍素质的关键。定期开展针对性培训,内容涵盖隧道结构知识、养护技术及安全规程等^[3]。邀请专家授课,组织实地演练,提升人员实操能力。实行严格资质认证制度,养护人员经培训考核合格,取得对应资质证书才能上岗。不同岗位有不同资质要求,结构检测人员需掌握专业检测技术,机电维护人员要熟悉设备维修技能,以此确保护养质量。通过养护计划与绩效考核机制,明确养护工作目标与责任。结合隧道技术状况、交通流量制定年度、季度、月度计划,确定各阶段养护任务与时间节点,比如春季安排全面结构检测,夏季重点维护通风排水系统。建立科学考核指标,从作业进度、质量、安全等方面考核养护单位与人员,考核结果与绩效奖金、岗位晋升挂钩,激励人员积极履职,提高养护效率与质量。

3.2 资源保障标准化

养护设备与材料选用标准是养护工作的物质基础。依据养护需求,选用先进适用设备,如隧道清洗车,能自动喷水、清扫,快速清洁路面与墙面。严格把控材料质量,选用耐久性好、抗渗性强的防水材料治理衬砌渗漏水,确保材料性能符合养护要求,延长隧道使用寿命。信息化平台建设与管理为养护决策提供支撑。搭建综合信息化平台,涵盖隧道基础信息、养护记录、检测数据等。养护人员可实时录入作业情况,检测人员上传数据。平台运用数据分析技术评估预测隧道技术状况,为养护计划制定提供科学依据,如通过分析检测数据预测衬砌病害趋势,提前安排维修。资金预算与成本控制规范保障养护资金合理使用。根据养护计划与实际需求编制预算,明确各项任务资金分配,隧道维修时详细核算各项费用,避免浪费。建立成本控制机制,监控养护费用,定期分析,及时调整不合理支出,提高资金利用效率。

3.3 风险管控标准化

安全风险评估与预警机制保障隧道养护安全。定期评估养护作业环境风险,识别火灾、坍塌、有害气体泄漏等风险。采用风险矩阵法量化评估风险可能性与危害程度,针对高风险区设置预警装置,如在易发生火灾地段安装烟雾报警器,异常时及时报警,通知人员撤离并采取应急措施,降低事故概率。应急预案制定与演练提

升应对突发事件能力。针对各类安全事故与自然灾害制定预案,明确应急组织、职责、处置流程与救援措施,如火灾预案中规定灭火设备使用、人员疏散及消防联络方式。定期组织演练,模拟火灾、坍塌场景,检验预案可行性,提高人员应急反应与协同能力。环保与节能减排措施在隧道养护中不可或缺。养护作业选用环保型材料与设备,减少粉尘、噪声、废水排放,如采用水性涂料降低挥发性有机物排放。优化通风与照明系统运行方案,根据交通流量与环境参数合理调整通风量与照明亮度,实现节能减排,推动公路隧道养护绿色发展。

4 公路隧道养护标准化实施难点与对策

4.1 主要难点分析

公路隧道养护过程中面临的主要挑战之一是技术标准与实际需求的适应性。在复杂地质条件下,如软弱地层、断层带或地下水丰富区域,隧道结构容易出现变形、渗水等问题。现有的技术标准可能无法完全涵盖这些特殊情况,导致施工和养护措施难以达到预期效果。不同地区的地质条件差异大,统一的技术标准可能无法满足所有地区的具体需求。多部门协同管理也是公路隧道养护的一大难点。涉及交通、环保、应急等多个部门的协调工作增加了管理的复杂性和成本。各部门职责不同,关注点各异,可能导致沟通不畅、信息不对称等问题。例如,在紧急情况下,如何快速有效地调动各方资源进行应急处置成为一大挑战^[4]。环保要求日益严格,养护过程中需采取措施减少对周边环境的影响,这也需要多方协作才能实现。养护资金投入与效益平衡是另一个重要难题。公路隧道养护是一项长期投资,短期内可能看不到明显的效果,但忽视养护会导致隧道结构损坏加剧,增加后期修复成本。如何合理分配有限的资金,确保既能满足当前维护需求,又能兼顾长期效益,是一个复杂的决策过程。特别是在财政紧张的情况下,如何优化资源配置,提高资金使用效率显得尤为重要。

4.2 对策建议

强化标准动态更新与反馈机制极为关键。技术不断进步、实际需求持续变化,需构建灵活标准更新体系,及时应对新问题、新技术应用。可设立专门技术委员

会或工作组,定期收集现场实际操作经验与技术反馈,评估现有标准有效性,依实际情况调整优化。此举既能提升标准适用性,又能推动技术创新发展。为有效解决技术难题,各方应加强合作,形成合力攻克关键技术瓶颈。通过联合攻关项目,推动前沿技术研发与应用转化。例如,在新材料、新工艺方面取得突破,可提高养护质量,降低施工难度与成本。跨领域合作还能促进知识共享与技术交流,提升行业技术水平。建立养护效果后评估体系对持续改进意义重大。养护工作完成后,需全面验证评估效果,确认措施是否达成预期目标。借助科学合理的评估指标体系,定期检查隧道结构状态,记录变化趋势,分析影响因素,总结经验教训,不断完善养护方案。后评估体系还应包含公众参与和社会监督机制,广泛听取各界意见和建议,增强透明度与公信力。针对多部门协同管理挑战,可借助信息化手段提升沟通效率。建立统一信息平台,整合各相关部门数据资源,实现信息实时共享与业务协同。利用大数据分析和人工智能技术,预测潜在风险并提前制定应对策略,提高应急管理能力和。

结束语

公路隧道养护标准化是保障隧道安全运营、实现可持续发展的必然要求。通过构建完善的标准化体系,明确实施路径,并针对实施难点提出有效对策,有助于提升养护工作的科学性、规范性和高效性。未来,应持续关注新技术、新需求的发展,不断完善养护标准化体系,加强多部门协同合作,推动公路隧道养护工作向更高水平迈进,为交通运输事业发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]赵星宇.高速公路隧道机电设施养护检测技术[J].电脑爱好者(校园版),2021(4):199-200.
- [2]谢晓露.公路养护管理存在的问题及改善措施[J].黑龙江交通科技,2023(4):111-113.
- [3]李敬树.公路桥梁养护管理现状及对策分析[J].工程建设与设计,2024(09):27-30.
- [4]李元林.预防性公路养护技术在现代公路养护中的应用分析[J].运输经理世界,2023(1):125-127.