

公路工程施工技术精细化管理与养护措施优化分析

孟腊辉

新疆北新路桥集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要: 为提升公路工程建设与运维质量,推动全生命周期管理效能提升,本文聚焦施工技术精细化管理与养护措施优化展开研究。阐述了施工技术精细化管理的核心内涵与价值,梳理了施工各阶段精细化管理要点,分析全生命周期视角下精细化养护的必要性,提出养护全流程优化措施,构建信息化、智能化的技术支撑体系。研究表明,精细化管理与优化养护可有效提升工程质量、降低成本、延长公路使用寿命,为公路工程高质量发展提供理论与实践参考。

关键词: 公路工程; 施工技术; 管理要点; 养护措施; 优化方向

引言: 随着交通强国战略推进,公路工程建设规模不断扩大,对施工质量与运维水平提出更高要求。当前公路工程领域仍存在粗放式管理、养护被动滞后等问题,制约了路网服务效能提升。在此背景下,精细化管理理念逐步渗透到施工与养护全流程。本文立足全生命周期管理视角,系统研究施工技术精细化管理要点与养护措施优化方向,构建技术支撑体系,旨在破解行业现存困境,为提升公路工程建设运维质量提供可行路径。

1 公路工程施工技术精细化管理概述

1.1 施工技术精细化管理的核心内涵

公路工程施工技术精细化管理是依托系统论、控制论等理论,以“精、准、细、严”为核心要求,对施工全流程技术环节进行精准管控的管理模式。其核心内涵在于摒弃传统粗放式管理的模糊化弊端,通过明确各技术岗位职责、细化技术标准与流程、强化过程动态监测,实现施工技术管理的标准化、规范化与精准化。具体而言,它要求将施工技术目标拆解为可量化、可追溯的细分指标,覆盖施工方案编制、图纸会审、工序作业、质量检测等全链条,同时借助数据驱动实现技术决策的科学性,确保每一项技术措施都能精准落地,保障工程施工的有序推进。

1.2 公路工程施工技术精细化管理的价值

公路工程施工技术精细化管理具备以下显著的实践价值:(1)提升工程质量,通过对路基、路面、桥涵等关键结构施工技术的精细化管理,可有效规避施工偏差,减少质量隐患,延长公路使用寿命。(2)能够优化资源配置效率,通过精准测算人员、设备、材料的需求量,避免资源浪费,降低施工成本。再者,可强化施工安全管控,通过细化各工序安全技术要求、规范作业流程,减少安全事故发生概率。(3)精细化管理所积累的技术数据与经验,还能为后续工程施工提供参考,推动公路建

设行业技术管理水平的整体提升,契合现代公路工程高质量发展的核心需求^[1]。

2 公路工程施工各阶段精细化管理要点

2.1 施工前期准备阶段的精细化管理

施工前期准备阶段精细化管理要聚焦技术准备、资源筹备、现场规划等核心环节,具体如下:(1)技术方案精细化编制与审核,结合工程地质勘察报告、设计文件及现场实际条件,细化施工组织设计内容,明确各分项工程施工工艺标准、技术参数及质量控制要点,编制专项施工方案并组织专家评审,确保方案的可行性与针对性;(2)施工图纸精细化会审,组建专业会审团队,逐页核对图纸设计参数、结构尺寸、管线布置等内容,梳理图纸中存在的矛盾、遗漏或不合理之处,形成会审记录并推动设计单位优化完善,同时完成图纸技术交底工作,确保施工人员准确把握设计意图;(3)施工资源精细化配置,依据施工方案精准测算劳动力、施工机械设备、原材料的需求量,制定资源进场计划,对机械设备进行全面检修与调试,对原材料进行抽样检测,确保资源质量符合要求且进场时序匹配施工进度;(4)现场施工条件精细化梳理,完成施工区域地形地貌复测,精准划定施工红线范围,清理现场障碍物,规划施工便道、材料堆放区、搅拌站等功能区域,完善现场排水、供电等临时设施,保障施工场地布局合理、通行顺畅。

2.2 主体结构施工阶段的精细化管理

主体结构施工精细化管理要围绕路基、路面、桥涵等关键分项工程,强化工序管控与过程监测,具体如下:(1)路基工程施工精细化管理,严格按照设计标高与压实标准控制路基填料摊铺厚度、压实遍数及压实度,分段分层推进路基填筑,及时对路基边坡进行修整,做好路基排水设施施工,避免雨水冲刷导致路基沉降或失稳;(2)路面工程施工精细化管理,精准控制沥青混合料或水泥

混凝土的配合比,严格把控搅拌、运输、摊铺、碾压等工序的技术参数,控制摊铺温度与速度,确保路面平整度、压实度及厚度符合设计要求,同时做好路面纵横向排水构造施工;(3)桥涵工程施工精细化管理,严格控制基础施工的基坑开挖尺寸、支护方式及混凝土浇筑质量,精准定位桥墩、桥台的轴线与高程,控制钢筋加工安装的间距、保护层厚度及焊接质量,规范模板安装的刚度、强度及密封性,做好混凝土养护工作,保障桥涵结构强度与稳定性;(4)工序衔接精细化管理,建立各分项工程工序交接检验制度,上道工序验收合格后方可进入下道工序施工,明确各工序施工班组的权责,及时梳理施工过程中的技术问题并制定解决方案,确保施工流程有序衔接。

2.3 施工收尾阶段的精细化管理

施工收尾阶段的精细化管理要聚焦质量验收、资料整理、现场清理等环节,确保工程顺利交付,要点如下:(1)工程质量精细化验收,制定全面的验收方案,按照设计文件及规范要求,对路基、路面、桥涵等主体结构及附属设施进行逐项检测,重点核查工程实体质量与设计参数的符合性,对验收中发现的质量缺陷制定整改方案,明确整改责任人与整改时限,整改完成后重新验收;(2)技术资料精细化整理,梳理施工全过程的技术资料,包括施工图纸、设计变更、施工方案、检测报告、工序交接记录等,确保资料齐全、规范、准确,按照档案管理要求进行分类归档,形成完整的工程技术档案;(3)现场收尾精细化处置,清理施工区域内的施工废弃物、临时设施,平整施工场地,恢复施工区域周边的生态环境,对已完工工程进行成品保护,避免后续作业或外部因素造成损坏;(4)验收移交精细化衔接,梳理验收移交流程,明确移交资料清单与移交标准,组织施工、监理、建设单位完成验收移交工作,签订移交文件^[2]。

3 公路工程全生命周期视角下精细化养护的必要性

从全生命周期管理视角看,精细化养护是破解当前困境的必然选择。(1)可实现养护模式从“被动应对”向“主动预防”转变,通过精准检测与科学评估,提前处置潜在病害,大幅降低后期维修成本。(2)能优化资源配置效率,依托数据驱动精准匹配养护资金、设备与人员,缓解资金短缺压力。(3)契合交通强国建设要求,通过精细化管控延长公路使用寿命,保障路网安全畅通,提升公众出行体验。(4)精细化养护还能衔接施工阶段技术成果,形成“建养协同”闭环,最大化公路基础设施服务效能。

4 公路工程精细化养护措施优化方向

4.1 养护前期的精细化检测与评估

养护前期精细化检测与评估的核心是构建全维度、常态化检测体系,为养护决策提供数据支撑,具体优化措施如下:(1)建立分级分类检测机制,依据公路等级、服役年限、交通流量划分优先级,对高等级、重载、老旧路段高频检测,普通、轻交通路段合理降频,提升资源利用率;(2)优化检测技术组合,整合人工与智能检测手段,常规指标用激光平整度仪等设备提升精度效率,隐蔽部位借助探地雷达、超声波、无人机实现精准定位;(3)构建标准化检测数据体系,统一指标与格式,建立数据库并明确录入、审核流程,保障数据完整准确可追溯;(4)实施科学养护评估,结合检测数据、使用需求、病害规律及成本建立量化模型,精准评估技术状况与养护优先级,形成针对性建议报告。

4.2 不同类型公路病害的精细化养护措施优化

针对不同类型公路病害的成因与特征,优化差异化、精准化的养护处置措施,提升养护效果与耐久性,具体优化方向如下:(1)路基病害精细化养护优化,对于路基沉降,采用分层注浆加固、土工合成材料铺设等措施,根据沉降量大小、沉降速率调整注浆材料配比与注浆压力,避免过度加固造成资源浪费;对于路基边坡滑塌,结合边坡坡度、岩土性质,针对性采用锚杆支护、格构防护、植草绿化等综合措施,同时完善边坡排水系统,减少雨水渗透对路基稳定性的影响;对于路基翻浆,重点优化排水设施,增设渗沟、盲沟等排水构造,结合换填透水性材料、铺设隔离层等措施,从根源上解决路基含水量过高问题;(2)路面病害精细化养护优化,对于沥青路面裂缝,根据裂缝宽度、深度分类处置,窄缝采用灌缝胶灌注密封,宽缝先清理杂物后填充沥青混合料压实,同时加强裂缝周边路面的压实补强,防止病害扩展;对于路面车辙,轻度车辙采用铣刨复拌工艺,控制铣刨深度与复拌混合料的温度、配合比,重度车辙需重新铺筑面层,同步优化路面结构设计,提升抗车辙性能;对于水泥混凝土路面断板、裂缝,采用压力灌浆、粘贴钢板加固等措施,确保加固材料与原路面结构有效粘结,同时做好养护期的交通管制,保障加固效果;对于路面松散、坑槽,严格按照“切割-清理-摊铺-压实”的流程处置,精准控制切割范围与深度,选用与原路面匹配的修补材料,确保修补部位与周边路面平顺衔接;(3)桥涵病害精细化养护优化,对于桥梁裂缝,根据裂缝类型、宽度,采用环氧树脂灌浆、碳纤维布粘贴等措施加固,定期监测裂缝发展情况;对于桥梁支座老化、变形,及时更换符合设计要求的支座,更换过程中精准控制桥梁高程,确

保支座受力均匀；对于涵洞淤积、渗漏，定期清理涵洞内杂物，对渗漏部位采用防水卷材铺设、密封胶封堵等措施，完善涵洞进出口排水设施；（4）附属设施病害精细化养护优化，对于护栏变形、损坏，及时更换或修复，确保护栏高度、间距、防撞性能符合规范要求；对于标志标线模糊、缺失，采用高反光材料重新施划或更换，根据路段交通需求优化标志标线布局，提升引导效果。

4.3 养护后期的精细化效果评价与反馈

养护后期精细化效果评价与反馈旨在持续优化养护措施、提升管理水平，具体优化措施如下：（1）建立多维度评价指标体系，涵盖技术（病害处置合格率、技术状况评分等）、经济（单位养护成本、周期延长时长等）、社会效益（通行效率提升、公众满意度等）指标；（2）制定标准化评价流程，明确养护后1个月、3个月、6个月的评价节点，确定现场检测、问卷调查等方法及评价主体，组建专业小组形成评价报告；（3）强化结果应用反馈，针对效果不佳、病害复发等问题，追溯方案、工艺等环节不足并制定改进措施，调整后续养护参数；（4）建立经验总结推广机制，梳理优质案例总结成熟技术经验纳入手册，跟踪验证改进措施效果并推广，实现养护水平持续提升^[3]。

5 公路工程施工与养护精细化管理的技术支撑体系构建

5.1 信息化技术的融合应用

信息化技术是搭建精细化管理体系的核心基础，BIM技术可实现公路工程全生命周期的数字化建模与协同管理，打通施工与养护阶段的技术数据链路；物联网技术通过各类感知终端实现施工机械、养护设施、公路结构等要素的实时互联与数据采集；大数据技术则对海量施工参数、养护记录等数据进行深度挖掘与分析，提炼病害发展规律、资源配置最优方案，为精细化决策提供数

据支撑。

5.2 智能化监测设备在施工与养护中的应用

智能化监测设备贯穿施工与养护全流程，施工阶段可对路基压实度、路面摊铺温度与平整度等关键工序参数进行实时动态监测，保障施工质量可控；养护阶段能精准捕捉公路结构沉降、路面病害发展、桥涵结构应力变化等状态数据，替代传统人工巡查的粗放模式，提升监测的时效性与数据精度，为预防性养护提供精准依据。

5.3 精细化管理信息平台的搭建与功能实现

精细化管理信息平台需整合多源技术数据，实现施工养护流程线上管控、数据集中存储与共享、风险自动预警、养护计划智能生成等核心功能。平台需打破施工与养护的数据壁垒，构建“数据采集-分析-决策-执行-反馈”的闭环管理链路，确保精细化管理措施高效落地，提升公路工程全生命周期管理效能^[4]。

结束语：公路工程施工技术精细化管理与养护措施优化是推动行业高质量发展的关键举措。本文从内涵价值、施工要点、养护优化及技术支撑等方面完成系统研究，形成“施工-养护-技术支撑”的全链条解决方案。未来，需进一步推动技术创新与实践落地，强化建养协同机制。

参考文献：

- [1]赵青涛.公路工程施工及养护质量管理的优化措施分析[J].中华传奇(下旬),2022(21):0126-0128.
- [2]谷磊.探究公路工程施工技术精细化管理[J].门窗,2023(21):109-111.
- [3]赵龙.公路施工技术管理及公路养护措施分析[J].全面腐蚀控制,2024,38(5):83-86+95.
- [4]张辉.公路工程施工管理现状分析与优化思考[J].行车指南,2024(11):0015-0016.