

探讨公路养护工程施工中的质量管理措施

王 宏

河南荷宝高速公路有限公司 河南 新乡 453000

摘 要：公路养护工程作为保障道路通行安全与延长使用寿命的关键环节，其质量管理水平直接影响养护效果与社会经济效益。本文围绕施工全过程，系统探讨质量管理的核心措施：通过推广全寿命周期养护理念实现前瞻性规划，引入智能检测与修复设备提升精准化水平，完善质量监督机制强化过程管控，强化人员培训与考核夯实技术基础，以及加大养护资金投入保障资源供给。研究旨在为公路养护工程提供科学、高效的质量管理路径，推动行业从“经验型”向“数据驱动型”转型，助力交通基础设施可持续发展。

关键词：公路养护；施工；质量管理措施

引言：随着我国公路网规模持续扩大，早期建成路段逐步进入养护高峰期，养护工程质量管理的重要性愈发凸显。传统管理模式下，质量管控多依赖人工经验，存在检测滞后、修复低效、责任不清等问题，导致病害反复、资源浪费。在此背景下，如何通过技术创新与制度优化提升养护质量，成为行业亟待解决的课题。本文聚焦施工阶段，结合全寿命周期理论、智能化技术与管理机制创新，提出针对性优化措施，以期为公路养护工程质量管理提供理论支撑与实践参考。

1 公路养护工程质量管理基础理论

1.1 质量管理核心概念

公路养护工程质量管理是保障公路设施安全、高效运行的关键环节，其核心概念涵盖质量目标、过程控制与持续改进三大维度。质量目标是养护工程的核心导向，需明确技术标准（如路面平整度、结构强度等）、安全要求（如边坡稳定性、防护设施可靠性）及功能需求（如排水系统畅通性）。目标设定需基于公路等级、交通流量、环境条件等要素，确保养护措施的针对性与有效性。过程控制是质量管理的核心手段，强调对养护工程全生命周期的动态监管。从材料采购（如沥青、混凝土性能检测）到施工工艺（如摊铺温度、压实度控制），再到验收评估（如无损检测技术应用），需建立标准化操作流程与实时监测机制，确保各环节符合设计规范。持续改进是质量管理的核心动力，通过数据驱动的决策机制，对养护效果进行量化评估（如路面使用性能指数PQI分析），识别薄弱环节并优化养护策略。

1.2 质量管理标准

公路养护工程质量管理需依托科学、系统的标准体系，确保养护行为的规范化与可追溯性。技术标准是质量管理的基石，涵盖国家、行业及地方三级规范。例

如，《公路沥青路面养护技术规范》明确不同病害类型的修复方案，《公路桥梁养护规范》规定结构健康监测指标^[1]。养护单位需严格遵循标准要求，采用标准化设备（如铣刨机、摊铺机）与工艺参数（如压实遍数、养护周期）。管理标准聚焦质量管理体系的构建，包括组织架构（如三级质量责任制）、流程控制（如施工日志记录、隐蔽工程验收）及风险管控（如应急预案制定）。通过信息化手段（如养护管理平台）实现数据共享与协同作业，提升管理效率。评估标准强调量化评价与动态反馈，建立多维度考核指标（如质量合格率、用户满意度），运用大数据分析技术（如病害预测模型），为养护决策提供科学依据。

2 公路养护工程施工中的关键质量管理环节

2.1 施工前质量管理

施工前质量管理是公路养护工程质量控制的基础，需从技术、人员、材料、设备及环境五个维度全面部署。技术层面，需组织设计交底会议，明确技术标准与施工工艺，制定专项施工方案并完成专家评审；针对复杂工况（如高边坡、桥梁加固），需开展BIM模拟施工，优化工序衔接。人员管理方面，需对施工队伍进行岗前培训，重点考核特种作业人员资质（如压路机操作证、电焊工证），并建立质量责任追溯机制。材料与设备管理需严格落实“三检制”，对沥青、水泥等原材料进行批次抽检，确保性能指标符合设计要求；同时对摊铺机、铣刨机等关键设备进行调试校准，确保施工参数精准可控。环境管理需关注气象条件（如雨季施工排水预案）、交通导改方案（如半幅封闭通行安全措施）及周边生态保护（如扬尘治理、噪音控制），为施工创造有利条件。

2.2 施工中质量管理

施工中质量管理是质量管控的核心环节,需建立“动态监测+实时纠偏”机制。技术控制方面,需严格执行“三工序管理”(检查上道工序、保证本道工序、服务下道工序),通过智能化设备(如激光平整度仪、压实度检测车)实时采集数据,对关键参数(如摊铺温度、碾压速度)进行动态调整。工序验收需遵循“三级验收制度”,每道工序完成后由班组自检、项目部复检、监理抽检,合格后方可进入下一阶段。隐蔽工程(如基层病害处理、排水管道铺设)需采用影像留存与第三方检测双轨制,确保质量可追溯。同时需加强施工现场安全与质量协同管理,例如在桥梁加固作业中,需同步监测结构应力变化,防范次生风险。

2.3 施工后质量管理

施工后质量管理是质量闭环的关键,需从质量验收、缺陷修复及长效维护三方面系统推进。质量验收需依据《公路工程质量检验评定标准》,对路面平整度、结构强度、附属设施功能等指标进行全面检测,采用无损检测技术(如探地雷达、红外热成像)辅助评估隐蔽工程质量^[2]。对验收中发现的缺陷(如裂缝、车辙),需建立“问题清单-整改方案-销号管理”机制,明确责任单位与修复时限,并通过回弹法、取芯检测等手段验证修复效果。长效维护需构建“养护数据库+智能预警平台”,对病害发展规律进行大数据分析,提前制定预防性养护计划(如微表处、裂缝封填),延长公路使用寿命。同时需定期开展质量回访,收集用户反馈,持续优化养护策略。

3 公路养护工程质量管理技术应用

3.1 信息化管理技术

信息化管理技术已成为公路养护工程质量管理现代化的核心驱动力。通过构建“一网一库一平台”的智慧养护体系,实现全生命周期数据的互联互通与智能分析。具体而言,物联网传感器可实时采集路面温度、湿度、应力等环境参数,以及桥梁结构位移、裂缝宽度等健康数据,通过5G网络高速传输至云端平台,形成动态监测网络。大数据分析技术则对海量养护数据进行深度挖掘,建立病害预测模型。例如,基于历史病害数据与交通流量、气象条件的关联分析,可精准预测路面裂缝、坑槽等病害的发生概率与分布区域,指导预防性养护决策。BIM(建筑信息模型)技术的应用进一步提升了养护工程的设计与施工精度。通过三维建模,可模拟不同病害修复方案的效果,优化材料用量与施工工序,减少资源浪费。移动端APP的普及使现场管理人员能够实时上传巡检记录、病害照片与定位信息,实现“发现问题-

派发工单-跟踪处理-验收归档”的全流程数字化管理,显著提高管理效率与响应速度。

3.2 无损检测技术

无损检测技术以“不破坏结构、不影响使用”为原则,为公路养护工程的质量评估提供了科学手段。探地雷达(GPR)是路面结构层厚度检测与病害诊断的利器。通过发射高频电磁波并分析反射信号,可精准识别基层脱空、含水层分布等隐蔽缺陷,检测深度可达数米,为翻修决策提供依据。红外热成像技术则利用物体热辐射差异,快速定位路面裂缝、松散等病害^[3]。激光扫描技术在桥梁检测中展现出独特优势,通过三维激光扫描仪获取桥体点云数据,可精确测量结构变形、裂缝宽度等参数,精度达毫米级,为安全性评估提供量化依据。超声波检测与冲击回波法在混凝土结构强度与内部缺陷检测中应用广泛,通过分析声波传播特性,可判断材料密实度与钢筋锈蚀情况。这些技术的综合应用,使养护工程从“经验驱动”向“数据驱动”转变,显著提升了质量管控的科学性与精准性。

3.3 新材料与新工艺

新材料与新工艺的研发应用是公路养护工程质量提升的重要支撑。高性能改性沥青通过添加聚合物、橡胶粉等材料,显著提升了沥青的抗车辙、抗老化性能。例如,SBS改性沥青在高温重载条件下仍能保持良好弹性,延长路面使用寿命达30%以上。纤维增强混凝土在桥梁加固与路面修复中展现出优异性能。通过掺入钢纤维、碳纤维等增强材料,可提高混凝土的抗拉强度与韧性,有效抑制裂缝扩展。纳米材料的应用则为路面功能化提供了新思路。在工艺创新方面,就地热再生技术通过加热、翻松、复拌旧沥青路面材料,实现废料的循环利用,减少环境污染。超薄磨耗层技术采用专用设备铺设2-3厘米厚的改性沥青混合料,快速恢复路面平整度与抗滑性,施工周期短、交通干扰小。微表处技术则通过乳化沥青稀浆封层,修复路面微小裂缝与松散,延长道路使用年限。

4 公路养护工程质量管理优化措施

4.1 推广全寿命周期养护理念

全寿命周期养护理念强调从公路规划、设计、建设到运营、养护的全过程质量管理,以实现资源高效利用与成本最优控制。具体而言,需在养护决策阶段引入“预防性养护”思维,通过定期检测与数据分析,提前识别潜在病害并采取干预措施,避免病害恶化导致的大规模维修。另外,需建立全寿命周期成本(LCC)评估模型,综合考虑初期投资、养护费用、用户成本(如拥

堵损失)等因素,优化养护方案。同时需推动设计、施工与养护单位协同合作,确保养护需求在设计阶段得到充分考虑,避免因设计缺陷导致的后期频繁维修。

4.2 引入智能检测与修复设备

智能检测与修复设备是提升养护工程精准化、高效化的关键工具。在检测环节,可推广使用多功能道路检测车,集成探地雷达、激光平整度仪、红外热成像仪等设备,实现路面结构层厚度、裂缝、松散等病害的一体化快速检测。在修复环节,可引入自动化修补机器人,通过高精度定位与智能温控技术,实现裂缝、坑槽等病害的快速修复。例如,微波加热修补设备可在10分钟内完成坑槽清理与沥青再生,缩短施工周期并降低交通干扰。无人机巡检技术可覆盖人工难以到达的区域(如高边坡、桥梁底部),通过AI图像识别自动分析病害类型与严重程度,提升巡检效率。

4.3 完善质量监督机制

完善质量监督机制需从制度、流程与责任三方面协同推进。制度层面,需细化《公路养护工程质量检验评定标准》,明确关键指标(如压实度、平整度)的检测方法与合格阈值,并建立动态更新机制,确保标准与技术发展同步。流程层面,需推行“第三方检测+信息化监管”双轨制。例如,委托专业检测机构对隐蔽工程(如排水管道、基层处理)进行独立检测,并通过养护管理平台实时上传检测数据,实现质量可追溯。责任层面,需构建“五方责任主体”质量终身责任制,明确建设、设计、施工、监理、检测单位的质量责任,并通过信用评价与黑名单制度强化约束。

4.4 强化人员培训与考核

人员素质是养护工程质量的根本保障。需建立“分层分类”的培训体系,针对管理人员、技术人员与一线工人开展差异化培训。例如,管理人员需掌握全寿命周期养护理念与信息化工具(如BIM、GIS);技术人员需精通无损检测技术与新材料应用;一线工人需熟悉标准化施工工艺与安全操作规程^[4]。培训方式可结合线上线下资源,通过虚拟仿真技术模拟复杂工况(如桥梁

加固、隧道抢险),提升应急处置能力。考核机制需与职业资格认证、薪酬激励挂钩,实行“技能等级+绩效积分”双轨评价。

4.5 加大养护资金投入

养护资金是质量提升的物质基础。需建立“政府主导、多元参与”的资金筹措机制。政府层面,需将公路养护纳入财政预算,并设立专项基金支持预防性养护与技术创新。社会层面,需探索PPP(政府与社会资本合作)模式,通过特许经营权转让吸引社会资本参与养护工程。例如,在高速公路养护中,社会资本可负责路面维修与附属设施更新,通过收费权质押与政府补贴实现收益平衡。另外,需优化资金使用结构,提高预防性养护资金占比,避免“重建设、轻养护”的短期行为。例如,将养护资金分配与路况指标(如PCI路面状况指数)挂钩,对路况优良的公路给予奖励性补助。

结束语

公路养护工程施工中的质量管理是一项系统性、长期性的工作,关乎道路安全与民生福祉。本文所探讨的全寿命周期理念、智能技术应用、监督机制完善、人员能力提升及资金保障等措施,为提升养护质量提供了多维路径。未来,需持续深化技术创新与制度协同,推动养护工程向精细化、智能化、绿色化转型,以高质量养护服务赋能交通强国建设,筑牢经济社会发展的“先行基石”。

参考文献

- [1]董丽丽.探讨公路养护工程施工中的质量管理措施[J].越野世界,2024,19(22):61-63.
- [2]陈建莉.公路养护工程施工中的质量管理措施探讨[J].电脑采购,2024(23):127-129.
- [3]李小菊.浅析公路养护工程施工中的质量管理措施[J].越野世界,2024(20):51-52.
- [4]林让尧.公路养护工程质量管理中存在的问题与措施分析[J].运输经理世界,2023(35):60-62.DOI:10.3969/j.issn.1673-3681.2023.35.020.