

# 公路工程施工技术精细化管理与养护措施优化分析

李丛伟

巴林左旗公路管护和运输保障中心 内蒙古 赤峰 025450

**摘要：**公路工程建设运维中，传统管理模式存在施工粗放、养护滞后问题，难以满足高质量发展需求。本文从施工前期准备、过程管控、验收管理、施工环保明确精细化管理维度，从监测技术、作业方式、管理机制、绿色技术优化养护措施，同步构建技术、制度、信息化保障机制，为提升公路质量、降低成本、延长寿命提供参考，助力公路基础设施稳定运行。

**关键词：**公路工程；施工技术；精细化管理；养护措施；优化分析

引言：公路是国民经济重要基础设施，其质量与养护水平直接影响交通运输安全与效率。当前，公路建设规模持续扩大，对施工技术与养护管理提出更高要求。传统管理模式已难以满足发展需求，需通过精细化管理提升施工效率与质量，优化养护措施延长公路使用寿命，从而保障公路稳定运行，促进经济社会持续发展。

## 1 公路工程施工技术精细化管理的核心维度

### 1.1 施工前期准备阶段的精细化管理

(1) 技术方案精细化设计。技术方案优化需紧密结合公路等级与地质条件，软土地基路段需匹配路基填筑分层厚度与压实工艺，根据地基承载力调整分层高度并选用对应吨位压路机，确保压实度达标；山区地形路段细化路面摊铺温度与速度参数，结合昼夜温差设定温度波动范围，避免沥青混合料黏结性下降<sup>[1]</sup>。方案交底需向施工班组明确技术要点，如路面基层材料搅拌时间、桥梁模板安装精度，清晰传达质量标准与操作规范，通过图文讲解减少信息传递偏差。(2) 资源配置精细化规划。人员调配需根据施工工序进度匹配专业技术人员数量，路基施工阶段增加压实操作经验工人，路面摊铺阶段配备摊铺机调试专业人员。设备选用需适配施工场景，沥青路面施工用自动控温摊铺机，路基压实按填料类型选光轮或振动压路机。材料管理按施工进度分批采购，避免囤积损耗；针对水泥、沥青等材料制定存储防护措施，水泥存防雨仓库，沥青用保温储罐控温。

### 1.2 施工过程阶段的精细化管理

(1) 关键工序质量精细化管控。路基施工用连续式设备实时监测压实度，不足时调整压路机参数；路面施工通过激光仪器动态调整摊铺速度保障平整度；桥梁施工用高精度设备控制预应力张拉参数并记录数据。工序衔接明确验收标准，路基完成后检测弯沉值与压实度，达标方可进入路面施工，未达标需整改重施。(2) 施工

进度精细化把控。进度计划分解为月、周、日目标，结合工序逻辑优化顺序，如路基完成一段即开展路面基层施工。建立动态调整机制，遇不利天气优先安排室内工序，设备故障时启用备用设备并检修故障设备，确保工期可控。(3) 施工安全精细化管理。风险识别需排查高空作业脚手架稳定性、临时用电线路规范性，建立风险清单。安全防护为高空人员配防滑鞋与安全带，基坑周边设防护栏杆与警示灯；定期组织安全培训与演练，提升人员安全意识与应急能力。

### 1.3 施工验收阶段的精细化管理

验收工作需严格执行精细化标准，对照公路工程质量验收规范逐项核查工程指标，路基验收重点检测弯沉值、边坡坡度，路面验收则关注抗滑性能、厚度均匀性，桥梁验收需检查混凝土强度、钢筋保护层厚度，确保每项指标均符合设计要求。验收资料需进行精细化整理，按规范分类归档施工技术文件、质量检测报告与验收记录，文件填写需规范完整，数据记录需准确无误，便于后续查阅与追溯。针对验收发现的质量问题，制定专项整治方案，明确整改责任人、整改措施与完成时限，整改完成后重新组织验收，直至所有问题整改到位，确保工程质量达标。

### 1.4 施工环保的精细化管理

施工环保精细化管理需贯穿施工全程，减少对周边生态环境的影响。施工扬尘控制需制定专项措施，路基开挖与填筑阶段采用雾炮机实时降尘，运输散装材料的车辆需覆盖防尘布并定期清洗车轮，避免粉尘扩散污染空气；路面铣刨作业需配备吸尘设备，将铣刨产生的粉尘集中收集处理，降低对周边植被与居民的影响。施工废水处理需优化流程，在施工场地周边设置沉淀池与过滤系统，将桩基施工、混凝土养护产生的废水引入处理设施，经沉淀、过滤达标后再循环用于洒水降尘或排

出，避免未经处理的废水污染土壤与水源；生活污水需接入临时污水处理设备，处理后符合排放标准方可排放，防止污染周边水体环境<sup>[2]</sup>。施工固废处置需遵循资源化与减量化原则，建筑废料如混凝土块、碎石可破碎后用于路基回填或临时便道铺设，减少固废外运量；生活垃圾需分类收集，由专业机构定期清运处理，避免随意堆放滋生蚊虫或污染土壤。同时需加强施工区域生态保护，对占用的绿地按设计要求进行临时防护，施工结束后及时恢复植被，确保施工与生态保护协同推进。

## 2 公路工程养护措施的优化方向

### 2.1 养护监测技术的优化

(1) 病害监测的智能化升级。病害监测需积极应用新型智能化技术，无人机巡检可快速覆盖大范围路段，通过高清航拍捕捉路面裂缝、坑槽等病害位置与尺寸，减少人工巡检盲区；路面雷达检测能穿透路面表层，探测路基内部空洞、含水率异常等隐患，避免表层无明显病害但内部结构已受损的情况被忽视；结构健康监测系统可实时采集桥梁支座位移、梁体应变等数据，及时发现结构受力异常。监测数据需进行精细化分析，建立包含病害类型、发生时间、位置、发展速度的数据库，结合交通荷载、气候条件等因素，总结不同病害的发展规律与影响因素，为后续养护决策提供数据支撑。(2) 监测频率与范围的优化。监测频率需根据公路等级与路段特性调整，城市主干道交通量大、荷载作用频繁，路面与路基损耗较快，需加密监测频次，缩短监测间隔时间；山区公路受地形与气候影响大，易出现边坡滑塌、路面水毁等病害，同样需提升监测频率。监测范围需实现全覆盖，从传统的路面表层监测延伸至路基内部、桥梁结构关键部位，如路基监测需关注填料压实状态与含水率变化，桥梁监测需覆盖支座、墩柱、梁体等核心构件，避免因局部监测盲区导致病害漏判，影响公路整体服役安全。

### 2.2 养护作业方式的优化

(1) 预防性养护的优先推行。预防性养护需优先应用于公路病害早期阶段，路面封层可在路面出现轻微裂缝时形成防护层，阻止水分渗入基层；裂缝灌缝能及时填充微小裂缝，避免裂缝扩展导致路面破损加剧；桥头跳车处置需在沉降初期通过注浆或垫高处理，减少车辆通行时的冲击对桥头结构的损伤。预防性养护时机需精准选择，结合公路使用年限判断结构性能衰减趋势，参考交通荷载累计作用情况与当地降雨、高温等环境因素，确定最适合开展养护的时间节点，避免过早养护造成资源浪费或过晚养护导致病害扩大。(2) 养护作业的

精细化实施。养护施工工艺需持续优化，路面修补时需根据原路面材料类型选择适配的修补材料，沥青路面优先选用同类型改性沥青混合料，水泥路面则匹配相同强度等级的修补砂浆，确保修补部位与原路面结合紧密；养护作业面需设置规范化围挡，采用反光标识与防护栏隔离施工区域，引导车辆有序通行，减少对交通的干扰。养护质量验收需按精细化标准执行，修补路面的平整度需通过激光检测设备核验，压实度需采用钻芯取样法验证，确保各项指标符合原路面设计要求，保障养护后公路通行性能稳定。

### 2.3 养护管理机制的优化

(1) 养护计划的精细化制定。养护计划编制需以监测数据为依据，结合公路实际状况划分养护优先级，病害严重且影响通行安全的路段优先安排养护，次要路段可根据资源情况合理排序。养护资源配置需精准匹配任务需求，根据养护作业量确定所需人员数量与专业技能要求，按施工内容选用对应设备，如路面灌缝配备专用灌缝机，路基注浆使用高压注浆设备，同时按需采购材料，避免设备闲置与材料积压。(2) 养护成本的精细化控制<sup>[3]</sup>。养护成本需进行分项核算，细化至人工、设备、材料等具体费用，分析各环节成本占比与优化空间，人工成本可通过优化作业流程提升效率，设备成本可通过定期维护延长使用寿命降低损耗。养护方案需开展经济性对比，针对同一病害制定多种养护方案，综合考虑短期投入与长期效益，选择性价比最优的方案，如轻微裂缝灌缝处理成本低于大面积铣刨重铺，且能有效延缓病害发展，可优先选用。

### 2.4 绿色养护技术的应用优化

绿色养护技术应用需聚焦资源节约与环境友好，推动养护过程降本减耗。养护材料选择需优先考虑再生资源，路面修补可采用沥青再生混合料，将废旧沥青路面铣刨料破碎筛分后重新配比，减少新料开采与废旧材料堆放污染；路基加固可选用工业固废改良土，如利用粉煤灰、矿渣等替代部分原生填料，实现废弃物资源化利用。养护工艺需融入低碳理念，路面裂缝处理可采用热再生灌缝技术，通过回收利用旧沥青料并精准控制加热温度，降低能源消耗与有害气体排放；路基排水养护可优化排水系统设计，采用渗透式排水结构收集雨水，用于养护作业用水或周边绿化灌溉，提升水资源循环利用率。养护能源使用需推广清洁能源，养护设备可逐步替换为电动或混合动力机型，如电动铣刨机、太阳能供电的监测设备，减少燃油消耗与尾气排放；养护作业现场可搭建临时光伏供电系统，为照明、小型设备提供电力

支持，降低对传统电网的依赖，实现养护过程与生态环境的协调发展。

### 3 公路工程施工精细化管理与养护优化的保障机制

#### 3.1 技术保障

技术保障需以专业技术团队建设为核心，通过校企合作定向培养兼具施工与养护经验的复合型技术人才，开设公路施工技术、养护病害诊断等专项课程，结合现场实践教学安排学员参与实际路段施工与病害处置以提升人才综合能力；定期组织技术人员参加行业培训与交流活动，学习先进施工工艺与养护技术，例如新型路面修补材料应用、智能化监测设备操作，拓宽技术视野。技术创新支持需建立专项激励机制，鼓励企业引入新型施工技术与养护设备，例如沥青路面再生技术、全自动养护作业车，降低人工依赖并提升效率；设立技术研发专项资金，支持针对复杂地质条件如软土路基、特殊气候区域如高寒冻土区的施工与养护技术研发，开展试点应用并总结经验，待技术成熟后逐步推广，为施工精细化管理与养护优化提供技术支撑。

#### 3.2 制度保障

制度保障需从完善管理制度入手，制定施工精细化管理与养护优化的专项规章制度，明确各环节技术标准、操作流程与责任分工，例如施工阶段质量管控责任落实到具体班组，养护阶段病害处置责任明确到个人；建立科学的考核标准，将施工质量合格率、养护病害复发率、安全事故发生率等指标纳入考核体系，与绩效挂钩，激发人员执行积极性。监督机制强化需引入第三方监督机构，该机构需具备专业资质与独立视角，对施工与养护全过程进行监督，施工阶段重点检查工序质量与安全措施落实情况，养护阶段核查养护作业规范性与效果；监督过程中需形成详细报告，针对发现的问题提出整改建议，跟踪整改进度直至闭环，同时建立监督结果反馈机制，将问题整改情况纳入后续考核，避免制度流于形式，确保施工精细化管理与养护优化落地见效。

#### 3.3 信息化保障

信息化保障需构建一体化信息化管理平台，整合施工进度、质量、安全与养护监测数据，施工模块实时显示各工序完成情况、质量检测结果与安全隐患排查记录，养护模块存储病害监测数据、养护作业记录与成本核算信息，实现数据跨部门、跨阶段实时共享；平台需具备动态管理功能，管理人员可通过移动端随时查看数据，远程下达指令，及时调整施工与养护计划，同时支持数据可视化呈现例如通过图表展示进度偏差、病害分布，提升决策效率<sup>[4]</sup>。大数据技术应用需依托平台积累的数据资源，通过算法分析施工参数与质量的关联，例如路基压实度与施工机械参数的匹配关系，优化后续施工方案；分析养护病害发生规律与影响因素，例如降雨与路面坑槽的相关性，提前制定针对性预防措施，减少病害发生频率，通过数据驱动提升施工精细化管理与养护优化的科学性和效率。

#### 结束语

公路工程施工技术精细化管理与养护措施优化是一项系统工程，涉及施工全流程与养护各环节。通过核心维度的精细把控、养护方向的优化调整以及保障机制的协同发力，可有效提升公路工程质量与使用寿命。未来，需持续探索创新管理模式与技术手段，推动公路工程向智能化、绿色化方向发展，为交通运输事业提供坚实支撑。

#### 参考文献

- [1]张立强.高速公路施工技术精细化管理研究[J].智能建筑与工程机械,2025,7(8):74-76.
- [2]张磊.高速公路施工技术精细化管理分析[J].运输经理世界,2023(18):13-15.
- [3]王田.公路工程施工技术管理及养护措施分析[J].中国科技成果,2023,24(15):50-52.
- [4]张智慧.探究公路工程施工管理的优化措施[J].工程建设与设计,2025(8):244-246.