

浅谈公路工程精细化管理

刘祎翌

绍兴市交通工程管理中心 浙江 绍兴 312000

摘要：公路工程精细化管理针对传统粗放模式弊端，以全流程最优为目标，借助数据驱动、过程控制与全员参与实现管理转型。它依托全生命周期管理、精益建设等理论，在政策与技术推动下具备必要性与可行性。通过优化组织架构、建设标准化流程、搭建数据化决策体系及培育人员文化等关键举措，在设计、施工、验收运维各阶段实施精细管控，并借助信息化工具，提升工程品质、效益与安全性。

关键词：公路工程；精细化管理；实施路径

引言：公路工程作为国家经济发展的重要支撑，其建设质量与管理水平直接关乎社会运行效率与民生福祉。然而，传统粗放式管理模式常导致资源浪费、质量波动、安全隐患等问题，难以满足当下对高品质基础设施的需求。在此背景下，精细化管理成为公路工程转型升级的必然选择。它通过精准决策、高效执行与全过程动态管控，实现工程质量、效益与安全的协同提升，为公路工程可持续发展注入新动能。

1 公路工程精细化管理理论基础

1.1 精细化管理的内涵与特征

（1）定义：公路工程精细化管理，是针对传统粗放式管理中资源浪费、流程模糊、质量波动等问题，实现的管理模式转型。它以实现工程全流程最优为目标，通过明确管理标准、细化管控节点，将管理触角延伸至设计、施工、运维等各环节，摒弃“大致”“估计”的管理思维，以精准决策和高效执行替代粗放管控，推动公路工程管理从“重规模”向“重品质”“重效益”转变。（2）核心特征：数据驱动是核心，依托工程全周期数据采集与分析，为方案优化、风险预警提供客观依据；过程控制聚焦关键环节，通过设定量化指标（如施工精度误差、材料损耗率），实现从开工到竣工的动态管控，减少过程偏差；全员参与则打破部门壁垒，明确建设、施工、监理等各方岗位职责，形成“人人有指标、事事有监管”的协同管理格局。

1.2 相关理论支撑

（1）全生命周期管理理论（LCC）。该理论将公路工程视为“规划-设计-施工-运维-报废”的完整生命周期系统，强调统筹各阶段成本与效益，避免仅关注施工阶段而忽视运维阶段的隐性成本，为精细化管理提供全周期视角。（2）精益建设理论。以“消除浪费、创造价值”为核心，通过优化施工流程（如减少工序等待时

间）、提升资源利用率（如材料精准调配），与精细化管理的“降本增效”目标高度契合。（3）PDCA循环与持续改进机制。通过“计划（Plan）-执行（Do）-检查（Check）-处理（Act）”的闭环管理，持续发现并解决工程管理中的问题，为精细化管理提供动态优化路径^[1]。

1.3 精细化管理的必要性与可行性

（1）政策导向。当前国家大力推进公路“品质工程”建设，要求从工程质量、安全、环保等维度提升管理水平，粗放式管理已无法满足政策要求，精细化管理成为必然选择。（2）技术条件。BIM技术可实现工程三维可视化管控，物联网能实时采集施工数据（如设备运行状态），大数据可支撑管理决策优化，这些技术为精细化管理的落地提供了关键支撑，使其具备可行性。

2 公路工程精细化管理的关键要素

2.1 组织架构优化

（1）扁平化管理模式与部门协同机制。传统多层级管理易导致信息传递滞后、决策效率低下，扁平化管理通过减少中间管理层级（如撤销项目指挥部二级科室），让决策层直接对接施工班组，缩短指令传达时间。同时，建立“横向到边、纵向到底”的部门协同机制，例如设立跨部门协调小组，整合设计、施工、监理等部门资源，针对桥梁施工中图纸变更、材料供应等问题开展联合办公，避免因部门壁垒导致的工期延误，提升整体管理响应速度。（2）责任矩阵（RACI）在工程管理中的应用。引入RACI责任矩阵明确各角色职责：Responsible（执行责任人）负责具体施工任务（如路基施工由施工班组长担任），Accountable（accountability负责人）对结果最终负责（如项目经理），Consulted（咨询人）提供专业支持（如设计单位），Informed（知会人）及时掌握进展（如监理单位）。通过矩阵清晰划分“谁来做、谁负责、谁审批”，避免路基压实度不达标

等问题出现时责任推诿,确保管理责任可追溯。

2.2 流程标准化建设

(1) 施工工艺标准化手册的编制。结合公路工程特点编制手册,涵盖从路基开挖到路面验收的全流程,明确各环节操作规范:如路基开挖需标注分层厚度(不超过30cm)、机械型号(PC200挖掘机),沥青路面施工需规定搅拌温度(160-180℃)、摊铺速度(2-4m/min)。手册配备图文与视频教程,发放至施工班组,确保不同人员施工操作一致性,减少因工艺差异导致的质量波动。(2) 关键工序的质量控制点。针对路基压实度、沥青摊铺温度等关键工序,设定量化控制指标:路基压实度需达到96%以上(采用灌砂法检测),每500m²设置1个检测点;沥青摊铺温度实时监测,低于150℃时立即停止摊铺。同时,建立“三级检查”机制(班组自检、技术员复检、监理抽检),对控制点数据全程记录存档,确保工序质量符合规范要求^[2]。

2.3 数据化决策支持

(1) 动态监测系统。在桥梁施工中应用智能张拉系统,通过传感器实时采集钢绞线张拉应力、伸长量数据,传输至云端平台,当数据超出预设范围(如应力偏差±5%)时自动报警,避免人工操作误差导致的桥梁结构安全隐患;压浆施工中安装压力传感器,实时监测压浆压力(不低于0.5MPa),确保压浆密实度,为工程质量管控提供实时数据支撑。(2) 成本-进度-质量关联分析模型。构建三者关联模型,将每月实际成本、进度完成率、质量合格率数据录入系统,通过算法分析关联性:如当进度滞后10%时,同步查看是否因增加成本采购优质材料导致,或因质量返工(如路面裂缝修补)延误工期。基于分析结果调整管理策略,例如在保证质量的前提下,优化材料采购方案降低成本,实现三者动态平衡。

2.4 人员与文化培育

(1) 技能培训体系与工匠精神传承。建立“理论+实操”培训体系:理论培训涵盖精细化管理理念、施工规范,实操培训设置模拟施工场景(如模拟沥青摊铺),由资深技师现场指导。同时,推行“师徒制”传承工匠精神,选拔拥有20年以上公路施工经验的技师担任导师,带教年轻技术员,重点传授路基压实、桥梁支座安装等关键工序的实操技巧,提升人员专业技能水平。(2) 激励机制与绩效考核的精细化设计。制定差异化激励方案:对达到质量控制点要求(如路基压实度连续3个月达标)的班组发放奖金;对提出工艺优化建议(如改进沥青搅拌工艺降低损耗)的个人给予额外奖励。绩效考核细化至个人,从施工效率(如每日路基开挖量)、

质量达标率(如工序一次验收合格率)、安全合规(如无安全事故天数)三个维度评分,评分结果与薪酬、晋升直接挂钩,激发人员工作积极性。

3 公路工程精细化管理实施路径

3.1 设计阶段精细化管理

(1) 地质勘察数据的精准化处理。采用“无人机航拍+钻孔取样+地质雷达探测”组合方式,获取公路沿线地形、土层分布、地下管线等数据,通过GIS系统建立三维地质模型,对数据进行误差修正(如钻孔数据与雷达探测数据交叉验证,确保误差≤3%)。针对软土路基、岩溶地区等特殊地质,单独建立专项数据库,标注承载力、沉降系数等关键参数,为路基处理方案(如换填法、CFG桩复合地基)设计提供精准依据,避免因勘察数据偏差导致后期施工返工。(2) 数字化设计(BIM)与协同设计平台。运用BIM技术构建公路工程全专业模型(涵盖道路、桥梁、排水等),实现设计图纸可视化审查,提前发现管线冲突、桥梁支座与路基衔接不当等问题;搭建云端协同设计平台,设计单位、业主、监理单位可实时在线批注修改意见,如对路面标高调整、边坡坡度优化等需求进行同步反馈,缩短设计变更周期。同时,将BIM模型与工程量清单关联,自动生成精准物料用量(如沥青、水泥消耗量),为后续成本控制奠定基础^[3]。

3.2 施工阶段精细化管理

(1) 施工组织设计的动态优化。依据现场实际情况(如天气变化、材料供应进度)动态调整施工组织设计:例如雨季来临前,优化路基施工顺序,优先完成排水设施施工;当钢筋供应延迟时,临时调整工序,提前开展预制梁模板安装。通过Project软件制定滚动式进度计划,将总工期分解为周、日进度目标,每日对比实际完成量与计划量,偏差超过5%时及时分析原因(如人员不足、机械故障)并采取应对措施(如增派班组、调配备用设备)。(2) 物资采购与库存管理的精益化。推行“零库存”采购模式,根据施工进度采用“分批采购+即时配送”策略,如沥青按每周施工用量采购,由供应商直接运至施工现场,减少仓储成本与材料损耗。建立物资信息化管理系统,实时记录材料入库量、出库量、库存量,设置库存预警值(如水泥库存低于50吨时自动提醒采购);对钢筋、水泥等关键材料,采用二维码溯源管理,扫码即可查看生产厂家、生产日期、检测报告,确保材料质量合规^[4]。(3) 安全风险分级管控与隐患排查。按照“风险分级、管控分层”原则,将施工风险划分为红、橙、黄、蓝四级:桥梁高空作业定为红色风险,由项目经理牵头管控;路基开挖定为黄色风险,由

施工班组长负责。每日开展隐患排查,使用安全检查APP记录隐患信息(如未佩戴安全帽、临时用电线缆破损),明确整改责任人与整改期限,整改完成后上传验收照片,形成“排查-整改-验收”闭环管理。每月组织安全风险评估,更新风险等级与管控措施,如汛期将深基坑施工风险等级提升,增加监测频次(从每日1次增至每2小时1次)。

3.3 验收与运维阶段精细化管理

(1)竣工验收标准的量化指标。制定细化的竣工验收量化标准:道路平整度采用3米直尺检测,最大间隙 $\leq 3\text{mm}$;桥梁承载力试验中,跨中最大挠度不得超过计算值的1.1倍;排水系统通水试验时,流速需达到 0.6m/s 以上且无渗漏。验收过程中,采用无人机巡检与人工检测结合方式,对路面裂缝、桥梁支座变形等问题进行全方位排查,建立验收问题台账,整改完成且复检合格后方可通过验收。(2)预防性养护决策模型与全寿命周期成本分析。构建预防性养护决策模型,整合路面使用年限、交通量、检测数据(如路面破损率、抗滑性能),通过算法预测养护时机:如当路面破损率达到10%时,自动推荐开展微表处养护。开展全寿命周期成本分析,对比不同养护方案成本:例如预防性养护(如裂缝灌缝)单次成本虽低,但可延长路面使用寿命3-5年,总成本低于后期大修成本(如铣刨重铺),为养护方案选择提供数据支持。

3.4 信息化工具的应用

(1)项目管理软件。利用PrimaveraP6软件实现多项目协同管理,可同时管控多个标段施工进度,自动计算关键线路(如桥梁施工中的预制梁浇筑、吊装工序),当关键工序延误时,自动提示对后续工序的影响。软件还支持成本与进度联动分析,实时统计各分项工程成本

偏差(如路基工程成本超出预算8%),帮助管理人员及时采取成本控制措施(如优化施工工艺、降低材料损耗)。(2)物联网设备在质量追溯中的应用。在施工设备(如摊铺机、压路机)上安装物联网传感器,实时采集施工参数(如摊铺机振捣频率、压路机碾压次数),数据上传至云端平台,形成施工过程电子档案。路面施工中,在沥青混合料中植入RFID芯片,记录混合料生产时间、摊铺位置、压实度等信息,后期运维时扫码即可追溯该路段施工质量数据,为养护方案制定提供依据;桥梁支座安装时,安装温度传感器,长期监测支座工作环境温度,预警温度应力对支座寿命的影响。

结束语

公路工程精细化管理是推动行业高质量发展的关键路径。通过精准把控设计、施工、验收运维各环节,借助数据驱动、流程标准化及人员专业能力提升,实现了资源高效利用、质量稳定可控与风险有效防控。未来,随着技术持续创新与管理理念深化,精细化管理将不断迭代升级,进一步提升公路工程综合效益,为构建安全、便捷、绿色的现代交通体系提供坚实保障,助力经济社会持续健康发展。

参考文献

- [1]辛文海.探究公路工程施工项目的精细化管理策略[J].居舍,2020,(07):69-70.
- [2]郭春晖.公路工程施工项目的精细化管理对策[J].交通世界,2020,(Z1):220-221.
- [3]李玲.公路工程施工项目精细化管理的探析[J].价值工程,2020,39(01):65-67.
- [4]郑婧.公路工程施工精细化管理分析[J].现代交通与路桥建设,2023,2(11):28-29.