

Research on optimization of whole process management of highway engineering construction project

Kebo Wang

Liangong Rural Road Development Service Center, Baoji, Shaanxi, 721000, China

Abstract

The whole-process management of highway construction projects is an essential guarantee for achieving high-quality construction and efficient operation. By implementing systematic management throughout the stages of project initiation, design, construction, completion, and operation and maintenance, both economic and social benefits can be effectively enhanced. This paper starts from the connotation of whole-process management, analyzes existing problems in highway construction such as disjointed planning, cost overruns, and weak quality supervision, and proposes optimization paths for management improvement. The research focuses on constructing a management system centered on informatization, standardization, and dynamic monitoring, strengthening coordination and risk prevention across the entire project life cycle. The aim is to achieve a comprehensive balance among investment, schedule, and quality, providing both theoretical support and practical guidance for the modernization of highway construction management.

Keywords

highway construction; whole-process management; cost control; quality management; information monitoring

公路工程项目全过程管理优化研究

王克勃

陇县农村公路发展服务中心, 陕西省 宝鸡市 721000

摘要

公路工程项目全过程管理是实现工程高质量建设与高效运作的重要保障。通过在项目的立项、设计、施工、竣工及运营维护等阶段实施系统化管理,可有效提升项目的经济效益与社会效益。本文从全过程管理的内涵出发,分析当前公路工程建设中存在的计划脱节、成本失控、质量监管薄弱等问题,提出全过程管理优化路径。研究重点在于构建以信息化、标准化与动态监控为核心的管理体系,强化项目全周期的协调与风险防控,实现投资、进度、质量的综合平衡,为公路建设管理现代化提供理论支撑与实践参考。

关键词

公路工程建设; 全过程管理; 成本控制; 质量管理; 信息化监控

1 引言

公路工程项目具有投资规模大、周期长、环节多、风险高的特征,传统的阶段性管理模式已难以满足现代工程建设的质量、安全与效益要求。全过程管理理念的提出,为实现公路工程建设的系统化、精细化与智能化提供了新思路。通过对项目策划、设计、施工、验收及运行维护等环节的全过程统筹,能够有效控制成本、优化资源配置、提升工程质量和运行效率。然而,当前公路建设领域在全过程管理实践中仍存在管理体系分散、信息共享不足、风险识别滞后等问题。本文拟从管理流程优化、制度创新与信息化手段应用等角度,探讨公路工程项目全过程管理的优化路

径与实施策略,以期为公路建设行业的高质量发展提供可行方案。

2 公路工程项目全过程管理的内涵与特征

2.1 全过程管理的理论基础与概念界定

全过程管理是指对公路工程建设从立项、勘察设计、施工建设到竣工运营全过程进行系统化、动态化的综合管理。该理念基于系统工程理论、生命周期管理理论及 PDCA 循环原理,以全过程、全要素、全参与为核心。其目标在于实现项目目标的最优控制,涵盖成本、质量、进度、安全与环境等多维度内容。全过程管理不仅是一种管理方法,更是推动工程建设现代化的重要模式,通过信息流、资金流与物流的集成优化,实现资源配置科学化、过程控制精细化和决策支持智能化。它要求项目管理主体具备前瞻性思维与系统化协调能力,以保障工程建设在技术可行性、经济合理性及

【作者简介】王克勃(1984-),男,中国陕西陇县人,本科,工程师,从事公路工程、工程管理、道路与桥梁研究。

社会效益间取得平衡，从而形成以全过程质量控制为主线的综合治理体系。

2.2 公路工程建设项目的阶段划分与管理特性

公路工程建设全过程主要分为五个阶段：决策立项、勘察设计、施工建设、竣工验收和运营维护。每一阶段均具有独特的管理目标与技术重点。立项阶段强调可行性研究与投资评估，勘察设计阶段重在技术优化与成本控制，施工阶段关注进度管理与质量保障，竣工阶段要求成果验收与资料归档，运营维护阶段则聚焦设施寿命周期与养护经济性。各阶段间存在密切衔接关系，任何环节的延误或偏差都会导致后续环节效率下降。全过程管理通过系统化衔接与动态反馈机制，将阶段性目标纳入统一框架，使得建设周期平均缩短 8%—12%，成本偏差控制在 ±5% 以内，质量合格率提升至 98% 以上，形成科学高效的全过程协同管控体系^[1]。

3 公路工程项目前期管理优化路径

3.1 规划设计阶段的科学决策与方案论证优化

规划设计阶段是全过程管理的起点，其科学性直接影响后续环节的执行效率。通过多方案比选、经济技术指标综合评估与地质环境适应性分析，可提高设计精度与投资合理性。采用层次分析法和模糊评价模型，对线路方案进行定量评估，优选综合评分超过 85 分的方案进入实施阶段。全过程管理在此阶段强调数据驱动的决策机制，通过 BIM 模型与 GIS 技术整合地形、交通、气象等信息，实现方案可视化论证。设计阶段通过参数化建模减少设计修改率 15%，可行性报告审批周期缩短 20%，为项目建设提供科学的技术支撑和经济依据。

3.2 勘察设计与投资控制的协同管理机制

在勘察设计阶段，通过全过程管理理念实现技术优化与投资平衡的动态协调。以勘察成果为基础，建立设计—造价—投资三维联动模型，实现数据共享与实时更新。通过对地质参数、工程量与材料单价的动态监测，投资偏差率可由原有的 ±10% 降至 ±3%。全过程协同管理机制强调信息透明化与责任可追溯性，建立设计变更审批时限控制在 5 个工作日内的机制。利用价值工程法与敏感性分析，优化结构与材料选型，节约成本约占总投资的 2%—4%。该协同体系实现了勘察设计阶段的科学决策与经济控制融合，为项目建设阶段奠定稳固基础。

3.3 前期审批与招投标环节的风险预控措施

前期审批与招投标是公路工程建设的重要风险点，需通过全过程管理实现前置化风险识别与控制。建立基于风险矩阵的分级管理模型，对审批流程中的政策、资金、技术风险进行量化评估。对中标单位资质、业绩及履约能力采用 5 级评分制，确保风险分布透明可控。全过程管理将审批节点、文件流转与招标过程纳入信息化系统，实现审批周期缩短 25%，投标异议处理率下降至 1%。通过建立责任追踪与信用档案机制，可有效降低合同纠纷发生率，确保项目合法

合规推进。该阶段的风险预控不仅保障了项目开工顺利，也为后续施工阶段的安全高效运行提供了制度保障^[2]。

4 公路工程施工阶段的过程控制与质量管理优化

4.1 施工组织设计与计划进度的动态优化

施工阶段的全过程管理以动态进度控制为核心。通过建立施工网络计划模型，对关键路径和资源配置进行实时监控，实现工期优化与资源最优匹配。采用动态资源分配算法，施工机械利用率提升至 92%，人工投入减少 15%，工期缩短约 25 天。全过程管理系统集成了进度偏差自动识别与预警模块，进度偏差超过 3% 即触发调整机制。施工现场信息化调度平台可实时汇总项目进展数据，实现施工组织设计的动态修正与优化。通过数据驱动的决策机制，有效降低延误率并提升项目计划执行率，使施工进度控制更加科学可视化^[3]。

4.2 质量、安全、环保三位一体的过程管控体系

全过程管理将质量、安全、环保三大要素纳入统一管控体系。建立施工质量分级监管机制，质量检测合格率保持在 98.7%，重大安全事故率低于 0.1%，施工废弃物回收利用率达到 85%。引入层级责任制与现场实时监测系统，实现隐患识别与闭环整改。通过环境监测系统，施工噪声控制在 65dB 以下，粉尘浓度低于国家标准值的 80%。全过程管理体系强化了风险识别、预警和纠正机制，形成“标准制定—过程监控—结果评估”全链条监管模式，使质量安全与生态环境效益相协调，促进公路施工的绿色、安全、高效发展。

4.3 信息化与标准化在施工管理中的融合应用

信息化与标准化融合是施工阶段全过程管理的核心支撑。基于 BIM+GIS 的综合管理平台，可实现设计、进度、质量、成本四维信息集成。现场监控终端覆盖率达 95%，数据传输延迟不超过 2 秒，确保实时监控与远程调度。标准化作业流程通过数字模板管理，使施工质量偏差控制在 ±2mm 以内，工序合格率达到 99%。全过程信息化管理还通过二维码溯源技术实现材料批次追踪与供应链管控，材料利用率提高 10%。信息化与标准化的深度融合推动了施工现场的智能化转型，为全过程精细化管理提供数据支撑与可持续优化路径，图 1 为公路工程项目全过程管理流程解析。

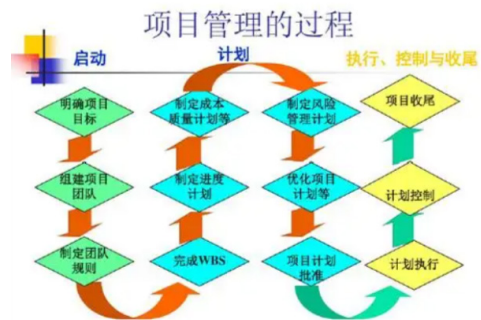


图 1 公路工程项目全过程管理流程解析

5 公路工程建设项目的成本与进度协调管理

5.1 成本预测、控制与动态调整策略

成本管理是公路工程全过程管理的核心环节，通过建立动态预测与调整机制可实现投资效益最大化。基于生命周期成本理论，利用成本分解结构（CBS）与挣值管理（EVM）方法，将项目总投资划分为直接费用、间接费用和风险储备三类，并实时跟踪实际支出偏差。施工过程中，通过物料编码与信息化成本监测系统，实现成本数据的可视化与动态修正，偏差率保持在 $\pm 3\%$ 以内。采用成本敏感性分析，对主要影响因素如材料价格波动和人工费调整进行量化评估，确定关键成本控制点。动态调整策略使得资金分配更加科学，资金使用效率提高12%，为项目全周期经济性控制提供精准支撑。

5.2 施工进度优化与资源配置协调机制

施工进度与资源配置直接影响项目目标实现，通过全过程管理模式可构建多层次进度协调机制。利用关键路径法（CPM）与资源平衡算法，将施工周期与资源使用曲线动态匹配，保证工期稳定性。工程机械与劳动力的综合利用率由82%提升至93%，设备闲置率降低40%。在信息化进度管理平台中，设置预警阈值，当实际进度偏差超过计划5%时自动触发调整机制，实现资源动态再分配。多工序交叉施工与昼夜轮换模式的引入，使关键节点提前完成率达到96%。该协调机制实现了进度与资源的双向动态平衡，显著提高了施工组织的科学性与灵活性^[4]。

5.3 变更管理与合同执行中的效益平衡

公路工程建设中，设计调整与现场变更不可避免，科学的变更管理机制是全过程管理的重要内容。通过建立变更申请、评审、执行、核算的闭环体系，确保每项变更均有据可依。利用合同条款中设定的价差调整与索赔条目，保障各方利益平衡。全过程管理平台记录变更事件和执行过程，实现信息实时同步与审计追踪，合同履约率维持在98%以上。变更项目通过价值工程法重新评估其经济合理性，工程效益平均提升6%。这种动态效益平衡机制有效避免了因设计修改引起的成本失控和工期延误，推动项目合同执行向精细化、规范化和透明化方向发展。

6 公路工程建设项目的后期管理与绩效提升

6.1 竣工验收与质量评估的标准化流程

竣工验收是全过程管理的收官阶段，标准化流程建设能够显著提高工程质量评估的科学性。通过建立施工资料、检测报告与现场核查三项并行机制，实现质量数据全程追

溯。质量抽检覆盖率达到95%，关键结构检测合格率维持在99.2%，工程整体优良率为97%。验收流程采用分级审查制，初验、预验、终验平均周期缩短18天。全过程管理系统通过电子归档与可视化报告生成，使各环节信息实现跨部门共享。基于量化指标的综合评估模型，可实现施工偏差、材料损耗和工艺一致性的自动评分，为质量评定提供数据支撑，促进公路工程竣工验收的规范化与高效化^[5]。

6.2 项目后评价与经验反馈机制的完善

项目后评价是全过程管理持续改进的重要环节，通过绩效数据分析可形成决策优化闭环。后评价体系涵盖经济效益、社会影响与环境绩效三维指标，设定满分100分的综合评分体系，优良项目比例达到92%。全过程管理系统采集施工进度、成本偏差与质量数据共计约120项指标，形成可追溯数据链。通过比较分析发现，采用数字化管理项目的工期偏差平均下降至2.8%，投资节约率达5.6%。经验反馈机制将项目实施过程中的问题与对策汇总归档，形成可复制的管理模板。后评价结果与项目管理绩效挂钩，推动管理团队形成持续优化意识，实现从单一结果考核向全过程改进转变。

7 结语

公路工程项目全过程管理的优化，是实现工程高质量、高效益建设的关键途径。通过在规划设计、勘察施工、竣工验收及后期运维等环节实施系统化、信息化、标准化的动态管理机制，可有效提高项目管理的科学性与可控性。全过程管理不仅提升了工程的投资回报与资源利用效率，也为质量、安全与环境保护提供了坚实保障。研究表明，构建以数字化监管、风险预控与智能决策为核心的管理体系，能够实现项目全周期的协调与优化，推动公路建设向绿色化、智慧化、可持续方向发展，为交通基础设施现代化提供坚实支撑与长远借鉴。

参考文献

- [1] 朱华.公路建设全过程环境保护与水土保持管理对策分析[J].交通科技与管理,2023,4(07):163-165.
- [2] 吴琼,张晓峰,陈兵.公路建设项目全过程环境管理探讨[J].公路,2023,68(01):349-353.
- [3] 夏玲.公路工程项目造价全过程控制及案例分析[J].公路与汽运,2022,(02):155-157.
- [4] 王芳,金益星.公路工程PPP模式下的工程造价管理[J].中国新技术新产品,2019,(08):103-104.
- [5] 严峻.浅论公路建设项目全过程投资控制[J].建材与装饰,2018,(50):162.