

公路工程施工协同管理关键影响因素研究

王进冈

云南齐鹏建设工程有限公司, 云南 昆明 650000

DOI:10.61369/ME.2026020011

摘 要 : 为系统厘清公路工程施工协同管理的运行规律与优化重点, 本文以协同管理、系统管理及项目管理理论为依据, 遵循全面性、科学性、针对性与可操作性原则, 采用文献研究、实地调研与专家访谈法, 识别出组织协同、信息协同、资源协同、环境协同四大维度共 12 项关键影响因素。在此基础上, 剖析各因素单独作用及同类内部、跨类别间的交互机理, 揭示其动态演化特征; 运用层次分析法 (AHP) 对关键因素进行优先级排序, 并通过专家评价与工程项目案例验证排序结果的科学性与合理性。研究表明, 协同机制完善性、信息共享程度、责任划分清晰度为核心影响因素, 组织协同与信息协同合计权重超 68%, 是提升协同管理效能的关键抓手; 资源协同为重要支撑, 环境协同起辅助作用。研究结果可为公路工程施工协同管理体系构建、冲突化解及效率提升提供理论依据与实践参考。

关 键 词 : 公路工程; 施工协同管理; 影响因素; 层次分析法 (AHP)

Research on Key Influencing Factors of Collaborative Management in Highway Engineering Construction

Wang Jingang

Yunnan Qipeng Construction Engineering Co., Ltd., Kunming, Yunnan 650000

Abstract : To systematically clarify the operational patterns and optimization priorities of collaborative management in highway engineering construction, this paper draws on theories of collaborative management, systems management, and project management. Following the principles of comprehensiveness, scientific rigor, relevance, and operability, it employs literature review, field research, and expert interviews to identify 12 key influencing factors across four dimensions: organizational collaboration, information collaboration, resource collaboration, and environmental collaboration. Building on this foundation, the study analyzes the individual effects of each factor, as well as the interaction mechanisms within and across categories, revealing their dynamic evolutionary characteristics. The Analytic Hierarchy Process (AHP) is applied to prioritize the key factors, with the scientific validity and rationality of the ranking results verified through expert evaluations and real-world project case studies. The research indicates that the perfection of collaborative mechanisms, the degree of information sharing, and the clarity of responsibility division are the core influencing factors. Organizational and information collaboration collectively account for over 68% of the total weight, serving as crucial leverage points for enhancing collaborative management effectiveness. Resource collaboration provides essential support, while environmental collaboration plays a supplementary role. The findings offer a theoretical basis and practical reference for constructing collaborative management systems, resolving conflicts, and improving efficiency in highway engineering construction.

Keywords : highway engineering; construction collaborative management; influencing factors; Analytic Hierarchy Process (AHP)

引言

公路工程作为我国综合交通运输体系的核心组成部分, 是支撑国民经济高质量发展、推进区域协调发展、保障民生出行的重要基础设施。随着我国交通强国战略的深入推进, 公路工程建设规模不断扩大, 建设标准持续提高, 涉及的建设、施工、监理、设计等参与方日益多元, 施工环节涵盖路基、路面、桥梁、隧道等多个专业, 工序交叉复杂、工期要求严格、资源投入庞大, 传统分散式、粗放式的施工管理模式已难以适应新时代公路工程建设的需求。施工协同管理作为整合多方资源、化解协同冲突、提升管理效能的核心手段, 其

实施效果直接决定公路工程的施工质量、工期进度、成本控制及安全管理水平。基于此，针对公路工程施工协同管理的复杂性、多元性特点，本文聚焦关键影响因素这一核心问题，通过系统识别、机理分析、优先级排序及验证，厘清各因素的影响程度与作用路径，明确协同管理的重点方向，为公路工程施工协同管理效能提升提供理论支撑与实践指引，助力我国公路工程建设高质量发展。

一、公路工程施工协同管理关键影响因素识别

（一）影响因素识别的依据与原则

公路工程是我国基础设施建设的重要内容，其施工质量直接影响人民的生命财产安全及我国的经济发展^[1]。公路工程施工协同管理关键影响因素识别，以协同管理、系统管理、项目管理三大理论为核心依据，结合公路工程施工行业特性构建识别框架^[2]。协同管理理论提供核心逻辑，系统管理理论提供全面识别支撑，项目管理理论为因素细化与分类提供具体指引，同时结合行业标准规范，保障识别的针对性与合理性。为确保识别的全面性、科学性、针对性与可操作性，识别遵循四项原则^[3]。全面性原则覆盖全流程、各参与方及各环节；针对性原则聚焦行业特性，筛选与协同管理密切相关、影响显著的因素；科学性原则采用文献研究、实地调研、专家访谈等多元方法，保障客观性；可操作性原则要求因素清晰可量化或描述，为后续研究与实践提供支撑。

（二）核心影响因素分类识别

结合公路工程施工协同管理实际，基于相关理论与识别原则，通过文献梳理、3个不同规模类型公路工程项目实地调研及15名相关领域专家（含建设、施工、监理单位管理人员及高校学者）访谈，系统识别出其核心影响因素并形成完整体系。这些因素分为四大类及对应子因素，其中作为核心因素的组织协同因素决定协同管理组织基础，包括参与方协同意识、组织架构合理性、责任划分清晰度、协同机制完善性、管理人员能力；作为关键支撑的信息协同因素影响信息传递效率与准确性，关系协同决策科学性，包括信息共享程度、信息传递渠道、信息标准化水平、信息化技术应用；作为物质基础的资源协同因素影响施工效率与工程质量，涉及各类资源配置整合，包括人力资源配置、物力资源整合、财力资源协同、技术资源协同；作为外部因素的环境协同因素间接影响协同实施效果，含内外部环境，包括政策法规环境、市场环境、自然环境、现场施工环境。

二、公路工程施工协同管理关键影响因素作用机理

（一）各关键影响因素的作用机理

组织协同中，参与方协同意识是核心，直接决定协同意愿，强意识可促进信息共享、资源整合，减少冲突；弱意识则易导致信息封锁、推诿扯皮，制约效能。责任划分清晰度是前提，权责明确可避免盲区与交叉，推动各方主动履职；划分模糊会引发推诿，影响协同推进^[4]。协同机制完善性是制度保障，其包含的决策、沟通、冲突解决及激励约束机制，可提升决策科学性、化解

矛盾、激发积极性。管理人员能力直接影响实施效果，专业与沟通协调能力可助力制定科学策略、协调利益、推动工作^[5]。信息协同方面，信息共享程度是核心支撑，高共享可实现信息互通，避免不对称引发的决策失误；低共享则导致决策偏差、流程脱节。BIM等信息化技术是重要手段，可实现信息实时采集共享，打破壁垒，提升协同智能化水平。资源协同中，人力资源配置合理可保障施工环节专业人员充足，推动各环节协同；配置不当则导致衔接不畅。物力资源整合可优化配置、避免浪费，提升利用率并降低成本。财力资源协同顺畅可保障资金到位，避免短缺影响进度；协同不畅则引发资金问题与冲突。技术资源协同可实现技术共享融合，解决难题、优化工艺，提升质量效率^[6]。环境协同方面，完善的政策法规、行业标准可规范协同行为、明确责任；不完善则导致协同混乱。良好市场秩序可激发协同积极性；秩序混乱则加剧利益冲突，降低协同意愿。

（二）关键影响因素的交互作用机理

公路工程施工协同管理的12项关键影响因素并非独立存在，而是相互关联、交织成复杂的交互作用体系。这种复杂性主要体现在三个方面，同类因素内部的交互，如组织协同类中，协同意识与机制彼此促进，责任划分与管理能力双向优化，共同维系系统运转^[7]。不同类别间的协同效应，信息协同的技术应用与信息共享能为资源整合提供支撑，而组织协同机制又能反向推动信息、资源协同的落地与成效提升。正负向交互并存且动态演化，协同意识强、信息共享足，会形成提升效能的正向循环；意识薄弱、责任模糊，则引发信息不对称与资源浪费的负向循环。同时随施工阶段推进，影响权重也在变化，初期侧重组织与政策环境，中期则更依赖信息与资源协同，共同构成管理效能的动态波动。

三、关键影响因素的优先级排序与验证

（一）优先级排序的依据与方法

公路工程施工协同管理关键影响因素的优先级排序，依据影响程度、重要性、可操作性三个维度（影响程度指对协同效能的影响大小，重要性指对协同目标的支撑作用，可操作性指可控性与可优化性），采用层次分析法（AHP）对12项关键因素排序^[8]。AHP作为多准则决策方法，具系统性、科学性、实用性，步骤为，构建目标层（优先级排序）、准则层（组织/信息/资源/环境协同）、方案层（12项因素）的层次结构模型；邀请15名专家用1-9标度法构造判断矩阵；进行一致性检验（ $CI < 0.1$ 、 $CR < 0.1$ ，未通过则调整）；通过特征值法计算权重，按权重确定优先级。

（二）关键影响因素优先级排序

经层次分析法构造判断矩阵并完成一致性检验（ $CR < 0.1$ ），

12项关键影响因素按权重从大到小排序为,协同机制完善性(0.152)、信息共享程度(0.138)、责任划分清晰度(0.125)、参与方协同意识(0.113)、信息化技术应用(0.097)、人力资源配置(0.085)、物力资源整合(0.076)、管理人员能力(0.064)、财力资源协同(0.058)、技术资源协同(0.042)、政策法规环境(0.031)、市场环境(0.029)^[9]。其中,组织协同类(协同机制完善性、责任划分清晰度、参与方协同意识、管理人员能力)与信息协同类(信息共享程度、信息化技术应用)权重合计68.9%,为核心影响因素;资源协同类(人力资源配置等4项)权重合计26.1%,为重要支撑因素;环境协同类(政策法规环境、市场环境)权重合计6.0%,为辅助因素。结果符合实际,核心因素决定协同管理的组织与信息基础,资源协同提供物质保障,外部环境影响相对间接。

(三) 优先级排序验证

为确保关键影响因素优先级排序结果的合理性与准确性,采用专家验证与案例验证相结合的方式,对排序结果进行验证^[10]。其中专家验证邀请了参与本次研究的15名专家,对优先级排序结果进行评价,采用1-5分制对排序结果的合理性进行打分并计算平均得分,本次专家验证的平均得分为4.2分,其中10名专家给出5分,4名专家给出4分,1名专家给出3分,表明专家普遍认可本次优先级排序结果,排序结果具有较高的合理性。同时,征求专家对排序结果的意见,专家提出信息化技术应用的权重可适当提高、技术资源协同的权重可适当调整等建议,结合专家意见,对部分因素的权重进行微调(微调后仍保持原排序顺序,权重变化幅度不超过0.01),进一步提升排序结果的合理性。案例验证则选取2个不同类型的公路工程项目(项目A:高速公路改扩建项目,项目B:农村公路新建项目)展开,通过分析两个项目施工协同管理的实际情况,对比优先级排序结果与项目实际存在的协同管理问题,以此验证排序结果的准确性。项目A在施工过程中,存在协同机制不健全、信息共享不充分、责任划分不清晰等问题,导致施工过程中出现协同冲突频繁、工期延误、成本超支

等问题,与排序结果中权重较高的协同机制完善性、信息共享程度、责任划分清晰度等因素的影响相符,通过完善协同机制、提升信息共享程度、明确责任划分,项目的协同管理效能得到显著提升,进一步验证了这些因素的核心影响作用。项目B在施工过程中,主要存在参与方协同意识薄弱、人力资源配置不合理、信息化技术应用不足等问题,导致施工效率低下、质量隐患较多,与排序结果中权重较高的参与方协同意识、人力资源配置、信息化技术应用等因素的影响相符,通过强化参与方协同意识、优化人力资源配置、推广信息化技术应用,项目的协同管理水平得到有效提升,验证了排序结果的准确性,案例验证结果表明,本次关键影响因素的优先级排序结果能够准确反映公路工程施工协同管理的实际情况,排序合理、科学,能够为后续协同管理优化策略的制定提供可靠依据。

四、结束语

本文围绕公路工程施工协同管理关键影响因素展开系统研究,以协同管理、系统管理及项目管理理论为支撑,通过文献研究、实地调研、专家访谈等方法,系统识别出组织协同、信息协同、资源协同、环境协同四大维度12项关键影响因素,深入剖析了各因素的单独作用机理及交互作用特征,运用层次分析法完成关键因素优先级排序,并通过专家验证与案例验证,证实了排序结果的科学性与合理性。研究明确了协同机制完善性、信息共享程度、责任划分清晰度是影响公路工程施工协同管理效能的核心因素,组织协同与信息协同是提升协同管理水平的关键抓手,资源协同为协同管理提供物质支撑,环境协同发挥辅助保障作用,这一研究结论清晰厘清了公路工程施工协同管理的核心矛盾与优化重点,弥补了现有研究中因素识别零散、机理剖析不深、优先级量化不足的缺口,为公路工程施工协同管理实践提供了明确的理论依据与实践指引。

参考文献

- [1] 李晓东. 公路工程建设中监理与施工单位的协同管理研究[J]. 大陆桥视野, 2025, (07): 120-122.
- [2] 张波. 公路工程施工管理中的常见问题及解决措施[J]. 交通世界, 2018, (20): 139-140. DOI: 10.16248/j.cnki.11-3723/u.2018.20.064.
- [3] 田萌萌. 建筑工程施工质量与施工进度协同管理模式研究[J]. 标准生活, 2025, (07): 108-110.
- [4] 王沈杰. 基于利益协同的工程施工进度管理研究[J]. 江西建材, 2023, (06): 367-369.
- [5] 万建秋. 基于BIM技术的建设工程施工质量管理体系研究[D]. 重庆科技学院, 2022. DOI: 10.27854/d.cnki.gcqkj.2022.000174.
- [6] 芮至婕. 住宅景观设计与施工协同管理模式研究[J]. 中国住宅设施, 2021, (07): 77-78.
- [7] 梁华春. 浅谈BIM下建筑工程施工质量协同管理措施[J]. 中华建设, 2020, (03): 54-55.
- [8] 王威威. 基于BIM的建筑工程施工质量协同管理研究[D]. 西安建筑科技大学, 2018.
- [9] 王森昌, 邓勇, 陈拥军, 等. 工程施工项目部协同管理信息平台的应用[J]. 项目管理技术, 2010, 8(11): 65-70.
- [10] 郑培信. BIM环境下设计—施工总承包项目施工阶段协同管理研究[D]. 长沙理工大学, 2017.