

全寿命周期视角下改扩建路基工程预算编制模型优化研究

刘剑捷

四川省熠道丰建筑工程有限公司, 四川 成都 610000

DOI:10.61369/ME.2025010019

摘要 : 阐述路基工程全寿命周期成本各阶段情况, 包括规划、设计、施工和运维等, 分析全寿命周期理论应用机理, 指出现行预算编制方法局限, 介绍施工图阶段及全寿命周期预算模型构建方法, 强调多因素对预算影响及模型优化措施, 展示研究成果并提出未来方向。

关键词 : 路基工程; 全寿命周期; 预算编制

Study on the Optimization of Budget Preparation Model for Reconstruction and Expansion of Roadbed Engineering from the Perspective of Whole Life Cycle

Liu Jianjie

Sichuan Yidao Feng Construction Engineering Co., LTD., Chengdu, Sichuan 610000

Abstract : This paper elucidates the cost scenarios of the entire lifecycle of roadbed projects, covering planning, design, construction, and operation and maintenance. It analyzes the application mechanisms of lifecycle theory, highlights the limitations of current budgeting methods, and introduces construction drawing phase and lifecycle budget model construction methods. The paper emphasizes the impact of multiple factors on budgets and measures for model optimization, presents research findings, and proposes future directions.

Keywords : subgrade engineering; whole life cycle; budget preparation

引言

路基工程全寿命周期成本涉及多个阶段且相互关联, 各阶段成本要素及其相互作用机制对总成本优化至关重要。随着我国基础设施建设的持续推进(如《交通强国建设纲要》2019年颁布), 改扩建路基工程不断增加。现行预算编制方法在该工程中存在局限性, 比如部颁通用定额工料机的选用难以适应项目新工艺新工法推广; 地方补充定额适用范围难以得到统一认可; 定额消耗量调整难以准确反映现场实际施工消耗等。因此, 研究如何优化改扩建路基工程预算编制模型具有重要的现实意义, 这包括全寿命周期理论应用机理分析、成本预测模型构建、动态分配机制建立以及多源数据融合等方面的研究, 以提高预算编制的准确性和合理性, 实现工程成本的有效控制。

一、全寿命周期理论在路基工程中的应用机理

(一) 全寿命周期成本构成分析

路基工程的全寿命周期成本涵盖规划、设计、施工与运维等阶段。规划阶段成本包括项目可行性研究、选址勘察等费用^[1]。设计阶段涉及初步设计、施工图设计成本, 以及考虑不同设计方案对后续成本的影响。施工阶段成本包含材料、人工、机械设备使用等直接成本, 以及施工管理、质量控制、安全投入、环保措施、改扩建项目保通措施等间接成本。运维阶段则有日常巡查、维修保养、病害处理等费用。各阶段成本相互关联, 规划设计不合理可能导致施工困难和成本增加, 施工质量不佳会加大运维成本。因此, 需综合考虑各阶段成本要素及其相互作用机制,

以实现全寿命周期成本的优化。

(二) 改扩建工程特征对预算体系的影响

全寿命周期理论在路基工程中的应用机理涉及多个方面。既有路基结构评估是关键环节, 不同的评估结果会影响后续的预算编制。例如, 结构的损坏程度、承载能力、远期交通通行能力需求等因素决定了是需要局部修复还是大规模改扩建, 从而产生不同的成本预算^[2]。新旧结构衔接技术同样对预算有重要影响。合理的衔接技术需要考虑材料、工艺等多种因素, 不同的衔接方案成本差异较大。而且, 衔接部位的质量要求往往更高, 可能需要额外的检测和维护费用, 这些都要在预算编制中体现出来。改扩建工程的这些特征使得预算体系需要更加精细和全面, 以准确反映工程的实际成本和全寿命周期内的费用情况。

二、改扩建路基工程预算编制现状与问题

（一）现行预算编制模型的局限性

现行预算编制多采用传统定额法，其在改扩建路基工程中存在局限性。在动态工程变更方面，定额法难以快速准确地反映因工程变更带来的成本变化。由于定额相对固定，对于变更后的工程量及工艺调整，无法及时、合理地调整预算金额，导致预算与实际成本脱节^[9]。譬如现行公路工程定额中未准确体现数码雷管的应用消耗量，未按照现行施工规范调整定额含量中的32.5级和42.5级水泥消耗换算等，易造成定额编制“失真”。在材料价格波动方面，定额法不能有效适应市场价格的动态变化。材料价格受多种因素影响，而定额中的材料价格往往是固定的或调整不及时，无法准确反映实际采购成本，现行新工艺工法推动采用的材料很大一部分无地方定额站公布的信息价作为参考依据，建设方与施工方进行市场询价对比往往因为询价周期不同等原因存在较大价格差异，从而影响预算的准确性和合理性。

（二）变更索赔对预算控制的影响

在改扩建路基工程中，变更索赔对预算控制产生多方面影响。工程签证和设计变更等索赔事件常导致预算执行出现偏差。一方面，工程签证可能因现场实际情况与原设计不符而产生，如地下不明障碍物的出现，使得施工工艺改变，增加了额外费用，冲击预算^[4]。另一方面，设计变更可能由于政策变化、地方政府要求或业主要求提高工程标准，改变工程规模或调整设计方案，这会引引起工、料、机费用的变化和措施投入费用的差异，影响预算的准确性和可控性。而且，索赔事件的处理过程往往复杂且耗时，可能延误工程进度，进一步增加间接成本，给预算控制带来更大挑战。

三、全生命周期预算模型构建

（一）多阶段协同预算框架设计

1. 施工图阶段成本预测模型

在施工图阶段成本预测模型构建中，可借助 BIM 技术建立工程量精准计算体系^[9]。BIM 技术具有可视化、参数化等优势，能够准确获取路基工程各构件的几何信息和属性信息。通过对设计图纸的三维建模，可以精确计算出土石方量、混凝土用量等工程量数据。同时，结合工程所在地的材料价格、人工费用等市场信息，以及施工工艺和规范要求，能够进一步准确预测施工成本。利用 BIM 模型的信息集成性，还可对不同施工方案进行成本对比分析，为选择最优方案提供依据，从而实现施工图阶段成本的有效预测和控制。

2. 运维成本折现计算模型

在全生命周期预算模型构建中，运维成本折现计算模型至关重要。对于考虑路面性能衰变规律的长期养护费用预测，需建立合理算法。首先要分析路面性能衰变的影响因素，如交通荷载、环境条件等^[6]。基于这些因素，确定性能衰变函数，描述路面性能随时间的变化。然后，结合养护措施及其成本，建立养护费用

与路面性能的关联模型。通过对未来不同时间点的养护费用进行预测，并考虑资金的时间价值进行折现计算，从而准确计算不同运维周期的成本费用，比较不同运维方案的经济效益，为制定运维方案提供决策参考。这一模型能够为多阶段协同预算框架提供关键的运维成本数据支持，使预算编制更加科学合理。

（二）动态调整机制构建

1. 合同风险分担模型

基于国内通行的标准施工招标文件条款构建不可预见费动态分配机制。该机制考虑到全寿命周期内各种不确定因素对工程预算的影响。在项目初期，依据工程特点及以往经验，设定不可预见费的初始比例及分配原则。随着项目推进，根据实际发生的风险事件及对工程成本的影响，动态调整不可预见费在各阶段、各工作内容间的分配。例如，若某阶段地质条件复杂程度超出预期，可适当增加该阶段不可预见费比例，确保有足够资金应对风险。同时，明确各方在不可预见费管理中的责任与权力，合理分担风险，避免因风险分担不均导致的合同纠纷，保障项目顺利进行^[7]。

2. 索赔事件响应算法

在全寿命周期预算模型构建中，需考虑多种因素。对于动态调整机制，应结合项目前期策划、工程变更指令与合同条款解读等多方过程中的工作成果，构建项目合同变更索赔风险清单。当出现工程变更时，依据风险清单编制预案，系统地分析对预算的影响。合同条款明确了各方的权利和义务，是调整预算的重要依据^[8]。在索赔事件响应算法方面，要准确识别索赔事件的触发条件。一旦符合条件，根据合同约定和实际损失情况计算索赔金额，并及时调整预算。同时，建立反馈机制，确保调整后的预算能适应工程实际进展，保障工程顺利进行。

四、预算模型优化实施路径

（一）数据集成平台建设

1. 多源数据融合技术

为优化预算编制模型，在数据集成平台建设中需重视多源数据融合技术。通过整合工程量支付系统与 GIS 地理信息数据的接口设计，实现不同数据源之间的有效连接。利用先进的数据挖掘和分析算法，对来自计量支付系统的工程成本数据以及 GIS 系统中的地理空间数据进行处理。挖掘数据之间的潜在关联，例如地理环境因素对工程成本的影响。通过建立统一的数据标准和规范，确保融合后的数据质量和一致性。主要目的是建立动态化、可视化的项目建设模型，根据所划分的部分分项进行清单化管理，建立 WBS 系统清单管理树，这将为全生命周期视角下改扩建路基工程预算编制提供更准确、全面的数据支持，提高预算模型的精度和可靠性^[9]。

2. 实时成本监控模块

在全生命周期视角下，为实现改扩建路基工程预算编制模型优化，需构建实时成本监控模块。通过开发基于物联网的机械台班与材料消耗动态监测系统，实时获取工程中各类资源的消耗数据^[10]。该系统利用物联网技术，将机械和材料的使用情况进行实

时传输和分析。例如，在机械台班方面，能够准确记录每台机械的工作时长、工作状态等信息；在材料消耗上，可精确监测各类材料的用量及剩余量。这些实时数据将集成到数据集成平台，为预算模型的优化提供准确的数据支持，以便及时调整预算，提高预算编制的准确性和合理性。

（二）合同管理协同机制

1. 条款风险预警体系

建立合同支付条款与预算执行偏差的关联分析模型是预算模型优化实施路径的重要部分。在合同管理协同机制中，需确保合同各方对支付条款有清晰理解和共识，明确各方权利义务。对于条款风险预警体系，要识别可能影响预算执行的风险因素，如市场价格波动、工程变更等。通过对支付条款与预算执行偏差的关联分析，当出现偏差及时预警，以便采取措施调整。同时，在合同中应明确风险分担机制，合理分配因风险导致预算偏差的责任，促进各方积极参与预算控制，保障预算编制模型的有效实施和优化。

2. 索赔时效管理模型

在全寿命周期视角下，对于改扩建路基工程预算编制模型优化，需设计结合28天索赔时效的预算调整触发机制。这一机制应基于合同管理协同机制构建。当出现符合索赔条件的事件时，需在28天内启动相关流程。在合同中明确规定各方在索赔时效内的权利和义务，确保信息及时传递和共享。同时，建立有效的监督和反馈机制，对索赔事件进行跟踪和评估。根据评估结果，及时调整预算模型。预算调整应考虑到工程进度、成本变化以及对后续工程的影响等多方面因素，确保预算始终符合工程实际需求，提高预算编制的准确性和合理性，保障工程顺利进行。考虑在系统模型中添加变更索赔标准工作清单管理包，将部分特定的、繁琐的变更索赔项进行标准清单化管理，将变更索赔项进行工作分解，通过变更立项（索赔意向），辅助证明资料收集、报告编制、费用计算、合同依据提供等标准流程化工作实现变更索赔工作的有效管理。

（三）组织保障体系建设

1. 多专业协同工作流程

在全寿命周期视角下，需构建完善的组织保障体系和多专业协同工作流程以优化预算模型。路基、路面、交安附属工程预算

人员交互审核制度至关重要。不同专业预算人员需定期沟通，路基专业人员提供基础数据，路面专业人员在此基础上考虑路面结构与材料对预算影响，交安附属工程专业人员则确保交安附属系统预算合理且与其他部分协同。审核过程中，各方对彼此预算部分进行交叉检查，确保数据准确性和一致性，避免重复计算或遗漏。通过这种协同工作流程，可整合各专业知识和信息，提高预算编制的科学性和准确性，为改扩建路基工程预算模型优化提供有力支撑。

2. 全周期知识管理系统

在组织保障体系建设方面，需成立专门的团队负责预算模型优化工作，明确各成员职责，确保工作有序开展。团队应包括工程技术专家、预算编制人员和信息技术人员等，共同协作解决优化过程中的各类问题。

对于全周期知识管理系统，要建立包含历史变更案例库的预算决策支持系统。收集以往改扩建路基工程的变更案例，详细记录变更原因、涉及金额、对预算的影响等信息。通过对这些案例的分析和整理，挖掘其中的规律和经验教训，为当前和未来的预算编制提供参考。同时，利用信息技术手段，实现案例库的高效管理和检索，方便预算编制人员快速获取所需信息，提高预算编制的准确性和合理性。

五、总结

在全寿命周期视角下，本研究针对改扩建路基工程预算编制模型展开优化工作。通过构建相关预算模型，取得了显著成效。这不仅为工程预算编制提供了更精确的方法，也提高了工程管理的效率和效益。然而，研究还有进一步拓展的空间。未来可结合区块链技术，强化合同履行的追溯能力，确保工程各环节的责任明确和信息透明。同时，运用机器学习优化材料价格预测模块，能够更好地应对市场价格波动，进一步提高预算编制的科学性和准确性，为改扩建路基工程的顺利实施提供更有力的保障。

参考文献

- [1] 都达古拉. 工程项目全寿命周期成本优化研究 [D]. 北京: 华北电力大学, 2015.
- [2] 白文飞. 轨道设备修理周期预测及全寿命周期修理决策优化模型研究 [D]. 北京: 北京交通大学, 2018.
- [3] 闫大伟. 全寿命周期视角下低碳建筑评价体系研究 [D]. 陕西: 西安建筑科技大学, 2013.
- [4] 马德军. 全寿命周期视角下绿色住宅增量成本构成及计量研究 [D]. 重庆: 重庆科技学院, 2023.
- [5] 柯燕燕, 朱小珍, 彭东勤, 等. 全寿命周期视角下装配式建筑项目增量成本与增量收益研究 [J]. 建筑经济, 2023, 44(12): 41-46.
- [6] 鄢光宇, 何冬梅. 高速公路改扩建路基工程预算编制要点与分析 [J]. 交通企业管理, 2021, 36(02): 60-61.
- [7] 连会仁. 全寿命周期视角下高校修缮工程管理研究 [J]. 建设监理, 2022, (10): 20-23.
- [8] 管乐. 全寿命周期视角下电网基建工程成本控制研究 [J]. 环渤海经济瞭望, 2018, (12): 151-152.
- [9] 苗泽惠, 施德阳. 全寿命周期视角下绿色建筑成本控制研究 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2019, (05): 66-67.
- [10] 姜帆. 全寿命周期成本视角下的绿色建筑经济效益分析 [J]. 建筑经济, 2014, 35(12): 102-104.