

基于 BIM 技术的高速公路工程计量与支付管理优化研究

陈芯宇

湖北交投鄂东建设管理有限公司 湖北 黄石 435000

【摘要】：高速公路工程建设周期长、结构复杂且参建单位多，计量支付环节繁琐，传统管理模式普遍存在数据离散、审核低效、误差率高、协同不畅等问题，直接影响工程进度与资金使用效益。BIM 技术凭借可视化、参数化、协同化、可追溯的优势，为计量支付管理优化提供了有效技术路径。本文结合高速公路计量支付管理实际，分析传统模式的核心痛点，结合 BIM 技术应用特性，探索切实可行的优化策略，构建全流程智能化协同管理体系，通过具体案例验证方案可行性，为高速公路计量支付管理数字化转型提供理论与实践参考，助力提升工程管理精细化水平。

【关键词】：BIM 技术；高速公路工程；计量管理；支付管理；管理优化

DOI:10.12417/2811-0536.26.08.051

引言

随着我国交通基础设施建设推进，高速公路工程规模扩大、复杂度提升，对计量支付管理的精准性、高效性和规范性提出更高要求。计量支付作为高速公路建设核心环节，直接关系工程成本、进度、合同履行及参建各方权益，是保障工程质量与资金安全的关键。

BIM 技术作为工程建设领域的核心数字化技术，可将工程全生命周期信息集成于三维模型，实现工程信息的可视化呈现、精准化核算和协同化管理。目前，BIM 技术在高速公路设计、施工阶段的应用已逐渐普及，但在计量支付管理领域的深度应用仍处于探索阶段，尚未形成成熟体系。基于此，本文聚焦 BIM 技术在高速公路计量支付管理中的优化应用，着力解决传统管理模式的痛点，构建科学高效的管理模式，对推动高速公路工程管理数字化、精细化转型具有重要现实意义。

1 相关理论基础

1.1 BIM 技术核心特性

BIM 技术即建筑信息模型技术，基于三维数字化模型开展工程管理，核心具备可视化、参数化、协同化、可追溯四大特性，可直观呈现工程信息、实现参数联动更新、支撑多参建方协同作业、记录全生命周期信息，同时具备模拟性和优化性，能为计量支付管理提供精准数据支撑，减少争议。

1.2 高速公路工程计量与支付管理核心内涵

高速公路工程计量是对施工单位已完成且合格的工程实体工程量及相关费用的核算确认，是支付管理的前提；工程支付是建设单位按计量结果、合同约定向施工单位支付款项的过程，保障工程顺利推进。

计量支付管理涉及多环节、多参建单位，流程繁琐、专业性强，需严格遵循依法合规、客观公正等原则，确保建设资金规范使用。

计量支付管理涵盖计量申请、现场核查、工程量审核、支付申请、支付审核、款项支付、资料归档等多个环节，涉及建设、施工、监理、造价咨询等多家参建单位，具有流程繁琐、数据量大、专业性强、责任重大等特点。

1.3 BIM 技术与高速公路计量支付管理的适配性

BIM 技术与高速公路计量支付管理高度适配，可解决传统计量数据离散问题，实现数据集中管理与实时更新；提升参建各方协同效率，破解信息不对称难题；强化全过程管控，防范计量支付风险，同时可自动核算工程量、直观呈现工程完成情况，提升管理精细化水平。

2 当前高速公路工程计量与支付管理现状及存在的问题

2.1 管理现状

目前，我国高速公路计量支付管理仍以“人工核算+纸质流转+线下审核”的传统模式为主，依托工程图纸、施工记录、验收报告等纸质资料，由施工单位提交计量申请，监理单位现场核查审核，建设单位终审后完成支付。随着工程规模扩大和复杂度提升，部分项目引入 Excel 台账、简单管理软件等信息化工具辅助管理，但整体仍处于数字化初级阶段。

多数项目已建立基本的计量支付管理制度，明确参建各方职责与流程，参照《公路工程标准施工招标文件》和地方相关办法开展工作。但实际执行中，由于参建各方管理水平、技术能力存在差异，制度执行不到位，管理规范性有待提升；部分项目的信息化应

用仅停留在数据录入和简单统计层面，未能实现计量支付全流程智能化协同管理。

2.2 核心存在问题

(1) 计量准确性不足，误差率较高：传统计量方式依赖人工解读二维图纸、现场实测核算，受人工操作水平、图纸理解偏差、现场测量误差等因素影响，漏计、错计、重复计量等问题较为突出。高速公路工程涉及多个专业分项，设计变更、工程签证等动态数据较多，传统 Excel 台账管理易出现版本混乱，部分项目曾因多部门使用不同版本清单引发计量争议。

(2) 流程繁琐，审核效率低下：计量支付流程涉及施工单位申请、监理单位核查、造价咨询单位审核、建设单位终审等多个环节，每个环节需提交大量纸质资料，资料流转周期长。据行业实际情况，传统纸质审批流程平均耗时 7-12 个工作日，部分特大桥项目曾因计量文件流转丢失，导致关键工序延误、产生窝工损失。

(3) 参建各方协同不畅，信息不对称：高速公路参建单位较多，各单位拥有独立的管理系统和数据台账，数据不互通、信息不对称，形成“信息孤岛”。施工单位提交的计量资料需重复提交给各参建方，审核意见无法实时共享，协同管理效率低下。

(4) 追溯机制不完善，风险防控不足：传统计量支付管理中，计量资料、审核记录、支付凭证等主要以前纸质形式归档，归档不规范、查找不便，难以实现全过程可追溯。人工审核难以发现隐蔽的计量偏差，部分隧道工程曾出现超计喷射混凝土量的情况，此类问题往往在竣工审计阶段才被发现，造成不可逆的经济损失。

3 基于 BIM 技术的高速公路工程计量与支付管理优化策略

3.1 优化原则

基于 BIM 技术的高速公路计量支付管理优化，需遵循四项核心原则：一是合规性原则，严格遵循国家法律法规、行业规范及工程合同约定，保障计量支付管理合法规范；二是精准性原则，依托 BIM 技术的参数化、可视化优势，提升计量准确性，减少数据偏差；三是高效性原则，优化流程、缩短审核周期，提升管理效率，保障支付及时；四是协同性原则，打破参建各方信息壁垒，实现信息共享与协同作业，减少计量争议。

3.2 具体优化措施

3.2.1 构建 BIM 计量支付一体化模型

结合高速公路设计图纸、施工方案、合同文件等资料，构建 BIM 计量支付一体化模型，将工程实体构件、工程量、单价、支付节点、设计变更等信息全部集成到模型中，实现“模型即账本”。模型构建过程中，按照工程分部分项划分构件，明确每个构件的尺寸、材质、工程量、单价等参数信息，建立构件与计量支付节点的关联关系，确保模型准确反映工程实际情况。

采用系统分解方法拆分模型单元与计量单元，通过分类编码建立两者的映射规则，确保一一对应。同时，借助 BIM 算量工具实现工程量自动核算，工程发生设计变更时，修改模型相关构件参数后，工程量会自动更新，保障数据实时一致，有效解决传统计量中的漏计、错计、重复计量等问题。

3.2.2 优化计量支付流程，实现全流程智能化

依托 BIM 模型优化计量支付流程，构建“申请—核查—审核—支付—归档”全流程智能化管理体系。施工单位完成某一支付节点工程后，通过 BIM 模型提交计量申请，上传工程完成照片、验收报告等资料，模型自动提取该节点工程量数据，生成计量申请表。

监理单位通过 BIM 模型查看工程完成情况，结合现场核查开展审核工作，审核意见实时反馈至模型，施工单位可实时查看结果并及时修改问题。造价咨询单位依托模型中的工程量、单价信息，审核计量金额准确性；建设单位通过模型监督整个流程并完成终审，终审通过后自动生成支付凭证，提交财务部门完成支付。

引入“端—边—云”协同架构，开发具备北斗定位、时间戳、电子签章功能的现场认证模块，施工方通过手机 APP 拍摄工程影像，系统自动生成包含地理坐标、施工时间的数字指纹，保障现场工程完成情况的真实性。同时，将计量支付全流程资料自动归档至 BIM 模型，实现资料数字化归档与便捷查询，提升流程效率。

3.2.3 搭建 BIM 协同管理平台，打破信息壁垒

搭建基于 BIM 技术的计量支付协同管理平台，整合参建各方管理资源，实现建设、施工、监理、造价咨询等单位的信息共享与协同作业。平台接入 BIM 计量支付一体化模型，参建各方可实时查看模型信息、计量支付进度、审核意见等，实现信息实时互通。

构建联盟链网络，将计量审批流、支付指令、银

行回单等关键数据上链存证，确保数据不可篡改、来源可溯，实现多参建方支付数据互通，缩短结算周期。平台设置权限管理功能，根据参建各方职责分配操作权限，保障信息安全保密。通过协同平台，参建各方可实时沟通、协同审核，减少资料重复提交与沟通成本，解决信息不对称问题，提升协同效率、减少计量争议。

4 案例分析

4.1 案例概况

选取某新建高速公路项目作为研究案例，该项目全长 56 公里，涵盖路基、路面、桥梁、隧道等分项工程，建设周期 3 年，总投资约 42 亿元。项目参建单位包括 1 家建设单位、3 家施工单位、2 家监理单位和 1 家造价咨询单位，传统计量支付管理模式，存在计量误差率高、审核周期长、协同不畅等问题，多次出现计量争议和支付延迟，影响工程进度与资金使用效益。为此，该项目引入 BIM 技术，实施计量支付管理优化方案，构建 BIM 计量支付一体化管理体系。

4.2 优化方案实施过程

首先，组织专业技术人员，结合项目设计图纸、施工方案、合同文件等资料，构建 BIM 计量支付一体化模型，按分部分项划分构件，录入构件参数、工程量、单价等信息，建立构件与计量支付节点的关联关系，实现工程量自动核算；通过分类编码建立模型单元与计量单元的映射规则，保障数据一致性。

其次，搭建 BIM 协同管理平台，接入一体化模型，整合参建各方管理资源，分配相应操作权限，实现信息共享与协同作业；开发移动端 APP，实现现场数据采集、影像上传、电子签章等功能，保障现场工程完成情况可追溯；构建区块链存证系统，将计量支付关键数据上链存证，保障数据安全不可篡改。

再次，优化计量支付流程，依托 BIM 模型与协同平台，实现全流程智能化管理：施工单位通过平台提交计量申请，模型自动提取工程量数据；监理单位结合现场核查开展审核，造价咨询单位、建设单位依次完成审核与终审，终审通过后自动生成支付凭证并完成支付；建立三级风险预警机制，实时预警并处理计

量支付相关风险。

最后，完善配套保障体系，制定 BIM 技术应用管理制度，开展相关培训提升工作人员能力，安排专业人员负责模型与平台维护，及时解决实施过程中的各类问题。

4.3 实施效果分析

该项目实施 BIM 优化方案后，计量支付管理成效显著，与传统模式相比，具体提升如下：计量准确性大幅提升，通过 BIM 模型自动核算，路基误差率：BIM 模型自动核算工程量绝对偏差 $54 \div$ 现场实测真实工程量 $120000=0.45\%$ ，计量误差率降至 0.5% 以内，有效解决了漏计、错计等问题，计量争议明显减少；审核效率显著提高，计量支付审核周期从 14.3 天缩短至 4.2 天，支付延迟率下降 80% 以上，保障了施工单位资金周转，推动工程顺利推进；协同管理水平提升，参建各方通过协同平台实现高效沟通，沟通成本降低 60% ，计量争议数量减少 75% ；全过程管控能力增强，依托模型可追溯性和风险预警机制，实现资金全程监控，资金使用效益提升 1.2% ，项目累计节约建设资金约 5040 万元。

案例实践表明，基于 BIM 技术的计量支付管理优化方案切实可行、成效显著，能够有效解决传统管理模式的痛点，提升计量支付管理的精准性、高效性和协同性，为高速公路计量支付管理数字化转型提供了实践参考。

5 结语

本文围绕 BIM 技术在高速公路计量支付管理中的优化应用展开研究，结合传统计量支付管理的现状与痛点，结合 BIM 技术核心特性，提出了构建一体化模型、优化流程、搭建协同平台、建立追溯与风险预警机制、完善配套保障体系等优化策略，并通过具体案例验证了方案的可行性与有效性。实践证明，BIM 技术可有效改善传统计量支付管理中存在的计量不准、流程繁琐、协同不畅、风险防控不足等问题，通过构建全流程智能化协同管理体系，能够提升计量支付管理精细化水平和效率，保障资金使用效益，推动高速公路工程高质量建设。

参考文献：

- [1] 宋怡函.计量支付在高速公路工程合同管理中的作用[J].黑龙江交通科技,2020,43(09):204+206.
- [2] 穆盼.高速公路工程计量与支付工作重点问题研究[J].交通世界,2020,(18):140-141.