

基于 BIM 技术的水利施工项目全过程造价管理

白 净¹ 王子文²

1.内蒙古济禹水利工程建设有限公司 内蒙古 巴彦淖尔 015000

2.巴彦淖尔市河套水务水电开发有限公司 内蒙古 巴彦淖尔 015000

【摘 要】：水利施工项目投资规模大、建设周期长、施工环境复杂、专业多，全过程造价管理是控制工程投资、提高项目效益的重要手段，传统的管理模式存在着信息割裂、数据滞后、协同不力等弊端，不能满足精细化管理的要求。BIM 技术是以三维数字化建模为手段，把工程全要素的信息集成到一个模型当中，从而达到造价数据实时联动、动态更新、可视化管理的目的，给水利施工项目的全过程造价管理提供了一条新的技术途径。本文根据水利施工项目造价管理现状，分析传统管理模式存在的问题，系统研究 BIM 技术在决策、设计、施工、竣工等四个主要阶段的应用途径，通过实际工程案例验证应用效果，提出 BIM 技术应用的改进策略，为水利施工项目造价管理的数字化、精细化发展提供理论支持和实践借鉴。

【关键词】：BIM 技术；水利施工；全过程造价管理；成本控制；数字化管理

DOI:10.12417/2811-0536.26.08.033

1 引言

BIM 技术即建筑信息模型技术，是以三维数字化模型为载体，把工程的几何信息、物理信息、造价信息、进度信息等全部数据整合在一起的一种技术。将 BIM 技术应用到水利施工项目的全过程造价管理当中，可以冲破信息壁垒，达成各个阶段、各个参与方的信息共享与协同工作，加强造价管理的精确度和速度，很好地控制工程投资。近些年来，伴随着《水利工程造价管理规定》的出台，水利行业对于造价管理的规范化、数字化的要求越来越高，BIM 技术的应用也成了水利造价管理转型升级的主要方向。本文结合实践，对 BIM 技术在水利施工项目全过程造价管理中应用进行深入研究，给相关从业人员提供一定的参考。

2 传统水利施工项目全过程造价管理存在的问题

2.1 决策阶段投资估算精度不足

决策阶段属于水利施工项目造价管理的开端，投资估算是否准确会直接决定项目的决策是否科学。传统的投资估算阶段依靠历史的经验数据以及人工计算的方式，缺少对项目地质状况、施工环境、材料价格变动等各方面情况的准确研判。由于水利工程地形复杂、受自然条件影响大，各个项目的地质水文情况千差万别，单靠历史数据很难反映出项目的真实状况，造成投资估算和实际造价存在较大偏差。部分项目估算流于形式、随意性大，给后面造价超支埋下隐患。据有关统计，我国水利工程由于决策阶段的估算偏差造成的成本浪费所占总投资的比例很高，远远超过合理范围。

2.2 设计阶段造价管控脱节

设计阶段属于控制工程造价的重要环节，对项目总造价的影响程度占到 70%以上。传统的设计模式下，设计人员和造价人员之间缺少有效的合作，设计时过于重视技术可行性而轻视造价合理性，造成设计方案和造价控制相脱离。部分设计方案过于保守，造成材料浪费、结构冗余等，加大了工程投资；同时限额设计落实不到位，设计人员对造价限额重视不够，容易造成设计变更，从而引起造价超支。另外，传统的二维设计不能直接地发现设计中存在的冲突、缺陷，在施工过程中才被发现并导致返工、整改，造成不必要的浪费。

2.3 施工阶段成本控制被动

施工阶段是工程投资实际发生阶段，也是造价控制重点、难点所在。传统的施工阶段造价管理依靠人工算量、纸质签证，存在着数据滞后、协同不畅等状况。一方面工程量计算依靠人工完成，效率低，容易出现漏项、错项，造成成本核算不准确；另一方面施工进度和成本控制相脱离，不能及时掌握进度和成本的匹配情况，进度滞后或者成本超支的时候，很难迅速找出原因并加以调整。另外变更签证管理不规范，签证程序复杂，审批迟缓，部分变更签证缺少造价核算依据，容易产生造价争议，造成成本失控。

2.4 竣工阶段结算效率低下

竣工结算属于全过程造价管理的最后一个环节，它同工程最终造价的确定以及投资效益的核算有着直接联系。传统的竣工结算依靠人工整理施工资料、核对工程量和造价数据，工作量大、耗时长，容易产生

数据核对误差。由于施工阶段资料管理不规范，部分签证资料、变更记录缺失或者不完整，造成结算审核不能顺利进行，结算周期变长。传统结算方式没有有效数据追溯手段，审核人员不能很快地核查结算数据真实性、准确性的，容易引起结算纠纷，降低结算效率和工程尾款支付。

3 BIM 技术在水利施工项目全过程造价管理中的应用

3.1 决策阶段提升投资估算精度

决策阶段使用 BIM 技术可以大大提高投资估算的准确性、科学性。首先用 BIM 技术建立项目三维地质模型，把地形地貌、水文地质、土壤条件等基础数据综合起来，清楚地显示出项目的场地特点，给投资估算赋予精确的基础数据支撑。其次，依靠 BIM 模型的参数化特点，联系类似水利工程的造价指标，创建参数化估算模型，能迅速产出各种方案的投资估算数据。通过对多个方案进行模拟比较，分析坝型、输水线路等各方面的工程量及造价差别，从而帮助决策者作出技术上可行、造价上最优的项目方案选择。

水库工程决策阶段用 BIM 模型把坝址区倾斜摄影数据和地质勘察数据输入进去，再结合历史项目的单位造价指标，就可以快速算出各种坝型的混凝土用量、土方开挖量以及设备安装费用，从而准确地做出投资估算。利用 BIM 模型模拟不同的水文条件下工程建设的难易程度，预测材料价格变化给造价带来的影响，进而改进投资估算方案，使估算误差处于可接受范围之内。该水利枢纽工程采用 BIM 技术之后，投资估算的误差由原来的 $\pm 10\%$ 减小到现在的 $\pm 5\%$ 以内，给项目决策提供可靠的依据。

3.2 设计阶段优化设计方案，落实限额设计

(1) 设计阶段属于 BIM 技术应用的关键部分，借助 BIM 技术能够达成设计同造价的协同控制，从而有效地把控设计阶段的造价。一是用 BIM 三维可视化技术直观地展示出设计方案的结构细节、空间关系等，有助于设计人员发现设计矛盾、缺陷，提前进行修改，避免施工阶段的设计变更、返工造成不必要的损失。以 BIM 模型为基础开展输水隧洞工程设计时，可以提前发现输水管道同其他构筑物之间存在的空间冲突问题，从而防止施工期间出现返工的情况发生，并且可以节省部分建设成本。

(2) 落实限额设计，把造价限额分解到各个专业的 BIM 模型上，使设计过程具有实时造价预警的功能。当某一个构件的工程量或者单价超过限额的时候，系统会自动提示设计人员对它进行优化调整，在保证

结构安全和使用功能的基础上，控制工程投资。水电站厂房设计中，BIM 模型可以实时监控钢筋用量、混凝土用量等指标，当超过造价限额的时候，设计人员可以调整构件布置的方式，来改善设计方案，从而达到节约材料的目的。采用 BIM 方案进行水库工程溢洪道轴线方案比选，减少了混凝土用量 1.2 万立方米，节约造价 380 万元。

(3) 根据 BIM 模型自动提取工程量，生成准确的工程量清单，给施工图预算编制提供可靠的依据。BIM 模型里的构件同工程量清单项目存在直接联系，可以自动算出各个清单项目的工程量，防止出现人工算量的漏项、错项情况，从而改善预算编制的精确度与速度。

3.3 施工阶段动态管控，严控成本超支

(1) 施工阶段用 BIM 技术可以完成进度和成本的同步控制，可以对工程成本的变化做动态跟踪，避免造成造价失控。一是创建 5D BIM 模型，把三维模型同进度计划、造价数据融合起来，达成进度和成本的联动管理。利用 5D 模拟技术可以清楚地看出各个工期节点的成本支出情况，随时比较实际进度和计划进度的造价差异，一旦出现成本超支或者进度滞后的情况，立刻找出原因并做出相应的调整，保证成本控制在预算之内。

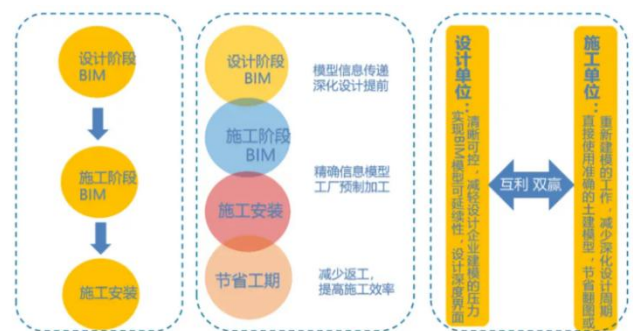


图1 施工阶段动态管控

(2) 规范变更签证管理，施工变更发生时，用 BIM 模型直观展示变更内容对工程量和造价的影响，自动生成变更造价，经审批后实时更新到造价模型中。变更签证同 BIM 模型关联起来之后，可以对变更过程实施全程追踪，防止出现虚假签证或者不合理变更的情况发生，从而削减造价方面的纷争。该模式应用之后，堤防工程的变更审批时间由原来的 7 天缩短到 2 天，变更造价核算准确率达到了 100%。

(3) 加强材料管理，用 BIM 模型对材料用量进行精确计算、实时跟踪。根据 BIM 模型提取出来的材料用量来制定科学的材料采购计划，防止出现材料浪

费现象；同时将实际的材料消耗数据同模型数据加以比较，随时监控材料消耗状况，快速察觉到材料浪费问题并加以改正，从而削减材料成本。另外，用 BIM+GIS 技术对施工现场进行布置优化，改善项目部、材料堆场等各方面的布置合理性，降低材料运输成本以及场地占用成本。

3.4 竣工阶段提升结算效率，减少结算争议

(1) 依靠 BIM 模型创建出完整的竣工结算数据库，把施工阶段的变更记录、签证资料、材料消耗数据等全部纳入到模型当中去，从而达成结算数据的全过程追踪。审核人员可以利用 BIM 模型对工程量、变更内容、造价数据等进行核对，不用手工整理大量的纸质资料，大大提高结算审核效率。

(2) 利用 BIM 模型同实际施工、设计模型相比较，找出变更部分的造价，防止漏算、错算。输水隧洞工程竣工结算时利用 BIM 模型把实际掘进长度、衬砌厚度和设计模型的差异进行对比，及时计算出变更造价，保证结算数据的真实性。使用 BIM 技术之后，该抽水蓄能电站项目的结算争议率由原来的 65%降低到现在的 95%以下，并且审计效率提高了 50%。

(3) 实现结算数据的数字化管理，把竣工结算数据同 BIM 模型联系起来，塑造起完整的项目造价档案，给后来类似项目的造价管理给予参照依据，从而达到造价管理的持续改善。

4 工程案例分

4.1 工程概况

某水库-铁岗水库输水隧洞工程为广东省重点项目、某市重大项目，属于 I 等大（1）型水利工程，总投资 58.02 亿元，总承包中标金额 42.94 亿元。输水干线长度为 21.68km，过流断面直径为 5.2m，设计输水规模为 260 万 m³/日，主要建筑物有进水口、出水口、4 个 TBM 掘进洞段、3 座竖井和配套设施。本项目施工环境复杂、技术难度大、专业种类多，传统的造价管理模式已经不能满足精细化控制的要求，所以采用 BIM 技术进行全过程造价管理。

4.2 BIM 技术应用过程

该工程根据工程特点创建模型标准、模型编码一体化体系，创建施工深化模型，几何表达精度达到 G3，信息深度达到 N4。对于 TBM 施工等复杂的工艺，用参数化建模来实现自动化隧洞空间曲线 TBM 排版拟合，将模型拆分为分类后用于 4D 进度模拟、工程量统计、物料追踪等工作。

决策阶段用 BIM+GIS 技术把项目倾斜摄影数据、地质勘察数据融合起来创建三维地质模型，参照类似项目造价指标来制订投资估算，改善项目方案，保证估算准确。设计阶段利用 BIM 模型进行碰撞检测及方案优化，对地连墙内衬施工、TBM 施工等重点部位做模拟分析，协助施工方案优化以及 TBM 选型工作，缩减设计变更。施工阶段搭建智慧建造平台，把 BIM 模型同进度、质安、物联网等数据融合起来，达成进度和成本的协同管控，依靠模型深化及审核机制，及时发现施工中的造价隐患，用 BIM 技术优化施工现场布置，规范变更签证管理，精准核算材料用量，控制施工成本。竣工阶段依靠 BIM 模型展开结算审核，比较实际施工同设计模型的差别，迅速算出变更造价，达成结算数据全程追溯的目的。

4.3 应用效果

采用 BIM 技术对该项目的全过程造价管理进行应用，取得较好的效果。一是设计变更减少 30%以上，避免由于设计缺陷造成的返工成本；二是利用方案优化、工期模拟减少施工工期 11.4 个月、节约费用 230 万元；三是工程量计算精确度提高到 99%以上，防止漏项、错项；四是对结算审核时间进行缩减，降低结算争议发生概率，保证工程尾款能够按时付清。该项目实践证明，BIM 技术可以有效地提高水利施工项目全过程造价管理的水平，使工程投资得到准确的控制，并且达到效益最大化的目的。

表 1 应用效果分析

评价指标	应用 BIM 技术前	应用 BIM 技术后	应用成效
设计变更率	较高，易引发返工	降低 30%以上	避免设计缺陷导致的返工成本
施工工期	按原计划推进，无优化空间	缩短 11.4 个月	节约相关费用 230 万元
工程量计算精度	存在漏项、错项，精度偏低	提升至 99%以上	减少工程量核算误差，控制成本
结算审核周期	周期长，效率低下	缩短 40%	减少结算争议，保障尾款及时支付

5 结论

本文以 BIM 技术在水利施工项目全过程造价管理的应用为研究对象，结合工程案例分析得出如下结论，BIM 技术具有可视化、参数化、协同化、动态化的特点，可以很好地解决传统水利施工项目造价管理中出现的信息割裂、数据滞后、协同不足、精度不高

等问题,把 BIM 技术应用到决策、设计、施工、竣工这四个主要环节当中,可以使得投资估算更加精确,设计方案得到改进,施工成本变得可控,结算审核更加高效,从而大幅改善整个项目的造价控制水平,降低工程投资,提高项目效益,目前 BIM 技术在水利施

工项目造价管理中还存在着技术、管理、协同等各方面的不足,只有不断健全技术体系、培养专业人才、加强协同管理、控制建模成本等措施才能使 BIM 技术真正发挥出它的优势,推动 BIM 技术的深入应用。

参考文献:

- [1] 李勃.水利水电工程施工造价的标准化管理与控制措施[J].大众标准化,2025,(08):59-61.
- [2] 任曙光.水利水电工程施工造价管理与控制[J].中国招标,2024,(05):111-113.
- [3] 吴非.浅议大型水利工程施工常见造价争议问题[J].中国工程咨询,2022,(04):70-74.