

基于BIM技术的工程项目成本管理研究

王 欢, 袁建林

辽宁工业大学管理学院, 辽宁 锦州

收稿日期: 2022年12月2日; 录用日期: 2023年1月6日; 发布日期: 2023年1月13日

摘 要

在工程建设过程中, 项目造价管理是实现项目经济效益和社会效益的重要控制目标之一, 对于建设现代大型工程项目, 造价控制目标的要求与信息技术协同。在此背景下, BIM技术就成了顺应科学和社会发展的信息化产物。BIM技术是一种集信息化和数字化于一体的高科技平台, 使建设项目全过程工程造价管理得以实现, BIM技术还给各参建方提供了一个交流的平台, 使得工程造价更加的高效, 可对工程造价管理进行优化, 达到节约成本、增加经济效益的目的。

关键词

BIM, 工程项目, 成本管理

Research on Engineering Project Cost Management Based on BIM Technology

Huan Wang, Jianlin Yuan

School of Management, Liaoning University of Technology, Jinzhou Liaoning

Received: Dec. 2nd, 2022; accepted: Jan. 6th, 2023; published: Jan. 13th, 2023

Abstract

In the process of engineering construction, project cost management is one of the important control objectives to achieve the economic and social benefits of the project. For the construction of modern large-scale engineering projects, the requirements of cost control objectives are coordinated with information technology. BIM technology has become a scientific and social development of information products. BIM is a high-tech platform integrating information and digitalization, which makes the whole process of construction project cost management come true. BIM technology also provides a communication platform for all participants, which makes the project

cost more efficient, the project cost management can be optimized to save costs and increase economic benefits.

Keywords

BIM, Project, Cost Management

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

国内经济的发展和科学技术的进步, 促使工程建设城市化的步伐和建设的规模不断扩大, 近年来因我国城镇化的推广进度和速度较快, 工程造价信息化管理逐步成为实现现阶段工程建设多元化、多样化、优化管理的重要发展趋势。随着政府投资项目以及房地产市场和其他建筑工程市场的高速发展, 我国的建筑工程经济规模也在不断扩大。对于规模较大、结构形式较复杂、结构重要程度较高的工程, 通过传统的工程管理方式很难实现经济效益、技术指标等得到综合提升的目的。在上述发展背景之下, 工程建设信息和计算机技术结合的 BIM 技术逐步得到了发展, 该技术的全称为 **Building Information Modeling**, 对建筑产业的发展和进步的作用不可替代, 在建筑项目的整个生命周期中都可以运用并做出相应的贡献。建筑企业在管理的过程中使用了 BIM 技术, 不仅能够实现自身施工技术的明显提升, 并且还可以实现项目精细化运行。

BIM 技术建筑行业发生大变革, 是里程碑式的飞跃。因为在我国 BIM 技术在建筑行业的应用, 也取得了一些可观效益: 一方面节省了造价估算时间, 提高了效率; 另一方面也消除了预算外变更。从近年来的政策导向和工程技术的推广中可以发现, 国内关于 BIM 技术的要求也在不断标准化、规范化。基于大量理论研究, 工程项目的造价管理通过 BIM 技术的运用可以大幅度提升资源的利用率, 减少了施工过程中出现的因设计以外的问题造成工程量增加的问题, 减少了无效工作和资源消耗, 为各工程项目建设的参与方提供了便捷的信息沟通平台, 同时有效减少了不同专业之间由于交叉作业造成的碰撞问题, 并避免了由此造成的资源和成本的浪费。从当前国内 BIM 技术在工程项目造价管理的应用方面来看, 国内相关模型构建、标准化程度、软件接轨等还不够统一, 对于项目的前期造价估算、概算、限额预算等方面的控制还不够, 并未完全实现 BIM 技术的造价管理优势。

2. 文献综述

建筑信息模型(Building Information Modeling), 简称 BIM, 在近几十年的发展, 不断地完善, 已经在全球范围内的发达国家、发展中国家得到了广泛的推广及应用。我国的房地产企业, 设计机构、专业机构开始逐渐在建设工程项目中对 BIM 技术有所应用, 很多以 BIM 技术应用为主导的项目如雨后春笋般的呈现出来。

2016 年, Oystein Mejl ander-Larsen [1]提出将 BIM 建筑信息模型与变更控制系统相结合来管理设计变更。介绍了变更管理流程和拥有管理详细设计中的变更项目下控制系统, 评估使用 BIM 技术来进行变更识别的成果。通过实际项目进行数据收集, 并进行项目变更控制系统更改, 最终得出变更控制系统的动态变化与 BIM 技术结合使用可以减少设计变更。2020 年, Kim 等[2]搭建了工程项目的 BIM 施工协同

平台, 对 BIM 技术在工程造价管理中的可行性进行研究。2020 年, 席新元[3]认为在建筑设计行业应用 BIM 技术, 构建建筑结构模型可以更加高效、科学, 使建筑工程的设计质量有所提高, 建筑施工更加安全高效, 有效提升建筑施工效率。2020 年, 王文军[4]提到, 住建部在 2010 年就发文在全国范围内推广使用 BIM 技术, 随着 BIM 技术的不断推广, 地方政府也开始陆续出台政策在本地范围内推广使用 BIM 技术。2021 年, 王建会等[5]建立了基于 BIM 技术与 WEB 端的协同管理应用平台, 保证了工程施工质量, 增强了施工协同管理水平, 实现了信息化与可视化施工。

欧美等发达国家是三次工业革命的发源地, 这些国家的建筑行业已经比较成熟, 也较早启动了建筑施工项目成本控制的研究。其中具有代表性的研究成果包括价值工程理论、全面成本管理理论以及目标成本管理理论。随着我国的社会主义市场经济体制的确立, 在建筑行业中, 一套规范化的管理机制逐步建立, 建筑施工成本的管理对建筑企业管理尤为重要。

2020 年, Alsultan Marwan [6]扩展了当前风险 - 成本 - 收益分析方法, 风险分析和成本 - 收益分析与数据不确定性结合在一起, 确定出可能影响工程项目的定性和定量因素。2021 年, Hasan R 等人[7]提出, 建设项目持续性的成本监控, 使成本计划控制在计划预算成本内, 是最重要的方式。传统的时间和成本监控实践的局限性导致了时间和成本超支, 严重阻碍了项目的成功完成。2020 年, 张虹[8]根据合约成本规划管理、动态成本管理, 针对实际案例对工程建设中出现的成本管理难题展开了研究, 并给出思路和方法。作者还提出了在管理方法的这一方面, 需要加强成本控制管理、使建筑成本控制体系逐步完善、提高工程管理人员的素质等。并提出了将成本化平台管理方法引入、建立项目信息系统, 并建设了成本信息库、在建筑成本控制管理中增加了 BIM 的运用, 由此方法来克服了建筑计划成本中出现的成本控制难题。2020 年, 刘鹏[9]认为 BIM 技术在建筑工程中的应用, 在一定程度上提高了建筑工程的质量, 同时为建筑企业带来了一定的经济效益。2020 年, 杨艳等[10]基于大智移云技术为建筑施工企业制定了成本管理、预算管理和绩效管理三位一体的建筑工程项目成本控制流程, 从而做到降低成本费用、提升项目效益和增强企业价值及竞争力。

3. 模型构建

(一) 准备工作

健全的组织管理机构, 是确保成本管理工作顺利实施的基础和保障。建立系统有效且适应 BIM5D 技术的组织结构及相关岗位, 将原有的人员组织架构进行优化, 引入 BIM 相关技术人员, 优化人才资源配置, 建立专业的 BIM 团队。

对于基于 BIM 模型的整合, 做好软件的选择使项目 BIM5D 技术顺利实施并应用的前提基础和关键[11]。由于 BIM5D 技术对于模型整合的要求较高, 其对模型构建的专业化标准要求较为规范, 因此 BIM5D 模型需要能够满足市场上主流建模软件的需求, 并且能够支持主要的三维算量与计价软件。

(二) BIM 模型搭建与集成

由于建筑工程包括建筑、结构、电气、暖通等专业, 各个专业的建模人员需要根据本专业的要求建立相应的专业模型, 之后再通过 BIM 平台对模型进行整合与集成。根据二维图纸构建项目完整 BIM 成本模型, BIM 成本模型涵盖项目所有构件的几何数据、时间数据和成本数据, 是一个集项目工程量、施工进度、施工成本为一体的综合性数据系统, 整合完的 3D 模型需要进一步检测, 查看各专业模型是否发生碰撞, 如有问题则需对模型进行专业优化[12]。

在 3D 模型整合优化完后, 项目管理人员合理规划施工段, 建立工作分解结构 WBS, 编制完成建设工程项目施工进度计划, 在 BIM5D 中找到施工模块并运用关联的方式将对应单体、楼层、专业等分别与模型中的各部分构建进行关联, 即可完成 BIM3D 模型中的构件图元信息与施工进度计划、资源等任务项

信息进行关联, 从而初步完成构建 BIM4D 模型。BIM4D 模型能实时应对信息变化, 还支持实时录入施工过程中实际施工进度, 保证项目进度与整体工程进度相一致, 有效控制施工进度和成本[13]。

基于 BIM4D 模型, 将模型与成本信息关联起来, 在算量软件中映射对应构件信息, 设置相应工程量清单分项编码, 计算工程量。依据建筑与装饰工程定额表套取价格信息, 将工程量清单导入造价软件, 挂接做法套取定额信息。BIM5D 模型中的工程量、施工进度计划、合同预算、计划成本、实际资源消耗量、实际成本等数据信息是施工成本控制的基础。把造价中的清单、定额及价格信息一一对应到算量软件中的每一个构件上, 进行清单的匹配和关联, 实时反馈和提取成本信息。

(三) 基于 BIM 技术的成本控制体系

1) 成本监控体系

采用 BIM5D 模型对挣值法所涉及到的 BCWS、BCWP、ACWP 三个指标以及费用绩效指数 CPI, 进度绩效指数 SPI 进行分析, 判断企业在建设运营流程管理中的各阶段工作中的运营经费支出是否有超支, 时间上有无拖延, 从而确定装配式建筑本身的进度以及成本信息, 发现成本以及进度问题及时采取措施进行优化施工。

2) 成本预警和成本纠偏

成本预警是对偏差的识别、判断及发出警告信号, 管理人员就会采取纠偏措施。依据成本偏差程度, 对不同偏差程度设定不同颜色的预警信号, 从而采取相应的纠偏措施。项目成本偏差可以分为可接受偏差和不可接受偏差。如果成本偏差出现在成本控制的有效区间范围以内, 只需要部分地激活成本预警系统。一旦项目成本严重偏离在控制范围以内, 项目成本很有可能严重超支、生产时间滞后甚至产品质量有问题。

成本纠偏可以对于不同的偏差形成原因有针对性地采用不同的纠偏措施, 可以分为以下四种: 组织措施、经济措施、技术措施和合同措施。这四项措施在落实到实际当中所含有的流程也是不同的。组织措施内容包含在项目实施前项目组织结构进行调整; 做好各部门任务以及管理职能的分工。经济措施更多的都是对于成本的管控, 合理编制资金的使用计划; 落实施工成本管理目标; 落实工程施工进度所需的资金以及落实费用支出审核制度。技术措施主要还是对相关工作进行调整和优化比如优化施工组织设计、调整施工方案和方法、合理调整临时设施及合理安排大型机械设备。在采取成本纠偏措施中, 合同措施也是必不可少的一项。在这个措施中主要采取的是对总包合同、分包合同、采购合同优化的管理以及加强施工索赔管理[14]。

4. 基于 BIM 的工程项目成本管理分析

利用 BIM 技术可对工程项目成本进行科学有效管理, 降低工程项目的建造成本, 从而能够促成工程项目利润的最大化。

现有一工程项目, 其建筑面积约 8326 m², 建筑层数为地上三层, 地下二层, 建筑高度 11.07 米, 建筑使用功能为实训楼, 结构类型为框架结构。设计使用年限 50 年, 抗震设防烈度 6 度, 屋面防水等级 2 级, 合同总金额约 454 万元。

项目应用 BIM 技术完成了建筑、结构、机电全专业设计, 将图纸上设计理念、结构功能以及构件信息等通过三维模型展现出来, 可有效监控工程项目建设进度, 控制工程项目施工建设材料消耗, 降低工程成本, 提高效益。

(一) 资源配置

在施工准备阶段, 项目部根据 BIM 技术的实际需要配置相应的硬软件设备, 为 BIM 技术的正常运行提供了不可或缺的物质支持。软硬件配置如表 1、表 2 所示:

Table 1. Software configuration
表 1. 软件配置

软件名称	用途
广联达 BIM5D	协同平台, 进度模拟, 成本管理
Revit2016	建造、审查和修改模型, 添加参数, 创建报表
Navisworks2016	BIM 模型集成, 4D 模拟, 碰撞检测, 虚拟漫游
AutoCAD2014	二维平面图绘制、生成、查看、修改
Lumion6.0	辅助三维动画效果生成, 效果图渲染, 模型即时模拟漫游
3DSMAX2016	辅助三维动画生成、渲染

Table 2. Hardware configuration
表 2. 硬件配置

设备	数量	配置
服务器	1	DELLT7600 CPU: IntelXeonE51620V2 内存: DDR4240064G 硬盘: Raid2 (2*2TB7.2KRPM SATA3.5") 显卡: NvidiaQuadroK4000
图形工作站	5	CPU: Interi7-7700MQ 内存: 32GB + 256SSD + 2TB 显卡: NvidiaQuadroP51008G 独显
路由器	1	华为(HUAWEI) AR207-S8 端口百兆企业级

(二) 项目基于 BIM 技术的成本控制

1) BIM5D 模型创建

3D 模型的建立是所有工作的展开的第一步。该项目的每个主要 BIM 信息模型都是在审核需要建模后建立的, 比较 BIM 信息模型和工程图, 看模型中是否包含了所有的工程图信息, 主要审核每个主要组成部分是否为一致的属性信息, 并且是否缺少组件, 以确保创建的 BIM 模型信息完整准确。二维模型变三维模型, 以前的施工图不能直接当做建模底图使用, 必须处理一下, 符合建模规范再倒入。

本文选用广联达 BIM5D 平台对项目 3D 模型、成本信息、进度信息及场地模型进行整合集成, 形成 BIM5D 数据库子系统, 依托平台强大的计算和信息处理功能, 可实现工程量、资源、资金的实时和阶段性动态提取。若设计出现了变更、进度及成本信息发上了变动, 都能在 BIM5D 平台上实时更新此模型。

2) BIM 应用事前成本控制

在本项目展开预算计算期间要以项目最基本的需求为目标, 尽可能的为项目提供弹性空间, 科学合理制定预算。该建筑项目经过对分项工程进行分层预算, 然后最后汇总形成整个施工阶段的总成本预算, 并经过企业和专家审核, 最终确定项目成本目标, 并按照这一目标来安排项目施工相关工作。经广联达软件分析计算, 参考企业数据库中类似项目造价指标数据, 估算出本项目的目标成本为 450 万元。

在各个专业与各个系统之间, 进行协同配套的作业通常是由有相关专业的工作人员来进行, 但因为他们参与者很多, 所以在组内协同时也很容易产生一些建筑构件的碰撞。而不同专业之间碰撞问题在传

统的二维图纸中很难看到, 往往是先在施工过程中出现问题, 再返工处理, 不但提高了建筑成本, 而且还会对正常的施工进度产生负面影响, 而通过运用 BIM 技术的可视化、各专业之间的合作, 就能够及时把问题处理。根据碰撞检查报告, 共发现本工程项目各类构件碰撞点 137 处, 可分为主要碰撞和一般碰撞, 针对主要碰撞或是影响到主体结构、构件主要性能等, 要求设计单位作出相应解决方案; 而一般碰撞, BIM 技术人员协调项目相关技术人员结合现场实际进行碰撞调整。

运用 Project 工程进度计划软件进行本项目工程工期及进度编制, 根据进度编制, 建设单位就可以对比分析实际进度和计划进度, 制定相应的纠正措施, 施工单位可以直观地了解整个工程的动态信息, 有助于进度管理人员清晰地看到施工效果和进度, 为总进度的控制提供保障。基于广联达 BIM5D 模型基础上, 将 Project 计划进度数据中导入进度计划, 形成立体动画演示图。

BIM 建模人员会结合自己的专业知识与得到的资料数据, 针对图纸的设计提出相关的优化意见, 最终以报告的形式体现, 和碰撞检查结果同时交给相应的建筑单位, 从而及时修正问题。待设计单位完成修改工作之后, 建模人员会参照罗列的问题对图纸进行修改, 此处应用 BIM 模型来保证各项数据的准确性与完备性。

3) BIM 应用事中成本动态监测

BIM5D 数据平台是通过集成进度计划在不同周期内的施工成本的自动统计, 工程的进度变化直接影响工程成本的变化。在一定时间段内, 项目的管理人员按照预算工程量清单和计划进度得到物资和资金的计划用量, 对比现场实际工程量汇总统计得到的数据, 形成人、材、机统计量和成本的偏差, 及时查找原因, 并合理调整施工安排。以建设施工阶段作为成本监控对象, 记录以周为单位, 通过对此时间段项目的施工成本数据的监测, 计算施工过程所形成的实时成本数据而得出的资金曲线图。

项目的施工成本核算是通过 BIM5D 数据平台中的三算对比功能实现的, 清单对比是以工程量清单的形式分别核算中标价、预算成本和实际成本的工程量和单价构成, 进而进行成本核算, 通过中标价和实际成本支出的差额判定项目的盈亏, 通过预算成本和实际成本支出的差额判定项目的节超。

利用 BIM5D 模型读取参数值。根据建立好的 BIM5D 模型, 读取本项目 2021 年 45 周至 2021 年 50 周中各周的 BCWS、ACWP 数据。再根据 BCWS 和 ACWP 两个数据得出 BCWP, 得出本项目的具体数据如表 3 所示:

Table 3. Cost schedule
表 3. 成本进度表

	45 周	46 周	47 周	48 周	49 周	50 周
实际完成进度	0.97	0.98	1.03	0.97	1.05	1.01
拟完工程计划成本(BCWS)/万元	193.6621	246.0867	286.8066	337.6771	389.4346	427.0408
已完工程计划成本(BCWP)/万元	187.7888	241.1650	295.4108	327.5468	408.9063	431.3112
已完工程实际成本(ACWP)/万元	159.5937	177.9499	184.6014	201.4035	219.0926	222.6304
成本绩效指数(CPI)	1.18	1.36	1.60	1.63	1.87	1.94
进度绩效指数(SPI)	0.98	0.98	1.03	0.97	1.05	1.01

根据表 3 中显示的本项目 2021 年 45 周~2021 年 50 周周度成本进度相关数据以及施工阶段成本数据, 我们可以得出以下结论:

① 本工程项目从 2021 年 45 周~2021 年 46 周的工程项目完成率持续低于 1, 由此可见其工程完成率不高, 没有达到预期完成率, 这与施工技术管理人员的水平有着莫大的关系。直至 2021 年 47 周开始工程完成率才开始出现大于 1 的情况, 达到甚至超出预期理想值, 提高工程项目运行效率。

② 从 2021 年 45 周~2021 年 46 周为止的 $BCWP < BCWS$, 即 $SV < 0$, 可知施工实际进度于计划进度相比是滞后的, 没有达到预期的工作进度, 工作效率偏低。而后工作人员针对进度滞后的原因制定出了与之应对的管理方案, 所以在 2021 年 47 周之后出现了 $BCWP > BCWS$, 即 $SV > 0$ 的情况, 说明该管理方案的实行解决了引起工程滞后的问题, 提高了工作效率。

③ 根据 2021 年 45 周~46 周的统计数据可知, 当月的 $BCWS > BCWP > ACWP$, 可得出 $BCWS > BCWP$ 即 $SV < 0$, 可知当月的实际施工赶进度小于计划施工进度, 施工进度滞后, 工作效率低。而当当月的 $BCWP > ACWP$, 即 $CV > 0$, 说明当月的进度虽然滞后, 但成本并没有超支。根据本项目实际情况, 2021 年 45 周后出现了较多的工程变更, 加之天气原因导致了施工进度的滞后, 但同时受益于之前改进的管理方案, 使得该阶段的成本没有超支。

(三) BIM 技术在项目成本控制中的应用效果分析

1) 效益分析

结合上述实际案例, 对本文构建的基于 BIM5D 的成本管理系统进行应用情况分析, 总结所列举工程案例的应用效果。与传统成本管理相比, 该系统具有如下优势:

减少返工。利用 BIM 技术的可视化功能, 使设计师在建模阶段更容易发现设计方案中的错误。

计量工作效率提高。通过利用 BIM 模型对于数据的全面收集和储存, 计算速度得到大幅度提升, 且精度误差控制在 2% 以内, 也减轻了造价人员的工作量和工作难度。因此, BIM 技术的引入对于工程造价而言具有重大意义。

文档管理。BIM 技术在提升造价绩效主要提升了工作效率, 利用 BIM 信息共享、协同、信息互通的突出优势, 利用 BIM 技术进行各类工程文件的归纳整理, 使得档案管理人员的工作量大大降低, 同时较少了因人为因素导致的相关资料的缺失以及管理混乱的现象发生。

2) 改进建议

加强 BIM 人才与团队建设。对于 BIM 技术来说, 人才培养和团队建设对提高成本控制效率是很重要的, 国家应重视 BIM 技术人才的培养, 从高校入手, 鼓励各大高校积极培养 BIM 技术专业人才, 培育出一批理论与实操扎实的 BIM 人才。

推进 BIM 政策体系的建立。随着信息化时代的到来, 国家出台了一系列政策和制度来指导并规范 BIM 技术的应用, 通过政府的政策扶持, BIM 技术的推广与发展将快速向前, 各类 BIM 技术应用的指导意见接连出台, 为 BIM 技术的发展提供了参考标准。

优化 BIM 应用流程。将 BIM 技术运用到建设工程项目的全寿命周期将大大节省工作量, 不应忽视在 BIM 任何一个阶段的使用, 在每个阶段各参与方都能够实现信息及时协同共享, 特别是在项目前期准备阶段, 更加应该合理开展 BIM 工作。

5. 结论

对建筑施工管理企业自身来说, 运用基于 BIM 先进技术平台的数据动态信息的处理分析和信息共享, 能够在短期内非常好地有效改变施工项目成本控制管理流程紊乱、工作流程效率大幅降低等诸多实际管理难题, 促进施工企业实现转型和升级, 进行了更为全面科学、有效精准的建筑工程项目成本管控。该文首先对当前造价工作中存在的问题现状展开进行了系统深入的探讨, 并分别在上述此问题基础点上分别给出探讨了如何运用好 BIM 新技术解决问题的具体对策, 研究探讨了 BIM 技术在我国当前建筑工程

项目造价和管理等工作过程中具体的运用, 提出的结论和见解如下。

1) 管理思想落后以及缺乏密切的部门配合、缺乏精细化可视化管理、缺乏统一的信息数据管理平台等现状, 都是传统的成本管理系统在具体实际运行过程中普遍存在的, 亟待建立基于 BIM 技术的建筑工程成本管理能有效促进信息流通。

2) 通过结合挣值法, BIM 技术可以有效地使施工阶段成本控制的水平有所提高, 基于 BIM 技术, 构建成本控制流程和成本控制体系, 实时对项目的进度和成本状态监控, 自动生成计划值与实际值对比曲线, 及时成本预警、成本纠偏等, 实现对项目成本的动态控制, 更加高效和准确地完成成本数据的偏差分析和总成本的预测, 对管理者在成本控制时做出正确的决策具有可行性, 使项目成本一直处于可控状态。

3) 结合实际案例, 系统的可行性得到了验证。具体的应用效果有: 实现了成本实时动态的预测, 提高了成本预测精度及速度; 促进了进度计划、成本计划不断优化; 实现了成本偏差的实时监控, 有效控制了成本; 方便了核算数据的查询调取, 提高了核算速度及准确性; 进一步分析了成本偏差原因。

基金项目

辽宁省社会科学规划基金项目(L22BTJ004)。

参考文献

- [1] Mejl nder-Larsen,  . (2017) Using a Change Control System and Building Information Modeling to Manage Change in Design. *Architectural Engineering and Design Management*, **13**, 39-51.
<https://doi.org/10.1080/17452007.2016.1220360>
- [2] Jin, J., Hwang, K.E. and Kim, I. (2020) A Study on the Constructivism Learning Method for BIM/IPD Collaboration Education. *Applied Sciences*, **10**, 51-69. <https://doi.org/10.3390/app10155169>
- [3] 席新元. BIM 技术在建筑设计中的应用[J]. 工程技术研究, 2020, 5(15): 201-202.
- [4] 王文军. BIM 技术在政府和社会资本合作项目造价管理中的应用[J]. 安阳工学院学报, 2020, 19(2): 86-88.
- [5] 王建会, 张隆, 娄树华, 乔文涛. 基于 BIM 协同应用平台的施工信息化管理[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(6): 98-100.
- [6] Marwan, A., Collier, Z.A. and Lambert, J.H. (2021) Risk-Based Priority Setting for Large-Scale Access Management Programs with Uncertain Mobility Benefits and Costs. *ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering*, **7**, Article ID 04020046. <https://doi.org/10.1061/AJRUA6.0001094>
- [7] Hasan, R., Chowdhury, S.A. and Akter, J. (2021) Construction Project Monitoring: The Cost and Schedule Control by Earned Value Method (EVM). *Journal of Technology Management and Business*, **8**, 1-9.
- [8] 张虹. WD 企业房地产项目成本控制管理问题研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 湖北工业大学, 2020.
- [9] 刘鹏. BIM 技术在工程管理与施工成本控制中的应用[J]. 中华建设, 2020(1): 62-63.
- [10] 杨艳, 马建疆, 李伟. 大智移云下建筑施工企业项目成本控制系统[J/OL]. 会计之友, 2020(7): 23-31.
- [11] 李雅婷. BIM 技术应用障碍研究[J]. 广东土木与建筑, 2018, 25(7): 79-82.
<https://doi.org/10.19731/j.gdtmyjz.2018.07.024>
- [12] 黄华. 建设工程设计阶段造价控制新方式——基于 BIM 的建设工程造价管理[J]. 内江师范学院学报, 2010, 25(10): 58-61.
- [13] 王广斌, 张洋, 谭丹. 基于 BIM 的工程项目成本核算理论及实现方法研究[J]. 科技进步与对策, 2009, 26(21): 47-49.
- [14] 李静, 方后春, 罗春贺. 基于 BIM 的全过程造价管理研究[J]. 建筑经济, 2012(9): 96-100.
<https://doi.org/10.14181/j.cnki.1002-851x.2012.09.020>