

基于 BIM 的施工组织辅助决策系统的研发及应用

刘飞虎¹ 廖 勇¹ 赵 宇¹ 辜 斌¹ 习兰云² 陈 强³

(1. 成都希盟泰克科技发展有限公司, 成都 610000; 2. 三峡高科信息技术有限责任公司, 北京 100033;
3. 中铁二局集团有限公司城通分公司, 成都 610000)

【摘 要】为解决大型项目施工中的组织管理难点, 本文结合 BIM 技术、智能运筹算法对工程施工组织进行了基于 BIM 的施工组织辅助决策系统的研发, 详细介绍了该系统的设计框架及其模块功能。通过工程应用表明, 该系统可以利用信息化的手段对工程施工组织方案进行科学地规划和全面系统地验证。

【关键词】 BIM 技术; 施工组织; 辅助决策系统

【中图分类号】 TU17 **【文献标识码】** A

【版权声明】 本文被《土木工程信息技术》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网, 未经授权严禁登载。

1 引言

现代大型建设项目一般具有投资规模大、参与建设的单位多、项目目标要求高以及全生命周期信息量大等特点, 且现代建设项目的设计以及工程管理工作极具复杂性, 传统的信息沟通和管理方式已远远不能满足工程施工管理要求^[1]。实践证明, 信息错误传达或不完备是造成众多索赔与争议事件的根本原因。所以科学地进行工程施工组织, 全面地对施工组织方案进行分析决策才能保障工程的安全、质量和进度^[2]。近年来, 建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM)^[3-4] 作为建筑业变革的信息技术, 已为整个行业带来全新的启示, 它以形象的三维立体模型为信息载体, 方便了建设项目各实施阶段的沟通和交流, 从而提高了整个建筑业的工作效率^[5]。

随着 BIM 技术的发展, 它不仅仅只是简单地将数字信息进行集成, 它还是一种数字信息的应用, 可以用于工程设计、施工、运维的管理中, 特别是在工程施工阶段, 可以使工程在整个进程中显著提高效率、大量减少风险^[6-7]。因此利用 BIM 及其相关

技术进行施工组织管理的研究引领了 BIM 技术发展革新的新方向, 文献^[8]采用了基于 BIM 的 4D 虚拟建造技术的进度管理方法, 在此基础上, 论证了采用基于 BIM 的 4D 虚拟建造技术进行进度管理的优越性及可行性。文献^[9]引入“三维 + 时间”的 4D 管理理念介绍了核电施工进度计划, 研究出施工进度计划与三维立体模型进行联动的方法和途径, 虽然该方案能够模拟方案施工组织的实际场景, 但在投入实际项目使用时缺乏对现场施工反馈情况的实际指导, 依然不能很好地保障项目工程的安全性及可实时管理性。

综上所述, 现有的施工组织管理系统主要存在缺乏对施工方案的动态优化、无法同时解决大型施工现场的突发情况等缺点, 而目前国内市面上并没有一款相对成熟、高效、普及的工程施工组织辅助决策系统来完成施工建筑在全生命周期中的管控, 实现信息为建筑计划、设计、施工、运维等阶段提供可靠依据, 并支持数据跨专业共享、达到协同设计。因此本文针对 BIM 技术辅助施工组织管理进行了深入研究, 创新研发了一套基于 BIM 的施工组织辅助决策

【作者简介】 刘飞虎 (1987 -), 男, 工程师, 部门经理, 主要研究方向: AI、PM、BIM 等技术在军工行业 and 传统工程建造行业中的应用; 廖勇 (1982 -), 男, 博士, 副研究员, 博士生导师, 主要研究方向: 下一代无线通信技术, 人工智能、区块链及其在行业中的应用; 习兰云 (1982 -), 男, 工程师, 市场拓展部经理, 主要研究方向: 5G 通信、人工智能在水电站检修工作中的应用。

系统,着力为大型建设项目的施工组织辅助决策设计提供一个科学、高效、实用的优化设计工具。

2 施工组织系统框架

针对大型施工中的组织管理难点,本文将 BIM 技术、智能运筹算法与工程实际实施相结合来实现对施工组织管理的控制与优化,形成了基于 BIM 的施工组织辅助决策系统,该系统主要由施组计划模块、施组方案模块、施组验证分析模块、施组执行模块四个基本功能模块组成,具体的系统设计框架如图 1 所示。

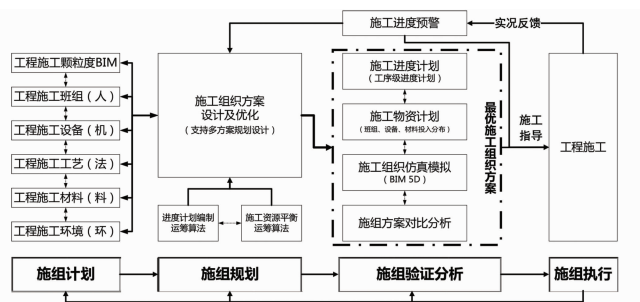


图 1 系统设计框架

2.1 施组计划模块

当前的工程建设存在施工组织的计划编制过程复杂、难度高、耗时长、施工组织计划不能动态满足实际工程施工变化的要求等诸多问题,因而施组计划模块让管理执行者根据项目工程综合考虑施工人员、施工材料、施工机具、施工工艺、施工环境等因素对工程施工的影响,其中施工工艺是实施工程建设的具体规范,其作用就是使各个不同系统之间能够协调和减小相互之间功能的影响,所以在工程建设中需要重点考虑施工工艺带来的影响^[10-11]。如图2,针对大型项目工程,本系统结合 BIM 技术搭建了虚拟平台对其进行施工工艺模拟测试,在保证施工工艺的条件下,施工管理者即可对施工作业耗时情况进行科学评估,及对工程的后续施工进行科学、合理地安排。

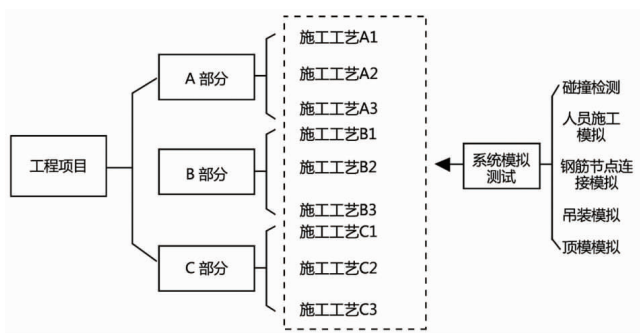


图2 工程项目的施工工艺测试

2.2 施组方案模块

施组方案模块按照工程项目合同规定的施工进度目标为优化目标,结合现有施组计划模块进行进度计划的细化论证。通过设置建筑物的开工起始时间及工程的施工期限,可以得到多个施组方案的总体设计思路,并用进度表的方式展示各个施组规划方案,并按照已核准的工程进度计划,采用智能运筹优化方法定期追踪和检验项目的实际进度情况,则可以计算出具体的施工方案,如图3所示。

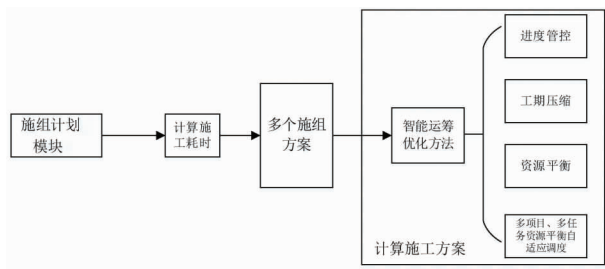


图3 施组方案模块

从图3中可以看出智能算法结合了施工计划编制的进度管控方法、施工计划编制的工期压缩方法、施工计划编制的资源平衡方法、多项目多任务管理中的资源平衡自适应调度方法,对偏差的各种因素及影响工期的程度进行分析、评估和智能优化,使施工管理者可以识别施工资源需求,采取有效措施调整项目进度。

2.3 施组验证分析模块

借助于 BIM 技术可以动态跟踪可视化施工组织设计(5D 虚拟建造)的实施情况,能提高模型的准确性和减少建模工作量,避免了返工和施工错误的产生。本文所研究的基于 BIM 的施工组织辅助决策系统根据施组方案模块的智能运筹优化方法可以得到 3 个施工方案,但它们并不是最优的实施方案,还需考虑设备、材料的到货情况,及时把控进度管理,因此该系统采用施组仿真模块去验证施组模块得到的施工方案,并对不同方案与计划的可实施性进行比较分析及纠正系统无法处理的人为操作,为最终优选的决策方案提供支持,从而实现对项目部的施工组织进行全面系统验证,如图 4。

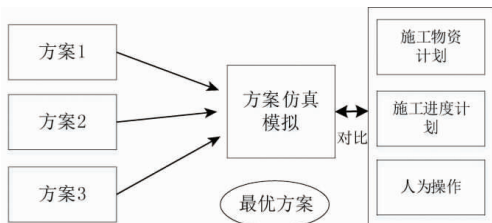


图4 施组验证分析过程

2.4 施组执行模块

工程管理者根据最优方案进行施工实际指导,由于施工现场状态多变、不可控因素较大,最优方案并不能一成不变地指导真正的施工环节。因此,该阶段需要对设备、材料等情况进行预警,同时通过进度管理,将施工现场的实况及时反馈到施组方案模块,让系统实施动态的施工进度管理,重新调整施工组织方案,并制定最优方案进行验证分析后用于指导工程施工,这样保证了施工组织的可行性、合理性,同时也能让施工辅助系统为工程施工管理者提供一种可视化的决策手段。

3 工程应用

该系统已在中铁二局、水电七局、中国铁建等大型工程建设企业的相关项目应用实施。在工程施工前、施工中,施工企业借由该系统能够全面考虑施工影响因素进行施工组织方案设计、施工进度计算和施工资源平衡,并能对施工组织设计的可行性与科学性进行验证。下面以本系统在广州地铁 11 号线的彩虹桥的应用为例,介绍具体的施工组织的设计流程以及本文所设计的辅助决策系统在其中的应用。

彩虹桥站是该条地铁全线的重要施工站点,施工环境高度敏感,建设中主要涉及复杂的主供水管管线改迁,并且施工管道具有管径大、埋深高,施工区域时间有限的特点。基于 BIM 的施工组织辅助决策系统首先录入了工程施工设备、现有的施工班组、工程材料、工人工班等信息便于后续的施组计划分析。针对彩虹桥地铁站的施组计划模块,如图 5 所示,主要涉及了地铁的围护结构、基坑开挖支护、车站主体三个施工工艺环节,每一级施工工艺环节下属的多个施工工艺以二维平面图的形式展示了具体实施过程,并分配了具体的工程材料、设备及其施工班组。为了保证工艺的合理性,系统还设置了工艺测试环节,可以对每个过程进行详细测试分析,为后续制定施工方案做强有力的支撑。在确立好施工工艺后,管理人员需要根据彩虹桥地铁站的施工特点和具体情况合理地确定 1-3 个施工工序流程,如图 6 所示。

如第 2 节的系统框架所述,施组方案模块通过选择施工方案,设置计算方式、项目的开工起始时间及结束时间,计算出 3 个优选的施工方案,并用任务列表的方式清晰地展示了具体的施组方案,如图 7 所示,便于工程管理者选择出科学的施工规划方案。

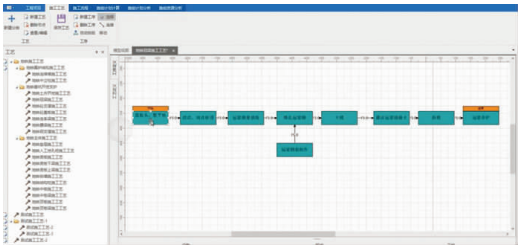


图 5 彩虹桥地铁站施工工艺



图 6 彩虹桥地铁站施工工序流程绘制界面

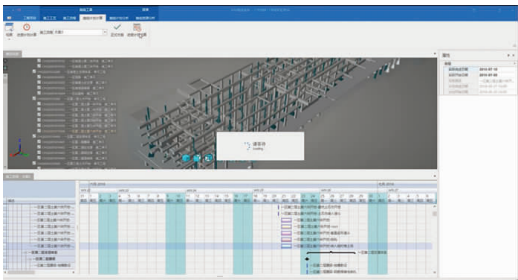


图 7 计算施工方案

为了进一步达到上述 3 个仿真验证施组方案的可行性,彩虹桥项目还仿真模拟了 5D 虚拟建造的实施情况,从图 8 可以清晰看出,方案 1 和方案 2 在具体环节上的施工进度存在差异,及下方设备、材料、班组随时间的变化,因此通过不同方案的对比,可以选择出最终的优选方案,进行施组资源分析,从而为实际施工提供合理指导。

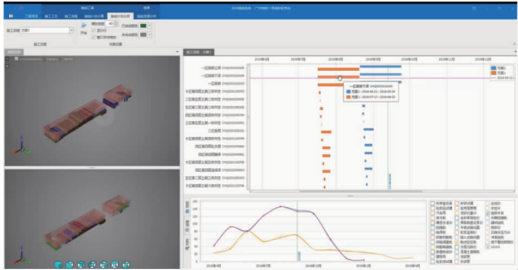


图 8 施工方案对比分析

因而基于 BIM 的辅助决策系统可以根据工程项目管理看板,如图 9 所示,彩虹桥地铁站的施工管理人员能够更加直观准确地看到当前工程项目施工状况和施工组织执行情况等,从而提高了企业对

工程项目的施工组织协调,降低了工程项目的施工管理风险^[12]。

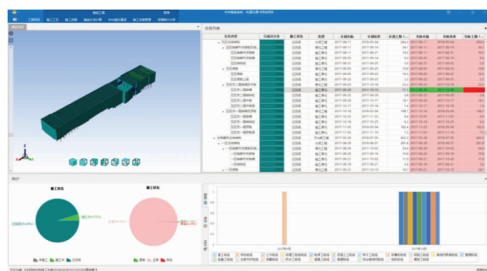


图9 彩虹桥车站工程项目管理看板

4 结论

通过对基于 BIM 的施工组织辅助决策系统的研发,我们提出了全面系统验证施工组织方案的新方法,形成了工程 BIM 模型应用施工方案设计的新手段,拓展了工程施工 BIM 技术的应用范围;通过基于 BIM 的施工组织辅助决策系统的应用,施工组织实现了对项目施工的有效控制,降低了施工管控风险,提升了施工企业对于工程施工的综合实力和竞争能力,更为施工企业在大型工程施工过程中应用 BIM 技术提供了宝贵的经验。

参考文献

[1] 杨涛,李蕾,王广涛,等. BIM 技术在超高层建筑施工中的应用[J]. 建筑施工, 2015(2): 237-239.

[2] 王宇静. 基于项目信息门户的工程项目信息管理研究[J]. 建筑管理现代, 2008,(2):24-25.

[3] 何关培. “BIM”究竟是什么?[J]. 土木建筑工程信息技术, 2010, 2(3): 111-117.

[4] 何关培. BIM 和 BIM 相关软件[J]. 土木建筑工程信息技术, 2010, 2(4): 110-117.

[5] 赵彬,王友群,牛博生. 基于 BIM 的 4D 虚拟建造技术在工程项目进度管理中的应用[J]. 建筑经济, 2011(9): 93-95.

[6] 贺灵童. BIM 在全球的应用现状[J]. 工程质量, 2013, 31(3): 18-25.

[7] 何清华,韩翔宇. 基于 BIM 的进度管理系统框架构建和流程设计[J]. 项目管理技术, 2011(9):96-99.

[8] 王婷,池文婷. BIM 技术在 4D 施工进度模拟的应用探讨[J]. 图学学报, 2015, 36(2): 306-311.

[9] 王顺泽. BIM 技术在核电施工进度计划中的应用[J]. 施工技术, 2017(6): 50-55.

[10] 陈滨津,于鑫,李鑫,等. 基于 BIM 技术的施工工艺管理平台研究及应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(4): 76-83.

[11] 蒋绮琛,李鑫,于鑫,等. 面向多源数据库的施工工艺精准创建技术研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(6): 50-54.

[12] 尹龙,王启光,路耀邦. 基于 BIM 技术的仿真模拟在地铁暗挖隧道施工中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2015, 7(6): 73-79.

R&D of BIM-Based Construction Organization Assistant Decision System and Its Application

Liu Feihu¹, Liao Yong¹, Zhao Yu¹, Gu Bin¹, Xi Lanyun², Chen Qiang³

(1. SimuTech Technology Development Co., Ltd., Chengdu 610000, China;

2. Three Gorges High-Tech Information Technology Co., Ltd., Beijing 100032, China;

3. Chengtong Branch of China Railway Erju Construction Co., Ltd, Chengdu 610000, China)

Abstract: In order to solve the organizational management difficulties of in large-scaled project constructions, this paper develops a BIM-based construction organization assistant decision system by combining the BIM technology and intelligent operation algorithms in areas of engineering construction organization. The design framework of the system and its module functions are also introduced in details in this paper. Applications of the system in practical engineering have shown that the proposed system can be used for scientific planning design and comprehensive systematic verification of the project construction organization scheme.

Key Words: BIM Technology; Construction Organization; Assistant Decision System