

基于 BIM 技术信息转换对建筑施工的 编排优化及成本控制

阳 芬¹, 罗迎社¹, 欧阳春生¹, 涂 宇¹, 卢 迎²,
肖 敏¹, 王 威¹, 邓宇龙³, 丁 科^{4,5}

(1. 湖南交通工程学院 交通运输工程学院, 湖南 衡阳 421001; 2. 广州市第一市政工程有限公司, 广州 510060;
3. 湖南建工集团装饰工程有限公司, 长沙 410004; 4. 中南林业科技大学 工程流变学湖南省重点实验室, 长沙 410004;
5. 中南林业科技大学 土木工程学院, 长沙 410004)

摘要:建筑施工进度管理是建筑管理及其施工过程的重要步骤之一。现有的建筑施工计划相关研究工作主要基于施工经验、已完成相关工程案例或施工计划模板等方式进行,无法实现基于对具体建筑工程项目信息精确收集,进而使得施工设计的方案与施工现场情况做到动态精准匹配,从科学、高效方面对施工方案及成本控制策略进行优化。基于 BIM 技术进行二次开发做到信息转换,进而动态匹配施工情况生成进度计划,提高建筑项目施工的准确性和效率,并对建筑模型、空间结构、施工策略等方式进行动态优化,进而解决了多情况下的建筑结构精准定位,提高建筑施工各个环节信息统一性、高效性及经济性。

关键词:信息转换;BIM 技术;成本控制;编排优化

中图分类号:TU72 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2022)06-0321-05

在智能化的今天,绿色、碳中和以及高质量发展等环保理念已经深入人心。这就要求在建筑工程项目的建设过程中结合实际情况,做到在保质保量的同时,还要通过智能化、信息化的手段将环保理念灌输进建筑工程的各个环节中去,进而做到施工方案合理以及成本控制恰当^[1-3]。

目前建筑工程项目施工计划主要是结合项目部以往施工经验,再结合建筑工程项目负责人的工作经验,依托现有施工设计模板,制备前期二维设计图纸、施工成本、施工步骤等资料。采用这种古板、陈旧的方法制定的建筑工程施工计划无法满足现有建筑工程施工要求,进而无法做到信息互换、信息集成的高效统一,更无法结合施工过程中出现的问题进行信息统计,做到及时、快速、高效的方案调整,做到进度计划与设计模型动态连接、计划和模型之间的信息互通。

基于 BIM 技术其固有的优异性能,诸如信息

集成度高、施工编排逻辑性强等优点,通过对建筑工程施工现场的信息进行动态监测并收集,通过二次开发,对数据进行快速处理,做到施工方案与施工现场情况始终保持动态平衡,进而做到建筑工程施工进度优化,打破建筑工程施工的传统模式,推动建筑施工管理改革,提高建筑施工管理水平。

杨磊等^[4]以绿地丝路全球文化中心项目为例,结合新型快速施工技术(钢管混凝土侧抛免振浇筑、钢筋桁架楼承板临时支撑和后浇带对称水平传力构件等快速施工技术),对超高层建筑施工过程中,存在体量大、工序多、专业性强、工作空间窄、工作环境危险性高等问题进行处理,在确保施工工期的同时,用新型施工技术改良施工进度措施,确保工程按时按质完成。但是杨磊等的对于施工的改进主要是采用新型施工技术,对与建筑工程项目各个环节之间的串联,没有做到信息集

收稿日期:2022-01-17

基金项目:湘教通[2019]333 号和湘教通[2020]9 号、90 号、301 号项目资助。

作者简介:阳芬(1996—),女,湖南衡阳人,湖南交通工程学院交通运输工程学院,助教,硕士,研究方向为 BIM 技术与工程利用;通信作者罗迎社(1954—),男,湖南长沙人,湖南交通工程学院交通运输工程学院,教授,博士,研究方向为流变力学与材料工程;欧阳春生(1996—),男,湖南永州人,湖南交通工程学院交通运输工程学院,助教,硕士,研究方向为新型材料的力学性能。

成与统一。

刘占省等^[5]针对超高层建筑结构复杂、施工周期长、检测困难等问题,结合某超高层结构,研究了多源信息融合方法、建筑信息模型(bulding information modelling, BIM)技术在结构监测方案制定、三维可视化施工模拟指导传感器安装及可视化智能监测系统搭建等方面的具体应用,进而解决了建筑结构施工监测过程中,由于施工过程复杂等导致的在施工管理中未能及时完成监测等问题,进而提升了管理人员对施工管理策略制定以及实施的合理性。

可以看出,结合信息技术对建筑工程施工规范化、标准化、集成化是建筑工程发展的趋势之一。

1 BIM 技术量化、分解施工活动

建筑工程项目施工计划本质上是对建筑工程项目施工活动的具体化、步骤化,以及结合逻辑性、空间等一系列串联。因此,对建筑工程项目施工活动的量化、分解是编辑施工的必要前提,而具体项目施工活动的量化分解主要是通过之前的施工经验以及施工体系,而不是通过建设项目信息分类标准^[6-8]。

目前,国内建筑工程项目缺乏对建筑工程信息集成和信息互通(信息转换),且应用目的、信息标准不一,不足以支持精准匹配建筑工程施工现场的施工计划^[9-10]。而基于 BIM 技术和国外建设项目信息分类体系,可以参数化建筑施工过程中各个阶段的工作量、工程量清单、工程定额等,并结合二次开发,参考建设项目信息分类标准(IFC 国际标准)和建筑信息模型交付准则^[11-12],首先对建筑工程项目施工活动的量化、分解,并通过 BIM 技术强大信息集成能力,对有变化的信息进行处理,并对变化信息影响区域进行重新设计,进而减少建筑施工设计乃至施工过程中出现的重复工作。基于 BIM 技术及相关辅助手段的建筑施工计划进度生成流程如图 1 所示。

为此,本文根据施工进度计划编排的实际需求,参考现有信息分类体系^[13-15],提出了适用于建筑工程施工现场的施工计划。具体如下:①通过对建筑施工所涉及的专业分类。其中内容包括地基与基础、建筑主体结构、装饰工程、屋面工程、管道工程等。由于不同专业检测信息标准不一,进而导致建筑施工各环节信息交互不足,影响施工进度。②按建筑施工活动分段。因受施工环境、所处地域

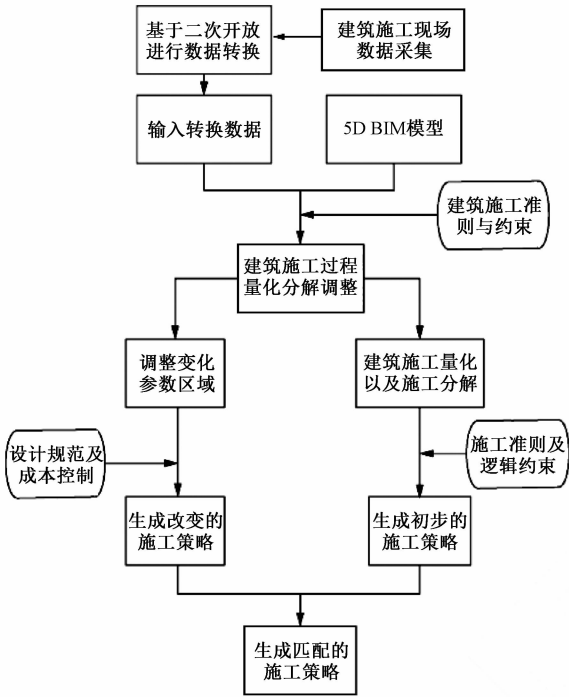


图 1 基于 BIM 技术及相关辅助手段的建筑施工计划进度生成流程

以及季节气候的影响,做到高效益的成本控制的同时,贯彻绿色、碳中和以及高质量发展理念,采用分段、分时的建筑施工。③针对建筑施工现场条件以及现有施工技术,对不同区域、不同层次采用适宜的施工工艺、施工顺序、施工方法以及施工主旨^[16-18]。建筑工程项目的施工活动分解结构示意图如图 2 所示,基于 BIM 技术的成本控制示意图如图 3 所示。

2 BIM 技术二次开发信息互通

通过 BIM 技术强大的信息集成能力,结合 GIS 或无人机等辅助手段对建筑工程施工前、施工进行中乃至施工后进行数据收集并整理^[19-23]。但是 GIS 或无人机等辅助手段采集的数据标准不一,无法直接用于 BIM 模型。而 BIM 模型自带的数据库转换插件,无法快速、高效地识别并转换数据。基于此,采用 Java 语言对 BIM 软件进行二次开发。部分信息转换二次开发 Java 开发代码如图 4 所示。

通过检测,并结合建筑工程实际情况,通过信息转换对构建的 BIM 建筑模型调整,从而生成最新的设计图、动态匹配且适宜的施工计划以及相关资料,减少了调整施工的重复性的同时,增加沟通效率,提升管理质量。数据精度分类见表 1。

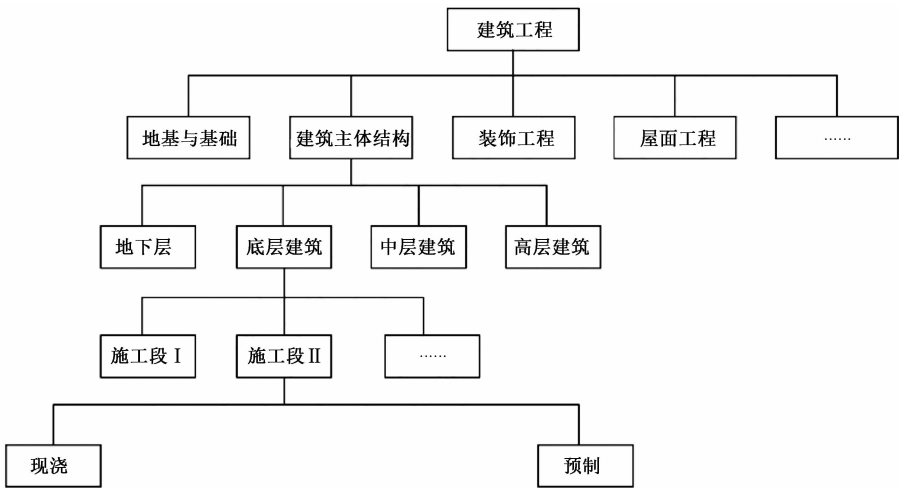


图 2 建筑工程项目的施工活动分解结构示意图

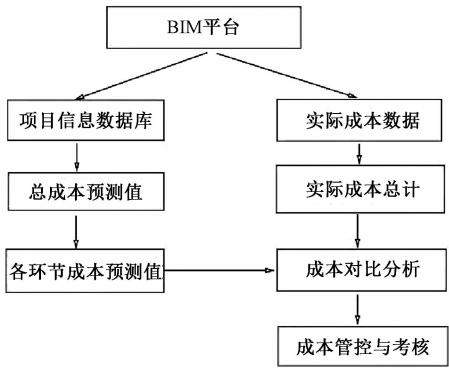


图 3 基于 BIM 技术的成本控制示意图

表 1 数据精度分类

精度类别	水平精度/m	竖直精度/m
一类数据精度	0.1~1	0.1~10
二类数据精度	小于 0.1	小于 0.1

3 案例分析

本文以某建筑工程的装饰阶段的施工为例,通过 BIM 技术自动生成初步的装饰施工进度计划以及成本控制策略。工程材料根据装饰工程的要求采用仿古釉面墙砖、白色乳胶漆、进口深啡石材、高分子晶体板和浅色桦木板,其设计图如图 5 所示。

采用图 5 所设计的平面设计图在装饰施工过程中发现相关设计图与装饰施工存在较多不合理之处,设计参数以及设计形式过于简单。为了结合装饰施工的要求,通过建筑工程的设计图(图 5),在 BIM 软件中选取图 5 边界、构建原始 BIM 模型^[24-26]。但是目前关于装饰工程的建筑信息标准不一,且装饰工程涉及专业较广,通过 JAVA 语言以及 IFC 信息标准,并结合 Dynamo 参数化装饰施工各类指标,对初始建筑装饰 BIM 模型进行调整,

```
36 while ( (str = bufferedReader.readLine()) != null) {
37     //每行中,数据每个属性以空格为间隔
38     String[] stringArray = str.split( regex " ");
39     //构造IFC格式的数据实体
40     IFCDData data = new IFCDData();
41
42     //Id属性
43     data.setId(Integer.valueOf(stringArray[0]));
44     //编码名称
45     data.setEncodeName(stringArray[1]);
46     //专业类别
47     data.setMajorType(stringArray[2]);
48     //施工层
49     data.setBuildLayer(stringArray[3]);
50     //施工段
51     data.setBuildPart(stringArray[4]);
52     //构件施工类型
53     data.setElementBuildType(stringArray[5]);
54     //构件类别
55     data.setElementClass(stringArray[6]);
56     //构件位置编号
57     data.setElementPlaceNum(Integer.valueOf(stringArray[7]));
58     //构件体积
59     data.setElementVolume(Integer.valueOf(stringArray[8]));
60     //施工开始时间
61     data.setBuildBeginDate(stringArray[9]);
62     //施工持续时间
63     data.setBuildingTime(stringArray[10]);
64
65     //加入IFC数据列表
66     result.add(data);
67 }
68
69 } catch (Exception e) {
70     throw new Exception(e.getMessage());
71 }
72 return result;
73
74
```

图 4 部分信息转换二次开发 Java 开发代码

进而生成立体的 3D 渲染图(图 6)和施工计划与成本控制表(表 2)。

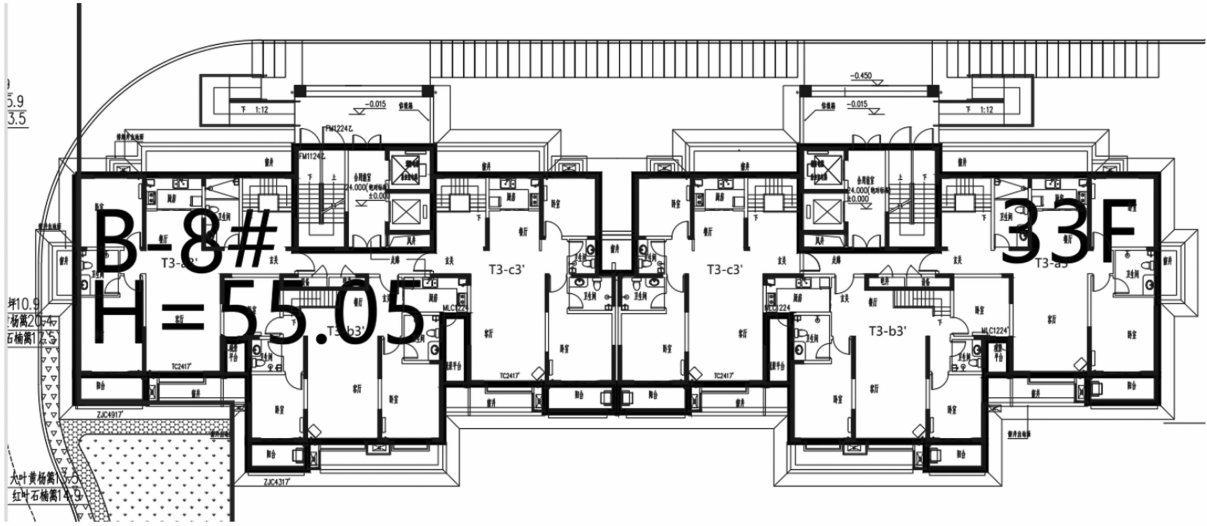


图 5 建筑工程平面设计图

表 2 装饰工程定额及工日/工时转化及成本控制(一户)

施工类型	模型类别(单体尺寸及材料)	工程量/m ²	工作日/d	工时数/h	单个工人单位工时工作量/(m ² /h)	模型预测单位面积造价成本/(元/m ²)	实际施工单位面积造价成本/(元/m ²)
墙体	600 mm×800 mm 仿古釉面墙砖	435	15. 681	28. 143	1. 356	46. 678	49. 657
管道	白色乳胶漆	40	3. 354	12. 621	2. 376	23. 349	27. 997
柱体	600 mm×1 200 mm 进口深啡石材	120	7. 657	18. 346	1. 913	78. 564	68. 856
天花板	600 mm×600 mm 高分子晶体板	126	8. 126	24. 314	1. 924	96. 781	104. 879
地板	600 mm×600 mm 浅色桦木板	126	8. 567	23. 314	1. 713	132. 967	152. 369



图 6 基于 BIM 技术的建筑工程部分装饰施工 3D 渲染效果图

4 结论

基于 BIM 技术,采用 Java 技术对其进行二次开发,加速 BIM 模型与具体建筑工程项目之间的信息转换,进而优化建筑工程施工计划,数字化建筑工程施工过程各环节的各项指标、改良施工顺序,

进而生成恰当的建筑工程施工的进度计划,精准匹配各种施工环境下的状况,进而提高资源利用,增强成本管控。

参考文献

[1] 郭奕婷. 基于 BIM 的进度计划自动编排研究[D]. 广州: 华南理工大学,2017.

[2] 王泉萌,侯庆达,吕家玉,等. BIM 技术在复杂多曲形建筑施工中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术:1-10. DOI:ht-tp://kns.cnki.net/kcms/detail/11. 5823. TU. 20220104. 1615. 017. html.

[3] 陈永鸿,甘文杰,高雄,等. 地下管网 BIM 模型轻量化技术应用研究:以云南某高校管网为例[J]. 科技和产业,2021, 21(12):107-111.

[4] 杨磊,姜继果,薛晓宏,等. 超高层建筑快速施工保障措施 [J]. 施工技术,2021,50(22):19-22.

[5] 刘占省,袁超,王宇波,等. 基于 BIM 的考虑多源信息的超高层建筑结构智能监测方法[J]. 北京工业大学学报, 2021,47(4):357-364.

[6] 耿振云,李端阳,刘珊,等. 水利工程 BIM+GIS 与施工进度动态计划关联方法及实现[J]. 水资源与水工程学报, 2020,31(6):138-142.

[7] 刘本奎,孔得水,兰士奎,等. 天津平安泰达金融中心总承包管理模式下的机电施工进度计划管理[J]. 施工技术, 2020,49(22):100-103.

[8] 蒋绮琛,李鑫,于鑫,等. 基于 BIM 的项目施工进度与计划应用研究[J]. 施工技术, 2019,48(S1):357-359.

[9] 郭杰明,周银,尚栋,等. 基于三维扫描的钢筋混凝土梁受力状态反演方法[J]. 科学技术与工程, 2021, 21(5): 2019-2025.

[10] 曹伟楠,王佳,顾大鹏. 面向多源数据集成的高速公路数字化方法[J]. 科学技术与工程, 2019,19(19):214-221.

[11] 孙潇. 基于建筑信息模型技术的展览建筑过渡空间三维仿真系统设计[J]. 科学技术与工程, 2018,18(22):216-221.

[12] 邹贻权,张浩,王淑婧. 进度计划管理领域研究文献综述[J]. 价值工程, 2020,39(8):280-284.

[13] 孙玉梅,曹思琪,唐雨萍,等. BIM 技术在实验研发中心楼运维管理阶段应用的研究[J]. 科技和产业, 2021, 21(5):289-295.

[14] 杨丽田,赵志曼,何济源. 基于 BIM 技术的工程施工阶段精细化管理[J]. 科技和产业, 2020,20(1):160-165.

[15] 刘聪,逯跃锋,闻俏,等. 基于数据互操作的建筑信息模型转换与融合方法[J]. 科学技术与工程, 2020,20(16): 6515-6521.

[16] 沈志平,孙洪,杨振杰,等. FAST 地锚基础工程中的若干问题探讨[J]. 科学技术与工程, 2017,17(2):251-255.

[17] 郭杰明,周银,尚栋,等. 基于三维扫描的钢筋混凝土梁受力状态反演方法[J]. 科学技术与工程, 2021, 21(5): 2019-2025.

[18] 卞明月,陈鑫,谈丽华,等. 摇摆钢支撑快速建筑信息模型建模技术及其 Revit 模块开发[J]. 科学技术与工程, 2021, 21(26):11280-11288.

[19] 陈爱珠,陈帆. 建筑企业间的技术合作网络特征研究:以 BIM 创新技术为例[J]. 科技和产业, 2015, 15(2):117-123,127.

[20] 邓朗妮,赖世锦,廖羚,等. 基于文献计量可视化的中外“建筑信息模型+大数据”研究现状对比[J]. 科学技术与工程, 2021, 21(5):1899-1907.

[21] 张峰. 公路工程信息模型设计交付标准研究[J]. 公路, 2019,64(4):197-201.

[22] 章明,董金华,林玲. 基于 BIM 的传染病医院施工质量控制[J]. 土木工程与管理学报, 2021,38(6):106-112.

[23] 王乾坤,申楚雄,郭曾,等. 基于 BIM 的装配式建筑施工能耗可视化模型与系统开发[J]. 土木工程与管理学报, 2022,39(1):50-54,67.

[24] 王辉明,王诗怡,王祥林. 综合体高压细水雾特性参数的火灾动态模拟[J]. 科学技术与工程, 2021, 21(22): 9644-9650.

[25] 王艳彤,苏义坤,苏伟胜,等. 高速公路建设进度智慧化管理效果评价[J]. 科学技术与工程, 2021, 21(30): 13071-13077.

[26] 赵伟卓. 建筑信息模型技术与低碳绿色建筑评价指标体系的动态融合机制[J]. 科学技术与工程, 2019, 19(3): 196-201.

Rule Derivation and Cost Control of Building Construction Based on BIM Technology
Information Conversion Reasoning

YANG Fen¹, LUO Yingshe¹, OUYANG Chunsheng¹, TU Yu¹, LU Ying²,
XIAO Min¹, WANG Wei¹, DENG Yulong³, DING Ke^{4,5}

- (1. School of Transportation Engineering, Hunan Institute of Traffic Engineering, Hengyang Hunan 421001, China;
2. Guangzhou First Municipal Engineering Company Limited, Guangzhou 510060, China;
3. Decoration Engineering Co., Ltd. of Hunan Construction Engineering Group, Changsha 410004, China;
4. Hunan Province Key Laboratory of Engineering Rheology, Central South Forestry University, Changsha 410004, China;
5. College of Civil Engineering, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China)

Abstract: Building construction schedule management is one of the important steps in construction management and its construction process. The existing research work related to building construction plan is mainly based on construction experience, completed relevant engineering cases or construction plan templates, which cannot realize the accurate collection of information based on specific construction projects, and then make the construction design scheme and construction site conditions to achieve dynamic and accurate matching. The construction plan and cost control strategy are optimized scientifically and efficiently. Based on BIM technology, the secondary development can convert the information, and then dynamically match the construction situation to generate the schedule, improve the accuracy and efficiency of construction projects, and dynamically optimize the building model, space structure, construction strategy, etc., thus solve the accurate positioning of the building structure in many cases, and improve the unity, efficiency, and economy of information in all aspects of building construction.

Keywords: information transformation; BIM technology; cost control; layout optimization