

基于 BIM 和激光扫描点云技术的智能安装系统的研究及开发

赵峰¹ 刘刚²

(1. 浙江省建设投资集团有限公司, 杭州 310012; 2. 浙江省建工集团有限责任公司, 杭州 310012)

【摘要】本文通过研究三维激光扫描的控制网布设、点云数据的采集、点云数据的处理,进行实时点云模型与施工 BIM 模型的对比校核,开发一种基于 BIM 和物联网的预制装配式建筑智能施工安装系统,同时建立示范工程试点以实际项目运用成果作为反馈,优化了现有管理方法与施工工艺,降低了安装偏差,提高了工程质量。

【关键词】BIM; 三维激光扫描点云; 智能安装系统; 研究及开发

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】文集数据被中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录,被本刊录用并在中国知网网络首发正式出版,严禁侵权转载。

1 引言

三维激光扫描技术和 BIM 技术^[1-2]是当前土木工程方向研究的前沿和热点技术,正逐步应用到工程各个方面。当前有很多学者在 BIM 技术和三维激光扫描技术的运用上进行探索和实践,像郑欣^[3]采用 BIM 联合三维激光扫描技术,解决水库大坝基础开挖、回填等隐蔽工程的测量复核问题;李小飞^[4]等基于三维激光扫描的 BIM 技术对多项施工方案进行优化,达到了降低工期、减少成本的效果;孙文^[5]等学者将三维激光扫描技术与 BIM 技术进行结合,综合两种技术的优势,实现文物古建筑修复的正向设计,同时为修复施工和古建筑维护提供技术支持;韩光达^[6]等采用 BIM 结合三维激光扫描技术,将其应用在基坑监测中;阚浩钟^[7]等采用 BIM 技术与三维激光扫描技术对项目中的钢结构的虚拟预拼装、现场拼装三维检测和焊接收缩变形等进行分析探讨;覃亚伟^[8]等以 BIM 技术和三维激光扫描技术为支撑,提出了质量检测、虚拟拼装以及实时监测一体化的工程质量管控方法;廖羚^[9]等将基于 BIM 的三维激光扫描及放样技术等应用到轨

道交通站线建设中,取得了良好的效果;以上研究虽然对 BIM 技术和三维激光扫描做了大量的探索,但是对基于基于 BIM 和激光扫描点云技术的智能安装系统确鲜有报道。

因此,本文基于物联网技术与 BIM 技术的融合衔接,采用预先控制、分析研究、模拟演示等多种手段为预制装配式建筑构件的安装提供指导,通过三维激光扫描的控制网布设、点云数据采集、点云数据处理,研究实时点云模型与施工 BIM 模型对比校核,开发基于 BIM 和物联网技术的预制装配式建筑智能施工安装系统,优化现有管理方法与施工工艺,降低安装偏差,提高工程质量,更好地发挥了 BIM 的价值,推动智慧建设的美好愿景。

2 智能施工安装系统研究及开发

2.1 智能施工安装系统研究

通过物联网技术与 BIM 技术融合,采用预先控制、分析研究、模拟演示等多种手段指导预制装配式建筑构件的安装。研究基于预制装配式建筑施工 BIM 模型的安装工艺模拟、安装工作面冲突检测等 BIM 可视化模拟技术,开展预制构件的施工虚拟

【基金项目】 十三五国家重点研发计划“基于 BIM 和物联网的装配式建筑建造过程关键技术研究及示范”(编号:2016YFC0702005)

【作者简介】 赵峰(1982-),男,工商管理硕士,主要研究方向:建筑施工项目管理。

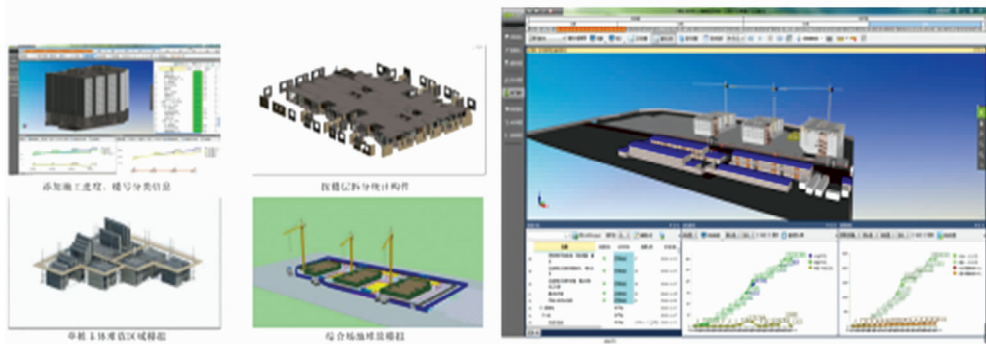


图 1 BIM 模型及一体化协同平台工程项目进度管控

装配,进行施工工艺和安装现场布置的三维模拟和安装数据分析,实现施工场地可视化设备的安装以及现场设备设施的动态管理和优化,如图 1 所示。

利用由产业链上游传递而来的 BIM 模型和统一协同管理平台进行工程项目的管控。通过施工模拟,对不同施工组织策划方案进行比选,选择最优场地布置及预制构件进场、堆放的布控方式。同时结合装配式施工组织设计的方案,对工序之间的穿插进行合理优化,对技术间歇进行规划,在重点的部位和节点提前进行施工模拟,到达科学的编制施工进度计划。而后将此进度计划进行分解,细化到各个阶段,计算各阶段的物资配备和消耗情况,进一步优化各项资源消耗及场地布置。

2.2 智能施工安装系统研发框架

BIM 技术实现数据的可视化与结构化,物联网技术实现对工业化建筑大数据的收集、统计和分析。

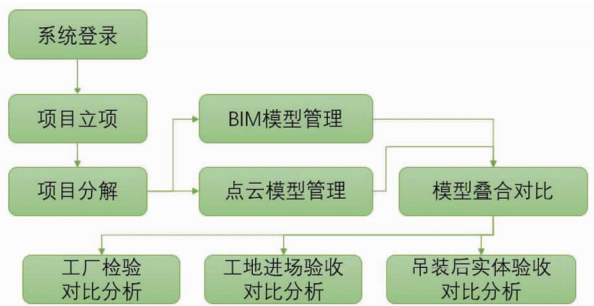


图 2 智能施工安装系统实现的方法与技术路线

装配式建筑施工现场信息管理平台通过 RFID 技术及 BIM 技术实现了对构件的加工、运输、施工全过程的质量、进度、人员的实时动态监控;而三维激光扫描技术则实现了物体真实数据的采集,它可以直接得到物体表面的三维空间数据,然后利用点云数据(空间数据)就可以重新构建虚拟的三维物

体表面。该建模方法不仅不用接触实物而且不受物体表面复杂度的干扰,同时又速度快,精度高,真实感强。并且三维激光扫描技术与传统的三坐标测量仪和扫描仪相比,其具有速度快、精度高、易操作、可移动等特点,它系统的软硬件可以根据需求进行对应的研发设计,实用性强。同时基于 BIM 建模的虚拟化施工是在已有三维模型的基础上,对模型进行参数化定义,以三维可视化的方式反应施工的整个过程和施工各阶段的不同情况。BIM 建模虚拟化施工技术的运用不仅使得项目管理变得简单高效,而且极大的降低了施工过程中的风险。

因此,利用三维激光扫描仪探索与研究构件的智能安装控制要点与施工工艺;以示范项目为落地地,以建筑构配件唯一 ID 关联设计、生产、运输、施工等各个阶段构配件的编码,实现对装配式建筑构件的全过程一体化的智能管理。

2.3 智能施工安装系统开发应用

利用三维激光扫描仪通过两次扫描(构件扫描、安装后扫描)、两次校验(尺寸校验、安装校验)和点云模型与 BIM 模型的对比,探索与研究构件的智能安装控制要点与施工工艺。系统功能包括:对点云模型的逆向建模、点云模型的查看浏览、点云模型数据与施工现场信息平台的对接、两次扫描与校验等功能。利用 RFID 芯片实现对构件的全过程(生产—运输—施工—运维)管理及参建各方、各阶段的数据/信息互通;通过对 RFID 芯片中携带的构件信息进行统计和分析,为智能建造的过程提供相应的技术支持和决策支持。

(1)项目管理提供系统管理项目的唯一入口如图 3,通过建立项目,实现对项目的 WBS, BIM 模型,点云模型的统一管理,为项目各参与方基于 BIM 进行统计决策分析,打好技术与管理的基础。



图3 智能安装系统登录页

三维建模的过程来看,激光扫描数据处理主要可分为以下三个步骤:首先是点云数据的获取、其次是点云数据的分析处理、最后是三维立体模型的建立。进一步细分可表示为:点云数据的收集、点云数据的配准、点云数据的处理、点云数据的缩减、点云的分层、等高线拟合、建立立体三维模型同时将点云数据导入到 Realworks 进行处理。

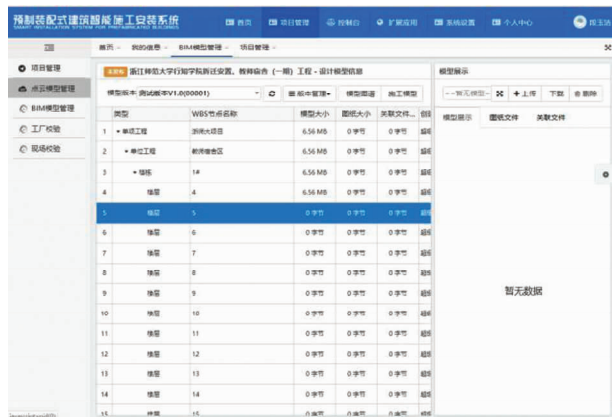


图6 项目 WBS



图4 智能安装系统项目管理

(2)新建项目立项时,如图5 需要具有权限的用户才能建立,建立时需要输入项目信息及 WBS 的分解信息。根据项目特征,按照单项工程,单位工程,楼层建立项目各个单项的 WBS 节点信息。WBS 节点信息如图6 所示。

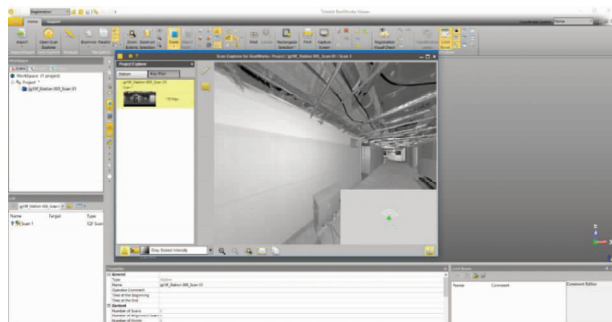


图7 点云模型的建立

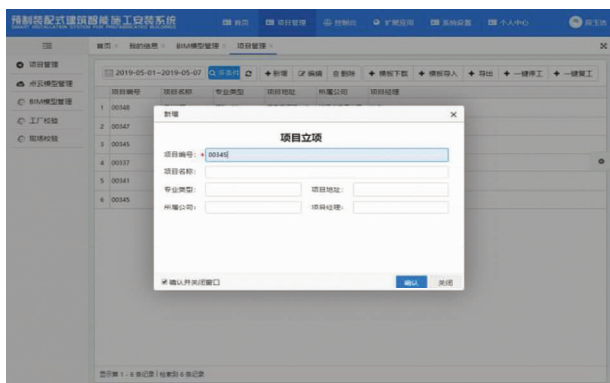


图5 项目立项

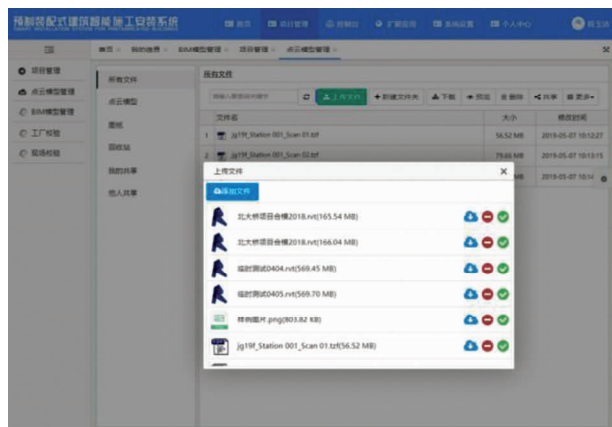


图8 点云模型的管理

(3)从点云模型的建立如图7 所示、点云模型管理如图8 所示与点云模型的查看如图9 所示整个

1)配准。Realwoks 自动处理各站扫描的点云数据,通过一定的规则将各站数据进行匹配,自动生成整体模型。

2)点云处理。点云里几乎包含了所有能扫到的物体,因此需要删除部分无用的构件,也可以在精度点云足够密的情况下适当降低点密度。系统统一管理点云模型文件,通过文件方式进行上传,下载以及查看,系统操作界面如下图所示。系统的模型查看需要借助本地的 Realworks 进行查看,下载到本地后,进行点云模型的查看。



图 9 点云模型的查看

(4)工厂校验

三维扫描现场点云真实数据模型与构件 BIM 模型整合,通过平台整合,运用相关手段协同对比,得出生产误差。在构件生产过程中,系统提供统一的构件管理,集合 BIM 模型实现对构件尺寸的精确复核。构件管理界面如图 10 所示。

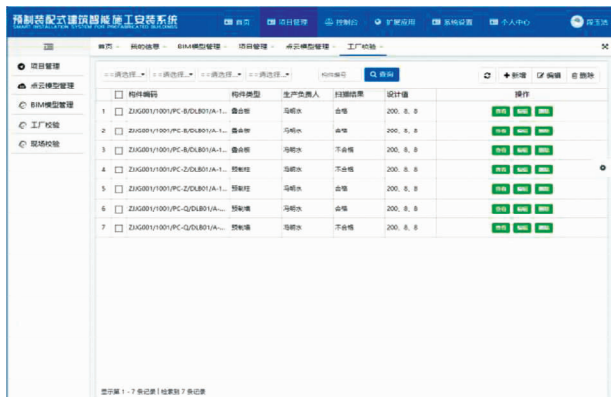


图 10 工厂校验构件管理界面

构件导入以后,系统可以直接对接深化设计软件,实现对构件信息及 BIM 模型从 BIM 模型直接导

入,操作界面如图 11 所示。得到三维扫描数据后,基于三维扫描模型重要复核构件尺寸,通过在 Realworks 平台上进行模型的叠加,分析实测实量的数据与设计数据的误差,结果查看页面如图 12 所示。



图 11 构件导入图

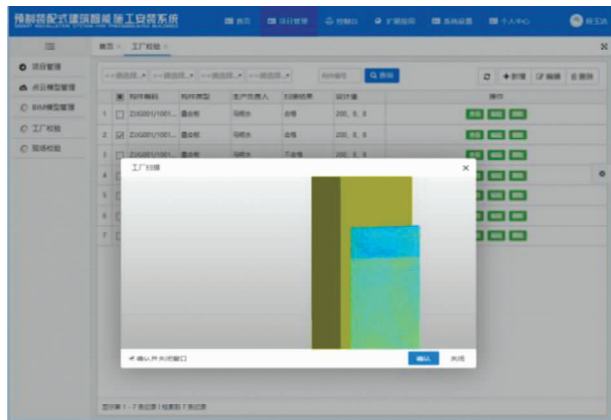


图 12 工厂构件扫描与校验

(5)现场校验

三维扫描现场点云真实数据模型与构件 BIM 模型整合,通过平台整合,运用相关手段协同对比,分析得出生产误差。在施工现场通过 BIM 模型与扫描结果的对比,验证现场安装的误差,提高项目的质量。系统安装项目 WBS 实现对 BIM 模型与三维扫描模型的管理,界面如图 13 所示。系统按照 WBS 节点,在点云模型文件与 WBS 建立关联,可以通过 WBS 节点查看其对应的点云模型,界面如图 14 所示。

BIM 模型与点云模型的对比分析时,系统按照 WBS 节点,在 BIM 模型文件与 WBS 建立关联,可以通过 WBS 节点查看其对应的 BIM 模型如图 15 所示,同时其与点云模型的对比界面如图 16 所示。

(6)色差分析

系统按照 WBS 节点,在 BIM 模型文件与 WBS



图 13 BIM 模型与点云模型管理

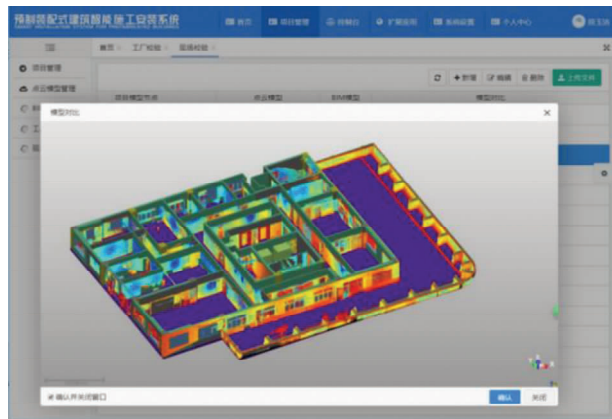


图 16 BIM 模型与点云模型对比



图 14 点云模型

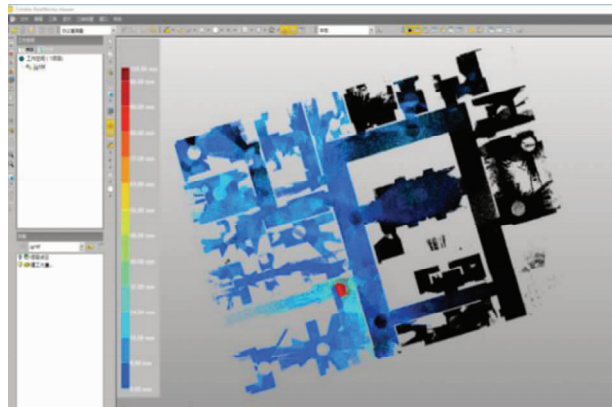


图 17 色差分析

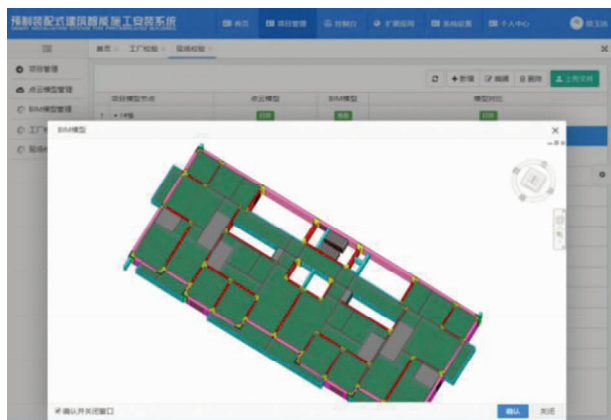


图 15 BIM 模型图

建立关联,可以通过 WBS 节点查看其对应的 BIM 模型与点云模型的对比,色差界面如图 17 所示。

(7) 系统管理

系统管理为管理员提供组织机构、角色和人员配置和授权的功能,并可以进行系统后台基本数据

和数据库配置,以及监控系统基本情况。

(8) 基于物联网和 BIM 的进场物资验收和质量验收

对进场的所有构件进行扫码或扫描,然后进行验收资料的填写,在平台中实时更新验收数据,及时反馈物资验收结果。在移动端或 PC 端进行相应进场物构件表单的内容填写,对进场物资验收结果进行标准化的文字录入,同时上传进场物资验收现场照片,如图 18 中所示,其中验收合格的表单与资料系统数据同步,将进场物资合格表单纳入进场物资验收资料体系;验收不合格的表单,根据现场需要,可选择再次对该批进场物资进行复检,将复检结果以同样的方式纳入进场物资验收资料体系,并控制复检次数。同理与资料系统对接,将质量验收相关表单与模型进行关联,准确定位质量验收位置和内容,及时传达质量验收结果。在移动端或 PC 端进行扫码和质量验收表单的内容填写,对质量验收结果进行标准化的文字录入,同时上传质量验收

现场照片,并关联模型构件,如图 19 所示,其中验收合格的表单与资料系统数据同步,将质量合格表单纳入质量验收资料体系;验收不合格的表单,根据现场需要,可选择发起质量检查记录后整改,也可选择直接与资料系统数据同步,将质量不合格表单纳入质量验收资料体系。



图 18 构件验收实物



图 19 质量验收实物

(8)安装工艺模拟、安装工作面冲突检测等 BIM 可视化模拟技术示范工程项目吊装经过模拟优化后的吊装方案及分析分别见图 20 和图 21。

3 工程应用

上虞中加国际学校项目,位于绍兴市上虞区滨海新城,以经八路和纬二路交叉点为西南起点向东

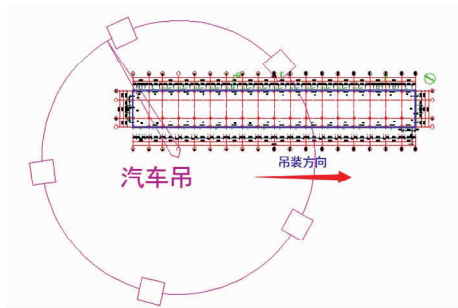


图 20 吊装方案

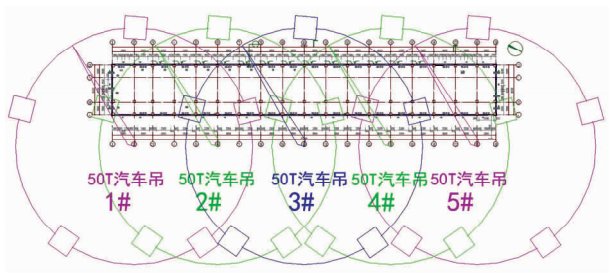


图 21 吊装分析

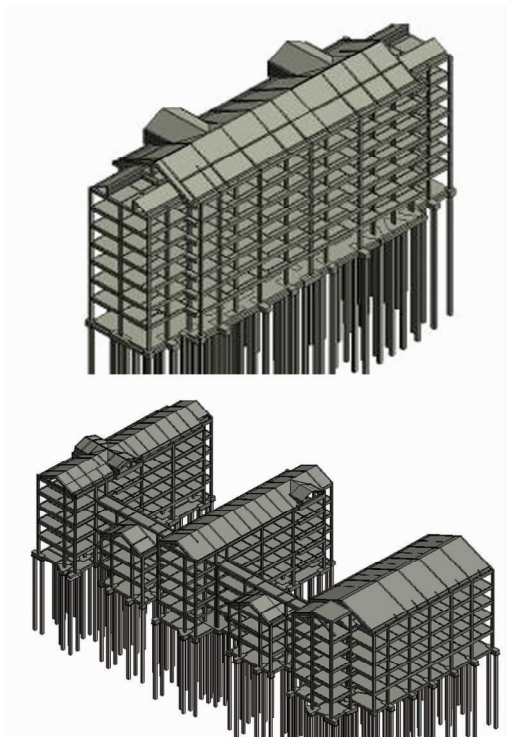


图 22 中加国际学校施工 BIM 模型

北展开。学校建设分为两期,本项目为一期工程,建设用地面积约 65 亩,总建筑面积约为 5 万 m^2 ,工程估算投资 2.5 亿元。工程承包模式为 EPC + 建筑工业化。采用预制构件的部分主要是 1#、2#、4#、5

#、6#的叠合板和楼梯,预制率 20% 以上。

通过示范工程项目管理平台的移动端和 WEB 端对该系统进行测试,结果表明,该系统的应用优化了现有管理方法与施工工艺,降低了施工中的安装偏差,提高了工程质量。

4 总结

本文通过将虚拟施工方案放入 PC 工业化建筑项目管理平台中,指导现场施工;采用三维扫描,进行拼装校核,现场测量后,进行分析总结与持续改进。通过集成基于 BIM 的虚拟建造技术与基于扫描点云的安装质量控制技术,优化现有管理方法与施工工艺,实现了虚拟环境下工程施工全过程模拟,是对施工过程精细化的再现。

参考文献

- [1] 谢晓晨. 论我国建筑业 BIM 应用现状和发展[J]. 土木工程信息技术,2014,6(6): 90-101.
- [2] 王丰碑,黄鹏. BIM 技术助力既有建筑改造项目提质增效[J]. 土木工程信息技术,2017,9(4): 37-40.
- [3] 郑欣. 基于三维激光扫描及 BIM 技术的水库开挖工程量复核[J]. 中国水能及电气化,2019,(10):6-9.
- [4] 李小飞,李赟,张林,等. 基于三维激光扫描的 BIM 技术在上海世茂深坑酒店方案优化中的应用[J]. 施工技术,2015,(19):30-33.
- [5] 孙文,刘赟,杨全兵. 基于 BIM 技术及三维激光扫描技术的古建筑修复保护研究[J]. 中国建材科技,2019,28(3): 144-145.
- [6] 韩达光,秦国成,周银,等. 基于 BIM 和三维激光扫描在基坑监测中的应用[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版),2019,38(6):72-76,102.
- [7] 阚浩钟,闫振海,李湛,等. 基于 BIM 和三维激光扫描的钢管拱肋拼装检测技术[J]. 施工技术,2019,48(6): 20-24.
- [8] 覃亚伟,石文洁,肖明钊. 基于 BIM + 三维激光扫描技术的桥梁钢构件工程质量管控[J]. 土木工程与管理学报,2019,36(4): 119-125.
- [9] 廖羚,莫专恒,杨磊,等. BIM 技术在南宁轨道交通 3 号线创业路站的机电工程施工研究应用[J]. 土木工程信息技术,2019,11(5):7-18.

Research and Development of Intelligent Installation System Based on BIM and Laser Scanning Point Cloud Technology

Zhao Feng¹, Liu Gang²

- (1. Zhejiang Construction Investment Group Co., Ltd., Hangzhou 310012, China;
2. Zhejiang Construction Engineering Group Co., Ltd., Hangzhou 310012, China)

Abstract: In this paper, through the research of 3 d laser scanning control network, the point cloud data collection, point cloud data processing, real-time of point cloud model and construction of BIM model contrast, development based on BIM and iot of prefabricated building intelligent installation system, at the same time establish a pilot demonstration project applied in actual project results as feedback, optimize the existing management methods and construction technology, reduces the installation deviation, improve the quality of engineering.

Key Words: BIM; Three-Dimensional Laser Scanning Point Cloud; Intelligent Installation System; Research and Development