

BIM + 三维激光扫描技术在工程质量管控中的应用

陈滨津 姚守伊 蒋绮琛 李鑫 于鑫

(中国建筑第八工程局有限公司, 上海 200120)

【摘要】三维激光扫描技术是近年来工程测控领域中的又一全新技术突破。本文以三维激光扫描技术为支撑,针对工程质量管控中的重点和难点,从预管控和过程管控的角度,通过对已完成工序的实体进行精准测量,并在 BIM 技术的辅助下,以“虚实匹配”的方式,为后序工序的施工提供可靠的依据。经工程实践验证:三维激光扫描技术尤其适合于复杂结构、复杂环境下的大型工程的精准质量管控。

【关键词】BIM 技术; 三维激光扫描技术; 工程质量管控

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】本文被《土木建筑工程信息技术》、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

近年来,随着工程建造水平的不断提升,BIM 技术的普及程度也愈加广泛。大量工程实践显示:BIM 技术为工程建造赋予了全新的科技生命力。但也应看到,BIM 技术的应用深度依然亟待深入。

近年来,愈来愈多的学术界和企业界开始将研究目标,聚焦于 BIM 技术在工程质量管控中。要实现 BIM 技术对工程质量进行有效管控,必须以精准、可靠的测量方式作为技术支撑。

现阶段,国内工程建设行业在工程质量管控中的 BIM 技术应用,依然以计算机仿真为主。也就是说,BIM 技术在工程质量管控中的应用,更多的集中于“事先管控”阶段。如何将 BIM 技术和工程质量管控切实结合,实现工程建造阶段潜在的质量问题、质量隐患的全过程、动态管控,依然是一个亟待解决的难题。

在这一背景下,三维激光扫描技术的诞生,为上述技术难题提供了一条全新的解决途径。三维激光扫描技术(3D Laser Scanning Technology),也称“实景复制技术”。是近年来工程测控领域中的又

一全新技术突破^[1-2]。

三维激光扫描技术使得工程人员能够快速、自动的获取待测目标的三维激光扫描数据。目前,三维激光扫描技术已经成功应用于文物保护、工业和制造业等领域。将三维激光扫描技术应用于工程质量管控是一项全新的应用,有着巨大的实践价值和引领示范作用^[3]。

2 BIM + 三维激光扫描技术在工程质量“预管控”中的应用

通过三维激光扫描技术,对现场实景进行数据采集和三维重建。在此基础上,通过和 BIM 技术相结合,以“虚实匹配”的方式,指导复杂环境下的专项方案的编制和审核是 BIM + 三维激光扫描技术在工程质量“预管控”中的创新应用。

这里,以“重庆来福士广场”工程为例,就古建筑遗址和结构冲突状态下的 BIM + 三维激光扫描技术在工程质量“预管控”中的应用进行介绍。

在现场发现古建筑遗址,将对施工的连续性造成极大的破坏。同时,也对工程质量管控提出了更苛刻的要求。在“重庆来福士广场”工程土方开挖

【基金项目】国家重点研发计划项目“绿色施工与智慧建造关键技术”(项目编号:2016YFC0702100)

【作者简介】陈滨津(1978-),男,工学博士,高级工程师,主要从事施工领域 BIM 研究与应用工作。

中,在现场西北侧发现了古建筑遗址。经文物部门多次挖掘、鉴定,古建筑遗址不仅包括明代城墙,还包括部分南宋时期城墙。同时,古城墙贯穿“重庆来福士广场”工程的深基坑,古城墙和地下室结构之间存在严重的空间冲突。考虑到古城墙在文化传承中的重要性,在地下室结构施工中,如何对古城墙的完整性进行保护,成为了施工中不可回避的突发性技术难题。

经文物部门多次挖掘、鉴定。文物专家要求对古城墙进行整体保护,不能拆除。针对这一突发性技术难题,原定采用在古城墙外部搭设部门脚手架,再利用水准仪、经纬仪、皮尺对古城墙进行整体测绘。由于古城墙和地下室结构之间交错重叠,采用传统的测量技术和测量方式,不能精准的反映古城墙和地下室结构之间的空间关系。同时,“重庆来福士广场”工程紧邻长江和嘉陵江堤岸,堤岸凹凸不平且和江水之间的落差很大,又正值重庆的雨季,采用传统的测量技术和测量方式,工程人员的安全性也难以保障^[4-5]。

针对这一现状,工程人员决定基于三维激光扫描技术,对古城墙进行整体式扫描,通过三维重建得到古城墙逆向 BIM,进而对比古城墙逆向 BIM 和

地下室结构设计 BIM 之间的空间冲突,形成满足文物部门要求的专项方案。具体应用过程如下所示:

数据采集前,首先进行现场踏勘。在全站仪的配合下,获取控制点的空间坐标。结合控制点和古城墙的空间分布,确定具体的三维激光扫描站点,图 1 所示。为了保证点云质量高、数据拼接更准确,测站间距控制在 15m 之内,对于特殊位置增设测站。

基于以上扫描数据,进行测站无标靶配准,将测站数据拼接成完整的点云,配准精度在 3.8mm。在 Realworks 中,进行点云分割,去除无用点和噪点,得到目标点云,导出. e57 格式的点云数据。在 Recape 中进行点云格式转换,保存为 Autodesk 标准的点云格式. rcp 文件,然后导入 Revit 中进行结构校核与设计,如图 2 所示。编制形成了如下的专项方案:在地下室结构的外部,做一个切角。将靠近古城墙的结构柱整体移动,并增设连系梁。同时,切角外侧增设结构柱,用以承托上层的道路。最后,将地上区域和地下室结构相脱离,预留为古城墙参观平台,如图 3 所示。目前,这一专项方案已经得到顺利实施,得到政府部门、文物部门、业主单位的一致肯定。

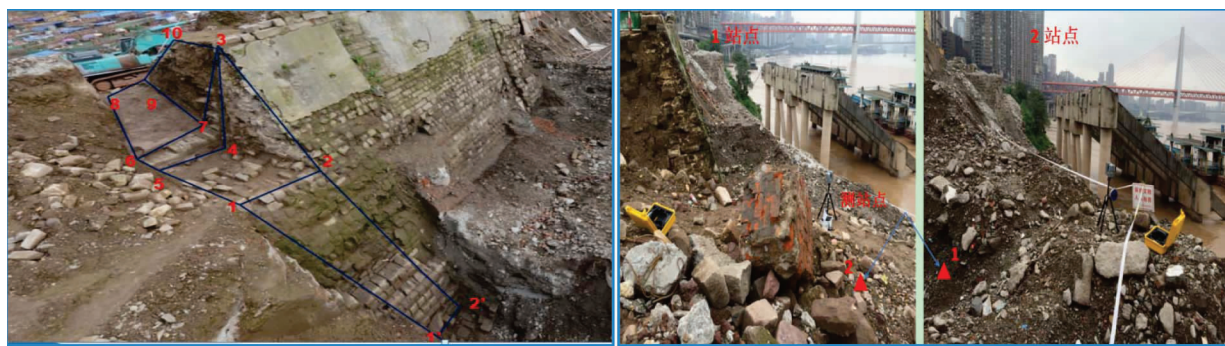


图 1 控制点分布、数据采集

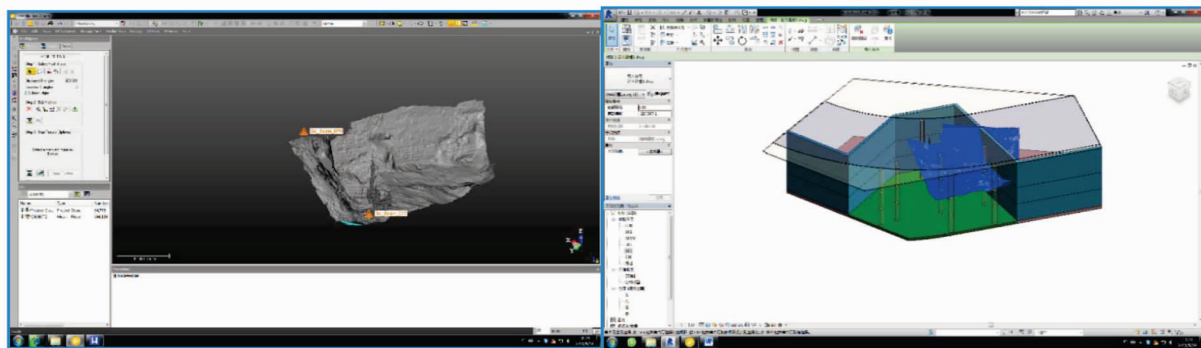


图 2 三维重建得到的逆向 BIM 与设计 BIM 虚实匹配



图3 修改后的专项方案及现场现状

3 BIM + 三维激光扫描技术在工程质量检测分析中的应用

这里,以成形实体检验分析为例,对 BIM + 三维激光扫描技术在工程质量检测分析中的应用进行介绍。

3.1 BIM + 三维激光扫描技术在钢结构构件加工质量检测分析中的应用

钢结构构件加工质量对钢结构安装过程起着至关重要的意义。这里,以“天津周大福”工程为例,对 BIM + 三维激光扫描技术在钢结构构件加工质量检测分析中的应用进行介绍。

在“天津周大福”工程中,基于三维激光扫描技术,在工厂中对加工好的钢结构构件进行扫描,并结合 BIM 技术,进行构件加工质量的分析,将潜在的质量问题、质量隐患,在施工前就予以减少乃至消除,避免返厂对工程质量和进度的影响。具体应用过程如下所示:将测站数据导入到 scene 中做有标靶拼接,形成整体拼接点云,整体拼接误差

0.45mm,编辑点云,得到目标构件点云,导出为点云.pts,在 Geomagic 中打开,进行最佳拟合和 3D 比较,得到构件整体偏差情况,如图 4、图 5 所示。通过 2D 比较和注释,得到构件局部细节偏差情况^[6-7]。

工程实践中,依据《GB50205-2001 钢结构工程质量验收规范》,对检测分析结果进行量化分析。钢结构构件加工质量检测分析结果如表 1 所示,该批次钢结构构件在零件宽度、长度等 2 个主控项目的偏差最大值为 2.96mm,控制在 3mm 以内,对规范的整体满足率达到 100%,满足加工及后序安装质量管控的要求。

表 1 钢结构构件加工质量检测分析结果

主控项目	检测分析结果的 最大值(mm)	允许偏差 (mm)	通过率(%)
零件宽度、长度	2.96	3	100

3.2 BIM + 三维激光扫描技术在幕墙安装前的工程质量复核应用

对当前成形实体的工程质量进行精准测量,为

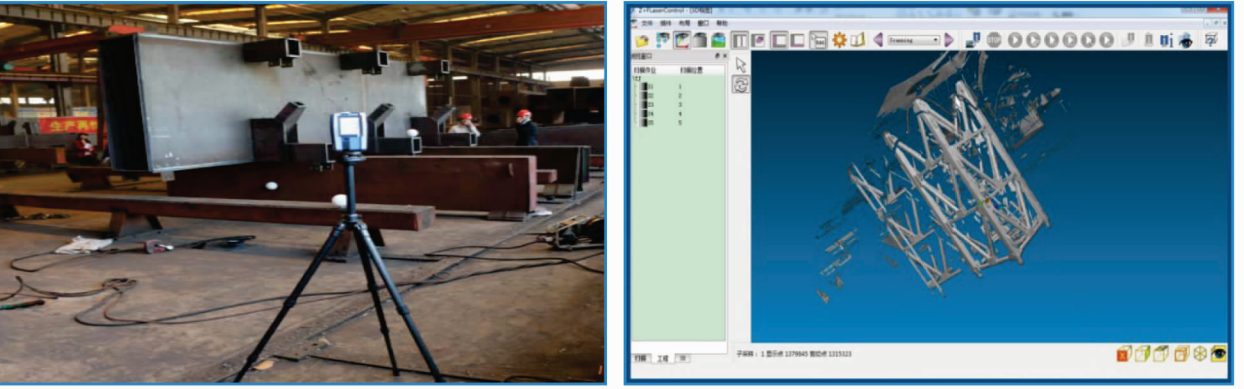


图4 数据采集与点云拼接

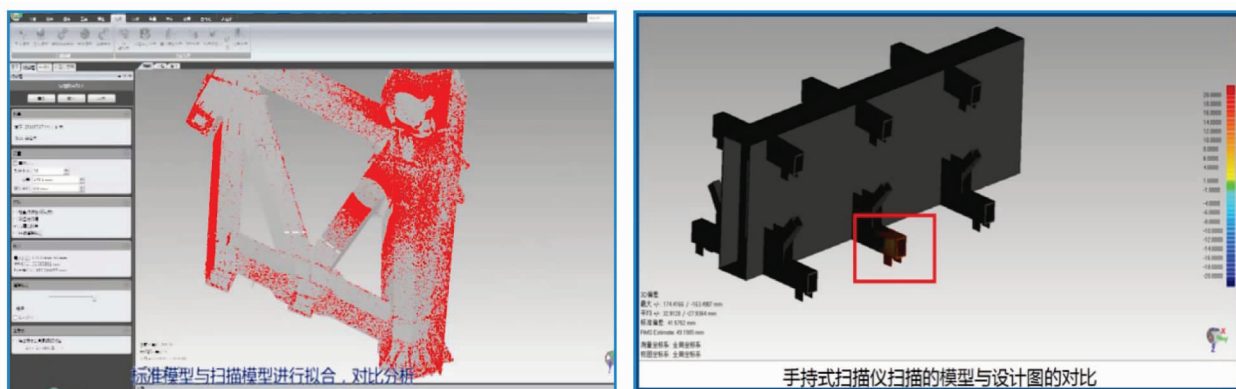


图5 数据分析

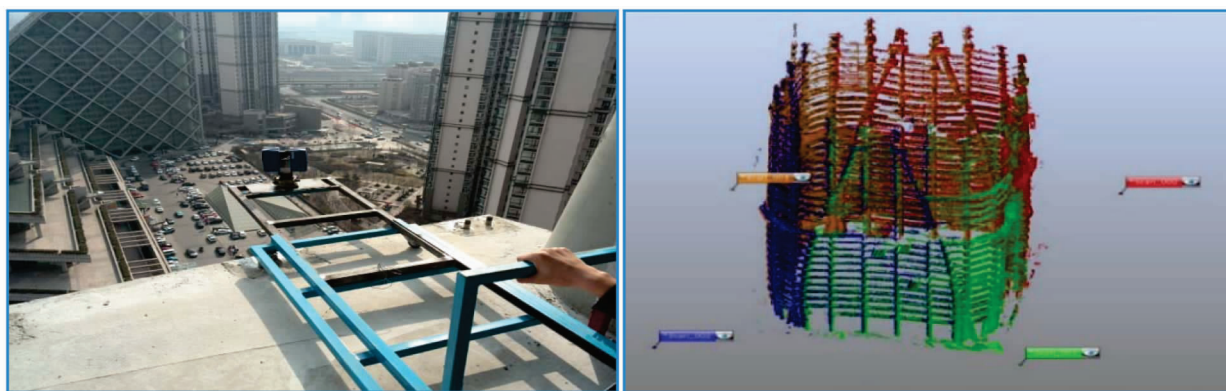


图6 混凝土楼板、钢结构的数据采集

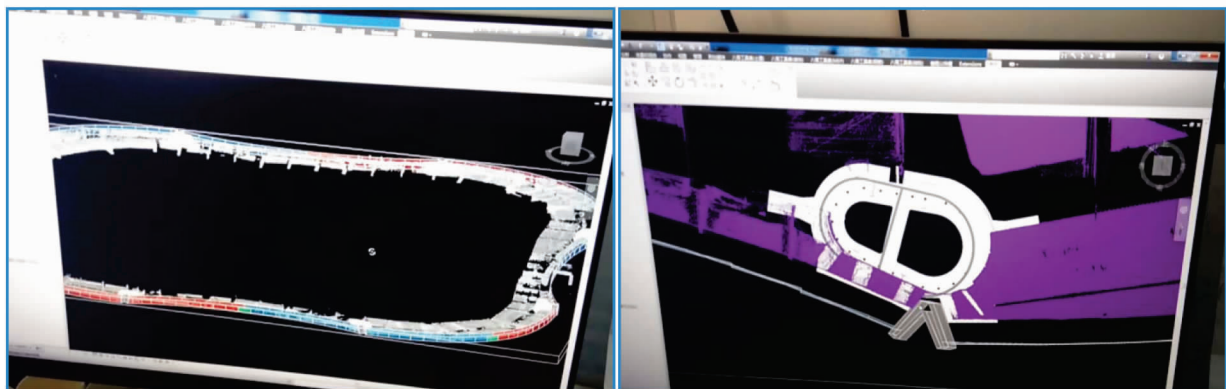


图7 虚实匹配后的逆向 BIM 和设计 BIM；幕墙安装前的复核分析

后序工序工程质量的有效管控夯实基础是 BIM + 三维激光扫描技术在工程质量检测分析中的又一创新应用。这里,还是以“天津周大福”工程为例,对 BIM + 三维激光扫描技术在幕墙安装前的工程质量复核应用进行介绍。

在“天津周大福”工程中,在幕墙安装前基于混凝土楼板、钢结构的三维激光扫描结果去复核幕墙设计 BIM,通过对当前成形实体的工程质量进行复

核,减少乃至消除后序安装中的误差,为后序工序工程质量的有效管控夯实基础。具体应用过程如下所示:将扫描数据导入 scene 软件中进行拼接,拼接误差 0.62mm,如图 6 所示。导出. e57 目标点云,在 recape 中打开保存文件为. rcp 格式,便于直接在 CAD、Revit 以及 Navisworks 中链接点云文件。在 Navisworks 中将幕墙设计模型与土建、钢结构点云模型进行虚实匹配,如图 7 所示,调整幕墙的碰撞问

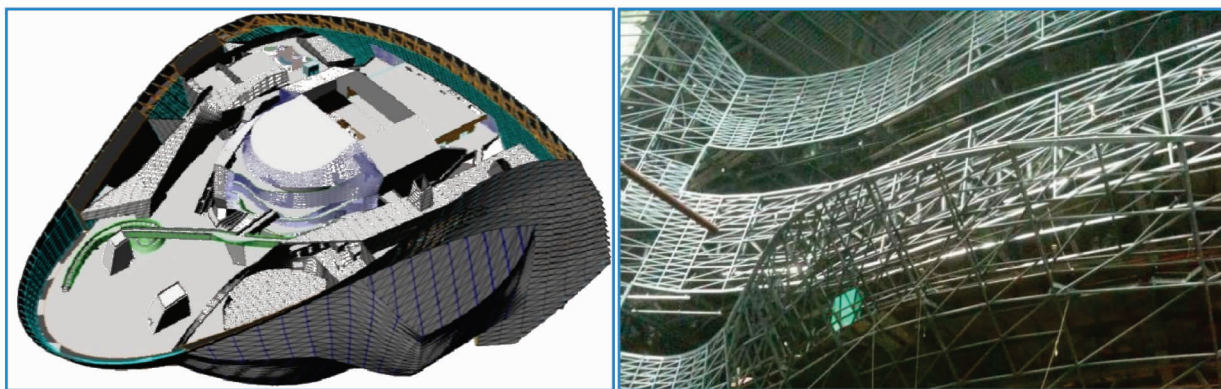


图8 内装饰铝板设计 BIM、现场的成形龙骨

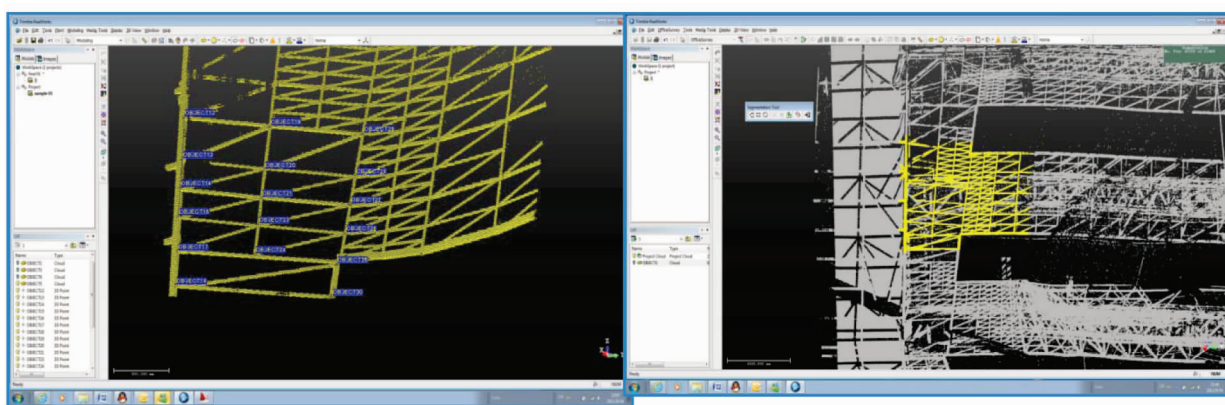


图9 三维重建后的成形龙骨、虚实匹配后的逆向 BIM 和设计 BIM

题,优化幕墙设计,避免造成返工和材料浪费^[8-9]。

工程实践显示:基于全站仪联测,将混凝土楼板、钢结构的三维激光扫描结果和幕墙设计 BIM 进行精准匹配。通过对当前成形实体的工程质量,尤其是前序工序的垂直度、平整度、尺寸偏差进行精准测量,有助于异形幕墙安装质量的精准管控。

3.3 BIM + 三维激光扫描技术在曲面结构工程质量检测分析中的应用

这里,以“大连国际会议中心”工程为例,对 BIM + 三维激光扫描技术在曲面结构工程质量检测分析中的应用进行介绍。

在“大连国际会议中心”工程中,内装饰铝板为复杂曲面结构,铝板的龙骨也为曲面结构,如图8所示。同时,铝板是在国外加工完成,再运送至国内穿孔,整体周期较长。因此,铝板安装前,需要先获取龙骨的表面尺寸,再下料并订购铝板。由于施工工艺复杂等客观因素,实际完工的龙骨的表面尺寸不会和最初的设计完全一致,故无法直接使用设计图纸作为铝板的下料依据^[10]。

当时,现场已经搭设了脚手架,脚手架需要一个5人团队至少3周的工作量,人工测量还需要至少10天,且又很难保证数据的精准程度。在这一背景下,使用三维激光扫描技术,用时3天,完成了所有成形龙骨的三维激光扫描数据的采集。具体应用过程如下所示:现场扫描采集数据后进行配准,形成现场龙骨点云模型,通过对干扰数据进行筛选、剔除。对需要下料区域进行三维重建,并将三维重建结果导入 CAD,即可获得下料所需要的尺寸依据,指导铝板下料,如图9所示。基于此种方法,确保了工程质量和进度的顺利进行,使铝板设计和下料更合理,节约成本。

4 结语

三维激光扫描技术基于激光测量原理,能够对各种“大型、复杂、不规则、非标准”的待测目标进行“非接触、精准、实时”的采集。在此基础上,借助后处理平台,三维激光扫描技术能够对待测目标进行“检测分析”。同时,通过和 BIM 技术相结合,能够

以“虚实匹配”的方式辅助工程质量的精准管控。因此,BIM + 三维激光扫描技术必将成为工程质量控制领域极具生命力的研究热点和应用趋势。

参考文献

- [1] 何建军, 危鼎, 姚守俨, 等. 三维扫描技术结合 BIM 在余山深坑酒店项目的应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2015, 7(4): 31-38.
- [2] 赵华英, 叶红华, 陈陟, 等. 保利大厦基坑 5D 监测中的新兴呈现 (Emerging) 技术[J]. 土木建筑工程信息技术, 2014, 6(4): 36-41.
- [3] 王方建, 习晓环, 王成, 等. 地面激光扫描数据在建筑物重建中的研究进展[J]. 遥感信息, 2014, 29(6): 118-124.
- [4] 万怡平, 习晓环, 王成, 等. TLS 技术在表面复杂文物三维重建中的应用研究[J]. 测绘通报, 2014(11): 57-59.
- [5] 张克存, 安志山, 屈建军, 等. 基于三维激光扫描仪的青藏铁路风沙工程效益评价[J]. 地球科学进展, 2014, 29(10): 1197-1203.
- [6] 李霖. 基于激光扫描的室内环境三维重建系统[D]. 哈尔滨工业大学, 2015.
- [7] 王二柱. 基于点云的三维重建系统研究与实现[D]. 哈尔滨工业大学, 2011.
- [8] 王俊豪. 基于激光扫描的三维模型的偏差分析[D]. 上海交通大学, 2010.
- [9] 欧阳俊华. 近距离三维激光扫描技术[J]. 红外, 2006, 27(3): 1-7.
- [10] 杜仲云, 胡伟. 基于三维激光扫描的桥梁钢结构构件质量检查方法研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2017, 9(5): 113-117.

Application of Engineering Quality Control and Management Based on BIM and 3D Laser Scanning

Chen Binjin, Yao Shouyan, Jiang Qichen, Li Xin, Yu Xin

(China Construction Eighth Engineering Division Co., Ltd., Shanghai 200122, China)

Abstract: 3D laser scanning is a novel technological breakthrough in engineering measurement and management field. In this paper, a new engineering quality control and management method has been adopted, which is focusing on engineering quality pre-management and process management, by the combination virtual and real method. It has been verified by practice that BIM and 3D laser scanning technology is suitable for precise quality control and management especially for the projects with complex structures and environment.

Key Words: BIM Technology; 3D Laser Scanning Technology; Engineering Quality Control and Management