

DOI: 10.7672/sgjs2024140031

实测实量机器人在大规模房建项目中的应用

曾峰,张立,罗维成

(中电建建筑集团有限公司,北京 100120)

[摘要] 杭州春南安置房项目体量大、施工周期短、实测实量任务艰巨。结合工程现场实际情况及难点,若采用传统人工实测实量手段,难度较大且存在诸多弊端。介绍自动化实测实量设备实际工作情况,将实测实量机器人实施效果与传统测量手段进行对比。实践表明,实测实量机器人具有测量精度及工作效率高的特点,在实际应用中取得了较好效果。

[关键词] 住宅;智能化;机器人;实测实量;应用

[中图分类号] TU198

[文献标识码] A

[文章编号] 2097-0897(2024)14-0031-04

Application of Real Measured Robot in Large-scale Housing Construction Project

ZENG Feng, ZHANG Li, LUO Weicheng

(PowerChina Construction Group Co., Ltd., Beijing 100120, China)

Abstract: Hangzhou Chunnan resettlement housing project has large volume, short construction period and arduous task of real measured. Combined with the actual situation and difficult points of the project site, it is difficult to use the traditional manual real measured method and there are many drawbacks. The actual working situation of the automatic real measured equipment is introduced, and the implementation effect of the measured robot is compared with the traditional measured method. Practice shows that the real measured robot has the characteristics of high measurement accuracy and work efficiency, and achieves good results in practical applications.

Keywords: housing; intelligence; robots; real measured; application

1 实测实量机器人应用特点

1) 光机电算测一体化,一键式操作,自动找平、建模并输出每面墙垂直度和平整度、天花板面积、地板水平度极差、阴阳角方正度、开间进深和净高等实测实量数据,形成3D数据上墙,生成数据报表。数据报表可根据不同要求进行定制。

2) 测量精度达1.5mm,整个房间扫描建模需3.5min,且在2min内完成数据分析并输出结果。手机、iPad、计算机、云端多端协同共享数据,实时分享一线真实数据。

3) 通过智能化3D逆向建模、语义识别,可与CAD、BIM进行拟合比对,为BIM实施运维、装修等场景提供更精准高效的决策支持数据。

4) 整面墙的数据测量,打破了传统人工测量效

率限制;墙面凹凸一目了然,方便整改人员找到相应墙面爆点位置;每面墙有千万级点云数据支持,实现无死角质量监控。

2 工程概况

杭州春南安置房项目由26栋高层公寓、2层沿街商业及社区用房、1个18班幼儿园组成。工程地下室及部分裙房为框架结构,地上主体部分为剪力墙结构。规划总用地面积为166377.0m²,总建筑面积为636902.76m²。工程规划2884户,机动车停车位4661个,非机动车停车位5379个。

截至2022年7月末,应用实测实量机器人完成了26栋公寓测量工作,涵盖90,120,150,180m²户型。测量完成共1028个标准层,2884个房间,生成2884份实测实量报告。经过一定时间操作实践,单个房间测量时长可控制在3min以内。

3 现阶段实测实量难点分析

因主体结构采用剪力墙结构,户内墙体受到剪

力墙布置影响而分隔复杂,造成实测实量工作难度高,测量工作量大,同时对测量精度有较高要求。存在难点如下。

1) 体量大,工程施工工期紧张,必须保证回迁工作按时完成,测量工作效率要求高。

2) 测量次数多,每个房间均需由施工班组、总包方、监理方、建设单位、质监站等进行测量;户型多、户内墙体布置复杂,测量人员测量操作熟练度决定测量速度。面对大体量建筑群,人工测量效率明显下降。

3) 测量成本高,测量工作需投入大量人力,耗费大量时间,购买较多测量器具。人工测量效率下降后会造成进度和经济损失,若对每面墙进行单独测量,成本投入增加。

4) 数据整理难度大,填写表格费时费力;传统现场测量数据无法直接录入,均需人工记录;人工记录极易出错,同时后续数据整理繁琐,整理录入大量数据时也极易出错;出错后审核、检查、校对均需花费大量人力、物力。

5) 受制于测量人员、测量方法、测量设备等,传统实测实量方式存在测量盲区,如无法测量天花板平整度及墙高较大时高度过高部分等。

4 实测实量机器人应用

4.1 测量前准备工作

4.1.1 后台设置

实测实量机器人在开始测量前需进行后台设置,包括计算机端管理员账号登录云端管理平台、创建子账号(测量人员账号)、企业配置、创建测量项目及添加项目标准和创建任务、设备端任务下载。完成设置后才能保证后续测量工作的顺利进行及测量标准符合验收要求,数据能精准对号入座。

4.1.2 后台设置注意事项

后台设置中企业配置、创建测量项目及添加项目标准和创建任务是测量前准备工作的重点步骤,需特别注意以下事项。

1) 工程阶段编辑 根据不同施工阶段实测要求,可将工程阶段划分为主体、砌筑、抹灰、装修腻子等实测阶段。测量机器人可应用至工程所有阶段,只需在设置中对各阶段不同实测指标种类、合格标准和权重进行相应调整。可测量的指标包括墙面平整度、垂直度,阴阳角方正度,门洞口高、宽,房间开间、进深、净高、方正度、面积,地面平整度、水平度极差等。

2) 户型管理设置 新建项目后,输入每栋楼对应的地上层数及每层户数、地下层数及每层户数并

提交,界面跳转至户型管理界面,随即输入户型名称,勾选需要的功能间、选择颜色并点击确认,同时也可根据需求上传项目所有户型对应图纸。该步骤可保证测量人员在后续测量中能根据事先编辑好的功能间名称进行相应测量,避免测量时出现数据混淆。

3) 绑定户型设置 为每栋楼设置好相应楼栋号、单元数和房间数,为相应楼栋指定对应户型。点击楼层框,添加需绑定的楼层,完成绑定并保存,该步骤可进行批量操作。1 个页面只显示 1 栋楼的楼层,其他楼栋绑定户型需进行楼栋切换。

4) 项目标准及测量项设置 可根据不同地方验收规范,自定义编辑所需工程合格标准,为后续测量时系统计算提供评判标准,同时依据实际验收标准选择“工程编辑阶段”中已设置好的测量选项,如顶板总面积、阴阳角方正度等。

4.2 现场测量

4.2.1 准备工作

测量人员到达需测量的房间后,打开与测量机器人配套的 iPad 进入 APP,进入测量项目选择工程阶段需测量的楼层房号及对应房间(如主卧),做好测量准备。同时机器人自带显示屏,也可在机器人上直接进行操作。任务操作界面如图 1 所示。



图 1 任务操作界面

Fig. 1 Task operation interface

4.2.2 实际测量

测量人员在相应适当位置架设好设备,根据提前设置好的房间名称进行相应测量,启动测量设备,机器人激光雷达自动转动进行扫描,并实时自动采集测量数据。完成单个房间实测实量任务需耗时 2~3min。

4.2.3 查看测量数据

测量人员在 APP 中找到已完成扫描的任务,房间扫描完成后可直接查看房间数据,单击“数据上墙”按钮,APP 压缩扫描数据并上传至云端,通过云端服务器的解算,用户可在 APP 中即时查看各任务

实测指标成果图,可在 3D 模型中直接查看每面墙数据。该房间实测实量工作完成后,测量人员可将设备架设至下一个房间,重复以上测量步骤即可。实测指标成果如图 2 所示。



图 2 实测指标成果

Fig. 2 Measured index results

4.2.4 测量数据分析

扫描测量完成后,测量数据通过网络云端实时上传至后台服务器。查看房间数据前需完成测量数据上传,用户通过 iPad 或计算机 APP 可随时查看已完成实测实量房间的测量数据。实测实量数据超出合格标准时,软件会自动对超出位置进行标记,通过颜色及正负测量值表示墙面平整度凹凸情况。软件分析成果如图 3 所示。

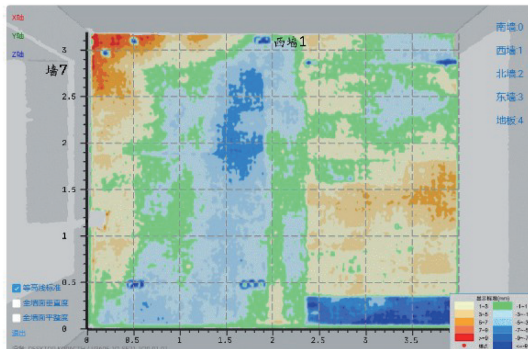


图 3 软件分析成果

Fig. 3 Software analysis results

4.2.5 数据应用与报表生成

项目通过对软件分析成果的爆点图进行研判,可及时发现问题并安排相应施工班组进行整改处理。整改完成后再次使用该设备进行实测,网络云端测量数据会自动实时更新,并标记整改处理位置及完成时间。实测报告可根据实测实量数据同时生成,报告中可显示合格标准,墙面爆点,房间开间进深,阴阳角方正度,顶板平整度极差,墙面平整度、垂直度等信息指标,点击项目→楼栋→户室→报表下载,或选择某个房间点击“数据统计表”导出。数据统计如图 4 所示。

初装饰住宅工程室内净高、净开间尺寸抽测表													
房(户)号		春海安置小区建设工程东区(23号楼1单元401)								抽测时间		2022年3月27日	
房间编号	净高推算值(mm)	实测值(mm)								计算值(mm)			
		H	H1	H2	H3	H4	H5	L1	L2	L3	L4	净高 最大偏差	净开间 极差
客厅	2720	2738	2741	2733	2745	2742	3866	3870	6666	6664	25	12	4
卧室1	2730	2742	2755	2746	2743	2747	2771	2769	4072	4071	25	13	
卧室2	2730	2734	2744	2730	2747	2730	3371	3369	4870	4868	17	17	2
卧室3	2730	2744	2745	2737	2728	2745	2769	2769	3676	3672	15	17	0

图 4 数据统计示意

Fig. 4 Data statistics

4.3 注意事项

1) 测量前需大致确认房间开间或进深,选择对应扫描半径,常规为半径 5m、精细为半径 6m、超精细为半径 7m。

2) 设备放置时应平行于墙面,不可对着墙角或与墙角有明显夹角。对于规整的矩形房间,将设备放置在大致中间位置即可。

3) 对于异形房间,如有凸出部分或凹进部分甚至连续墙体凹凸,则需将设备放置于基于空间大致中间位置且保证雷达能扫描所有墙体,即人站在设备位置能看清房间所有部位。

4) 如餐厅和客厅等房间中间有梁且需一站测量,则需将设备放置于梁正中间下方位置。

5) 雷达中心与墙体距离需保持 1m 为宜,可使扫描结果更精确。

6) 测量时若雷达表面有明显脏污,则需使用无尘布擦拭干净再进行扫描测量。

7) 扫描前确认设备完好,电源电量充足,三脚架、充电器、连接线等所需设备齐全。固定三脚架时,需确认各节点均锁死。确定好扫描位置后,尽量保证扫描仪水平放置、三脚架固定完好。

8) 清理扫描现场杂物,不要遮挡或覆盖待测墙面、地面、顶面。

9) 使用后台批量模式进行扫描时,检查电池电量是否充足。

5 实测实量机器人优势与不足

5.1 优势分析

1) 降本 减少了测量人员数量,按传统测量方式需投入的人力成本远超出实测实量机器人的综合售价,由机器替代人工,可大幅减少人工工资的开支,且由于测量机器人使用寿命长,多个项目可周转使用,长期来看能大幅度降低投入成本。

2) 增效 实测实量机器人测量效率为人工的 2~3 倍,提高了验房效率和交付周转率。全自动实

测实量解决方案,实现了自动化测量,数据自动上传,线上直接查看爆点位置、分享整改点、处理整改消项等,打破了人工测量的效率边际线,颠覆了传统测量方式,极大地提高了测量效率。

3)提质 测量结果可直接上传至系统,避开人为参与,保证了数据的真实客观、可追溯,为解决争议问题提供了依据。实测实量机器人通过对墙面、地面和天花板进行语义分割识别建模,并对千万点云数据进行计算处理,获得全墙面测量数据。实测实量机器人测量数据精度在1.5mm以内,相对于人工测量造成的数据不透明,其准确性和透明性支撑其成为更可靠的选择。

4)强化过程管理 不同施工阶段的实测要求不同,主体阶段需对结构墙体垂直度、顶板平整度进行测量;砌筑及抹灰阶段需对墙体砌筑或抹灰垂直度和平整度、顶板平整度、房间开间进深和净高、墙体阴阳角和房间方正度、门窗洞口尺寸、门窗框垂直度等进行测量;在装饰装修阶段,除需测量上述相关参数外,还需测量吊顶水平度、阳角线顺直度等参数。由于实测实量机器人简化了实测实量过程,同时还能提高测量精度,做到了真正的“随时随地、想测哪里就测哪里,测后数据及时可查”。通过在不同阶段实测实量环节引入智能化程度、测量精度高的测量机器人,帮助企业提升房屋施工质量、打造精品工程,提高了业主满意度。

5.2 劣势及改进建议

1)增强净高算法的适用性 在测量机器人实际使用过程中,发现该设备着重于对于全墙面/顶板的测量,但根据地方验收规范要求,如测量净高过程中,部分地方验收规范只要求每个房间测量5个固定点位,但机器人自动测量导出的净高值为测量点直径100mm范围内的最大值,测量范围较大,无法确定具体测量位置,不利于现场分户验收时数据复核。由于设备精度原因,经调整,最小范围可设置为直径50mm,但仍存在人工复核时测量数值与自动测量数据不一致情况。需进一步提高设备精度,缩小测量范围,方便后期分户验收复核。

2)增强对地方分户验收规范的实用性 落地窗户型由于房间无实体墙遮挡,会造成激光无法反射,设备只能对设定好的点测量开间数据,暂时无法进行自动偏移测量,造成落地窗户型房间分户测量数据无法自动生成,需进行二次人工测量。因此,需进一步优化算法。

3)实现设备轻量化并配套自动化运载平台 目前设备总重较大,搬运和架设过程中需耗费大量

人力,将设备进行轻量化设计会进一步提高测量效率。同时随着移动载荷平台技术的成熟,越来越多移动载荷平台问世,且售价也趋于正常水平。建议尝试将测量机器人与四足机器人运载平台、履带式行走平台等自动化运载平台相结合,免去人工搬运,实现人工遥控远程测量,进一步提高现场测量自动化、无人化水平及测量效率。

6 结语

在数字化智能建造背景下,杭州春南安置房项目不断深入推进工业化建造体系,以工程云、智能化数据采集、大数据为特征的智能工程管理系统雏形初现。项目采用颠覆传统的实测实量机器人,效果显著。将精细化管理常态化,实现工程条线组织能力和管理质量的双提升。

参考文献:

- [1] 赵鹏,金成龙,郭晓红.自动测量机器人在建筑工程中的应用[J].施工技术(中英文),2021,50(20):118-121.
ZHAO P, JIN C L, GUO X H. Application of automatic measuring robot in construction engineering [J]. Construction technology, 2021, 50(20): 118-121.
- [2] 张友杰,付铁峰,管宁,等. Trimble V8 型机器人测量放样系统在工程施工中的应用 [J]. 建筑施工, 2015, 37(1): 118-120.
ZHANG Y J, FU T F, GUAN N, et al. Application of Trimble V8 robot measurement and layout system in engineering construction [J]. Building construction, 2015, 37(1): 118-120.
- [3] 陈欣泉.现代测绘技术在工程测量中的应用研究[J].智慧城市,2021,7(9):53-54.
CHEN X Q. Application of modern surveying and mapping technology in engineering survey [J]. Intelligent city, 2021, 7(9): 53-54.
- [4] 李小飞,刘一帆,袁健磊,等.实测实量机器人自动化测量的应用分析[J].建筑施工,2024,46(2):183-185,193.
LI X F, LIU Y F, YUAN J L, et al. Application analysis of automatic measurement of real measured robot [J]. Building construction, 2024, 46(2): 183-185, 193.
- [5] 段瀚,陈琳欣,郭红领.人机合作背景下建筑机器人的施工策略研究[J].施工技术(中英文),2023,52(14):53-59.
DUAN H, CHEN L X, GUO H L. Research on construction strategy of construction robot under the background of human-machine cooperation [J]. Construction technology, 2023, 52(14): 53-59.
- [6] 唐寅.基于四足机器人的三维激光扫描技术在既有房屋检测中的应用研究[J].施工技术(中英文),2023,52(3):35-38.
TANG Y. Research on the application of three-dimensional laser scanning technology based on quadruped robot in the detection of existing houses [J]. Construction technology, 2023, 52(3): 35-38.