

三维激光扫描仪在建筑规划竣工测绘中的应用

吴礼信

(上海市测绘院第三分院)

摘要:三维激光扫描仪测量技术作为一个新兴的测绘技术方法,在三维建模等方面已经有较为广泛的应用,在工程测量领域应用也是近几年的热点。本文针对工程测量领域中规划竣工测绘的要求,提出了利用三维激光扫描仪进行规划竣工测绘的方法,并通过实际生产验证其有效性和适用性。

关键词:三维激光扫描仪;建筑规划竣工测绘;地形图

1 引言

随着社会发展和城市规划管理水平的不断提高,传统的基于二维的数据已逐步难以满足高水平城市规划管理的需求。近年来,三维规划审批管理系统方等技术的应用,已为规划审批、管理和决策带来了革命性的变化。三维激光扫描技术又被称为实景复制技术,是测绘领域继GPS技术之后的一次技术革命。它突破了传统的单点测量方法,具有高效率、高精度的独特优势。三维激光扫描技术能够提供扫描物体表面的三维点云数据,因此可以用于获取高精度高分辨率的数字地形模型。因此,利用三维激光扫描仪测量技术,获取1:500竣工地形图和竣工三维模型,不但可以有效避免传统作业方式的强度大、效率低、周期长和重复测量等弊端,提升生产效率,还能规划验收提供更为丰富、直观的数据信息,辅助行政审批部门管理决策。

2 工艺流程

2.1 仪器及软件

采用徕卡P40激光扫描仪配套cyclone结合AUTOCAD软件进行数字线划图采集和模型精细化处理。

2.2 作业流程

根据徕卡P40激光扫描仪的技术特点,结合建筑规划竣工测绘技术要求,主要作业流程为,现场踏勘、控制点布设、外业扫描、点云数据拼接、数字线划图等竣工要素采集、成果输出等。

3 生产试验

3.1 项目概况

本次试验结合日常生产工程项目,选择上海市普陀区长风公共管理中心作为生产试验对象,该项目位于普陀区长风生态商务区8号A地块,由6栋多层办公楼构成,总占地面积14991.3平方米,总建筑面积129143.3平方米。

3.2 项目实施

(1) 收集资料、现场踏勘、控制点布设

通俗点说,三维激光扫描仪就像是一台超级全站仪,每扫描一站,就像是采集了无数个点,高精度只是相对精度较高,且要求标靶距离不长于75米,为了能把把所有测站的数据拼接成一个整体后精度更高,不产生扭曲现象,必须要布设一点密度的控制点。根据项目精度要求,本项目采用RTK布设平面控制点,利用城市水准点接测工程水准精度的高程。根据前期开工资料,现场踏勘,布设控制点。

(2) 外业扫描

当控制点布设完成后,便可以外业采集了,徕卡P40点云数据是通过相邻测站有两个以上共同标靶来拼接的,故外业扫描必须保证任何一站和另外一站至少有两个以上共同标靶点,已其中一站点云为基准站,其他站的点云数据拼接到该基准站坐标系。规划竣工测绘中,所有控制点上必须要摆标靶,已所有控制点为基准,最后拼接到一个上海平面坐标系中来。

(3) 点云数据拼接处理

外业扫描结束后,需要处理点云数据,把所有外业扫描点云数据

传输到电脑上,利用cyclone软件,原始点云数据导入软件中,将控制点三维数据也导入软件,以控制点数据为基准,其他点云数据根据标靶实现自动拼接,最终拼接成一个整体以控制点为基准系统的坐标系中,每站拼接都有拼接精度,本工程拼接下来精度都在2cm左右,如下图1。

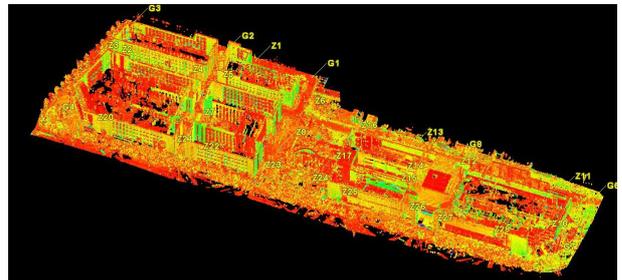


图1 工程项目点云模型

(4) 数字线划图等竣工要素采集

内业数字线划图采集使用AUTOCAD软件二次开发的点云模块,该模块可以将拼接后的点云数据导入CAD中,可以通过俯视图角、切片显示一层轮廓线点云,然后在CAD中操作勾勒出线划图要素,如图2。因为竣工要素要计算每一层面积,可以对每一栋房子作切片勾勒出每一层单轮廓线结合设计图计算每一层面积,也可以通过侧视图获取房屋立面图高度数据,如图3。目前三维建模需要建筑的每层轮廓,三维点云数据等于是将外景全部搬到电脑上,你需要什么就采集什么,为三维建模提供更全面基础数据。

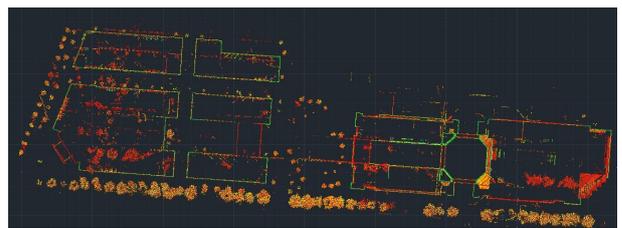


图2 工程项目首层点云轮廓线

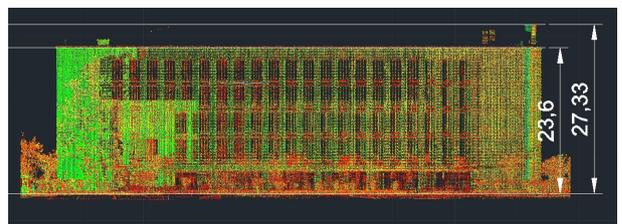


图3 2#管理服务中心侧视图

(4) 数据成果

利用三维点云数据采集后编辑完成的1:500竣工地形图等数据成果如图4所示。内业人员依据上述成果资料,编制建设工程规划竣工测绘报告。

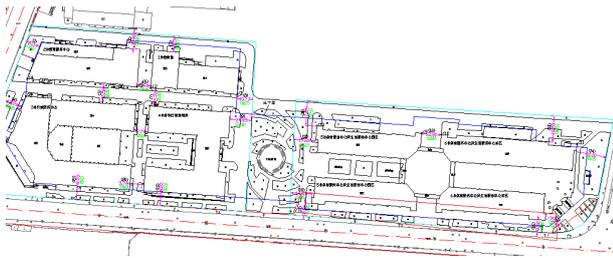


图4 工程总平面图

3.3精度评定

(1)测量精度要求

依据《城市测量规范》(CJJ/T 8-2011)中建筑规划竣工测绘相关

标准,测量精度要求如表1所示

表1 竣工验收要素测量的精度要求地物点点位精度要求

建筑物点位中误差/cm	建筑物高度中误差/cm	相邻间距/cm	坚固路面高程中误差/cm
±5	±10	±7	±5

(2)成果精度检测

本次试验成果采用传统全野外数字化实测成果与三维激光扫描仪测图成果比对的方法,进行精度评定,精度检测统计结果如表2、表3、表4所示。

表2建筑物点位平面误差统计表

点号	内业采集坐标		外业实测坐标		坐标差值		点位差
	纵坐标	横坐标	纵坐标	横坐标	ΔX	ΔY	ΔP
	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)	(cm)	(cm)	(cm)
1	-524.745	-8326.461	-524.784	-8326.441	-3.9	2.0	4.4
2	-526.030	-8308.523	-525.993	-8308.523	3.7	0.0	3.7
3	-544.748	-8413.952	-544.743	-8413.914	0.5	3.8	3.8
4	-562.653	-8338.861	-562.681	-8338.870	-2.8	-0.9	2.9
5	-563.355	-8329.142	-563.384	-8329.168	-2.9	-2.6	3.9
6	-618.051	-8409.561	-618.046	-8409.559	0.5	0.2	0.5
7	-627.488	-8277.501	-627.438	-8277.525	5.0	-2.4	5.5
8	-577.306	-8213.490	-577.345	-8213.492	-3.9	-0.2	3.9

表3建筑物高度误差统计表

建筑物	内业采集高度/m	外业实测高度/m	高度差值/cm
1#档案馆	4.17	4.20	-0.03
2#管理服务中心	27.33	27.35	+0.02
3#行政服务中心	27.10	27.03	+0.07
4#商务区管理用房	27.11	27.15	-0.02
5#体育服务中心及生活服务中心西区	27.25	27.33	-0.06
6#体育服务中心及生活服务中心西区	29.78	29.86	-0.08

表4建筑物间距误差统计表

编号	内业采集间距/m	外业实测间距/m	间距差值/cm
1	12.52	12.53	-0.01
2	9.68	9.70	-0.02
3	12.32	12.34	-0.02
4	9.74	9.74	0
5	9.74	9.71	+0.03
6	13.81	13.83	-0.02

以上精度检测结果说明,利用三维激光扫描仪技术测制的地形图,精度符合相关规范标准,可应用于规划竣工测绘。

3.4误差分析及优化措施

(1) 原始控制点的误差影响

规划竣工测绘对地形图地物点精度的要求厘米级,因为一些数据是用来计算建筑面积,扫描仪相对精度较高,但是每一站数据拼接成一个整体会有拼接误差,因为本扫描仪采用的是标靶自动拼接,任意2站的拼接精度也比较高,只是站数较多会造成拼接的整体扭曲变形,所以必须保证控制点足够的密度加以纠正,实现全控

制;但是在如今许多竣工测量中,控制测量采用RTK布设控制点,每个点都是相互独立,控制点较多,相互关系不一定好,虽然在传统测绘中,几公分的误差影响较小,但是对于高精度的扫描仪来说,整体拼接会造成连动,这样原始控制点的误差会造成点云模型扭曲,因此在一个测区内,最好的布设控制网,控制点之间在一个系统里,相互关系较好,这样就大大减少了误差,提高了绝对精度,特别是一些线型隧道工程,必须布设高精度导线控制网,且要有足够的密度,否则尽管相对扫描精度是毫米级,控制点的稀疏会造成拼接点云模型偏离隧道中心线很多。

(2) 人工采集时产生的误差

人工采集产生的误差是误差中一个比较重要的来源,以本项目为例,点云数据一般都是建筑物表面的全覆盖数据,好比传统全站仪在建筑物面测了无数个点,同时点云中也涵盖了许多飞掉废弃的点,内业人员应具有一定的外业经验,会选择判断更合理的点,最好是在软件中先进行点云去噪,删除废弃的点云数据,留下的都是有用的数据。在内业采集线划图,对点云切片勾线,应会判断整体性,点云切片的位置、厚度对作业成果的影响也是巨大的,并且点云边界的选择也会有几公分的误差,所有作业人员应多练习几个项目,熟能

生巧，积累经验，这样才会采集出更精确的图。因此，提高作业人员作业经验和操作熟练度，可提升矢量采集成果的精度。

3.5 生产效率对比

本项目采用传统全野外数字化测量方式和三维激光扫描仪测量方式完成本项目工作的生产效率对比。传统外业时间要3-4天，目前扫描仪需要2天，内业采集绘图和传统作业方式相比，由于是对照场景绘图，会更高效。采用三维激光扫描仪技术测绘竣工项目，可有效节省作业时间，特别是一些建筑比较多的地块，更能体现出优势。同时，外业人员也减轻了负担，不需要一点一点采集了，只要前期测站规划好，自动测绘，回来自动拼接，一气呵成；同时也不需要再单独测绘高度数据了，也不要担心某个地方数据忘记采集了，避免重复进场的情况；三维效果的多角度可视性，最大限度地还原现场的真实场景，质检人员无需再到现场核对图纸，可提高该环节的生产效率。并且为后期建模提供更为全面的基础数据，实现精细化建模。

4 结语

将三维激光扫描测量技术应用于建筑规划竣工测绘，获取记录三维数字信息的规划竣工测量成果，将是未来测绘服务城市规划管理的发展趋势，如今是地理信息快速发展的时代，普通的二维数据已经不再能满足时代的发展需要。以三维竣工为工作驱动机制，来更新城市三维模型基础信息数据库，为城市的发展规划、决策提供更为直观的数据支撑，传统的作业模式将会被取代，建立三维数据

地理信息基础数据库必然引进三维测量技术。试验证明，通过三维激光扫描测量技术完成大比例尺竣工地形图测绘，可满足规划竣工测绘的精度要求，能有效提升规划竣工测绘的生产效率，丰富规划竣工测绘成果。但仍有一定局限性，主要表现在以下几方面：①在进行超高层建筑竣工测绘时，由于扫描仪角度以及测距局限，可能会造成部分点云数据缺失；②点云数据是全覆盖，不论需不需要都采集回来，存储空间要求高，占用设备资源多；同时对处理点云的电脑要求很高，数据的增多必将影响处理效率。

参考文献

[1]宋宏.地面三维激光扫描测量技术及其应用分析.测绘技术装备2008(10)

[2]张国辉.基于三维激光扫描仪的地形变化监测.仪器仪表学报.2006(27)

[3]戴升山.地面三维激光扫描技术的发展与应用前景.现代测绘2009(32)

作者简介：

宋明慧，性别：女，出生年月：1985年05月19日。现住址：哈尔滨市香坊区。毕业院校：黑龙江东方学院，专业：土木工程。2009年07月参加工作。现职称：工程造价工程师。2014年09月至现在黑龙江集盛建筑设计有限公司都市设计分公司。现档案存于黑龙江省人才中心