

Application of 3D Laser Scanning Technology in Topographic Survey

Mingzhong Liu

Anhui Technical College of Industry and Economy, Hefei, Anhui, 230051, China

Abstract

Traditional geological surveying methods not only take a long time and require a large amount of work, but also carry significant risks, such as high measurement errors, low accuracy, and high costs. However, the emergence of three-dimensional laser scanning technology has greatly improved the shortcomings of traditional surveying and mapping technology, effectively reducing the workload of field workers, ensuring the safety of surveying and mapping personnel, and significantly improving the informatization and automation level of geological surveying and mapping. This method can comprehensively scan the three-dimensional point data of ground objects, and can perform high-precision digital ground object models on certain high-precision and high-resolution ground objects.

Keywords

topographic survey; 3D laser scanning technology; apply

地形测量中三维激光扫描技术的应用

刘明众

安徽工业经济职业技术学院, 中国·安徽 合肥 230051

摘要

传统的地质学测量方法,不仅耗时长,工作量大,而且有很大的风险,测量误差大,精度低,费用高。但是,三维激光扫描技术的出现,在很大程度上对传统测绘技术的缺点进行了改善,能有效地减少外业人员的工作量,保障测绘人员的安全,使地质测绘的信息化及自动化程度得到了显著提升。这种方法可以对地物的三维点资料进行全面的扫描,并可以对某些高精度、高分辨率的地物进行高精度的数字化地物模型。

关键词

地形测量; 三维激光扫描技术; 应用

1 引言

地形测量是一项复杂而又复杂的工作,它所牵涉的内容很多,只要有一项细节没有掌握好,就可能导致其精度的下降。常规测量方法具有诸多限制,干扰因素较多,很难为城市规划、设计、施工等提供真实、高效的数据支撑。三维激光扫描仪的发明与应用,可以很好地解决这个难题,它不仅可以全面获取地形资料,还可以极大地提高测绘员的工作效率,与现代测绘仪的需求相适应,具有很好的推广与应用价值。

【基金项目】安徽省2021年优秀青年人才支持计划项目(项目编号: gxyq2021279); 安徽工业经济职业技术学院专业结构优化调整与专业改造项目(项目编号: 2021xzyts01)。

【作者简介】刘明众(1986-),男,中国安徽太和人,硕士,讲师,从事测绘地理信息行业及高职教育教学研究。

2 三维激光扫描系统的结构组成和工作原理

三维激光扫描系统的软件包括:数码相机、传送带供电、路面激光扫描仪、数据处理软件,以及其他一些辅助的机械装置。在科技发展的潮流下,各种高科技、精密仪器在测试系统中得到广泛的应用,各种类型的三维激光扫描装置也随之出现。从扫描器的应用角度,可以将激光扫描器划分为L波段、道路激光扫描器和便携式激光扫描器等。按扫描距离可分为近距离、中距离、长距离和空中四类。三维激光扫描的基本工作原理是:利用三维激光扫描仪内部结构的激光单脉冲发射装置,向被测目标发送激光单脉冲,展开循环系统扫描,之后可以得到被测目标到扫描芯的距离,之后再按照扫描控制模块的操作,对被测目标展开多方面的扫描,从而获得被测目标的三维空间坐标数据信息。

3 三维激光扫描技术测地形地质图

3.1 三维激光扫描技术的原理

三维激光扫描器的特殊构造是由一台高精度、高精度

的激光测距器,以及一套能精确定向、均匀角速率的反射性棱镜组成^[1]。激光测距机是通过主动发出激光,并通过在天然目标表面上的反射来实现对目标的测量。在此基础上,通过对各扫描点与各扫描点之间的斜距进行测量,再将各扫描点与各扫描点的垂直位置进行匹配,从而获得各扫描点与各扫描点之间的空间相对位置。若能提供各监测点的地区坐标,就能获得各扫描点的立体坐标。路面3D激光扫描器的软件工作原理:3D激光扫描器的发送器向外发送激光微分讯号。经过目标表面的扩散反射之后,再以同样的方法将其反馈给接收端。整个靶点P和扫描器间隔S可以被测量。通过控制纵轴,实现对单脉冲激光在横扫角 α 和竖直扫角 θ 两个方向的精确测量。三维激光扫描仪的精密测量,一般都是由仪器本身的平面坐标来完成的。

3.2 加强对扫描过程的控制

为了得到更为完整的地形资料,三维激光扫描设备的架设地点的选取,必须严格遵守“便于保存,便于使用”的原则,同时还要为其他辅助测量方法的实施创造有利条件,同时周边视野尽可能开阔,加大野外勘察力度,选取适当的三维激光扫描设备架设点,地形调查范围较广,为了得到精确的地形资料,至少需要8个激光扫描设备架设点。对中整平:RIEGLVZ-10003D激光扫描仪采集到的点云数据,是一种以激光发射端为圆心的定制的空间极坐标系,为了提高测量精度,确保点云数据能真实地反映出地面的空间位置,需要用手写板将测点坐标与后视点坐标录入系统,利用RiSCANPRO软件计算出平动参数与旋转参数,获得“X、Y、Z”三个极坐标,再对着后视点进行精准定位,从而完成数据的预采集,并核对后视点坐标与已有坐标之间的偏差是否在容许范围之内,若在容许范围之内,则进行扫描测量,若偏差太大,则需及时修正。这次地形测量区域的地形地貌有很大的起伏,如果仅仅依靠RIEGLVZ-1000三维激光扫描仪,很难获得沟谷、桥梁、道路等完整的测区数据,这就需要扫描人员进行特定的扫描时,要做好局部的精准扫描,并与现场测量人员共同合作,利用标靶,对特殊地形区域进行定点补充测量^[2]。在一个测站测量结束后,及时移至下一个测站,如法炮制,8个测站全部扫描后,即可获得完整的地形数据,两两相邻的测站,在扫描时重复扫描的范围要控制在30%以内。在RIEGLVZ-10003D激光扫描仪上,利用GPS-RTK对某些特殊重点点的测量和记录,以供检验点云数据的准确性时参考。

3.3 三维激光扫描技术的精度分析

三维光扫描技术是一种新兴的精密检测技术,其对精密检测的认识及使用的相关法律法规还不完善。在示例测区地形测量中,为更好地体现出地形图的制图精度,将GPS-RTK技术与三维光扫描技术相结合,评价并对比两种方法的精确性,实现三维光扫描技术的高精确性。在监测点数不足20处时,将各点的均方差改为各点的算术平均值^[3]。在

大于20的情况下,采用均方差的方法进行统计学分析。测区地图要求的比例精度为1:2000,等高线的水平段偏差不得大于 $\pm 1.6\text{m}$,标高注记的标高偏差不得大于 $\pm 0.67\%$ 。

4 三维激光扫描技术在地形测量当中的优势

4.1 硬件方面的优势

①测量手段丰富,操作简便:传统的测量方式是以参考点的坐标为基础,利用水准仪、钢卷尺、三角尺、直尺等手工测量各点的高程、观察角度,再手工测量各点的坐标,最后利用三角尺和签字笔,画出各点的高程、坐标、等高线,并画出各点的标志。或者使用全站仪对每个细节节点进行逐点测量,再将数据信息输入到3D制图软件中,生成一张地图;采用三维光扫描测量,既可以与传统的测量方法密切结合,提高测量精度,也可以设置测量参考点,在合适的位置设置扫描器,从而提高测量效率^[4]。

②资料收集法的优势在于:对于测量工程来说,传统的使用水准测量法,在每一测点都要人工竖立标尺标志,以获得资料,测量距离为50米以内。观察电子光学目镜接受资料,人工测量高度及坐标,以及人工接受资料。目前,采用传统的手工方法进行高程测量,不仅不能保证测量结果的准确性,还会产生较大的误差,同时也会影响作业人员的身体健康与安全。尽管全站仪已经由可移动的软体取代,以求海拔与坐标。但是,目前仍需逐个点地收集测量数据的信息。采集每个点的数据所需的时间在2.5~3s,并且测量距离在150m以内;单脉冲长程3D激光扫描可实现6km,误差在6mm以内,每秒可获取上百万条3D点云。相对于传统的测量方法和全站仪的测量而言,这是一种真正意义上的由点到面的飞跃。

4.2 数据处理的优势

常规水准仪所获得的观测资料都是由人工进行计算、解算,已不能适应现代测绘工作的要求。全站仪的野外测量资料,也要在仪表装置上一一存入,测量完毕后,将其统一输入到半手工自动化生产线上的图形处理软件中;采用三维激光扫描器,按照“共同点”和“共同目标”两种方式;将多站观测所得的点云数据通过计算机进行拼接,再通过图像编辑软件生成。等高线及地貌标志的生成,无需人工测定,无需实践操作。在此基础上,将解析出的3D真彩点云数据输入到CASS系统或辅助设计,实现1:500高精度测绘地图的自动化^[5]。

5 地形测量中三维激光扫描技术的应用

5.1 实地勘察

在调查前,调查地点的周边环境,并选择合适的地点放置设备。在选定测点时,应注重两个方面:首先,测点的选取应确保测点的视场开阔,以确保测点的准确;其次,3D激光扫描仪可以进行全天候的测量,但是,最好的方法是在周围有光的情况下,也就是要确保它是透明的。

5.2 数据采集

测点选定后,资料的收集工作就结束了,称为资料收集。通常情况下,在对数据进行测量的过程中,要按照如下的步骤来进行:首先,对相机进行调整,在调整相机的时候,要将外部的环境考虑进去,尤其是光照强度与相机曝光之间的关系考虑进去,不然就会造成照片的不清晰,从而对后续工作的开展造成不利的影。尤其是在遇到雨雾天气的时候,要想得到更好的照片,可以适当延长拍摄时间,这样才能确保照片的清晰度。其次,安装测量仪,在设置测量仪时,应确保测量仪与地面保持水平,测量仪的测量仪最好在控制点以上。最后,在确认该装置的定位正确后,就可以启动该装置,对该装置的数据进行测量。在资料测定阶段,可利用便携式电脑装置,建立新的扫描件^[4]。

在对网站进行扫描前,必须设置有关的参数。总体上可以分为以下几个步骤:首先,对一片区域进行全面的调查,即经过调查,对调查对象有一个基本的了解;然后在第一个步骤中的扫描结果的基础上,对其进行更为细致的扫描,也就是所谓的细节扫描,通常来说,扫描的时间长短取决于所选择的控制点的数目和长度,通常来说,一个网站的扫描需要12分钟左右。

5.3 数据处理

通过扫描,可以获得有关网站的更多细节。三维激光扫描系统内置相应的数据处理软件,可以对所采集到的数据进行处理。一般而言,对资料的处理主要包含基本的坐标处理,生成物的产生,提交以及应用等方面。坐标变换的基础是利用欧拉角,由于3D激光扫描仪上有GPS系统,因此可以获得被测点处的大概坐标及角度,从而实现基础数据的

校正。利用图像间的拼接,可以实现多个位置的同步调节,使整体测量图像得到理想的校正结果。植物滤光片采用的是一种全波形数字化处理技术,通过三维激光扫描,可以将植物的光线穿过植物,照射到地面上,这样可以减少植物对数据的影响,如果有专门的软件,就可以减少数据的偏差,让数据更加的真实。轮廓线及三角网还可使所产生的影像更具真实感。在获得测量结果后,还需要对数据进行去噪,经过处理后就可以产生对应的数字高程模型,这个过程就叫作成果提交。在生成图像之后,需要对其进行分析,得到的结果就是地形的情况,这一过程就是成果的应用。

6 结语

综上所述,施工过程中,地形测量是一个非常重要的步骤。中国地域广阔,地貌变化快,随着建筑业的发展,高层建筑物呈逐年增加的趋势。正是因为这些原因,使得地形测量工作变得更加困难,采用三维激光扫描技术,可以在尽可能短的时间内,获得大量的三维空间参数,而且这种技术操作方便、可靠性高、具备实时性与智能性,在地形测量项目中,它是值得推广的。

参考文献

- [1] 李引生,荆海峰.三维激光扫描技术在湿地地形图测绘中的应用[J].测绘与空间地理信息,2019,42(12):193-195+198.
- [2] 王昌锐.三维激光扫描技术在矿山大比例尺地形图测绘中的应用[J].工程技术研究,2020,5(11):129-130.
- [3] 崔红超,贺小星,刘仁钊,等.Cyclone在数字校园三维激光点云数据预处理中的应用[J].北京测绘,2020,34(3):343-346.
- [4] 曹小鹏,张勤.基于机载激光LiDAR技术的线状工程测量[J].地矿测绘,2021,4(4):78-80.