

机载激光雷达技术在公路工程测量中的应用

游剑斌

丰城市剑宇测绘科技有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v5i2.1368

[摘要] 机载激光雷达(LightDetectionAndRanging,LiDAR)技术应用是在国内精确测量界中新开发设计的一种技术,它可以快速地转化成精度高、密度高的数字高程模型,这种技术应用相对于测绘工程企业来说,因为其独特的技术应用优点及智能精确、按时地获得绝对高程数据信息的优点,大大降低了精确测量外业工作任务和内业的后处理工艺时间,大幅提高了工作效能。本文探讨了机载雷达技术应用中的特性和其系统在运用过程中必须密切关注的技术问题,而在过去传统式的航空投射下,对机载雷达技术应用在公路精确测量上的运用设计构思加强剖析,而且对当前依然存在的一些问题加强归纳。

[关键词] 机载激光雷达; 原理; 道路勘察

中图分类号: P412.25 **文献标识码:** A

Application of Airborne LiDAR Technology in Highway Engineering Survey

Jianbin You

Fengcheng Jianyu Surveying and Mapping Technology Co., Ltd

[Abstract] The airborne LiDAR (Light Detection And Ranging, LiDAR) technology is a new technology developed and designed in the domestic precise measurement field, which can be quickly converted into a digital elevation model with high precision and high density. For surveying and mapping engineering enterprises, because of its unique technical application advantages and the advantages of obtaining absolute elevation data information intelligently, accurately and on time, it greatly reduces the post-processing time of accurately measuring field work tasks and indoor work, and greatly improves work efficiency. This paper discusses the characteristics of the application of airborne LiDAR technology and the technical issues that must be paid close attention to in the application process of the system. Under the traditional aerial projection in the past, the design concept of the application of airborne LiDAR technology in accurate road measurement should be analyzed, and some existing problems should be summarized.

[Key words] airborne LiDAR; principle; road survey

前言

从当前的具体情况来说,我国的道路精确测量设计构思一般来说都运用在平面大中比例尺地形图上,以此来判定出道路的中线,再使用专业性的公路设计软件判定水平的线形,测算出道路的里程数,随后加强实际测量或者点绘道路中线低迷高程及其横断面相对中线高程的基本资料,在三个面等基本资料收集完成后,再加强纵、横断面的设计构思,从中测算出有关工程项目必需的总数。机载激光雷达图,如图一:



图一 机载激光雷达

1 LIDAR精确测量技术应用中的重点问题分析

1.1 飞行设计构思

飞行设计构思是激光雷达航测过程中的一项重要环节,加强此项设计构思是保证LIDAR技术应用在勘察中可以充分发挥出优良功效的根本,在整个作业过程中,要保证收集到的各种数据信息的精确性,从而保证数据成果精度可以符合标准。

1.2 坐标与绝对高程转化

机载LIDAR技术应用可以快速获得路面对象的三维坐标信息内容。当前,我国的大部分项目在修建中运用的都是

Geological and Mineral Surveying and Mapping

国家坐标系或正坐标系,而GPS精确测量成效为WGS-84大地坐标。所以,在具体问题分析过程中,要处理坐标、高程系统转化等方面存在的不足,仅有如此才能保证最后通过LIDAR技术应用获得的数据信息,可以用以道路项目设计中。

1.3 数据分类

充分利用LIDAR工艺取得的三维立体离散变量点的消息聚集,可以将其称之为“点云”。点云数据中包含的信息较多,在其中比较具有代表性的信息有植物群落、房屋建筑、路面等。因此,开展后期要对点云开展有效归类,充分利用该工艺,取得植物群落、路面、房屋建筑等消息。激光点云归类基本原理是根据激光点与周围点高程进行对比,进而实现归类。从现阶段的实际情况来看,许多LIDAR后处理软件,都具备激光点云全自动归类功效,但要特别注意的是,要想取得满意的结论,在具体步骤环节中,通常还要人工控制,尤其是在一些自然环境比较复杂的地区,人工控制的功效更大。道路建筑工程设计中,要想取得最后的地面数据模型,处置路面点上的激光数据。所以,在现实归类问题上,理应专门针对激光点云中的非激光路面和激光路面开展。

2 公路建筑工程设计中 LIDAR 工艺的运用

2.1 影像测绘工程

对LIDAR取得点云数据和其他的附属数据进行处理,充分利用该工艺可以取得数据正拍摄图像和数字地形图。在现实工作环节中能够更好地满足公路建筑工程设计各个环节的现实要求,正拍摄图像的屏幕分辨率通常必须超过0.2m,地形地貌比例尺精度则为1:2000。

2.2 数据路面模型测绘工程

数据路面模型(DTM)测绘工程在公路建筑工程设计中的运用,集中在横、纵断面数据从而为道路协同设计具备对应的数据支持。地形图数字化由于会遭受扫面矢量化的准确性、原地形图的准确性等众多要素影响,所以在效率和精密度上面都不能同现代化道路建筑工程设计相比较。而从现阶段的工艺状况看来,

郊外评测是众多测量工艺中,精确度较高的一种工艺,可是该工艺在现实运用环节中,会遭受各类因素的影响,尤其是在一些自然环境比较复杂的地区,该工艺的功效可能受到非常大的影响。

2.3 其他的方面的运用

充分利用LIDAR取得的DTM同0.2m高清晰度影响互相叠加,可以搭建工程项目真实性的地形地貌。此时此刻,有关的工作人员,可以直接对崩塌、山体滑坡等不良地质环境的界限、外形等各类内容开展收集,进而大幅提高对不良地质环境遥感技术表述的精确度。

3 机载激光雷达技术测量的关键问题

3.1 航摄飞行设计

航摄飞行设计方案是机载激光传感器中较为关键的设计方案之一,合理有效的航摄设计方案是整体精确测量道路工作中的前提,最大限度地来确保数据采集的实效性,由此来确保取得数据信息的准确度。在开展航摄飞行的设计方案以前,我们要本着安全性、经济、周密三个层面为基本原则,以工程项目数据信息的准确度规定为核心内容,多方面分析和精确测量地势和地形地貌,其中包括机场部位、气象条件等真实情况,随后相结合机载激光传感器技术应用本身的竞争优势,例如镜头对焦率及其曝光程度等,另外也需要考量航带重叠度,激光器点距等,明确出较为适宜的航摄线路,为工程项目总体目标的优质报告给予技术应用的安全保障。

3.2 地图坐标和高程转化

机载激光传感器精确测量技术应用是依赖于GPS双差分信号或高精单点精确定位技术应用来迅速获得路面目标的三维坐标数据的。GPS精确测量的顺利为地面系地图坐标,而现阶段大多数工程项目广泛选用国家地图坐标或是工程项目地图坐标。而文辞职业解决了精确定位结果的地图坐标、高程系统转化问题,数据信息能够真正的运用于道路工程项目的设计方案。

4 机载激光传感器系统

4.1 系统组成

机载激光传感器测量设备关键由四部分组成:用以明确激光传感器数据信号放射定位点室内空间部位的动态差分信号GPS接收机(GPS)、用以测量检测设备主光轴姿势主要参数的惯性导航系统(INS)、用以测量激光传感器数据信号放射定位点到路面激光器脚点间距的激光器测量系统、用以记录地面实况并为之后的数据分析给予参照的数码摄影系统。

4.2 工作原理

简便地说,机载激光传感器技术应用便是利用惯性导航系统(INS)和GPS差分信号精确定位明确激光扫描仪的部位,随后开展测边和测角,获得室内空间部位及姿势角。利用激光器测量系统获得路面点至检测中心的间距,利用数码摄影系统获得测区图像数据,经数据信息后处理工艺,做到地势和地形地貌数据的提炼。

5 机载激光雷达在公路勘察设计中的关键技术

5.1 采集参数选择

与传统式测量测绘相比较,激光器点相隔、激光器重合度、干扰路面分辨率、飞机飞行高度等技术参数是机载激光雷达测量测绘所特有的技术参数。激光器点相隔以平均点相隔相距或每平米的点数来表明,可以直接干扰最后的路面点插值法精密度。点云超过一定的相对密度值后,精密度并不随相对密度的增加提升,相反会使后期处理任务量加大,增加因为归类问题而导致的偏差。通常状况下,每个点相隔的制订有两个基本原则,首先是航行方向和旁向相隔要相仿,第二是点相隔通常不得超过图上7~8mm的相距,1:2000的比例尺精度下,点相隔标准不得超过1.5m。依据项目工作经验,为规避边沿形变偏差,中后期数据处理方法时要裁去一些重合地域的激光器点。因而,在地势波动并不是很大的状况下,机载激光器LIDAR测量测绘对航道旁向重合度调节在20%~25%就可以符合应用要求,远低于传统式的航空摄影测量对航行方向、旁向重合度的标准。干扰路面分辨率与成图比例尺精度相关,

是像素代表路面具体相距的描述。通常方式是成图比例尺精度标准的平面图精密度等同于1/3的路面分辨率。比例尺精度1:2000的地形图平面精度一般地形条件下为0.6左右,影像路面分辨率应小于0.2m。飞机飞行高度设计构思与成图的精密度标准有关,也与选用的激光技术、测区地势有关,因而在具体项目中一定要对此技术参数开展具体计算和剖析。而伴随着激光器的检校技术性的精准化,飞机飞行高度对于激光器的精密度干扰会变得越来越小。

5.2 协助路面施工测量

激光点云的高程精度是一项极为核心的指标,开展机载激光雷达工作上通常会相互配合关联的路面移动基站精确测量,牵涉到路面施工测量的关键因素主要有路面移动基站精密度、坐标转换、水准面拟合精密度和卫星分布状况等。机载激光雷达飞行作业中,对路面施工测量工作任务的技术规范和要求,相比较于传统式精确测量,协助路面移动基站精确测量的任务量在机载激光雷达精确测量中降低了好多,但技术规范和要求难度系数大大增加,在精确测量级别和测量精度上的标准更高一些。

5.3 DOM和DEM制造

因为机载激光雷达体系得到高精密、密度高的激光点云数据不具备等高线地形地貌的精准矢量特点信息内容,不能直接在激光器点云技术成果上得到建筑工程设计应用的矢量特征信息。根据POS数据信息校正外方向因素、相机参数迭代计算、干扰嵌入、干扰与“点云”匹配等可以制造出数字正射影像图DOM。1:2000的DOM的分辨率为0.2m以上,可以符合公路勘察设计的项目可行性、前期设计及建筑方案设计各环节的要求。运

用DOM对点云数据开展归类辨别、地物提取等,用得到的路面点在对应软件中就可以制造出满足要求的数字地形图DEM。

5.4 数字线划图DLG绘制

虽说DEM和DOM可以符合三维设计的要求,但线路三维设计软件还无法充分符合生产制造的要求。加之主流的公路设计软件,如CAD1、理正、路线大师等在开展公路设计工作的情况下大多数要求等值线为主导的数据线划图DLG。因为受相幅和相机本身的限定,Lidar得到的影像不适宜选用立体测图方式得到大规模的DLG。通常的做法就是运用DEM自动生成高线和高程点,套合DOM开展房屋建筑、路面、流域等地物因素的矢量化:依照户外测绘部位开展地下管道描绘:Lidar较为“敏感”的路面上的电力工程和通信线等可以从DSM影像上得到,还可以借助相应的计算方法开展矢量素材获取。

5.5 横断面采集

在高速公路工程地质勘察的工程施工开发阶段,精确测量工作较复杂的工作主要是横断面精确测量。传统式勘察中,人工户外评测横断面,工作效率低、劳动强度大,严重影响高速公路勘察周期。而传统式测量测绘技术应用精确测量横断面仅主要用于植物群落较少的平坦、低丘地域,针对植物群落繁茂的山林、水中、房屋建筑内等状况下难以符合精密度标准。机载激光雷达技术应用借助对激光点云细致归类,即使针对植物群落遮盖较集中的一般地域也可以得到精密度较高的DEM,很切实解决了传统式测量测绘技术应用存在的种种问题。运用高精度的DEM大批量切绘线路上任一点的横断面,非常容易完成建立,用时少、精度高,与此同时可以防止出现户外

精确测量问题状况。

6 结束语

机载激光雷达技术应用凭借着其能直接获得地物表层的高精三维立体信息内容、不会受到光照、天气情况的干扰等特性,在公路工程测绘工程工作上逐渐获得更加丰富的运用,机载激光雷达给予的1:2000数据路面实体模型、1:2000地形图和数据正射影像图的平面图及高程精密度符合《道路勘测规范》(JTGC10-2007)的规定,但鉴于其实测全过程不用太多基准点,故需布置技术标准较高的辅助路面施工测量。

[参考文献]

- [1]皮鹤,唐世豪.无人机影像和机载激光雷达技术在南方线状工程带状地形图中的应用[J].测绘与空间地理信息,2022,45(2):3.
 - [2]周翔,温玉维,邓长勇.机载激光雷达在电力工程大比例尺地形图测量中的应用[J].地矿测绘,2021,4(4):121-123.
 - [3]周伟,黄其欢,张顺迎.基于PS方法的地基SAR在大坝变形监测中的应用[J].勘察科学技术,2017,(1):18-22.
 - [4]朱士才.LIDAR的技术原理以及在测绘中的应用[J].现代测绘,2006,(4):12-13.
 - [5]何川,崔云龙.浅谈机载激光雷达技术在数字城市建设中的应用[J].建筑工程技术与设计,2015,(12):2278.
 - [6]余飞,余绍准,陈楚江.机载激光雷达测量技术在高速公路勘察设计中的应用研究[J].中外公路,2016,36(2):335-338.
- 作者简介:**
游剑斌(1972--),男,汉族,江西丰城人,本科,工程师,从事无人机摄影测量与遥感方面的研究。