

基于机载LiDAR管道测绘技术的研究

曹继如 郭向前

河南省地质矿产勘查开发局测绘地理信息院

摘要：本文对机载三维激光雷达扫描测量技术的测量原理、系统组成和成果产品进行了论述。并结合海西天然气管道测绘项目与传统测量方法进行了比较，总结出机载激光雷达扫描测量技术的优势所在，为既有管道测绘和地理信息数据快速更新提供了重要的技术支撑和安全保障，并对其发展前景做了分析和展望。

关键词：LIDAR；管道测绘；测量原理；数据产品；技术优势

【DOI】 10. 12254/j. issn. 2096-6539. 2020. 12. 336

机载三维激光雷达扫描测量（以下简称机载LiDAR- Light Detection and Ranger）技术是继GPS以来在测绘遥感领域的又一场技术革命。LiDAR是一种集激光、全球定位系统（GPS）和惯性导航系统（INS）三种技术与一身的系统，用于获得数据并生成精确的DEM，这三种技术的结合，可以高度准确地定位激光束打在物体上的光斑，它是当今世界上摄影测量与遥感领域最先进的机载LiDAR对地观测系统。机载LiDAR技术不但可以用于无地面控制点或仅有少量地面控制点地区的航空遥感定位和影像获取，而且可实时得到地表大范围目标点的三维坐标，同时它也是目前唯一能测定森林覆盖地区地面高程的可行技术，可以快速、低成本、高精度地获取三维地形地貌、航空数码影像及其他方面的海量信息。

一、测量原理

LiDAR系统包括一个单束窄带激光器和一个接收系统。激光器产生并发射一束光脉冲，打在物体上并反射回来，最终被接收器所接收。接收器准确地测量光脉冲从发射到被反射回的传播时间，因为光脉冲以光速传播，所以接收器总会在下一个脉冲发出之前收到前一个被反射回的脉冲，鉴于光速是已知的，传播时间即可被转换为对距离的测量。结合激光器的高度，激光扫描角度，从GPS得到的激光器的位置和从INS（Inertial Navigation System，即惯性导航系统）得到的激光发射方向，就可以准确地计算出每一个地面光斑的坐标X，Y，Z。激光束发射的频率可以从每秒几个脉冲到每秒几万个脉

冲。举例而言，一个频率为每秒一万次脉冲的系统，接收器将会在一分钟内记录六十万个点。一般而言，LiDAR系统的地面光斑间距在2-4米不等。

二、机载LiDAR设备的组成

机载激光雷达测量系统设备主要包括三大部件：机载激光扫描仪、航空数码相机、定向定位系统POS（包括全球定位系统GPS和惯性导航仪IMU）。其中机载激光扫描仪部件采集三维激光点云数据，测量地形同时记录回波强度及波形；航空数码相机部件拍摄采集航空影像数据；定向定位系统POS部件测量设备在每一瞬间的空间位置与姿态，由GPS确定空间位置，IMU惯导测量仰俯角、侧滚角和航向角数据。

三、技术流程

机载激光雷达测量系统是聚激光测距技术、GPS技术和惯性导航技术于一体的集成技术，是当今测量业界最先进的技术。其主要目的是为了获取高精度的数字表面模型（DSM），是线路勘测设计所需数据获取的最佳技术手段。主要技术流程见图1 LiDAR技术路线图。

四、机载LiDAR数据产品

（一）原始数据

（1）三维激光点云数据。机载LiDAR发射激光脉冲打在地球上返回并被接收所获取的密集的地面离散测量点，因呈星云状密集分布，所以形象地称为激光点云。激光点云数据不仅仅包含X、Y、Z坐标信息，还包括如反射强度等其他多种信息。根据具体需求，激光点云数据密度可达到100点/平方米以上，高密度的激光点云数据能精确反映地形地貌细节。

（2）高清晰数码影像。集成在机载LiDAR系统上的航空数码相机部件，确保在采集激光点云数据的同时获取了高清晰数码影像数据。数码影像具有连续、直观、容易判读的特点，与离散的激光点云数据配合可以互为补充，提供更为详尽丰富的空间信息。Harrier 68i系统所配相机为6000万像素，根据具体需要，地面分辨率可达5厘米。

（二）成果数据

（1）数字高程模型（DEM）

基于激光点云数据能够快速高地生成DEM成果，目前正在成为DEM成果最主要的获取手段之一。密集激光点云生成的DEM能非常细腻地表现地形细节。

（2）数字正射影像图（DOM）

是利用DEM对数码航空影像元进行纠正，再做影像镶嵌生成的影像成果。它的信息丰富直观，具有良好的可读性和可量测性，从中可直接提取自然地理和社会经济信息。

（3）数字线划图（DLG）

基于影像与点云数据可制作的大比例尺地形图。

（4）三维电子沙盘

在三维软件支持下，叠加数字高程模型（DEM）和数字正射影像（DOM）叠加而成的立体三维可视化场景模型，真实直观地反映实际地形地貌，以此作为基础数据，各行业可加入自己的专题信息。

五、结束语

机载雷达（LiDAR）技术是一种全新的遥感技术，已成为一种先进的集成测量技术方法，具有极好的发展前景和很强的竞争力。自20世纪90年代在德国首次出现商用样机系统以来，因其高精度和高效率，在地形测绘方面得到快速发展。目前，国际上许多公司、研究机构投入大量人力、财力进行相关技术与系统的研究开发，并在诸多领域得到了应用。

参考文献

[1] 刘经男, 张晓红. 激光扫描测高技术的发展与现状[J]. 武汉大学学报信息科学版, 2003, 23(2): 37-39.
 [2] 朱士才. LiDAR的技术原理以及在测绘中的应用[J]. 现代测绘, 2006, 29(7): 12-13.

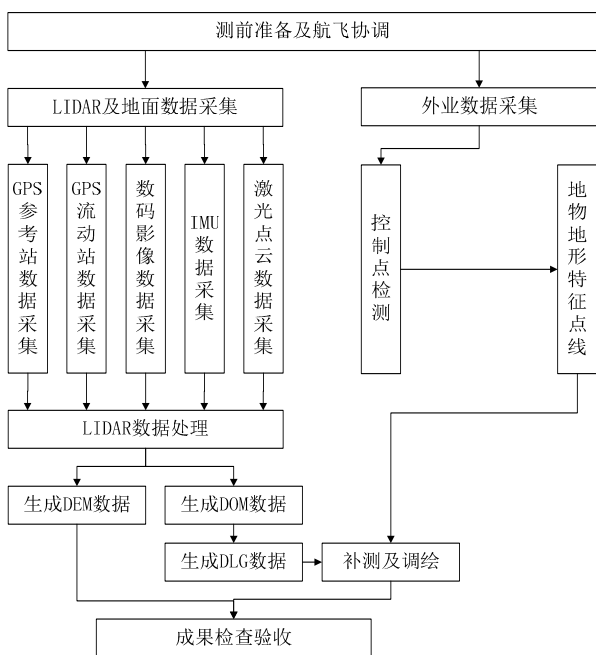


图1 LiDAR技术路线图