

激光探测及测距系统(LIDAR)技术的应用

钱 灿 兴

(靖江市测绘院有限公司,江苏 靖江 214500)

摘 要 文章介绍了激光探测及测距系统 LIDAR 的基础知识及该技术在生产中的应用流程。通过与传统航测技术的比较,说明 LIDAR 技术在航测技术发展中的应用前景。

关键词 激光探测及测距系统 LIDAR (LIGHT DETECTION AND RANGING) 全球卫星定位系统 GPS 惯性测量系统 IMU (Inertial Measuring Units)

1 引言

文中所提及 LIDAR 技术是目前国内航空测绘业正处于理论研究和生产探索的一项技术。该技术已在美国得到广泛应用,已产生十分可观的经济效益。该技术不但使航测工程周期大为缩短,而且克服了传统航测技术中的几个难点,是一项值得研究和推广的技术。通过与美国 EARTHDATE 公司的技术交流与合作,对该技术我们已有所体会。本文将对该项技术做一些介绍,以便大家对 LIDAR 有所认识。

2 LIDAR 系统的组成及工作原理

LIDAR 是 LIGHT DETECTION AND RANGING 的首字母组合,即激光探测及测距系统,它是采用单个激光脉冲量测从激光源到目标,再回到激光接收器的时间,同时结合飞机上传感器定位、定向数据,精确量测出被测物体(目标)的三维坐标。

2.1 LIDAR 数据采集系统的基本组成

- ① 机载 GPS, 为飞机提供准确空间定位。
- ② 惯性导航系统, 为激光束提供确切方向。
- ③ 激光发射, 接收装置。
- ④ 反射镜, 用于将发射的激光束反射到地面。

2.2 LIDAR 系统的工作原理

激光发射装置按设置好的时间间隔不断发射激光束,激光束打在反射镜上,通过反射镜的左右摆动,将激光束反射到地面上。激光束碰到物体,将发生反射,此时机载接收装置将记录返回信号,即记录一个相应的数据点。激光束在发生反射时,并非一次全部反射。当激光束经多次反射,接收装置将记录多个相应数据点。飞机沿航线飞行,激光发射、接收装置不断采集、记录地面数据点。完成整个区域的数据采集。若设计测区过大,则可采用多次起飞的方式获得整个测区的数据。

2.3 LIDAR 系统采集的数据能提供的基础产品

- ① 数字高程模型;
- ② 正射影像的生成;
- ③ 三维地物矢量识别和提取;
- ④ 三维模型

2.4 LIDAR 技术产品的可应用领域

- ① 生成各种比例尺的地形图；
- ② 各类管线网络的建立和线路设计；
- ③ 城市三维模型的建立；
- ④ 河流的监控、治理；
- ⑤ 地物的识别和提取；
- ⑥ 城市管理；
- ⑦ 水灾防治等等。

3 LIDAR 技术的生产流程

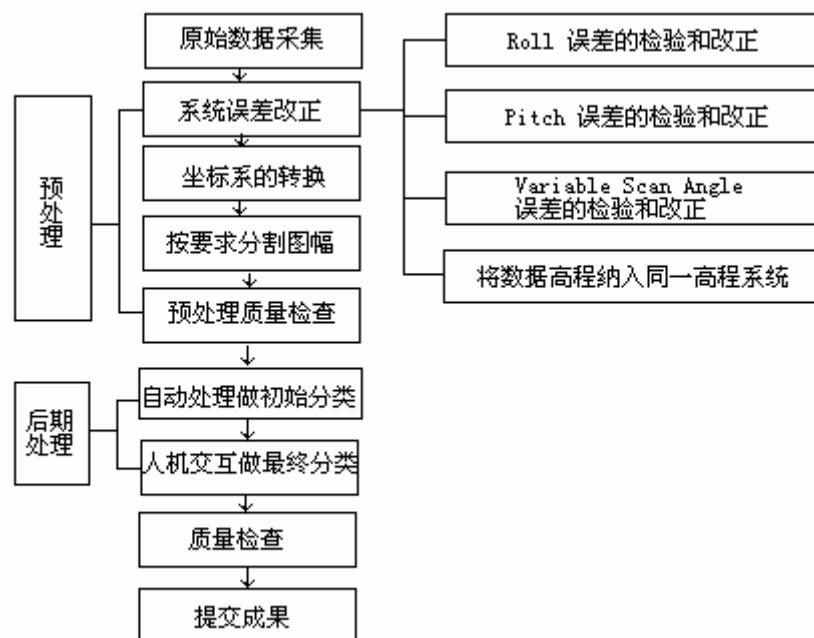


图 1 生产流程图

3.1 流程图说明

LIDAR 技术应用于生产，其过程分为三部分，为预处理、后期处理、质量检查。质量检查须两次，分别在预处理、后期处理结束后进行。

3.1.1 预处理

将 LIDAR 的原始数据进行系统误差改正，坐标系统转换，按要求对数据进行块裁切的过程，过程说明如下：

- ① 检查测区覆盖情况。保证所有航线完全覆盖整个测区，无漏洞，所有数据分布均匀，合理。
- ② 确定系统误差改正参数。是用飞机场区域，沿跑道的往返飞行及垂直跑道的飞行所采集的数据来确定的。用沿跑道往返飞行的数据进行 Roll 误差和 Pitch 误差改正参数的确

定，用垂直跑道飞行的数据确定 Variable Scan Angle 误差的改正参数。参数确定后，对所有航线进行角度系统误差改正。

③ 利用地面控制点将数据点高程纳入要求的高程系统中。即，进行高程误差的改正。不同航线间亦要进行高程系的匹配。

④ 将数据转换到客户要求的坐标系统中。不同的客户可能有不同的要求。这一步并非必须。

⑤ 做完以上处理后，将数据进行航线拼接并裁切分块，按要求提取数据，分别生成数字地面模型或反射表面产品，为后续处理准备数据。

以上为预处理的一般步骤。至关重要是系统误差改正参数的确定，其决定了整个产品的质量 and 可信性。

3.1.2 数据的后续处理

其主要工作是对预处理过的数据，依据数据的高程信息，区别定性分类，生成最终产品。这里的分类实际上是，按某一点数据的高程信息区分该点是否是地表点，若不是则归为不同的类别内，例如：水系，建筑等。具体过程为：

① 初始分类。利用宏命令，自动分类。

② 对初步分类后的数据，进行人工处理，使数据分类进一步细化，使数据表达更加准确。这时还可依据相应区域的正射影像来分析判断。处理的主要对象为自动处理无法识别的数据点。

3.1.3 数据检查

① 预处理的质量控制。需要进行预处理过程中按要求保留的说明文件及图形的检查，检查误差改正是否达到要求，检查处理过程是否正确等工作。

② 后期处理的质量控制主要是检查处理好的数据是否真实合理，是否按要求进行了分类。

3.1.4 LIDAR 数据处理实现的可能

LIDAR 数据点的采集和记录，实时表述了地面。据数据点生成的不规则三角网，能很好的模拟地表变化，地物的特征能很好的体现，如果配合等高线，实时影像等其他方法，即能准确的判断地物做出类别区分。

4 LIDAR 技术与常规摄影测量特点的比较说明

4.1 两项技术特点的比较

LIDAR 技术的特点：

- ① 主动获取地面数据。
- ② 数据点分布均匀，精度一致，不受阴影的影响。
- ③ 直接获取地面三维数据。
- ④ 短时间内覆盖大面积区域。

⑤ 数据量大。

常规摄影测量技术的相应特点：

- ① 被动获取地面数据。
- ② 数据点分布难以控制，极受阴影的影响。
- ③ 通过数据采集获取地面三维数据。
- ④ 大面积数据很难在短时间内获取。
- ⑤ 数据量不能确定。

4.2 LIDAR 技术的比较说明

① LIDAR 通过记录激光信号从发射到返回的时间，获得地表被动物体的三维坐标。它的激光束，是由机载仪器主动发射的，其发射的频率可以控制。这种方式获得的数据点分布均匀，精度一致。传统航测技术是借助太阳光的反射光对地面进行识别，它的三维数据的获取，还要经历数据采集的过程，其数据获取周期远远大于 LIDAR 技术数据获取周期。另外，借助太阳反射光，将无法避免阴影造成的数据短缺，LIDAR 则不存在这方面的问题。

② LIDAR 借助反射镜的左右摆动将激光脉冲信号反射到地面。然后收集其返回信号，沿地面收集点状数据。反射镜的摆动角度是可变的，因此 LIDAR 扫描地面的航带宽度可以调节，使其精确与航摄宽度相匹配。传统航测中的常规航摄仪只能覆盖航摄航线的 20%—30%。另外 LIDAR 系统可以高空操作，根据不同的地表情况，使其平面精度可达到 1 米，高程精度可达 15-60 厘米，收集的数据点间距达到 2-12 厘米。

③ LIDAR 可以收集激光脉冲的多次返回信号，而一次返回即是一个点状数据信息，这样一来，它所采集的数据将成倍于常规摄影测量。并且它所提供的是精确的地面信息。LIDAR 系统高程数据精确度不受航飞高度的限制，而传统航测中，无论如何，其高程数据精度都是受制于航飞高度的。

通过以上比较发现：

① LIDAR 系统的数据采集已克服了常规航摄过程中太阳角、航高、光线等许多自然因素的影响，避免了所造成的信息不确定性。也因此 LIDAR 系统可以在夜间和阴天进行数据采集。

② LIDAR 数据完全可以同常规航摄数据一样来使用，它的精度及准确度甚至优于后者。

③ LIDAR 数据是三维点状数据，属于地理信息，能够很容易与其它类型要素或影像数据合并。

④ LIDAR 数据最大特征在于数据的分类提取非常容易，并且可用计算机自动识别和提取。

5 LIDAR 技术的应用前景

动态 GPS 与惯性测量系统 IMU 及激光探测及测距系统 LIDAR 的配合使用，可以实现全天候直接获取高精度数字地面模型；可以实现密林、山区等环境恶劣，难以通行的地域的测量；可以为公路、铁路、水利、环保等部门的设计提供高效的服务；LIDAR 系统获得的高精度数字地面模型与地理信息系统、网络等技术配合使用，可以为规划、旅游、电力、电

信等相关部门提供服务。

综上所述，LIDAR 系统的应用，使实时摄影测量的实现成为可能。而 LIDAR 数据在生产中的应用，必将极大提高工作效率，降低生产成本，缩短生产周期，及时进行信息更新，更高效地服务于国民经济建设。促进测绘事业的发展。它的推广与应用将使测绘事业发展到一个新高度。

6 结束语

LIDAR 技术基本实现从数据采集到应用的全数字化过程，它在生产中的推广和应用，使我们深刻体会到这一新技术给航空摄影测量带来的变化。这一技术在国内的普及将极大推动测绘行业向前发展。当然 LIDAR 技术也有其不尽人意之处。LIDAR 数据在密林及密集建筑区，不能得到满意的地表信息数据。这种地区的数字地面模型，仍只能采用普通方法获取。当然，随着其他新技术的发展，诸如数码相机分辨率的提高、惯性测量系统稳定性的改善，再配合以 LIDAR 系统的进一步发展，相信目前 LIDAR 系统所面临的问题将逐一解决。