

激光雷达在高山风电测绘中的应用

林玉国

山东省地质测绘院

DOI:10.12238/gmsm.v7i4.1781

[摘要] 随着现代信息化和智能化技术的快速发展,电力工程测绘的要求也越来越高,技术上也越来越发达。当前,激光雷达技术能够进行非常精准的目标识别和定位,并通过数据等形式进行信息传递,从而展现出高科技应用的成效。通过将激光雷达技术运用于电力工程测绘项目,可以在信息收集、数据处理等方面取得更大的进展,从而推动电力测绘工程的发展。机载激光雷达技术能够快速直接、连续自动获取地面激光点云数据,凭借操作灵活、精度高、效率高和全天时等特点,在地势高差较大、植被茂密的山区地形测绘中具有不可比拟的优势。本文结合风电场地形测绘工程案例,利用机载激光雷达技术在植被茂密的高山区进行地形图测绘,通过实践证明,利用机载激光雷达技术能极大地提高工作效率和测量精度,为推广机载激光雷达技术在同类型项目中的广泛应用提供了借鉴和参考。

[关键词] 激光雷达; 地形测绘; 风电场

中图分类号: P2 文献标识码: A

Application of LiDAR in High Mountain Wind Power Surveying and Mapping

Yuguo Lin

Shandong GEO-Surveying & Mapping Institute

[Abstract] With the rapid development of modern information and intelligent technology, the requirements for power engineering surveying and mapping are becoming increasingly high, and the technology is also becoming more and more advanced. Currently, LiDAR technology can achieve very precise target recognition and positioning, and transmit information through data and other forms, thereby demonstrating the effectiveness of high-tech applications. By applying LiDAR technology to power engineering surveying and mapping projects, greater progress can be made in information collection, data processing, and other aspects, thereby promoting the development of power surveying and mapping engineering. Airborne LiDAR technology can quickly, directly, and continuously automatically obtain ground laser point cloud data. With the characteristics of flexible operation, high accuracy, high efficiency, and all day time, it has incomparable advantages in terrain surveying in mountainous areas with large elevation differences and dense vegetation. This article combines the case of wind farm terrain mapping engineering and uses airborne LiDAR technology to conduct terrain mapping in densely vegetated mountainous areas. Through practice, it has been proven that using airborne LiDAR technology can greatly improve work efficiency and measurement accuracy, providing reference and guidance for promoting the widespread application of airborne LiDAR technology in similar projects.

[Key words] LiDAR; Topographic surveying and mapping; Wind farm

引言

近年来,随着中国工业化发展进程加快,对清洁能源的需求也越来越大。风力发电作为一种环保的清洁能源备受关注,随之而来的是对大面积、大比例尺地形图的迫切需求。虽然无人机航测技术可以快速获取测区影像资料,但在植被茂密的山区,其获取准确高程信息的能力仍然有限。机载激光雷达技术作为一种主动式三维对地观测技术,能快速获取高精度激光点云数据,

具有高穿透、高精度、且受地形条件限制少等特点,并能获取丰富地表信息,使得机载激光雷达技术在植被茂密的山区地形测绘中具有独特的优势,激光雷达在风力发电测绘中有着广泛的应用。

1 机载激光雷达技术的应用优势

1.1 雷达技术可以提供高精度的点云数据,从而制作出高精度地形数据,这对于风电场的设计和建设至关重要。机载激光雷

达测量系统是一种集激光测距、GPS定位和惯性导航系统(IMU)于一体的测量系统,通过发射激光脉冲照射到目标对象,测量激光脉冲的飞行时间和反射光的强度,来获取被照射目标对象的空间位置信息。其次,激光雷达可以用于计算流体动力学来评价风电潜力,这可以优化风电厂的设计和布局。相对于传统航测技术,机载激光雷达技术具有操作灵活、精度高、效率高和全天候等明显的优势,利用机载激光雷达技术进行测量,能快速获取测区激光点云数据,从而构建测区三维模型,进而制作测区准确的地形数据,这使得它在山区地形测绘中非常实用。

1.2 激光雷达可以在较短的时间内测量出点云数据,形成高精度的地形图,这对于高差变化大、地形复杂多样的山区地形测量来说是非常重要的。通过获取的点云数据,制作出高精度的地形图,用于风力资源的评估、风机位置分布设计、风电场开发建设等。在具体应用方面,例如机载激光雷达在大高差区域的应用中,单脉冲模式只能使用低激光频率,造成点密度稀疏,难以满足高精度地图的需求。而多脉冲模式则可以获取密度更高的点,从而更好地满足高精度地图制作的需求。总的来说,激光雷达在高山电建设测绘中的应用,不仅可以提高测量的准确性和效率,还可以为风力发电场的设计优化、施工建设等提供重要的数据支持。^[1]

2 激光雷达技术在测绘中的应用案例分析

2.1 激光雷达技术作为一种高精度、高效率的测量技术,近年来在测绘领域得到了广泛的应用。它利用激光束发射器发射激光束,通过测量激光束从发射到返回的时间差以及方向和速度等参数,可以实现对地表、地物的精确测量。本文将通过分析几个实际案例,探讨激光雷达技术在测绘中的具体应用。

首先,激光雷达技术在地形测量中的应用显得尤为重要。以往的地形测量主要借助于传统的测量仪器,如全站仪、GPS等,工作效率较低且限制因素较多。而激光雷达技术的出现,极大的提高了地形测量的效率和精度。例如,在山区地形测量中,传统的方法需要花费大量的人力和时间,并且测量的点数也较少,而激光雷达则可以通过航空激光测绘系统快速获取大量的地形数据。这些数据能够精确地反映地面的高程变化,出具大比例尺地形图,为风电建设、道路施工等建设工程项目的规划和设计者提供更加可靠的数据基础。

2.2 其次,激光雷达技术在城市规划和建设中的应用也具有很大的潜力。现代城市的规模日益庞大,传统的人工测量方法已经无法满足需求。激光雷达技术可以快速获取城市的三维地理信息,包括建筑物、道路、河流等地物的位置和形状,为城市规划和建设提供精确的基础数据。例如,在城市规划中,利用激光雷达技术可以实现对城市建筑物的全景扫描,准确获取建筑物的高度、形状等参数,为城市设计师提供更好的规划依据。而在城市建设过程中,激光雷达技术可以通过测量建筑物的变形和沉降情况,及时发现问题并进行修复,确保建筑的稳定性和安全性。

2.3 此外,激光雷达技术还可以广泛应用于道路测绘和交通规划中。在传统的道路测绘中,需要人工进行大量的数据采集工作。而利用激光雷达技术,可以快速获取道路的三维数据,包括道路宽度、坡度、横断面等参数,为交通规划和设计提供重要的依据。例如,利用激光雷达技术可以对道路的曲线、坡度等进行精确测量,为设计者提供准确的交通路线和施工方案。此外,激光雷达还可以实时监测道路的交通流量和交通状态,为交通管理部门提供准确的数据支持,优化交通流程,提高交通效率。

2.4 最后,激光雷达技术在地质灾害监测和防治中也具有重要作用。地质灾害的发生往往给人们的生命财产安全带来巨大威胁,因此对地质灾害进行及时监测和预警显得尤为重要。利用激光雷达技术可以实现对地质灾害的快速监测和识别,如山体滑坡、崩塌等。激光雷达可以通过快速扫描获取大量的地形数据。

3 机载激光雷达点云数据获取及处理流程

机载激光雷达测量作业流程包括外业数据获取、内业数据处理。外业工作开展前,需了解测区概况,进行任务规划,确定飞行方案,包括确定飞行区域、飞行高度和激光雷达设备参数等;在飞行作业过程中应实时监控设备状态,保证获取点云数据的质量;作业完成后应进行数据质量检查。内业数据处理包括点云解算、坐标系转换、滤波分类、成果生成等。

点云数据滤波分类主要包括:噪声点去除、点云自动分类以及人工编辑分类等。

3.1 噪声点去除。噪声点包括明显低于地面的点、明显高于地表目标的点以及移动的物点,在进行点云分类前,应将点云数据中噪声点滤除,提高点云数据的质量和可用性。

3.2 点云自动分类。根据测区地形情况,依据点云数据的反射强度、回波次数等信息,设定合适的迭代参数,对点云数据进行自动分类,并将地面点和非地面点分别存储在不同的文件中,本项目采用飞马无人机管家中的智点云软件进行点云自动分类。

3.3 人工编辑分类。人工编辑分类主要是对自动分类的地面点云数据进行检查和人工编辑。利用自动分类后的地面点云数据构建TIN模型,并重点检查坡度较大以及特殊地貌区域是否存在异常,对于异常区域,需结合点云剖面图,对噪声点、非地面点进行手动编辑分类,得到正确的地面点云数据。^[2]

4 激光雷达在山地地形测绘中的应用要点

4.1 激光雷达通过发射激光束,然后接收从地表面反射回来的激光束。激光雷达的工作方式通常是通过旋转棱镜来改变激光的发射方向,从而获得多个点的信息。接收到的激光束数据需要进行处理,包括滤波、分类、空间插值等步骤,以获取地表面的三维信息,通过处理后的数据,可以得到地形表面的三维坐标,从而进行地形测绘。此外,激光雷达的工作特性使得其在植被覆盖的区域也能进行测量,可以测量植被下的地形。

4.2 对于机载激光雷达来说,可以通过动态差分GPS或精密单点定位技术测定起点的坐标,然后通过激光测距系统和姿态

测量装置获取激光测距和姿态数,从而确定地形测绘的精确位置。需要注意的是,在进行地形测绘时,激光雷达的发射角度、发射速度、激光的传播速度以及激光束发射和反射的时间差等因素都会影响到测量结果的精度。此外,激光测距的精度也会受到激光束发射的角度影响,计算高度时需要考虑激光发射角度。

5 激光雷达在地形测绘中的技术发展历程

在地形测绘中激光雷达技术的应用是近年来的一项重要发展。激光雷达技术通过发射激光脉冲,然后接收从目标物体反射回来的激光脉冲,从而获取目标物体的距离和表面反射能量大小、频率等信息。这种技术的应用在地形测绘中有以下几个重要的发展里程碑:

5.1 三维激光扫描技术:这是激光雷达技术在地理信息系统(GIS)领域的一项重要应用,通过三维激光扫描技术,可以快速获取地形的三维信息,大大提高地形测绘工作的效率。

5.2 大地震地形测绘:科学家用激光雷达扫描技术准确观测了大地震对地形的破坏。例如,2010年墨西哥北部发生了7.2级地震,科学家乘专机到墨西北部城市的上空,用先进的激光雷达技术对地震前后的地形进行了详细扫描。

此外,还有一种名为“多脉冲探测模式”的技术,它在大高差地区地形测绘中发挥了重要作用。在这种模式下,激光雷达可以获取点密度较高的数据,从而满足更高精度的地形测绘需求。这些发展标志着激光雷达技术在地质调查、地形测绘等领域的重要地位,为地理信息系统的发展提供了强大的技术支持。

6 激光雷达在未来的发展趋势

6.1 激光雷达技术作为一种高精度、高可靠性的测量系统,在未来的发展中有着广阔的前景和广泛的应用。以下是一些可能的发展趋势:技术迭代和性能提升,随着科技的不断进步,激光雷达的技术迭代和性能将会得到提升。例如,固态激光雷达采用非机械扫描方式进行测量,具有体积小,成本低,可靠性高等优点。此外,随着制造工艺的改进和材料成本的下降,激光雷达的性能将会越来越好,成本也会越来越低。未来,激光雷达可能会与其他传感设备(如摄像头、毫米雷达等)进行更紧密的集成

和融合,实现多模态、多传感器的数据融合和互补以提高感知精度和信息利用效率。^[3]

6.2 人工智能和大数据技术将会被广泛应用于激光雷达的数据处理和分析中,以实现更高效的信息提取和利用,例如,可以利用机器学习和深度学习算法对激光雷达数据集进行训练,以提高目标检测和跟踪的准确性和效率。此外,激光雷达的应用也将会更加广泛,包括但不限于无人驾驶、机器人导航、地理信息获取和安全监控等领域。特别是在无人驾驶领域中,激光雷达可以实现车辆自主导航,障碍物识别和避让等功能。在机器人领域,可以用于机器人自主定位,环境感知等功能。总的来说,激光雷达技术在自动驾驶,机器人导航,地理信息获取等多个领域都将有广泛的应用,未来的发展前景十分广阔。

6.3 在地形测绘中激光雷达技术的应用是近年来的一项重要发展。激光雷达技术通过发射激光脉冲,然后接收从目标物体反射回来的激光脉冲,从而获取目标物体的距离和表面反射能量大小、频率等信息。

7 结语

本文利用机载激光雷达技术在地势高差较大、植被茂密的山区风电场进行了大比例尺地形图测绘,取得了满足项目需求的测绘成果。通过实践证明,机载激光雷达技术相对传统测绘手段在植被茂密、地势高差较大的山区,能极大地提高工作效率和测量精度。随着机载激光雷达技术的不断发展,该技术在同类型的项目中的应用会越来越广泛。

[参考文献]

[1]王炜.利用机载LiDAR测绘大比例尺数字地形图的精度分析[J].测绘通报,2012,(6):34-36.

[2]刘广彬,赵鹏,姜洲.机载Lidar系统在地形图测绘中的应用[J].北京测绘,2020,34(07):974-977.

[3]黄克城,宋时文,阎凤霞.机载LiDAR技术在地形图测绘中的应用[J].地理空间信息,2016,14(4):99.

作者简介:

林玉国(1988--),男,汉族,四川省南充市人,大学本科,中级工程师,研究方向:测绘。