

机载激光雷达技术在水利水电测绘工程中的应用

郭汪洋

新疆疆海测绘院

DOI:10.12238/gmsm.v7i2.1656

[摘要] 机载激光雷达技术在水利水电测绘工程中的应用越来越广泛,其优势在于能够实现高精度、高效率的测量,为工程设计和管理工作提供准确的数据支持。本文在此以实际案例为基础,详细探究机载激光雷达技术在水利水电测绘工程中的实践应用,旨在为同类型工程应用提供更多借鉴。

[关键词] 机载激光雷达; 水利水电测绘; 实践应用

中图分类号: TN95 文献标识码: A

Application of airborne lidar technology in water conservancy and hydropower surveying and mapping engineering

Wangyang Guo

Xinjiang Xinjiang Marine Surveying and Mapping Institute

[Abstract] Airborne lidar technology is more and more widely used in water conservancy and hydropower surveying and mapping engineering. Its advantage is that it can realize high precision and high efficiency measurement, and provide accurate data support for engineering design and management. Based on practical cases, this paper explores the practical application of airborne lidar technology in water conservancy and hydropower surveying and mapping engineering in detail, aiming to provide more reference for the application of the same type of engineering.

[Key words] airborne lidar; water conservancy and hydropower mapping; practical application

引言

随着科学技术的不断发展,机载激光雷达技术在测绘领域取得了显著的成果。在水利水电工程中,测绘数据的精度和时效性对于项目的设计、施工和管理具有重要意义。机载激光雷达技术具有高分辨率、高精度、快速获取地面信息等优点,为水利水电测绘工程提供了强大的技术支持。

1 机载激光雷达技术概述及原理分析

1.1 技术概述

机载激光雷达(Airborne Laser Radar,简称ALR)是一种通过飞机或无人机等载体,对地面进行高精度、高分辨率、三维空间数据采集的遥感技术。它集成了激光测距、雷达测高和影像获取等多种功能,可以在一幅图像中同时获取地面的几何信息和光学信息。

1.2 技术应用原理

机载激光雷达技术是通过航空器搭载激光雷达系统,对地面进行高密度、高精度的三维数据采集。激光雷达系统包括激光发射器、接收器、姿态测量装置和数据处理系统等。在数据采集过程中,激光雷达系统能够实时测量目标物体的距离、方位角和高度等信息,生成三维点云数据。通过后期的数据处理和分

析,可以获得精确的地形地貌和地面特征信息^[1]。

1.3 组成结构

当前常用的机载激光雷达测量系统主要由定位定姿系统、激光扫描仪、全球定位系统、影像采集系统等硬件,以及相配套的数据处理软件。借助上述各模块协同发挥作用,才能保证测绘效果和效率达到预期。

2 机载激光雷达技术在水利水电测绘中的应用优势分析

第一,多场景适应性。机载激光雷达技术具有强大的场景适应性,可以满足多元化场景的需求。在水利水电测绘中,这种技术可以应对各种复杂环境,如高山、水域、沙漠等,从而实现全面且精准的测绘成果。

第二,信息完整性。机载激光雷达技术通过高密度的激光点云数据采集,能够确保采集到的信息更为完整。这种数据丰富度为水利水电工程规划、设计和施工提供了更为精确的依据,有助于提高工程质量和效率。

第三,克服植被干扰。传统的测绘方法在植被茂密地区易受到干扰,导致数据不准确。而机载激光雷达技术具有穿透能力,可以有效克服茂密植被的干扰,获取真实的地表信息。这对于水

利水电工程中涉及的森林、草地等区域的测绘具有重要意义。

第四, 高效周期。相较于传统测绘方法, 机载激光雷达技术数据获取周期较短, 能迅速获取大量有效信息。这对于利水电工程项目的快速推进具有积极作用, 有助于缩短项目周期, 降低成本。

第五, DEM高效获取。机载激光雷达技术可以高效地获取高程模型 (DEM), 为利水电工程提供详细的地形数据。在工程设计、洪水分析、库区淹没模拟等方面, DEM的高效获取有助于提高成果的准确性和可靠性^[2]。

综上所述, 机载激光雷达技术在利水电测绘中具有显著的优势。随着我国激光雷达技术的不断发展和成熟, 其在利水电测绘领域的应用将越来越广泛, 为我国利水电事业的发展提供有力支持。

3 机载激光雷达技术在利水电测绘工程中的应用

文章在此以新疆阜康市某水库工程项目为研究对象, 探究机载激光雷达技术在其中的具体应用。

3.1 案例工程信息概述

研究案例位于新疆阜康市, 是一个较大的水利工程项目。该项目建设目的是为周围村落和农田等区域提供水资源供给和辅助防汛工作实施。该工程周围环境复杂, 包括密林、沟渠、房屋、道路及池塘、农田等, 因此, 在设计建设之前, 科学精准测绘是关键。为支持工程科学施工, 在建设之前, 项目借助机载激光雷达对施工区域进行测绘。按照1:1000的比例制作地形图。

3.2 应用的设备阐述

研究项目采用机载雷达完成测绘, 基于环境特点和作业要求, 采用南方数码公司生产的司SZT-R1000系列产品完成作业。主要仪器设备参数见下表1所示。

表1 应用产品参数配置总结表

设备名称	具体描述	数量/套
定位定姿系统	选用型号为 Honeywell HG-4930	1
	数据更新率为 100—600Hz	
	后处理位置精度为水平 0.01m, 高程为 0.02m	
	后处理姿态精度为航向 0.010°, 俯仰/滚动角为 0.005°	
三维激光扫描仪	型号为 RIEGL VUX-1 LR	1
	最大测量距离为 1350m	
	发射频率为 820kHz	
	角度分辨率为 0.001°	
	扫描视场角为 0°-330°	
	脉冲式激光器	
	扫描速度为 200 线/s	

3.3 数据采集过程

在测量过程中, 为了确保采集信息完善、全面, 采集精度高, 结合具体环境特点, 科学多旋翼无人机为搭载机载激光雷达的载体, 该类型无人机可以满足地势起伏高低明显区域测量要求,

且对起降区域要求较低, 足以满足需求。

测量之前, 综合测绘时间、测绘面积、地形地貌等因素, 科学设定无人机各项参数, 如续航速度、航高等。完成前期准备后, 对无人机进行调试, 全方位检查无人机组装是否符合要求、机载激光雷达是否规范搭载、激光雷达设备是否处于正常作业状态等, 且在调试过程中, 需要注意激光镜头的朝向, 并着重检查搭载设备固定螺丝等组件是否牢固。进而避免在作业过程中出现问题^[3]。

完成机载雷达和无人机调试后, 应在选定的地面控制点, 科学架设基站, 并结合相关参数需求, 设定基站模式和采样间隔。同时需要注意, 为了保证整体过程的科学性和数据可信度, 应保证基站在无人机进行数据采集之前10—15min内, 开启记录模式, 如实记录整体过程。除此之外, 为了保证采集数据的高效传输, 需要科学连接相关设备, 并设置网络IP, 确保无人机的飞行轨迹处在控制范围内。在进行数据采集之前, 完成参数初始化, 再次验证相机拍照间隔是否符合要求, 此时便可以正式进行数据采集。

3.4 数据处理

数据采集完成之后, 需要对数据进行处理如此才能得到直观、精准、完善的地形图信息。数据采集过程中, 主要包括数据预处理、激光点云分类和坐标转换三大内容。

第一, 数据预处理过程中, 应对采集的原始数据进行解码分析, 获取GPS数据、激光测距数据等, 然后将采集的相关数据整理。在整理过程中, 需要详细结合各系统残余误差和GPS观测条件突变等影响因素, 筛选出其中存在的误差数据, 从而避免其影响测量结果。

第二, 激光点云分类过程中, 三维激光点云数据是直观反映地表覆盖类型和状态的载体, 因此, 应选择适宜的算法, 对点云数据进行剥离分类, 从而确保建筑物、植被、水域等各类地形地表数据可以细化归类^[4]。

第三, 坐标转换。此过程中, 借助机载雷达获取的坐标需要转换为用户坐标系, 并借助已知检查点完成坐标转换精度测试, 如此才能确保得到的坐标系统便于观察和分析。

基于上述三大项内容具体分析, 研究案例数据处理主要过程如下: 对原始数据进行解码, 获取GPS数据、IMU数据等, 然后将其进行整理, 生成满足精度要求的点云结果。然后借处理软件对获取的各项数据进行格式转换, 并以POS文件格式导出, 设置相应的导航参数、激光参数等, 依据项目需求, 完成点云数据融合、抽稀等操作。为了保证数据精度, 需要检验点云数据是否存在扭曲, 检验完成后, 针对合格的数据进行同名点调整, 纠正, 避免出现混淆。最后, 借助七参数完成数据转换, 促使获取数据转换到所需坐标系范围内。同时, 借助TerraSolid三维点云处理软件对点云数据进行分类, 细化出植被、房屋等信息, 生成DEM数据, 并完成地形图测绘^[5]。

3.5 精度分析

为了保证获取的数据满足需求, 需要对机载激光雷达采集

的数据进行精度分析。也就是借助相关算法软件,将点云数据和RTK采集数据进行对比,通过比较不同地区高程精度,从而确定具体误差情况。一般情况下,借助如下公式完成高程误差分析。

$$M = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n (\Delta i \Delta) / n}$$

上述式子中: M表示误差; Δ 代表检查点的不符值; n为检查点的个数。

以研究案例项目为例,选择道路、山地、水田、居民地等区域为基准点,完成高程精度统计分析。统计结果见下表2所示。

表2 高程误差分析 单位: m

平均误差	最大误差	中误差
0.08	0.18	0.06
0.08	0.32	0.08
0.11	0.24	0.06
0.09	0.16	0.06
0.08	0.32	0.05

结合上表2来看,高程误差最大值为0.32m,检测点位于山地,此处被大面积植被覆盖。相对而言,道路区域、居民房屋区域误差均低于0.1m,综合来看,误差满足要求。

研究案例测绘项目整体数据获取耗时3小时,最终获得1:1000,面积达到2km²的地形图。相较于人工测绘精度和作业效率而言,机载激光雷达技术的应用有效提升测绘效率,且大幅度节约人力、物力和资金成本。同时,该方法采集数据更为完善,覆盖面更广,对植被覆盖较高、地势险峻区域测绘效果更好,综合来看,其优势极为明显。

4 机载激光雷达技术的局限性与展望

4.1 局限性

结合上文案例来看,机载激光雷达技术应用价值高,未来前景一片光明,但从实际来看,其仍具备一定的局限性。第一,成本高。机载激光雷达设备购置、数据处理和分析等方面的成本较高,一定程度上限制了其在水利水电测绘工程中的应用。第二,会受到天气条件限制。机载激光雷达需要在晴朗、无风的天气条件下进行作业,这在一定程度上限制了其作业时间和工作效率。第三,数据处理和分析面临挑战。机载激光雷达数据量大,数据处理和分析需要专业的软件和技能,这在一定程度上制约

了其应用范围^[6]。

4.2 展望

虽然机载激光雷达技术在应用过程中,仍存在缺陷,但该技术凭借高精度、高效率等优势,势必得到进一步研究应用。在未来,随着激光雷达技术的不断发展,设备的精度和稳定性将得到进一步提高,降低成本,提高作业效率。同时,越来越多先进技术、先进理论支持,会促使机载激光雷达数据与其他遥感数据(如光学影像、SAR等)进行融合,将有助于提高测绘成果的精度和实用性。另外,智能化技术的不断发展,为机载激光雷达技术应用提供更多支持,例如利用人工智能技术对机载激光雷达数据进行智能化分析,将为水利水电测绘工程提供更加精准、高效的服务。

5 结语

综上所述,机载激光雷达技术在水利水电测绘工程中具有重要作用。其高精度、高效率的数据采集能力为工程设计和工程管理提供了准确的数据支持。然而,受限于成本、天气条件和数据处理等因素,其在实际应用中仍存在一定的局限性。未来,随着技术的发展和智能化应用的推广,机载激光雷达技术在水利水电测绘工程中的应用将更加广泛。

参考文献

- [1]陈西强.无人机机载激光雷达技术在电力工程中的应用分析[J].价值工程,2023,42(34):124-126.
- [2]江木春,韩亚民.无人机机载激光雷达测绘技术在航道整治工程中的应用[J].水运工程,2022,47(4):157-160+165.
- [3]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):34-36.
- [4]罗正龙,袁峥,吴玮.机载激光雷达技术在自然淤积区海岸线测绘中的应用[J].城市勘测,2022,37(4):87-89.
- [5]李红林.机载激光雷达在河流调查中的应用研究[J].经纬天地,2022,37(1):88-90+97.
- [6]周春林.智慧水利水电工程三维可视化技术与应用研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022,14(4):77-80.

作者简介:

郭汪洋(1996--),男,汉族,新疆昌吉人,本科,助理工程师,研究方向:测绘测量工程研究。