

合成孔径激光雷达测绘技术及其发展研究

陈洪刚

山东省鲁南地质工程勘察院(山东省地勘局第二地质大队)

DOI:10.32629/gmsm.v3i2.647

[摘要] 在工程测绘领域中,存在诸多的测绘技术,其中激光雷达测绘效果比较显著,应用也比较广泛。随着科学技术水平的不断提升,激光雷达测绘技术得到了进一步的升级,由此诞生了机载合成孔径激光雷达测绘技术,使得测绘质量和效率进一步提升。文章重点就合成孔径激光雷达测绘技术的应用及其发展进行研究分析,以供业内人士参考和借鉴。

[关键词] 合成孔径; 激光雷达; 测绘技术; 应用; 发展

引言

传统的激光雷达测绘虽然具有很多的优势,但是由于系统过于复杂,操作难度较大,所以对于操作人员要求较高。而机载合成孔径激光雷达测绘技术是对其的升级和优化,不仅具备了传统雷达测绘的优势和特征,而且操作变得十分便利,对人员素质要求较低,实际的应用效果显著。

1 机载合成孔径激光雷达测绘技术概述

1.1 合成孔径雷达干涉测量

该技术在实际的作业中主要是利用无人机飞行器或卫星作为测量媒介,通过单轨与复轨运行模式进行实地勘察测量,最终获取实物的影像数据信息。其中干涉纹图的形成具体与探测目标和之前监测位置的几何关系有关,结合复图像相位差,最终形成标准的干涉纹图。在进行工程测绘时,利用合成孔径雷达干涉测量技术,可以快速准确的获取目标的三维坐标数据信息,其原理如下:首先是利用雷达成像的相位差数据,研究其与雷达波长、传感器高度等的几何关系,然后对相应的图像数据进行分析 and 计算处理,最终获取实物的三维信息。此外,通过干涉雷达可以直接进行数据信息的采集,数据提取是在干涉条纹图像基础上通过去平地效应,有效消除相位噪声、相位解缠等,从而获取DEM数据信息。

1.2 极化干涉技术与永久散射体雷达干涉技术

所谓极化干涉技术,主要是在传统雷达干涉技术基础上融合极化测量技术,使得雷达干涉测量优势最大程度的发挥出来,最终提升测量质量和效率。相对比传统的雷达干涉技术,极化干涉测量技术可以有效解决散射机制中存在的弊端,确保最终测量结果的准确性。而永久散射体雷达干涉技术也是对传统雷达干涉的升级,其在实际当中的应用可以有效避免大气对测量结果造成的干扰,以提升长极限距离的干涉图像使用效率,此外该技术在地面沉降监测中也具有良好的应用效果。

2 机载合成孔径激光雷达系统特征分析

2.1 精度高

由于合成孔径激光雷达主要是利用发送和接收固定频率的脉冲信号实施测量工作,系统本身具备独立的天线接收和发送平台,而合成孔径的作用是将各个天线单元进行统一整合并发送信号,加之系统具有较强的数据处理能力,可以实现对收发脉冲信号数据的处理,从而有效提升了测绘精度。当前随着科学技术水平的不断提升,机载合成孔径激光雷达技术得到了进一步的完善和升级,系统的功能更加强大,测绘结果的精度越来越高,其实际应用中可以实现300-1500m范围内的测绘作业,并且测量误差可以控制在1mm以内,这是传统测绘技术所不具备的优势和特征。

2.2 作业效率高

经过升级和优化的机载合成孔径激光雷达测绘技术,其系统功能更加

强大,而且实际作业中操作更加便捷,适用范围更加广泛,可以有效提升测绘单位的经济效益。例如,与无人机结合的合成孔径激光雷达测绘在工程测绘中应用最为广泛,针对于25km的大范围地形测量工作,运用该技术仅需要15-20min就可以完成作业,而且测绘结果准确性较高。随着测绘范围的逐渐缩小,实际的作业速度会越来越快,可见利用机载合成孔径激光雷达技术实施地形测绘,不仅可以达到提升测绘精度的效果,而且还可以大幅度提升作业效率,缩短测绘工作周期。除此之外,机载合成孔径雷达系统属于综合型应用系统,可以借助于计算机信息相关技术实现自动化控制,包括数据的采集、处理和存储等,大大提升了作业效率,同时也降低了测绘难度,为促进工程测绘行业的发展奠定了坚实基础。

2.3 操作便利

传统的激光雷达系统由于十分复杂,所以必须要匹配高素质的人才,才能有效提升测绘质量和效率。由于对操作人员的素质要求较高,一些测绘单位的工作人员往往不能胜任这一工作,导致实际的作业开展大受影响,盲目开展会造成测绘误差大幅度提升。而合成孔径激光雷达系统是属于省级和优化的测绘技术,其具有操作便利的特征,对于操作人员的素质要求较低,一些不具备较强专业知识的人员也可以实现良好的操作,并且测绘结果准确性也能得到保障。例如,无人勘测机原理与之相似,实际应用中仅仅需要操作人员远程控制无人机飞行的方向,实际的数据采集和影像生成都是系统自动化实现的,后续可直接根据数据信息进行分析即可,有效减轻了人员工作压力。

3 机载合成孔径激光雷达测绘技术的应用研究

3.1 在地形勘测中的应用

对于机载合成孔径激光雷达系统而言,由于其主要是通过发射和接收固定频率的脉冲信号实现对地形测量数据信息的获取,这一原理使其可以应用于各类地形环境的勘测中,并且可以实现对地形环境中相应对象和目标的实时监测,例如在海洋资源勘测、空间测量以及地面勘测中都能利用该技术实施作业,此外其在自然灾害监测中也具有很好的应用价值,通过机载合成空间激光雷达系统的全天候动态监测分析,确保自然灾害一直处于被监测状态,一旦出现灾害会第一时间发出警报,便于相关人员的应对和管理,从而降低灾害所造成的损失。在实际应用机载合成孔径激光雷达测绘技术实施地形勘测时,由于系统会收集到海量的数据信息,所以首先需要建立一个相对较大的网络数据库平台,以达到处理相关数据信息目的。对于地面地形勘测工作而言,该技术不仅可以适用于地表平坦位置的结构测量,而且对于一些山丘、洞穴以及狭缝等地形位置,也可以达到良好的勘测效果,通过该技术的勘测获取相关数据信息,经过处理后进行目标影像生成,无论是森林资源中的植被还是丘陵,都能清晰的呈现出来,有效确保了影像的真实性和清晰性。

3.2在工程测量中的应用

与传统的激光雷达测绘技术相同, 机载合成孔径激光雷达测绘技术也可以应用于工程测绘领域, 并且其测绘质量和效率更高。对于工程测绘来说, 其除了对质量和效率有明确要求外, 还注重安全测绘问题, 这一点对于机载合成孔径激光雷达系统而言可以很好的满足, 有效提升测绘的安全性和可靠性, 因此在现实的工程测量工作中, 业内人士更加青睐于机载合成孔径激光雷达测绘技术。

3.3地形测量中的几何处理

在利用机载合成孔径激光雷达系统获取影像数据时, 需要进行几何处理工作, 详细包括以下几点: 第一, 几何预处理。在获取斜距影像数据信息的基础上, 结合DGPS技术和INS数据获取雷达天线中心位置和姿态, 然后对图像进行几何预处理和重采样; 第二, 测绘带平差, 其目的是为了消除数据信息计算中存在的系统误差问题, 对于测绘带平差来说, 其可以单独运行, 也可以联合构架航线同时运行; 第三, DEM和DSM计算。在完成干涉测量作业后, 可以结合参考坐标系计算得到DEM和DSM。其中对于比较先进和完善的干涉系统, 可以在利用X波段天线的时候, 用P波段穿透被覆盖面, 以此高效计算得到相应的DEM和DSM; 第四, 影像的正射纠正处理。在完成上述操作后, 需要利用DEM和DSM进行影像数据的映射纠正处理, 提升最终测绘的准确性。

4 机载合成孔径激光雷达测绘技术的发展研究

目前机载合成孔径激光雷达系统配备了先进的自动导航功能, 同时结合高精度定位和姿态测量系统, 使得测绘效率和质量大幅度提升。在国家测绘相关管理部门的支持和引导下, 加之业内研究人员的不断努力, 机载合成孔径激光雷达测绘技术将得到进一步的完善, 技术研究进展表明: 第一, 对于机载合成孔径激光雷达测绘而言, 其分辨率的高低主要取决于合成孔径长度参数, 与飞行器飞行高度无关。因此, 对于不同比例尺地形图的图像数据采集, 可以在同一飞行高度实现测量, 加之合成孔径激光雷达测绘具有全天候测量的优势, 可以不间断的实施动态化监测, 同时不会受到天气等自然因素的干扰, 所以特别适用于复杂地形测绘工

作中, 例如我国西部特殊地形区域, 未来该技术的发展和运用将朝着大范围、高精度方向发展; 第二, 机载合成孔径激光雷达系统干涉测量与其他技术相结合, 这是未来该系统的发展趋势。通过与其他技术的融合应用, 在土地测量和制图、森林资源勘测和制图以及山区地形中的1:50000大比例尺测绘中实现高效的应用和推广, 这是传统光学摄影测量无法实现的, 是一种先进的测绘技术手段; 第三, 机载合成孔径激光雷达成像和干涉测量, 除了在军事领域有广泛的应用, 而且在一些工程勘察、地质灾害监测以及治理中都有很好的应用价值和优势, 未来该技术将得到更进一步的推广, 使其在更多的领域发挥作用和价值, 从而推动我国社会经济水平的进一步提升。

5 结束语

综上所述, 激光雷达测绘技术是一种比较先进的测绘手段, 其在工程测绘中发挥着巨大的作用和优势。而机载合成孔径激光雷达测绘是在传统技术基础上的升级和优化, 该技术的实际测量效率和质量更高, 而且通过无人机飞行系统的结合应用, 只需要人为远程操控, 就可以自动化的实现图像数据的采集和处理, 完成复杂地形的测量工作。当前机载合成孔径激光雷达系统在诸多的领域得到广泛应用, 例如地质灾害监测治理、森林资源管理、土地测量以及工程测绘等, 未来该技术将得到更进一步的完善, 通过加强与其他先进技术的融合, 使得测绘水平更进一步提升, 从而促进我国测绘行业的进一步发展。

[参考文献]

- [1]黄岩, 赵博, 陶明亮, 等. 合成孔径雷达抗干扰技术综述[J]. 雷达学报, 2020, 9(01): 86-106.
- [2]祁广禄, 唐绍辉, 林毅斌, 等. 基于合成孔径雷达的边坡监测预警研究[J]. 矿业研究与开发, 2020, 40(02): 104-108.
- [3]杨龙, 苏娟, 李响. 基于生成式对抗网络的合成孔径雷达舰船数据增广在改进单次多盒检测器中的应用[J]. 兵工学报, 2019, 40(12): 2488-2496.
- [4]邢孟道, 林浩, 陈斌来, 等. 多平台合成孔径雷达成像算法综述[J]. 雷达学报, 2019, 8(06): 732-757.