

激光雷达地形测绘遥感技术的分析

赵斌奇 何红艳 刘旭东

内蒙古自治区测绘地理信息中心 内蒙古 呼和浩特 010000

摘要: 激光雷达地形测绘遥感技术是一种高效、精准的地图测绘方法,应用于各领域的发展前景广阔。本文对激光雷达地形测绘遥感技术的发展现状和未来趋势进行了分析,探讨其在地质勘探、城市规划和环境监测等领域的应用前景。

关键词: 激光雷达; 地形测绘; 遥感技术; 高精度测量

1 激光雷达地形测绘遥感技术概述

激光雷达地形测绘遥感技术是一种高精度、高效率的地形测绘方法,通过搭载在航空器、无人机或地面测量车上的激光雷达设备,以激光脉冲照射地表,通过测量激光脉冲的回波时间和强度,获取地表点的三维坐标信息,从而实现对地形地貌的精确测绘。通过该技术,可以实现对地表地形的高密度、高分辨率的数字化获取,为地质勘探、自然灾害监测、城市规划等领域提供了重要的数据支撑和决策参考。激光雷达地形测绘遥感技术具有以下特点和优势:(1)具备高精度和高分辨率的优势,可以实现对地形地貌进行精细化测绘,获取精确的地形信息。(2)测量速度快、效率高,可以在较短时间内获取大范围的地形数据,提高测绘效率。(3)该技术适用于各种地形和复杂环境,无论是平原、山地还是城市建筑区域,都能够实现高质量的测绘。在应用方面,激光雷达地形测绘遥感技术被广泛应用于地质勘探、土地利用规划、自然资源调查、城市建设规划、环境监测等领域^[1]。在地质勘探中,可以利用该技术获取地下地形和地貌信息,为找矿勘探和地质灾害评估提供准确数据;在城市规划中,可以实现城市地貌和建筑物的三维测绘,为城市规划设计提供科学依据。

2 激光雷达地形测绘技术的关键技术和方法

2.1 数据采集与处理技术介绍

激光雷达地形测绘技术的关键技术和方法主要包括激光脉冲发射、激光脉冲接收、数据定位处理、数字地形模型(DTM)生成等步骤。在数据采集与处理方面,一般包括以下几个关键技术:(1)激光脉冲发射:激光雷达设备向地表发送激光脉冲,记录激光脉冲的发射时间、激光能量、发射角度等信息。确保激光脉冲能够准确照射到地表目标,并记录相关参数。(2)激光脉冲接收:接收激光脉冲的回波信号,记录回波时间、回波能量等信息。根据回波信号的时间和强度,确定地表目标

的位置和高度信息,实现地形点的三维测定。(3)数据准确定位处理:通过全球定位系统(GPS)或惯性导航系统等技术,对获取的激光数据进行精确定位处理,确保测量数据的准确性和可靠性。(4)三维点云数据处理:将获取的激光回波数据转换为三维点云数据,并进行数据清洗、滤波和配准,以消除噪声干扰和提高数据质量。(5)数字地形模型(DTM)生成:基于三维点云数据,应用插值算法和地形分析技术,生成数字地形模型(DTM),反映测绘区域地形的真实情况。(6)数据后处理和分析:对生成的数字地形模型进行后处理和分析,包括地形曲率、坡度、高程分析等,提取地形特征和分析地形变化,为工程规划、地质探测和环境评估提供数据支持。

2.2 地形数据分析与模型构建方法

激光雷达地形测绘技术在地形数据分析与模型构建方面涉及多种关键技术和方法,主要包括数据处理、特征提取、地形分析和模型构建等。在激光雷达地形测绘中,需要对采集到的大量点云数据进行清洗、过滤和配准,消除噪声和杂点,使数据质量得到提高和优化。还需要进行数据格式转换、坐标系统转换等处理,以便后续分析和应用。通过对处理后的点云数据进行特征提取,可以获得地形表面的特征信息,如坡度、高程变化、地形曲率等。这些特征对于地形分析、地貌识别和环境研究具有重要意义^[2]。地形分析是对地形数据进行量化、分类和分析的过程,旨在揭示地形特征和规律。常见的地形分析包括地形曲率分析、坡度分析、流域分析等,可以帮助揭示地形的形态特征和地质结构。通过插值算法和地理信息系统(GIS)技术,可以基于处理后的点云数据构建数字地形模型。DTM将地表地形的高程信息以数字化形式呈现出来,为地形分析、地质勘察和规划设计提供数据基础。利用不同时间点的激光雷达数据,可以进行地形变化监测和分析,探测地表的演变和

变化。这对于灾害监测、地质调查和城市规划等领域具有重要的应用意义。

2.3 激光雷达地形图生成与应用软件

激光雷达地形测绘技术的关键技术和方法在激光雷达地形图生成与应用软件方面具有重要意义。在激光雷达地形测绘中,数据处理软件是不可或缺的工具,用于清洗、过滤、配准和转换激光雷达数据。常用的软件包括Terrasolid TerraScan、LASTools、LP360等,这些软件支持对点云数据的全面处理和优化。三维点云数据是激光雷达地形测绘的基础,专业的三维点云处理软件可以帮助用户进行点云数据的编辑、分析和可视化。例如,PointCloud Tools用于点云数据处理、Faro Scene用于实时扫描数据处理等。为了将点云数据转化为数字地形模型,常用的软件包括Global Mapper、ArcGIS、ENVI LiDAR等,这些软件支持DTM的生成、分析和可视化,为用户提供高效的地形数据处理工具。地形分析软件可以帮助用户进行地形特征提取、地形曲率分析、坡度计算等操作。一些专业软件如TopoDOT用于地形特征提取、RiverTools用于流域分析等,为用户提供详细的地形分析结果。生成激光雷达地形图是激光雷达地形测绘的重要成果之一。一些软件如CARIS、Trimble Business Center等可用于生成高质量的激光雷达地形图、水深图和地形模型,支持不同格式输出和数据融合。

3 激光雷达地形测绘遥感技术在不同领域的应用

3.1 地质勘探与地形地貌分析

激光雷达地形测绘遥感技术在地质勘探领域的运用极为重要。通过高精度的地形数据采集和分析,激光雷达技术为地质勘探人员提供了精确的地下结构和地貌特征信息,有助于识别地质构造、地层岩性分布以及矿床赋存情况。在石油、天然气勘探以及矿产资源开发中,激光雷达地形测绘技术能够揭示潜在矿产资源的分布规律,提高勘探的效率和成功率。通过准确的地形地貌分析,还可以评估地质灾害的潜在风险,有效预防和应对自然灾害,确保地质工程的安全可靠性。激光雷达地形测绘技术为地质勘探工作提供强有力的支持,推动地质科学的深入研究和挖掘。

3.2 建筑与城市规划中的应用

在建筑和城市规划领域,激光雷达地形测绘遥感技术的应用也十分广泛。通过获取高分辨率的城市地形数据,激光雷达技术可以实现对城市地势、建筑物、交通道路等三维信息的精准测绘,为城市规划设计、土地利用规划和基础设施建设提供了重要的数据支持。详细的地形信息可以帮助规划者更加全面准确地评估城市发展

潜力、指导城市规划和土地利用规划,为城市的可持续发展提供科学依据。通过对城市表面地形变化和地貌特征的监测和分析,也有助于城市规划者深入了解城市的发展趋势和环境演变,促进城市建设的科学化和高效化管理。激光雷达地形测绘技术在建筑和城市规划领域的广泛应用,为城市建设和规划提供市场需求所必需的技术支持,助力城市的宜居化和智慧化发展^[3]。

3.3 灾害预警与环境监测

激光雷达地形测绘遥感技术在灾害预警和环境监测领域也具有重要作用。通过实时监测地形参数变化,包括地表高程、地形坡度等信息,激光雷达技术可有效预警地质灾害风险,如滑坡、泥石流等自然灾害的发生。对地形数据的精准搜集和分析,能够帮助环境监测人员及时掌握区域地质灾害的发展动向,及早采取防范措施,减少灾害损失,确保当地居民和环境的安全稳定。通过激光雷达技术获取的地形数据还可应用于水文地质勘查、水资源管理、湿地保护等环境监测工作,为生态环境保护 and 生态修复提供了科学依据。激光雷达地形测绘技术在灾害预警和环境监测领域的广泛应用,为环境保护与生态安全提供重要的技术支持与保障。

4 激光雷达地形测绘技术的发展趋势与前景

4.1 技术现状与发展挑战

激光雷达地形测绘技术是一种高效、精准的地图测绘技术,在各个领域都有着广泛的应用前景。目前,激光雷达地形测绘技术已经取得了巨大的进步,其数据采集速度和精度都得到了提高。激光雷达设备不断更新,可以实现更广泛范围内的快速高效地形测绘,为地质、建筑、环境等领域提供了更详细的地形数据支持。激光雷达地形测绘技术也已经实现了与其他遥感技术的集成,如卫星遥感、无人机技术等,实现了多元化数据源的融合应用,提高了地图测绘的精准性和全面性。激光雷达地形测绘技术仍面临一些发展挑战,设备成本与数据处理技术,高精度的激光雷达设备价格较高,限制了大规模普及应用的范围。对激光雷达数据的处理和分析也需要专业的技术支持,数据处理的复杂度与耗时性也是一个难点。数据隐私与安全问题,在数据采集与处理中,如何保护隐私信息、防止数据泄露,是当前亟需解决的问题。精准性及全面性的提升,虽然激光雷达地形测绘技术可以提供高精度的地形数据,但在特定复杂环境下,如森林、城市密集区域,依然存在数据不完整或遗漏等问题。未来,激光雷达地形测绘技术的发展趋势与前景仍然广阔。一方面,随着激光雷达设备的成本逐渐降低,技术应用范围会进一步扩大,促进市场需求的

增长。另一方面,基于人工智能、大数据分析的技术将会进一步融入激光雷达地形测绘技术,并推动其向更加智能化、自动化的方向发展。随着数据安全与隐私保护意识的增强,相关技术也将逐步完善,为数据安全提供更可靠的保障。

4.2 激光雷达技术的未来发展方向

激光雷达技术在地形测绘和遥感领域的应用前景非常广阔,其未来发展方向将主要集中在几个方面:首先是技术精细化和智能化,随着人工智能、大数据分析等技术的快速发展,激光雷达技术将更多地与这些领域相结合,实现更高效、更智能的数据处理和分析。未来的激光雷达设备将更加智能化,具备更丰富的功能,如实时数据处理、自主决策等,使其在地图测绘和遥感应用中表现出更高的精准性和适用性。其次是数据处理和算法优化,激光雷达技术生成的海量数据需要经过高效的分析和处理,以提取出有用的地形信息。未来的发展趋势将集中在数据处理算法的优化和提速,提高数据处理的效率和精度。随着深度学习等人工智能技术的应用,激光雷达数据的智能化处理将变得更加普遍,进一步提升数据分析的水平和质量。此外是多传感器融合技术,未来的激光雷达技术将更多地与其他传感器技术结合,如卫星遥感、无人机、全景相机等,形成多传感器融合的综合监测与测绘系统。不同传感器的优势互补,将为地图测绘和遥感应用提供更加全面和多维度的数据支持,进一步提高数据的可靠性和准确性。另外是智能交互与可视化,未来的激光雷达技术在数据呈现和应用层面将更加注重新用户体验与数据可视化的互动。高级的数据可视化技术将为使用者提供更清晰直观的地形信息展示,使地图测绘数据更易理解和使用,从而推动激光雷达技术在各个领域的广泛应用。

4.3 激光雷达地形测绘技术在未来的应用展望

激光雷达地形测绘技术在未来的应用展望非常广泛,其发展趋势将促进地质勘探、城市规划、灾害预警与环境监测等领域的进一步发展和提升。在地质勘探领域,随着激光雷达技术的不断完善和智能化,未来将能

够更准确、高效地探测地下结构和矿产资源,帮助勘探人员发现新的矿产资源,降低勘探成本,提高勘探效率。激光雷达地形测绘技术也将更好地应用于油气勘探、煤矿勘探等领域,为资源开发提供更为精准的地质信息和数据支持^[4]。在城市规划方面,激光雷达技术在未来将实现更高精度的城市地形测绘和建筑物三维化,为城市规划决策提供更为可靠的数据支持。通过精准的地形数据,城市规划者可以更好地评估城市的发展潜力,促进城市的可持续发展,实现智慧城市的建设与管理,提升城市的整体规划水平和品质。在灾害预警与环境监测领域,未来的应用展望也非常广阔,激光雷达技术可以实现对地形参数的实时监测和分析,用于快速识别潜在的地质灾害风险区域,提前预警并采取相应的防范措施,降低灾害带来的损失。在环境监测方面,激光雷达技术能够实现对地表高程、地形变化等数据的全面监测和分析,为生态环境保护、水资源管理等工作提供科学依据,推动环境保护与生态修复工作的进一步完善。

结束语

激光雷达地形测绘遥感技术作为一种先进的地图测绘方法,具有巨大的发展潜力和广泛的应用前景。在未来,随着技术的不断创新和智能化发展,激光雷达技术将为各行业带来更多的便利与效益。我们期待着在未来看到激光雷达地形测绘遥感技术在更多领域展现出其巨大的应用潜力,为推动社会进步和科技发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]李振宇,王志勇,刘经南.激光雷达地形测绘技术与应用[J].测绘科学.2018.43(4):24-31.
- [2]吴太夏,刘永学,李满春.激光雷达技术在地形测绘中的研究进展[J].遥感技术与应用.2019.34(1):17-25.
- [3]蒋跃文,陈婷,张明.基于激光雷达的地形测绘遥感数据处理方法[J].遥感信息.2020.35(3):61-67.
- [4]王永杰,程朋根,陈顺云.激光雷达地形测绘遥感技术的精度分析[J].地理空间信息.2021.19(6):101-104.