

据实际需求及时查找数据信息,提升工程项目施工组织时效率。

3 工程测量中智能化测绘技术的具体发展及应用

3.1 智能测绘机器人

智能测绘机器人是工程测量智能化发展的重要技术形式,在工程项目规划设计阶段,具有较为显著的应用优势。基于激光跟踪及激光测绘技术为基础,融合深度学习、计算机视觉、测量传感器等相关技术设计的智能测绘机器人,在管道工程、桥梁工程等大型项目的局部地形测绘和轮廓检测中,都有较为广泛的应用。通过对图根控制测量和碎部点采集测量两个方面的优化,有效解决传统工程测量不足之处,提升测量精度和效率。智能测绘机器人部件主要包括底盘主体和两轴机械云台两个部分,结合合适的开发平台进行编程,以确保机器人能够适应各种复杂地形的多种测量任务需求。例如使用单目相机能够实现单目视觉测距和周围地物图像的采集;红外传感器能够用于辅助测距任务;运动控制器则是通过运动状态控制算法和可视化管理系统等,实现与外界环境的实时交互和对机器人全向移动的精准控制。基于 Apriltag 图像识别技术构建的机器人智能图像控制测量方法,能够基于高精度标签,提升在各种光照条件下的测量精度,提升测绘工作抗干扰性^[2]。智能碎部点采集测量的因公,则能够精准表现出建筑墙角、道路交叉点等局部地形测区的地形地貌特征。在进行测绘时,利用 YOLOv5 目标检测算法,利用卷积神经网络进行学习,即可利用图根控制点测量的平面坐标和高程数据,直接从图像中预测目标的边界框和类型,再经过坐标转换和数据存储完成碎部点测量工作。

3.2 智能无人机遥感测绘

无人机遥感测绘技术在各种类型的工程测量中都得以广泛应用,但是在以往处理模式中,遥感测绘图像信息的提取,需要经过预处理、几何校正和图像增强等多个环节,才能生成满足实际需求的数字地图、三维模型等数字测绘产品,整体处理流程较为复杂,误差也相对较大。利用合适的人工智能算法进行遥感图像处理,成为智能无人机遥感测绘发展的重要趋势。例如借助遗传算法进行图像分割、识别和恢复,具有较强的全局搜索能力和抗干扰能力;利用深度学习算法构建深度神经网络模型,能够提升图像生成和图像识别效率,提高分类和识别精准度;利用 BAS 算法进行图像分割、图像恢复和去噪处理,能够提升全局搜索能力^[3]。但是当前这些类型的人工智能技术应用还处于前期发展阶段,在实际应用中还存在无法进行复杂问题求解,容易陷入局部最优解等问题,在进行实际测绘时,应当选择最合适的算法,充分发挥技术优势,提升整体处理效率。

3.3 智能无人测绘船

智能无人测绘船在航道规划,湖泊及浅滩治理、港口建设等工程项目建设中,具有较强的适用性,能够为基础设施建设提供丰富、准确的测绘数据。在进行具体测量时,

需先根据数据需要和测量范围,合理规划行驶航线,重点做好定位处理和灵活性控制,避免出现测量误差较大而导致数据精度不足问题。通过全球导向卫星系统与多传感器联合定位,提高定位准确性和实时性。在无人测绘船控制系统中,可以基于深度强化学习算法构建运动控制策略,减少外部因干扰,提升非线性问题处理能力,减少航线误差,利用测深仪等设备获取水域深度等相关地形参数。同时还需要采用合适的人工智能算法做好异常数据处理,从整体上确保测量精度满足工程项目设计和建设需求。

3.4 线云的智能化重建和应用

利用三维线云重建进行实景三维构建,是实景三维构建的重要技术,主要是利用影像位姿恢复、线特征提取、线段匹配、多视特征关联及前方交会等核心步骤,得出结构化的实景三维模型,并能够利用点线联合进行模型优化,对线状地物特征进行重建。但是这种技术在数字化测绘中无法充分将线云优势体现出来,更难以实现与点云细节描述的深度融合,因此必然朝向智能化方向转型。以线云的智能化重建为例,可以导入测绘自然智能算法,实现混合式的智能计算,以此有效完善线云结构,提升语义准确性,确保线段能够表达出明确的语义和几何信息,提升多视线段的关联精度^[4]。例如在某些测绘工作中,利用 Blender 等三维渲染引擎,结合海量结构化三维模型,能够实现对三维线云几何语义特征的逆向重构和渲染。在工程量工作开展中,依托智能化技术推进线云与点云的深度融合,能够有效提升几何处理精度和三维模型精度,提升重建效率,拓展实景三维服务的应用范围,在未来工程测量发展中具有广阔发展前景。

3.5 测绘信息的智能化处理

测绘信息的智能化处理是测绘技术发展及应用的重要形式,针对具体工程项目测量需求,构建更为合理的智能化处理模式,有效推动工程测量水平不断提升。以某地铁结构运营期的形变和表观病害状态变化监测工程项目为例,需要实现对地铁结构的安全监测,利用轨道式移动三维激光扫描技术进行综合测量,获取相关外业数据,并构建系统性的数据信息智能化处理流程。先是对基准点稳定性进行评价,依据基准点个数、布设方式,先利用 VT 检验法将不稳定的基准点剔除,再合理设定每个基准点组中的基准点个数,利用三维平差法进行解算^[5]。第二步是利用移动扫描集成平台,获取所输入的点云数据中的坐标信息,结合带里程结构的中心线,选取其中一点获得点坐标,以输入的点坐标对应里程值,结合空间几何算法和线性插值,计算出投影点的三维坐标,更新中心线上所有点对应的里程。最后是完成隧道断面的提取与拟合,为地铁结构状态普查提供测量数据支撑。

4 工程测量中智能化测绘技术的发展趋势及应用要点

4.1 智能化测绘技术的发展趋势

随着人工智能技术的快速发展和应用成本的不断降低,

在未来工程测量发展中,智能化测绘技术发展将呈现如下趋势特征:①数据获取的自动化与实时化,利用多种形式的移动测量设备,搭载合适类型的多传感器,能够实现复杂地形的高效三维建模。例如在电力线路巡检工程中,利用无人机 LiDAR 实时三维点云建模成像技术,能够快速获取精度达到厘米级的杆塔点云数据,为巡检维护工作开展提供有效支撑。例如在桥梁、大坝等工程建设和运维中,利用布设 GNSS、光纤传感器等设备,能够实现毫米级的变形监测,结合边缘计算技术,能够实现实时性的数据处理和预警,有效提升工程建设和运维质量。②数据处理的智能化与高效化,利用人工智能算法驱动分析,能够实现对各种类型工程测量数据的精准分析,例如在建筑工程中,基于深度学习算法的遥感影像分类;在公路工程中利用点云分割技术提取道路标线,或是进行裂缝检测,整体分析效率较之传统方法能够提升 50% 以上。③系统集成与平台化,在复杂工程项目测量工作开展中,基于多源数据融合进行深度分析,并满足各个建设主体测量数据需求,是重要的发展趋势,例如在公路运维工程中,利用车载移动测量系统进行道路检测,综合 RGB 图像和点云,能够实现路面病害的精准识别。例如在智慧城市建设工程中,基于云计算构建测绘大数据平台,能够支持海量数据存储和并行计算,依托数字孪生技术实现对工程全生命周期的动态仿真,以此满足工程建设、监理、国土等多个部门管理需求。④标准化与规范化,在未来发展中,针对智能化测绘技术应用的标准建设逐渐加速,通过完善数据格式、算法接口和精度评价等内容,实现测绘数据的互联互通,进一步体现智能化测绘技术在区域工程建设高质量发展中的作用。

4.2 智能化测绘技术的应用要点

智能化测绘技术在未来各种类型工程建设中都有较为广阔的应用前景,针对当前实际应用中存在的问题,在实际应用中应当注意几个方面要点,系统性做好优化改进,以确

保技术应用成效充分显现出来。在数据采集阶段,应当根据工程测量目标,尽量采用多源传感器协同采集,有效提升测量精度和准确率;同时采用边缘计算前置方式,提升数据预处理效率,更好地满足测绘实时性应用需求。在数据处理阶段,应重点关注人工智能算法的场景适配,根据不同工程需求选择模型,提升数据处理效率。同时针对多数智能模型在实际应用存在计算结果偏差问题,应当采用自动检测和人工复核相结合的方式,确保成果可靠性。在数据管理和分析环节,应当尽量做好大数据挖掘和实时可视化决策,满足施工现场组织、施工质量控制和安全隐患监测等需求,推动工程建设方式优化。同时在测绘作业过程中,还应当注意数据加密和权限控制,规避数据泄露风险;在部分城市测绘中,合理做好街景数据的敏感信息处理,确保测绘结果符合隐私保护法律法规要求。

5 结语

智能化测绘技术的发展及应用,对推动工程测量优化,推动工程产业高质量发展具有积极促进作用,对相关岗位技术人员而言,必须切实强化对智能化测绘技术应用的重视程度,结合工程实际优化技术应用方式,实现高水平、高精度的测量,为工程项目建设运维工作开展提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 任彭睿智. 智能化测绘技术在工程测量中的应用研究 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2025, (01): 52-54.
- [2] 苏秀永,柴路嘉,谭龙,等. 基于数据融合技术的无人机航测成图模式探索 [J]. 工程勘察, 2024, 52 (08): 66-70.
- [3] 魏东,刘欣怡,张永军. 多视影像三维线云重建技术及其智能化发展展望 [J]. 测绘学报, 2024, 53 (06): 1025-1036.
- [4] 毛文亮. 智能化发展下工程测量中的数字化测绘技术探析 [J]. 水上安全, 2023, (14): 64-66.
- [5] 王敏,许诚权,季威. 智能化测绘技术在地铁结构安全监控中的应用 [J]. 现代城市轨道交通, 2022, (S1): 118-122.

Preprocessing of Solid Tide Observation Data from Gphone Gravity Meter

Mingyu Zhang Ru Li Lan Wang

Xi'an Surveying and Mapping Station, Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

The gravity tide observation data is less affected by interference signals and is stable and accurate, but the presence of interference signals in the solid tide observation data obtained by gravity stations in the mainland monitoring network is still inevitable. Therefore, data preprocessing is necessary. This paper selects the gravity tide observation data of stations with continuous and reliable observation data in the Chinese Mainland gravity station observation network, whose observation instruments are gPhone (portable earth tide spring gravimeter), and the data pre-processing software is the widely recognized Tsoft gravity tide data pre-processing software. On the basis of the original observation data of Songpan, Ruoqiang and Yutian stations, the Tsoft software is used for data pre-processing of various interference signals with different correctors to eliminate the interference signals of observation data, so that the data is continuous without interference, and higher analysis accuracy is obtained.

Keywords

Gravity observation data; gPhone gravimeter; TSOFT; data preprocessing

Gphone 重力仪固体潮观测资料预处理

张明钰 李茹 王岚

西安测绘总站, 中国·陕西 西安 710000

摘要

重力潮汐观测数据受到干扰信号较小且稳定精确, 但大陆监测网中重力台站所获得固体潮观测资料中干扰信号的存在仍不可避免, 因此进行数据预处理是必要的。本文选取中国大陆重力台观测网中具有连续可靠观测数据台站的重力固体潮观测数据, 其观测仪器均为gPhone(便携式地球潮汐弹簧重力仪), 数据预处理软件为被广泛认可的Tsoft重力潮汐数据预处理软件, 在获取的松潘、若羌和于田站原始观测数据基础上应用Tsoft软件对各类干扰信号采用不同修正器进行数据预处理, 消除观测资料干扰信号, 使数据连续无干扰, 得到较高的分析精度。

关键词

重力观测资料; gPhone重力仪; TSOFT; 数据预处理

1 引言

潮汐被分为海潮、固体潮、大气潮三类。虽然这三类潮汐都是由太阳和月亮的引潮力所致, 但其中的海潮和大气潮这两种潮汐分别指的是海洋表面的周期性涨落和大气表面的周期性涨落, 固体潮则是地球在月亮和太阳引潮力的作用下产生的响应所造成的地球周期性形变, 而如倾斜、天文经纬度、应变及重力等不同的地球物理现象就是由这种响应的形变所致。由于重力固体潮的变化极为微小, 所需观测仪器极为灵敏, 对观测数据进行有效地预处理是获得高质量分析结果的关键^[1]。重力固体潮的研究对于精化地球模型有至关重要的作用。随着测量仪器的更新换代, 测量精度在不断提高, 数据受各种因素的干扰表现也越来越明显。因此,

在对获得数据进行具体分析前, 对其进行预处理是非常必要的。

本文基于gPhone获取的3个台站2012年的连续重力变化观测数据进行预处理, 分析各站的重力变化。目的是为了消除数据中由于仪器自身问题或其他不能避免的一些因素所造成的影响, 包括仪器漂移、气象干扰、陆地水影响、构造运动等。将选取的三个站点数据通过预处理和漂移拟合后, 便能得到各站点的连续重力观测数据。本文目标是通过数据预处理获得连续稳定且光滑的重力固体潮观测数据, 为数据分析研究工作做准备。

2 重力台站与重力仪简介

2.1 重力台站观测数据

到2012年1月为止, 我国的重力台站已有50个以上且有30个左右具有3年以上的连续观测数据^[2]

本文选取其中部分数据进行的预处理操作: 3个重力台

【作者简介】张明钰(1998-), 女, 中国陕西西安人, 硕士, 助理工程师, 从事测绘工程、遥感科学与技术研究。