

智能化测绘技术在工程测量中的应用展望

尹天成

(安徽省煤田地质局物探测量队, 安徽 宿州 234000)

摘要 随着科技的不断发展, 智能化测绘技术应运而生, 并逐步在工程测量领域发挥关键作用。本文聚焦智能化测绘技术在工程测量领域的应用前景展开研究。首先, 系统阐述智能化测绘技术的核心特点与技术优势; 其次, 结合工程全生命周期, 详细分析其在规划设计、施工建设、运营维护等不同阶段的具体应用场景与实践价值; 最后, 从先进科技融合、测量精度与效率提升等维度, 对智能化测绘技术的未来发展趋势进行展望, 旨在为推动该技术更广泛、更深入地应用于工程测量领域提供理论参考。

关键词 智能化测绘技术; 工程测量; 建筑物变形监测; 设施设备状态监测; 测量精度

中图分类号: P2; TU198

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.21.008

0 引言

工程测量作为工程建设的基础环节, 其技术水平的高低直接影响着工程的质量与进度, 传统的测绘技术已经难以满足复杂的工程环境和高精度的测量需求, 智能化测绘技术为工程测量带来了新的机遇与挑战。智能化测绘技术利用先进的传感器、计算机以及数据分析技术等, 可以实现自动、快速、准确的测量, 不仅可以保证测量的正确性和稳定性, 还可以大大减少测量周期, 降低人工成本。基于此, 研究智能化测绘技术在工程测量中的应用具有重要的现实意义。

1 智能化测绘技术概述

1.1 智能化测绘技术的定义

智能化测绘技术是利用现代信息技术、传感器技术、人工智能等与传统测绘技术相结合, 实现测绘数据自动采集、智能处理、深度分析及应用的一种新的技术系统。基于高精度定位终端、卫星遥感影像、无人化移动测量平台及云端数据处理平台, 可全天候全地形快速获取大量的地理空间信息, 利用算法模型实现地物识别、变化监测及三维建模等, 此技术大大提高了数据采集速度及结果准确性, 可用于辅助工程勘察、施工放样、变形监测以及智能化管理等一系列工作, 促进了测绘服务由人工化、粗放式、间断式、无导向化向自动化、精细化、动态化、智能化的方向发展。

1.2 智能化测绘技术的特点

智能化测绘技术具有自动化程度高、测量精度高、数据处理速度快等特点。自动化程度高体现在测量设

备可以自动识别目标、选择路线、获取信息、即时传输以及进行初步的分析, 减少人为因素的影响和劳动的强度; 测量精准度高得益于高精度惯性导航系统、多传感器融合定位技术以及自适应滤波技术的综合应用, 有效降低外界的干扰, 确保地理空间数据的有效性; 数据处理速度快依靠边缘端的数据处理能力轻量化建模技术, 可以对大量的点云数据以及图像进行实时的解算、三维重建、变化监测, 为现场及时判断、做出相应的行动提供支持。

1.3 智能化测绘技术的发展历程

智能化测绘技术的发展经历了由传统测绘技术到智能化测绘技术的重大转变。早期的测绘技术主要是基于人工进行测量及手工绘制图纸, 靠经验来判断, 周期长、工作量大、成果更新不及时而且准确率低。随着计算机技术及传感器的发展, 产生了数字化测绘技术, 在野外实现了自动采集数据、在室内完成了成图一体化以及空间信息的有序存储以及快速查找。近年来, 人工智能的发展进一步促进了智能化测绘技术的发展, 综合利用多源遥感、北斗导航、激光雷达以及深度学习等技术使测绘设备和系统具有感知周围环境、识别目标物体、发现变化和作出实时决定的能力^[1], 大大提高了测绘的自动化程度、精确程度和服务响应速度。

2 智能化测绘技术在工程测量规划设计阶段的应用

2.1 地形地貌数据采集与分析

在工程测量的规划设计阶段, 精确的地形地貌资料是基础。智能化测绘技术可以利用无人机、卫星遥

作者简介: 尹天成(1997-), 男, 本科, 助理工程师, 研究方向: 工程测量。

感等手段获得大范围的地形地貌数据,无人机携带高精度的摄像设备可以在短时间内得到高清晰度的影像资料,再经过专业的软件进行处理就可以得到高精度的数字高程模型(DEM)以及正射影像图(DOM)。这些资料可以清楚地反映出工程所处地的地形情况,给规划设计提供详尽的基础资料。智能化测绘技术还可以对这些地形地貌的数据进行分析,如坡度分析、坡向分析等,使得设计者能够更清楚地认识到工程所在地的地形特点,从而完善设计方案。

2.2 地质条件探测

地质条件对工程建设的安全性和稳定性有很大影响。智能化测绘可以采用地质雷达、地球物理勘探等方法对工程区域进行地质调查。地质雷达通过发射高频电磁波来探测地下介质的分布情况,能够发现地下空洞、断层等地质缺陷^[2]。地球物理勘探则是通过检测地球物理场的变化来推测地下地质结构以及岩石的性质。这些探测结果对于工程基础设计起到了很重要的作用,从而保证了工程的安全和稳定。

2.3 规划方案模拟与优化

智能化测量技术在三维绘图软件中可以对工程项目进行模拟与改进。结合地物地貌数据、地质条件数据、工程设计数据,创建三维建模,设计人员就可以形象地看到工程项目在实际环境中的位置及效果。利用其仿真分析功能,可以对该工程项目进行不同的模拟实验,如水流模拟、风场模拟等,验证该项目是否可行、合理,根据仿真的结果,设计者可以对方案进行改进,提高项目的经济效益和社会效益。

3 智能化测绘技术在工程测量施工建设阶段的应用

3.1 施工场地测量与定位

在施工建设期间,精确的场地测量以及定位是保证工程顺利进行的必要条件。智能化测绘技术集成了全球定位系统、全站仪、三维激光扫描仪及惯性导航装置等设备,实现多种数据源的同时采集。GPS 提供大范围高精度的空间基准,全站仪完成局部详细的放线与变形监测,而三维激光扫描仪生成高精度的实景三维模型,智能软件自动解算、验证、显示,在 BIM 上更新最新测量结果。现场工人使用移动终端及时查阅设计模型及实测数据对比信息及时修改施工进度,整体方案大大增加了工作的流畅度,避免了人为的错误发生,缩短了工期,给全面的精细化建造提供了准确的空间信息保障^[3]。

3.2 施工进度监测

智能测量技术可使传感器网络和实时监控系统的结合更加紧密,从而做到对项目的全过程全方位监控。

对于建筑工程,安装在主要结构位置的位移传感器、应变传感器、倾斜仪不断获取变形的信息;并配备北斗高精度定位装置,达到毫米级沉降及位移监测。系统自动比对设计模型与实测数据,发现偏差规律并及时发出隐患预警。同时,装备多光谱相机的无人机按照预定的航线定时拍照,生成正射影像以及三维场景模型,清晰地看到土方开挖、主体封顶、外立面施工等各个阶段的进度。所有的数据集中在同一个系统中,方便远程协同决策和循环管理,从而大大提高项目管理的精度、速度以及安全系数。

3.3 施工质量控制

智能测绘技术对施工质量监控起着重要作用,它能够精确、及时地获取施工数据并进行处理,自动生成对比信息,做到全程闭环管理。在公路建设方面,车载三维激光扫描设备和惯性导航系统联合运行,不断记录路面平整度、坡度及平整度等参数,自动发现偏差并报警;在建筑行业内,无人机倾斜摄影与 BIM 模型互动,及时检测建筑物尺寸大小、楼层高低、构件位置等等,配合智能传感器及图像识别软件,可以无损鉴别混凝土表面质量、钢筋间距及保护层厚度等,帮助材料进场检测以及隐蔽工程检查等工作,大大提高了质量监管工作的公正性、及时性以及可追溯性。

4 智能化测绘技术在工程测量运营维护阶段的应用

4.1 建筑物变形监测

在工程的运行维护阶段,建筑物的变形监测是保证建筑物安全的重要措施。智能化测绘技术可以使用高精度的测量工具和监控系统来监控建筑物的变形情况,如利用全站仪、水准仪等设备定期对建筑物的沉降、倾斜等方面进行测量,经过对结果的整理分析得出建筑物的变形发展趋向。智能化测绘技术也可以利用传感器以及物联网技术进行对建筑物的变形的实时监控报警,在变形达到预定值时发出警报,从而引起相关人员的注意。

4.2 设施设备状态监测

工程项目中设施设备(桥梁、隧道、管道等)的工作状态对于保障项目的正常运作起着至关重要的作用。智能化测绘结合高精度定位、三维激光扫描及物联网感知能力,通过安装应变片、加速度传感器、倾斜仪、光纤光栅、温湿度测量模块等方式对结构物的变形情况、应力情况、动力响应及环境交互的影响进行实时连续监测^[4]。基于端侧计算与云端大数据平台,系统可以自动捕捉异常变化,精确锁定病害发生的位置,辅助科学评定结构物的健康状态。因此而产生的

预见性维护方案大大提高了维护的响应速度,减少意外事件的发生,有效地延长了设备设施的使用寿命,提升了基础设施服役的安全性和韧性。

4.3 灾害预警与应急响应

智能化测绘技术集成卫星遥感、气象监测、无人机航拍以及物联网传感器,实现对自然灾害的全过程全方位监控,可以清晰判断洪水淹没范围、震后地面变化、山体滑坡情况、森林火灾情况等,自动生成风险程度示意图,分级报警。在应急响应阶段,基于高精度三维地理信息平台,汇聚地形地貌、道路畅通情况、房屋类型、人口热力图及救援资源所在位置等各种信息,进行灾害情景模拟推演,帮助指挥中心更好地设置疏散路线、合理布置救援力量、及时安排物资配送计划等,大大提高了灾害评估的可靠性和应急处置的有效性。

5 智能化测绘技术在工程测量中的发展趋势

5.1 与新兴技术的融合

智能化测绘技术将与人工智能、大数据、物联网等新兴技术相结合。人工智能应用于影像解译、三维模型构建和变化检测中,完成对地理要素的自动提取及语义理解;大数据用于多种不同类型测绘数据集成、管理、关联分析,获取空间信息的潜在价值;物联网将无人机、卫星、传感器、移动终端互联互通,形成全方位立体式感知网络,组合式创新带来自动化采集、智能化诊断、动态更新、闭环反馈的新形态,大大增强了测绘服务的即时性、辅助决策和空间表现能力。

5.2 测量精度的提升

随着科技的发展,智能化测绘技术的测量精度越来越高。高敏感度的多元集成传感器、抗干扰的激光雷达、小型化的惯性导航模块等新产品的不断更新换代大大加强了在复杂条件下的获取数据的能力^[5]。人工智能控制的自适应滤波算法、多尺度特征匹配技术、实时动态平差方法深入融合到了数据的处理过程中,可以有效地去除噪声的影响,保证结果的一致性和可靠性。边缘计算及云端协同机制加速了数据的解算和回传效率,完成从采集到应用的闭环优化。测量精度的大幅提高,不仅完善了工程项目勘察、设计、施工的各阶段的数据基础,而且极大地推动了城市更新、交通枢纽、防灾减灾等重大工程的精细化管理和可持续发展。

5.3 应用领域的拓展

智能测绘技术应用范围将会不断扩大。除了传统的工程测量领域外,还会涉及城市规划、生态环保、

农业、林业、应急救援、自然资源管理及文物古迹保护等领域的应用。在城市规划中,利用高精度的三维建模以及实时的动态监测功能,为城市空间布局的优化和道路的智能化规划提供参考;在生态环境保护上,通过多源卫星遥感影像以及无人机航拍的方式进行污染蔓延路径跟踪,生态系统破坏检测及生物多样性评价;在农业及林业方面,准确把握土壤湿度、农作物生长状况及树木植被的变化情况,帮助智能化农业生产及合理开发利用;在应急救援中,及时绘出受灾损失图等为相关部门科学调配资源和做出准确判断提供支撑;在自然资源监督执法及古建筑测绘中,提供一个丰富、多时空尺度、高频率的空间数据库。

6 结束语

智能测绘技术贯穿工程全寿命周期,在各阶段均发挥着关键作用:在规划设计阶段,为地形分析、地质勘探提供高精度数据支撑;在施工建设阶段,实现精确位置测定、施工进度动态监控与工程质量实时保障;在运营维护阶段,承担结构变形监测、设施健康状态评估及灾害预警等核心功能。随着AI、5G、北斗卫星导航系统等先进技术的深度融合,智能测绘的精度持续提升,应用场景也不断拓展。然而,其规模化推广仍面临多重挑战:高端测绘设备成本高昂,制约了中小项目的技术普及;测绘数据的安全防护与保密管理体系有待完善;兼具测绘专业能力与信息技术素养的复合型人才短缺,成为技术落地的重要瓶颈。面对机遇与挑战并存的发展格局,需从多维度协同推进:一方面,加大核心技术研发投入,优化设备性价比;另一方面,完善数据安全监管制度,构建全流程防护体系;同时,加快复合型人才培养,打通产学研用通道。通过推动智能测绘与工程建设的深度融合,为工程领域的高质量发展筑牢技术根基。

参考文献:

- [1] 于丽.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(08):27-29.
- [2] 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.
- [3] 高光伦,邓国震.测绘工程中高精度测量技术的应用与发展趋势研究[J].美食,2024(23):117-118.
- [4] 吴金明.数字化测绘技术在工程测量中的运用研究[J].科技资讯,2023,21(06):23-26.
- [5] 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.