

工程测量专业中移动测量技术发展与应用

黄奉杰

邹城市土地储备和规划事务中心 山东 邹城 273500

摘要: 在工程测量专业领域,移动测量技术发展迅速且应用广泛。本文先阐述移动测量技术与工程测量的关联,包括对测量流程的影响及与各环节的衔接逻辑。接着分析发展态势,涵盖技术演进、完善重点与制约因素。随后探讨应用方向,涉及应用场景、流程优化、融合应用及技术适配。最后指出应用中的重点把控方向,如关键环节把控、细节优化与应用模式调整,为移动测量技术在工程测量中的发展应用提供参考。

关键词: 移动测量技术;工程测量;发展态势;应用方向

引言: 工程测量作为工程建设的重要基础,对保障工程质量与安全意义重大。传统工程测量方式在效率、精度及应用范围等方面存在局限。随着科技发展,移动测量技术应运而生,它融合多种先进技术,为工程测量带来新变革。深入研究移动测量技术与工程测量的关联、发展态势及应用方向,有助于充分发挥该技术优势,推动工程测量领域进步,满足日益复杂的工程建设需求。

1 移动测量技术与工程测量的关联

1.1.1 测量作业模式革新

传统工程测量多采用静态测量方式,需在不同测量点间频繁移动设备并重新布设,过程繁琐且耗时。这种传统模式不仅耗费大量人力物力,而且在面对复杂地形和大规模测量任务时,效率低下的问题更为突出^[1]。移动测量技术的引入,使测量作业从静态转向动态,测量设备搭载于移动载体上,可连续采集数据,无需反复停驻布设,大幅缩短测量周期,提升作业效率。例如在道路工程测量中,传统方法需分段测量道路线形参数,移动测量技术则能一次性完成全线数据采集,减少人力与时间投入。

1.1.2 数据采集精度与完整性提升

移动测量系统集成多种高精度传感器,如激光雷达、高精度惯性导航等,可同时获取空间位置、形态等多维度信息。这些传感器相互配合,能够更全面、准确地捕捉工程对象的特征,为后续的数据处理和分析提供丰富的素材。相较于传统测量手段,能更全面、精准地反映工程对象特征,减少数据缺失与误差。在复杂地形测绘中,传统方法可能因地形遮挡导致部分区域数据缺失,移动测量技术凭借多传感器协同工作,可有效弥补这一不足,获取更完整的地形数据。

1.1.3 测量成果应用拓展

移动测量技术生成的数据具有实时性与高精度特点,

为工程测量成果应用开辟新途径。除用于工程规划设计、施工监测等传统领域,还可为智慧城市建设、数字孪生等新兴领域提供基础数据支持。在智慧交通建设中,移动测量获取的道路实时数据,可用于交通流量分析、路况监测等,助力城市交通智能化管理。

1.2 移动测量技术与工程测量环节的衔接逻辑

1.2.1 与前期规划环节衔接

在工程前期规划阶段,移动测量技术可快速获取工程区域地形地貌、地物分布等基础信息,为规划方案制定提供详细数据支撑。通过三维建模技术,将采集数据转化为直观的三维模型,使规划人员更清晰了解工程现场情况,优化规划方案,提高规划科学性与合理性。

1.2.2 与施工监测环节衔接

施工过程中,移动测量技术可实时监测工程结构变形、施工进度等情况。通过高频次数据采集,及时发现潜在风险,保障施工安全。将测量数据与设计模型对比分析,及时发现施工偏差,为施工调整提供依据。在高层建筑施工中,利用移动测量技术监测建筑物垂直度与沉降情况,确保施工安全与质量,保障工程按设计要求顺利推进,避免因偏差导致的返工或安全事故。

1.2.3 与后期运维环节衔接

工程建成投入使用后,移动测量技术可定期对工程设施进行检测与评估。通过长期数据积累与分析,掌握设施运行状态变化规律,预测设施使用寿命,为运维决策提供科学依据。在桥梁运维中,移动测量技术可检测桥梁结构损伤情况,评估桥梁健康状况,指导养护维修工作,延长桥梁使用寿命。例如,通过定期扫描桥梁表面,识别裂缝或腐蚀区域,为维修计划提供精准依据,降低运维成本。

2 工程测量中移动测量技术的发展态势

2.1 移动测量技术的技术演进方向

移动测量技术正沿着智能化、集成化、实时化的路径加速演进。在智能化层面,人工智能算法的深度应用显著提升了数据处理效率与精度^[2]。在集成化方向,多传感器融合技术成为主流趋势,激光雷达、摄像头、惯性测量单元(IMU)等设备的协同工作,实现了空间信息的高精度、多维度采集。北斗导航系统与5G通信技术的融合,则为移动测量提供了厘米级定位与低延迟数据传输能力,支撑起实时动态监测场景的应用需求。此外,三维建模技术的突破使得移动测量成果从二维平面迈向三维实景,为数字孪生城市、智慧交通等领域提供了关键数据底座。

2.2 移动测量技术的技术完善重点

技术完善聚焦于精度提升、环境适应性增强与数据安全保障三大维度。精度提升方面,需突破传感器硬件性能瓶颈,优化多源数据融合算法,降低复杂环境下的测量误差。例如,在软土地基或高温差场景中,需通过温度补偿算法与抗干扰设计提升设备稳定性。环境适应性增强则要求移动测量系统具备更强的抗干扰能力,如采用电磁屏蔽模块应对工业区电磁干扰,或通过地形适配算法优化传感器安装位置,减少植被遮挡对风速测量的影响。数据安全领域,随着测绘数据成为战略性资源,需构建覆盖数据采集、传输、存储全链条的安全体系,采用联邦学习框架实现数据脱敏处理,满足合规监管要求。同时,推动国产核心装备研发,降低对进口设备的依赖,亦是技术完善的重要方向。

2.3 移动测量技术的发展制约因素

发展制约主要源于技术、市场与行业环境三重层面。技术层面,传感器精度限制与算法成熟度不足仍是关键瓶颈,各类场景下的测量误差的精准控制、影像解译等相关技术难题,需通过持续研发投入与产学研协同创新加以解决。市场层面,传统测绘企业转型压力较大,复合型人才短缺直接导致技术落地进程缓慢,相关人才需同时掌握多种核心技术与行业场景知识,人才供给不足进一步阻碍了技术的商业化推进。行业环境层面,相关标准的不统一导致数据互通存在困难,需通过构建统一的数据格式与交换协议加以规范,同时各类技术壁垒与相关争议,也迫使相关企业通过本地化合作与技术适配提升核心竞争力,间接增加了技术发展推广的难度。

3 移动测量技术在工程测量中的应用方向

3.1 工程测量中的技术应用场景

移动测量技术在工程测量领域展现出广泛的应用潜力,覆盖地形测绘、建筑监测、交通工程及地下空间开发等多个维度^[3]。在地形测绘中,搭载激光雷达与高分辨

率相机的移动平台可快速获取大范围地形数据,生成高精度数字高程模型,为土地规划、灾害评估提供基础支撑。建筑监测领域,移动测量系统通过定期扫描建筑表面,捕捉毫米级形变信息,辅助结构健康评估与维护决策。交通工程中,无人机搭载的移动测量设备可对道路、桥梁进行动态监测,实时分析路面平整度、裂缝扩展等指标,支撑养护计划制定。地下空间开发方面,移动式三维激光扫描仪能够穿透复杂环境,获取隧道、管廊的精确几何信息,保障施工安全与质量管控。

3.2 移动测量技术的应用流程优化

移动测量技术通过自动化与智能化手段重构传统工程测量流程。外业数据采集阶段,移动平台集成多传感器协同工作,实现“走一遍测全貌”的高效作业模式,大幅缩短现场作业时间。内业数据处理环节,基于深度学习的点云分类算法可自动识别目标特征,减少人工干预,提升成果输出速度。例如,在道路横断面测量中,移动测量系统可实时生成三维模型并提取关键参数,较传统方法效率提升数倍。此外,云端协同处理技术使多团队可并行处理大规模数据,进一步压缩项目周期,满足工程快速推进需求。

3.3 移动测量技术与传统测量技术的融合应用

移动测量技术并非替代传统手段,而是通过优势互补形成综合解决方案。在精度要求极高的场景中,全站仪与移动测量系统的联合使用可兼顾局部细节与整体效率。例如,在建筑立面测绘中,移动激光扫描获取整体轮廓后,全站仪可对关键节点进行补测,确保数据完整性。GNSSRTK技术与移动测量平台的融合,则解决了复杂环境下的定位难题,通过多系统联合解算提升信号遮挡区域的测量可靠性。这种融合模式既保留了传统技术的精度优势,又发挥了移动测量技术的效率特长,形成“1+1>2”的应用效果。

3.4 移动测量技术应用中的技术适配

技术适配需针对不同工程场景调整系统参数与作业方式。在软土地基监测中,移动测量设备需配备抗振动模块,并通过滤波算法降低设备晃动对数据的影响。高温差环境要求传感器具备温度补偿功能,确保测量结果稳定性。对于植被茂密区域,采用多回波激光雷达技术可穿透植被层,获取真实地形数据。此外,数据格式转换与接口标准化是技术适配的关键环节,需通过开发通用数据交换协议,实现移动测量系统与BIM、GIS等工程软件的无缝对接,提升数据复用价值^[4]。技术适配的深度与广度,直接决定了移动测量技术在工程领域的落地效果与推广速度。

4 移动测量技术应用中的重点把控方向

4.1 技术应用中的关键环节把控

移动测量技术在工程实践中的有效应用,离不开对关键环节的精准把控。数据采集作为整个流程的起始点,是后续分析与应用的基础,其质量直接影响最终成果的可靠性。在数据采集环节,需严格确保移动测量设备的稳定性与准确性。设备在运行过程中,可能因外界环境干扰、机械振动等因素产生误差,因此要定期对设备进行校准与维护,保证其处于最佳工作状态。同时,要根据测量区域的地形地貌、气候条件等实际情况,合理规划测量路线与时间,避免在恶劣天气或复杂地形条件下进行数据采集,以减少外界因素对数据质量的影响。数据处理环节同样至关重要。采集到的原始数据往往包含大量噪声与无效信息,需要运用专业的算法与软件进行滤波、分类、配准等处理操作。在这一过程中,要选择合适的处理方法与参数,依据数据特征与测量需求进行针对性调整。例如,对于激光雷达点云数据,需根据点云密度、分布情况等因素确定滤波算法的阈值,以有效去除地面杂物等噪声点,保留真实的地物信息。

4.2 技术应用细节的优化完善

移动测量技术应用中的细节优化是提升测量精度与效率的关键。传感器安装需校准位置与姿态;数据传输需保障稳定性与安全性;细节处理需结合工程实际需求。在传感器安装方面,要确保各传感器之间的相对位置与姿态准确无误。不同传感器获取的数据需进行融合处理,若传感器安装存在偏差,将导致数据融合困难,影响测量结果的准确性。因此,在安装过程中要严格按照设备说明书进行操作,并使用专业的检测工具对传感器位置与姿态进行校准。数据传输环节也不容忽视。随着移动测量技术采集的数据量日益增大,数据传输的稳定性与速度成为制约技术应用的因素之一。要选择合适的数据传输方式与设备,确保数据能够及时、完整地传输至处理终端。同时,要对数据传输过程进行加密处理,保障数据的安全性,防止数据泄露或被篡改。

4.3 技术应用模式的适配调整

不同的工程场景对移动测量技术的应用模式有着不同的要求。城市建筑测量需高精度设备;大型基础设施监测需长期稳定系统;新兴领域需融合新技术拓展功能。在城市建筑测量中,由于建筑物密集、结构复杂,需要采用高精度的移动测量设备与精细化的数据处理方法,以准确获取建筑物的几何尺寸与空间位置信息。而在大型基础设施监测中,如桥梁、隧道等,更注重对结构变形与损伤的长期监测,因此需要建立长期稳定的监测系统,采用定期测量与实时监测相结合的方式,及时掌握基础设施的健康状况。此外,随着技术的不断发展,移动测量技术与其他新兴技术的融合趋势日益明显^[5]。在实际应用中,要根据工程需求与技术发展趋势,适时调整技术应用模式,将移动测量技术与大数据、人工智能、物联网等技术相结合,拓展移动测量技术的应用范围与功能,为工程测量提供更全面、高效的技术支持。

结束语

移动测量技术在工程测量中的应用已取得显著成效,通过革新测量作业模式、提升数据质量、拓展成果应用,为工程建设提供有力支持。在发展过程中,虽面临技术、市场与行业环境等方面的制约,但通过持续创新与完善,不断优化应用流程与细节,适配不同工程场景需求,移动测量技术将在工程测量领域发挥更大作用,助力工程建设高质量发展。

参考文献

- [1]胡金浩,蒋大为.移动RTK技术在工程测量中的应用实践分析[J].信息记录材料,2025,26(2):229-231.
- [2]姜铭煊,李冉,刘宁.基于移动RTK的建筑工程测量技术研究[J].自动化应用,2025,66(5):230-232.
- [3]王远扬,周晓妹.基于空地一体化移动测量技术的大比例尺地形图更新[J].测绘与空间地理信息,2022,45(z1):218-221.
- [4]巩健.车载移动测量技术在既有铁路横断面测量中的应用[J].铁道勘察,2024,50(5):78-83.
- [5]张鸿飞.移动式SLAM三维激光扫描技术在绿化测量中的应用[J].工程技术研究,2024,9(6):204-206.