

数字化测绘工程测量作业模式创新

王 健

武汉中科科创工程检测有限公司, 湖北 武汉 430071

[摘要]为突破传统测绘作业存在的各类实操瓶颈,助力测绘行业完成产业升级,研究逐一梳理传统测绘作业的短板缺陷,从数据采集、数据处理、成果应用三个核心环节梳理数字化测绘全新作业模式,阐释多源数据融合、云计算大数据等关键技术支撑作用,结合三类不同场景工程完成实操验证。实践证明,全新数字化作业形式能够有效提升测绘作业效率、稳定测量精度、节约项目投入,可为测绘行业数字化转型与工程实操应用提供可行参考。

[关键词]数字化;测绘工程;测量作业;模式创新

DOI: 10.64635/ja.2026.1195

中图分类号: P258

文献标识码: A

Innovation in Surveying Operation Modes for Digital Surveying and Mapping Engineering

Wang Jian

Wuhan Zhongke Kechuang Engineering Testing Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430071, China

Abstract: To overcome various practical bottlenecks in traditional surveying and mapping operations and support industrial upgrading in the surveying and mapping industry, this study systematically reviews the shortcomings of traditional surveying operations. It then examines a new digital surveying and mapping operation mode from three core links: data acquisition, data processing, and results application. The supporting role of key technologies such as multi-source data fusion, cloud computing, and big data is also explained, and practical verification is carried out in three different engineering scenarios. Practice shows that the new digital operation mode can effectively improve surveying efficiency, stabilize measurement accuracy, and reduce project investment, providing a feasible reference for the digital transformation of the surveying and mapping industry and the practical application of engineering surveying.

Keywords: digitalization; surveying and mapping engineering; surveying operation; mode innovation

引言

传统测绘作业依托人工实操与传统设备开展工作,技术体系与作业模式相对固化,无法适配当下大型工程、复杂场地、高精度标准的测绘作业需求,行业整体改革升级具备极强必要性。各类数字智能技术的普及落地,为测绘作业模式革新提供坚实技术基础。本文围绕数字化测绘作业创新开展系统性研究,明确全新作业模式的创新内容与技术架构,依托实际工程检验应用价值,对优化现代测绘作业体系、推动行业技术升级、提升工程建设整体质量具备积极的理论与实践作用。

1 传统测绘工程测量作业模式局限性

传统测绘工程测量作业模式高度依赖人工操作与纸质记录,在数据采集、处理、传输和应用等环节存在多重难以克服的弊端。数据采集阶段,测量人员需携带全站仪、水准仪等传统仪器在野外开展逐点测量,劳动强度极大,

且受天气、地形等自然条件制约显著。山区、水域、城市密集建筑群等复杂地形区域,传统测量方法往往难以抵达测量点位,直接延长测量周期,甚至形成测量盲区。数据处理阶段,测量人员需将野外记录的纸质数据手动录入计算机,再借助专业软件完成计算绘图。该过程效率极低,人为输入错误频发,直接影响测量成果准确性。数据传输阶段,传统模式主要通过 U 盘、硬盘等物理介质完成数据交换,存在数据丢失、泄露风险,同时无法实现数据实时共享与协同作业^[1]。传统测绘作业模式局限性还体现在项目管理层面。数据采集与处理环节相互割裂,项目管理人员无法实时掌握测量进度与质量状态,难以实施项目动态管理与资源调配。测量数据出现偏差时,需重新开展野外测量,造成人力、物力与时间大量浪费。传统测绘成果多以纸质图纸与电子文档形式呈现,难以与地理信息系统、建筑信息模型等现代技术深度融合,无法适配工程建

设数字化、智能化发展需求。

2 数字化测绘工程测量作业模式核心创新维度

2.1 数据采集模式全流程自动化创新

数字化测绘工程测量作业模式引入全球导航卫星系统、无人机航测系统、三维激光扫描系统等先进技术,实现数据采集全流程自动化。全球导航卫星系统实时动态定位技术可在野外快速获取测量点位三维坐标,测量精度可达厘米级乃至毫米级。相较传统全站仪测量,全球导航卫星系统实时动态定位技术无需测量点间通视,大幅提升测量效率,尤其适配大面积地形测量与工程放样作业。无人机航测系统搭载高分辨率数码相机、多光谱相机与激光雷达等传感器,可快速获取大面积区域航空影像与点云数据。无人机航测具备机动灵活、成本低廉、安全高效等优势,可在短时间内完成传统方法需数月才能完成的测量任务。三维激光扫描系统可对复杂物体与地形开展快速、高精度三维扫描,获取海量点云数据,为三维建模与工程分析提供基础数据支撑。

2.2 数据处理模式智能协同化创新

数字化测绘数据处理模式创新聚焦智能化与协同化两大方向。智能化数据处理技术借助人工智能、机器学习等算法,可自动识别提取影像与点云数据中的地物信息,涵盖道路、建筑物、水系等。相较传统人工矢量化方法,智能化数据处理技术可将数据处理效率提升数倍乃至数十倍,同时降低人为因素对数据质量的干扰。协同化数据处理模式依托云计算与大数据技术,构建分布式数据处理平台。测量人员可通过互联网将野外采集数据实时上传至云端服务器,多名数据处理人员可同时在云端完成数据处理与分析。该模式彻底打破时间与空间限制,实现数据实时共享与协同作业,大幅提升数据处理效率与质量^[2]。云端数据处理平台还可提供强大计算能力与存储能力,满足海量测绘数据处理需求。

2.3 成果应用模式数字可视化创新

数字化测绘成果应用模式创新聚焦数字化与可视化两大方向。数字化成果可直接与地理信息系统、建筑信息模型等现代技术融合,为工程建设规划、设计、施工与运营管理提供全方位空间信息支撑。建筑工程领域,将数字化测绘成果与建筑信息模型结合,可实现建筑模型精准定位与碰撞检测,提前发现设计问题,避免施工过程返工。可视化成果借助三维建模、虚拟现实与增强现实等技术,将抽象测绘数据转化为直观、生动的三维模型与场景。工

程技术人员可通过沉浸式方式查看分析测绘成果,更清晰把握工程现场地形地貌与空间关系。可视化成果还可应用于工程展示、方案汇报与公众参与,提升工程建设透明度与社会认可度。

3 数字化测绘工程测量作业模式创新作业模式技术支撑体系

3.1 多源数据融合技术

多源数据融合技术是数字化测绘工程测量作业模式核心技术。该技术可将全球导航卫星系统、无人机航测、三维激光扫描等不同技术手段获取的多源数据有机融合,形成统一、完整、高精度的测绘成果。多源数据融合技术可充分发挥各类技术手段优势,弥补单一技术短板。将无人机航测获取的高分辨率影像与三维激光扫描获取的高精度点云数据融合,可同时获取地物纹理信息与几何信息,提升三维建模精度与真实感。

3.2 云计算与大数据技术

云计算与大数据技术为数字化测绘工程测量作业模式提供强大计算与存储支撑。云计算技术可将分散计算资源集中整合,形成虚拟计算池,为用户提供按需分配的计算服务。数字化测绘领域,云计算技术可用于海量测绘数据处理、存储与管理,大幅提升数据处理效率与速度^[3]。二者相辅相成,大数据技术可对海量测绘数据开展深度挖掘与分析,提取高价值信息,为工程建设与决策提供科学依据。

3.3 移动互联网与物联网技术

移动互联网与物联网技术实现测绘数据实时传输与设备远程监控。移动互联网技术支持测量人员通过智能手机、平板电脑等移动终端,将野外采集数据实时上传至云端服务器,同时可从云端下载最新测绘成果与任务指令。物联网技术通过在测绘仪器与设备上安装传感器,实现对设备运行状态的实时监控与远程管理。借助物联网技术可实时监测全站仪、水准仪等仪器的温度、湿度与电池电量等参数,及时发现设备故障,保障测量工作顺利开展。

4 数字化测绘工程测量作业模式创新作业模式工程应用效能验证

为验证数字化测绘工程测量创新作业模式实际应用效果,选取三个不同类型工程项目开展对比测试,涵盖城市地形测量、高速公路勘测与矿山地形测量三类工程。测试内容涵盖作业效率、测量精度与经济效益三个维度。

表 1 传统与数字化测绘作业模式效率对比

作业环节	传统模式耗时 (d)	数字化模式耗时 (d)	效率提升比例 (%)
数据采集	45	8	82.2
数据处理	30	5	83.3
成果输出	15	2	86.7
总耗时	90	15	83.3

表 1 数据显示，数字化测绘作业模式各环节耗时均远低于传统模式，总效率提升 83.3%。其中数据采集环节效率提升最为显著，主要得益于无人机航测与全球导航卫星系统实时动态定位技术应用。数据处理环节效率提升主要得益于智能化数据处理技术与协同化数据处理平台应用。

表 2 不同数字化测绘技术精度参数对比

技术手段	平面精度 (cm)	高程精度 (cm)	适用范围
GNSSRTK	1~2	2~3	开阔区域
无人机航测	5~10	10~15	大面积区域
三维激光扫描	0.5~1	0.5~1	复杂地形和物体
全站仪	0.5~1	0.5~1	小范围高精度测量

表 2 数据显示，不同数字化测绘技术具备不同精度特性与适用范围。全球导航卫星系统实时动态定位技术适配开阔区域快速测量，平面精度可达 1~2cm。无人机航测技术适配大面积区域快速测量，平面精度可达 5~10cm。三维激光扫描技术与全站仪适配小范围高精度测量，精度可达 0.5~1cm。实际工程应用中，可根据测量任务精度要求与地形条件，选择适配的测绘技术手段。

表 3 创新作业模式在不同工程类型中应用效果对比

工程类型	传统模式成本 (10 ⁴ 元)	数字化模式成本 (10 ⁴ 元)	成本降低比例 (%)	工期缩短比例 (%)
城市地形测量	85	32	62.4	83.3
高速公路勘测	260	95	63.5	81.2
矿山地形测量	120	48	60.0	85.0

表 3 数据显示，数字化测绘作业模式在各类工程项目中均取得显著经济效益。相较传统模式，数字化模式成本降低 60%以上，工期缩短 80%以上。主要原因在于数字化测绘作业模式大幅提升测量效率，减少人力、物力与时间投入。同时数字化测绘成果质量更优，可有效避免因测量误差引发的工程返工，进一步降低工程建设总成本^[4]。

5 数字化测绘工程测量作业模式创新作业模式推广应用策略

5.1 加强技术研发与人才培养

加大数字化测绘技术研发投入，推动技术创新落地，稳步提升技术成熟度与工程应用能力。集中力量攻克多源数据融合、智能化数据处理、云计算与大数据等核心技术难题，突破技术瓶颈，推动数字化测绘技术向更高层级发展。多源数据融合方向，重点研发实时动态融合算法，实现不同传感器数据毫秒级同步匹配，解决复杂地形区域数据拼接精度偏低问题。智能化数据处理方向，训练测绘行业专属深度学习模型，针对道路、建筑物、水系等典型地物优化识别算法，将地物自动提取准确率稳定提升至 95%以上。云计算方向，搭建测绘行业专属云平台，整合全国计算与存储资源，为中小测绘企业提供低成本算力支持。同步推进数字化测绘人才培养，构建多层次人才培养体系，打造一批精通测绘专业知识，同时掌握计算机技术、信息技术与人工智能技术的复合型人才队伍。高校调整测绘工程专业课程体系，增设无人机航测、三维激光扫描、地理信息系统开发等核心课程，建设校内实训基地，配齐各类先进测绘设备。企业建立师徒结对培养机制，安排资深技术人员带领新员工全程参与实际工程项目，积累现场经验。定期举办行业技能竞赛与技术交流活动，激发从业人员学习主动性。同时，各地出台人才引进优惠政策，吸引计算机、人工智能等相关专业高端人才加入测绘行业。

5.2 完善行业标准与规范

加快健全数字化测绘行业标准与规范，建立统一技术标准体系与数据格式规范。当前数字化测绘技术发展迅速，但相关标准与规范建设相对滞后，导致不同单位之间数据难以实现共享交换。因此必须加快制定完善数字化测绘数据采集、处理、存储、传输与应用等全环节标准与规范，保障测绘成果质量稳定与格式统一。成立由行业主管部门、龙头企业、高校及科研院所共同组成的标准制定委员会，分阶段推进各项标准制定工作^[5]。优先制定数据格式与接口标准，实现不同软件平台之间数据无缝对接。制定各类技术手段作业规范，明确无人机航测飞行高度、重叠度、像控点布设密度等关键参数要求。建立标准动态更新机制，每年根据技术发展趋势与工程应用实际修订完善相关标准。

5.3 推动产学研用深度融合

深化产学研用融合发展，构建企业、高校、科研院所多方协同合作机制。企业主动与高校、科研院所开展合作，

共同开展数字化测绘技术研发与应用研究,推动科研成果快速转化为实际生产力。共建联合实验室与工程技术研究中心,企业提供资金支持与工程应用场景,高校与科研院所提供科研力量与技术储备,针对工程实际问题开展定向研发。例如,针对矿山复杂地形测绘难题,联合研发适用于井下与露天矿山的一体化测绘技术体系。

5.4 加强安全保障体系建设

全面加强数字化测绘安全保障体系建设,确保测绘数据安全与保密。数字化测绘数据承载重要经济价值与战略价值,一旦泄露或被篡改,将给国家与企业造成严重损失。因此必须构建完善测绘数据安全管理制度,加强测绘数据采集、处理、存储、传输与应用等全环节安全管控。实行数据分级分类管理,根据数据敏感程度划分为不同安全等级,采取差异化防护措施。对涉及国家秘密的测绘数据,严格实行专人管理、专机存储、专网传输制度。

6 结束语

研究系统梳理传统测绘作业存在的各类实操局限,总结数字化测绘在数据采集、数据处理、成果应用环节的创新内容,梳理适配全新作业模式的技术体系。通过多类工

程对比测试,证实数字化测绘作业模式在作业效率、测量精度、经济收益层面具备显著实操优势。结合行业发展现状,提出技术研发、制度完善、校企合作、数据安全管控等落地举措。伴随国内信息技术持续更新迭代,数字化测绘作业体系会持续优化成熟,逐步实现全流程智能管控与一体化作业,持续推动工程测绘行业稳定向好发展。

【参考文献】

- [1]秦奎,高昕场,周艳菊.地质工程测量中数字化测绘技术的应用分析[J].科技与创新,2024(12):121-123.
- [2]赖培均.数字化测绘技术在工程测量中的运用探讨[J].科海故事博览,2025(35):22-24.
- [3]李晓.数字化测绘技术在工程测量中的运用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(18):162-164.
- [4]丁一伦.数字化测绘技术在工程测量中的应用与创新[J].车时代,2025(2):67-69.
- [5]梁杰明.数字化测绘技术在建筑工程测量中的创新应用探讨[J].建筑·建材·装饰,2025(18):175-177.

作者简介:王健(1993.03—),男,汉族,本科,专业:工程管理。