

测绘新技术在工程测量中的实践应用探析

李嗣玮 王志鸿 陈川

扬州市勘测设计研究院有限公司

DOI:10.32629/etd.v6i9.20502

[摘要] 伴随国内城乡基础设施建设步伐持续提速,各类市政改造、房屋建筑、交通水利工程项目层出不穷,行业对于工程测量作业的精细度与作业时效提出了更高标准。传统测绘手段长期依靠人工配合基础设备完成外业采集,不仅整体作业效率偏低,测量精度容易受天气地貌、人为操作等多重因素干扰,已经难以适配现阶段复杂工程的测绘作业需求。本文阐述各项技术的落地方式与应用要点。以此助力测绘企业完成技术升级,促进行业良性发展,也可为同行业从业人员提供实操参考。

[关键词] 工程测量; 新型测绘技术; 北斗GNSS; 三维激光扫描; 多技术融合

中图分类号: TB22 **文献标识码:** A

Analysis of the Practical Application of New Surveying and Mapping Technologies in Engineering Surveying

Siwei Li Zhihong Wang Chuan Chen

Yangzhou City Survey and Design Research Institute Co., Ltd.

[Abstract] With the accelerating pace of urban and rural infrastructure development in China, a growing number of municipal renovation projects, building constructions, and transportation/water conservancy projects are emerging. This has led the industry to demand higher standards for the precision and efficiency of engineering surveying operations. Traditional surveying methods have long relied on manual labor combined with basic equipment for field data collection, resulting in low overall efficiency and measurement accuracy that is susceptible to interference from factors such as weather conditions, terrain, and human error. These limitations make them inadequate for meeting the demands of modern complex engineering projects. This paper outlines the implementation approaches and key application considerations for various technologies, aiming to assist surveying enterprises in achieving technological upgrades, foster healthy industry development, and provide practical guidance for professionals in the field.

[Key words] Engineering surveying; Novel surveying and mapping technologies; BeiDou GNSS; 3D laser scanning; Multi-technology integration

1 引言

近些年来,国产北斗导航系统完成全域组网并全面商业化,搭配无人机航测、三维激光实景扫描、智能化地理数据分析等配套技术,全新的智能化测绘作业体系逐步成型。和传统人工测绘模式相比,新型测绘技术简化内外业作业流程,减少重复性人工操作,兼顾毫米—厘米级多层次测量精度,适配不同层级工程项目。结合行业一线作业反馈来看,在常规工程放样作业中,北斗GNSS设备作业效率远超传统全站仪;针对结构复杂的古建筑与异形构筑物,三维激光扫描技术能够全方位采集数据,彻底解决人工测量数据盲区、点位遗漏等常见问题^[1]。基于此,本文结合多项本土测绘项目实操经验,深入探究各类新技术的应用要点与融合模式,剖析行业现存发展痛点并给出优化建议,助推新

型测绘技术在工程领域大范围落地普及。

2 主流测绘新技术原理

2.1 卫星导航GNSS技术

GNSS全球卫星导航定位系统是现阶段工程测绘普及度最高的现代化技术体系,该体系整合了四大主流卫星导航系统,分别为美国GPS、我国北斗BDS、俄罗斯GLONASS以及欧盟Galileo。在国内测绘市场中,绝大多数外业项目均以北斗系统为核心定位载体。该技术作业逻辑通俗易懂:外业人员利用专业信号接收设备,同时捕获四颗及以上导航卫星信号,测算设备与卫星之间的直线距离,结合官方发布的卫星轨道运行参数,依托空间几何算法,解算出测点经度、纬度、海拔三维坐标数据^[2]。

2.2 遥感RS技术

遥感技术主要依托卫星、载人航天飞行器、民用无人机三大作业载体,搭载可见光、红外、微波等不同功能类型的传感器,采集地表物体反射与辐射的电磁波信号。技术人员借助专业后处理软件,完成原始影像降噪、画面拼接、地物解译等操作,从中提取地貌形态、建筑分布、植被覆盖范围、土地利用属性等多元化地理信息。按照作业载体进行划分,行业内部普遍将其分为卫星遥感、航空遥感以及无人机遥感三大类别。

2.3 地理信息GIS技术

GIS地理信息系统属于配套型数据处理与管控技术,依托计算机软硬件设施,整合GNSS测点数据、RS航测影像、人工测绘图纸等多源地理数据,完成数据存储、分类运算、统计分析与可视化展示。该技术并不直接参与野外数据采集工作,而是串联测绘、规划、施工全流程,核心价值在于实现海量测绘数据集约化管理与智能化分析,为项目决策提供数据支撑。

2.4 三维激光扫描技术

三维激光扫描技术在业内常被称作实景复刻技术,设备通过高速发射激光脉冲,接收被测物体反射信号,记录激光往返时长与角度参数,精准测算目标表面海量测点坐标,最终生成高密度点云模型,完整复刻被测物体真实形态。根据设备搭载方式的差异,可划分为地面固定式、机载式、手持便携式三种类型,适配从大型山体到小型构件的全品类测绘场景。

3 测绘新技术应用的融合趋势及行业现存问题

3.1 技术融合发展趋势

单一类型的测绘新技术仅能优化单项作业环节,功能存在明显局限性,无法全方位覆盖大型复杂工程项目的多元化作业需求。现阶段行业发展主流方向,是以多项技术互补融合为基础,结合人工智能算法,打造集数据采集、处理、分析、应用于一体的智能化作业体系,其中两类融合模式落地最为成熟。

第一类为GNSS+RS+GIS三位一体融合模式。三类技术各司其职、相互互补:GNSS提供高精度定位基准,校正遥感影像存在的定位偏差;RS技术负责大范围地表影像快速采集;GIS系统整合全部数据并开展深度空间分析。这套组合模式多应用于国土资源普查、洪涝与滑坡灾害监测、生态植被管控等大型项目。以地质滑坡监测为例,工作人员依托GNSS实时采集边坡位移数据,利用RS影像观察地表裂缝与地貌变化,最后通过GIS平台综合研判灾害风险等级、划定危险区域,为防灾减灾决策提供精准的数据支撑。

第二类为三维激光扫描+BIM技术融合模式,该模式主要服务于建筑工程与市政基建领域。作业人员利用三维激光扫描设备采集工程实体点云数据,经过去噪、封装等后置处理操作,搭建实景BIM数字模型,实现建筑实体与数字模型实时同步。在施工阶段,通过比对设计模型与实测实景模型,快速定位施工偏差并督促整改;在项目运营阶段,依托数字模型记录构件检修、更换信息,简化建筑运维管理工作。除此之外,该模式可联动物联网感知设备,采集施工现场沉降数据、环境数据、人员位置数据,搭建一体化智慧工地管理平台。

除此之外,AI智能解译也是行业未来重点发展方向。将深度学习算法融入数据处理环节,能够自动完成遥感影像地物分类、点云杂质剔除、测量误差智能修正等重复性工作。现有成熟AI算法对土地利用类型的解译精度已突破95%,作业效率远高于传统人工解译模式,具备极高的推广价值。

3.2 行业现存实际问题

结合多家中小测绘企业调研以及基层项目作业实况来看,测绘新技术在普及推广过程中仍存在诸多现实阻碍,具体可总结为以下四点:

一是复合型技术人才储备不足。新型测绘技术对从业人员综合素养要求较高,从业者不仅需要掌握基础测绘理论,还需熟练掌握操作新型专业设备,同时精通点云处理、GIS数据分析、BIM建模等配套软件。当前行业内资深从业者大多固化于传统作业模式,对新技术、新软件接受意愿较低;高校相关专业偏重理论教学,实训课程占比不足,应届毕业生实操能力偏弱,直接造成多数企业高端设备闲置,无法充分发挥设备性能。

二是高端测绘设备投入成本过高。高精度专业测绘设备定价昂贵,单台地面三维激光扫描仪市场售价超50万元,高精度北斗GNSS接收机单价可达10万元,同时设备每年还需投入校准、维保费用。对于资金实力有限的中小型测绘企业而言,大批量采购高端设备成本压力过大,这也是制约新技术下沉基层市场的核心经济因素。

三是涉密测绘数据存在泄密风险。工程测绘数据包含区域地形地貌、地下管线排布、工程项目选址等基础信息,部分涉密项目还涉及特殊基建、军事周边地形数据,保密等级较高。现阶段数据采集、传输大多依托公共互联网完成,若企业未搭建加密传输系统、未细化数据访问权限,无人机影像、高精度测点数据极易被非法窃取篡改,引发数据泄密问题,给企业乃至区域发展带来潜在风险。

四是行业统一作业规范缺失。目前市面上不同品牌测绘设备的数据输出格式、软件接口规格并不统一,经常出现GNSS测点数据无法直接导入GIS系统、点云模型与BIM软件不兼容等问题,增加内业数据转换成本。与此同时,三维激光扫描、AI智能解译等新兴技术尚未出台全国统一的作业流程、精度核验、成果交付标准,不同作业团队产出成果质量参差不齐,不利于行业规范化、标准化发展。

4 优化测绘新技术实践应用效果的针对性对策

4.1 完善人才培养模式,补齐人才短板

专业人是新技术落地普及的核心根基,行业需联动企业、高等院校、行业协会三方主体,搭建全方位、多层次的复合型人才培养体系。高校层面,结合市场岗位需求优化课程架构,增设无人机航测、三维点云处理、GIS空间分析等实操课程,配套专属实训场地,培养理论扎实、实操过硬的应届人才;企业层面,定期组织在职员工开展专项技能培训,邀请一线技术专家、设备厂商技术人员开展线下授课,围绕设备操作、软件处理、复杂场景处置等内容开展教学,助力老员工完成技术转型;同时优化人才

引进福利政策,吸纳行业高端技术人才,优化团队人员结构。另外,企业可与高校签订定向培养协议,让学生深度参与真实测绘项目,从源头化解行业人才短缺难题。

4.2 创新设备使用模式,降低运营成本

为缓解中小企业资金压力,打破高端设备垄断壁垒,行业需摒弃“单独采购、专属专用”的传统模式,推广设备共享与租赁新型运营模式。针对短期小型测绘项目,企业可直接租赁高精度扫描仪、航测无人机等设备,减少一次性大额资金投入;同一区域内的中小型测绘企业,可联合组建设备共享联盟,共同出资采购高端设备,统一调度、按需分配使用,提升设备综合利用率。除此之外,企业可对现有老旧设备进行软件升级、传感器迭代,盘活存量设备资源,延长设备使用寿命。从多地行业实践结果来看,设备共享模式可将单台设备利用率从40%提升至80%,有效降低单体项目测绘成本。

4.3 搭建多层防护体系,保障数据安全

数据安全管控需从技术、制度、人员三个维度同步发力,全方位规避数据泄密、篡改等风险。技术层面,涉密测绘数据统一采用VPN加密通道完成传输,对内业数据库设置分级访问权限,区分普通数据与涉密数据的开放范围;制度层面,企业结合项目保密等级,完善内部数据管理制度,明确数据采集、存档、外发、销毁全流程规范,并制定对应的泄密应急处置预案;人员层面,常态化开展数据安全普法与警示教育,明确违规操作处罚标准,强化从业人员保密意识,杜绝私自拷贝、外发涉密数据等违规行为。

4.4 统一行业规范标准,推动规范化作业

由行业主管部门牵头,联合科研院所、头部测绘企业、高等院校,加快完善新型测绘技术配套行业标准与作业规范。一方面统一各类设备数据输出格式、软件通用接口,打通GNSS、RS、三维激光扫描、GIS、BIM各类技术之间的数据壁垒,实现多源数据一键互通共享;另一方面细化细分场景作业规范,明确三维激光扫描、无人机遥感、AI智能解译等技术的作业流程、精度阈值、

成果验收与交付标准,覆盖古建筑测绘、地质灾害监测、市政施工等主流场景。以标准化制度约束行业作业行为,推动新型测绘技术朝着规范化、专业化方向稳步发展。

5 结语

结合现阶段基建行业发展现状而言,GNSS卫星导航、遥感成像、地理信息系统、三维激光扫描等新型测绘技术,相较于传统全站仪、水准仪作业模式,在测量精度、作业效率、环境适配性等方面具备压倒性优势,可全面适配地形测绘、建筑施工、文物修复、国土规划、灾害监测等多元化作业场景,妥善解决传统测绘模式的各类作业痛点,是工程测绘行业转型升级、提质增效的核心驱动力^[3]。

但从行业整体发展层面分析,新技术普及落地依旧受复合型人才匮乏、高端设备造价高昂、涉密数据安全性不足、行业标准不统一四大问题制约。想要充分释放新型测绘技术的应用价值,不仅需要测绘企业优化内部人才培养方案、革新设备使用模式、强化数据安全管控,还需要行业主管部门补齐制度短板、完善配套作业规范,多方协同联动,为新技术推广保驾护航。长远来看,随着人工智能、物联网、大数据等数字技术与测绘行业深度融合,全流程智能化、多技术协同作业将会成为行业主流发展趋势,持续为我国基建建设、国土资源精细化管理事业赋能。

[参考文献]

- [1] 宁津生,王正涛.测绘科学技术的发展现状与展望[J].测绘学报,2020,49(1):1-8.
- [2] 张正禄,邓勇,罗长林.三维激光扫描技术在工程测量中的应用研究[J].测绘通报,2019(3):1-5.
- [3] 刘经南,施闯.北斗卫星导航系统的发展与应用[J].中国工程科学,2021,23(2):10-18.

作者简介:

李嗣玮(1994--),男,汉族,甘肃环县人,助理工程师,本科,研究方向:测绘工程。