

探讨土地测绘及其现代测绘技术

李明

优普科技集团有限公司 河南 郑州 450000

摘要：土地测绘技术历经传统、数字化、现代智能化三阶段，现代以GNSS、RS、GIS为核心。GNSS定位精准，有静态与动态定位模式；RS可大范围快速获取土地信息，按平台分三类；GIS能存储、管理、分析数据，实现“数据-信息-决策”转化。现代测绘技术已应用于土地资源调查、地块信息采集、建设项目测绘等，但存在数据共享与标准不统一、安全风险、专业人才短缺等问题。需统一标准、强化数据安全、加强人才培养，以推动技术在土地测绘中高效应用。

关键词：土地测绘；现代测绘技术；GNSS；GIS；RS；技术应用

引言：土地测绘作为获取地理空间信息、服务土地资源管理的重要手段，其发展历程紧密跟随人类需求与科技进步的步伐，历经传统、数字化至现代智能化测绘三大阶段，实现了从低精度、低效率到高精度、高效率的跨越。如今，全球导航卫星系统、遥感、地理信息系统等核心技术不断革新，在土地资源调查、地块信息采集、建设项目测绘等领域广泛应用。然而，数据共享、安全及专业人才等方面仍存挑战，亟待探索有效应对策略。

1 土地测绘技术的发展历程

土地测绘技术的发展与人类对地理空间信息的需求及科技进步紧密相连，历经传统测绘、数字化测绘、现代智能化测绘三个阶段。（1）传统测绘阶段处于20世纪70年代前，以人工操作和机械仪器为核心，涵盖钢尺量距、水准仪测高、经纬仪测角等技术。此阶段测绘精度低，距离测量误差常达厘米级甚至分米级，效率也不高，且受地形、天气等自然条件限制大，仅适用于小范围、低精度任务，如农村集体土地地块划分等。数据记录与处理依赖手工，成果以纸质地图保存，难以快速更新与共享，无法满足大规模土地资源调查与管理需求。

（2）20世纪70年代至21世纪初进入数字化测绘阶段。随着电子技术发展，全站仪、电子水准仪等数字化仪器取代传统机械仪器，实现测量数据自动采集、记录与传输。全站仪可同时测量角度、距离、高程，数据存储避免人工误差；计算机辅助设计（CAD）技术让纸质地图绘制变为数字化绘图，提升了绘图效率与成果精度。该阶段测绘精度提升至毫米级，适用范围扩展到城市建设测绘等领域，但以地面测量为主，数据采集范围有限，且不同仪器、地区的数据格式不统一，整合难度大。

（3）21世纪初至今是现代智能化测绘阶段，以空间、信息、人工智能技术深度融合为标志，形成“空天地一体

化”测绘技术体系。全球导航卫星系统（GNSS）、遥感技术（RS）、地理信息系统（GIS）成为核心技术，无人机测绘等新兴技术普及。此阶段实现了从“静态”到“动态”、从“单点”到“面状”、从“二维”到“三维”的跨越，测绘精度可达毫米级甚至亚毫米级，数据获取效率大幅提升，能满足区域土地资源全域监测等复杂需求^[1]。

2 现代土地测绘核心技术及特点

2.1 全球导航卫星系统（GNSS）技术

GNSS技术是现代土地测绘中空间定位的核心技术，通过接收多颗卫星发射的信号，计算接收机所在位置的三维坐标（经度、纬度、高程），具有高精度、全天候、实时性强的特点。目前广泛应用的GNSS系统包括美国的GPS、中国的北斗卫星导航系统（BDS）、俄罗斯的GLONASS及欧盟的Galileo，其中北斗系统在我国土地测绘领域的应用占比已超过90%，具备全球服务能力。（1）在土地测绘中，GNSS技术主要分为静态定位与动态定位两种应用模式。静态定位通过长时间（数小时至数十小时）观测卫星信号，可实现毫米级至厘米级的高精度定位，适用于土地地块界址点测量、区域测绘控制网建立等场景，例如城市建设用地地块边界精准测定；动态定位（如实时动态定位RTK技术）通过基准站与流动站的实时数据传输，可实现厘米级定位，且作业效率高，单人即可操作，适用于土地开发整理中的地形测绘、农田水利设施建设放线等动态作业场景。（2）GNSS技术的优势在于突破了地形与天气的限制，在山区、荒漠等复杂地形区域仍能稳定工作，且数据可直接接入GIS系统，实现“测量-处理-应用”的无缝衔接；但其也存在易受电磁干扰（如高压线路、无线电信号）、在高楼密集区或地下空间信号遮挡严重等问题，需结合

其他技术手段弥补不足^[2]。

2.2 遥感技术 (RS)

遥感技术通过卫星、飞机、无人机等平台搭载传感器,接收地表物体反射或发射的电磁波信号,经处理后生成遥感图像,提取土地的位置、类型、利用状况等信息,具有大范围覆盖、周期性监测、数据获取快速的特点。根据搭载平台的不同,遥感技术可分为卫星遥感、航空遥感与无人机遥感,三者分辨率、覆盖范围、成本上形成互补。(1)卫星遥感(如Landsat系列卫星、高分卫星)覆盖范围广(单幅图像覆盖数千平方公里)、重访周期固定(如高分三号卫星重访周期为1天),适用于全国或区域尺度的土地利用现状调查、生态环境监测,例如每年一次的全国土地利用变更调查,通过卫星遥感数据可快速识别耕地、建设用地、林地等土地类型的变化区域;航空遥感分辨率较高(0.5米至2米),适用于城市建设测绘、大比例尺地形图制作;无人机遥感分辨率最高(可达0.1米以下)、灵活性强,可在小范围区域(如村庄、工业园区)实现快速测绘,且能深入复杂地形区域(如山区村落),适用于土地整理项目验收、建设项目用地现场核查等场景。(2)遥感技术的核心优势在于实现了土地信息的“宏观监测”与“动态跟踪”,可快速发现土地利用中的异常变化(如违规建设占地、耕地不合理改造);但遥感图像解译需专业技术人员操作,且受云层、阴影等因素影响,部分区域的数据精度可能下降,需结合地面实测数据进行校正。

2.3 地理信息系统 (GIS) 技术

GIS技术是对土地测绘数据进行存储、管理、分析与可视化的核心工具,通过构建空间数据库,将GNSS、RS获取的地理空间数据与属性数据(如土地利用类型、面积、使用状况)关联,实现“数据-信息-决策”的转化,具有空间分析能力强、数据可视化程度高、多源数据整合便捷的特点。(1)在土地测绘中,GIS技术的应用贯穿数据处理、成果应用全过程。在数据处理阶段,通过GIS的空间校正、拓扑检查功能,可消除GNSS、RS数据中的误差,确保数据逻辑一致性(如地块边界不重叠、不遗漏);在空间分析阶段,利用缓冲区分析、叠加分析等功能,可实现土地适宜性评价(如分析某区域是否适合建设农业产业园、工业厂房)、土地利用冲突检测(如排查建设拟用地与生态保护区域的重叠区域);在成果应用阶段,通过GIS的地图制作与可视化功能,可生成土地利用现状图、地块分布图等专题地图,为土地管理相关工作提供直观参考。例如,在区域土地资源利用分析中,利用GIS技术整合人口、经济、土地等多源数据,可模拟不同

土地利用方案的效果,优化土地利用布局。(2)GIS技术的关键价值在于打破了“数据孤岛”,实现了多源测绘数据的一体化管理与深度应用;但目前不同地区、不同部门的GIS数据标准不统一,数据共享难度较大,且复杂空间分析对硬件设备与专业人才的要求较高,限制了其在基层土地测绘相关工作中的普及。

3 现代测绘技术在土地测绘中的应用现状与问题

3.1 应用现状

随着现代测绘技术的不断成熟,其在土地测绘领域的应用已覆盖土地资源调查、地块信息管理、建设项目测绘、生态保护监测等全流程,为土地资源精细化管理提供了有力支撑。(1)在土地资源调查方面,卫星遥感与GIS技术的结合实现了土地利用现状的高效更新。我国每年度开展的全国土地利用变更调查,通过高分卫星获取的遥感影像,结合地面GNSS实测验证,可快速识别耕地、园地、林地、建设用地等土地类型的变化情况,形成年度土地利用变更数据,为耕地保护、土地资源利用调整提供数据依据;在第三次全国国土调查中,无人机遥感技术被广泛应用于农村宅基地、集体建设用地的调查,大幅提升了调查效率与数据精度。(2)在地块信息采集方面,GNSS技术的高精度定位为地块信息精准获取提供了保障。在农村集体土地地块信息调查中,利用RTK技术精准测定宅基地、集体建设用地的界址点坐标,结合GIS技术建立地块信息数据库,实现了“地块清晰、边界明确”,有效减少了因地块边界模糊引发的纠纷;在城镇建设用地区块划分中,通过GNSS技术测定地块边界,生成数字化地块图,确保地块面积的准确性,避免面积争议。(3)在建设项目测绘方面,RS、GIS与三维建模技术的融合推动了项目前期测绘与设计的高效化。在城市新区建设前期,通过无人机倾斜摄影构建区域三维模型,结合GIS的空间分析功能,可模拟建筑高度、道路布局对周边环境的影响,优化建设方案;在土地整理项目中,利用GIS技术分析项目区地形、土壤、水源等数据,制定耕地质量提升、农田水利设施布局方案,提升土地整理效果^[3]。

3.2 现存主要问题

尽管现代测绘技术在土地测绘中取得了显著应用成效,但仍存在以下突出问题:(1)数据共享与标准不统一。不同部门(如自然资源、住建、交通)的测绘数据分别存储于各自系统,数据格式、坐标体系、分类标准存在差异,例如部分部门采用2000国家大地坐标系,部分部门仍使用地方坐标系,导致数据难以整合共享;同时,数据共享平台建设滞后,跨部门数据查询、调用需

繁琐流程，影响了测绘数据的应用效率。（2）数据安全风险突出。现代测绘技术获取的高分辨率遥感影像、高精度界址点数据涉及地理信息安全，部分企业与个人对数据安全重视不足，存在数据存储不加密、传输不加密、违规外传等问题；此外，随着测绘数据接入互联网，网络攻击、数据泄露等安全隐患增加，例如黑客攻击GIS数据库可能导致地块信息数据篡改，引发信息混乱。（3）专业人才队伍建设滞后。现代测绘技术融合了空间定位、遥感解译、计算机编程等多领域知识，对人才的综合能力要求较高，但目前基层土地测绘机构普遍存在人才短缺问题，尤其是既懂测绘技术又熟悉土地管理相关业务的复合型人才匮乏；同时，部分从业人员对新兴技术（如无人机测绘、三维激光扫描）的操作能力不足，导致先进设备无法充分发挥作用。

3.3 解决对策

针对上述问题，需从标准建设、安全防护、人才培养三个角度制定对策，推动现代测绘技术在土地测绘中高效应用：（1）统一数据标准，构建共享平台。由相关主管部门牵头，制定全国统一的土地测绘数据标准，明确数据格式、坐标体系、分类编码规则，实现“一数同源、多端共享”；加快建设地理信息公共服务平台，整合各部门测绘数据，设置分级访问权限，实现跨部门、跨区域数据实时共享与协同应用，例如基层土地管理相关机构可通过平台直接调用遥感影像与GIS数据，减少重复测绘成本。（2）强化数据安全，完善防护体系。建立“采集-存储-传输-应用”全流程数据安全管理制度，要求测绘数据存储采用加密技术，传输采用专用网络（如政务内网），避免互联网传输敏感数据；加强对测绘企业与从业人员的安全培训，明确数据安全责任，对违规泄露、篡改数据的行为进行严肃处理；同时，引入区块链技术，对地块界址点、土地利用类型等

核心数据进行存证，确保数据不可篡改，提升数据可信度。（3）加强人才培养，提升专业能力。一方面，高校应优化测绘工程、地理信息科学等专业课程设置，增加GNSS、RS、GIS技术实践教学内容，培养适应行业需求的复合型人才；另一方面，相关主管部门应定期组织基层测绘人员开展技术培训，重点培训无人机操作、遥感解译、GIS空间分析等技能，同时通过“校企合作”“人才引进”等方式，吸引高水平技术人员加入基层队伍，提升整体专业能力^[4]。

结束语

土地测绘技术历经传统、数字化到现代智能化阶段的蜕变，GNSS、RS、GIS等核心技术不断革新，在土地资源调查、地块信息采集、建设项目测绘等方面应用成效斐然。然而，数据共享与标准不统一、数据安全风险、专业人才短缺等问题，仍制约着其进一步发展。为此，需加快统一数据标准、构建共享平台，强化数据安全、完善防护体系，加强人才培养、提升专业能力。通过多方协同发力，推动现代测绘技术在土地测绘领域深度应用，实现数据高效流通与安全保障，提升专业人才素质，为土地资源的科学管理与可持续利用筑牢技术根基。

参考文献

- [1]李思杰.现代测绘技术以及土地测绘技术的分析[J].低碳世界,2021(07):74-75.
- [2]赵显瑶.现代测绘技术及土地测绘技术的分析[J].科学技术创新,2021(13):22-23.
- [3]丰玉云.现代测绘技术在农业土地管理的应用分析[J].价值工程,2020,39(06):249-250.
- [4]李小明.现代测绘技术在农业土地管理的应用[J].农家参谋,2022(17):31-33.