

土地整治规划设计中测绘新技术的应用分析

李甜甜

山东东方道途数字数据技术有限公司 山东 济南 250101

【摘要】：为了提高土地整治规划设计的科学性和精细化管理水平，本文围绕某丘陵红壤区土地整治项目的数据特点，对遥感、地理信息系统、全球导航卫星系统、无人机航测、三维激光扫描和多源数据融合等测绘新技术的应用路径进行分析。分析结果表明，这些技术能够提高复杂地形条件下的测绘精度和作业效率，能够支持现状调查、地形建模、适宜性评价、土方计算、方案优化和动态监测等环节。本文的研究可以为同类区域土地整治工程提供技术参考。

【关键词】：土地整治；规划设计；测绘新技术；数据融合；精度控制

DOI:10.12417/3041-0630.26.12.040

引言

土地整治规划设计需要以准确、完整、及时的空间数据为基础，涉及田块归并、道路布设、沟渠配套、灌排设施安排和生态修复等多个内容。传统测绘方法在复杂地形区域容易受到山体遮挡、植被覆盖、沟谷切割和天气条件的影响，常常出现外业效率低、数据更新慢、空间信息不完整等问题。随着测绘技术不断发展，遥感、地理信息系统、全球导航卫星系统、无人机航测和三维激光扫描等技术逐渐进入土地整治领域，为规划设计提供了从二维到三维、从静态到动态、从单源到多源的数据支撑。本文以某丘陵红壤区土地整治项目为背景，重点从技术角度分析测绘新技术的构成、适用条件、应用路径和质量控制方法。

1 土地整治测绘技术现状与问题

1.1 技术现状

当前土地整治测绘活动中，传统全站仪、水准仪与普通卫星定位设备依旧承担部分控制测量和碎部测量相关任务，但在复杂地形区开展作业时，这些设备凭借人工来做通视与逐点采集数据。某项目做对比数据显示，传统全站仪外业每日能达到的作业效率约 0.25 平方千米，平面测量精度差不多是±5 厘米；无人机航测外业的工作效率可至每天 8.5 平方千米，平面精度差不多是±1.5 厘米；三维激光扫描设备可以拿到毫米至厘米范围中的地形表面数据。无人机平台通常由飞行载具、姿态控制模块、信息采集单元和地面管控模块组成，部分设备还集成了实时动态定位模块，可以在较少地面控制点条件下完成影像采集。

1.2 技术应用局限

传统测绘技术用于土地整治规划设计工作当中所存在的局限，主要体现于覆盖能力、更新周期和数据维度三方面表现，在作业覆盖的相关方面，传统技术要人工做实地勘察工作，受山体遮蔽以及沟壑地形的效应，复杂区域有效作业所能达到的

覆盖率可能仅有 65% 上下，很容易造成测绘盲区，引发基础地形和地类数据有缺失，在数据更新相关方面，传统测绘的数据更新时间大约有 90 天，属于按季度来更新的速度，难以相称土地整治项目动态更新和即时优化的需求，容易造成规划数据和现场现状有偏差。在空间数据维度方面，传统测绘多生成二维平面数据，缺少高程、起伏和坡度坡向等立体信息，无法支撑精准土方核算、三维场地规划和生态坡度分析。

2 测绘新技术的技术构成与适用条件

2.1 遥感技术

遥感技术以卫星或航空平台作为获取地表影像，可以在大范围快速获取土地利用相关信息，高空间分辨率遥感影像可于不长的时间内覆盖整个研究地域，不同地物所具有的光谱响应特征有别，凭借此类特征可以区分耕地、林地、水域、建设用地等土地利用分类，影像中的耕地呈现规整纹理以及典型颜色。林地一般有着较高的植被指数，把专业影像处理工具跟机器学习分类算法结合起来，可以达成土地利用类型的自动识别和面积累加。

2.2 地理信息系统技术

地理信息系统技术具备空间数据管理、图层叠加、缓冲区与网络分析之类的功能，是用于土地整治规划设计的重要平台，这项技术可以把土地利用现状矢量数据、地形高程数据、土壤理化属性数据、气候气象数据等多源信息整合到相同的空间参考，而且经过叠加计算得出综合评价的结果。在土地适宜性评价的操作中，地理信息系统会按地形坡度、土壤养分、灌溉条件等指标去确定权重大小，接着计算不同利用方式的适宜等级，在农田水利设施安排布置当中，借助缓冲区分析确定灌溉水源有效服务的范围是可行的，网络分析能对田间道路布局予以优化，削减道路对耕地资源的占用量度。

2.3 全球导航卫星系统技术

全球导航卫星系统技术包括多种卫星定位系统,能够为土地整治测绘提供平面坐标和高程基准。在实际作业中,实时动态定位和事后动态定位是常用模式,前者可以满足快速放样和碎部采集需求,后者可以提高远离通信基站区域的定位精度。全球导航卫星系统接收设备可以用于布设控制点、测定图根点和检查已有成果,能够保证三维激光扫描点云、无人机影像和遥感影像在同一坐标系统下进行配准。

2.4 无人机航测技术

无人机航测技术拥有机动灵活、作业开展快、使用成本比较低等特点,可以从事复杂地形地区土地整治测绘工作,无人机可以附上高分辨率光学相机、多光谱传感器或轻小型激光雷达,按照预设航线于低空开展影像和点云数据采集,对于地形高难度悬殊大、人工实地探查难以到达的区域,无人机可以灵活开展拍摄,获得清晰的大地影像,借助影像拼接、几何校正、空三加密和信息提取,可以实现大比例尺土地利用现状专题图编制,空间分辨率最大可达到的程度是0.1米,可辨别田块边界、道路走向和建筑物布局等微观层面的内容。

2.5 三维激光扫描与点云处理技术

三维激光扫描技术根据激光测距机制进行工作,通过有方向地发射激光束并接收反射回来的信号,马上获取目标体表面的三维坐标数据,这项技术可以给出高分辨率点云数据集,可用来开展矿区复垦、高精度地形建模和复杂工程测量项目,开展现场作业时,工作人员会在很多观测站点搭建扫描机器,对项目范围进行完全覆盖扫描。采集过程结束之后,要对点云做配准、去噪、滤波、分类及曲面重建相关操作,于是生成数字地形模型,三维激光扫描测量精度可至厘米级甚至毫米级,可精确无误地呈现地形起伏、地面坡度和坡向等重要信息。

2.6 多源数据融合技术

多源数据融合技术把遥感影像、无人机航测数据、三维激光点云、全球导航卫星系统坐标、土壤调查的相关数据和水利统计数据整合进统一平台之中,建成完善的土地整治空间数据库,融合事务有坐标统一、时间配准、尺度匹配、误差传播分析及属性关联方面。能够发挥遥感所具有的覆盖广、无人机分辨率高、激光扫描三维精度高、地面调查属性可靠等优势,补足单一数据源的不完备,多源数据融合可造就三维实景模型、数字孪生场景以及规划分析底图,给土地整治方案的初创提供直观资料。

3 测绘新技术在土地整治规划设计各环节的应用

3.1 现状调查与土地利用分类

在现状调查环节,遥感技术可以承担宏观尺度的土地信息

采集任务。利用高空间分辨率卫星遥感数据,能够在较短时间内覆盖整个研究区域,完整获取土地利用基础信息。按照不同地物的光谱响应特征,可以精准区分耕地、林地、水域等土地利用单元。搭配影像处理工具和机器学习分类算法,可以实现土地利用类型的自动判读与面积汇总,明显缩短作业周期。对于精细化核查,无人机航测可以作为补充手段,在低空获取高精度影像,并编制大比例尺专题图。某项目对比表明,传统人工实地调查的全域覆盖完整性和地类识别精度相对较低,卫星遥感调查明显提高,无人机调查在覆盖完整性和识别精度方面表现更好。多种手段结合后,现状调查成果更完整,也更适合后续规划使用。

3.2 地形地貌测绘与高精度建模

在地形地貌测绘环节,三维激光扫描技术适合地形落差大、沟谷分布密集的区域。该技术可以快速采集地形表面的三维坐标,输出高分辨率点云数据集。现场作业时,工作人员在多个观测站点架设扫描设备,对项目范围进行全覆盖扫描。对点云数据完成配准、去噪等预处理后,可以搭建项目区的数字地形模型,测量精度达到厘米级,能够呈现地形起伏、地面坡度和坡向等关键参数。在此基础上,引入全球导航卫星系统技术完成控制点布设与坐标测定,在项目区内均匀设置观测控制点,采集精准坐标数值,作为三维激光扫描数据的坐标参照标准,保证点云数据集的坐标精度和空间统一性。两种技术配合后,可以为土地整治工程方案编制提供可靠的地形数据支撑。

3.3 土地适宜性评价与规划布局

在土地适宜性评价环节,地理信息系统平台的图层叠加运算能力可以发挥重要作用。工作人员可以把土地利用现状矢量数据、地形高程数据、土壤理化属性数据、气候气象数据等多源空间信息进行融合梳理,先确定参与评价的主要指标,包括地形坡度、土壤颗粒组成、土壤养分水平、灌溉保障条件等,再结合不同土地利用类型的适配要求,对每个评价指标匹配不同权重。以耕地适宜性评价为例,地形坡度可以分配0.3的权重,土壤有机质含量设为0.4,灌溉保障条件取0.3。利用地理信息系统完成各评价指标对应图层的叠加运算后,可以逐块测算耕地、林地、建设用地等不同利用方式的适宜等级,从而划定项目区域内各类土地的最优利用方向,为整治项目点位筛选和整体规划提供量化支撑。

3.4 土方计算与工程设计

在土方计算与工程设计环节,高精度数字地形模型是核心数据基础。规划设计人员可以按照高精度数字地形模型进行土方量计算、道路路线比选以及水利设施布置等工作,有效提高规划方案的科学性与可行性,减少因为地形数据偏差带来的工程调整次数和额外成本。规划过程中可以运用方格网法整理土

方量数据,把项目区划分为若干方格,计算每个方格对应的工程量,再汇总得到总土方量。与传统二维地形图相比,基于无人机航测和三维激光扫描生成的地形模型能够更真实地反映微地形变化,使填挖平衡分析更加准确。对于道路和沟渠工程,还可以结合纵断面和横断面分析,优化线路走向和坡度设计,降低施工难度和土方运距。

3.5 施工放样与进度核查

在施工放样跟进度查验时段,全球导航卫星系统实时动态定位技术能比较快地确定点位坐标,辅助施工人员参照设计图纸进行田块边界、道路中心线和沟渠轴线的放样,无人机航测可以阶段性获取施工区域影像,凭借多期影像对比跟变化检测,确定工程进度是否符合计划,三维激光扫描能对重点区域做精细扫描,审定田面平整度、边坡坡度和沟渠断面是否达成设计要求。把这些数据接入地理信息系统或建筑信息模型平台后,可以形成可视化进度看板,方便管理人员发现偏差并及时调整。该环节的技术要点是保证放样坐标与设计坐标一致,保证多期数据具有相同空间基准,并建立清晰的进度核查指标。

3.6 动态监测与竣工验收

在动态监测以及竣工查收环节,测绘新技术可给出多时

相、不同尺度的数据支持,遥感技术能周期性获取项目区相关影像,可用来监测土地利用的变迁、植被的恢复态势和生态修复作用,无人机航测可得到高分辨率正射影像以及三维模型,用于校验田块整治、道路建设以及水利设施配套情况。三维激光扫描能获取竣工之后的地形点云,跟设计模型开展对照,测算填挖状况偏差和工程量的不同,基于变化检测、指标统计和精度评定工作,可以产出竣工验收报告和成果数据库,同单一传统测量作比较,这个多技术组合可以提高验收效率,也给后续管护和再一次整治提供数据方面基础。

4 结论

本文围绕土地整治规划设计中的测绘新技术应用进行了技术分析。遥感技术适合宏观现状调查和动态监测,地理信息系统技术适合多源数据管理和规划分析,全球导航卫星系统技术适合控制测量和施工放样,无人机航测适合复杂地形区高分辨率数据采集,三维激光扫描适合高精度地形建模,多源数据融合则可以把各类数据整合为统一的空间底座。与传统测绘手段相比,这些新技术更能适应复杂地形,能够提高测绘效率和成果精度,能够支持现状调查、地形建模、适宜性评价、土方计算、方案优化、施工核查和竣工验收等环节。

参考文献:

- [1] 黄伟平.土地整治规划设计中测绘新技术的应用分析[J].中国城市规划知识仓库,2025,23(5):45-49.
- [2] 罗世泉.国土空间规划背景下全域土地综合整治测绘技术应用研究[C]//中国国土经济学会,北京工业大学.第四届中国国土经济学会国土空间规划学术年会——智慧城市建设与创新发展论坛论文集(一).2026:138-146.
- [3] 李瑞峰.无人机航测测绘技术在土地整治项目中的应用探究[C]//江西省汽车工程学会.工程技术创新发展学术研讨会论文集(第一册).2026:611-613.
- [4] 赵微.基于 BIM 技术的土地整治规划设计三维可视化研究[D].昆明理工大学,2023.