

GPS 技术在自然资源测绘中的应用研究

蔡天琪, 王修龙

(山东万相资产评估事务所(普通合伙), 山东 东营 257000)

摘要 自然资源管理对空间数据的精度、时效性要求不断提升, 传统测绘手段面临作业效率低、覆盖范围有限等突出问题。本文以卫星定位技术在资源测绘领域的应用作为切入点, 对其在土地调查、矿产勘查、森林清查、水资源监测、灾害防治等场景中的具体实施方法进行研究分析, 提出构建多源数据融合体系、完善技术标准规范、加强专业人才培养等优化措施, 以期为自然资源测绘工作提供理论参考。

关键词 GPS技术; 自然资源测绘; 高精度定位; 数据融合; 技术规范

中图分类号: P228.4

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.16.036

0 引言

自然资源作为国民经济发展的物质基础, 其科学管理依赖于准确的空间信息支撑, 测绘工作在资源调查、权属确认、动态监测等环节中发挥着基础性作用。传统测绘方法在山区、林地等复杂环境下存在通视困难、作业周期长等局限, 难以满足大范围资源普查的时效要求。卫星定位技术凭借全天候观测、快速定位、覆盖范围广等特点, 为解决上述难题提供了有效途径, 探索其在不同资源类型测绘中的应用方法具有重要的现实意义。

1 GPS 技术在自然资源测绘中的应用优势

1.1 有助于实现高精度定位, 保障数据准确性

自然资源测绘对坐标定位的精确度要求始终处于较高水平, 传统测绘手段在复杂地形条件下往往难以满足厘米级甚至毫米级的定位需求。卫星导航定位系统依托多颗卫星的信号交汇解算出目标点的空间位置, 其定位误差可控制在极小范围内, 即便在山区、林地等地貌复杂区域也能保持稳定的测量精度。载波相位差分技术的引入使得实时动态定位精度得到进一步提升, 测绘人员在采集地籍边界、矿产资源分布点位时能够获得更为可靠的坐标数据。数据准确性的提高直接减少了后期成果校核、返工修正的频次, 高精度坐标数据为空间数据库建设提供了可靠的数据基础。

1.2 有助于优化作业流程, 提升测绘时效性

自然资源调查项目通常涉及大面积区域的外业采集工作, 传统作业模式需要布设控制网、架设仪器、多次搬站, 整个流程耗时较长且人力投入较大。卫星

定位接收机开机后即可快速捕获卫星信号完成初始化, 测绘人员携带设备直接前往目标地点采集坐标, 省去了烦琐的前期准备环节^[1]。实时差分模式下设备能够即时输出高精度成果, 外业人员当场判断数据质量是否达标, 发现问题立即补测, 避免了返回内业后才发现错误的情况。作业效率的提升使得同等时间内完成的测量任务量明显增加, 对于时效性要求较高的土地变更调查、灾害应急监测等工作场景尤为适用^[2]。

2 GPS 技术在自然资源测绘中的应用领域

2.1 土地资源调查与确权登记中的应用

地籍调查需要准确界定每宗土地的空间位置及权属边界, 传统指界方式容易产生纠纷且缺乏客观依据。作业人员携带差分定位接收机前往实地, 在权利人指认的界址拐点处架设对中杆, 待设备完成固定解算后记录该点坐标, 同时在手簿中录入界址点编号、土地用途等属性信息, 相邻界址点按顺序连接即可形成宗地边界闭合图形。采集过程中需注意观察卫星信号质量, 当固定解指标低于设定阈值时应延长观测时间或更换测站位置, 确保每个界址点坐标精度满足不动产登记规范要求。

控制测量基础较薄弱的区域需先建立局部坐标基准, 选择视野开阔、地势稳定的位置埋设控制点标石, 利用静态观测模式连续采集多小时卫星数据, 解算后获得各控制点在国家坐标系下的精确坐标。后续地籍测量以这些控制点为起算依据, 采用实时动态定位方法逐宗采集界址信息, 既保证了成果的统一基准, 也避免了误差累积扩大的问题^[3]。

作者简介: 蔡天琪(1992-), 女, 专科, 研究方向: 自然资源工程—测绘工程类。

2.2 矿产资源勘查与开采监测中的应用

矿区勘探网点的合理布设直接影响资源储量评估的准确性,地质人员在进入作业区前需先规划勘探线间距、点位密度等参数。实际布点时应手持定位设备按照预设方案行进至目标位置,设备屏幕实时显示当前坐标与设计点位的偏差距离,作业员根据偏差值调整行走方向,待误差缩小至容许范围内停止移动完成布点。钻孔、探槽等勘探工程施工前要在开工位置再次采集坐标,确保实际施工点与设计点位重合,防止勘探成果出现空间错位。

开采过程中矿山企业需定期监测开采边界是否超出批准范围,监测员应沿露天采坑边缘行走一周,连续采集坑壁顶部边界点坐标,形成闭合的开采轮廓线。内业人员将本期采集的边界线与上期成果叠加对比,量算两期之间的面积变化量,判断开采活动是否存在越界行为。地下开采引发的地表沉降问题需要布设固

定监测点,在沉陷区内按网格布设观测墩,每月定期采集各监测点高程数据,连续多期观测后绘制沉降曲线,为采空区治理、建筑物搬迁提供依据。

2.3 森林资源清查与生态保护中的应用

森林资源调查采用抽样调查方法,需要在林区内按照规定间距布设固定样地,调查人员依据地形图确定样地中心理论坐标后携带定位设备进山。林下卫星信号易受树冠遮挡影响,作业时应选择林窗或林缘相对开阔位置初始化设备,不同地表覆盖类型对卫星信号接收质量的影响程度差异明显,表 1 列出了典型环境下的观测性能参数。待定位精度稳定后徒步导航至样地中心附近,结合罗盘、皮尺等工具辅助确定准确位置。样地中心桩埋设完成后记录实测坐标,该坐标作为样地永久标识写入调查档案,后续复查时可直接导航至原样地开展工作,避免因位置偏移导致监测数据不可比。

表 1 典型环境 GPS 观测性能对比表

环境类型	平均可见卫星数	PDOP 均值	固定解获取率	建议措施
开阔地	14 ~ 18	1.2 ~ 1.8	≥ 98%	常规作业
稀疏林地 (郁闭度 < 40%)	10 ~ 14	1.8 ~ 2.5	90% ~ 95%	适当延长观测
密林区 (郁闭度 > 60%)	5 ~ 8	3.5 ~ 5.0	60% ~ 75%	选择林窗或采用 PPP 模式
山谷峡谷	4 ~ 7	4.0 ~ 6.5	50% ~ 70%	多星座融合观测
高层建筑区	6 ~ 10	2.5 ~ 4.5	65% ~ 85%	抗多路径天线

林地边界的精确测定需要沿林地外围实地走线,巡查人员手持定位终端沿林缘行进,设备自动记录轨迹点坐标,遇到界址转折处需停留数秒增加采点密度^[4]。外业采集的轨迹数据导入地理信息系统后生成矢量边界线,叠加土地利用现状图即可判断是否存在违规占用林地情况。病虫害监测点的布设同样依赖精确定位,发现虫害发生区域后技术人员在疫情中心、扩散边缘分别设立监测点,定期观测记录虫害蔓延动态,为制定防治方案提供空间分布依据。

2.4 水资源监测与流域管理中的应用

河道管理范围需以河道岸线为基准向外延伸一定距离,岸线位置的准确测定直接关系到水域保护红线的划定。测绘人员选择枯水期开展外业工作,沿河道一侧自上游向下游行进,在水陆交界线处每隔一定距离采集坐标点,转弯、汇流等形态变化显著位置应加密观测。两岸岸线数据采集完毕后连线成面,计算得到河道现状面积,与历史数据对比可掌握河床淤积、岸线蚀退等变化情况,为河道断面分析与冲淤量计算提供本底数据^[5]。

水位站网建设需在流域内选择代表性断面设立监测站点,站点选址既要考虑水文特征,也要满足定位观测条件。站房建成后在顶部安装定位天线,采用连续运行模式获取站点精确坐标,该坐标作为水位观测基准点长期保存。流域分水岭的界定采用差分定位技术沿山脊线采集坐标,结合数字高程模型自动提取的分水线进行校核,确保流域边界划分的科学性,据此计算的流域面积、河网密度等参数才能真实反映区域水资源禀赋。

2.5 地质灾害预警与防治中的应用

滑坡体的稳定性监测需在坡体不同部位埋设位移监测点,勘查人员现场踏勘后选择滑坡后缘裂缝、坡体中部、前缘剪出口等关键位置,在基岩稳定区域浇筑观测墩作为参考基点。监测设备采用强制归心装置固定在观测墩上,首次观测时延长静态采集时长以获得高精度初始坐标,此后按照监测方案规定的频次重复观测,每期解算结果与初值比对即可获得监测点的位移矢量^[6]。当监测点在滑动方向上的累计位移达到临界值,或相邻两期位移速率突然增大时,预警系统根据位移阈值自动触发报警信号。

泥石流沟道的活动性评价需查明沟道纵坡、汇水面积等地形参数,外业测量时沿沟道中心线从沟口向上逐段采集坐标点,每个特征断面处增设横断面测点以获取沟道宽度、堆积厚度等信息。采集的离散点坐标经处理后构建沟道三维模型,计算得出纵坡比降、弯曲系数等定量指标,结合区域降雨资料评估泥石流发生概率,为泥石流危险区划定提供地形参数依据。

3 GPS技术在自然资源测绘中的应用优化

3.1 构建多源数据融合体系,提升测绘信息集成能力

单一定位数据源难以满足复杂地形环境下的测绘精度需求,信息集成能力的提升需要建立多源数据协同机制。技术人员应当配置兼容多个卫星导航系统的接收设备,在作业时同步接收北斗、伽利略等不同星座信号,解算软件根据各卫星的几何分布、信号强度自动筛选优质观测值参与定位计算,山谷、城区等遮挡严重区域因可见卫星数量增加而获得更稳定的定位结果。

影像数据与定位坐标的关联能够丰富测绘成果的信息维度,外业采集时可在接收机上连接数码相机或搭载摄像模块,每次采集坐标的同时自动触发拍摄功能,照片文件名中嵌入对应测点编号,后期整理时即可快速建立影像与空间位置的对应关系。激光测距仪测得的距离数据结合定位坐标能够推算出隐蔽点位置,作业人员站在已知点架设设备,瞄准无法直接到达的目标点测量斜距、垂直角,软件根据三角函数关系自动计算出目标点三维坐标,悬崖、陡坡等危险区域的测绘作业因此具备了安全可行的实施方案。

3.2 完善技术标准与规范,推动测绘作业规范化建设

作业流程的规范化需要明确各环节的质量控制指标,管理部门应当组织编制涵盖设备检验、外业观测、数据处理全过程的操作细则。设备启用前的检验环节需规定天线高量取方法、对中误差允许值等具体参数,作业人员使用钢卷尺从天线相位中心至地面标志顶面往返丈量,两次读数之差不得超过3 mm,量高记录表应由观测员、检查员双人签字确认。观测时段的时长设定需结合定位精度等级分档规定,不动产测量要求平面精度优于5 cm时静态观测不少于45 min,地籍图根控制测量允许精度放宽至10 cm时可缩短至20 min,避免盲目延长观测造成人力浪费。

数据质量检核标准应当量化各项指标的合格阈值,处理软件输出的基线解算报告中需重点检查固定解比例、同步环闭合差等参数。固定解时段占总观测时长

的比例应达到85%以上,低于此标准的基线需重新观测或剔除,同步环坐标闭合差在平面方向、高程方向分别不超过2 cm、3 cm时方可判定观测质量合格。成果资料归档前需填写完整的元数据信息,每条基线的观测日期、仪器型号、天线高、解算模式等要素录入数据库,为日后成果溯源、精度评估提供依据。

3.3 强化技术能力建设,保障测绘成果质量

测绘人员的技能水平直接影响定位成果质量。作业人员应系统掌握卫星轨道运行规律、信号传播误差来源等基础知识,理解载波相位差分定位原理,能够在外业作业中准确判断接收机的解算状态,识别浮点解与固定解的差异并作出相应处理。

在实操技能方面,作业人员需熟练完成设备架设、参数配置、天线高量取、观测记录等标准流程,能够根据卫星几何分布与信号质量指标判断观测条件是否满足精度要求。数据处理环节要求掌握从原始观测文件导入、基线解算、网平差到坐标成果输出的完整流程,具备基线质量检核、粗差探测与剔除的基本能力。

4 结束语

卫星定位技术在自然资源测绘领域的应用已从单纯的坐标采集拓展至多源数据融合、动态监测预警等深层次方向,其高精度、高效率的特性显著改善了资源调查的数据质量,拓宽了监测覆盖范围。当前实践中仍存在技术标准执行不统一、专业人才储备不足等问题,需要建立健全质量控制体系,加强从业人员技能培训,推动多系统兼容设备的普及应用。随着北斗全球组网完成,国产卫星导航系统在资源测绘中的作用将更加凸显,结合人工智能算法优化数据处理流程、融合遥感影像增强信息提取能力,将成为技术发展的重要方向,为自然资源精细化管理提供更坚实的数据保障。

参考文献:

- [1] 张博,宋驰,张庆山.自然资源工程测量中的高精度地形测绘技术方法分析[J].无人机,2025(12):71-73.
- [2] 陈双森.自然资源调查中的测绘新技术应用研究[J].科技与创新,2025(18):210-212,219.
- [3] 林宪光,朱波.自然资源测绘工程中无人机遥感技术的应用分析[J].中国宽带,2024,20(11):88-90.
- [4] 闫保群.自然资源管理中的测绘技术创新与应用[J].中国战略新兴产业,2024(11):155-157.
- [5] 铁中彪,赵臻.基于地理信息测绘方法的自然资源污染范围研究[J].环境科学与管理,2022,47(12):173-178.
- [6] 陈桦,李安康.浅析GPS土地测绘精度的影响因素[J].大众标准化,2022(18):196-198.