

# GNSS 测量技术在土地测绘中的应用

骆洪梅<sup>1</sup> 克秀华<sup>2</sup> 褚秀娟<sup>3</sup>

1. 云南振蓝信息科技有限公司; 2. 泸水市自然资源局; 3. 怒江州自然资源和规划局

DOI:10.12238/ems.v7i9.15232

**[摘要]** 在土地测绘的广阔领域中, GNSS 测量技术如同精准的“空间定位标尺”, 为土地资源的科学管理提供了强有力的技术支撑。从土地权属边界的精准划定, 到地形地貌的细致测绘; 从土地利用现状的动态监测, 到工程建设的精准施工引导, 它凭借高精度、高效率、全天候等优势, 打破传统测绘的诸多限制, 重塑测绘工作模式。深入探究 GNSS 测量技术在土地测绘中的应用, 就像为土地测绘工作打开一扇通向高效精准的大门, 助力土地资源管理迈向智能化、精细化的新征程。

**[关键词]** GNSS 测量技术; 土地测绘; 定位精度; 动态监测; 数据采集

## 引言

土地作为人类社会发展的物质基础, 其合理规划与有效利用关乎经济社会的可持续发展。土地测绘作为土地资源管理的基础工作, 通过获取土地的空间位置、地形地貌、权属界限等信息, 为土地确权登记、土地利用规划、土地整治工程等提供数据支持。随着科技的飞速发展, 传统的土地测绘技术逐渐难以满足日益增长的高精度、高效率测绘需求。GNSS (Global Navigation Satellite System, 全球卫星导航系统) 测量技术的出现与发展, 为土地测绘带来了新的机遇和变革。该技术利用卫星信号实现全球范围内的实时定位、导航和授时服务, 具有定位精度高、测量速度快、不受通视条件限制、可全天候作业等显著优势。将 GNSS 测量技术应用于土地测绘, 能够有效提高测绘工作效率和质量, 推动土地测绘向智能化、自动化方向发展。因此, 深入研究 GNSS 测量技术在土地测绘中的应用具有重要的现实意义。

## 1. GNSS 测量技术概述

### 1.1 GNSS 测量技术的基本原理

GNSS 测量技术基于卫星与地面接收设备之间的信号传输和时间同步原理实现定位。卫星在太空中按照预定轨道运行, 并不断向地面发送包含卫星位置、时间等信息的信号。地面接收设备(如 GNSS 接收机)接收到多颗卫星的信号后, 通过计算信号从卫星到接收机的传播时间, 结合光速, 确定卫星与接收机之间的距离。利用至少四颗卫星的距离信息, 通过空间后方交会原理, 即可计算出接收机所在位置的三维坐标(经度、纬度、高程)。在实际应用中, 为了提高定位精度, 常采用差分 GNSS (DGNSS) 技术。该技术通过在已知坐标的基准站上设 GNSS 接收机, 连续观测卫星信号, 并将观测

数据与已知坐标进行比较, 计算出误差改正数。然后, 通过数据通信链路将误差改正数发送给流动站(待定位点的 GNSS 接收机), 流动站根据接收到的误差改正数对自身观测数据进行修正, 从而提高定位精度。

### 1.2 GNSS 测量技术的主要系统

目前, 全球主要的 GNSS 系统包括美国的全球定位系统(GPS)、俄罗斯的格洛纳斯卫星导航系统(GLONASS)、中国的北斗卫星导航系统(BDS)和欧洲的伽利略卫星导航系统(Galileo)。GPS 是最早建成并投入使用的全球卫星导航系统, 具有广泛的应用基础和较高的知名度。GLONASS 在俄罗斯及周边地区具有良好的服务性能, 尤其在高纬度地区表现出色。BDS 是我国自主建设的卫星导航系统, 已实现全球组网, 在亚太地区的服务性能优越, 且具备短报文通信等独特功能。Galileo 系统致力于提供高精度、高可靠性的导航服务, 在民用领域具有较大的应用潜力。这些系统相互兼容、相互补充, 为用户提供了更稳定、更精准的定位服务。

### 1.3 GNSS 测量技术的特点

**高精度:** 采用差分 GNSS 技术, 平面定位精度可达厘米级甚至毫米级, 高程定位精度也能满足大多数土地测绘需求。在土地权属界址测量、高精度地形测绘等工作中, GNSS 测量技术的高精度优势能够有效保证测绘成果的准确性。**高效率:** GNSS 测量技术无需像传统测量方法那样进行繁琐的控制点加密和通视测量, 可直接在待测点上测量, 大大缩短了测量时间。**全天候作业:** GNSS 测量技术不受天气条件和昼夜变化的限制, 无论是晴天、雨天, 还是白天、黑夜, 都能正常工作。在复杂的自然环境下, 如山区、丛林、沙漠等, 依然可以实现稳定的定位和测量, 拓展了土地测绘的作业范围

和时间。操作简便: GNSS 接收机体积小、重量轻, 操作界面友好, 易于掌握。测绘人员经过简单培训即可熟练使用, 降低了对测绘人员专业技能的要求, 有利于推广和应用。数据兼容性强: GNSS 测量获取的数据可以与地理信息系统(GIS)、遥感(RS)等技术进行无缝集成, 实现数据的共享和融合。通过与其他技术的结合, 能够为土地资源管理提供更全面、更丰富的信息。

## 2. GNSS 测量技术在土地测绘中的具体应用

### 2.1 土地权属界址测量

土地权属界址测量是土地测绘的重要内容, 其测量结果直接关系到土地所有者和使用者的合法权益。GNSS 测量技术在土地权属界址测量中具有独特优势。在测量过程中, 利用 GNSS 接收机直接在土地权属界址点上定位测量, 获取界址点的坐标信息。由于 GNSS 测量技术不受通视条件限制, 对于一些地形复杂、难以到达的界址点, 也能准确测量。同时, 其高精度的定位性能能够满足土地权属界址测量的精度要求, 确保界址点位置的准确性。测量完成后, 将获取的界址点坐标数据导入 GIS 系统, 可生成土地权属界线图, 为土地确权登记、土地纠纷调处等提供可靠的依据。

### 2.2 地形测绘

地形测绘是获取地形地貌信息的重要手段, 对于土地利用规划、工程设计等具有重要意义。GNSS 测量技术在地形测绘中的应用主要包括控制点测量和碎部点测量。在控制点测量方面, 利用 GNSS 静态测量模式, 在测区内均匀布设控制点, 通过长时间观测卫星信号, 获取高精度的控制点坐标。这些控制点作为地形测绘的基准, 为后续的碎部点测量提供坐标参考。在碎部点测量中, 采用 GNSS RTK(实时动态)测量技术, 测绘人员手持 GNSS 接收机在地形特征点进行测量, 能够实时获取碎部点的三维坐标。与传统的全站仪测量方法相比, GNSS RTK 测量技术无需通视, 测量速度快、效率高, 尤其适用于大面积的地形测绘。通过对大量碎部点坐标数据的采集和处理, 结合绘图软件, 可绘制出高精度的地形图, 直观地反映地形地貌特征。

### 2.3 土地利用现状调查与动态监测

土地利用现状调查是掌握土地资源利用情况的基础工作, 动态监测则是及时发现土地利用变化的重要手段。GNSS 测量技术在这两项工作中发挥着重要作用。在土地利用现状调查中, 利用 GNSS 测量技术获取地类图斑的边界坐标, 结合

遥感影像解译结果, 能够准确确定土地利用类型和面积。对于一些遥感影像难以准确判读的地类, 通过 GNSS 实地测量, 可以提高调查结果的准确性。在土地利用动态监测方面, 定期利用 GNSS 测量技术对重点区域进行测量, 获取土地利用变化信息。将不同时期的测量数据进行对比分析, 能够及时发现土地利用变化情况, 如耕地被占用、建设用地扩张等。同时, 结合 GIS 技术, 可对土地利用变化进行空间分析和可视化展示, 为土地资源管理部门制定决策提供科学依据。

### 2.4 土地整治工程测量

土地整治工程包括土地平整、农田水利建设、道路修建等, 其施工精度直接影响工程质量和效益。GNSS 测量技术在土地整治工程测量中具有广泛应用。在工程规划阶段, 利用 GNSS 测量技术获取项目区的地形地貌数据, 为工程设计提供基础资料。在施工过程中, 采用 GNSS RTK 测量技术进行施工放样, 将设计图纸上的工程要素(如道路中心线、沟渠边界等)准确地测设到实地, 指导工程施工。在工程竣工后, 利用 GNSS 测量技术进行工程验收测量, 获取工程实际完成情况的数据, 为工程验收提供依据。

## 3. GNSS 测量技术在土地测绘应用中面临的挑战

### 3.1 信号干扰与遮挡问题

GNSS 信号在传播过程中容易受到多种因素的干扰和遮挡。在城市环境中, 高楼大厦会对 GNSS 信号产生遮挡, 导致信号减弱或丢失, 影响定位精度。此外, 电磁干扰、电离层和对流层延迟等因素也会对 GNSS 信号造成干扰, 使定位结果出现误差。在山区、丛林等地形复杂的区域, 茂密的植被和起伏的地形同样会对 GNSS 信号产生遮挡, 增加测量难度。

### 3.2 高程测量精度受限

虽然 GNSS 测量技术在平面定位方面具有较高的精度, 但在高程测量方面仍存在一定的局限性。由于大地水准面与参考椭球面之间存在差异, 且这种差异在不同地区变化复杂, 导致 GNSS 测量得到的大地高转换为正常高时存在较大误差。在一些对高程精度要求较高的土地测绘工作中, 如水准测量、土方计算等, 单纯依靠 GNSS 测量技术难以满足精度要求。

### 3.3 数据处理与分析难度较大

GNSS 测量技术获取的数据量大、类型复杂, 包括卫星观测数据、坐标数据、差分改正数据等。对这些数据进行准确处理和分析, 需要专业的软件和技术人员。同时, 为了保证

数据的准确性和可靠性, 还需要进行数据质量检查、误差分析和处理等工作。此外, 将 GNSS 测量数据与其他技术 (如 GIS、RS) 的数据进行融合处理, 也面临着数据格式转换、坐标系统统一等技术难题。

#### 3.4 设备成本与维护费用较高

GNSS 测量设备 (如 GNSS 接收机、数据通信设备等) 价格相对较高, 对于一些资金有限的测绘单位来说, 购置设备的成本压力较大。此外, 设备在使用过程中需要定期进行维护和校准, 以确保其性能稳定。设备的维护和校准费用也增加了测绘工作的成本。同时, 随着 GNSS 技术的不断发展, 设备更新换代速度加快, 进一步增加了设备投入成本。

### 4. 提升 GNSS 测量技术在土地测绘中应用效果的对策

#### 4.1 应对信号干扰与遮挡的措施

优化测量环境: 在进行 GNSS 测量前, 对测量区域进行实地勘察, 选择开阔、无遮挡的地点作为测量站点。在城市环境中, 尽量避免在高楼大厦密集的区域进行测量, 选择空旷的广场、公园等地点。在山区、丛林等区域, 合理规划测量路线, 避开茂密植被和高大山体的遮挡。采用信号增强技术: 利用信号增强设备, 如 GNSS 信号放大器、反射板等, 增强 GNSS 信号强度。此外, 利用网络 RTK 技术, 通过建立连续运行参考站 (CORS) 网络, 为用户提供高精度的差分改正信息, 提高在复杂环境下的定位精度。

#### 4.2 提高高程测量精度的方法

结合传统水准测量: 将 GNSS 测量技术与传统的水准测量方法相结合, 利用水准测量的高精度优势, 对 GNSS 测量得到的高程数据进行校准和修正。在测区内均匀布设一定数量的水准控制点, 通过水准测量获取这些控制点的正常高, 然后利用 GNSS 测量获取其大地高, 通过计算两者之间的差值, 建立高程转换模型, 对其他 GNSS 测量点的高程进行修正。采用大地水准面精化技术: 利用大地水准面精化模型, 对 GNSS 测量得到的大地高进行转换, 提高高程测量精度。通过收集和分析测区的重力数据、地形数据等, 建立高精度的大地水准面模型, 将 GNSS 测量得到的大地高转换为更接近实际高程的正常高。

#### 4.3 加强数据处理与分析能力

选用专业的数据处理软件: 选择功能强大、操作简便的数据处理软件, 如 Trimble Business Center、南方 CASS 等,

对 GNSS 测量数据进行处理和分析。这些软件具有数据导入、编辑、平差计算、绘图等功能, 能够满足不同类型的土地测绘数据处理需求。培养专业的数据处理人员: 加强对测绘人员的数据处理技能培训, 提高其数据处理和分析能力。培训内容包括数据处理软件的使用、误差分析与处理方法、数据融合技术等。通过培训, 使测绘人员能够熟练掌握数据处理流程和方法, 准确处理和分析 GNSS 测量数据, 提高测绘成果质量。

#### 4.4 降低设备成本与维护费用的途径

合理选择设备: 根据土地测绘工作的实际需求, 合理选择 GNSS 测量设备。对于一些精度要求不高的常规测绘工作, 可以选择中低端的 GNSS 接收机, 降低设备购置成本。建立设备维护管理制度: 建立健全设备维护管理制度, 制定详细的设备维护计划, 定期对 GNSS 测量设备进行清洁、校准、检修和维护。设立专门的设备管理岗位, 配备专业的设备管理人员, 负责设备的日常管理和维护工作。通过科学的设备维护管理, 延长设备使用寿命, 降低设备故障率, 减少设备维修费用。

### 结语

GNSS 测量技术凭借其高精度、高效率、全天候等优势, 在土地测绘领域得到了广泛应用, 为土地资源管理提供了有力的技术支持。从土地权属界址测量到地形测绘, 从土地利用现状调查与动态监测到土地整治工程测量, GNSS 测量技术在各个环节都发挥着重要作用, 显著提高了土地测绘工作的效率和质量。随着卫星导航技术的不断发展和创新, GNSS 测量技术将与其他先进技术 (如物联网、大数据、人工智能等) 深度融合, 在土地测绘领域展现出更广阔的应用前景。未来, GNSS 测量技术将朝着更高精度、更智能化、更便捷化的方向发展, 为土地资源的科学管理和合理利用提供更加精准、高效的技术保障。

### 参考文献

- [1] 赵文娇. GNSS 定位技术在测绘工程中的应用研究[J]. 四川建材, 2022, 48 (11): 251-253.
- [2] 周凯. 现代测绘技术在工程测量中的应用研究[J]. 华北自然资源, 2022, (04): 102-104.
- [3] 张盟. GNSS 测绘技术的特点及其在工程测绘中的运用[J]. 科技资讯, 2021, 19 (36): 31-33.