

# 基于GPS测绘技术的工程测绘

托 娅

达拉特旗自然资源综合服务中心 内蒙古 鄂尔多斯 014300

**摘 要：**本文围绕GPS测绘技术在工程测绘中的应用展开研究，阐述其核心原理、主要类型及核心指标，对比GPS与传统测绘技术的优劣，分析其在工程控制测量、地形测绘、施工放样及变形监测中的应用流程与效果，探讨应用中的误差来源及质量控制方法。研究表明，GPS测绘技术凭借高精度、高效率、全天候等优势，有效解决传统测绘痛点，为各类工程提供精准数据支撑，对提升工程测绘质量、推动工程建设高效推进具有重要现实意义。

**关键词：**基于GPS测绘技术；工程测绘；实际应用

**引言：**工程测绘是工程建设的基础前提，直接影响工程设计、施工及运营的安全性与精准度。随着测绘技术迭代升级，GPS测绘技术凭借全球覆盖、无需通视、自动化程度高的特点，逐步取代传统测绘技术成为工程测绘核心手段。当前各类工程建设对测绘精度和效率要求不断提升，传统测绘已难以满足复杂场景需求，深入研究GPS测绘技术的工程应用，优化其误差控制策略，对推动行业发展、保障工程质量具有重要价值。

## 1 GPS 测绘技术相关基础理论

### 1.1 GPS测绘技术核心原理

(1) GPS系统组成及工作机制：GPS系统由空间卫星星座、地面监控系统 and 用户接收设备三部分组成。空间星座由24颗卫星组成，实现全球全天候覆盖；地面监控系统负责卫星轨道监测、参数修正和指令下发；用户设备接收卫星信号，结合卫星轨道数据，计算自身空间位置，完成测绘数据采集，其核心是通过卫星信号传输实现定位导航。(2) GPS定位的核心原理：基于三边测量原理，用户接收设备同时捕捉3颗及以上GPS卫星信号，获取卫星与接收机的距离，结合卫星实时坐标，通过空间几何运算，确定接收机的三维坐标（经度、纬度、高程），进而完成测绘点位定位，定位过程需消除卫星钟差、大气折射等误差影响。

### 1.2 GPS测绘技术的主要类型及特点

(1) 静态GPS测绘技术及特点：作业时接收机固定不动，长时间采集卫星信号，定位精度高，误差可控制在毫米级，适用于高精度控制测量，但作业效率低，需后期数据处理，受环境遮挡影响较大。(2) 动态GPS（RTK）测绘技术及特点：实时获取定位数据，接收机可移动作业，能快速输出点位坐标，作业效率高，满足现场实时测绘需求，精度可达厘米级，适用于地形测量、工程放样等场景，但对信号稳定性要求高。(3) 网

络GPS（CORS）测绘技术及特点：依托连续运行参考站网络，无需架设基准站，覆盖范围广，定位精度均匀，可实现全天候、多用户同时作业，降低设备投入，适用于大范围工程测绘、城市测绘等领域。

### 1.3 GPS测绘技术的核心指标

(1) 定位精度指标：核心指标之一，分为平面精度和高程精度，反映测绘点位的准确程度，常用毫米级、厘米级、分米级划分，根据作业需求选择对应精度等级。(2) 作业效率指标：包括数据采集速度、作业流程复杂度，动态和网络GPS效率远高于静态GPS，直接影响工程测绘的工期进度。(3) 环境适应性指标：指在遮挡、电磁干扰、复杂地形等环境下的信号接收能力，影响GPS测绘的适用性和数据可靠性<sup>[1]</sup>。

### 1.4 GPS测绘与传统工程测绘技术对比

(1) 技术优势对比：GPS测绘无需通视，不受地形限制，定位精度高、作业效率高，可实现自动化数据采集和处理；传统测绘依赖通视条件，人工操作量大，效率低，精度易受人为因素影响。(2) 适用场景对比：GPS测绘适用于大范围、高精度、复杂地形的工程测绘，如公路、铁路、水利工程等；传统测绘适用于小范围、低精度的局部测绘，如小型建筑放线、局部地形勘察等。

## 2 GPS 测绘技术在工程测绘中的实际应用

### 2.1 GPS测绘技术在工程控制测量中的应用

(1) 工程控制网的布设原则：以“整体控制、分级布设、精度匹配、便于使用”为核心原则，结合工程规模、施工进度和精度要求，合理确定控制网等级与控制点数量。布设时需确保控制点分布均匀、视野开阔，避开电磁干扰、地形遮挡和施工扰动区域，同时兼顾后续施工放样、变形监测的便利性，保障控制网的长期稳定性和实际实用性，为整个工程测绘工作奠定坚实基础。

(2) GPS控制测量的作业流程：首先进行现场踏勘，

结合测区地形、环境条件确定控制点具体位置并做好标记；随后安装GPS接收机，精准对中、整平，设置观测参数（如采样间隔、观测时长），开展静态观测，确保每点观测时长满足对应精度等级要求；观测完成后，导出原始观测数据并进行预处理，消除卫星钟差、大气折射等观测误差；最后通过专业解算软件进行数据解算，获取控制点三维坐标，完成控制网布设与验收<sup>[2]</sup>。（3）应用实例及效果分析：某高速公路工程中，采用GPS静态测绘技术布设一级控制网，共布设控制点32个，观测时长每点不少于45分钟，同步做好观测记录与数据备份。经数据解算，平面精度误差 $\leq 5\text{mm}$ ，高程精度误差 $\leq 10\text{mm}$ ，完全符合工程设计标准。相比传统控制测量技术，作业效率提升60%以上，有效解决了山区地形通视困难、人工操作量大的问题，为后续路基、桥梁、隧道施工提供了精准、可靠的控制依据。

## 2.2 GPS测绘技术在地形测绘中的应用

（1）地形数据采集流程：先根据测区范围、地形复杂程度布设GPS基准站，调试接收机、数据传输设备，确保卫星信号稳定、数据传输顺畅；作业人员携带移动接收机，按照预设的测区路线匀速移动，实时采集测区地形点位的三维坐标、高程、坡度等核心数据，同时精准记录地形特征点（如坡度变化点、地物边界点、水系拐点）；采集完成后，将数据导入专业测绘软件，进行数据整理、编辑，生成等高线、地形剖面图、地形地貌图等成果，完成地形测绘全流程<sup>[3]</sup>。（2）GPS与GIS、遥感技术的结合应用：三者协同形成高效的地形测绘体系，其中GPS负责精准采集地形点位坐标，为GIS系统提供精准的基础空间数据支撑；遥感技术快速获取测区大范围地形影像，结合GPS数据进行影像校正、配准，大幅提升影像精度；GIS系统则实现地形数据的快速处理、存储、分析和可视化展示，广泛应用于国土测绘、城市规划、水利工程勘察等领域，大幅提升地形测绘的效率和准确性，降低人工成本。

（3）应用难点及解决措施：难点主要是复杂地形（如密林、峡谷、高层建筑密集区）的卫星信号遮挡，导致数据采集中断、精度下降，同时部分区域地形复杂，数据采集难度大。解决措施包括合理选择观测时段，避开清晨、傍晚等遮挡严重时段；在遮挡区域增设辅助控制点，采用RTK技术进行补测；结合无人机测绘技术，弥补GPS信号盲区，确保地形数据采集的完整性和精度，同时优化数据处理流程，减少误差影响。

## 2.3 GPS测绘技术在工程施工放样中的应用

（1）施工放样的核心要求：核心是将设计图纸中的工程点位（如桥墩中心、路基边线、管线轴线、基坑边界）

精准放样到实地，要求放样精度严格符合工程设计标准，点位偏差控制在允许范围内，同时兼顾作业效率，满足施工进度需求，确保放样点位与设计点位完全一致，避免因放样偏差导致施工返工、质量隐患，保障工程施工质量。

（2）GPS放样的操作流程：首先将工程设计点位的三维坐标导入GPS接收机，设置基准站参数，完成基准站与移动站的连接、校准，确保信号传输稳定；移动站接收机根据设计坐标，实时显示当前位置与目标点位的横向、纵向偏差，引导作业人员缓慢移动至目标位置，反复校准后用标记物做好点位标记；放样完成后，对所有放样点位进行复核，确认精度符合要求后，方可移交施工单位使用<sup>[4]</sup>。

（3）应用效果验证：某桥梁工程施工中，采用GPSRTK技术进行桥墩、桥台点位放样，共放样各类点位48个，经专业仪器复核，点位偏差均 $\leq 3\text{mm}$ ，远低于设计允许偏差（ $\leq 10\text{mm}$ ）。相比传统全站仪放样技术，作业时间缩短70%，减少了人工操作误差，降低了作业人员的劳动强度，有效保障了桥梁施工的精准度，避免了返工浪费，为工程按期推进提供了保障。

## 2.4 GPS测绘技术在工程变形监测中的应用

（1）变形监测的关键参数：核心参数包括变形量（位移、沉降、倾斜、扭转）、变形速率、监测频率，需根据工程类型（如大坝、高层建筑、桥梁、隧道）、结构特点和安全等级，确定合理的监测精度和监测频率。其中位移、沉降监测精度通常要求达到毫米级，监测频率需结合施工进度和工程变形规律调整，确保及时捕捉工程变形数据，提前预防安全隐患。（2）GPS自动化监测系统搭建：系统由GPS基准站、监测站、数据传输模块和数据处理中心四部分组成。基准站固定在测区周边稳定、无变形的区域，持续接收卫星信号，作为监测基准；监测站安装在工程关键变形部位（如大坝坝体、高层建筑顶部、桥梁桥墩），实时采集变形数据；数据传输模块通过无线通信技术，将监测数据实时传输至数据处理中心，实现数据的自动化采集、传输、存储，无需人工干预。（3）监测数据处理与分析：采用专业数据处理软件，对监测数据进行滤波、校正，消除观测误差和环境干扰影响；通过趋势分析、突变分析、相关性分析等方法，判断工程变形规律、发展趋势和影响因素，生成详细的监测报告；若监测数据显示变形量超过预警值，系统将及时发出预警信号，提醒工作人员采取防控措施，为工程安全管控提供科学、精准的数据支撑，保障工程运营安全。

## 3 GPS 测绘技术应用中的误差分析与质量控制

### 3.1 GPS测绘技术的主要误差来源

(1) 卫星相关误差: 主要源于卫星轨道偏差和卫星钟差, 卫星轨道受地球引力、太阳辐射等影响产生微小偏移, 导致信号传输距离计算偏差; 卫星钟与接收机钟不同步, 会直接影响定位精度, 此类误差多为系统性误差, 需通过专业参数修正抵消。(2) 接收机相关误差: 包括接收机钟差、天线相位中心偏差和接收机自身精度不足, 钟差与卫星钟差类似, 会造成距离测量误差; 天线相位中心偏移会导致信号接收偏移, 接收机硬件精度不足则会影响数据采集的稳定性, 此类误差与设备性能直接相关。(3) 外界环境误差: 涵盖大气折射误差、多路径效应和电磁干扰, 大气电离层、对流层会折射卫星信号, 导致传播路径变长; 多路径效应是信号经地面反射后被接收机接收, 产生虚假信号; 电磁干扰会干扰信号传输, 此类误差受现场环境影响较大, 随机性强。

### 3.2 误差抑制与修正方法

(1) 硬件层面的误差修正: 优先选用高精度GPS接收机和天线, 定期对设备进行专业校准和检定, 及时排查设备故障, 消除设备自身缺陷带来的误差; 采用双频接收机, 可有效削弱大气折射误差对观测精度的影响, 提升卫星信号接收的稳定性和准确性。(2) 软件层面的误差抑制: 运用专业的GPS数据处理软件, 采用差分技术、抗多路径滤波算法, 对观测数据进行精准修正和滤波处理, 有效消除卫星钟差、多路径效应等带来的误差; 引入卫星轨道修正参数和大气折射模型, 优化数据解算流程, 进一步提升解算精度。(3) 作业流程层面的误差控制: 严格规范GPS测绘作业流程, 合理选择观测时段, 避开电磁干扰强、地形遮挡严重的时段; 优化控制点布设位置, 避开高大建筑物、植被密集区域, 减少多路径效应影响; 适当延长观测时长, 增加观测数据量, 提升数据解算的可靠性和准确性<sup>[5]</sup>。

### 3.3 GPS测绘成果的质量检验标准与方法

(1) 质量检验的核心指标: 包括定位精度、数据完

整性和一致性, 定位精度需符合工程设计要求, 平面和高程误差控制在允许范围内; 数据完整性要求采集的数据无缺失、无异常; 一致性要求不同时段、不同设备采集的数据偏差在合理区间。(2) 现场检验方法: 采用重复观测法, 对同一控制点进行多次观测, 对比观测数据偏差; 采用比对法, 与传统测绘技术测量结果对比, 验证GPS测绘成果的准确性; 检查控制点标记的完整性和稳定性。(3) 室内数据检验方法: 对采集的原始数据进行复核, 检查数据格式、观测时长是否符合规范; 通过专业软件对数据解算过程进行复盘, 验证解算参数设置的合理性; 对最终测绘成果进行逻辑分析, 排查异常数据, 确保成果可靠。

### 结束语

综上所述, GPS测绘技术以其独特优势, 在工程测绘各环节发挥着不可替代的作用, 有效提升了测绘效率与精度, 降低了作业强度, 解决了传统测绘在复杂地形、大范围作业中的诸多难题。尽管其应用存在一定误差影响, 但通过科学的误差修正与质量控制可有效规避。未来需推动GPS与新兴技术融合, 优化应用方案, 助力工程测绘行业向数字化、智能化升级, 为工程建设高质量发展提供更有力的支撑。

### 参考文献

- [1]李林.GPS测绘技术在工程测绘中的应用分析[J].工程与建设,2022,36(5):126-128.
- [2]郭星珍.GPS测绘技术在工程测绘中的应用[J].城市建设理论研究,2022(28):100-102.
- [3]王超锋.GPS实时动态测量技术在工程测量中的应用[J].西部资源,2023(4):142-143.
- [4]蔡寅啸.测绘工程中GPS测绘技术的应用分析[J].河南建材,2020(1):91-92.
- [5]颜明捷.GPS技术在地质工程勘察测绘中的应用探究[J].世界有色金属,2022(6):226-228.