

工程测绘中 GPS 测绘技术实践探讨

毛卫华¹, 彭子杰²

1. 浙江省景宁畲族自治县景致勘测设计有限公司, 浙江 景宁 323500
2. 浙江顺畅高等级公路养护有限公司丽水区域中心, 浙江 丽水 323000

DOI:10.61369/ERA.2025120008

摘 要 : 随着科学技术的飞速发展, 工程测绘领域也在不断革新。GPS 测绘技术作为一种先进的测量手段, 凭借其高精度、高效率、全天候等优势, 在工程测绘中得到了广泛应用。本文探讨 GPS 测绘技术在工程测绘不同场景下的具体应用, 分析当前该技术存在的问题, 并对未来发展趋势进行展望, 希望有所帮助。

关 键 词 : 工程测绘; GPS; 测绘技术; 工程实践; 存在问题; 未来发展

Discussion on the Practice of GPS Surveying and Mapping Technology in Engineering Surveying and Mapping

Mao Weihua¹, Peng Zijie²

- 1.Jingzhi Survey and Design Co., Ltd., Jingning She Autonomous County, Jingning, Zhejiang 323500
- 2.Lishui Regional Center of Zhejiang Shunchang High-grade Highway Maintenance Co., Ltd., Lishui, Zhejiang 323000

Abstract : With the rapid development of science and technology, the field of engineering surveying and mapping is constantly innovating. As an advanced measurement method, GPS surveying and mapping technology has been widely applied in engineering surveying and mapping due to its advantages of high precision, high efficiency, and all-weather operation. This paper explores the specific applications of GPS surveying and mapping technology in various scenarios of engineering surveying and mapping, analyzes the current problems with this technology, and looks forward to its future development trends, hoping to provide some assistance.

Keywords : engineering surveying and mapping; GPS; surveying and mapping technology; engineering practice; existing problems; future development

一、GPS 测绘技术原理和系统组成

(一) GPS 测绘技术原理

GPS 测绘技术可明确接收设备位置, 一般可依托于卫星定位系统, 通过地面接收设备和测量卫星之间间距获取位置。位于地面的 GPS 接收机可获取来源于卫星的信号, 并基于信号传播速度与时间的不同, 对接收机及卫星间距进行计算。计算的结果可用于空间几何模型的建立, 并基于三角测量原理, 完成接收机三维坐标的计算, 获取高程、维度和精度等参数^[1]。实践中, 工作系统会采用实时动态差分技术, 将 GPS 接收机设置在已知坐标基准站上, 对卫星信号进行实时观测和记录, 同时向流动站接收机发送有关数据。流动站接收机可兼顾基准站数据和卫星信号的接收, 经过差分计算, 将大气传播误差、卫星轨道误差等公共误差最大限度消除, 使定位精度达到厘米级。

(二) GPS 系统组成

GPS 系统一般包括空间、地面控制和用户设备等不同部分。其中, 空间组成部分以分布在不同轨道平面的卫星为主体, 这样即使在全球各个角落, 可观测的卫星数量都会不少于4颗, 且不受时间的限制, 保证用户定位服务的连续性。地面控制部分包括监测站、注入站和主控站。监测站可连续观测卫星, 对气象数据等

参数进行记录, 同步向主控站传输^[2]。注入站可用对应卫星存储系统存储信息, 保证卫星向地面发送信号的准确性。主控站可对监测站各类观测数据进行实时收集, 信息可同步向注入站传送。用户设备则以 GPS 接收机为主, 可在接收的同时, 解码并处理信号, 对接收机位置时间、速度等进行计算, 获取接收机坐标。结合应用需求和场景差异, GPS 接收机类型较多, 既可航空, 也可车载, 还可随身手持移动, 适用于多个场景。

二、GPS 测绘技术在工程测绘中的实践

(一) 地形测绘

GPS 测绘技术在地形测绘应用价值较高, 相较于传统以大量消耗人力物力为主的测绘方法, GPS 测绘技术效率较高, 而且基本不会受地形条件的限制。实践中, 测绘人员可避免携带大量设备, 只需要携带 GPS 接收机即可, 相关测绘地点的数据, 包括平面、高程和三维坐标等, 都会显示在 GPS 接收机^[3]。即使地形面积较大, 也可以 GPS-RTK 为主要测绘技术, 以提高测量数据精度和测绘效率。很多山区由于地形限制, 人员无法在平面上大量布设测量点, 因此可借助 GPS 测绘技术, 记录地形起伏情况, 保证地形数据的准确性, 辅助后续工程规划设计。举例而言, 在某

山区地形测绘项目中,山区通过专业专用处理软件,处理并分析测量点数据,获得了山区当地数字地面模型,并通过系统量化了各类信息,包括高程变化、山谷走向和地形起伏等,令公路选线更适配山区地形,避免工程增加额外建设成本^[4]。

此外,由于GPS设备可在无人机上搭载,因此可利用空中优势完成地形测绘,使测绘覆盖效率更大,令地形信息更详细。以某城区地形测绘为例,测绘人员可为无人机提前设定航线,使其飞行范围覆盖测量区域,由GPS接收机对飞行位置信息和轨迹进行实时记录,并通过相机对地面影射影像图与数字表面模型进行记录。数据可作为评估地形地貌,以及当地道路和地面建筑物的重要依据,辅助城市高效建设与科学规划^[5]。

（二）工程控制测量

工程控制测量可获得精准数据,辅助后续工程建设质量的提升,保障工程安全。GPS测绘技术可在短时间内建立控制网,并提高控制网精度,且由于限制条件较少,因此人员控制点设置工作压力与数量也会进一步减少。铁路和桥梁等工程,就是需要建立高程与平面控制网的主要场景。测绘人员可将GPS接收机建立在控制点上,长时间观测并借助数据处理软件完成控制点坐标的解算。相较于常规测量方法,GPS可实现测量精度的提升,也可有效缩短测量周期。以某铁路工程建设为例,由于铁路线路长度较长,且沿途地形地貌相对复杂。观测控制点阶段,测绘人员依照有关规范将GPS控制点设置在沿线,保证测绘点控制网覆盖全线。观测控制点阶段,应精细处理观测数据,实现数据精度与质量的提升,保障高程轨道平顺性^[6]。

（三）水下地形测绘

桥梁工程需要将钢板桩围堰或钢套箱围堰打入水底,因此需要通过水下地形测绘,获知水下地形情况,这对于桥梁下部结构施工强度而言至关重要。常规水下地形测绘,以测深仪测量方法为主,这种测绘方法不仅复杂程度较高,难以有效提高效率,而且更容易受到环境因素的影响,天气和水流都会影响测绘精度。GPS测绘技术可以作为测深仪重要的替代或辅助技术,可提高测绘效率,保证测绘数据的准确性。实践中,可将测深仪与GPS接收机安装在测量船上,测深仪可获取水下深度信息,GPS接收机可获得测量船坐标,借助数据采集与处理技术,整合位置与深度相关信息,可完成水下地形图的绘制。举例而言,可通过GPS水下地形测绘获得水下地形有关数据,收集航道地形数据,有助于后续航道疏浚方案制定^[7]。以某港口扩建工程为例,建设之前,应详细测绘港口附近海域水下地形,对码头建设位置与港池开挖范围进行科学规划。实践中,可同步增加姿态传感器,监测测量船姿态变化,实现测量精度的提升,避免船体摇晃影响测量结果。通过海域精细测绘,可提高水下地形数据分辨率,并基于分辨率构建三维模型,令后续港口扩建工程各道工序有明确的地形信息参考,以实现港口建设科学规划。

（四）变形监测

工程建设阶段,可能涉及基坑开挖、沟槽开挖等施工环节,进而对地基原状土造成强烈扰动,增加管线变形、开裂、破坏、建筑物、构筑物开裂和沉降等风险。因此对于工程建设而言,应

在施工同时,对工程变形情况进行监测,为施工安全保驾护航。GPS测绘技术可实时监测,对变形的动态变化特征有较强适应能力^[8]。举例而言,针对高层建筑施工,可通过GPS监测并记录建筑物沉降和垂直度情况,若发现数据超出标准,系统会第一时间发出警报,方便采取对应措施,降低事故发生率。在一些水利工程施工中,GPS也有助于大坝变形监测,实践中,可建立监测系统,不分时间和地点监测大坝沉降与位移现象,保障大坝运行的安全性。

三、当前工程侧会中GPS测绘技术面临的问题

（一）精度局限

尽管GPS测绘是当前工程测绘的先进技术,但是聚焦于特殊应用场景,精度依然有较大提升空间。以一些高精度工程测量场景,包括精密工程,施工缝变形监测等,都需要最大限度减少误差,最好能够达到毫米级测量精度。当前系统提升精度的技术,一般为差分技术,但卫星轨道误差为GPS信号固有误差,且卫星信号传递到地面接收设备途中,可能会收到大气等环境因素影响,导致测量精度无法有效提升^[9]。再以一些长输管道工程为例,由于管道铺设长度动辄数公里或者十几公里,误差会和距离成正比关系,对测量结果准确性造成负面影响。大面积地形测绘同理,GPS测绘需要辅以同步误差纠正,以提高测绘精度,否则可能影响地形图拼接结果的准确性。

（二）信号干扰

很多因素都可能直接或间接影响GPS信号传输精度,增加信号丢失风险,对测量精度造成影响。城市和乡村都有各自影响信号的因素,城市中由于高层建筑较多,建筑物会直接遮挡GPS信号的传输,并形成信号反射屏障,增加信号出现偏差风险^[10]。即使接收机接收到信号,也可能不是准确信号,导致测绘人员无法获取真实位置。山区乡村同样会因为地形起伏不定,影响GPS信号的稳定性,导致卫星信号接收不全,对测量数据准确性与稳定性造成影响。GPS信号同样会受到电磁干扰,而工程建设现场会有智能化机械设备,工地附近也可能存在通信基站和高压电线等,可能会产生大量电磁辐射,对GPS信号造成干扰,影响GPS接收机精度^[11]。

（三）设备成本

GPS测绘设备包括数据传输设备、天线和接收机等,属于高价格设备,一些项目并不具备足够的资金预算,可能难以购置或租赁设备,或者无法结合需求实现设备升级,因此限制了GPS测绘技术在工程建设中的使用场景。同时,GPS设备每隔一段时间需校准与维护,使其测量精度和性能达标^[12]。软件升级、电池更换和设备清洁等,每一项都需要依赖专业技术人员,也可能投入额外成本。设备使用阶段,也有一定概率出现意外故障,例如接收机突然停止工作,不仅会影响单次信号接收,也可能影响后续

工程建设资金使用计划^[13]。

四、工程测绘中 GPS 测绘技术未来发展方向

（一）高精度定位

当前 GPS 定位精度尚有一定提升空间，未来伴随技术的发展，可从两方面实现 GPS 定位精度的提升。可通过卫星星座布局的改变，以及信号发射技术的改进，最大限度消除信号传播误差与卫星轨道误差，令 GPS 信号质量有所提升。实践中，已经有精确度更高的原子钟应用于各类场景，这种原子钟时间基准稳定性更强，对于定位精度的提升有立竿见影的效果。同时，GPS 技术也可以融合地基增强系统和惯性导航系统等技术，使数据与算法互相融合，令不同技术取长补短，即使测绘环境复杂程度较高，也可以保证定位结果精度达标^[14]。

（二）趋于智能化和自动化

未来 GPS 技术会趋于智能化和自动化发展，测绘设备智能处

理能力会再次实现质的飞跃。基于人工智能的深度学习技术，设备可对测量环境进行自动识别，并基于测量环境选择对应参数与测量模式，保障测量效率和精度。自动化测量系统也会大量应用于现实中，自动化数据采集系统与 GPS 监测站未来会以无人工作为主要工作模式，通过设备系统实时监测工程建设区域，自动向对应系统传输并处理数据，减轻工作人员压力的同时，最大限度避免人工出错。若发生异常情况，也可及时纠偏，保证工程顺利推进^[15]。

五、结束语

综上所述，GPS 测绘技术在工程建设中价值显而易见，主要可应用于地形测绘、工程控制测量、水下地形测绘和变形监测等场景，减轻人员工作压力的同时，也可提高测绘精度。尽管当前 GPS 测绘技术依旧存在一些问题，但是随着技术发展，未来 GPS 定位精度和智能化水平会更高，成为辅助工程建设的重中之重。

参考文献

[1] 敖文飞. GPS 技术在地质工程勘察测绘中的应用[J]. 全面腐蚀控制, 2025, 39(2): 28-30.

[2] 英杰. GPS 测绘技术在测绘工程中的应用路径研究[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2025(3): 034-037.

[3] 刘玮璞. 建筑工程测量中 GPS 测绘技术应用研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2025(2): 041-044.

[4] 尤杰文. GPS 测绘技术在建筑工程测量中的应用研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2025(8): 001-005.

[5] 韩宇. 建筑工程测量中 GPS 测绘技术应用分析[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2025(3): 022-025.

[6] 赵忠恒. GPS RTK 技术在地质勘察测绘工程中的应用价值及方法[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2025(2): 088-091.

[7] 高翔. 工程测绘中 GPS 测绘技术的应用探析[J]. 漫科学(科技应用), 2025(2): 37-39.

[8] 吴晓刚. 地理信息系统中 GPS 控制测绘技术的应用与研究[J]. 科技资讯, 2024, 22(1): 51-55.

[9] 简晓晨. 论矿区地质测绘中高精度 GPS 动态测量及质量控制[J]. 世界有色金属, 2024(5): 139-141.

[10] 徐昇. GPS 测绘技术在地理信息系统中的运用[J]. 智能建筑与工程机械, 2023, 5(11): 87-89.

[11] 刘祥. 对于工程测绘测量技术应用的研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(12): 140-142.

[12] 图布信巴图. GPS 技术在地质工程测量中的应用优势与具体途径[J]. 中国设备工程, 2023(5): 230-232.

[13] 屈慧慧, 赵晓琳. GPS 技术在地质工程测量中的应用优势与具体途径[J]. 西部探矿工程, 2024, 36(11): 109-111.

[14] 刘鹏, 胡瑾宇. GPS 技术在地质工程勘察测绘中的应用探讨[J]. 内蒙古煤炭经济, 2022(24): 184-186.

[15] 唐志祥. 探讨 GPS 技术在地质工程中的实际应用情况[J]. 工程技术与管理(香港), 2025(2): 91-93.