

GPS测绘技术在测绘工程中的应用

来泽玲

河南宏程矿业勘察设计有限公司 河南 焦作 454000

摘要: 全球定位系统 (GPS) 凭借高精度、全天候、高效率等特性,革新了传统测绘模式。在测绘工程中,其广泛应用于地形测量、工程变形监测、道路桥梁工程测量及地下管线探测等领域,显著提升测量效率与数据准确性。随着科技进步, GPS测绘技术正朝着与其他技术深度融合、高精度实时化、小型智能化方向发展,应用领域也将不断拓展,为测绘工程的智能化、数字化转型提供强大技术支撑。

关键词: GPS测绘技术; 测绘工程; 应用

引言

测绘工程作为地理信息获取与处理的关键领域,对测量技术的精度、效率及可靠性要求日益严苛。全球定位系统 (GPS) 的出现,为测绘工程带来革命性变革。本文基于此背景,系统探讨GPS测绘技术在测绘工程中的具体应用,分析其在地形测量、工程变形监测等多场景下的技术优势,并结合行业发展趋势,展望GPS测绘技术未来发展方向,以期对测绘工程技术创新与应用提供参考。

1 GPS 测绘技术概述

GPS测绘技术作为全球卫星定位系统在测绘领域的应用,以其高精度、高效率、全天候的特性,深刻变革了传统测绘作业模式。该技术依托分布于地球中高轨道的多颗GPS卫星,通过卫星不间断地向地面发射载有时间和轨道信息的无线电信号,地面接收设备同时捕捉至少4颗卫星信号,基于距离交会原理计算出接收机的三维坐标,实现对目标位置的精准定位。GPS测绘系统由空间星座部分、地面控制部分和用户设备部分构成。空间星座由24颗工作卫星和多颗备用卫星组成,确保全球任何地点、任何时刻至少可观测到4颗卫星;地面控制部分通过监测站、主控站和注入站协同运作,实时监测卫星运行状态并修正轨道参数,保障定位数据的准确性;用户设备即各类GPS接收机,其性能决定了数据采集的精度与效率,从低精度的消费级设备到可达到毫米级定位精度的专业测绘型接收机,适用于不同精度需求的测绘任务。在实际测绘作业中, GPS测绘技术展现出显著优势。静态测量模式下,通过长时间观测获取多历元数据,利用载波相位差分技术,能够实现厘米级甚至毫米级的定位精度,常用于大地控制测量、工程变形监测等领域。动态测量模式则以快速定位能力见长,实时动态 (RTK) 技术结合基准站与流动站的数据交互,可在野外实时获取厘米级定位结果,极大提升地形测绘、工程放样等作业

的效率。GPS测绘不受通视条件限制,能够在山区、密林等复杂地形环境下高效作业,通过差分定位技术削弱电离层、对流层等误差影响,保障定位结果的可靠性,为地理信息数据采集、资源勘探、城市规划等领域提供坚实的数据支撑。

2 GPS 测绘技术在测绘工程中的应用分析

2.1 地形测量

(1) 在地形测量领域, GPS测绘技术凭借卫星定位系统实现三维坐标的精准获取,通过接收多颗卫星信号,利用载波相位差分技术可将平面定位精度控制在厘米级,高程精度达到分米级。该技术无需通视条件,能够在复杂山地、森林等传统测量难以触及的区域开展工作,有效克服了地形遮挡对测量的限制,极大提升了地形数据采集的效率与覆盖范围。(2) GPS测绘设备具备便携性和自动化特点,测量人员可手持或车载设备快速移动采集数据,配合专业测绘软件,能够实时处理并生成地形点云数据。在大比例尺地形测量中,通过合理布设控制点,结合RTK (实时动态定位) 技术,可实现数据的实时传输与处理,为地形图绘制提供高精度基础数据,相比传统全站仪测量,大幅缩短了外业作业时间。

(3) 针对大面积地形测量项目, GPS测绘技术可进行分区、分块测量,通过坐标转换与数据拼接,构建完整的地形模型。在城市地形测量中,其能够精确获取建筑物轮廓、道路边界等信息,为城市规划、土地开发等提供可靠的地形数据支撑,保障项目前期规划与设计的准确性^[1]。

2.2 工程变形监测

(1) 工程变形监测是保障建筑物、桥梁等工程结构安全的重要环节, GPS测绘技术以其高精度、全天候的特性成为该领域的核心手段。通过在监测区域布设多个GPS监测点,组成监测网络,实时监测各点的三维坐标变化。利用卫星信号的稳定性,能够捕捉到毫米级的位移

变化,为工程结构安全评估提供可靠数据。(2)GPS变形监测系统可实现自动化运行,无需人工频繁观测,通过数据传输模块将监测数据实时发送至数据处理中心。软件系统对数据进行分析处理,生成位移时间曲线、变形趋势图等可视化成果,及时发现变形异常情况。在大坝、高层建筑等工程中,该技术能够持续监测其沉降、倾斜等变形情况,为工程维护与加固提供科学依据。

(3)在复杂环境下的工程变形监测中,GPS测绘技术不受光照、天气等因素影响,可在夜间、暴雨等恶劣条件下正常工作。与其他监测技术如全站仪监测相比,其具有覆盖范围广、数据连续性好的优势,能够全面反映工程结构的整体变形情况,有效预防因变形引发的安全事故,保障工程长期稳定运行。

2.3 道路与桥梁工程测量

(1)在道路与桥梁工程测量中,GPS测绘技术用于线路选线、定测及施工放样等环节。在线路选线阶段,通过GPS获取沿线地形地貌、地质条件等信息,结合GIS(地理信息系统)技术进行线路方案比选,优化线路走向,减少工程建设成本与环境影响。在定测阶段,利用GPS的高精度定位功能,准确测定道路中心线、控制点等关键位置,为后续设计提供精准数据。(2)施工放样过程中,GPS测绘技术结合RTK或PPK(后处理动态定位)技术,能够快速、准确地将设计坐标放样至实地。测量人员可通过手持终端设备接收设计数据,在施工现场直接进行放样操作,相比传统经纬仪、水准仪放样,显著提高了放样效率与精度。对于桥梁工程,GPS可精确测定桥墩、桥台等关键部位的位置,保障桥梁结构的施工精度与稳定性。(3)在道路与桥梁工程竣工测量中,GPS测绘技术可获取工程实体的实际坐标数据,与设计数据进行对比分析,评估工程施工质量。其能够为工程后期的维护管理提供基础数据支撑。通过定期精准监测道路、桥梁的变形状况,深入分析数据以及及时发现潜在问题,进而制定科学合理的维护方案,有效延长工程使用寿命^[2]。

2.4 地下管线探测

(1)地下管线探测是城市基础设施建设与管理的重要内容,GPS测绘技术在其中发挥着关键作用。在探测前期,利用GPS确定探测区域的坐标范围,布设控制点,为后续管线探测提供统一的坐标基准。通过高精度定位,能够准确记录探测设备的位置信息,确保探测数据的准确性与一致性。(2)在管线探测过程中,GPS测绘技术与探地雷达、管线探测仪等设备相结合,实现对地下管线位置、走向、埋深等信息的精确探测。测量人员携带

GPS设备与探测仪器,在地面进行移动探测,实时获取管线位置的三维坐标数据。对于复杂区域的管线探测,GPS能够快速定位探测难点,提高探测效率与准确性。(3)探测完成后,GPS测绘技术将探测数据与坐标信息进行整合,生成地下管线分布图。该分布图不仅包含管线的平面位置,还标注了埋深等关键信息,为城市规划、市政施工等提供直观、准确的地下管线资料。通过建立地下管线数据库,利用GPS定期对管线进行复测,实现对地下管线的动态管理,保障城市基础设施的安全运行。

3 GPS 测绘技术在测绘工程中的发展趋势

3.1 与其他技术的深度融合

在测绘工程领域,GPS测绘技术正与多种前沿技术形成深度融合态势,共同构建功能强大的测绘体系。与惯性导航系统(INS)的融合,有效弥补了各自的短板。GPS在信号遮挡区域定位精度会下降,而INS能在短时间内提供连续的位置、速度和姿态信息,二者结合后,即使在高楼林立的城市峡谷、茂密森林等复杂环境下,也能实现无缝定位,保障测绘数据的完整性和准确性。激光雷达(LiDAR)与GPS的协同应用,进一步拓展了测绘能力。LiDAR通过发射激光脉冲获取地物的三维点云数据,GPS则为其提供精确的空间位置基准,二者配合能够快速、高效地完成地形地貌的三维建模,在地质灾害监测、林业资源调查等场景中发挥重要作用。计算机视觉技术与GPS的融合,让测绘工作迈向新高度。通过无人机搭载的高清相机采集影像数据,结合GPS提供的精确位置信息,利用计算机视觉算法进行图像匹配与三维重建,可生成高精度的数字表面模型(DSM)和数字正射影像(DOM),广泛应用于城市规划、工程建设等领域,实现从数据采集到成果输出的一体化作业流程。

3.2 高精度与实时性提升

随着测绘工程对数据精度和时效性要求的不断提高,GPS测绘技术在高精度与实时性方面持续突破。在高精度方面,多频多星座技术的发展显著提升了定位精度。传统GPS仅依赖单一卫星星座和频段,易受信号干扰和多路径效应影响。如今的多频多星座系统,同时接收GPS、GLONASS、Galileo、北斗等多个卫星星座的多个频段信号,通过信号组合和优化算法,有效抑制干扰,消除电离层、对流层等误差影响,将定位精度提升至厘米级甚至毫米级。在实时性方面,实时动态(RTK)技术和网络RTK(NTRIP)技术不断升级。RTK技术利用基准站和流动站之间的实时数据传输,实现厘米级的实时定位;NTRIP技术则通过网络将多个基准站的数据进行整合和播发,扩大了RTK的作业范围,使测绘人员在更

大区域内都能获取实时高精度定位数据。精密单点定位（PPP）技术也在向实时化方向发展，它无需基准站，仅通过接收卫星的精密轨道和钟差数据，就能实现分米级至厘米级的实时定位，为远距离、大范围的测绘作业提供了高效的解决方案。这些技术的发展，让测绘工程能够实时获取高精度数据，满足了应急测绘、变形监测等对时效性要求极高的应用场景需求^[3]。

3.3 小型化与智能化发展

GPS测绘设备正朝着小型化与智能化方向快速发展，以适应多样化的测绘需求。在小型化方面，芯片技术的进步使得GPS模块的体积不断缩小，性能却大幅提升。过去体积庞大的GPS接收机逐渐被集成到小型无人机、智能手机、穿戴设备等终端中。例如，小型无人机搭载微型GPS模块后，能够实现自主导航和精确悬停，在地形测绘、电力巡检等工作中灵活作业，大大提高了工作效率。可穿戴式GPS设备的出现，让测绘人员在野外作业时能够实时记录自身位置和运动轨迹，便于数据采集和管理。在智能化方面，人工智能算法与GPS测绘技术的结合赋予设备更强的自主决策能力。智能GPS测绘设备能够自动识别环境特征，根据不同的测绘任务需求，智能调整数据采集频率和精度。在复杂地形测绘中，设备可通过机器学习算法分析地形数据，自动规划最优的测绘路线，避免重复测量和遗漏区域，提高测绘工作的自动化水平。设备还能对采集到的数据进行实时分析和处理，自动剔除异常数据，生成初步的测绘成果，减少人工后期处理的工作量，进一步提升测绘效率和质量。

3.4 应用领域的拓展

GPS测绘技术的应用领域正不断拓展，从传统的测绘领域逐渐延伸到多个新兴行业。在交通领域，除了道路工程测量，GPS测绘技术在自动驾驶和智能交通系统中发挥着关键作用。自动驾驶车辆通过高精度GPS定位获取自身位置，结合地图数据和传感器信息，实现精准导航和

路径规划。在智能交通管理中，利用GPS技术对车辆进行实时监控和调度，能够优化交通流量，提高道路通行效率。在农业领域，GPS测绘技术助力精准农业发展。通过在农业机械上安装GPS设备，可实现精准播种、施肥和灌溉，根据不同地块的土壤肥力和作物生长情况，按需作业，减少资源浪费，提高农作物产量和质量。在海洋领域，GPS测绘技术用于海洋地形测量、海洋工程建设以及海洋环境监测。例如，在海洋石油平台建设中，利用GPS进行精确的定位和安装；在海洋生态保护方面，通过GPS跟踪海洋生物的活动轨迹，研究其迁徙规律和生态习性。在虚拟现实（VR）和增强现实（AR）领域，GPS测绘技术为虚拟场景提供真实的地理空间信息，增强用户的沉浸式体验，在旅游、教育、娱乐等行业具有广阔的应用前景^[4]。

结语

综上所述，GPS测绘技术凭借其独特优势，已成为测绘工程中不可或缺的重要工具，在提升测量效率、保障数据精度等方面发挥了关键作用。面对测绘行业智能化、数字化发展需求，GPS测绘技术需持续深化与其他技术的融合创新，不断突破精度与实时性瓶颈，推动设备向小型化、智能化演进。未来，随着技术的迭代升级，GPS测绘技术必将在更多领域展现更大价值，为测绘工程高质量发展注入新动能。

参考文献

- [1]千彬.GPS测绘技术在测绘工程中的应用[J].价值工程,2021,40(8):210-211.
- [2]黎小冲.GPS测绘技术在测绘工程中的应用路径[J].模型世界,2023(5):7-9.
- [3]殷立军,高伟,葛延.GPS测绘技术在测绘工程中的应用[J].科学与信息化,2022(6):89-91.
- [4]王健.浅析GPS测绘技术在测绘工程中的应用[J].建筑与预算,2023(7):19-21.