

基于GNSS的高精度建筑工程测量技术应用

李海斌

山西省煤炭地质一四八勘查院有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v8i5.2340

[摘要] 随着科技的迅猛进步,现代建筑工程施工对先进测量技术的需求与日俱增。在众多测量技术中,GNSS(全球导航卫星系统)测量技术以高精度、高可靠性和高效率脱颖而出,在建筑工程测量工作中得到越来越广泛的应用。基于此,本文将详细分析基于GNSS的高精度建筑工程测量技术应用要点,并探讨这项技术所具备的独特优势,同时也会客观审视其存在的局限性,为相关领域的实践和研究提供参考。

[关键词] GNSS; 高精度; 建筑工程; 测量技术

中图分类号: TU761.6 **文献标识码:** A

Engineering High-Precision Construction Engineering Surveying Technology Based on GNSS

Haibin Li

Shanxi Province Coal Geology 148 Exploration Institute Co., Ltd.

[Abstract] With the rapid advancement of technology, the demand for advanced surveying techniques in modern construction engineering is increasing day by day. Among various surveying techniques, GNSS (Global Navigation Satellite System) surveying technology stands out for its high precision, high reliability, and high efficiency, and is being applied more and more widely in construction engineering surveying. This paper will analyze in detail the application points of high-precision construction engineering surveying technology based on GNSS, explore its unique advantages, and objectively review its limitations, providing references for practical and research work in related fields.

[Key words] GNSS; High Precision; Construction Engineering; Surveying Technology

前言

近年来,我国建筑行业迎来高速发展期,行业整体技术水平不断跃升,工程建设需求亦持续升级。在这样的发展态势下,具备高效、多功能特性的GNSS技术逐步在建筑工程测量领域崭露头角。这项技术凭借强大的数据采集与处理能力,能够为建筑工程测量提供精准、全面的数据支持,极大地优化了测绘工作流程,有效提升作业效率。随着科技的持续进步,GNSS技术也在不断迭代更新。目前,静态定位与RTK(实时动态定位)两种测绘方法已成为该技术的重要应用形式。在实际工程测量工作中,从施工放样的点位精准确定,到工程测绘的地形地貌数据采集,再到数字化测图的图形绘制,GNSS技术均发挥着关键作用。

1 GNSS的概述

1.1 GNSS的简介

GNSS是对多种卫星导航系统的统称,涵盖了全球与区域范围内的定位服务体系。当前,较具代表性的系统包括美国的GPS、俄罗斯的GLONASS、欧洲的Galileo、中国的北斗以及日本的MSAS,它们在导航技术的发展进程中各自扮演着重要角色。虽然GNSS

已实现广泛部署,但其整体性能仍在持续演进与优化之中。

该技术依托卫星星座与地面接收设备,突破地理位置的限制,提供连续、高精度的定位服务,广泛应用于各类实际场景。GNSS的发展不仅标志着信息技术向空间领域的深入渗透,也为多行业提供了技术支撑。尤其在水利工程、河道治理等专业领域中,GNSS测绘已在地形获取、工程放样和施工监控等方面发挥了关键作用,为工程质量与效率的提升提供了坚实保障,加快了测绘作业的智能化转型步伐。

1.2 GNSS的组成与优势

GNSS系统由轨道卫星与地面监控网络构成,是实现全球导航与定位的基础架构。用户在使用该技术进行测量时,需配合高精度接收设备以获取有效数据信号。在空间部分,例如北斗系统通过部署静止轨道、倾斜同步轨道及中轨道卫星,构建起多层次的卫星体系;而GPS、GLONASS与Galileo等亦采用多轨道配置,实现全球范围内的信号覆盖与互补,确保系统运行的稳定性与数据传输的连续性。这种多轨道、分布式的结构设计,极大提升了导航定位的精度与可靠性。这些在轨卫星持续不断地向地面

发射信号,确保地球上任何区域、任何时刻都能获得有效信号覆盖。对于测量用户而言,只要具备适配的软件系统与硬件设备,便能对信号进行解析处理,从而完成导航定位操作。

GNSS技术的应用优势十分显著。其一,测站间无需通视即可开展测量工作,这极大地提升了测站选址的灵活性。其二,该技术具备极高的定位精度。相较于红外测量仪器,GNSS接收机在精度表现上更为稳定可靠,特别是在长距离测量任务中,其优势尤为突出。其三,GNSS技术能够大幅节省作业时间。在控制网布设作业中,单次平均观测时长约为35分钟,较传统测量方法效率显著提升,采用快速静态定位模式,更能进一步缩短测量周期。其四,GNSS可同步提供三维坐标数据,不仅能精确定平面位置,还能实现大地高程的精确测量,在工程测量领域具有极高的实用价值。其五,该技术不受昼夜更替、地理环境等因素制约,可全天候、全地域连续作业。最后,GNSS测量技术操作简便易行。得益于高度自动化的系统设计,加之接收机设备日趋便携化,工作人员仅需完成电源连接等基础操作,即可启动自动化观测流程,极大降低了操作门槛与人力成本。

2 基于GNSS的高精度建筑工程测量技术应用要点

2.1 建筑工程定位放样测量中的应用

在建筑工程施工现场,从基坑开挖、基础结构施工,到临时设施搭建、场内道路修筑、管网布局规划,再到景观工程的定位放线等各项作业,均可运用GNSS测量仪器完成相关工作。这是因为此类测量仪器的精度指标能够充分满足房建工程各环节对定位准确性的严格要求。实际操作过程中,在开展放样工作前,需借助专业软件对放样点坐标进行精准提取,并将数据妥善存储为文件格式。完成数据提取后,再将该文件导入GNSS电子手簿。如此一来,现场施工人员便可直接操作GNSS测量仪器,通过输入对应点号快速开展放样作业。这种方式有效规避了人工输入坐标可能导致的误差,大幅降低放样错误发生的概率。同时,由于无需反复核对大量繁杂数据,施工人员得以将更多精力投入实际操作,显著缩短作业周期,切实提高了施工效率。

2.2 建筑工程土方测量中的应用

在土方工程作业中,精准计算场地平整所需的填挖土方量,是一项核心且关键的工作。这一数据不仅直接影响工程预算编制,还关乎施工人员调配与进度安排,在整个工程规划中起着重要的支撑作用。

运用GNSS技术开展测图任务前,需全面收集并细致审核待平整区域的既有资料。测量结果的精度要求极为严格,平面位置偏差不得超过5厘米,高程偏差需控制在 $30\sqrt{D}$ mm以内(D为参考站至检查点的千米距离)。一旦检测值超出标准,必须深入分析原因,重新校准并建立准确的坐标转换关系。

基准站的选址大有讲究,需综合考量场平区域的面积规模与地形特点。理想的建站位置应选在地势较高处,同时远离障碍物、强反射物体以及大面积水域,以减少信号干扰。架设基准站设备时,接收机天线的对中误差要严格控制,在5毫米以内,天线高度的测量精度需精确到1毫米。完成电源线、通信线与天线的

正确连接后,还需准确输入点面坐标、天线高度、基准参数及转换参数等关键信息。此外,设定电台频率时,务必避免与场平区域内其他无线电设备产生频率冲突。

至于流动站作业,测图期间有效卫星数量至少要保持5颗以上,且各项参数设置必须与基准站完全一致。在进行初始化操作时,应优先选择信号干扰小的区域。作业启动前,至少要对2个及以上控制点的坐标和高程进行复测,复测数据与已知数据的平面位置偏差需小于图上0.2毫米。当多个流动站分区同步作业时,每个流动站都要将测量范围向界线外延伸,确保超出图上5毫米以上。需要特别留意的是,GNSS测图过程中,卫星信号失锁情况难以完全避免。

2.3 建筑工程变形监测中的应用

在高精度GNSS静态变形监测领域,研究人员往往需要借助接收机捕获的卫星信号,经过一系列繁琐运算,方能确定观测点的精确坐标。目前,高精度GNSS数据处理的主流方法可归为相对定位与绝对定位两类。相对定位依托基准站与监测点同步获取的观测数据,结合载波相位的双差处理方法,计算两者之间的基线距离,并据此判断监测点的位移变化,因而在变形监测与精密工程测量中应用广泛。然而,该方法对基准站稳定性的依赖较高,任何微小的位移或异常均可能影响最终结果的精度与可靠性,从而增加系统维护与运行成本。在此背景下,绝对定位技术作为替代方案受到关注。其不再依赖地面其他GNSS站点的数据支持,可通过单点观测独立获取定位结果。其中,精密单点定位(PPP)技术表现尤为突出,不仅规避了传统相对定位中参考站不稳所带来的误差风险,也在保证精度的同时有效控制了整体成本,为GNSS在高精度测量领域的推广应用提供了技术支撑与实践路径。

2.4 建筑桩基施工测量中的应用

高精度GNSS打桩定位系统的核心架构由RTK基准站与移动工作站组成。其中,移动工作站集成了GNSS接收天线、高精度GNSS接收机、自动控制单元、显示引导单元,以及安卓平板或手机与配套的控制显示终端APP。该系统依托高精度RTK技术,为打桩机提供寻位导航与精准定位服务,实时采集高精度三维坐标和方位角度数据。通过实时解算与可视化界面,系统可引导施工人员精准抵达预设钻孔位置,显著提升现场作业的效率与准确性。此外,系统会完整记录机械作业全过程数据,并支持上传至数据管理中心,便于施工管理者随时掌握工程进度,实现施工流程的全程追溯。

基准站的选址需遵循视野开阔、无遮挡的原则,建议安装于施工区域附近地势平坦且稳定的地段。安装时,首先要固定底座,连接电源线,再依次装配基准站支架与设备。完成硬件安装后,通过手机端操作“基准站创建”功能,系统将自动获取BLH坐标,无需预先知晓平面坐标即可投入使用。该基准站的有效覆盖半径达20公里,可满足区域内桩机的定位需求。需特别注意,基准站一经选定,在项目周期内不得随意更换;若确需调整,必须重新对已知控制点进行测量校准。

当施工现场的基准站完成架设并启动运行后,将生成差分信号,并通过无线网络传输至其他GNSS工作站。此时,操作人员需在移动终端创建基准站,添加桩机设备与项目信息,完成基准站的初始定位,获取坐标数据并输出差分信号,为后续测量工作奠定基础。

系统完成部署后,操作人员可将施工桩点数据导入控制软件,或上传控制点数据、打桩区域CAD设计图及桩位点坐标。在移动终端选择目标桩号并确认后,GNSS工作站将显示施工位置参数及桩位偏差值。操作人员根据软件引导线移动桩机至目标点位附近,完成上桩、调平操作,再依据屏幕中的十字瞄准线进行微调,确保桩位误差符合标准后下桩,并参照软件提示的送桩高度确定打桩深度。熟练的操作人员可在一分钟内完成精细校准,高效完成打桩任务。

2.5 建筑平面控制测量中的应用

GNSS控制网布设关乎静态测量质量,需综合考量点位用途、密度、通视条件等因素,选址应避免高压线、强信号源及水域。针对超高层建筑控制点密、观测难的特性,宜采用同步观测,必要时用边连式异步网方案,具体依控制点、设备及人员情况确定。

在超高层建筑周边环境较为复杂的情况下,GNSS信号常因遮挡而出现衰减或中断。为确保接收卫星数量不少于四颗,且定位几何精度因子(PDOP)不超过6,需根据卫星星历合理选择观测时间段。此外,考虑到建筑结构在日照强烈时段(11:00至15:00)容易发生热胀形变,应尽量避免在此时间段进行实测操作。由于北斗系统在我国上空拥有较高可见卫星数量,优先选择具备全星座、多频段接收能力,并能同步接收北斗B1、B2、B3信号的GNSS接收机尤为关键。

GNSS观测操作简便,主要涉及仪器安置、模式与参数设置。作业时需提前10分钟预热静置,测前测后各量两次天线高(差值不超过3mm),严格按计划同步观测,避免震动、遮挡信号,注意高空作业安全。

2.6 建筑安全监测中的应用

为提升建筑结构的运行安全,北斗卫星导航系统正逐步应用于建筑监测领域。该技术通过对地基、主体结构及周边环境的持续定位观测,捕捉施工及使用阶段中结构位置与形态的微小变化,进而获取准确的形变数据,为工程安全管控与风险预警提供可靠依据。北斗监测按精度分为四级,具体等级由监测点相对基准点的坐标误差确定。工程所需的监测精度应结合变形控制限值和数据反馈时效等因素,经综合分析后科学设定,以满足项目实际需求。

3 结语

综上所述,全球卫星导航系统(GNSS)已深度融入建筑工程施工测量环节,成为不可或缺的关键技术手段。凭借其高精度、高效率的突出特性,GNSS不仅革新了传统测量模式,更为工程建设的精准实施提供了可靠保障。随着技术的持续迭代与创新,GNSS在建筑工程领域的应用前景极为广阔。可以预见,这项技术将在未来的工程建设中持续发力,为提升施工质量、优化建设流程注入源源不断的动力,持续推动建筑行业向智能化、精准化方向迈进。

[参考文献]

[1]高俊,王博,刘小龙,等.GNSS高层建筑位移监测数据分析[J].城市勘测,2024(2):152-156.

[2]陈剑波.基于GNSS的高层建筑物基坑监测系统实现与应用[J].建筑技术,2023,54(21):2609-2612.

[3]郭稳.顾及季节性变形的GNSS高层建筑倾斜和沉降观测方法[J].武汉大学学报(信息科学版),2020,45(7):1043-1051.

[4]吴绍诚,王怀宝,王坚.GNSS与加速度计融合超高建筑动态监测数据分析[J].测绘科学,2023,48(2):45-53.

作者简介:

李海斌(1979--),男,汉族,山西山阴人,本科,测绘工程师,研究方向:测绘。