

地理信息技术在工程测量中的应用探析

刘 立

山西省煤炭地质一一五勘查院有限公司 山西 大同 037003

摘 要：文章深入探析地理信息技术在工程测量中的应用。地理信息技术涵盖遥感技术、全球导航卫星系统与地理信息系统，在工程规划、设计、施工及运营管理各阶段发挥关键作用。其应用显著提高了工程测量精度，通过先进技术手段减少误差；极大提升了测量效率，突破时空局限实现自动化、实时化作业；增强了空间分析能力，支持多维度的地形、空间分布及趋势分析，为工程测量提供全面技术支持，推动工程测量向智能化、精准化发展。

关键词：地理信息技术；工程测量；应用优势

引言

工程测量作为工程建设的基础环节，其准确性和效率直接影响工程的质量与进度。随着科技的飞速发展，地理信息技术凭借其独特优势逐渐成为工程测量的重要技术支撑。地理信息技术整合了遥感技术、全球导航卫星系统以及地理信息系统等多项先进技术，能够实现对地理空间信息的快速获取、精准处理与深度分析。在工程建设日益复杂、对测量要求不断提高的背景下，深入探讨地理信息技术在工程测量中的应用，对于提升工程测量水平、保障工程建设质量具有重要意义。

1 地理信息技术概述

地理信息技术作为现代工程测量的重要支撑，涵盖了遥感技术（RS）、全球导航卫星系统（GNSS）以及地理信息系统（GIS）等关键组成部分。遥感技术借助安装在航空或航天平台上的各类传感器，从远距离捕捉目标地物所反射或发射的电磁波信息，并经过处理、分析与解译流程，将原始数据转化为有价值的信息。其突出优势在于覆盖范围广阔、数据获取迅速且具备周期性，能在较短时间内获取大面积地表信息，且不受复杂地形、恶劣气候等自然条件制约，特别适用于那些人类难以直接抵达区域的测量任务。全球导航卫星系统则依托卫星信号实现全球范围内的精准定位、导航与授时服务，像美国的GPS、中国的北斗卫星导航系统（BDS）等都是典型代表。该系统通过接收多颗卫星发射的信号，经过复杂计算得出测量点的精确三维坐标，具备定位精度高、操作便捷、可全天候作业等特点，在工程测量的定位、变形监测等关键环节发挥着重要作用。而地理信息系统作为一种专门处理地理空间数据的计算机系统，能够高效采集、存储、管理并分析这些数据，同时将空间数据与属性数据深度融合。借助空间查询、空间分析、三维建模等强大功能，它为工程测量提供了全面的数据管理

以及分析决策支持，实现了测量数据的可视化呈现与深度挖掘应用，有力推动了工程测量工作的智能化与精准化发展。

2 地理信息技术在工程测量中的具体应用

2.1 工程规划阶段的应用

工程规划阶段需对目标区域进行宏观评估与可行性分析，地理信息技术凭借多源数据整合与空间分析能力，成为关键技术支撑。遥感技术通过高分辨率卫星或航空影像，快速获取大范围地形地貌、土地覆盖类型数据。例如，利用中高分辨率光学遥感影像，可识别山地坡度、植被分布、水体边界等信息，结合光谱分析技术还能判断土壤类型与地质构造特征，为工程选址规避地质灾害风险提供依据。全球导航卫星系统则在大范围控制测量中发挥核心作用，通过静态测量模式布设控制点，构建高精度三维坐标框架，为后续地形图测绘与建模提供基准。地理信息系统的空间分析功能在此阶段实现数据深度挖掘。其通过叠加分析功能，将遥感解译的土地利用数据与地形数据融合，自动识别适宜工程建设的区域；利用三维建模技术，结合高程数据生成逼真的地形模型，辅助规划人员直观评估地形对工程布局的影响。此外，地理信息系统的网络分析模块可模拟交通流量、管线铺设路径，优化工程基础设施布局方案，提升规划的科学性与合理性^[1]。

2.2 工程设计阶段的应用

（1）工程设计阶段对基础数据的精度与完备性提出严苛标准，地理信息技术的多技术协同机制为此提供有效解决方案。遥感技术凭借亚米级高分辨率影像，能够清晰捕捉地形微观特征，构建精确的地形底图；LiDAR遥感技术采集的高密度点云数据，可生成高精度数字高程与表面模型，精准呈现地表形态，为交通设施选址与设计提供关键地形数据支撑。（2）全球导航卫星系统与

全站仪、水准仪等传统测量设备的集成应用,实现工程细部测量的高精度化。在复杂地形环境下,动态卫星测量快速获取特征点三维坐标,结合全站仪的极坐标测量手段,对工程关键部位进行高精度复测,保障设计数据的准确性与可靠性。(3)地理信息系统在该阶段承担工程设计数据库构建任务,整合地形、地质、水文等多源异构数据,运用空间分析算法开展土石方量计算、流域特征分析、视域范围评估等工作。通过地形剖面分析辅助线性工程纵断面设计,利用水文分析模型优化排水系统布局,以量化分析结果驱动工程设计方案迭代优化^[2]。

2.3 工程施工阶段的应用

工程施工阶段对测量的实时性、精准性和安全性要求极高,地理信息技术为施工过程提供全方位技术保障。全球导航卫星系统的实时动态测量(RTK)技术,通过基准站与流动站的数据交互,实现厘米级定位精度,直接指导施工放样工作。施工人员利用GNSS接收机,可快速获取设计点位坐标,无需复杂的放样计算,显著提升施工效率。基于卫星导航的变形监测系统,通过连续观测施工结构物上的监测点,实时获取位移数据,当变形超过阈值时自动预警,保障施工安全。遥感技术在施工阶段用于大范围施工监测。在工程施工管理场景中,地理信息技术发挥着关键作用。高分辨率卫星影像通过周期性数据采集,运用图像变化检测算法,对比不同时期影像特征,精准识别非法占地、超范围施工等违规行为,及时发现地形地貌的异常变动。无人机遥感凭借灵活机动的特性,可低空贴近重点施工区域,借助倾斜摄影、多光谱成像等技术,实现厘米级精度监测,实时掌握施工进度、材料堆放等细节信息。地理信息系统作为数据处理中枢,集成多源数据构建施工管理信息平台,以可视化界面直观呈现施工进度与资源分布。通过空间查询与分析功能,快速定位施工问题;利用专业分析工具优化施工流程,实现资源的高效调配与科学管理。

2.4 工程运营管理阶段的应用

(1)工程运营期间,对设施状态及周边环境变化的持续性监测至关重要,地理信息技术成为实现设施全生命周期管理的核心工具。全球导航卫星系统与InSAR技术协同应用,能够对大型工程设施实施毫米级形变监测,通过定期观测,可精准分析桥梁、大坝等结构物的沉降与位移动态,有效识别潜在结构损伤风险。遥感技术凭借多光谱、高光谱影像数据,可对工程设施周边生态环境演变进行监测,包括植被覆盖变化、水体污染扩散等环境要素,为环境保护工作提供数据支撑。(2)地

理信息系统在工程设施健康管理中发挥关键作用,其通过整合监测数据、设计文档及维护记录,构建工程设施三维信息模型。利用空间分析算法对监测数据开展时空维度解析,能预测设施性能退化趋势,制定合理维护策略。借助网络分析方法可优化维护路径规划,基于缓冲区分析可评估地质灾害对设施的影响区域。(3)地理信息系统的可视化功能可直观呈现设施运行状态与周边环境的空间关联,为管理人员提供决策依据,保障工程设施长期稳定运行,确保其在全生命周期内保持安全可靠性能^[3]。

3 地理信息技术在工程测量应用中的优势

3.1 提高测量精度

地理信息技术凭借先进的技术手段与数据处理能力,从多维度提升工程测量精度。全球导航卫星系统(GNSS)依托多卫星星座协同定位原理,通过接收来自不同轨道卫星的信号,利用载波相位差分技术,可实现厘米级甚至毫米级的高精度定位。在大型桥梁、高层建筑等工程测量中,GNSS能精准测定控制点坐标,为后续施工放样与变形监测提供可靠基准,避免因坐标误差导致的结构偏差。遥感技术借助高分辨率传感器与先进的影像处理算法,大幅提升地形测量的准确性。高光谱遥感通过捕捉地物在多个窄波段的反射特性,可精确识别不同地物类型,为地形测绘提供丰富的属性信息;激光雷达(LiDAR)技术通过发射激光脉冲并接收反射信号,直接获取地表三维点云数据,能穿透植被覆盖,精确还原地形起伏,相比传统测量方法,有效减少了因地形遮挡、植被覆盖导致的测量误差。地理信息系统(GIS)在数据处理环节,利用空间插值、拓扑分析等算法,对多源测量数据进行融合与优化。在地形建模过程中,GIS可根据离散的测量点数据,通过克里金插值法生成连续的数字高程模型(DEM),平滑处理数据噪声,提升地形表达的精度;在坐标转换与投影变换中,GIS严格遵循数学转换模型,确保不同坐标系下数据的无缝衔接,保障测量成果的准确性。

3.2 提升测量效率

(1)地理信息技术突破传统工程测量的时空局限,明显提升作业效能。遥感技术凭借大面积、高效率的数据采集特性,卫星遥感可在短时间内覆盖广袤区域,获取地形地貌、土地利用等关键信息;无人机遥感以灵活的机动性能,数小时内即可完成特定区域的高精度影像采集,较人工实地测量大幅缩减数据采集耗时。通过遥感影像自动解译技术,可快速提取道路、水系等地理要素,有效降低人工绘图的时间成本。(2)全球导航卫星

系统推动测量作业向自动化、实时化迈进。GNSS接收机自动接收卫星信号,实时计算测量点坐标,摒弃传统人工复杂的角度与距离测量流程。在施工放样环节,RTK-GNSS设备助力施工人员即时获取设计点位,直接指导现场施工,简化传统放样的计算与操作步骤;变形监测过程中,自动化监测系统实现全天候不间断数据采集,实时反馈监测点位移信息,提升监测效率。(3)地理信息系统凭借强大的数据处理能力加速测量成果产出。GIS支持海量空间数据的批量处理,通过自动化脚本可快速完成数据格式转换、坐标校正、拓扑检查等预处理;借助空间分析模型,能自动计算土石方工程量、分析流域特征,相比人工计算效率提升显著。GIS的可视化功能可将处理后的数据直观转化为地图、图表等成果,缩短成果制作周期,为工程决策提供及时的数据支撑^[4]。

3.3 增强空间分析能力

地理信息系统集成了丰富的空间分析工具,在地形分析方面,通过坡度、坡向、剖面分析等功能,可直观展示地形起伏特征,为道路选线、场地平整提供量化依据;在空间分布分析中,利用缓冲区分析、叠加分析等方法,可评估工程设施与周边环境的空间关系,如分析高压线对建筑物的安全距离、评估施工区域对生态保护区的影响范围。三维建模与可视化功能是地理信息技术的突出优势。GIS可将二维地形数据、建筑物模型等进行三维重构,结合纹理映射技术,生成逼真的三维场景。在工程设计阶段,设计师可通过三维模型直观评估地形对工程布局的影响,优化建筑物朝向、道路走向;在施工管理阶段,管理人员可利用三维模型进行施工进度模拟,提前发现潜在问题,优化施工方案。动态可视化功

能还能展示工程设施的运行状态,如通过三维模型展示地下管网的水流方向、压力分布,辅助运维决策。地理信息技术还支持多维度的趋势分析。通过对不同时期遥感影像的对比分析,可监测工程区域的地形变化、植被演替等趋势;结合长期的GNSS监测数据,GIS可建立变形预测模型,分析建筑物沉降、边坡位移的发展趋势,为工程安全评估与维护计划制定提供科学依据,实现从静态测量到动态趋势预测的能力升级。

结束语

地理信息技术在工程测量中的应用成效显著,贯穿工程规划、设计、施工及运营管理的全生命周期。遥感技术、全球导航卫星系统与地理信息系统的协同作用,实现了测量精度、效率与空间分析能力的全面提升。在工程实践中,地理信息技术不仅为工程测量提供了可靠的数据支持,还助力工程决策的科学化与智能化。随着技术的不断创新与完善,地理信息技术将在工程测量领域发挥更加重要的作用,推动工程建设向更高质量、更高效的方向发展。

参考文献

- [1]张雪,李晓菲.测绘技术与地理信息系统在工程测量中的应用研究[J].工程建设与设计,2025(6):96-98.
- [2]黄林林,韩晓亮,公艳茹.地理信息系统技术在工程测量中的应用研究[J].工程技术研究,2025,10(5):222-224.
- [3]方思钦.地理信息系统技术在工程测量中的应用[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(5):079-082.
- [4]杜斌.测绘地理信息技术在地质工程测绘中的应用探析[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(5):059-062.