

GIS技术和数字化测绘技术在工程测量中的应用

杜勇 胡建瑜

江西省自然资源测绘与监测院

DOI:10.12238/gmsm.v7i9.1952

[摘要] 在人类社会发展的长河中,工程测量作为基础设施建设与空间规划的基础性工作,始终扮演着至关重要的角色。从传统的手工测量、简单仪器测量,到如今的数字化、智能化测量,工程测量技术经历了翻天覆地的变化,这一转变不仅极大地提高了测量的精度与效率,更为工程项目的规划、设计、施工及后期管理提供了强有力的技术支撑。本文旨在通过系统梳理这两种技术的核心特点、应用场景及未来发展趋势,为工程测量领域的科研人员与从业人员提供有益的参考与启示。

[关键词] GIS技术; 数字化测绘技术; 工程测量

中图分类号: TB22 文献标识码: A

Application of GIS technology and digital mapping technology in engineering survey

Yong Du Jianyu Hu

Jiangxi Provincial Natural Resources Surveying and Mapping and Monitoring Institute

[Abstract] In the long history of the development of human society, engineering survey, as the basic work of infrastructure construction and spatial planning, has always played a crucial role. From the traditional manual measurement, simple instrument measurement, to today's digital, intelligent measurement, engineering measurement technology has undergone tremendous changes, this change not only greatly improves the accuracy and efficiency of measurement, but also provides a strong technical support for the planning, design, construction and later management of engineering projects. This paper aims to systematically review the core characteristics, application scenarios and future development trends of these two technologies, so as to provide useful reference and enlightenment for researchers and practitioners in the field of engineering measurement.

[Key words] GIS technology; Digital mapping technology; Engineering survey

面对日益复杂的工程环境与不断提升的测量需求,传统的测量方法逐渐显露出其局限性。测量周期长、数据处理繁琐、信息更新滞后等问题,严重制约了工程测量行业的进一步发展。在此背景下,GIS技术(地理信息系统)与数字化测绘技术的应运而生,为工程测量领域带来了前所未有的革命性变革。

1 GIS技术及数字化测绘技术概述

GIS技术,即地理信息系统,是集计算机科学、地理学、测绘学、信息科学等多学科于一体的综合性技术,它通过对地球表面空间数据进行采集、存储、管理、分析、显示和应用,为工程测量、城市规划、环境保护等众多领域提供了强大的空间信息处理与分析工具。而数字化测绘技术,则是利用现代测绘仪器和计算机技术,将传统的模拟测绘数据转化为数字形式,实现测量数据的快速、准确采集与处理,极大提升了测绘工作的效率与精度,这两种技术的结合应用,不仅推动了工程测量行业的数字化转型,更为工程项目的规划、设计、施工及后期管理提供了全面、精准的数据支持。

2 GIS技术在工程测量中的应用

2.1 地图制作

在地图制作方面,GIS技术展现了其无与伦比的优势。具体应用上,GIS技术能够整合来自卫星遥感、无人机航拍、地面测量等多种来源的空间数据,通过先进的算法与模型,实现地图的高精度绘制与动态更新。例如,利用GIS技术可以实现1:500至1:1000比例尺的地形图快速生成,误差率控制在厘米级以内^[1]。技术要点上,GIS技术注重数据的准确性、完整性和时效性,通过数据预处理、坐标转换、图层叠加等关键步骤,确保地图信息的准确表达与及时更新。

2.2 空间数据分析

空间数据分析是GIS技术的另一大核心功能。优势上,GIS技术能够处理海量的空间数据,进行复杂的空间关系分析、趋势预测和模式识别,为工程测量提供科学依据。例如,在工程项目选址过程中,GIS技术可以综合考虑地形、地貌、水文、地质等多因素,通过空间叠加分析,找出最佳建设地点。应用实例上,

在某大型水利工程建设中, GIS技术被用于分析河流流域的水文特性, 预测洪水风险, 为工程设计与防洪措施制定提供了有力支持。

2.3 实时动态监测

实时动态监测是GIS技术在工程测量中的又一重要应用。功能上, GIS技术能够实时监测工程现场的空间变化, 如地形变动、建筑物位移等, 并通过数据可视化技术, 将监测结果以直观的方式展示给用户。应用场景上, 在地铁隧道施工过程中, GIS技术结合传感器网络, 实现了对隧道掘进过程的实时监控, 及时发现并预警潜在的施工风险, 确保了工程的安全进行。此外, GIS技术还能够对工程施工进度、质量控制等关键指标进行动态跟踪, 为项目管理提供了有力的技术支持。

3 数字化测绘技术在工程测量中的应用

3.1 原图数字化

原图数字化作为数字化测绘技术的基础, 为工程测量提供了精准的基础数据。方法与技术上, 通常采用扫描矢量化法和手扶跟踪数字化法。扫描矢量化法能够快速将纸质原图转换为数字格式, 精度可达±0.2mm, 而手扶跟踪数字化法则适用于对细节要求较高的图纸, 通过人工跟踪确保每一处细节的准确复刻。应用上, 原图数字化技术广泛应用于城市规划、土地管理等领域, 如在某城市规划项目中, 利用原图数字化技术将历史地图与现代测绘数据相结合, 实现了对城市发展历史的精准复盘, 为规划决策提供了有力支持。

3.2 地面数字测图

地面数字测图是数字化测绘技术的核心环节, 为工程测量提供了高精度、高灵活性的测绘数据。方法与流程上, 通常采用全站仪、GPS-RTK等高精度测量设备, 结合数字化测图软件, 实现地形地貌的实时测量与数据记录。在复杂地形或遮挡严重的区域, 还可采用无人机航测等遥感技术, 实现无接触式测量, 测量精度可达厘米级。应用实例上, 在某大型桥梁建设项目中, 地面数字测图技术被用于桥梁选址与路线规划, 通过高精度测量确保了桥梁基础的稳定性, 为工程施工提供了可靠的数据保障^[2]。

3.3 数据处理与转换

数据处理与转换是数字化测绘技术中不可或缺的一环, 它打通了不同数据格式之间的壁垒, 提升了工程测量的整体效率。关键技术上, 主要包括数据格式转换、坐标系统转换、数据校正与平差等。其中, 数据格式转换技术能够实现不同测绘软件之间的数据互通, 坐标系统转换技术则确保了测量数据的统一性与准确性, 而数据校正与平差技术则用于消除测量过程中的误差, 提高数据质量。重要性上, 在某水利枢纽工程项目中, 通过数据处理与转换技术, 将来自不同来源、不同格式的测绘数据进行了整合与统一, 为工程设计、施工与监测提供了全面、准确的数据支持, 极大地提升了工程项目的实施效率与质量。

4 GIS与数字化测绘技术的结合应用

4.1 BIM+GIS技术

BIM(建筑信息模型)+GIS(地理信息系统)技术的融合应用, 为工程测量与项目管理带来了革命性的变革, 实现了从二维平面到三维立体的跨越。

BIM+GIS在初步设计、施工图阶段的应用。在初步设计阶段, BIM+GIS技术通过构建三维模型, 实现了项目方案的立体展示与模拟分析。利用GIS的空间分析能力, 可以模拟项目的日照、通风、景观等环境因素, 为设计师提供直观的决策依据。例如, 在某高层建筑设计中, 通过BIM+GIS技术模拟了不同高度的建筑对周边风环境的影响, 优化了建筑形态, 降低了风阻系数, 提高了建筑能效。同时, GIS的地理数据整合功能, 使得项目周边的交通、地形、地质等关键信息能够直接融入BIM模型中, 为设计提供了全面的数据支持^[3]。在施工图阶段, BIM+GIS技术则进一步发挥了其在协同设计与施工管理方面的优势。通过BIM模型与GIS地图的精确对接, 可以实现施工场地的三维可视化管理。在某大型桥梁施工项目中, BIM+GIS技术被用于施工进度的实时监控与调整。通过GIS定位与BIM模型的数据联动, 项目管理团队能够实时掌握施工进度, 及时发现并处理施工中的偏差, 确保了施工计划的顺利执行。同时, BIM+GIS技术还支持施工资源的优化配置, 如通过GIS分析施工区域的物流路径, 结合BIM模型中的材料需求, 实现了施工材料的精准调配, 降低了运输成本, 提高了施工效率。

BIM+GIS在工程测量中的优势。BIM+GIS技术在工程测量中的优势主要体现在以下几个方面: ①高精度定位: 结合GPS、RTK等高精度测量技术, BIM+GIS能够实现厘米级甚至毫米级的定位精度, 为工程测量提供了可靠的数据基础。②三维可视化: BIM+GIS技术将传统的二维测量数据转化为三维模型, 使得测量结果更加直观易懂, 便于项目参与方进行沟通与决策。③数据集成与分析: GIS强大的数据整合与分析能力, 使得BIM模型中的测量数据能够与其他地理信息(如地形、地质、气象等)进行深度融合, 为工程测量提供了更为全面的数据支持。④协同作业: BIM+GIS技术支持多专业、多团队的协同作业, 通过共享的三维模型, 不同专业的测量数据能够实时更新与共享, 避免了信息孤岛现象的发生, 提高了测量工作的整体效率。

4.2 3S技术在工程测量中的应用

3S技术, 即全球定位系统(GPS)、遥感技术(RS)与地理信息系统(GIS)的集成应用, 为工程测量提供了前所未有的精度与效率。

4.2.1 GPS、RS、GIS技术的结合应用

在工程测量中, GPS技术以其高精度、全天候、全球性的定位能力, 为测量工作提供了稳定的坐标基准。通过GPS接收机接收卫星信号, 可以实现厘米级甚至毫米级的定位精度, 为工程测量奠定了坚实的基础。同时, RS技术利用卫星或无人机搭载的传感器, 对地表进行大范围、高分辨率的遥感监测, 获取地表覆盖、地形地貌等关键信息, 这些信息通过GIS技术进行整合、分析与可视化, 为工程测量提供了丰富的空间数据支持。在具体应用中, GPS技术通常用于控制点的布设与测量, 确保测量网络的精

度与稳定性。RS技术则用于获取大范围的地表影像数据,通过图像处理技术提取地形特征、植被覆盖等信息,为工程选址、路线规划等提供决策依据。而GIS技术则作为数据处理与分析的核心,将GPS与RS获取的数据进行融合、存储、管理与分析,形成完整的工程测量数据库,支持测量成果的查询、分析与展示^[4]。

4.2.2 3S技术在工程测量中的实例

以某大型水利工程为例,3S技术在其工程测量中发挥了重要作用。在初步设计阶段,利用GPS技术布设了高精度的控制网,确保了后续测量工作的准确性。同时,通过RS技术获取了项目区域的高分辨率卫星影像,结合GIS技术进行了地形分析、洪水淹没模拟等,为工程选址与设计优化提供了科学依据。在施工阶段,3S技术同样发挥了重要作用。GPS技术被用于施工监测与控制,如大坝变形监测、施工机械定位等,确保了施工过程的精度与安全。RS技术则用于监测施工区域的环境变化,如植被破坏、水土流失等,为环境保护与生态恢复提供了数据支持。而GIS技术则作为项目管理平台,整合了测量数据、设计图纸、施工进度等信息,实现了工程项目的智能化管理。具体而言,在该项目中,GPS测量精度达到了±5mm,满足了高精度施工监测的需求。RS技术获取的卫星影像分辨率达到了0.5米,能够清晰识别地表特征,为工程设计提供了详实的基础数据。GIS技术则通过构建三维模型、进行空间分析等手段,为项目决策提供了直观、可视化的支持,极大地提高了工程测量的效率与质量。

5 GIS与数字化测绘技术的未来展望

5.1 技术融合与创新

随着信息技术的飞速发展,GIS(地理信息系统)与数字化测绘技术将进一步深度融合。未来,这两者将不仅仅是独立的技术工具,而是会形成一个更加紧密、高效的集成系统。人工智能、大数据、云计算等前沿技术的引入,将推动GIS与数字化测绘技术向更高层次的智能化、自动化迈进。例如,通过深度学习算法优化空间数据分析,提高测绘精度与效率;利用云存储与计算资源,实现大规模地理数据的即时处理与共享,为城市规划、环境保护、灾害预警等领域提供更加精准、及时的决策支持。

5.2 三维建模与虚拟现实

三维建模技术与虚拟现实的结合将是GIS与数字化测绘技术发展的一个重要方向。随着三维激光扫描、无人机倾斜摄影等技术的成熟应用,快速、高精度地构建三维地理模型成为可能,这不仅能够直观地展示地形地貌、建筑物结构等空间信息,还能通过虚拟现实技术实现场景的沉浸式体验,为工程设计、模拟演练、文化旅游等领域带来革命性的变化。未来,用户可以通过VR设备“走进”虚拟的地理环境中,进行交互操作,极大地提升了

空间认知与决策的效率。

5.3 标准化与互操作性

为了促进GIS与数字化测绘技术的广泛应用与数据共享,国际和国内标准的制定与完善将成为关键。未来,随着ISO、OGC等国际组织以及相关行业协会的努力,GIS数据格式、接口协议、服务质量等方面的标准将更加统一,不同系统间的互操作性将得到显著增强,这将有助于打破信息孤岛,促进跨部门、跨行业的地理信息数据流通与整合,为智慧城市、智能交通系统等大规模应用奠定坚实的基础。

5.4 可持续发展与环境保护

面对全球气候变化、资源枯竭等挑战,GIS与数字化测绘技术在可持续发展与环境保护中的作用将日益凸显。通过高精度监测地表覆盖变化、水资源分布、生态系统健康状况等,为生态保护、资源管理、灾害风险评估提供科学依据。结合遥感技术、大数据分析等手段,可以实现对环境变化的实时监测与预警,为制定科学合理的环境保护政策提供强有力的技术支撑,助力构建人与自然和谐共生的美好未来。

6 结束语

综上所述,GIS技术与数字化测绘技术作为现代工程测量的两大支柱,正以前所未有的速度推动着工程测量领域的革新与发展。从技术融合与创新到三维建模与虚拟现实的深度应用,从标准化与互操作性的不断提升到可持续发展与环境保护的广泛实践,这两项技术不仅极大地提高了工程测量的精度与效率,更为城市规划、环境保护、灾害预警等多个领域提供了强有力的技术支持与决策依据。展望未来,随着信息技术的持续进步与全球数字化转型的加速推进,GIS与数字化测绘技术将迎来更加广阔的发展空间与无限可能。

[参考文献]

- [1]王艳飞.GIS数字测绘技术在矿山地质测量工作中的应用[C]//新技术与新方法学术研讨会论文集,2024:1-4.
- [2]崔慧霞,潘富林.GIS技术和数字化测绘技术的发展及其在工程测量中的应用[J].微型计算机,2024(3):43-45.
- [3]陈俞佐.GIS技术和数字化测绘技术的发展及其在工程测量中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2023(23):175-177.
- [4]雷成彦.GIS技术和数字化测绘技术在工程测量中的应用[J].测绘与勘探,2020,2(1):16-17.

作者简介:

杜勇(1989—),男,汉族,江西省丰城市人,本科,中级、研究方向:地理信息系统。