

3S 技术在水利工程测量中的集成应用与发展趋势

孟宏立

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司, 天津, 300221;

摘要: 本文重点探讨 3S 技术, 即地理信息系统 (GIS)、全球定位系统 (GPS) 和遥感 (RS) 在水利工程测量中的集成应用。详细阐述了 GPS 在水利工程控制测量与定位中的高精度应用原理与方式; RS 技术在水利工程地形地貌监测、水域变化监测等方面的数据获取与分析优势; GIS 用于水利工程数据管理、空间分析以及可视化表达的功能特点。深入分析了 3S 技术集成应用的模式, 如以 GPS 和 RS 为数据获取手段, GIS 为数据处理与分析核心的协同作业方式。同时, 对 3S 技术在水利工程测量中的未来发展趋势进行展望, 包括技术融合的深化、智能化与自动化水平的提升以及在水利工程全生命周期管理中的更广泛应用等, 旨在为水利工程测量领域的技术创新与实践提供全面的理论参考。

关键词: 3S 技术; 水利工程测量; 集成应用; 发展趋势

DOI: 10.69979/3060-8767.26.03.017

引言

水利工程建设与管理对测量数据的准确性、及时性和全面性有着极高要求。传统测量技术在面对复杂的水利工程任务时, 逐渐显露出局限性。3S 技术的出现为水利工程测量带来了新的变革契机。地理信息系统 (GIS) 强大的数据管理、空间分析和可视化能力, 全球定位系统 (GPS) 的高精度定位功能, 以及遥感 (RS) 大范围快速数据获取的优势, 三者相互结合、协同作用, 在水利工程测量的各个环节发挥着重要作用, 极大地提高了水利工程测量的效率和精度, 推动了水利工程建设与管理的现代化进程。

1 GPS 在水利工程测量中的应用

1.1 控制测量

在水利工程控制测量中, GPS 以其高精度、全天候、高效率的特点占据重要地位。通过在测区合理布设 GPS 控制点, 利用多颗卫星的信号进行实时定位解算。其测量原理基于卫星发射的信号传播时间与光速的关系, 计算出接收机与卫星之间的距离, 进而通过多颗卫星的距离交会确定接收机的三维坐标。在大型水利枢纽工程的首级控制测量中, GPS 能够快速建立高精度的平面和高程控制网, 控制点间无需通视, 大大减少了测量工作量和误差累积。例如, 在大坝施工控制测量中, GPS 可提供毫米级精度的定位信息, 确保坝体各部分的施工位置准确无误, 为大坝的稳定建设奠定基础。

1.2 施工定位

在水利工程施工过程中, GPS 可用于各种施工设备和建筑物的定位。如在河道疏浚工程中, GPS 可为疏浚船提供实时的位置信息, 引导其按照设计航道进行作业, 精确控制疏浚深度和范围。对于水利工程中的建筑物, 如泵站、水闸等的基础施工, GPS 能够快速准确地确定基础的位置和高程, 保证建筑物的施工精度。同时, GPS 还可与施工机械的自动化控制系统相结合, 实现施工过程的自动化定位与操作, 提高施工效率和质量。

2 RS 在水利工程测量中的应用

2.1 地形地貌监测

RS 技术通过卫星或航空平台搭载传感器获取大面积的地面影像数据。在水利工程地形地貌监测方面, 能够快速获取工程区域及其周边的地形信息。例如, 利用高分辨率光学遥感影像可以清晰地识别山脉、河流、湖泊等地形要素的分布和形态特征。通过对不同时期的遥感影像进行对比分析, 可以监测地形的变化情况, 如水土流失导致的地形改变、山体滑坡前后的地形差异等, 为水利工程的规划设计和灾害预警提供重要依据。

2.2 水域变化监测

对于水利工程中的水域, RS 技术可实时监测水域面积、水位变化、水体含沙量等信息。利用微波遥感技术, 即使在云雾天气条件下也能穿透云层获取水域信息。通过分析水域在不同季节、不同年份的变化规律, 有助于合理规划水资源利用、水库调度以及防洪减灾等工作。

例如,在洪水期,通过RS监测河流湖泊的水位上涨情况和淹没范围,为防洪决策提供及时准确的数据支持,以便快速制定疏散和抢险方案。

3 GIS在水利工程测量中的应用

3.1 数据管理

GIS能够对水利工程测量过程中产生的海量数据进行有效的组织和管理。包括GPS测量得到的控制点坐标数据、RS影像数据以及水利工程属性数据,如工程名称、建设年代、设计参数等。通过建立空间数据库,将不同类型的数据按照地理坐标进行整合存储,实现数据的快速查询、检索和更新。例如,在水利工程档案管理中,可通过GIS系统方便地查询某一水利设施的详细测量数据和历史变迁情况,为工程维护和改造提供数据支撑。

3.2 空间分析

利用GIS的空间分析功能,可以对水利工程测量数据进行深入挖掘。如进行地形分析,计算坡度、坡向、等高线等地形参数,分析水利工程区域的地形适宜性,为工程选址和布局提供参考。在水文分析方面,通过构建流域水系模型,分析水流方向、汇水面积等,预测洪水淹没范围和径流过程,辅助水利工程的防洪规划和水资源调配方案制定。此外,还可进行工程影响区分析,评估水利工程建设对周边生态环境、土地利用等方面的影响范围和程度。

3.3 可视化表达

GIS可将水利工程测量数据以直观的地图形式进行可视化表达。通过制作水利工程专题地图,如工程布局图、地形地貌图、水位淹没图等,将抽象的数据转化为可视化的图形信息,便于水利工程决策者、设计者和管理者直观地了解工程全貌和相关信息。例如,在水利工程规划汇报中,利用GIS生成的三维地形可视化模型可以清晰地展示工程区域的地形起伏和工程设施的空间位置关系,提高沟通效率和决策的科学性。

4 3S技术的集成应用模式

4.1 数据获取与更新

在水利工程测量的复杂任务体系中,数据获取作为基础环节至关重要,而GPS与RS的协同作业则展现出卓越效能。GPS凭借其卫星定位技术,能够精准测定高精度的控制点坐标以及各类地面目标的位置信息。这

些精确的定位数据犹如基石,为RS影像的后续处理奠定了坚实根基。RS技术借助卫星或航空平台搭载的传感器,以其独特的广域覆盖能力,迅速捕捉大面积的地形起伏、地物分布以及水域动态等丰富信息。它有效地弥补了GPS仅聚焦于单点定位而难以全面反映区域整体特征的不足。二者相辅相成,如同精密仪器的齿轮相互啮合,高效地采集水利工程区域内完整且详尽的地理信息数据。

随着水利工程的持续推进与周边环境的动态演变,数据的时效性成为关键因素。故而,利用RS技术周期性地获取新的影像资料,犹如为水利工程区域绘制了一幅动态的画卷,实时反映其变化态势。针对影像中呈现出变化显著的区域,再结合GPS对相应控制点展开重新测量与校准工作。如此一来,水利工程测量数据得以实现动态更新,确保了数据始终与实际情况紧密贴合,无论是在工程规划设计阶段对地形地貌数据的精准要求,还是在运行管理阶段对水域变化、设施位移等信息的及时掌握,都能得到有效满足,为水利工程的全生命周期管理提供了坚实的数据支撑。

4.2 数据处理与分析

在水利工程测量数据的处理与分析流程中,GIS无疑处于核心枢纽地位。首先,将GPS测量所获取的精确坐标数据以及RS影像所蕴含的丰富地理信息数据导入GIS平台。借助GIS强大的数据融合功能,能够巧妙地将这些来源各异的数据进行有机整合,使其在统一的地理空间框架下得以汇聚。

在GIS这一数字化的地理空间实验室中,一系列预处理操作有序展开。通过空间配准,将不同时期、不同来源的影像与地理坐标系统精准对齐,确保数据的空间一致性;裁剪功能则依据研究区域的边界或特定需求,去除冗余数据,提取出关键信息;拼接操作将分块获取的影像或数据无缝连接,还原完整的水利工程区域全貌。

完成预处理后,GIS的空间分析工具便大显身手。例如,当整合GPS定位的水利设施数据与RS监测的水域变化数据时,运用缓冲区分析功能,可依据设定的缓冲距离,精准确定水利设施周边的安全范围。这一范围的界定对于保障水利设施免受周边环境干扰、预防潜在灾害风险具有关键意义。同时,还能清晰地划分出受水域变化影响的区域,如洪水淹没区、水位变动影响带等。这些分析结果为水利工程的安全管理提供了直观的风险预警,在运行维护方面则为制定针对性的策略提供了

科学依据,如设施防护措施的制定、周边土地利用规划的调整等,从而有力地推动水利工程的高效、安全运行与可持续发展。

5 3S 技术在水利工程测量中的发展趋势

5.1 技术融合的深化

展望未来,3S 技术的融合进程将迈向全新的深度,构建起更为紧密且高效的一体化系统架构。于硬件维度而言,科技研发的焦点将汇聚于打造集多功能于一体的前沿测量设备。这类设备将巧妙地整合 GPS 模块、RS 传感器以及 GIS 数据处理单元,形成一个高度集成化的整体。通过内部精密的数据传输线路与协同处理机制,能够在水利工程测量现场实时捕捉各类地理信息数据,并即刻完成数据的传输与初步处理工作。例如,在野外水利工程勘察时,测量人员仅需操作这一多功能设备,即可同步获取高精度的定位信息、高分辨率的遥感影像以及初步分析处理后的地理空间数据,极大地简化了测量流程,提升了数据获取与处理的时效性。

在软件层面,致力于研发统一的 3S 数据处理平台成为关键任务。该平台将以其卓越的兼容性与数据整合能力,无缝对接来自 GPS 的定位数据、RS 的影像数据以及 GIS 的空间数据。借助先进的编程架构与数据接口技术,实现数据在不同模块之间的自由流通与交互。基于此平台,强大且便捷的空间分析功能将得以实现,如复杂地形的三维建模与分析、多源数据的融合对比分析等。以开发基于云计算的 3S 平台为例,云计算技术所提供的近乎无限的计算能力与海量存储容量,能够轻松应对大规模水利工程测量数据的处理需求。无论是广袤流域的地形测绘数据,还是长时间序列的遥感影像数据,都可在该平台上实现快速处理与高效共享。水利工程领域的专家学者、设计人员以及管理人员可随时随地接入平台,获取最新且精准的数据成果,为水利工程的科学决策与高效实施提供有力支撑。

5.2 智能化与自动化水平的提升

伴随人工智能技术的持续演进,3S 技术于水利工程测量领域的智能化与自动化进程正加速前行。在 RS 影像处理方面,机器学习算法深度挖掘影像数据特征,自动精准地对水利工程中的各类要素进行分类识别。无论是复杂多样的建筑物结构,还是蜿蜒曲折的河流脉络以及形态各异的湖泊水域,都能被高效提取,极大减轻

了人工解译的繁重负担并降低误差概率。对于 GPS 测量,自动化测量控制系统严密监控测量流程,实时自动调整测量参数,确保定位精准无误,同时数据质量检查程序自动筛查异常数据,保障数据的高可靠性,显著提升测量效率与精度。而基于智能算法的 GIS 空间分析功能更是实现飞跃,它能依据水利工程海量测量数据,快速模拟多种场景,自动生成贴合实际且最优的规划设计方案,如施工路线巧妙避开地质风险区,以及科学合理的水资源调配方案,实现水利工程效益的最大化。

5.3 在水利工程全生命周期管理中的更广泛应用

在水利工程全生命周期管理进程中,3S 技术的应用范畴将持续拓展并深入渗透。规划设计时,借助 RS 技术宏观把握区域地形地貌与水系分布,结合 GPS 精准定位待选地址,运用 GIS 综合评估多方案在地理空间维度的可行性与优劣,深度分析对周边生态环境的潜在影响,从而确定最优选址与设计蓝图。施工建设期间,GPS 实时监控施工机械位置与工程结构定位,RS 定期获取施工现场影像监测进度,通过与设计数据比对,实现自动化纠偏与进度把控,确保施工按质按量推进。运行管理过程中,3S 技术构建起动态监测网络,持续感知水利设施运行状态与周边环境变化,如大坝变形、水位异常波动等,及时发出预警信号,为应急处置赢得时间。维护改造阶段,依据 3S 技术长期积累的详细数据,全面剖析工程老化磨损状况,有针对性地制定改造方案,精准实施修复作业,有效延长水利工程的服役周期,保障其长期稳定运行。

6 结语

综上所述,3S 技术在水利工程测量中的集成应用已经取得了显著成效,并且随着技术的不断发展,其在水利工程领域的应用前景将更加广阔,将为水利工程的现代化建设和可持续发展提供强有力的技术支撑。

参考文献

- [1]张华剑,姚劲,张建国.3S 技术在县域水利工程用地划界中的应用[J].地理空间信息,2022,20(08):139-142.
- [2]杜松原,谢飞,肖燕,田思龙.3s 技术在水利工程测量中的应用[J].产业科技创新,2022,4(03):93-95.
- [3]邱明根.3S 测量技术在水利工程测量中的应用[J].珠江水运,2021,(21):72-73.