

Application of GIS in Construction and Management of Water Conservancy and Hydropower Projects

Jian Xu Qiang Li

Zhongshui North Survey and Design Research Co., Ltd., Tianjin, 300222, China

Abstract

As a powerful spatial data management and analysis tool, geographic information system plays a vital role in the construction and management of water conservancy and hydropower projects. With the continuous progress of technology, the application of GIS has extended from traditional map making and spatial data visualization to more complex decision support in the field of water conservancy and hydropower, geographic information system technology can provide various support, including precise topographic analysis, water management, flood prediction, environmental impact assessment and infrastructure planning. Through the integration of multi-source data, GIS not only improves the efficiency of data processing, but also enhances the scientific and accuracy of decision-making. The paper explores the specific application of geographic information systems in the construction and management of water conservancy and hydropower projects, providing reference for a wide range of workers.

Keywords

GIS; water conservancy and hydropower engineering; construction; management; application

GIS 在水利水电工程建设及管理的应用探讨

许健 李强

中水北方勘测设计研究有限责任公司, 中国·天津 300222

摘要

作为强大的空间数据管理和分析工具, 地理信息系统在水利水电工程施工和管理中发挥着至关重要的作用。随着技术的不断进步, GIS的应用已从传统的地图制作和空间数据可视化扩展到更为复杂的决策支持在水利水电领域, 地理信息系统技术可以提供多方面的支持, 包括精确的地形分析、水资源管理、洪水预测、环境影响评估和基础设施规划。GIS通过多源数据的整合, 在提高数据处理效率的同时, 也增强了决策的科学性、准确性。论文对地理信息系统在水利水电工程建设和管理中的具体应用进行探讨, 供广大工作者参考。

关键词

GIS; 水利水电工程; 建设; 管理; 应用

1 引言

随着全球水资源日益紧张及气候变化带来的极端天气事件频发, 水利水电工程的建设与管理面临着前所未有的挑战。如何高效利用水资源、确保工程安全、保护生态环境, 成为水利水电行业亟待解决的问题。GIS 技术以其强大的空间数据处理能力和分析能力, 为这些问题提供了有效的解决方案。论文深入剖析 GIS 在水利水电工程建设及管理中的多方面应用。

2 GIS 在水利水电工程建设中应用

2.1 地形分析与选址

水利水电工程的选址过程中, 地形分析是非常关键一

步, 具体地说, 就是首先通过获取高精度的数字高程模型, 利用地理信息系统软件进行地形分析, 包括生成等高线图坡度图坡向图, 这些文件将直观地展示地形特征等高线图可用于对潜在的坝址位置进行辨识坡向图可用于对施工难度和工程稳定性进行评价, 在结合流域水文数据的基础上, 对河流的流向、流速、流量进行分析, 从而最终确定最适合建设大坝的地点, 同时兼顾工程安全环保等多方面因素。通过 GIS 水文分析工具, 选择对生态环境影响最小的方案, 模拟不同坝址对流域水文形势的影响。另外, 利用 GIS 的三维分析功能, 对坝址的地形状况和周围环境进行进一步的评估, 就可以构建地形的三维模型。选址过程中, 地质条件评估也是必不可少的一环。对潜在的自然灾害风险, 如山体滑坡、泥石流等, 可以通过地理信息系统集成地质图和地质灾害分布资料进行评估。具体做法包括对工程建设和运行过程中可能遇到的地质问题进行地质构造分析、岩土类型分析、

【作者简介】许健(1984-), 女, 中国天津人, 本科, 高级工程师, 从事航测遥感技术、GIS开发和遥感AI模型等研究。

地下水分布分析等。对地质条件较差的地段,通过叠加分析,能够识别出来,这样就避免了这些地段被选为坝址。最后,还可以利用 GIS 对项目对周围环境的影响进行评估。生态敏感区、自然保护区和人类居住区可以通过叠加分析进行识别,从而对项目区域的影响程度进行评估。地理信息系统能够提供科学合理的选址建议,通过对地形、地质、环境等因素的综合考虑,确保水利水电项目的可行性、经济性。

2.2 环境影响评估

首先,在水利水电工程建设环境影响评估上,借助于 GIS 构建出详细环境基线图并对项目包括周边地形、水文以及动植物分布等信息进行采集整合,这为水利水电工程建设规避珍稀物种栖息地、降低施工环境影响提供了有效帮助。其次,通过 GIS 技术的应用开展水利水电工程建设前后水流与水质、项目区域环境等变化情况开展模拟,从而为降低建设环境影响提供支撑。譬如,针对水利水电工程建成后下游河流生态系统造成影响分析上,借助于 GIS 技术我们可以模拟项目所建水库蓄水前后所造成水流路径予以模拟预测,随后针对所产生不利影响制定针对性处理举措。最后,在水利水电工程建设涉及的土地征用、人口迁移、民生变化等方面影响上, GIS 也可以开展模拟,并以此开展安置与补偿。

2.3 施工管理

水利水电工程施工阶段应用地理信息系统技术可以显著地提高资源利用率和施工安全状况。具体地说,包括为每台施工设备安装 GPS 定位系统,并实时向 GIS 平台传输设备位置数据,然后由 GIS 软件根据位置信息生成动态的施工进度图和设备分布图,使管理人员对各设备的运行状态有一个准确的了解和把握,从而达到资源的合理配置和施工任务的顺利推进;当发现某台设备在某一区域停留时间过长时,管理人员能及时调整施工方案。从而有效地避免由于设备在非计划区域停留而造成的施工进度延误现象的发生。该区域出现施工难题,管理者能立即派遣支援人员去解决。GIS 也扮演着举足轻重的角色,管理者能够通过地理信息系统平台对施工现场的安全状况进行实时监控,对潜在的安全隐患及时发现并做出相应处理;再具体地说,为达到上述目的,管理者在施工现场进行高清摄像头和传感器的安装工作,这些设备能捕捉到施工现场的实时画面和环境数据,如温度和湿度等,并将这些数据传输到地理信息系统平台,由 GIS 软件对数据进行分析;一旦发现有异常情况,如设备过热或人员聚集等,系统会自动发出警报并提醒管理者采取相应措施。综上,无论是建筑安全管理还是施工难题的有效解决,地理信息系统的作用都是不容忽视的。此外,地理信息系统也可结合历史资料和天气预报信息,对可能出现的险情进行提前预测,做到防患于未然,防患于未然。施工质量的监控也可以使用 GIS。GIS 通过将各种检测设备的数据整合在一起,能够对施工质量进行实时监控,保证项目的质量达

到标准。具体做法包括在混凝土强度检测仪、土质分析仪等关键施工环节使用各种检测设备,向 GIS 平台实时传输检测数据。这些数据可以通过 GIS 软件进行分析并生成质量报告,系统会自动提醒管理者,一旦发现质量问题,就会进行整改。最后, GIS 还能模拟建设过程,结合项目设计图和建设方案,确保建设过程达到设计要求。在建筑资源管理上,地理信息系统可以对材料和人力进行优化配置。具体做法包括在 GIS 平台上建立物资库存和人力资源库,管理者可根据建设进度和计划,对物资供应、人员调配等进行实时调整。

3 GIS 在水利水电工程管理中的应用

3.1 大坝监测与管理

GIS 技术在水利水电工程大坝运行过程中发挥着至关重要的作用。第一, GIS 系统可以对大坝的结构安全进行实时监控。通过将应变计、位移计、裂度计等各种传感器安装到大坝的关键部位,实时采集大坝的变形、应力、裂度发展等数据。这些数据通过无线传输模块发送到 GIS 中心服务器,地理信息系统将这些数据与历史数据进行对比分析,及时发现异常情况,为大坝安全运行提供了保证。第二, GIS 系统对坝体渗水情况的监测也优势明显。对大坝及其周围区域布置渗压计和地下水位计等感应器可以实时监测地下水位变化和渗流场分布的情况。将这些数据用地理信息系统进行分析和可视化展示,使工程师能对渗流异常进行及时的发现,对渗流对大坝安全造成的影响进行评估,并采取相应的应对措施,从而对大坝的长期安全和稳定性有重要影响。此外,地理信息系统还能对大坝周边环境的变化进行监测,将集成遥感影像资料气象资料地质资料等,对大坝周边的地形、地貌变化进行分析,对降雨量、河流流量、地质灾害风险等信息进行分析,从而对大坝的长期安全性和稳定性有重要影响,对评估大坝的长期安全性和稳定性有重要意义。GIS 系统根据实时监测数据和历史数据结合专家知识和模型分析建立大坝安全预警机制,当监测数据超过预设的安全阈值时,将会自动发出预警信息,提醒相关人员采取紧急措施,从而有效防止事故发生。在水库调度管理上, GIS 系统能够对水库的运行调度方案进行优化,提高水资源的利用效率。将整合水库水位与入库流量、出库流量、用水需求等数据,对水库的水量平衡进行分析和预测,并据此制定出合理的水库调度方案,既能保证供水安全,又能在保证大坝安全的基础上最大限度地利用水资源达到提高发电效益的目的。通过上述操作,既能实现对水资源的高效利用,又能为大坝安全保驾护航。

3.2 洪水模拟与预警

首先,对地理空间资料进行搜集与整合,涉及地形地貌资料主要采取卫星遥感的方式获取并储存在能够进行空间数据分析的 GIS 数据库中,土壤类型与植被覆盖资料可通过地面测量的方式获取并储存在能够进行空间数据分析的

GIS 数据库中。

其次，在 GIS 软件平台中建立洪水模拟模型，结合水文学与水力学原理，选择恰当的模型进行洪水演进过程的计算与模拟；这些模型中比较常用的有 HEC-RAS 和 SWMM 等。通过这些模型的运用与分析，可以对洪水在不同地形条件下的流动路径进行预测，并对可能造成的淹没范围与水深变化进行评估。第一，对模型参数进行实际地理空间数据的校对和验证，保证模拟结果的可靠性。第二，对洪水风险进行评估，将模拟结果与人口分布情况有关数据相结合，与基础设施情况有关数据相结合，与经济活动情况有关数据相结合，对不同区域的影响程度进行叠加分析。第三，开发洪水预警系统，将实时降雨数据和水文监测站数据相结合，对模拟结果进行动态分析。第四，开发洪水预警系统，当降雨量达到一定阈值或河流水位超过警戒线时，系统自动启动洪水预警。从而对防洪工作起到有效的科学支撑作用。通过短信、广播、网络等各种途径，向有关部门和市民快速传递预警信息，做到有求必应、有求必应。第五，制定防汛预案，做好抢险措施。制定包括人员疏散、物资储备、抢险队伍组织等在内的详细防汛预案，根据洪水风险评估结果和洪水预警体系制定。同时，建立应急机制，确保一旦发生汛情，抢险复产工作能够快速有效开展。

最后，对 GIS 洪水模拟预警系统进行持续优化更新。模型参数不断优化，模拟精度不断提高，技术进步，数据积累。同时，对地理空间资料、监测资料等进行定期更新，保证系统对地理环境、水文最新状况的反映。为水利水电工程管理提供强有力的技术支持，通过不断优化更新，提高洪水模拟预警系统的可靠性和实用性。

3.3 水资源管理与保护

首先，地理信息系统能够整合多源水资源数据，如地下水水位水流量及水质资料等，通过对这些数据的综合分析，实现对水资源的实时监控和管理，从而有效地保护水资源。具体办法是建立一个包含各类水资源资料的数据库，运用地理信息系统的空间分析功能，对不同区域水资源的分布流量

及水质状况进行动态监测。例如，对安装传感器及数据采集装置，对河流湖泊及水库的水位流量及水质参数进行实时获取，并将这些资料在地理信息系统上进行分析及展示，做到心中有数。其次，地理信息系统也在水资源保护措施制定中扮演着重要角色。通过 GIS 的空间分析与模拟功能，对不同的防护方案进行效果评估，从而选出最佳的方案。具体做法包括利用 GIS 进行流域分析，对重点水源区、敏感区进行鉴定，对水资源受人类活动影响进行评估，并制定相应的保护措施等。例如，通过 GIS 模拟不同污染源对江河水质的影响，确定重点区域进行污染治理，制定相应的污染减排办法等。最后，地理信息系统还可以通过建立环境影响评价模型，预测不同开发方案对生态系统和水资源的影响，从而制定出科学合理的水资源开发方案，用于对水资源开发利用的环境影响进行评估。

4 结语

从整体上讲，把 GIS 在水利水电工程建设及管理中的应用，使工作效率和决策水平都得到了很大的提高，同时随着大数据云计算人工智能等技术的飞速发展，今后的 GIS 会变得更加智能更加集成，从而为水利水电行业提供更为全面深入的解决办法。今后在水利水电工程的智能化管理上，以及在生态环境保护上的发挥将更加重要的作用，同时还在灾害预警与应急响应上也会扮演重要的角色。因此，可以说，未来 GIS 会在这些领域都扮演举足轻重的角色。

参考文献

- [1] 唐桂彬,周波.基于BIM与GIS的水利水电工程开发设计应用研究[J].微型电脑应用,2024,40(1):100-102.
- [2] 武卫国.GIS技术在水利水电工程设计中的应用[J].文渊(高中版),2022.
- [3] 李杰.新时期自动化技术在水利水电工程建设中的应用分析[C]//2024新技术与新方法学术研讨会论文集,2024.
- [4] 孙少楠,宋宜昌.基于BIM+GIS的水利工程全生命周期建设管理研究[J].中国农村水利水电,2022(10):131-138.