

综合勘察技术在水库工程中的应用

孙鹏 杨朝

浙江省水利水电勘测设计院有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v8i6.5512

[摘要] 随着社会对水资源需求的不断增长,水库工程作为水资源管理和防洪减灾的重要手段,其建设与管理日益受到重视。在水库工程的规划、设计、建设和运行过程中,综合勘察技术的应用起着至关重要的作用。本文将探讨综合勘察技术在水库工程中的应用现状、优势以及未来发展趋势,以期为水库工程的科学决策提供参考。

[关键词] 水库工程; 综合勘察技术; 水资源管理; 防洪减灾

中图分类号: TV62 **文献标识码:** A

The application of comprehensive survey technology in reservoir engineering

Peng Sun Zhao Yang

Zhejiang Water Resources and Hydropower Survey and Design Institute Co., Ltd

[Abstract] With the increasing demand for water resources in society, reservoir engineering, as an important means of water resource management and flood control and disaster reduction, is increasingly valued in its construction and management. The application of comprehensive survey technology plays a crucial role in the planning, design, construction, and operation of reservoir engineering. This article will explore the current application status, advantages, and future development trends of comprehensive survey technology in reservoir engineering, in order to provide reference for scientific decision-making in reservoir engineering.

[Key words] reservoir engineering; comprehensive survey technology; water resource management; flood control and disaster reduction

引言

水库工程在人类社会发展中扮演着至关重要的角色,它们不仅为城市和农田提供水源,还承担着防洪、发电和生态调节等多重功能。例如,中国的三峡大坝,是世界上最大的水电站,年发电量超过400亿千瓦时,为中国的经济发展提供了强大的动力。同时,通过水库的合理调度,可以有效缓解下游地区的洪水威胁,保护人民生命财产安全。因此,对水库工程的科学规划和建设,要求我们对坝址及库区的地质条件有深入、全面的了解,这就需要综合勘察技术的有力支持。无人机测绘技术的引入,极大地提高了我们对复杂地形的测绘效率和精度。在2022年某次水库工程的前期勘察中,无人机在短短几周内就完成了对坝址区和库区的高分辨率影像获取,为后续的地质分析提供了详实的数据基础。而地球物理勘探技术则能穿透地表,揭示地下结构,帮助我们识别潜在的断层、岩溶区等不良地质构造,避免因设计不当导致的工程风险。地质钻探是验证和细化地质认识的关键步骤,通过钻取的岩心样本,我们可以直接观察地层结构,分析岩土性质,为坝体设计提供直接依据。例如,在2021年某水库建设中,钻探发现的深层岩溶通道,经过地质专家的深入研究,对坝体设

计进行了重要调整,确保了水库的安全运行。然而,技术的应用并非一帆风顺,如数据处理的复杂性、环境干扰的挑战等都需要我们持续创新和改进。未来,随着人工智能、大数据等新技术的融合,综合勘察技术在水库工程中的应用将更加智能化、精细化,为全球水资源的可持续管理提供更强大的科技支撑。

1 无人机测绘在水库工程中的应用

1.1 无人机测绘技术简介

无人机测绘技术是近年来在水库工程中迅速发展的一项重要技术。它利用无人机搭载高分辨率相机或激光雷达设备,从空中获取大范围、高精度的地形数据。例如,通过无人机测绘,我们可以获得厘米级精度的地形图,这在传统的地面测量中是难以实现的。在坝址区的地形测绘中,无人机可以快速覆盖大面积区域,识别出复杂的地质结构和微地形变化,为坝体设计提供精确的地形基础数据。此外,无人机的灵活性使得它能轻松应对复杂或危险的地形,如山区或滑坡体,极大地提高了测绘效率和安全性。结合GIS技术,这些数据可以被用来建立三维地质模型,帮助工程师更全面地理解地质条件,从而做出更科学的工程决策。

1.2 无人机在坝址区的地形测绘

在水库工程的建设中,精确的地形测绘是至关重要的第一步,它为坝体设计和施工提供了基础数据。无人机测绘技术,作为现代测绘技术的代表,以其高精度、高效性和灵活性,正在改变传统的测绘方式。在坝址区,无人机可以搭载高分辨率相机和LiDAR设备,以厘米级的精度获取地面信息,这远超传统地面测绘的精度(± 1 米或更差)。例如,在我国的某大型水库项目中,无人机在短短几周内完成了数百平方公里的地形测绘,准确识别出潜在的滑坡区和不稳定地表结构,为坝体的选址和稳定性分析提供了详实的数据支持。

此外,通过结合GIS和机器学习算法,无人机测绘的数据可以进一步分析出地形特征与潜在地质风险的关系,如坡度、断裂线和土壤类型等。这种集成的分析模型能够帮助工程师更全面地评估坝址的适宜性,避免因地质条件不明导致的工程风险,从而提高水库工程的安全性和经济性。

1.3 无人机在库区的精细测绘

无人机在库区的精细测绘是现代水库工程勘察中的重要技术手段。通过搭载高分辨率相机和激光雷达设备,无人机能够获取库区的三维地形数据,精度可达到厘米级别,极大地提高了测绘效率和准确性。例如,在某大型水库项目中,无人机在短短几周内完成了数百平方公里的库区测绘,比传统方法节省了近70%的时间。这些详细的数据为库区的环境评估、库容计算以及潜在地质风险的识别提供了关键信息,有助于工程设计的精细化和科学化。同时,结合GIS技术,可以构建库区的数字地形模型,进行洪水淹没模拟分析,为水库的安全运行和洪水管理提供强有力的数据支持。

2 地球物理勘探技术

2.1 地球物理勘探原理

地球物理勘探原理是水库工程中不可或缺的一部分,它主要通过研究地壳内部的物理性质差异,如电导率、重力、磁性、弹性波速等,来识别和定位潜在的地质构造和不良地质体。例如,利用重力勘探可以揭示地下密度的变化,帮助我们发现隐藏的断层、岩体接触面或者地下水分布情况。在某水库工程中,地球物理勘探就成功地预测到了坝址下方的隐伏断层,为坝体设计提供了关键信息,避免了潜在的安全隐患。同时,地震勘探技术通过人工激发的地震波传播时间或波形变化,可以精确地测定地层的厚度和结构,甚至对地下含水层或空洞进行识别。在实际应用中,一次地震勘探就揭示了库区一处未被地质勘查发现的古河道,这一发现对后期的库容计算和防渗设计具有重大意义。

然而,地球物理勘探数据的解释和地质构造的识别并非易事,需要结合地质学、岩石力学等多学科知识,以及丰富的实践经验。有时,不同的地球物理场可能产生相互矛盾的解释,这就需要工程师们具备敏锐的洞察力和创新的思维。通过深入的分析 and 模型验证,才能准确地将地下世界的“图像”转化为可操作的工程信息。

2.2 坝址区的地球物理探测

地球物理勘探在坝址区的应用是综合勘察技术中的关键环节,它能深入揭示地壳内部结构,为坝体设计提供关键信息。通过地震波、电法、磁法等多种探测手段,可以准确识别断层、岩层结构以及可能存在的渗水通道。例如,利用高精度的地震反射技术,曾在一个大型水库项目中成功定位了一条深度超过60米的隐伏断层,避免了因设计不当可能导致的严重安全问题。同时,地球物理数据的三维重建和地质建模,为坝址选择和坝型设计提供了强有力的数据支持,充分体现了“未雨绸缪,胜于救灾”的工程哲学。

2.3 库区的地球物理异常识别

在水库工程的建设中,库区的地球物理异常识别是至关重要的环节。这一过程通常涉及高精度的地球物理探测技术,如电法勘探、地震勘探和磁法勘探等,以识别潜在的地质结构,如断层、岩溶洞穴或富含地下水的区域。例如,通过磁法探测,可以发现因不同岩石磁性差异导致的异常,这些异常可能指示着地下构造的活动性,对坝体稳定性构成潜在威胁。同时,结合地质雷达等技术,可以进一步细化异常特征,提高识别的准确性。

在2023年某大型水库建设项目中,地球物理勘探就发挥了关键作用。通过地震波反射技术,发现库区存在未在地质图上显示的古断层,其深度和走向经过精细分析后得以确定。这一发现使得工程设计能够针对性地加强坝体结构,避免了因未预见地质风险导致的潜在灾难。因此,地球物理异常识别不仅是对地质环境的深入理解,更是保障水库工程安全、经济运行的重要前提。

然而,地球物理异常识别并非易事,它需要多学科知识的交叉应用和复杂数据的综合解析。未来,随着遥感技术、云计算和人工智能等技术的发展,我们有望实现更快速、更准确的异常识别,进一步提升水库工程的勘察效率和质量。

3 不良地质构造的调查

3.1 断层的地质调查方法

在水库工程的地质勘察中,断层的地质调查方法是至关重要的一个环节。断层的存在可能对坝体的稳定性造成严重影响,因此需要精确识别和评估。通常,这包括地质测绘、地球物理探测和地质钻探等多种技术的综合运用。例如,通过高精度的遥感图像分析,可以初步识别地表的断层线迹,再结合地面地质调查,收集断层的露头信息,如断层岩、擦痕和阶步等特征。在地球物理探测中,利用电法、地震波或重力异常等方法,可以探测地下结构,进一步确认断层的存在和规模。在必要时,地质钻探会提供直接的地下证据,通过分析钻孔中的断层破碎带、岩性变化等信息,可以详细研究断层的活动性与力学性质。这些数据将为断层对水库工程潜在风险的评估提供科学依据,确保工程设计的合理性和安全性。

3.2 岩溶地质的探测技术

岩溶地质的探测技术在水库工程中扮演着至关重要的角色。由于岩溶地质结构复杂,含有大量的空洞和裂缝,可能导致

水库蓄水后的渗漏或坝体稳定性下降。传统的地质勘查方法可能难以准确识别这些隐蔽的岩溶特征。因此,现代的地球物理勘探技术,如电法勘探、地震勘探和遥感技术,被广泛应用来探测和识别岩溶地质。

电法勘探利用岩溶区岩石与非岩溶区岩石的电性差异,通过布设电极测量地下的电阻率分布,绘制出岩溶发育的三维图像。例如,在某水库工程中,通过电法勘探发现地下20-50米深度存在大面积的低阻异常区,这直接指导了坝址的优化选择。

地震勘探则通过人工激发地震波,分析地震波在地层中的传播变化,识别岩溶洞穴或破碎带的位置。在一次实际应用中,地震波的异常反射揭示了潜在的大型岩溶通道,为坝体设计提供了关键信息,避免了潜在的安全风险。

遥感技术,如高分辨率卫星图像和航空遥感数据,可以识别地表的微小变形和植被分布变化,间接推断地下岩溶活动的可能性。结合GIS技术,可以实现大面积、快速的岩溶地质初步评价。

这些技术的综合应用,大大提高了岩溶地质探测的精度和效率,为水库工程的选址、设计和施工提供了科学依据,确保了工程的安全和经济性。然而,技术的应用也需要结合具体地质条件和工程需求,进行定制化的技术方案设计,以实现最佳的探测效果。

3.3 地质构造对水库工程的影响分析

地质构造对水库工程的影响分析是工程设计中的关键环节。水库建设需考虑地质构造稳定性,以确保坝体的安全和水库寿命。例如,断层的存在可能导致坝体的潜在破裂点,影响其承

载能力。在某次水库设计中,通过地质钻探发现断层穿越坝址,经过详细分析,设计团队调整了坝型和断层处理方案,最终成功避免了潜在的安全隐患。

此外,岩溶地质条件对水库蓄水和渗漏控制也构成挑战。在广西某水库项目中,由于未充分探测到地下岩溶系统,水库蓄水后出现严重渗漏,导致库容损失和安全隐患。通过后期的地球物理探测和补充钻探,对岩溶通道进行了封堵处理,才确保了水库的正常运行。

因此,地质构造的调查和分析不仅影响到坝址选择,还直接影响到坝体设计、渗流控制和库区稳定性。这需要多学科交叉,综合运用无人机测绘、地球物理勘探、地质钻探等多种技术手段,形成全面、准确的地质模型,为水库工程的科学决策提供坚实基础。

4 结论

综合勘察技术在水库工程中的应用,不仅提高了勘察的效率和精度,降低了工程风险,也为水库工程的科学决策提供了有力支持。随着技术的不断发展,其在水资源管理、防洪减灾等领域的作用将更加显著。

[参考文献]

- [1]黄振.综合勘察技术在合山红水河特大桥工程中的应用[J].低碳世界,2024,14(01):139-141.
- [2]吴胡强.综合防渗技术在小型水库除险加固工程中的应用[J].水利科学与寒区工程,2023,6(07):146-149.
- [3]瞿雅琴.综合勘察技术在金属矿山岩土工程中的应用[J].世界有色金属,2023,(02):199-201.