

复杂地质条件下水利工程施工关键技术研究

邱磊

吉林省水利水电勘测设计研究院

DOI:10.12238/hwr.v8i12.5903

[摘要] 地质条件对于水利工程施工的影响是多方面的,需要我们在工程规划、设计和施工过程中充分考虑这些因素。只有充分了解和利用地质条件,才能更好地进行水利工程的建设和管理,实现水资源的有效利用和水环境的可持续发展。因此,在水利工程的实践中,我们需要加强地质勘察工作,准确了解工程场地的地质条件;同时,还需要加强科学研究和技术创新,不断提高水利工程设计 and 施工水平,以应对复杂多变的地质条件带来的挑战。

[关键词] 复杂地质; 水利工程; 施工; 关键技术

中图分类号: TV5 文献标识码: A

Research on Key Technologies of Water Conservancy Project Construction under Complicated Geological Conditions

Lei Qiu

Jilin Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Institute

[Abstract] Geological conditions have many influences on water conservancy project construction, so we need to fully consider these factors in the process of project planning, design and construction. Only by fully understanding and using geological conditions can we better carry out the construction and management of water conservancy projects and realize the effective utilization of water resources and the sustainable development of water environment. Therefore, in the practice of water conservancy project, we need to strengthen the geological survey work and accurately understand the geological conditions of the project site; At the same time, it is necessary to strengthen scientific research and technological innovation, and constantly improve the design and construction level of water conservancy projects to meet the challenges brought by complex and changeable geological conditions.

[Key words] complex geology; Water conservancy project; Construction; Key technologies

引言

水利工程复杂地质特征包括地质结构的多样性、地形地貌的复杂性、水文地质条件的复杂性、地质隐患的长期性和潜伏性以及地质条件的动态变化性等。这些特征使得水利工程的地质勘察、设计和施工变得尤为复杂和困难。因此,在水利工程建设过程中,必须充分考虑地质条件的影响,采取科学有效的措施和方法来应对和解决这些地质问题,确保水利工程的安全性、稳定性和长期效益。水利工程施工中的关键技术涵盖了土方工程、混凝土工程、防渗处理、基础处理、机电设备安装以及其他多个方面。这些技术的有效应用对于确保水利工程的顺利进行、提高施工质量和效率具有重要意义。

1 复杂地质条件特征综述

水利工程,作为人类利用自然资源、改善生态环境、促进经济发展的重要手段,其建设往往面临着复杂多变的地质条件。这

些地质条件的复杂性不仅影响着水利工程的规划、设计和施工,还直接关系到工程的安全性、稳定性和长期效益。水利工程的地质结构通常具有多样性,包括不同类型的岩石、土壤和地质构造。这些地质结构在水利工程中起着至关重要的作用。例如,基岩的稳定性直接关系到坝基的选择和稳定性评估;而第四纪沉积物的分布和性质则影响着水库的渗漏和稳定性。此外,地质构造如褶皱、断裂和断层等,也是影响水利工程地质稳定性的关键因素。这些地质结构的多样性使得水利工程的地质勘察和设计变得尤为复杂。

水利工程往往建设在复杂的地形地貌上,如高山峡谷、平原湖泊、丘陵地带等。这些地形地貌不仅影响着水利工程的布局 and 选址,还直接关系到工程的施工难度和安全性。例如,在高山峡谷地区建设水利工程,需要克服陡峭的山坡和复杂的地质条件,施工难度大且风险高;而在平原湖泊地区,则需要考虑湖泊

的淤积、水文条件以及地下水的影响。

水利工程的水文地质条件也是复杂多变的。地下水的水质、水运动特性、岩层的透水性和溶水性等,都是影响水利工程地质稳定性的重要因素。例如,地下水的补给、径流和排泄条件直接影响水库的渗漏和稳定性;而含水层的埋藏深度和厚度则决定了地下水的开采和利用方式。此外,水文地质条件的复杂性还可能导致地质灾害的发生,如滑坡、泥石流等,对水利工程的安全构成威胁。

一些地质隐患可能在工程建设初期并不明显,但随着时间的推移和工程运行的不断深入,逐渐暴露出来。例如,坝基软弱夹层、断层破碎带等地质问题,可能在工程建设初期并未引起足够重视,但在工程运行期间可能导致坝体渗漏、裂缝甚至溃坝等严重后果。这些地质隐患的长期性和潜伏性使得水利工程的地质勘察和监测工作变得尤为重要。

随着气候、水文和地质环境的变化,水利工程的地质条件也会发生相应的变化。例如,气候变化可能导致地下水位的变化,进而影响水库的渗漏和稳定性;而水文条件的变化则可能影响河流的冲刷和淤积,对水利工程的防洪和灌溉功能产生影响。此外,地质环境的变化如地震、火山等自然灾害也可能对水利工程的地质稳定性构成威胁。

2 地质条件对水利工程施工的影响

地质条件对于水利工程施工的影响深远且复杂,涵盖了从工程规划、设计到施工的全过程。水利工程是人类为了改善水资源的利用、控制和保护而进行的科学、技术和工程活动,而地质条件则是指地球表面的形态、构造、土质类型以及地下水状况等因素。这两者之间的相互作用,直接关系到水利工程的可行性、安全性和稳定性。

不同的地质地貌会导致土质类型的多样性,这对水利工程建设提出了不同的要求。例如,黏土质地的土壤容易塑性变形,需要采取更严格的工程设计和施工措施才能确保工程的安全性;而砂质土壤则具有较好的渗透性,适合建设各类渗井、渗坑等设施。此外,地质条件还决定了地下水位的高低、水流方向和水质特点,这些因素都会直接影响水利工程的建设和运行。例如,高于地面的地下水位可能导致水利工程中透水井、排水管道等设施的淹没和损坏,而低于地面的地下水位则可能导致用水困难,需要采取相应的补给措施。

在水利工程建设中,需要考虑地震活动、泥石流和滑坡等自然灾害的潜在威胁。地震活动往往是工程设计安全性的主要考虑因素之一,位于断层带的水电站需要采取相应的抗震措施。同时,泥石流和滑坡也是常见的自然灾害,这些灾害对于水利工程建设的安全性具有很大的威胁,需要在工程设计中充分考虑到这些潜在风险,并采取相应的防护和改良措施。

地质构造是地质地貌形成的基础,也是工程施工稳定性的重要因素之一。例如,位于断层带的水利工程建设需要充分了解地质构造和断层的性质和活动规律,并在施工过程中采取相应的加固措施,以确保工程的稳定性。此外,地质地貌条件下的不

均匀沉降也是常见的地质灾害之一,它可能导致工程设施的变形和破坏,影响工程的正常运行。因此,在施工过程中需要采取适当的地基处理方法,以减轻不均匀沉降对工程的不利影响。

除了上述直接影响外,地质条件还可能通过影响河流的淤积情况、减少库水空间、影响河道水深等方式,间接影响水利工程的建设和运行。这些问题都会直接影响河流地质环境,导致水位混乱、降水不利、污染严重等现象,从而影响河流的生态环境稳定性。此外,水利工程对地质环境也会产生影响。施工过程中采用的挖掘、搅动、锤打等方法会加剧地质构造的破坏,影响地质结构的稳定性。同时,水利工程还会影响受施工影响的区域土壤的疏松度和排水性,有可能导致土地水污染、水土流失,并影响地下水环境。

3 复杂地质条件下水利工程施工技术难点

3.1 地质勘探与评估, 支护与加固技术

复杂地质条件往往包括软土地质、岩溶地质、高地应力区以及断裂带等。在施工前,地质勘探工作至关重要。然而,由于地质条件的复杂性和不确定性,勘探工作往往难以全面准确地揭示地下情况。这可能导致施工过程中的突发地质问题,如地下水位异常、岩石强度变化等,给施工带来极大挑战。

在软弱地质条件下,如软土、泥岩等,施工时需要采取额外的支护措施,以确保工程结构的稳定性和安全性。支护技术包括钢支撑、锚杆、注浆加固等。然而,这些支护措施的选择和实施需要充分考虑地质条件、施工环境以及工程要求,技术难度较高。同时,支护结构的稳定性和耐久性也是施工过程中的重要关注点。

3.2 土方开挖与基础处理, 混凝土浇筑与养护

在岩溶地质区,地下溶洞和暗河可能导致土方开挖过程中的塌方和涌水问题。而在高地应力区,岩石的强度和稳定性难以预测,给土方开挖和基础处理带来极大挑战。此外,基础处理还需要考虑地基的承载力和变形问题,以确保工程结构的稳定性和耐久性。在复杂地质条件下,混凝土浇筑和养护也面临诸多困难。例如,在软土地质条件下,地基的沉降和变形可能导致混凝土结构的开裂和损坏。而在岩溶地质区,地下水的渗透和侵蚀也可能影响混凝土的质量和耐久性。因此,在混凝土浇筑前,需要对地基进行充分的处理和加固,同时采取适当的防水和排水措施。在浇筑过程中,还需要严格控制混凝土的配合比、浇筑速度和振捣方式等参数,以确保混凝土的质量和性能。

3.3 施工安全与环境保护

复杂地质条件下的水利工程施工往往伴随着较高的安全风险。例如,在在地应力区施工可能导致岩石崩塌和滑坡等自然灾害。同时,施工过程中的噪音、粉尘和废水等也可能对周边环境造成污染。因此,在施工过程中需要采取严格的安全措施和环境保护措施,确保施工人员的安全和周边环境的稳定。

3.4 技术创新与智能化应用

面对复杂地质条件下的施工难题,技术创新和智能化应用成为解决之道。例如,利用现代地质勘探技术如三维地质建模、

地质雷达等,可以更准确地揭示地下情况,为施工提供有力支持。同时,智能化施工设备如无人机、机器人等的应用,也可以提高施工效率 and 安全性。此外,还可以利用大数据和人工智能技术对施工过程进行实时监测和分析,及时发现和解决潜在问题。

4 复杂地质条件下水利工程施工关键技术优化策略

4.1 加强地质勘探与评估,优化支护与加固技术

在复杂地质条件下,地质勘探是水利工程施工的首要环节。通过详细的地质勘探,可以获取地下岩土层的分布、厚度、强度等关键信息,为施工方案的制定提供科学依据。因此,必须加强对地质勘探工作的投入,采用先进的地质勘探技术和设备,如三维地质建模、地质雷达等,提高勘探的准确性和精度。同时,还需要对勘探数据进行综合分析,评估地质条件对工程施工的影响,为后续的设计和施工提供可靠依据。支护与加固技术是复杂地质条件下水利工程施工的关键技术之一。针对软弱地质条件,如软土、泥岩等,需要采取适当的支护措施,如钢支撑、锚杆、注浆加固等,以提高地基的承载力和稳定性。在选择支护措施时,需要充分考虑地质条件、施工环境以及工程要求,确保支护结构的安全性和耐久性。此外,还需要对支护结构进行实时监测,及时发现和解决潜在问题,确保施工过程的顺利进行。

4.2 创新土方开挖,基础处理技术,混凝土养护

土方开挖与基础处理是水利工程施工的重要环节。在复杂地质条件下,土方开挖和基础处理面临着诸多困难,如地下溶洞、暗河、高地应力等。因此,需要创新土方开挖和基础处理技术,如采用分层开挖、分段施工等方法,减少开挖过程中的安全隐患。同时,还需要对基础进行特殊处理,如注浆加固、换填等,以提高基础的承载力和稳定性。混凝土浇筑与养护是水利工程施工的关键环节之一。在复杂地质条件下,混凝土浇筑和养护面临着诸多挑战,如地基沉降、地下水渗透等。因此,需要优化混凝土浇筑与养护技术,如采用低热水泥、柱状浇筑等方法,控制混凝土的温度和收缩变形。同时,还需要加强混凝土的养护工作,如保持适宜的湿度和温度,防止混凝土开裂和损坏。

4.3 强化施工安全与环境保护

施工安全和环境保护是复杂地质条件下水利工程施工不可忽视的重要方面。在施工过程中,需要采取严格的安全措施,如设置安全防护设施、加强施工人员的安全培训等,确保施工人员的生命安全。同时,还需要加强环境保护工作,如采取降噪、防

尘、废水处理等措施,减少对周边环境的污染。

4.4 推进技术创新与智能化应用

面对复杂地质条件下的施工难题,技术创新和智能化应用成为解决之道。通过引进和应用新技术、新工艺和新设备,可以提高施工效率 and 安全性,降低施工成本。例如,利用智能化施工设备如无人机、机器人等进行施工监测和作业,可以提高施工的精度和效率。同时,还可以利用大数据和人工智能技术对施工过程进行实时监测和分析,及时发现和解决潜在问题。

4.5 加强施工管理与协调

在复杂地质条件下进行水利工程施工,需要加强施工管理与协调。通过建立健全的施工管理体系和协调机制,可以确保施工过程的顺利进行。例如,制定详细的施工计划和进度安排,明确各项工作的责任人和完成时间;加强施工过程中的质量监督和安全管理,确保施工质量和安全;加强与相关部门的沟通协调,及时解决施工过程中出现的问题。

5 结束语

复杂地质条件下水利工程施工关键技术优化策略需要从地质勘探、支护加固、土方开挖与基础处理、混凝土浇筑与养护、施工安全与环境保护、技术创新与智能化应用以及施工管理与协调等多个方面入手。只有采取科学有效的优化策略,才能确保水利工程施工的顺利进行和高质量完成。

[参考文献]

- [1]陈政.复杂地质条件下水利工程高水位深基坑降水施工方法研究[J].甘肃科学学报,2024,36(03):100-106.
- [2]赵柏念,梁皓,仕坦.复杂地质条件下农田水利渠道治理施工技术[J].云南水力发电,2024,40(05):110-112+121.
- [3]彭媛,陈国奇.基于BIM的岩溶复杂地质条件下桩基工程施工关键技术[J].施工技术(中英文),2021,50(17):141143+147.
- [4]刘锐.复杂地质条件下中小型水利工程勘测设计工作若干问题思考[J].水利建设与管理,2017,37(01):59-62.
- [5]代涛,方圆,李聪,等.基于BIM的大截面逆作法一柱一桩施工技术[J].施工技术,2019,48(22):46-48,89.

作者简介:

邱磊(1994—),男,汉族,辽宁朝阳人,大学本科,工程师,水利水电工程。