

水利工程中的工程地质问题探析

成 军

四川省内江水利电力勘察设计院有限公司 四川 内江 641000

摘 要：水利工程中的工程地质问题探析，旨在深入剖析水利工程在建设过程中面临的地质挑战与应对策略。本文综合探讨了地质结构稳定性、地下水影响、岩石与土壤特性以及不良地质条件等关键工程地质问题，分析了这些问题对水利工程安全性、稳定性和运行效益的潜在影响。通过加强地质勘察与监测、合理选择施工区域与设计参数、采用先进的施工技术与材料以及制定地质灾害防范与应急预案等策略，为水利工程的地质问题提供系统性的解决方案。本文的研究对于保障水利工程的安全运行具有重要意义。

关键词：水利工程；工程地质；问题探析

1 水利工程与工程地质概述

1.1 水利工程基本概念

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。水利工程涉及防洪、除涝、灌溉、发电、供水、围垦、水土保持、移民、水资源保护等多个方面，包括新建、扩建、改建、加固、修复等工程及其配套和附属工程。水利工程的基本组成是各种水工建筑物，如挡水建筑物、泄水建筑物、进水建筑物和输水建筑物等。这些建筑物在难以确切把握的气象、水文、地质等自然条件下进行施工和运行，常常需要承受水的推力、浮力、渗透力、冲刷力等的作用，因此工作条件相对复杂。水利工程不仅通过其建设任务对所在地区的经济和社会产生影响，还对江河、湖泊以及附近地区的自然面貌、生态环境、自然景观，甚至对区域气候产生不同程度的影响。水利工程具有多种分类方式，按目的或服务对象可分为防洪工程、农田水利工程（灌溉和排水工程）、水力发电工程、航道和港口工程、城镇供水和排水工程、水土保持工程和环境水利工程、渔业水利工程以及海涂围垦工程等。综合利用水利工程则是指一项水利工程同时为防洪、灌溉、发电、航运等多种目标服务。水利工程建设涉及多个方面，如供水量的计算、蓄水工程、引水工程、提水工程、调水工程以及地下水源工程的规划和实施。在地下水利用方面，需要充分利用地面水，合理开发地下水，做到地下水和地面水统筹安排，并根据各含水层的补水能力，确定各层水井数目和开采量，合理布局，分层取水。

1.2 工程地质学简介

工程地质学是地质学的一个重要分支，主要研究工程活动与地质环境之间的相互作用。它旨在理解地质因

素如何影响工程的设计与实施，确保工程建设的安全性、稳定性和耐久性。工程地质条件作为与工程建筑相关的地质环境的综合体现，涵盖了岩土性质、地质结构、地貌、水文地质条件、动力地质作用以及天然建筑材料等多个方面^[1]。工程地质学的研究内容广泛，包括岩土学基础、地质构造与地貌、水文地质、工程地质勘察、灾害预测与防治等。岩土学基础研究岩石和土壤的分类、力学性质及其测试方法，为工程设计和施工提供岩土参数。地质构造与地貌分析不同地区地质构造的形成及其对工程建设的影响，评估场地的稳定性和适宜性。水文地质研究地下水的分布、流动特性及其对工程的影响，确保工程建设过程中地下水的合理利用与防护。工程地质勘察是工程地质学的重要组成部分，它运用各种勘探技术和方法，查明工程场地的地质条件，为工程规划、设计提供基础资料。灾害预测与防治则研究地震、滑坡、泥石流等自然灾害的预测方法，提出相应的防治措施，保障工程安全。工程地质学在土木工程中的应用极为广泛，主要体现在工程选址与场地评估、基础设计与施工、地质灾害防治以及环境保护与治理等方面。通过工程地质勘察，可以评估场地的稳定性和适宜性，为工程选址提供依据；了解场地的岩土性质、地质构造等条件，选择合适的基础类型和施工方法，确保结构安全；预测和评估地质灾害风险，制定相应的防治措施，减少灾害损失；评估工程建设对地下水、土壤等环境的影响，提出环保措施，减少工程建设的负面影响。

1.3 水利工程与工程地质的关联性

水利工程与工程地质之间存在着密切的关系。地质学为水利工程提供了关于地球材料和结构的关键信息，帮助评估工程项目的可行性和潜在风险，确保工程的安全性和长期稳定性。水文地质是地质学的一个分支，

专门研究地下水及其流动、分布和质量的科学。水利工程在进行水库建设、地下水开采、水井设计等活动时,需要充分考虑水文地质条件,以确保工程的安全性和有效性。地质条件对河流和湖泊的形成、演变以及与之相关的侵蚀、沉积过程有着重要影响。水利工程如河道整治、水库建设等,必须基于对地质条件的准确理解,以预测和防止可能出现的地质风险。滑坡、泥石流、地面沉降等地质灾害对水利工程构成威胁。地质学通过研究这些灾害的成因、发展和预防,为水利工程提供重要的安全评估和风险管理支持。地质结构如断层、褶皱等对工程建设有直接影响,水利工程的设计和施工需要充分考虑地质结构特征,以避免潜在的地质风险。在地下水资源的开发与保护方面,水利工程需要依据地质学原理和技术来评估水源的可持续性和环境影响,并采取相应的保护措施。水利工程在规划和建设前,必须进行工程地质勘察,以了解工程场地的地质条件,为工程设计提供基础数据。

2 水利工程中的工程地质问题分析

2.1 地质结构稳定性问题

在水利工程建设过程中,地质结构的稳定性是至关重要的考量因素。地质结构包括地壳中的岩层、断层、褶皱等复杂的构造形态,它们的稳定性直接关系到水利工程的整体安全性和持久性。地质结构的稳定性问题主要体现在岩层滑移、断层活化、褶皱变形等方面。当水利工程选址在地质构造复杂或断裂带附近时,岩层可能因受力不均而发生滑移,导致工程结构受损;断层可能因应力集中而重新活化,产生地震等灾害;褶皱则可能因变形过大而影响工程基础的稳定性。这些问题不仅可能导致工程结构受损,还可能引发次生灾害,如滑坡、泥石流等,对周边环境和居民安全构成严重威胁。

2.2 地下水问题

地下水是水利工程中不可忽视的重要因素,其影响主要体现在水源供给、地基稳定性以及工程结构的耐久性等方面。一方面,地下水是许多水利工程的主要水源,如地下水库、井灌工程等,其水质、水量和动态变化直接影响着工程的效益和可持续性。地下水的合理开采和利用,对于保障工程供水的稳定性和可靠性具有重要意义。另一方面,地下水位的升降、地下水流速和流向的改变,都可能对水利工程的结构稳定性产生不利影响。例如,地下水位上升可能导致地基软化、承载力下降,进而引发边坡失稳、工程结构变形等问题;而地下水位下降则可能引起地面沉降、地下水漏斗等现象,对周边环境和工程安全构成威胁^[2]。

2.3 岩石与土壤特性问题

岩石与土壤作为水利工程地基和边坡的主要组成部分,其特性对工程的稳定性和安全性具有决定性影响。岩石与土壤的特性问题主要包括力学性质、渗透性、压缩性等方面。不同类型的岩石和土壤具有不同的力学性质,如抗压强度、抗剪强度、抗拉强度等,这些性质直接影响着工程结构的设计参数和施工方法。例如,软弱土层和松散岩石易于发生变形和破坏,需要采取加固措施来提高其承载能力;而坚硬岩石则可能对钻孔和爆破等施工活动造成困难,需要选择合适的施工方法和设备。岩石与土壤的渗透性也是影响工程稳定性的重要因素。如果岩石或土壤的渗透性过强,可能导致地下水渗漏、工程结构渗漏等问题;而渗透性过弱则可能导致地下水积聚、地基排水不畅等问题。

2.4 不良地质条件

不良地质条件是指那些对水利工程安全构成威胁的地质现象和因素,如滑坡、泥石流、岩溶、软土、膨胀土等。这些不良地质条件可能导致工程结构失稳、地基沉降、边坡滑移等严重后果,严重影响水利工程的安全性和运行效益。滑坡和泥石流等地质灾害具有突发性强、破坏性大的特点,一旦发生,往往造成巨大的人员伤亡和财产损失。岩溶地区则可能存在溶洞、暗河等隐患,对工程基础的稳定性和安全性构成威胁。软土和膨胀土等不良土质则可能导致地基承载力不足、变形过大等问题,影响工程的稳定性和耐久性。

3 工程地质勘察在水利工程中的应用

3.1 工程地质勘察的目的与任务

工程地质勘察在水利工程中扮演着至关重要的角色,其主要目的是全面了解工程场地的地质条件,为水利工程的设计、施工和运行提供准确、可靠的地质资料。这一过程中,工程地质勘察需要完成多项任务。首先要查明工程场地的地质构造、地层岩性、水文地质条件等基本信息,为工程选址提供科学依据。其次要评估场地的稳定性和适宜性,预测可能存在的地质灾害风险,为工程设计和施工提供地质安全保障。工程地质勘察还需对场地内的岩土体进行力学性质测试,为工程结构的设计提供参数依据。最后,勘察结果还需为工程施工过程中的地质问题处理提供指导,确保工程建设的顺利进行。

3.2 工程地质勘察的方法与技术

工程地质勘察的方法和技术多种多样,旨在全面、准确地获取工程场地的地质信息。常用的勘察方法包括地质测绘、物探、化探、钻探、坑探和取样测试等。地

质测绘是通过现场观察和测量,绘制出工程场地的地质图,揭示地质构造和地层分布规律。物探和化探则是利用物理和化学原理,探测地下岩土体的性质和分布,如使用地震波、电磁波、重力场等物理场进行探测,或通过分析地下水的化学成分来推断地质条件。钻探和坑探则是通过直接开挖或钻孔取样,获取地下岩土体的实物资料,进行详细的岩性和力学性质分析。取样测试则是对钻探或坑探取得的岩土样进行实验室测试,测定其物理力学性质,如抗压强度、抗剪强度、渗透系数等。这些勘察方法和技术相互补充,共同构成了工程地质勘察的完整体系^[3]。

3.3 工程地质勘察的质量控制

质量控制需要从勘察的全过程进行把控,包括勘察前的准备、勘察过程中的实施和勘察后的成果整理。在勘察前的准备阶段,需要明确勘察目的和任务,制定详细的勘察方案和工作计划,确保勘察工作的有序进行。在勘察过程中,需要严格按照勘察方案和技术要求进行实施,确保勘察方法的正确性和数据的准确性。还需加强现场管理和监督,确保勘察工作的质量和安全。在勘察后的成果整理阶段,需要对勘察数据进行认真分析和处理,编制详细的勘察报告,提出科学合理的地质评价和建议。还需对勘察成果进行质量检查和验收,确保勘察结果的准确性和可靠性。

4 水利工程地质问题的应对策略

4.1 加强地质勘察与监测

面对水利工程中复杂多变的地质问题,加强地质勘察与监测是首要且持续的应对策略。地质勘察应在项目初期就进行深入细致的工作,包括地质测绘、钻探、物探等多种手段,以全面了解工程区域的地质构造、地层分布、水文地质条件等。建立长期的地质监测系统,对关键地质参数如地下水位、地应力、土壤变形等进行实时监测,及时发现并预警潜在的地质灾害风险。通过持续的数据收集与分析,可以动态调整工程设计和施工方案,确保工程的安全性和稳定性。

4.2 合理选择施工区域与设计参数

在水利工程规划中,合理选择施工区域和确定设计参数是预防地质问题的重要措施。应避开地质构造复杂、断层密集、滑坡泥石流易发等高风险区域,选择地质条件相对稳定的区域进行施工,根据地质勘察结果,

合理确定工程结构的设计参数,如地基承载力、边坡稳定性安全系数等,确保工程结构能够承受预期的荷载和变形,避免因地质条件不满足要求而导致的工程事故。

4.3 采用先进的施工技术与材料

在水利工程施工中,采用先进的施工技术与材料是提高工程质量和应对地质问题的有效途径。例如,采用高性能的混凝土和钢材,增强工程结构的耐久性和承载能力;利用现代施工技术如预制构件、模板化施工等,提高施工效率和工程质量;引入地质雷达、无人机等高科技设备,进行精准的地质勘察和施工监测。还可以探索和应用新技术、新材料,如生物工程技术、纳米材料等,以更加环保、高效的方式解决水利工程中的地质问题。

4.4 地质灾害防范与应急预案

地质灾害是水利工程中不可忽视的风险因素。为了有效防范地质灾害,应制定详细的地质灾害防范计划,包括识别潜在的地质灾害点、评估其危害程度、制定预防措施等^[4]。建立完善的应急预案,明确应急响应流程、救援队伍组成、物资储备等,确保在地质灾害发生时能够迅速、有效地进行应对。还应定期组织应急演练,提高应急响应能力和协同作战能力,确保工程安全度过地质灾害风险期。

结束语

水利工程中的工程地质问题是一个复杂而重要的研究领域。通过对地质结构稳定性、地下水影响、岩石与土壤特性及不良地质条件等问题的深入探析,认识到地质条件对水利工程安全、稳定和效益的深远影响。未来,随着科技的进步和工程实践的不断深入,将继续探索更为高效、环保的应对策略,以科学的方法和严谨的态度,确保水利工程在复杂地质条件下的安全、稳定和可持续发展。

参考文献

- [1]王鲁昌.水利工程中的岩土地质勘察存在的问题探索[J].珠江水运,2021(19):86-87.
- [2]宋艳艳.水利工程勘察中的水文地质问题研究[J].长江技术经济,2021,5(S1):100-102.
- [3]冯祯辉,曹风旭,郭万鹏.水利工程中的岩土地质勘察存在的问题[J].中国高新技术,2022(11):147-148.
- [4]赵本玉.水利工程中的岩土地质勘察探索[J].砖瓦,2021,000(005):132-134.