

水文地质工程中地质环境的影响分析

闫阳阳¹ 崔昊² 许静雯³

1. 河南省第六地质大队有限公司 河南 郑州 450000

2. 河南省自然资源监测和国土整治院 河南 郑州 450000

3. 河南建筑职业技术学院 河南 郑州 450000

摘要：水文地质工程在资源开发、基础设施建设以及地质灾害防治等多领域均具有关键意义。本文围绕水文地质工程中地质环境的影响展开深入探究。阐述了水文地质工程与地质环境的基础理论，剖析地质环境各要素对水文地质工程的影响机制，涵盖地下水文条件、岩土体特性及地质构造等方面。详细介绍物理模型实验与数值模拟两种量化分析方法，并提出在工程规划设计、施工、运营阶段及通过技术创新与研发应用来减轻地质环境不利影响的对策。旨在为水文地质工程实践提供全面的理论依据，助力提升工程应对地质环境挑战的能力，保障工程的安全、高效运行与可持续发展。

关键词：水文地质；工程中；地质环境；影响分析

引言：水文地质工程的稳定性与地质环境息息相关。地质环境作为工程建设的天然背景，其复杂性对水文地质工程有着深远影响。地下水文条件的波动可引发诸如基坑涌水、坝基渗漏等问题；岩土体特性决定工程基础的承载与变形特性；地质构造的存在则可能改变地下水径流路径与工程受力状态。因此，深入分析地质环境影响，运用科学方法量化评估，并采取有效对策减轻不利影响，对确保水文地质工程质量、维护生态平衡以及推动相关领域发展具有不可忽视的重要意义。

1 水文地质工程和地质环境的基础理论

1.1 水文地质工程概述

水文地质工程主要研究地下水的分布、运动规律以及其与岩土体相互作用关系，对众多工程领域具有关键意义。它涵盖了地下水的形成、补给、径流与排泄等循环过程的探究。例如，在水利工程建设中，了解地下水的水位变化、水量大小及水质情况，能有效避免水库渗漏、坝基管涌等问题。通过地质勘探技术，如钻探、地球物理勘探等手段，确定含水层的位置、厚度及渗透性等参数，为工程设计提供基础数据，研究地下水对岩土体的力学作用，像软化作用可能降低岩土体强度，导致边坡失稳等工程灾害。水文地质工程旨在综合考虑地下水与工程建设的相互影响，制定合理的工程措施，保障工程的安全、稳定运行，提高工程的经济效益与环境效益，在城市建设、矿山开采、农业灌溉等多方面均发挥着不可或缺的作用。

1.2 地质环境要素分析

地质环境要素是构成地质环境系统的基本组成部

分。岩石是地质环境的重要物质基础，不同类型的岩石，如花岗岩、石灰岩等，其物理化学性质差异显著，决定了岩石的强度、硬度及抗风化能力，进而影响地质体的稳定性。地层结构则反映了岩石在不同地质时期的沉积序列和构造变形特征，例如褶皱、断层等地质构造，可改变地层的连续性和完整性，增加地质灾害发生的风险，如地震沿断层带的发生。地质地貌展示了地球表面的形态特征，山地、平原、河谷等不同地貌单元，其地形起伏、坡度大小影响着地表水的径流、侵蚀作用以及人类工程活动的适宜性。此外，土壤作为岩石风化的产物，其类型、肥力和渗透性与农业生产、生态系统平衡密切相关。对这些地质环境要素的深入分析，有助于全面认识地质环境的特性和演变规律，为资源开发、环境保护和工程建设提供科学依据^[1]。

2 地质环境对水文地质工程的影响因素分析

2.1 地下水文条件影响

地下水文条件对水文地质工程影响显著。首先，地下水水位变化影响巨大，水位上升会增加工程基础浮力，可能导致结构上浮，威胁工程稳定性，如地下停车场在高水位期易出现此类问题。水位下降则可能引起地面沉降，影响周边建筑安全。其次，地下水水流速度和方向影响工程中地下结构物。高速流动的地下水会对结构产生冲刷、侵蚀作用，破坏结构完整性，像在水利工程中的输水隧洞，若水流方向与结构不合理，易造成局部冲刷破坏。再者，地下水水质变化不容忽视。酸碱度、硬度及腐蚀性成分等的改变，会腐蚀工程材料，缩短工程使用寿命，如酸性地下水会加速金属管道的腐蚀。

2.2 岩土体特性影响

岩土体特性是地质环境对水文地质工程产生影响的关键因素。岩土体的类型差异显著,如砂土、黏土、岩石等,其颗粒大小、形状及排列方式各不相同。砂土颗粒较大,孔隙相对较大,渗透性强,在水文地质工程中,地下水在砂土中的渗流速度较快,可能导致基坑涌水等问题;而黏土颗粒细小,孔隙小且连通性差,渗透性弱,却易产生固结沉降现象,对建筑物基础稳定性构成威胁。岩土体的结构特征,包括层理、节理、裂隙等,会改变地下水的径流路径和储存空间。例如,岩石中的节理裂隙发育时,可为地下水提供良好的运移通道,增加了岩体的透水性,在水利工程中,可能引发坝基渗漏或隧道涌水等灾害。此外,岩土体的力学性质,如强度、变形模量等,决定了其在地下水作用下的稳定性。当地下水水位变化或产生动水压力时,岩土体可能因强度不足而发生变形破坏,像边坡失稳、地基沉降等,严重影响水文地质工程的安全与正常运行。

2.3 地质构造影响

地质构造对水文地质工程影响明显。断层带附近岩石破碎,其力学性质差,在工程选址时若不能有效避开,会增加工程建设难度。比如在断层附近建设隧道,易出现塌方、涌水等事故,还可能因断层活动使工程结构遭受破坏。褶皱构造中背斜和向斜部位的水文地质条件不同。背斜顶部裂隙发育,是地下水富集和径流通道,工程建设时要考虑地下水的疏排问题。向斜槽部易积水,对工程基础的稳定性有影响,在设计和施工中需采取相应的防水和加固措施^[2]。

3 地质环境影响的量化分析方法

3.1 物理模型实验方法

该方法基于相似性原理,通过构建缩小比例的地质环境模型来模拟实际情况。首先,要依据研究对象的特性确定合适的相似准则,包括几何相似、物理相似(如应力、应变相似等)以及边界条件相似等。例如在研究地震对山体滑坡影响时,按照实际山体的形状、岩石结构等按比例缩小制作模型,采用相似材料模拟岩土体,并且设置与实际相似的地震波作用方式及边界约束条件。在实验过程中,运用各种高精度传感器对模型内部的应力、应变、位移以及孔隙水压力等参数进行实时监测记录。通过对实验数据的分析处理,可以直观地观察到地质体在不同工况下的响应特征,如在特定荷载作用下模型的破坏模式、变形程度等,进而推导出实际地质环境中可能发生的情况,为地质灾害预测、工程稳定性评估等提供量化依据,帮助研究人员深入理解地质环境

变化过程中的复杂物理机制,从而制定出更为科学合理的应对策略与工程设计方案。

3.2 数值模拟方法

数值模拟方法在地质环境影响量化分析中占据着极为关键的地位。它借助计算机强大的计算能力,依据数学模型来模拟地质环境中的各种物理过程。首先,需要根据研究目的与地质体特性建立相应的数学模型,例如对于地下水渗流问题采用达西定律为基础构建方程,对于岩土体力学行为则运用弹性力学、塑性力学等理论建立模型。然后,将地质体的几何参数、物理力学参数(如渗透系数、弹性模量、泊松比等)以及边界条件等输入模型。通过有限元法、有限差分法等数值计算方法对模型进行求解,得到诸如地下水位分布、岩土体应力应变场等结果。在模拟过程中,可以方便地改变参数设置,以分析不同因素对地质环境的影响程度,如研究不同降雨量对地下水水位变化的影响,或者不同工程荷载下地基的沉降情况。数值模拟方法能够突破物理模型实验的一些局限,快速、高效地对复杂地质环境系统进行多工况、多参数的模拟分析,为地质工程设计、地质灾害预警等提供全面且详细的量化数据支持,极大地提升了地质环境研究与工程实践的科学性与准确性^[3]。

4 减轻地质环境不利影响的对策

4.1 工程规划与设计阶段

(1) 进行全面深入的地质勘察工作,运用多种勘察技术手段,如钻探、物探等,详细了解工程场地的地质构造、地层岩性、水文地质条件等基础信息。例如,准确把握地下溶洞、断层等不良地质体的分布情况,为后续设计提供精确依据。(2) 基于勘察结果优化工程选址与布局。避免将重要建筑物或基础设施设置在地质灾害易发区或地质条件不稳定的地段,如活动性断层带附近、易滑坡的山坡下方等。对于无法避开的情况,应制定针对性的防护设计方案。(3) 在设计中充分考虑地质环境因素对工程结构的影响,合理确定工程的基础形式、埋深及结构类型。例如,在软土地基上采用合适的地基处理技术,如桩基础、换填法等,以提高地基承载能力,减少不均匀沉降风险,设计完善的排水系统,有效疏导地表水和地下水,防止因水的作用导致地质环境恶化,如避免因地下水水位上升引发的土壤沼泽化、基础浸泡等问题,从而保障工程在建设及运营过程中的安全与稳定,实现工程建设与地质环境保护的协调发展。

4.2 工程施工阶段

依据地质勘察资料 and 设计要求,制定科学合理的施工方案,明确施工顺序与方法。例如,在进行深基坑开

挖时,采用分层分段开挖方式,并及时做好边坡支护,防止因开挖引起的土体失稳和坍塌,减少对周边地质环境的扰动。施工过程中,要加强对地质环境的实时监测。通过设置监测点,利用专业仪器设备对土体位移、地下水位变化、周边建筑物沉降等参数进行动态监测。一旦发现异常数据,立即停工并分析原因,采取相应的补救措施,如调整施工工艺或增加支护强度等。注重施工废弃物的处理与环境保护。对施工产生的废渣、废水等进行妥善处理,避免随意倾倒造成土壤污染和水体污染,进而影响地质环境的稳定性。例如,施工废水需经过处理达标后才能排放,废渣应运输至指定地点进行填埋或回收利用。此外,提高施工人员的环保意识与专业技能。通过培训教育,使施工人员了解地质环境的重要性以及施工可能带来的影响,规范施工操作行为,严格按照施工标准和环保要求进行作业,从源头上减少因人为因素导致的地质环境破坏,确保工程施工顺利推进且不对地质环境造成过度的负面影响。

4.3 工程运营阶段

(1) 建立健全长期的地质环境监测系统,持续对工程周边的地质体变化进行跟踪监测。例如,对于大型水利工程,要实时监测大坝上下游的水位变化、坝体及坝基的渗流情况、周边山体的稳定性等,通过安装各类传感器和监测仪器,采集并分析数据,以便及时发现潜在的地质安全隐患,如坝基渗漏可能引发的管涌、山体滑坡等风险。(2) 制定并严格执行定期维护与检修制度。根据工程特点和地质环境状况,确定合理的维护周期和检修项目。如对桥梁工程,定期检查桥墩基础是否受到水流冲刷或地质沉降的影响,对发现的问题及时进行加固修复,防止因小问题累积而导致严重的地质环境事故,保障工程结构的完整性和稳定性。(3) 加强运营管理中的环境保护措施。控制工程运营过程中的污染物排放,例如工业企业要确保污水、废气处理达标,减少对土壤、水体及大气的污染,进而避免污染物质通过渗透、降水等作用影响地质环境,对周边生态环境进行合理的保护与修复,如植树造林、恢复湿地等,通过生态系统的自我调节能力来改善地质环境,促进工程与地质环境在运营期间的和谐共生,延长工程的使用寿命,保

障其持续稳定发挥效益。

4.4 技术创新与研发应用

于地质勘察技术范畴,积极探索新型技术手段。例如,激光雷达扫描技术能够快速、精准地获取大面积地形地貌数据,为地质环境评估提供宏观且细致的基础信息;多波地震勘探技术可对地下地质结构进行高分辨率成像,清晰揭示地层岩性变化、断层分布等情况,有效辅助工程选址与规划。在工程建设与修复技术方面,不断创新突破。研发新型的生态护坡技术,利用植被与工程材料的复合结构,在稳固边坡的同时促进生态系统恢复,减少水土流失与地质灾害风险;对于地基处理,开发智能型的地基加固系统,依据地质体实时变化自动调整加固参数,确保工程基础稳定且减少对周边地质环境的扰动。针对地质灾害预警与防治,借助大数据分析物联网技术构建全方位监测网络。海量的地质环境数据通过智能算法进行深度挖掘与分析,提前精准预测滑坡、泥石流等灾害的发生概率与规模,实现从被动应对到主动防御的转变^[4]。

结束语

水文地质工程与地质环境相互依存,地质环境的影响贯穿工程始终。通过深入剖析其影响因素、运用量化分析方法,我们能更精准地把握二者关系。在各工程阶段采取相应对策以及积极推动技术创新,可有效减轻不利影响,保障水文地质工程的安全、稳定与可持续性。未来,随着科技的持续进步与研究的深入,我们应不断优化对地质环境的认知与应对策略,让水文地质工程在地质环境的复杂画卷中,绘制出更加和谐、高效的建设蓝图,实现人与自然在相关领域的良性互动与协同发展。

参考文献

- [1]李聚敏.水文地质工程勘察中存在的问题及危害[J].世界有色金属,2019,(24):217-218.
- [2]于世君.加强环境地质、水文地质和工程地质研究[J].黑龙江科技信息,2019,(28):23-45
- [3]连会青.浅议工程地质地球化学[J].水文地质工程地质,2019,(06):48-50.
- [4]盛童童.矿山地质勘查中的水文地质问题研讨[J].中国金属通报,2021(12):89-91.