

工程地质勘察中水文地质问题的危害

王 强 郭望成

中水珠江规划勘测设计有限公司 广东 广州 510000

摘 要：水文地质条件是影响工程场地稳定性与施工安全性的关键地质要素，各类水文异常问题会持续侵蚀地质结构与工程基础。本文系统梳理工程勘察场景中典型的水文地质隐患类型，深入剖析水文环境异变对岩土体结构、物理性能及形态稳定性的多重破坏作用，细化各类水文隐患对地基、地下施工及工程构筑物的不良影响，结合场地水文病害发育特征，从勘察作业、动态监测、隐患治理、体系建设多个维度，提出针对性的水文地质病害防控举措，有效规避水文地质问题引发的各类工程安全隐患。

关键词：工程地质勘察；水文地质隐患；岩土体破坏；工程危害；防控策略

引言：地质勘察工作的精准落实，是保障工程建设有序推进、结构安全稳定的重要前提。水文地质作为工程地质的核心组成部分，其环境状态的动态变化会直接作用于场地岩土体与工程构筑物。自然环境与场地施工的双重干扰，易引发地下水水位波动、渗流紊乱、水质侵蚀等各类地质问题，逐步破坏岩土体原生结构，诱发场地形变、地基失稳、结构损耗等诸多不良状况。妥善处置水文地质隐患，强化水害防控治理，是提升工程建设整体质量、保障工程长期安全运行的重要保障。

1 工程地质勘察中常见的水文地质隐患类型

1.1 地下水水位动态波动隐患

地下水水位会随自然环境与场地环境变化产生持续升降变动。水位抬升过程中，浅层土体孔隙会被水体充分填充，原有土体结构被逐步改变。松散土层会出现软化现象，固结强度持续降低，整体承载性能出现明显下滑。水位持续下降时，土层内部孔隙水压力逐步消散，土体有效应力不断增长。土层会产生压缩固结变形，极易引发场地土体沉降、不均匀下沉等问题^[1]。长期的水位反复升降，会让场地岩土体持续处于干湿交替状态，结构完整性不断受损，为后续工程建设埋下诸多隐蔽隐患。

1.2 地下水水流运动异常隐患

天然状态下的地下水水流运动状态相对稳定，场地岩土体可以适应常规渗流环境。一旦场地水文环境发生改变，地下水渗流速度、渗流路径会出现紊乱变化，形成异常水流运动。快速流动的地下水会持续冲刷土体内部细小颗粒，逐步带走土层中的粉粒、细砂等松散物质。土体内部会慢慢形成细小孔隙与空洞，整体密实度持续下降。深层渗流紊乱还会改变场地原有应力分布状态，破坏岩土体原有平衡体系，让场地岩土结构长期处

于不稳定状态。

1.3 地下水水质侵蚀性隐患

地下水体中普遍溶解着多种离子、盐分及腐蚀性成分。不同区域的地下水化学成分存在明显差异，腐蚀能力各有不同。具备侵蚀特性的地下水，会持续作用于周边岩土体，逐步溶蚀岩土内部胶结物质。硬质岩层会出现风化加速、裂隙扩张的情况，松软土层会出现泥化、松散化的变化。这类侵蚀作用具备长期性、隐蔽性的特点，不会短期内显现明显问题，却会持续弱化岩土体物理力学性能，逐步破坏场地地质结构稳定性。

1.4 不良水文地质结构体隐患

工程场地内部会存在各类特殊水文地质结构，成为典型的不良地质隐患。含水破碎带、贯通性裂隙、埋藏古河道、松散透水夹层等结构，都属于高频不良水文地质结构体。这类结构储水、透水能力极强，会打破场地原本均匀的水文地质条件。结构周边岩土体完整性较差，水体渗透汇聚条件便利。这类特殊结构分布无固定规律，隐蔽性极强，常规勘察极易出现识别疏漏，会对工程场地整体稳定性造成直接影响。

2 水文地质问题对岩土体的破坏危害

2.1 地下水作用引发岩土体结构弱化

地下水渗入岩土体内部孔隙和裂隙后，会直接干预岩土颗粒的固结联结状态。天然环境下的岩土体依靠颗粒胶结、相互咬合形成完整致密的整体结构，能够维持稳定的力学形态。水分不断侵入岩体细微缝隙，会缓慢撑开原有裂隙，拓宽裂隙的延展通道，让原本封闭的细微裂隙逐步贯通发育。坚硬岩体的致密构造会被逐步拆解，颗粒之间的嵌固强度持续下降，整体整体性持续削弱。土质岩体受水浸润后，颗粒表面的胶结物质会被水分充分浸润、软化，颗粒粘结强度大幅下降^[2]。紧密堆

积的土体结构逐渐变得疏松多孔,内部孔隙占比不断提升。水分长期滞留于岩土体内部,会持续侵蚀结构联结面,让局部破损位置不断扩散蔓延。完整的岩土结构体被裂隙分割为零散的块状单元,整体结构的完整性和稳固性持续受损。

2.2 水岩作用导致岩土体物理性质劣化

水与岩土体的长期接触、浸润、溶蚀交互,会持续改变岩土体固有的物理属性,改变岩土原始的力学与形态特征。天然干燥状态的岩体质地坚硬,孔隙占比稳定,具备良好的抗剪、抗压和抗变形能力。水体持续浸润饱和后,岩体内部孔隙被水体完全填充,矿物颗粒的物理性状发生改变。岩体整体硬度出现明显下降,抗剪切、抗挤压的性能持续衰减,抵御外力变形的能力大幅降低。各类土体遇水后会产生膨胀、软化、泥化等变化,孔隙结构重新排布,透水能力和压缩特性发生大幅改变。岩土体表层结构稳定性持续下降,风化进程不断加快,表层岩体和土体容易出现松散、剥落、脱落等现象。岩土体原始的承载性能、抗变形性能逐步衰减,物理性状持续劣化,难以保持原始稳定的地质状态。

2.3 地下水渗透作用诱发岩土体形变破坏

地下水在岩土体内部的持续渗透运动,会产生持续性的水力作用,扰动岩土体固有平衡状态,诱发各类不可逆的形变与破坏。渗透水流在孔隙和裂隙中流动时,会持续挤压孔隙壁与裂隙壁,对岩土颗粒产生推移、冲刷作用。松散土层内部的细小土粒会随水流发生移位、滑移,浅层土体受力不均,逐步出现隆起、扭曲、变形等浅表性破坏。深层岩体长期承受渗透压力,内部裂隙持续扩张、延伸、贯通,岩体结构出现开裂、错位、偏移等问题。渗透水流会不断搬运土体内部细颗粒物质,造成土体内部颗粒流失,形成隐蔽空洞与松散夹层。岩土体内部支撑结构出现缺损,上部土体失去稳定支撑条件,逐步产生沉降、塌陷、凹陷等结构性形变。细微形变损伤会不断积累叠加,最终发展为严重的岩土体结构破坏。

3 水文地质问题对工程建设的衍生危害

3.1 对工程地基稳定性的破坏影响

地基是各类工程构筑物的核心承载载体,地基土体的力学状态直接决定工程建设质量与安全标准。水文地质异常会持续干扰地基土层的原生受力结构,改变土层的固结状态与承载能力。地下水水位抬升会浸润地基持力层,让密实的地基土层逐步软化,土体抗剪强度大幅降低。地基土层压缩性会出现大幅提升,在外力荷载作用下容易产生不均匀沉降现象^[3]。地下水长期渗流会掏

空地内部细颗粒物料,让地基内部形成隐形孔隙与空穴。地基整体密实度持续下降,承载均匀性遭到破坏。水位的反复升降会让地基土层频繁经历浸水、脱水的状态变化,土体固结程度反复波动。地基结构会产生疲劳性损伤,沉降变形持续累积,极易引发地基倾斜、沉降开裂等实质性破坏。

3.2 对地下工程施工的干扰危害

地下工程施工直面场地水文环境,各类水文地质隐患会大幅增加施工推进的难度。地下水富集区域会出现持续渗水、涌水现象,侵占施工作业空间,阻碍开挖、支护等工序正常开展。土体在水体浸泡下会大幅软化,作业面围岩与边坡稳固性下降,容易出现掉块、塌落等施工险情。渗流紊乱会改变作业面周边土体应力分布,开挖扰动后极易引发围岩失稳、边坡坍塌等突发问题。施工过程中产生的机械扰动,会加速地下水渗流运动,加剧土体颗粒流失。施工设备容易出现积水浸泡、作业受阻等情况,施工工序无法按照既定节奏推进,整体施工进度与作业安全性都会受到严重影响。

3.3 对工程构筑物耐久性的损耗影响

工程构筑物长期处于地下水土环境中,水文地质隐患会持续侵蚀建筑结构,损耗结构使用寿命。地下水中含有的各类腐蚀性成分,会缓慢侵蚀混凝土、钢筋等建筑主材,破坏材料内部组织结构。混凝土结构会逐步出现疏松、粉化、开裂等病害,结构致密性持续降低。金属配筋会遭受腐蚀氧化,有效受力截面不断缩减,结构抗拉、抗压性能持续衰减。地下水的长期干湿交替环境,会让构筑物结构反复产生收缩、膨胀形变,结构内部细微裂隙不断发育扩张。各类结构病害会随着时间推移逐步加深,削弱构筑物整体强度与抗老化能力,大幅缩短工程构筑物的服役年限。

4 工程地质勘察中水文地质问题的防控策略

4.1 优化水文地质勘察作业模式

传统勘察工作普遍采用固化、套路化的探测流程,对场地复杂多变的水文地质条件认知不够细致,难以精准捕捉隐蔽性强的水文地质隐患。实际工程场地地质条件存在明显差异性,单一固定的勘察手段无法适配多样化的场地环境。勘察工作开展阶段,需要依据场地地形地貌、岩土分布、地下水发育特征调整作业方案。针对构造复杂、裂隙发育、水体富集的重点区域,加密勘察点位布设,提升探测工作的精细程度^[4]。地质条件稳定、土层均匀的区域,可合理精简作业流程,避免无效的勘察投入。综合运用精细化钻探、原位测试、水体取样检测等多种技术手段,全面采集地下水水位变化、渗流

特征、水质组分等关键地质数据。细化数据分类整理标准,精准识别场地内部破碎带、透水夹层、隐蔽含水构造等不良地质单元。更新老旧勘察思维,以场地实际条件为核心开展差异化勘察作业,提升水文地质勘察结果的精准度与全面性。

4.2 强化地下水动态监测管控

地下水环境具备极强的动态变化特征,阶段性勘察数据只能反映某一时间段的地质状态,无法覆盖工程建设全周期的水文变化规律。搭建长期稳定的监测体系,是把控水文地质隐患、降低水害风险的核心手段。结合工程施工范围与场地水文分布特征,科学布置监测点位,形成覆盖施工核心区及周边延伸区域的监测网络。重点观测地下水水位升降幅度、渗流流动速度、水质腐蚀组分含量等关键指标,持续记录不同季节、不同气候条件下的水文变化状态。设置规范的数据归档机制,及时捕捉水文参数的异常波动信号。气候多雨、河道水位上涨等特殊阶段,加大监测频次,掌握地下水富集、渗流紊乱等异常现象的发育规律。长期积累的监测数据可以清晰呈现场地水文演化特征,帮助施工方提前预判隐患发展趋势,预留充足的处置缓冲时间,降低突发水害问题对工程建设的干扰。

4.3 落实岩土体水害预防性治理

水文地质问题引发的岩土体损伤具备持续累积、不可逆的特点,后期整改修复成本偏高。前置开展预防性治理工作,能够从源头削弱水害对岩土体结构的破坏作用。针对勘察作业探明的岩体裂隙、土体松散层、构造破碎带等薄弱结构,采取专业封堵与加固手段,阻断地下水渗透流通的主要通道。孔隙度高、透水能力强的松散土层,可通过压实夯实、注浆填充等工艺加固内部结构,提升土体密实度与整体稳定性,削弱水体浸润带来的软化、泥化作用。水质腐蚀性偏高的场地,对裸露岩土结构做防护处理,抑制水体化学成分对岩土胶结物质的溶蚀破坏。地下水波动幅度较大的区域,布设导水、疏水结构,疏导紊乱水流,减少水体长期滞留对岩土体的浸泡与冲刷。围绕岩土体结构加固、水体疏导控流、抗蚀防护处理多个方向,全方位改善场地水文地质条件,遏制水岩病害的滋生与扩张。

4.4 完善工程水文地质防护体系

水文地质危害贯穿工程施工与后续运营的完整周期,单一的治理或防控手段难以形成长效防护效果。搭建系统化、多层次的水文地质防护体系,能够持续保障工程场地与构筑物的整体安全。结合场地勘察获取的水文地质资料,匹配工程建设规模与结构特点,编制针对性的水文防护专项方案。按照地基基础、地下围岩、地面构筑物等不同结构部位,划分差异化防护等级,配置对应的防渗、阻水、抗腐蚀防护措施。施工阶段严格落实现场水文防护管控,及时处理作业过程中暴露的渗水通道、土体松散、局部涌水等问题,阻止小型隐患持续恶化。工程完工后的运营阶段,保留基础监测设施与防护结构,定期排查水文环境变化对工程结构产生的侵蚀影响^[5]。整合前期勘察、动态监测、前置治理、后期运维等各个环节的防护举措,构建覆盖工程全生命周期的水文地质防护模式,有效抵御各类水文地质问题带来的工程衍生危害。

结束语

水文地质隐患对岩土体和工程建设的破坏具备隐蔽性、持续性和累积性的特征,各类水文异常问题会从地质基础到工程结构形成多层级危害。通过梳理各类水文地质病害的发育形式与破坏机理,明确水文环境异变引发的岩土损伤与工程隐患,配套落实精细化勘察、常态化监测、预防性治理及系统化防护等管控手段,可有效削弱地下水对场地地质与工程结构的负面作用,改善工程场地地质条件,为工程建设的稳定性与安全性提供坚实保障。

参考文献

- [1]薛灵.工程地质勘察中水文地质问题的危害浅析[J].西部探矿工程,2024,36(2):41-43,47.
- [2]朱雷,唐专武,冉登基.工程地质勘察中水文地质问题的危害分析[J].现代工程科技,2024,3(13):45-48.
- [3]潘艳明.工程地质勘察中水文地质问题的危害[J].内蒙古煤炭经济,2022(13):175-177.
- [4]郑丽爽,徐扬.工程地质勘察中水文地质问题及处理对策探索[J].生态环境保护与修复,2026,39(4):99-101.
- [5]李相,李艳龙,李佳洋.工程地质勘察中水文地质问题的危害情况及应对措施[J].西部资源,2026(2):34-36.