地下水对岩土工程的危害及水文勘察注意事项

胡兆元

江苏筑宇工程技术有限公司 江苏 扬州 225000

摘要: 本文深入剖析地下水在岩土工程领域所扮演的复杂角色,系统阐述其对岩土工程造成的多方面危害,包括地基沉降、流沙与管涌、基坑突涌、地下水腐蚀以及对边坡稳定性的破坏等。同时,针对这些潜在风险,详细探讨岩土工程水文勘察过程中的关键注意事项,涵盖勘察方法的科学甄选与协同运用、水位与水质的精准监测、水力参数的精确测定、地质构造与含水层系统的精细剖析以及勘察数据的综合解读与应用等,旨在为岩土工程的规划、设计与实施提供坚实理论支撑与实践指导,确保工程在地下水环境影响下的安全性与耐久性。

关键词: 地下水; 岩土工程; 水文勘察; 工程危害

引言: 在岩土工程的宏大舞台上,地下水犹如一位隐匿却极具影响力的“幕后推手”,悄然左右着工程的命运。从高耸入云的摩天大厦到深入地下的交通隧道,从广袤田野间的水利设施到繁华都市下的市政管网,地下水以其独特的物理化学性质和复杂多变的运动态势,与岩土体持续互动,深刻影响着工程建设的每一个环节。深入探究地下水对岩土工程的潜在危害,并通过缜密的水文勘察揭开其神秘面纱,获取精准信息,已然成为保障工程质量、规避风险、实现可持续发展的核心任务之一。

1 地下水对岩土工程的危害

1.1 地基沉降

地下水水位的波动是引发地基沉降的关键诱因之一。当水位下降时,地基土中的孔隙水压力随之减小,根据有效应力原理,土颗粒间的有效应力相应增大。对于细粒土,尤其是像粉质粘土、淤泥质土这类具有较强毛细作用的土体,水位的升降如同一场“微观应力革命”,引发土颗粒间的应力重新分配。持续的水位下降使得原本由孔隙水承担的部分压力转嫁至土骨架之上,土体为适应这一应力变化,不得不启动压缩变形机制。在城市地下水集中开采区域,周边建筑地基常常沦为这一过程的“受害者”,建筑物墙体出现裂缝、楼板倾斜、门窗变形等问题屡见不鲜,严重威胁着居住者的生命财产安全,大幅缩减建筑物的使用寿命。

1.2 流沙与管涌

在地下水水位居高不下且水力梯度颇为可观的砂性土分布区域,诸如毗邻江河湖泊的建筑工地、滨海填海造陆地段,地下水的渗流力宛如一头“隐形猛兽”,时刻威胁着工程的根基。当基坑开挖深度逐步拓展,若未能充分预估地下水渗流的强大能量,砂粒在超过其自重的

渗流力驱使下,会纷纷挣脱土体的束缚,悬浮于水流之中,形成令人胆战心惊的流沙现象。更为棘手的是,若地基土呈现粗细颗粒混杂的非均质性,地下水在流动过程中,恰似一位“挑剔的筛选者”,会将细颗粒土有计划地带出土体,在土体内精心雕琢出一条条管状通道,即管涌。流沙与管涌一旦肆虐开来,基坑边坡瞬间土崩瓦解,施工进程戛然而止,不仅造成工期延误、经济损失惨重,还可能引发一系列次生灾害,危及现场人员安全^[1]。

1.3 基坑突涌

当基坑底部之下潜藏着承压含水层,且承压水水头宛如一座蓄势待发的“地下喷泉”,高悬于基坑底面之上一定幅度时,基坑施工便如同在“火山口”上跳舞。随着开挖深度抵达特定阈值,底部隔水层在承压水的猛烈冲击下,极有可能瞬间崩溃,引发基坑突涌。承压水裹挟着巨大的能量,如汹涌的潮水般涌入基坑,势不可挡地冲垮基坑支护结构,使基坑瞬间沦为一片汪洋,基础施工陷入绝境。这一突发状况不仅对工程进度造成灾难性打击,还要求施工方紧急调配大量资源进行抢险救灾,成本飙升超乎想象。

1.4 地下水腐蚀

地下水绝非一泓纯净之水,其内部蕴含着种类繁多、浓度各异的化学成分,如氯离子、硫酸根离子、碳酸以及各类重金属离子等。当这些化学成分的含量逾越特定界限,与混凝土、钢材等建筑材料“亲密接触”时,一场悄无声息的腐蚀大战便悄然打响。氯离子宛如一位“钢筋杀手”,凭借其超强的穿透能力,轻松侵入混凝土内部,直捣钢筋核心,引发钢筋生锈膨胀,致使混凝土结构内部应力失衡,整体性遭受重创;硫酸根离子则如同一位“混凝土克星”,与混凝土中的氢氧化钙发生化学反应,生成石膏、硫铝酸钙等膨胀性产物,这

些产物在混凝土内部肆意生长,撑裂混凝土结构,使其剥落衰败。在化工园区、滨海地带等特殊环境下的岩土工程,地下水腐蚀问题更是雪上加霜,众多地下管道、基础架构因难以抵御腐蚀侵蚀,过早夭折,严重削弱了工程的耐久性与可靠性^[2]。

1.5 对边坡稳定性的破坏

无论是自然雕琢而成的边坡,还是人工斧凿的边坡,地下水的存在都如同一把高悬的“达摩克利斯之剑”,时刻威胁着边坡的稳定。一方面,地下水对土体的浸润作用堪称一场“强度削弱行动”,它能显著降低土的抗剪强度参数,如同给边坡土体的“筋骨”松绑,使内摩擦角和粘聚力大打折扣;另一方面,地下水在边坡体内精心布局,形成静水压力与动水压力两大“破坏兵团”。静水压力垂直于坡面施加推力,宛如在边坡背后猛推一把,增加土体下滑力,动水压力则沿着水流方向持续发力,驱赶土体移动。每逢雨季,山区公路边坡便成为这一危害的重灾区,滑坡事故频发,交通要道瞬间瘫痪,过往车辆行人命悬一线,抢险救灾工作艰难万分。

2 岩土工程水文勘察注意事项

2.1 勘察方法的合理选择

2.1.1 钻探勘察:钻探作为水文勘察获取地下一手资料的“先锋利器”,其实施过程中的每一个细节都关乎成败。在规划钻探方案时,钻孔间距的确定需综合考量工程规模、地质复杂程度以及场地均匀性等因素。对于大型综合性建筑工程或地质条件变幻莫测的场地,应适当加密钻孔,确保能够精准捕捉地层的每一处细微变化与地下水的分布动态;钻孔深度的设定则要穿透可能对工程产生实质影响的含水层,甚至深入到相对稳定的隔水层,为全面了解地下水系统提供深度支撑。同时,配备精良的取芯设备至关重要,高岩芯采取率不仅能直观呈现地层岩性的真实面貌,还可为后续地质构造分析、含水层特性判断提供坚实依据,助力精准洞察地下水的赋存与运移规律^[3]。

2.1.2 地球物理勘探:地球物理勘探方法宛如水文勘察战场中的“侦察兵”,凭借其独特的物理特性探测优势,能够快速扫查大面积区域,勾勒出地下地质结构与地下水分布的大致轮廓。电法勘探巧妙利用不同地层岩土导电性的差异,宛如施展“电磁魔法”,精准圈定含水层的范围,为后续钻探工作指明方向;地震勘探则依据地震波在不同介质中传播特性的变化,如同倾听地下的“声音密码”,识别地质构造与地层界面,揭示地下水可能的径流通道。然而,地球物理方法与生俱来的多解性如同一片“迷雾”,需要紧密结合钻探成果进行去

伪存真的验证与解释,二者相辅相成,方能拨开迷雾,大幅提升勘察准确性,为工程决策提供可靠依据。

2.1.3 水文地质试验:抽水试验、注水试验等水文地质试验堪称测定含水层水力参数的“定海神针”。抽水试验通过模拟在钻孔中抽水的实际场景,精准观测水位降深与流量变化,运用科学的计算公式,如同解开地下水流“数学谜题”,精确计算含水层的渗透系数、导水系数等核心水力参数,为地下水渗流分析筑牢定量根基。注水试验则在面对低渗透性地层时大显身手,这类地层犹如地下的“坚壁堡垒”,难以进行常规抽水试验。注水试验操作时,需严格把控注水压力、流量等关键变量,确保试验结果真实可靠,精准反映地层的水力特性,为攻克低渗透性地层难题提供有力武器^[4]。

2.2 水位与水质监测

2.2.1 水位监测:构建一套长期、稳定且高效的地下水位监测系统,是水文勘察的关键任务之一,如同在地下世界安插一双双“敏锐的眼睛”。在勘察场地布局水位监测井时,其数量与位置的确定需综合权衡场地面积、地形地貌起伏、地质条件复杂性等多方面因素。数量过少可能导致监测盲区,错过地下水水位的关键变化;位置不当则可能无法反映场地的真实水位梯度。采用先进的自动水位监测仪,实时记录水位的每一丝波动,监测频率应具备灵活性,根据工程所处阶段以及地下水的季节性、周期性动态特征动态调整。旱季与雨季、施工期与非施工期,水位变化规律各异,针对性的监测策略方能捕捉到水位变化的精髓,为工程设计与施工应对地下水的“变脸”提供精准数据支持。

2.2.2 水质监测:地下水水质监测项目的设定如同定制一份精细的“水质体检套餐”,常规离子检测必不可少,涵盖氯离子、硫酸根离子、钠离子、钙离子等,它们是判断地下水化学性质的基础指标;重金属含量测定则针对铅、汞、镉、铬等潜在污染元素,守护地下水生态安全;酸碱度(pH值)、溶解性总固体等指标反映水的基本理化特性。定期采集水样并送往专业实验室分析检测,采样过程如同呵护一件稀世珍宝,严格遵循规范流程,防止水样受到丝毫污染与变质。对于特殊工程,如垃圾填埋场、核废料处理设施周边岩土工程,需开启“定制化监测模式”,针对性增加有机污染物、放射性物质等监测内容,全方位剖析水质变化趋势,精准评估地下水对建筑材料的潜在腐蚀性,为工程选材与防护措施制定提供科学依据。

2.3 水力参数测定

精确测定含水层水力参数宛如搭建水文勘察“数字

大厦”的基石。除借助抽水试验、注水试验这些现场“实战演练”手段外，室内渗透试验作为补充手段，针对岩芯样本在微观层面展开测试，获取小尺度下岩土体的渗透特性，与现场试验结果相互印证，如同从不同视角审视同一幅画卷，确保水力参数的准确性。在测定过程中，充分考量温度、应力等外界因素对水力参数的潜在影响至关重要。水温的升降如同给水流“换了身衣服”，会改变水的粘滞系数，进而干扰渗透系数测定结果，因此需进行必要的温度校正，还原水流真实的渗透能力；应力状态的改变则如同给岩土体“施压”，影响其孔隙结构与渗透性能，同样不可忽视。利用数值模拟软件，结合实测水力参数，反演模拟地下水渗流场，如同构建一个虚拟的地下水流世界，验证参数准确性，优化参数取值，使模拟结果更贴合实际地下水流态，为工程决策提供可靠数字依据^[5]。

2.4 地质构造与含水层分析

深入探究勘察场地地质构造，是解读地下水运移规律的“密码本”。通过地质测绘的实地踏勘、遥感解译的高空俯瞰、钻探成果的深度剖析等多元手段协同发力，如同拼凑一幅宏大的地质拼图，查明断层、褶皱、裂隙等地质构造的分布位置与发育特征。断层破碎带恰似地下的“高速公路”，为地下水提供强径流通道，极大影响区域地下水水位分布与水质变化；裂隙发育程度则决定了岩石的透水性，如同为地下水打造的“秘密储物间”，为其储存与流动提供空间。对含水层进行分层描述，明确各含水层顶底板标高、厚度、岩性组成、富水性等关键属性，绘制含水层等水位线图与等水压线图，如同绘制一幅地下的“水文地图”，直观展示地下水流动方向与水力梯度，为精准预测地下水对工程的影响范围与程度提供直观视觉依据，助力工程规划与设计有的放矢。

2.5 勘察数据的综合分析

水文勘察所汇聚的海量数据，犹如一座亟待挖掘的“数据金矿”，涵盖地质资料、水位水质监测数据、水力参数等各个领域。运用地理信息系统（GIS）技术，如

同开启一场“数据魔法秀”，将不同类型数据进行空间整合，构建三维地质水文模型，实现数据可视化展示与深度挖掘。通过模型分析，探讨地下水与岩土体相互作用机制，如同揭示一场微观世界的“共生奥秘”，预测在工程荷载、降水、抽水等多种因素作用下地下水动态变化及其对工程的反作用。结合工程经验与理论计算，对可能出现的工程问题进行前瞻性评估，如基坑降水方案实施后是否会引发周边建筑物沉降、地下水水位回升是否会导致边坡失稳等，提前制定应对策略，如同未雨绸缪的“领航员”，保障工程顺利推进，驶向成功彼岸。

结论：地下水对岩土工程的危害犹如隐藏在暗处的“定时炸弹”，从地基沉降的慢性侵蚀、流沙管涌与基坑突涌的突发灾难，到地下水腐蚀对建筑材料的悄无声息破坏，再到边坡失稳对交通生命线的严重威胁，无一不警示着其复杂性与严重性。而缜密周全的水文勘察则是拆除这些“炸弹”的专业拆弹部队，通过科学甄选勘察方法、精准监测水位水质、精确测定水力参数、精细剖析地质构造与含水层以及综合解读勘察数据，方能精准把握地下水特性及其与岩土体的互动规律。在未来岩土工程的宏伟征程中，唯有持续强化水文勘察技术创新，全方位提升勘察人员专业素养，将地下水研究深度融入工程设计与施工的每一个细微环节，才能确保岩土工程在地下水的重重挑战下，依然保持高质量、高安全性与高耐久性，稳健迈向可持续发展之路。

参考文献

- [1]李明.地下水对岩土工程危害的深度剖析及应对策略[J].工程勘察技术,2024,(02):22-26.
- [2]张悦,王辉.水文勘察中地下水相关问题探讨——以岩土工程为视角[J].地质与勘探,2024,(03):40-44.
- [3]刘斌.岩土工程建设中地下水危害的防控要点[J].岩土工程学报,2024,(01):30-33.
- [4]赵晓峰.地下水动态变化对岩土工程稳定性影响研究[J].勘察科学技术,2024,(01):18-21.
- [5]孙莉,陈刚.岩土工程水文勘察关键环节与地下水危害防治[J].中国建筑防水,2024,(05):35-38.