

地质勘察中水文地质问题初探

宾林强

广西桂东水电勘测设计院有限责任公司 广西 梧州 543000

摘要: 地质勘察作为各类工程建设的前期关键环节,水文地质问题不容忽视。本文深入探讨了地质勘察中水文地质研究的重要性,详细阐述了地下水类型、水位、水量、水质以及其动态变化等主要水文地质要素,分析了这些要素对岩土工程特性、基础稳定性、建筑物耐久性等方面的影响机制,指出当前地质勘察在水文地质勘察精度、参数测定、评价方法等方面存在的不足,并针对性地提出优化勘察技术、规范参数测定流程、完善评价体系等解决对策,结合实际案例展示水文地质勘察成果在工程决策中的关键作用,旨在强调水文地质问题在地质勘察中的核心地位,为提高地质勘察质量、保障工程建设安全与顺利实施提供坚实的理论支撑与实践指导。

关键词: 地质勘察;水文地质;工程影响;勘察优化

引言:在基础设施建设蓬勃发展的当下,地质勘察为工程选址、设计与施工提供了不可或缺的地质依据。水文地质作为地质勘察的重要分支,贯穿于整个工程生命周期。地下水作为岩土体的重要组成部分,其赋存状态、运动规律以及物理化学性质与工程建设紧密相连。从高层建筑的基础沉降到地下隧道的涌水风险,从矿山开采的突水灾害到垃圾填埋场的渗滤液污染,水文地质问题犹如一把“双刃剑”,既能助力工程合理规划利用地下水资源,又可能因处理不当引发诸多工程难题,甚至危及生命财产安全。因此,深入探究地质勘察中的水文地质问题,精准把控其对工程的影响,具有极其重要的现实意义。

1 地质勘察中水文地质研究的重要性

1.1 影响岩土工程特性

地下水与岩土体相互作用,显著改变岩土的物理力学性质。对于粘性土,地下水的长期浸泡会使土颗粒间的结合水膜增厚,导致土体抗剪强度降低,压缩性增大,在工程荷载作用下更容易产生沉降变形。如在软土地基上进行建筑施工,若未充分考虑地下水对土体强度的弱化作用,建筑物建成后可能出现过量沉降甚至倾斜。而对于砂性土,地下水的流动可能引发流沙现象,当水力梯度达到一定值时,砂土颗粒在水流作用下处于悬浮状态,使土体失去稳定性,给基坑开挖等工程活动带来极大困难^[1]。

1.2 关乎基础稳定性

地下水水位的波动对建筑物基础稳定性影响深远。水位上升时,一方面会增加基础底面的浮力,减轻地基土对基础的竖向支撑力,可能导致基础上浮,对于轻型结构建筑物,如一些简易厂房,这种影响更为明显;

另一方面,水位上升使土体处于饱水状态,有效应力减小,进一步降低地基土的承载能力。相反,水位下降过快,会引起地基土的自重应力增加,造成土体压缩固结,引发地面沉降,危及周边建筑物安全。例如,在城市过度开采地下水区域,常伴随地面沉降问题,致使道路开裂、地下管线破损。

1.3 涉及建筑物耐久性

地下水的化学成分复杂多样,其中的侵蚀性离子,如氯离子、硫酸根离子等,会对混凝土结构及基础中的钢筋产生腐蚀作用。氯离子能够穿透混凝土保护层,到达钢筋表面,破坏钢筋表面的钝化膜,引发钢筋锈蚀,锈蚀产物体积膨胀,导致混凝土开裂、剥落,降低建筑物结构强度与耐久性。硫酸根离子与混凝土中的氢氧化钙反应,生成石膏、钙矾石等膨胀性物质,同样造成混凝土内部结构破坏。在滨海地区或受工业污染地下水影响区域,建筑物受地下水化学侵蚀的风险更高,若在地质勘察中未准确评估地下水腐蚀性,未采取相应防护措施,建筑物使用寿命将大幅缩短^[2]。

2 地质勘察中主要水文地质要素

2.1 地下水类型

依据地下水的赋存条件、含水层性质,可分为孔隙水、裂隙水和岩溶水。孔隙水主要赋存于松散沉积物的孔隙中,如砂、砾石层,其分布广泛,水量受含水层颗粒大小、孔隙度及补给条件影响,在平原地区常作为重要供水水源,但在工程建设中,如靠近河流的建筑基坑,孔隙水的大量涌入可能引发基坑坍塌风险。裂隙水储存于岩石裂隙中,其运动受裂隙发育程度、方向及连通性控制,在山区基岩地区分布普遍,对于隧道工程,穿越裂隙发育带时,可能遭遇突发涌水,威胁施工安全。岩溶

水与可溶性岩石,如石灰岩岩溶地貌相关,岩溶洞穴、管道系统为其提供了独特的储水与运移空间,水量分布极不均匀,在岩溶地区进行工程建设,如桥梁桩基施工,岩溶空洞可能导致桩基失稳,地面塌陷隐患巨大。

2.2 地下水水位

地下水水位是表征地下水赋存状态的关键指标,其动态变化受降水、蒸发、地表径流、人工开采等多种因素影响。通过长期监测水位变化,可绘制水位历时曲线,分析水位季节性波动规律与年际变化趋势。在工程勘察初期,准确测定不同时段、不同位置的地下水水位,是评估工程建设期间地下水对基础浮力、地基沉降影响的基础数据。如在设计大型地下停车场时,需依据场地最高地下水水位设计抗浮措施,若水位预估偏低,未设置足够抗浮锚杆或配重,在雨季地下水水位上升时,停车场底板可能开裂甚至上浮。

2.3 地下水水量

地下水水量的评估对于工程建设用水供应与排水设计至关重要。常用的水量评价方法包括水文地质比拟法、解析法、数值法等。水文地质比拟法借助相似地区的水文地质资料估算研究区水量,适用于资料匮乏的初步勘察阶段;解析法基于稳定流或非稳定流理论,利用井流公式计算含水层参数与水量,要求地质条件相对简单、理想化;数值法借助计算机模拟软件,如MODFLOW,考虑复杂地质结构、边界条件及多种补给排泄因素,能更精准模拟地下水流动与水量分布,但对数据精度与建模人员专业能力要求较高。在矿山开采规划中,准确预估矿坑涌水量,合理设计排水系统,既能确保矿山安全生产,又能避免过度排水造成水资源浪费与地面塌陷^[3]。

2.4 地下水水质

地下水水质直接关系到其工程适用性与环境影响。水质分析涵盖酸碱度(pH值)、硬度、溶解性固体、主要离子成分以及特殊污染物等指标。不同行业工程对水质要求各异,例如饮用水工程需满足国家饮用水卫生标准,对微生物、重金属含量严格限制;工业冷却用水对硬度、腐蚀性离子含量敏感,硬度过高易在管道内壁结垢,影响热交换效率,腐蚀性离子可能腐蚀设备;农业灌溉用水要考虑盐分含量,防止土壤盐渍化。此外,地下水若受污染,如工业废水排放、垃圾填埋渗滤,其中的有毒有害物质,如重金属、有机污染物,不仅影响工程设施正常运行,还可能污染土壤与地下水生态系统,引发环境问题,因此地质勘察中的水质监测不可或缺。

2.5 地下水的动态变化

地下水动态变化反映了其与外界环境的相互作用过程。除上述水位、水量随时间的波动外,水温、水质也存在动态变化特征。水温变化受地温梯度、地表气温及地热异常等因素影响,在地下水源热泵系统设计中,需了解地下水水温季节性变化规律,合理配置热泵机组,提高能源利用效率。水质动态变化可能由地下水污染扩散、水岩化学作用持续进行等引起,长期监测水质动态,有助于及时发现潜在环境风险,为工程维护、地下水保护提供预警信息。例如,在垃圾填埋场周边,持续监测地下水水质变化,可早期察觉渗滤液污染范围扩大,及时采取修复措施。

3 地质勘察中水文地质问题存在的不足

3.1 勘察精度不足

部分地质勘察项目,受限于勘察经费、时间紧迫等因素,对水文地质勘察工作投入精力有限。勘察网点布置稀疏,难以全面、精准反映场地水文地质条件的空间变异性。在一些复杂地质地貌区域,如丘陵与河谷交错地带,未能充分考虑地形地貌对地下水径流、补给排泄的影响,勘察钻孔深度不够,未揭穿主要含水层,导致对地下水类型、水位埋深、含水层厚度等关键信息掌握不准确,后续工程设计依据存在偏差,增加工程风险。

3.2 参数测定不规范

水文地质参数测定是地质勘察的重要环节,直接影响地下水水量、水位预测及工程影响评估的准确性。然而,实际操作中,一些勘察单位在测定渗透系数、给水度、储水系数等参数时,试验方法选择不当或操作流程不规范。例如,采用室内土工试验测定渗透系数,由于土样扰动,其结果与原位状态相差甚远;野外抽水试验未严格按照稳定流或非稳定流试验要求进行观测、记录,数据误差大,使得依据这些参数建立的水文地质模型失真,无法真实反映地下水运动规律,为工程建设埋下隐患。

3.3 评价方法不完善

目前,水文地质评价在与工程建设需求紧密结合方面仍存在欠缺。传统评价多侧重于水文地质条件本身描述,未充分量化地下水对工程的力学、化学影响。在基础稳定性评价中,未深入考虑地下水浮力、渗透力随时间变化的动态效应,仅进行简单静态计算;在地下水腐蚀性评价时,评价指标选取单一,未综合考量多种侵蚀性离子协同作用以及长期侵蚀累积效应,导致防护措施针对性不强,难以有效保障建筑物耐久性。

4 解决地质勘察中水文地质问题的对策

4.1 优化勘察技术

加大对先进地质勘察技术在水文地质领域应用的投入。推广高密度电法、地质雷达等地球物理勘探技术,通过对地下电性、介电特性差异的探测,快速圈定含水层位置、范围及富水性,为后续钻探工作提供精准指导,提高勘察效率与精度。结合无人机航测技术,获取高精度地形地貌数据,辅助分析区域地下水径流模式,尤其在山区等交通不便区域,拓宽勘察视野,全面掌握水文地质背景。在钻孔施工中,采用先进的跟管钻进、全液压钻机等设备,确保在复杂地层条件下顺利钻进,获取连续、完整的岩芯资料,准确揭露地层结构与水文地质信息。

4.2 规范参数测定流程

建立严格的水文地质参数测定标准操作规程(SOP)。对于渗透系数测定,优先采用原位试验方法,如抽水试验、注水试验,并根据场地地质条件合理选择试验类型与布井方案。在抽水试验中,严格按照规范要求设置观测井,精确测量水位降深、流量随时间变化,运用科学的数据处理方法,如泰斯公式、雅各布直线图解法等计算渗透系数,确保结果可靠。对于给水度、储水系数等参数,结合室内外试验综合确定,室内试验注重土样采集、保存与制备过程的规范性,减少扰动影响,野外试验充分考虑地层非均质性与边界条件,多组试验对比验证,提高参数准确性。

4.3 完善评价体系

构建工程导向型的水文地质评价体系。在基础稳定性评价中,引入地下水渗流-应力耦合分析模型,考虑水位波动、渗流力对地基土应力场、位移场的实时动态影响,预测不同工况下基础的沉降、倾斜风险,为抗浮、地基加固设计提供定量依据。针对地下水腐蚀性评价,建立多元评价指标体系,综合考虑pH值、氯离子、硫酸根离子、碳酸根离子、侵蚀性二氧化碳等多种因素,运用层次分析法、灰色关联度分析等方法确定各指标权重,精准评估腐蚀性等级,根据腐蚀程度分级制定混凝土外加剂添加、钢筋防腐涂层等防护措施,保障建筑物全生命周期的耐久性^[4]。

5 地质勘察中水文地质问题的实际案例分析

5.1 案例一:某高层建筑基坑工程

某城市拟建设一座30层的高层建筑,基坑深度12米,场地位于河流阶地,地质条件复杂。地质勘察初期,由于对水文地质勘察重视不够,仅布置少量钻孔,未准确查明孔隙水含水层分布与水位变化特征。在基坑

开挖过程中,遭遇强透水砂层,地下水位急剧上升,基坑涌水量远超预期,原设计排水系统不堪重负,导致基坑壁出现多处流沙、坍塌现象,工程被迫停工抢险。经重新加密勘察钻孔,详细查明水文地质条件,优化排水方案,增设井点降水措施,结合基坑支护加固,才使工程得以继续推进。此次事件凸显了准确水文地质勘察对基坑工程安全的关键作用,警示在复杂场地条件下,必须精细掌握地下水动态,提前制定应对措施。

5.2 案例二:某地铁隧道工程

某地铁线路穿越岩溶发育区,在地质勘察阶段,运用综合勘察技术,包括地震波反射法、地质雷达探测结合钻探验证,基本查明岩溶洞穴分布、大小及充填情况,以及岩溶水水位、水量变化范围。基于精准勘察成果,在隧道设计时,针对岩溶空洞采取超前注浆加固措施,调整隧道埋深避开富水强岩溶段;施工过程中,建立实时监测系统,跟踪地下水水位、水质及隧道结构变形,根据监测数据动态优化施工工艺。通过系统的水文地质勘察与工程应对,有效避免了岩溶涌水、地面塌陷等重大事故,确保地铁隧道顺利贯通,充分体现了水文地质勘察为复杂地下工程保驾护航的重要性。

结论:地质勘察中的水文地质问题贯穿工程建设全过程,深刻影响岩土工程特性、基础稳定性与建筑物耐久性。通过对地下水类型、水位、水量、水质及动态变化等要素的深入研究,明确其对工程的作用机制,剖析当前勘察存在的精度不足、参数测定不规范、评价方法不完善等问题,提出优化勘察技术、规范流程、完善评价体系等针对性对策,并结合实际案例验证其有效性。在未来工程建设中,随着技术创新与实践经验积累,持续深化对水文地质问题的认知与把控,将为各类工程安全、高效实施奠定坚实基础,推动基础设施建设可持续发展。

参考文献

- [1]张一鸣,李华.基于多源数据融合的地质勘察水文地质参数精准测定方法[J].水文地质工程地质,2024,51(3):72-76.
- [2]刘悦,陈杰.岩溶地区地质勘察中水文地质问题及应对策略[J].工程勘察,2024,52(2):62-65.
- [3]王强,赵刚.城市地下空间开发中水文地质勘察关键技术研究[J].岩土力学,2024,45(1):50-53.
- [4]孙晓琳.地下水动态变化对高层建筑地基稳定性影响分析[J].建筑科学,2024,40(2):48-51.