

# 工程地质勘察中水文地质危害及对策

蒙绪远<sup>1</sup> 刘明泉<sup>2</sup>

1. 海南江海工程咨询有限公司 海南 海口 570203

2. 鹏越勘测有限公司 海南 海口 570203

**摘要：**在工程地质勘察中，水文地质问题至关重要。地下水位升降、运动压力变化等都会对岩土工程造成危害，如地基强度降低、土壤疏松、地质灾害频发等。为确保工程建设的安全性，必须强化对水文地质问题的分析与处理，制定完善的勘察计划，提升勘察人员素质，科学评价水文地质状况，并采取针对性的防治措施，以降低水文地质危害对工程建设的影响。

**关键词：**工程地质勘察；水文地质危害；对策

引言：工程地质勘察是确保工程安全的基础性工作，其中水文地质条件是影响工程质量的关键因素。水文地质危害如地下水位异常、水质腐蚀性等问题，不仅威胁工程结构稳定性，还可能引发环境破坏。因此，深入分析水文地质危害，制定针对性的对策，对保障工程质量和生态环境具有重要意义。本文旨在探讨工程地质勘察中水文地质危害的类型、影响及防治对策，为工程设计和施工提供科学依据。

## 1 工程地质勘察与水文地质基础

### 1.1 工程地质勘察概述

(1) 工程地质勘察的内容涵盖场地地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件、不良地质现象等。方法主要有地质测绘，通过野外观察绘制地质图；勘探，包括钻探、坑探、物探等，获取地下地质信息；试验，如岩土物理力学性质试验、水质分析等；长期观测，对动态变化的地质现象持续监测。程序通常分为准备阶段，明确勘察任务与范围；勘察阶段，实施各项勘察工作；资料整理与报告编制阶段，汇总分析数据并形成成果报告。(2) 工程地质勘察在工程项目中作用关键。它为工程选址提供科学依据，避开不良地质区域；是设计的基础，为结构选型、基础设计等提供地质参数；保障施工安全，提前发现施工可能遇到的地质问题并提出解决措施；同时对工程运营期的地质安全起到预判和防范作用。

### 1.2 水文地质基础

(1) 水文地质的基本概念包括地下水的赋存状态、运动规律、埋藏条件等。研究内容主要有地下水的形成与分布，分析地下水的来源和在不同地质体中的分布特征；地下水的物理化学性质，探究其温度、颜色、化学成分等；地下水的动态变化，关注水位、水量、水质随

时间的变化；以及地下水与地表水、大气水的相互转化关系。(2) 水文地质与岩土工程关系密切。地下水的存在会改变岩土体的物理力学性质，如降低岩土强度、增加孔隙水压力；地下水位的变化可能引发地基沉降、边坡失稳等岩土工程问题；在岩土工程施工中，需考虑地下水的控制，如降水、排水等，否则会影响施工进度和质量；同时，岩土工程的设计和施工也会反过来影响水文地质条件，如改变地下水的渗流路径。

## 2 工程地质勘察中的水文地质危害分析

### 2.1 地下水位上升的危害

(1) 地下水位上升分自然与人为原因。自然因素为持续强降雨、融雪水量激增，及河湖水位上涨侧向渗透，均致地下水补给大增；人为因素包括灌溉用水过量渗漏、水库堤坝渗漏、城市排水故障积水下渗，打破地下水收支平衡。(2) 其对工程危害显著：加剧混凝土基础、钢结构腐蚀，降低耐久性，增加地下室与地下管道渗水风险；使黏性土软化、砂土饱和，降低地基承载力，引发沉降或不均匀变形；导致建筑物墙体开裂、门窗变形，严重时倾斜倒塌，浅基础建筑受影响更突出<sup>[1]</sup>。

### 2.2 地下水位下降的危害

(1) 地下水位下降自然原因有长期干旱少雨致补给不足、区域地质构造变化改变储水空间；人为原因是过度开采地下水用于工业、农业、城市生活，地下工程施工排水引发局部水位下降，及植被破坏减少地下水涵养。(2) 危害涉及多方面：使黏性土产生收缩裂隙、砂土因有效应力增加压密，引发地面沉降甚至塌陷；导致地基土体压缩变形，建筑物出现不均匀沉降、墙体与楼板开裂，影响结构整体性；造成地下水资源枯竭、土壤沙化、植被枯萎，破坏湿地生态，加剧区域生态失衡。

### 2.3 地下水运动压力的危害

(1) 地下水运动压力指地下水渗流时对岩土体产生的动水压力, 大小与水力梯度、岩土体渗透系数、地下水密度相关, 水力梯度大、渗透系数高则压力更显著, 地层结构(透水层与隔水层分布)及地下水补给排泄条件也影响其分布与强度。(2) 可引发多种岩土工程损害: 管涌是地下水携带细小颗粒穿岩土孔隙形成通道, 致地基渗漏、承载力下降; 基坑突涌因基坑底部隔水层承受的地下水压力超抗剪强度, 引发水突然涌入, 造成施工中断甚至坍塌; 流砂是动水压力超砂土自重, 使砂土颗粒悬浮搬运, 致地基失承载能力, 引发基础下沉、建筑物倾斜, 严重威胁地下工程施工安全。

### 3 工程地质勘察中水文地质危害的对策

#### 3.1 制定完善的岩土工程勘察报告

(1) 强调岩土工程勘察报告的科学性、准确性与全面性。科学性是报告的核心准则, 要求勘察方案设计符合地质规律, 采用“遥感解译+地面调查+钻探验证”的多层级技术路线, 避免单一方法导致的偏差。准确性体现在数据采集环节, 需对地下水位测量采用“三测法”(初测、复测、校验), 确保误差不超过5cm。全面性需覆盖三维空间, 不仅调查地表20米范围内的地质体, 还需通过物探手段探测50米以深的隐伏含水层, 同时记录不同季节、不同时段的水文动态数据, 形成完整的时间序列图谱<sup>[2]</sup>。(2) 提出岩土工程勘察报告中应包含的水文地质信息。报告必须涵盖的核心信息包括: 地下水类型及分布特征(如潜水与承压水的界面埋深)、渗透系数分层值(按砂土、黏土等岩性分别标注)、地下水补径排条件(明确补给来源、径流路径及排泄方式)、水质分析结果(包括腐蚀性评价指标及对混凝土结构的影响等级)、历史最高水位与最低水位记录、以及与工程相关的特殊水文现象(如岩溶区暗河分布、冻土区冻融循环对水位的影响等)。

#### 3.2 提升勘察人员的综合素质

(1) 分析勘察人员应具备的知识储备和技能要求。知识体系需形成“基础+专业+拓展”的三维结构: 基础层包括地质学、水文学、土力学等理论; 专业层涵盖勘察规范、水文试验方法、地质灾害评估等内容; 拓展层涉及环境科学、工程监理等交叉学科知识。技能方面需达到“四会”标准: 会操作全站仪、测井仪等设备, 会识别断层破碎带、含水层露头等同位素, 会运用Modflow等软件进行数值模拟, 会编制符合工程需求的勘察简报。(2) 提出提升勘察人员综合素质的途径和方法。实施“阶梯式培养计划”: 新入职人员需完成3个月的野外跟岗培训, 考核通过后参与简单勘察项目; 工作3年以上

人员需每年参加不少于40学时的专项培训(如水文地质数值模拟、无人机勘察技术等); 资深人员需承担带教任务, 并定期赴高校或科研机构进修。同时建立“双师型”队伍, 邀请设计院工程师与高校教授联合授课, 通过“案例研讨+现场实操”的模式提升实战能力<sup>[3]</sup>。

#### 3.3 采取针对性的预防和治理措施

(1) 针对地下水位上升、下降和运动压力等危害, 提出具体的预防和治理措施。水位上升防治采用“排截结合”方案: 在场地周边设置深度不小于8米的防渗帷幕, 内部布设间距5米的轻型井点降水系统, 抽排水量按渗透系数与水位降深的乘积计算。水位下降控制实施“采补平衡”策略: 划定地下水禁采区, 在集中开采区建设地下水库, 采用人工回灌技术(如井灌、渠灌结合), 回灌量根据水文年周期动态调整。应对运动压力需“刚柔并济”: 刚性措施为设置直径1.2米的抗浮桩, 柔性措施为在基础底部铺设20cm厚级配砂石垫层, 通过排水减压释放水压力。

(2) 强调在设计 and 施工过程中充分考虑水文地质因素的重要性。设计阶段需将水文参数作为核心变量, 例如在地下水位埋深小于3米的区域, 基础埋深应至少低于最高水位1.5米; 对承压水层顶板厚度不足5米的场地, 需进行抗突涌验算并设置减压井。施工阶段实行“三查制度”: 班前查水位变化, 班中查支护结构渗水量, 班后查周边地表沉降, 发现水位骤升骤降超过20cm/小时立即停工处置, 避免引发管涌、流砂等事故<sup>[4]</sup>。

#### 3.4 强化对当地水文地质评价工作

(1) 提出对地下水位变化进行全面控制的策略。构建“天地一体化”监测网络: 地表布设自动监测站(监测频率为每小时1次), 地下安装孔隙水压力计(监测深度达30米), 卫星遥感数据每月更新1次, 形成“点-线-面”立体监测体系。建立水位调控模型, 将年水位变幅控制在1.5米以内, 当预测超限时启动应急补水或限采措施, 通过水利工程调度实现区域水资源均衡。(2) 强调建立预警机制和应急预案的必要性。预警机制划分四级响应: 蓝色预警(水位波动超常规范围)时加强监测频次; 黄色预警(出现小型管涌)时启动局部处置; 橙色预警(水位持续异常72小时)时疏散施工人员; 红色预警(发生大规模突水)时启动区域应急联动。应急预案需明确“五定原则”: 定责任人、定处置流程、定物资储备(如应急排水泵、止水材料)、定疏散路线、定演练周期(每季度1次), 确保在15分钟内响应突发事件。

### 4 工程实例分析

#### 4.1 工程概况

某住宅小区项目位于长三角冲积平原区, 总建筑面

积约8.5万平方米,包含6栋18层住宅楼及地下车库。场地地质条件呈现典型的层状分布:表层为0.5-1.2米厚的素填土,其下为3-5米厚的淤泥质黏土(天然含水率45%-52%,压缩系数 $1.8-2.2\text{MPa}^{-1}$ ),中部为8-10米厚的粉细砂层,底部为中风化砂岩。

水文地质特点表现为双层地下水系统:上层为潜水,赋存于淤泥质黏土层与粉细砂层界面,水位埋深1.2-1.8米,主要受大气降水及地表径流补给;下层为承压水,分布于粉细砂层中,水头高度3.5-4.2米,与场地北侧500米处的河道存在水力联系,渗透系数达 $8-12\text{m/d}$ ,具较强流动性。

#### 4.2 水文地质危害分析

该项目面临的水文地质危害主要包括三类:一是承压水突涌风险,粉细砂层与上部淤泥质黏土的隔水层厚度仅3-5米,按基坑开挖深度6.5米计算,承压水水头压力远超隔水层自重,存在发生管涌的可能性;二是地基不均匀沉降,潜水水位季节性变幅达1.5米,易导致淤泥质黏土因含水率变化产生胀缩变形,引发建筑物开裂;三是地下水腐蚀性影响,水质检测显示 $\text{SO}_4^{2-}$ 含量达 $450-520\text{mg/L}$ ,对钢筋混凝土结构具中等腐蚀性,长期作用可能破坏基础耐久性。

#### 4.3 对策实施与效果评估

##### 4.3.1 针对该工程项目采取的水文地质危害对策

(1)承压水控制:采用“减压井+止水帷幕”联合方案,沿基坑周边布设3排高压旋喷桩形成封闭止水帷幕(深度22米,进入中风化砂岩1.5米),同时在坑内设置12口减压井,通过自动抽水系统将承压水头降至开挖面以下1.2米。(2)地基处理:对淤泥质黏土层采用真空预压法处理,设置塑料排水板(间距1.2米,深度8米),抽真空压力维持在 $80\text{kPa}$ ,处理周期60天,同时在基础外围设置环形排水盲沟,控制潜水水位波动幅度。(3)防腐措施:基础混凝土采用P.O42.5R水泥,掺加3%的阻锈

剂,保护层厚度增加至50mm,地下室外墙涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料,形成三道防腐屏障。

##### 4.3.2 对策实施后的效果和安全性评估

(1)施工期间监测数据显示:承压水头稳定控制在-7.8米(地表为 $\pm 0.00$ ),基坑周边沉降最大值23mm,未出现管涌、流砂等现象;真空预压后淤泥质黏土含水率降至32%,压缩系数降至 $0.6\text{MPa}^{-1}$ ,满足设计要求。

(2)项目竣工后持续跟踪监测18个月,建筑物沉降速率稳定在 $0.3\text{mm/月}$ 以内,最大累计沉降45mm,未发现结构裂缝;基础混凝土碳化深度检测值1.2mm,钢筋锈蚀电位均大于-300mV,表明防腐措施有效。综合评估显示,所采取的水文地质危害对策实现了预期目标,工程结构安全性符合《建筑地基基础设计规范》要求。

#### 结束语

综上所述,工程地质勘察中的水文地质危害不容忽视,其影响深远且复杂。通过科学合理的勘察手段,全面准确地评估水文地质条件,结合针对性预防和治理措施,可以有效降低水文地质危害对工程安全的影响。未来,随着技术的进步和勘察理念的更新,我们应不断优化勘察方法,提升人员素质,强化监测预警机制,以更加精细化的管理应对水文地质挑战,保障工程项目的长期安全运行,促进人与自然的和谐共生。

#### 参考文献

- [1]张帆.工程地质勘察中的水文地质危害分析及对策[J].西部探矿工程,2022,(03):47-48.
- [2]张博.地质勘察中的水文地质危害分析及对策[J].模型世界,2022,(11):103-105.
- [3]林荣坚.工程地质与水文地质勘察相关问题以及处理[J].西部资源,2021,(06):59-60.
- [4]王兴文.工程地质勘察中水文地质危害性分析[J].华北自然资源,2021,(07):68-70.