

工程地质勘察中水文地质危害及对策

蒙绪远¹ 刘明泉²

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。地下水位的升降、运动压力变化等均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、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^[1]。

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^[2]。（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^[3]。

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) 强调在设计和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^[4]。

3.4 强化对当地水文地质的评价工作

(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 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 80kPa ，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 ± 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 0.6MPa^{-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 $0.3\text{mm}/\text{月}$ 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.