

地质勘察中的水文地质危害分析及对策

张 海 谢 臣 耿欣颖

重庆市南江勘测设计有限公司 重庆 401121

摘 要：地质勘察作为工程建设的前期关键环节，其准确性直接影响工程安全与效益。水文地质危害作为地质勘察中不可忽视的重要因素，主要包括地下水侵蚀、水位异常变化、地质灾害诱发等。本文深入分析了水文地质危害对工程基础、边坡稳定性及地下空间的潜在威胁，提出了基于前期详细勘察、设计优化、施工监控及后期维护的全过程防治对策。通过科学规划与技术创新，旨在有效降低水文地质危害风险，为工程建设提供坚实保障。

关键词：地质勘察；水文地质危害；对策

引言：在地质勘察领域，水文地质条件是影响工程安全与稳定性的重要因素之一。随着工程规模的扩大与地质环境的复杂化，水文地质危害日益凸显，如地下水侵蚀导致的地基软化、水位骤变引发的边坡失稳等，对工程建设构成严重威胁。本文旨在通过系统研究，为地质勘察中的水文地质危害防治提供理论依据与实践指导。

1 水文地质勘察基本理论与方法

1.1 水文地质概念

水文地质学作为一门综合性科学，深入探究地下水的形成机制、空间分布规律、动态运动特征、物理化学属性，以及其与地质环境、人类活动之间错综复杂的相互关系。这一学科领域不仅涵盖了地下水从补给源到径流路径，再到最终排泄点的完整循环过程，还细致分析了地下水在岩石的孔隙、裂隙或是溶隙等复杂地质结构中的赋存状态与流动特性。水文地质学的研究视野广阔，它不仅聚焦于地下水本身的自然属性，更将视角延伸至地下水资源的合理开发、可持续利用、有效保护及科学管理层面。它也深刻关注地下水对地质环境产生的深远影响，如过度开采导致的地面沉降、海水因地下水水位下降而入侵沿海地区、以及土壤因水分和盐分失衡而引发的盐渍化等问题。准确理解水文地质概念，是开展水文地质勘察工作的基石。它不仅为勘察工作指明方向，确定具体的勘察目标，还指导着勘察方法的选择与优化，以及后续结果的科学分析与解读。因此深入掌握水文地质学的基本原理与应用技术，对于保障水资源安全、促进地质环境保护、推动经济社会可持续发展具有重要意义。

1.2 勘察方法

水文地质勘察是获取地下水资源信息、评估地质环境条件的重要手段。第一、地面调查：通过野外观察、访问、测绘等手段，收集区域地质、地貌、气象、水

文等基础资料。第二、地球物理勘探：利用重力、磁法、电法、地震波等方法，探测地下岩土层的物理性质差异，间接推断地下水分布特征^[1]。第三、钻探：通过钻孔直接获取地下岩土层样本，分析岩性、结构、含水性等，是了解地下水直接证据的关键方法。第四、水文地质试验：包括抽水试验、注水试验、压水试验等，通过人为改变地下水状态，测定水文地质参数，如渗透系数、给水度等。第五、遥感与地理信息系统（GIS）：利用卫星、无人机等遥感技术获取地表信息，结合GIS技术进行空间分析，辅助识别地下水潜在区域。

1.3 勘察内容

水文地质勘察的内容广泛，主要包括：（1）区域水文地质条件。调查区域地质构造、地貌特征、气候条件等，分析其对地下水形成与分布的影响；（2）地下水类型与分布。识别承压水、潜水、包气带水等不同类型地下水的分布范围、埋藏深度及动态变化；（3）水文地质参数测定。通过试验测定渗透系数、给水度、储水系数等关键参数，为地下水数值模拟提供基础数据；（4）地下水资源评价。综合分析地下水补给、径流、排泄条件，评估地下水资源的可开采量、水质状况及开发潜力；（5）地质环境问题评估。调查地下水活动引发的地质环境问题，如地面沉降、土地盐碱化、海水入侵等，提出防治措施建议；（6）地下水开发利用规划。基于勘察结果，制定地下水合理开发利用方案，确保水资源可持续利用，同时保护地质环境。

2 常见水文地质危害类型

2.1 地下水侵蚀

地下水侵蚀是指地下水在流动过程中，对岩土体产生溶解、冲刷、搬运等作用，导致岩土体结构破坏、强度降低的现象。这种侵蚀作用在可溶性岩石地区（如石灰岩、石膏岩等）尤为显著，常形成溶洞、地下河、落

水洞等喀斯特地貌。地下水侵蚀不仅削弱了岩土体的稳定性,还可能引发地面塌陷、路基沉降等工程灾害。地下水侵蚀还可能破坏地下管线,影响城市基础设施的正常运行。

2.2 地下水渗透

地下水渗透是指地下水在压力差作用下,通过岩土体的孔隙、裂隙等通道进行迁移的过程。渗透作用在土体中尤为关键,它影响着土体的含水量、孔隙水压力等参数,进而影响土体的力学性质^[2]。当渗透力超过土体的抗渗能力时,就会发生渗透变形,如管涌、流土等。管涌是指在渗流作用下,土体中的细颗粒被水流带走,形成通道,导致土体结构破坏;流土则是指土体在渗透力作用下整体向上或向前移动,造成土体失稳。地下水渗透还可能引发边坡失稳、基坑突涌等灾害,对建筑工程、交通工程等构成严重威胁。

2.3 水位变化

地下水水位变化是水文地质活动中最为直观的现象之一,它受到自然因素(如降水、蒸发、河流补给等)和人为因素(如地下水开采、水库蓄水等)的共同影响。水位变化对岩土体、建筑物及生态环境均产生显著影响。水位上升可能导致土壤沼泽化、盐渍化,影响农作物生长;水位上升还可能增加地下水的浮托力,对建筑物基础产生不利影响。相反,水位下降则可能引发地面沉降、地裂缝等地质灾害,破坏地下管线,影响城市供水安全,水位变化还可能改变地下水的补给、径流、排泄条件,影响地下水资源的可持续利用。

2.4 水质污染

地下水水质污染是指由于人类活动或自然因素导致地下水中化学物质、微生物等含量超过安全标准,影响地下水使用价值的现象。地下水污染源广泛,包括工业废水排放、农业面源污染、生活污水下渗等。污染物质在地下水中的迁移、转化过程复杂,一旦污染发生,往往难以在短时间内恢复。地下水水质污染不仅威胁人类饮用水安全,还可能通过食物链传递,影响生态环境和人体健康。例如,某些重金属污染物在地下水中积累,可能引发慢性中毒;有机污染物则可能破坏地下水生态平衡,影响生物多样性。

3 水文地质危害对工程的影响

3.1 对基础工程的影响

水文地质危害对基础工程的影响尤为显著,主要体现在对建筑物地基稳定性的威胁上。地下水位的波动,尤其是季节性变化或长期下降,可能导致地基土体含水量变化,进而影响土体的物理力学性质。例如,饱和黏

性土在地下水位下降时可能因失水收缩,产生不均匀沉降,导致建筑物墙体开裂、倾斜甚至倒塌。此外,地下水的侵蚀作用,特别是在含有腐蚀性离子(如硫酸盐、氯离子)的地区,会加速基础混凝土结构的腐蚀,降低其耐久性,缩短使用寿命。对于桩基础工程,若桩端置于易受地下水侵蚀的岩土层中,长期作用下可能导致桩身强度降低,承载力下降,严重影响基础工程的安全性能。

3.2 对边坡与隧道工程的影响

边坡与隧道工程同样深受水文地质危害的影响。地下水渗透作用是边坡失稳的主要诱因之一,特别是在岩土体渗透性差异较大或存在软弱夹层的情况下,地下水沿优势通道流动,形成局部高压,导致边坡土体软化、强度降低,最终引发滑坡、崩塌等灾害。对于隧道工程,地下水不仅可能通过岩体裂隙、断层等通道涌入隧道,影响施工安全与进度,还可能对隧道衬砌结构产生静水压力和动水压力,增加结构负担,甚至导致衬砌开裂、渗漏水等问题,地下水活动还可能诱发岩爆、突泥等地质灾害,对隧道工程的安全运营构成严重威胁^[3]。

3.3 对地下工程的影响

地下工程,如地铁、地下商场、地下车库等,其建设与运营同样受到水文地质危害的制约。地下水位的升降直接影响地下工程的防水设计。当地下水位高于地下工程底板时,需设置可靠的防水层,防止地下水渗透;而地下水位下降则可能导致地下工程周围土体固结沉降,对工程结构产生附加应力,影响结构安全。地下水中的化学物质可能对地下工程结构材料产生腐蚀作用,降低其使用寿命。在软土地区,地下水活动还可能引发土体液化现象,对地下工程造成灾难性破坏。

3.4 对生态环境的影响

水文地质危害不仅对工程安全构成威胁,还对生态环境产生深远影响。地下水位的下降可能导致地表植被因缺水而枯萎,影响生态系统的平衡与稳定。地下水污染也是水文地质危害的重要表现之一,工业废水、农业面源污染等通过渗透作用进入地下水体,不仅破坏了地下水的使用价值,还可能通过食物链传递,影响人类健康与生态安全。地下水活动还可能引发地面沉降、地裂缝等地质灾害,破坏土地资源,影响土地利用与城市规划。

4 水文地质危害的防治对策

4.1 前期勘察阶段

在工程项目的前期筹备阶段,水文地质勘察是识别与评估潜在水文地质危害的首要步骤,也是制定有效防治对策的基础。具体对策包括:组织专业团队对项目区域进行详尽的地质、地貌、气象及水文条件调查,重点

关注地下水的分布、补给、径流及排泄规律,识别可能存在的地质灾害隐患点,如断层、溶洞、软弱夹层等。运用地球物理勘探技术(如电法、地震波法)快速定位地下异常区域,随后通过钻探取样,分析岩土层性质、含水性及地下水化学成分,为后续设计提供准确数据支持。利用专业软件建立水文地质模型,模拟不同工况下地下水的动态变化,评估其对工程可能产生的影响,预测潜在危害的发生概率及影响程度,为制定防治策略提供科学依据。将勘察成果整理成专项报告,明确指出项目区域的水文地质特征、潜在危害类型及建议的防治措施,为后续设计、施工及维护提供指导。

4.2 设计阶段

设计阶段是预防水文地质危害的关键环节,需结合前期勘察成果,制定科学合理的设计方案。根据地下水位、水流方向及地质条件,合理规划工程布局,避免将重要结构置于地下水活动频繁或地质条件恶劣的区域。例如,在地下水位较高地区,应适当提高基础埋深或采用桩基础,以增强结构稳定性。针对地下水渗透、侵蚀等危害,设计有效的防水层、排水系统及减压措施。对于地下工程,应设置多层防水屏障,并配备自动排水系统,确保地下水不会对结构造成损害。根据地质条件选择合适的结构形式,如采用柔性结构应对不均匀沉降,或采用抗侵蚀材料提高结构耐久性。在软土地区,可采用桩基复合地基或地基处理技术,提高地基承载力,减少沉降。在设计参数中预留一定的安全裕度,以应对不可预见的水文地质变化。

4.3 施工阶段

施工阶段是实施防治对策的关键时期,需严格按照设计要求,采取有效措施控制水文地质危害。建立严格的施工管理制度,确保施工人员熟悉水文地质条件及防治措施,按照设计要求进行施工,避免因施工不当引发地质灾害。在施工过程中,设置地下水位、孔隙水压力等监测点,实时监测地下水动态变化,及时发现异常情况并预警。根据监测结果,调整施工方案,采取必要的应急措施^[4]。采用降水井、回灌井等地下水控制技术,有效降低地下水位,减少地下水对施工的影响。同时注意控制降水速度,避免引发地面沉降等次生灾害。制定详细的应急处理预案,包括人员疏散、抢险救援、设备保护等措施,确保在发生水文地质灾害时能够迅速响应,

减少损失。

4.4 后期维护阶段

后期维护阶段是确保工程长期安全运行的重要环节,需定期对工程进行检查、维护与加固。建立定期检查制度,对工程结构、防水系统、排水设施等进行全面检查,评估其运行状况及潜在危害。根据检查结果,制定维修或加固计划。定期清理排水管道,确保排水畅通;检查防水层是否破损,及时修补或更换。对于地下工程,应定期检查防水卷材、涂料等防水材料性能,确保其防水效果。继续监测地下水位、水质等参数,分析其变化趋势,评估对工程的影响。根据监测结果,适时调整地下水调控措施,如开启或关闭降水井、调整回灌量等,以维持地下水位的稳定。对于因工程建设而受损的生态环境,应采取生态修复措施,如植被恢复、湿地保护等,促进生态系统的恢复与平衡。加强环境保护宣传教育,提高公众对水文地质危害的认识与防范意识。建立健全的水文地质危害防治长效管理机制,明确各部门的职责与分工,加强协调与合作。加强技术研发与人才培养,不断提高水文地质危害防治的技术水平与管理能力。

结束语

地质勘察中的水文地质危害分析及对策研究,是保障工程建设安全与质量的关键一环。通过对地下水动态变化、渗透作用及化学侵蚀等危害机制的深入剖析,认识到科学规划、精准勘察与综合防治的重要性。未来,应持续加强水文地质监测技术,优化勘察方法,创新防治技术,同时强化跨学科合作,形成全方位、多层次的水文地质危害防控体系,为各类工程建设提供坚实的地质安全保障。

参考文献

- [1]叶建兵.工程地质勘察中的水文地质危害分析及对策研究[J].资源信息与工程,2020,35(05):58-60.
- [2]尚星江,吴易.工程地质勘察中的水文地质危害分析及对策探讨[J].冶金与材料,2020,40(04):176-177.
- [3]孙一静.工程地质勘察中的水文地质危害分析及对策研究[J].中国资源综合利用,2020,38(02):163-164.
- [4]彭军.工程地质勘察中的水文地质危害分析及对策[J].装备维修技术,2021(32):12-13.