

工程地质勘察中的水文地质危害分析及对策研究

沈玥^{1,2}

1. 江苏省中成建设工程总公司, 江苏 南京 210041

2. 江苏南京地质工程勘察院, 江苏 南京 210041

摘 要： 工程地质勘察作为工程建设中一项重要的前期准备工作，旨在为工程设计与建设提供精准的地质数据。水文地质条件是工程地质勘察中的一项重要内容，对于工程建设的安全性、稳定性以及耐久性都起着关键性的作用。工程建设期间，如果对于水文地质条件的了解不到位或者处理不到位，就会造成一系列的水文地质危害，从而导致工程的严重亏损。所以，对工程地质勘察过程中水文地质危害进行深入地分析，并且研究其应对措施，对确保工程建设顺利实施有着十分重要的意义。

关 键 词： 工程地质勘察；水文地质危害；危害分析；对策研究

Analysis of Hydrogeological Hazards and Countermeasures in Engineering Geological Survey

Shen Yue^{1,2}

1. Jiangsu Zhongcheng Construction Engineering Corporation, Nanjing, Jiangsu 210041

2. Nanjing Institute of Geological Engineering Survey, Nanjing, Jiangsu 210041

Abstract： Engineering geological survey, as an important preparatory work in engineering construction, aims to provide accurate geological data for engineering design and construction. Hydrogeological conditions are an important aspect of engineering geological surveys and play a critical role in the safety, stability, and durability of engineering construction. During the construction process, inadequate understanding or improper handling of hydrogeological conditions can lead to a series of hydrogeological hazards, resulting in serious losses to the project. Therefore, it is of great significance to conduct an in-depth analysis of hydrogeological hazards in the process of engineering geological surveys and to study corresponding countermeasures to ensure the smooth implementation of engineering construction.

Keywords： engineering geological survey; hydrogeological hazards; hazard analysis; countermeasure research

一、工程地质勘察中水文地质条件概述

（一）地下水类型

地下水根据埋藏条件可以划分为上层滞水，潜水，承压水等类型。上层滞水为包气带局部隔水层以上存在的重力水，分布局限、水量少、季节性强。潜水是埋在地表下第1个稳定隔水层以上，有自由水面并与大气直接连通的重力水，其水位、水量的变化受到气候及水文等因素的显著影响。承压水为填充在两稳定隔水层中间含水层内的重力水，它所受静水压力大、分布广、水量稳定、水质优良。

（二）地下水的赋存与运动规律

地下水赋存于岩土体孔隙，裂隙，溶隙内。它的运动规律服从达西定律：特定条件下地下水流速正比于水力梯度。地下水移动受地形，地质构造和岩土体性质诸多因素影响。地势较低的地方地下水易汇集；断层和裂隙发育地带地下水径流速度加快。查明地下水赋存和运动规律是分析水文地质危害形成机理的关键。

（三）水文地质条件对工程建设的重要性

水文地质条件会对工程建筑基础稳定性产生影响。地下水水

位上升或下降，动水压力等因素都会引起基础沉降和不均匀沉降，甚至造成损坏。地下水水质会腐蚀建筑材料，从而影响建筑物耐久性。地下工程施工过程中地下水涌水与突水现象加剧了施工难度并影响了施工进度与安全。所以准确地把握水文地质条件是工程建设得以顺利实施的一个重要保证。^[1]

二、工程地质勘察中常见的水文地质危害类型及原因分析

（一）地下水水位变化引起的危害

1. 地下水水位上升

地下水水位升高主要是由自然因素与人为因素共同作用所致。自然因素主要有降水的增多，河流湖泊水位的升高和地质构造的改变。如雨季大量降水对地下水的迅速补给导致水位急剧升高；地震和其他地质构造活动会使地下含水层发生构造变化，并影响地下水径流和储存，从而引起水位升高。人为因素包括不合理灌溉，地下水回灌和水库蓄水。长期不合理地大水漫灌使大量的水入渗到地下提高了地下水位；如果对地下水进行不恰当的回

灌，并且回灌量过大或使用的水源质量不达标，这不仅有可能引发水位的升高，还有可能触发其他的地质问题。地下水水位的升高会使岩土体软化和强度下降，从而诱发地面沉降和塌陷等地质灾害。对建筑物基础而言，会引起基础上浮和不均匀沉降等问题，从而影响建筑物稳定。^[2]

2. 地下水水位下降

地下水水位的降低大多是人为因素造成的，地下水超采，矿山排水和地下工程建设。城市大规模开采地下水进行工业生产和居民生活使地下水位不断降低；在矿山开采期间，为了确保开采作业的安全性，地下水大量外排，造成了周围地区地下水位下降。地下水水位降低可导致地面沉降和地裂缝等地质灾害的发生，这将使得岩土体有效应力增大，从而造成地基土压缩变形。沿海地区地下水水位的降低会诱发海水的侵入，从而使地下水水质变差。

（二）地下水水质污染危害

1. 工业污染

工业生产中产生的废水，废渣及其他含有害物质较多，其中重金属，有机物和酸碱含量高。有些化工企业和电镀厂，如果环保措施不力，把未处理过的污水直接排放到井下，就会对地下水水质造成污染。工业废水中重金属汞，镉，铅等含量较高，不易降解，可长期蓄积于地下水中，给人体健康及生态环境带来严重危害。^[3]

2. 生活污染

生活污水，垃圾填埋也是地下水水质的主要污染源。生活污水中氮，磷和有机物含量较高，垃圾填埋场渗出液含各种有害物质。城市生活污水如果不经有效处理就直接外排，其污染物将通过土壤渗入地下水中，造成地下水水质变坏，从而影响饮用水安全。垃圾填埋场随时间的推移渗出液有害物质持续向地下渗透，对周围地下水环境造成了污染。

3. 农业污染

在农业生产上大量施用化肥和农药，有的化肥和农药随着雨水或者灌溉水的渗入而对地下水造成污染。氮肥施用量过多，受土壤微生物的影响，可转化成硝酸盐并随水向地下渗透，使地下水硝酸盐的含量增加，给人类的健康造成损害。某些高毒，高残留农药在降水及灌溉时也同样进入地下水而对水质造成影响。

（三）流砂与管涌危害

1. 流砂危害

流砂是动水压力下细颗粒土与地下水发生悬浮移动。流砂现象多见于颗粒级配均一，孔隙较大，透水性较好的砂土。在地下工程的建设中，例如基坑开挖，隧道掘进等等，如果遭遇到流砂的情况，将会导致边坡坍塌，坑底凸起等问题的出现，从而影响到施工的安全与进度。基坑开挖深度加大时，地下水动水压力升高，如果砂土抗渗能力不强，则易诱发流砂现象。^[4]

2. 管涌危害

管涌指渗流过程中土体内细颗粒向粗颗粒所形成孔隙运动，并最终导致土体内产生贯通渗流通道。管涌通常出现于不均匀系数大的砂土或者砾石土。在堤坝和基坑等施工过程中，如果地基土级配较差，水力梯度大，则会诱发管涌。管涌可使地基土强度下降，使建筑物产生不均匀沉降，重者可造成建筑物损坏。

三、水文地质危害对工程建设的影响

（一）对工程建筑基础稳定性的影响

地下水水位上升或下降以及动水压力等因素都将使地基土物理力学性质发生变化并对基础稳定性产生影响。地下水水位的升高，使得地基土趋于饱和，其抗剪强度下降，会引起基础下沉，倾斜乃至坍塌等。地下水水位降低，将在地基土中产生附加应力并造成地基土压缩变形和建筑物不均匀沉降。^[5]

（二）对岩土体性质的影响

水文地质条件发生改变，将对岩土体性质产生影响。地下水水位的升高和岩土体含水量的增加使得岩土体的重度加大、压缩性提高、抗剪强度减小。长期被地下水浸湿的岩土体可能会出现软化和泥化。地下水水质污染对岩土体矿物成分具有侵蚀作用，使岩土体结构与性能发生变化。

（三）对地下结构的影响

地下工程建设受水文地质危害影响显著。地下水涌水，突水将加大地下工程施工难度与风险，造成施工进度拖延。地下水对地下建筑、隧道衬砌和地下连续墙等具有侵蚀效应，这不仅会降低这些结构物的耐用性，还会对其使用寿命产生不良影响。^[6]

四、工程地质勘察中应对水文地质危害的勘察方法与评价体系

（一）水文地质勘察方法

1. 水文地质测绘

水文地质测绘就是通过观察与测量地表水文地质现象来认识地区水文地质条件。包括地形地貌，地层岩性，地质构造，地下水露头，泉眼，井眼等勘察。水文地质测绘可以初步查明地下水类型，分布范围，补给来源以及排泄方式，从而为之后的勘察工作提供基础数据。

2. 地球物理勘探

地球物理勘探是利用地下水与其周围岩土体之间物理性质上的差别，并通过检测地球物理场变化推测地下水分布及其特征。常见地球物理勘探方法包括电阻率法，激发极化法和电磁法。电阻率法可以用来检测地下水水位，含水层的分布情况等等；激发极化法可用来查找地下水，判断含水层是否富水。

3. 钻探与井探

钻探，井探等手段是取得井下岩土体实物样本，地下水水样等资料的重要手段。利用钻探，井探等手段可直接观测岩土体结构，构造及地下水赋存状况，并对岩土体取样测试其物理力学性质，对地下水取水样分析水质。^[7]

4. 地下水动态监测

地下水动态监测，是指地下水水位，水量和水质的长期，持续观测。通过建立监测井并使用水位计，流量计和水质分析仪定期收集资料，初步掌握了地下水的动态变化情况。地下水动态监测对分析水文地质危害趋势，制定防治措施有着十分重要的意义。

（二）水文地质危害评价体系

1. 建立评价指标

建立了水文地质危害评价指标体系包括地下水水位变化范围,水质污染程度,流砂及管涌出现概率。关于地下水的水位波动,我们可以基于过去的水位数据和对未来水位变动的预测,来确定水位的变动范围;针对水质污染问题,以地下水污染物类型,含量及超标倍数为指标来判断污染程度;对流砂及管涌则依据岩土体颗粒级配和渗透系数来判断其出现可能性指标。

2. 评价方法选择

运用定性和定量评价方法。定性评价可用专家打分法请有关方面专家评定水文地质危害轻重。定量评价可以运用层次分析法和模糊综合评价等数学方法量化分析评价指标并判定水文地质危害等级。通过综合评价为防治对策的制定提供了科学依据。^[8]

五、工程地质勘察中水文地质危害的预防和治理对策

（一）地下水水位变化的预防和治理对策

1. 合理规划地下水开采

对地下水开采造成水位降低的区域,要合理编制地下水开采计划、控制开采量、切忌超采。通过限量开采和分层开采维持地下水水位稳定。设置地下水动态监测系统对地下水水位的变化情况进行实时监测,并依据监测结果对开采方案进行调整。开采时,针对不同含水层特点,对开采量进行合理调配,以免单一含水层超采。

2. 采取地下水回灌措施

地下水水位严重降低区域可以采用地下水回灌措施。向地下含水层回灌满足水质要求的地表水和处理中水以补给地下水水量和恢复地下水水位。在回灌的过程中,应注意回灌水质及回灌量的控制,以免地下水的二次污染。严格检测回灌水源水质,保证达到地下水回灌标准。^[9]

3. 加强对地下水水位的监测与预警

建立健全地下水水位监测网络、加大监测点密度和监测频率。应用信息技术实现地下水水位实时监控与数据传输。建立地下水水位预警机制并设置预警阈值,在水位变化大于预警阈值后及时报警并采取相应防治措施。利用大数据分析技术深入挖掘监测数据,超前预测地下水水位的变化趋势。

（二）地下水水质污染的预防和治理对策

1. 加强污染源控制

严格控制工业废水,生活污水,农业面源污染等排放。加大工业企业监管力度,要求工业企业改善污水处理设施、保证废水达标。强化城市污水处理厂建设与运行管理、提高生活污水处理率。大力推广生态农业,减少化肥和农药用量,利用绿色农业生产技术减少农业非点源污染。定期检测工业企业污水处理设施并保证正常运转。

2. 开展地下水污染治理

对已污染地下水要采取相应措施进行处理。对浅层地下水的污染可以利用抽提处理技术抽提受污染地下水并加以治理然后回灌或者排放。针对地下水深层污染问题,可以通过原位修复技术

来应用微生物和化学药剂来修复污染地下水。治理期间应定期对地下水水质进行监测并对治理效果进行评价。原位修复时根据污染类型及程度选用适当微生物或者化学药剂以保证修复效果。^[10]

（三）流砂与管涌的预防和治理对策

1. 合理选择工程施工方法

地下工程的建设应结合地质条件,合理地选择施工方法。对可能发生流砂及管涌区域,可以通过井点降水并布置止水帷幕来降低地下水位及减少动水压力。基坑开挖时可以通过分段开挖并及时支护来缩短土体暴露时间及预防流砂与管涌。止水帷幕布置时应保证其密封性与稳定性并有效封堵地下水渗流路径。

2. 采取工程加固措施

对已出现流砂、管涌等情况的地方应及时进行工程加固。可以通过填充砂石和灌注水泥浆来封堵渗流通道和提高土体抗渗能力。对流砂及管涌引起的地基变形可用地基加固方法如桩基础加固和地基注浆加固以增加地基稳定性。充填砂石时选用适当粒径以保证充填效果。

六、结论

总之,工程地质勘察水文地质危害,对于工程建设有着不可忽视的作用。地下水水位变化,水质污染,流砂及管涌危害等都将对工程建筑基础稳定性,岩土体性质及地下结构安全产生影响。通过运用科学的水文地质勘察方法建立一套合理的水文地质危害评价体系可以对水文地质危害进行准确地辨识与评价。根据不同种类水文地质危害采取相应防治对策,对地下水开采进行合理规划,强化污染源控制,选用适宜施工方法,能够有效地减少水文地质危害给工程建设带来的冲击,确保工程建设安全稳定持续发展。工程建设过程中要重视水文地质危害,不断强化水文地质条件研究与监测工作,增强水文地质危害处理能力。

参考文献

- [1] 王琦, 闫星光, 赵峰. 水工环地质与岩土工程理论体系的运用[J]. 世界有色金属, 2018(03): 186-188.
- [2] 赵青. 地质勘察中水文地质问题分析及灾害防治[J]. 水利规划与设计, 2018(07): 57-59.
- [3] 石敬东. 工程地质勘察中水文地质的危害分析[J]. 世界有色金属, 2018(13): 235-237.
- [4] 吕秀秀. 工程地质勘察中水文地质危害分析及对策研究[J]. 四川建材, 2018, 44(11): 206-207.
- [5] 崔启鑫. 工程地质勘察中水文地质危害分析及对策探讨[J]. 科技资讯, 2019, 17(11): 49-51.
- [6] 张晋勇. 解析工程地质勘察中的水文地质危害及解决措施[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(05): 137-139.
- [7] 刘燕, 于瀚翔. 工程地质勘察中的水文地质危害与有效应对策略[J]. 居舍, 2022(15): 240-241.
- [8] 王云鹏. 工程地质勘察中水文地质危害的分析及应对措施[J]. 中国金属通报, 2022(01): 277-278.
- [9] 赵志强. 工程地质勘察中水文地质问题与应对措施[J]. 中国金属通报, 2021(11): 186-187.
- [10] 王志豪. 工程地质勘察中水文地质问题的分析与实践研究[J]. 中国金属通报, 2021(06): 46-47.