

工程地质中的地下水问题研究

向光鹏 蒋崇玉

四川省内江水利电力勘察设计院有限公司 四川 内江 641000

摘要：工程地质中的地下水问题研究旨在探讨地下水在工程地质环境中的作用、影响及其管理策略。地下水作为地质体中的重要组成部分，对工程稳定性、安全性及环境可持续性具有显著影响。本文综述了地下水勘察、监测、评价与防控等方面的关键技术与方法，分析地下水问题在工程实践中的具体表现及潜在风险，提出了针对性的地下水管理与保护措施。研究成果对于指导工程实践、保障工程安全及促进地下水资源的可持续利用具有重要意义。

关键词：工程地质；地下水；环境；问题

引言：在工程地质领域，地下水问题一直是影响工程安全、稳定性和环境可持续性的关键因素之一。随着城市化进程的加速和工程建设的不断增多，地下水问题日益凸显，成为制约工程发展的重要瓶颈。因此深入研究工程地质中的地下水问题，探索有效的勘察、监测、评价与防控技术，对于保障工程安全、促进水资源可持续利用及实现工程与环境和谐共生具有重要意义。本文将对这一领域的研究成果进行综述与探讨。

1 地下水在工程地质中的重要性

地下水在工程地质中扮演着至关重要的角色，其影响深远且复杂多变，直接关系到工程项目的安全性、稳定性和经济性。第一，地下水位的变化和地下水的流动会直接影响地基土的力学性质。水位上升可能导致土壤软化、承载力下降，甚至引发地基沉降或失稳，对建筑物的稳定性构成严重威胁。相反，地下水位的急剧下降也可能导致土壤固结，产生不均匀沉降，影响建筑物的安全。第二，地下水对岩土体产生的静水压力和动水压力，是设计地下结构（如隧道、地下室、地下管道等）时必须考虑的重要因素。过高的水压可能导致结构渗漏、渗透破坏，甚至引发突发性涌水事故，增加施工难度和成本。第三，地下水携带的溶解物质和细小颗粒，在流动过程中可能对土壤产生侵蚀作用，导致土壤结构破坏、空洞形成，进而威胁上部结构的稳定性。特别是在含有可溶岩（如石灰岩）的地区，地下水溶解作用形成的岩溶现象，对工程安全构成极大挑战^[1]。第四，地下水是影响斜坡稳定性的关键因素之一。水位的升降和地下水的渗透作用，能改变斜坡岩土体的重量分布、减小土体内聚力，增加滑动面的润滑效应，从而加剧斜坡失稳的风险，如滑坡、泥石流等地质灾害的发生。第五，地下水位的控制是许多工程施工的前提。过高的地下水位会影响基坑开挖、混凝土浇筑等工序的正常进行，增

加排水和防水工程的难度与成本。地下水中的化学成分还可能对建筑材料产生腐蚀作用，影响工程质量和使用寿命。

2 地下水对工程地质环境的影响机制

2.1 地下水对岩土体物理性质的影响机制

地下水主要通过浸润、渗透和毛细作用等方式，对岩土体的物理性质产生显著影响。地下水的存在会增加岩土体的含水量，导致土体体积膨胀、密度减小，进而影响其孔隙比和饱和度。地下水中的溶解物质可能在岩土体内部形成结晶或沉淀，改变岩土体的颗粒组成和结构特征。毛细作用则使得岩土体内部的水分分布不均，形成湿润区和干燥区的差异，影响岩土体的整体均匀性。这些物理性质的变化，直接关系到岩土体的工程特性和行为表现，如渗透性、压缩性和抗剪强度等。

2.2 地下水对岩土体化学性质的影响机制

地下水中的溶解物质，如溶解盐类、酸碱物质和氧化还原物质等，会与岩土体中的矿物成分发生化学反应，从而改变岩土体的化学性质。例如，地下水中的硫酸盐、碳酸盐等可能与岩土体中的钙、镁等元素结合，形成新的矿物沉淀，改变岩土体的矿物组成。地下水中的酸碱物质会改变岩土体的pH值，影响岩土体中矿物的溶解与沉淀平衡，进而改变岩土体的化学稳定性。地下水中的氧化还原物质还可能引发岩土体中的氧化还原反应，导致岩土体成分的变化，如铁的氧化与还原，影响岩土体的颜色、密度和强度等。

2.3 地下水对岩土体力学性质的影响机制

地下水对岩土体力学性质的影响主要体现在其改变岩土体的有效应力和内部结构方面。地下水的存在会增加岩土体的孔隙水压力，从而降低岩土体的有效应力，导致岩土体的抗剪强度和承载力下降。地下水的渗透作用会在岩土体内部形成水流通道，改变岩土体的应力分

布和应力状态,可能引发岩土体的局部破坏或整体失稳。地下水还可能通过软化岩土体颗粒间的胶结物质,降低岩土体的内聚力,进一步削弱其力学性质。这些力学性质的变化,直接关系到岩土体的稳定性和承载能力,是工程地质评价和设计中的重要考虑因素。

3 地下水问题在工程地质中的表现

3.1 地下水渗漏与突水问题在工程地质中的表现

地下水渗漏与突水问题是工程地质中极为常见且影响深远的地下水问题,它们直接关联到工程项目的安全性、施工难度以及运营成本。地下水渗漏通常发生在地下结构(如隧道、地下室、地下管道等)与周围岩土体的交界面上。当这些结构的防水措施不足或岩土体的渗透性较高时,地下水会沿着结构裂缝、孔隙或施工接缝渗透进入结构内部,导致结构内部湿度增加、材料性能下降,甚至引发结构渗漏^[2]。渗漏问题不仅影响结构的正常使用,如地下室潮湿、隧道渗水等,还可能加速结构的老化和损坏,缩短使用寿命,渗漏还可能造成水资源浪费和环境污染,特别是当渗漏水中含有有害物质时,其影响更为严重。地下水突水是指地下水在特定条件下(如开挖扰动、水压增大等)突然大量涌入地下工程空间的现象。突水问题通常发生在地下工程开挖过程中,特别是当遇到富水断层、岩溶发育区或破碎带等不良地质条件时。突水不仅会造成施工困难,如停工、排水费用增加等,还可能引发安全事故,如人员被困、设备损坏等。突水还可能对地表环境产生深远影响,如地面塌陷、水体污染等,严重威胁人类生命财产安全。

3.2 地下水水位变化问题在工程地质中的表现

地下水水位的变化是工程地质中一个不可忽视的问题,它直接关联到地基稳定性、斜坡安全性以及地下结构的耐久性。地下水水位的变化在工程实践中表现为多种形式,其影响机制同样复杂多变,具体表现如下:地下水水位的上升通常与降雨增加、地下水补给增多或地表水体下渗等因素有关。水位上升会导致土壤含水量增加,土壤软化,承载力下降,进而引发地基沉降或失稳。在斜坡地段,水位上升还会增加坡体内部的水压力,降低坡体的抗滑力,增加滑坡的风险。此外,水位上升还可能引发地下结构的渗漏问题,如地下室渗水、隧道漏水等,影响结构的正常使用和耐久性。地下水水位的下降则通常与过度开采地下水、干旱或地表水体减少等因素有关。水位下降会导致土壤固结,产生不均匀沉降,影响上部结构的稳定性。在斜坡地段,水位下降还可能引发土壤干裂、裂缝发育等现象,增加斜坡失稳的风险,水位下降还可能对地下水生态系统造成破坏,

影响地下水的质量和可持续性。

3.3 地下水污染问题在工程地质中的表现

地下水污染是工程地质中一个日益严重的问题,它直接威胁到人类饮用水安全、生态环境健康以及地下结构的耐久性。地下水中的有毒有害物质,如重金属、有机污染物、农药残留等,主要来源于工业排放、农业活动、生活污水等。这些污染物在地下水中的迁移和转化过程复杂,可能通过渗透、扩散等方式进入地下结构,对人类健康构成威胁。这些污染物还可能改变地下水的化学性质,如pH值下降、氧化还原电位变化等,进而影响地下水的质量和可用性。地下水中的微生物污染也是一个不容忽视的问题。微生物污染主要来源于地表水体、土壤以及人类活动等。一些致病微生物,如细菌、病毒等,可能通过地下水系统传播,引发人类疾病。微生物的活动还可能改变地下水的化学性质,如产生有害气体、改变水的味道和颜色等,影响地下水的使用品质。地下水污染不仅对人类健康和生态环境构成威胁,还可能对地下结构造成损害。例如,腐蚀性物质可能加速地下结构的腐蚀和老化;有机污染物可能改变地下结构材料的性能,降低其耐久性;微生物活动可能引发结构内部的生物腐蚀和生物堵塞等问题。这些损害不仅增加了地下结构的维护成本和使用风险,还可能威胁到人类生命财产安全^[3]。

4 地下水问题的勘察与监测技术

4.1 地下水勘察方法与技术

地下水勘察是工程地质勘察的重要组成部分,旨在获取地下水的水位、水量、水质以及地下水流场等关键信息,为工程规划、设计和施工提供科学依据。地下水勘察方法与技术多样,涵盖了地质、水文、地球物理、化学等多个学科领域。地质钻探是地下水勘察中最直接、最有效的方法之一。通过钻探获取地下岩土体的样本,分析岩土体的物理、化学和力学性质,了解地下水的赋存条件和运移规律。结合水文地质试验,如抽水试验、注水试验等,可以测定地下水的渗透系数、水位恢复速度等参数,进一步评估地下水的储量和开采潜力。地球物理勘探是一种非侵入性的地下水勘察方法,主要利用地下介质物理性质的差异来探测地下水的分布和运移。常用的地球物理勘探方法包括电法勘探、磁法勘探、重力勘探、地震勘探等。这些方法通过测量地下介质中电场、磁场、重力场或地震波的变化,推断地下水的赋存空间和运移路径。遥感与GIS技术为地下水勘察提供了新的视角和手段。遥感技术通过卫星、飞机等遥感平台获取地表信息,结合GIS技术进行空间分析和数据处

理,可以揭示地表水系、地形地貌、植被覆盖等与地下水相关的特征。这些信息对于理解地下水的补给、径流和排泄过程具有重要意义,有助于确定地下水勘察的重点区域和方向。

4.2 地质勘察中的地下水调查

地质勘察中的地下水调查旨在全面了解工程区域地下水的分布、类型、水质以及动态变化等特征,为工程设计和施工提供基础数据。通过对工程区域的水文地质条件进行综合分析,了解地下水的补给来源、径流路径和排泄方式,以及地下水的动态变化规律。这有助于确定地下水的潜在威胁和不利影响,为工程设计和施工提供科学依据。水质分析是地下水调查的重要环节,通过采集地下水样本,进行物理、化学和生物学分析,了解地下水的成分、浓度和污染状况。这些信息对于评估地下水的可利用性、制定水质保护措施以及预测地下水污染趋势具有重要意义。地下水动态监测是地下水调查的重要手段,通过设立监测站点,定期观测地下水位、水质等参数的变化,掌握地下水的动态特征。这有助于及时发现地下水的异常变化,为工程决策提供预警信息。

4.3 地下水监测技术与应用

4.3.1 地下水监测站点的选择与布置

地下水监测是地下水管理和保护的重要手段,旨在实时、准确地获取地下水的动态信息,为地下水资源的可持续利用和环境保护提供科学依据。地下水监测技术与应用包括监测站点的选择与布置、常用方法与仪器以及监测数据的处理与分析等方面。地下水监测站点的选择与布置是地下水监测的基础工作。监测站点的选择应充分考虑地质、水文、生态和人类活动等因素,确保监测数据的代表性和准确性。监测站点的布置应合理分布,覆盖整个工程区域,形成完整的监测网络。这有助于全面、系统地掌握地下水的动态特征。

4.3.2 地下水监测的常用方法与仪器

地下水监测的常用方法包括水位监测、水质监测和流量监测等。水位监测主要通过水位计或压力传感器等设备测量地下水位的变化;水质监测则通过采集地下水样本,进行物理、化学和生物学分析,了解地下水的成

分和污染状况;流量监测则通过流量计等设备测量地下水的流量^[4]。这些监测方法需要使用相应的监测仪器,如水位计、水质分析仪、流量计等。这些仪器应具有高精度、稳定性和可靠性,以确保监测数据的准确性。

4.3.3 地下水监测数据的处理与分析

地下水监测数据的处理与分析是地下水监测的重要环节。通过对监测数据进行整理、统计和分析,可以揭示地下水的动态变化规律、水质变化趋势以及地下水资源的可持续利用状况。常用的数据处理方法包括数据清洗、插值、趋势分析等;常用的分析方法包括统计分析、聚类分析、时间序列分析等。这些方法可以帮助科研人员更好地理解地下水的动态特征,为地下水资源的科学管理和保护提供科学依据。随着信息技术的快速发展,地下水监测数据的处理与分析也开始向智能化、自动化方向发展。通过引入大数据、云计算、人工智能等技术手段,可以实现地下水监测数据的实时采集、远程传输和智能分析,提高监测效率和准确性。

结束语

工程地质中的地下水问题研究是一个复杂而重要的课题,它直接关系到工程的安全性、稳定性和环境可持续性。通过深入探索地下水的分布规律、动态变化及其对工程的影响,不仅能够为工程设计和施工提供科学依据,还能够为地下水资源的合理开发与保护提供有力支持。未来,随着科技的进步和方法的创新,期待在地下水问题研究领域取得更多突破,为工程地质领域的发展贡献更多智慧和力量。

参考文献

- [1]李发艳.探讨岩土工程地质勘察中地下水问题的重要性[J].科技资讯,2023,21(13):121-124.
- [2]韦慈.工程地质勘察中地下水的问题及应对措施[J].工程建设(维泽科技),2023,6(8):92-94.
- [3]方剑飞.探讨矿区水文地质勘察中地下水的问题及应对措施[J].中国金属通报,2023(4):160-162.
- [4]刘健.吴琼.地下水资源管理的现状与挑战[J].水利科技,2020,45(3):78-83.