

# 岩土工程中的环境地质问题与治理措施

朱海荣

江苏省地质局第三地质大队，江苏 镇江 212000

DOI:10.61369/ME.2025120024

**摘要：** 岩土工程作为土木工程的重要组成部分，涉及地质、水文、土壤、岩石等多个领域，其施工与治理过程中不可避免地会遇到各种环境地质问题。本文旨在探讨岩土工程中常见的环境地质问题，如滑坡、泥石流、地面沉降、地下水污染等，并提出相应的治理措施，以保障工程的安全性和环境的可持续性。

**关键词：** 岩土工程；环境地质问题；治理措施；地质灾害；可持续发展

## Environmental Geology Problems and Control Measures in Geotechnical Engineering

Zhu Hairong

The Third Geological Brigade of Jiangsu Provincial Bureau of Geology, Zhenjiang, Jiangsu 212000

**Abstract :** As a vital component of civil engineering, geotechnical engineering encompasses multiple disciplines including geology, hydrology, soil science, and rock engineering. During construction and remediation processes, various environmental geological challenges are inevitably encountered. This paper investigates common geotechnical environmental issues such as landslides, debris flows, ground subsidence, and groundwater contamination, and proposes corresponding remediation measures to ensure both engineering safety and environmental sustainability.

**Keywords :** geotechnical engineering; environmental geological issues; remediation measures; geological hazards; sustainable development

## 引言

随着城市化进程的加快，岩土工程建设日益增多，如高层建筑、道路桥梁、地下隧道等。然而，这些工程的建设往往会对地质环境造成一定影响，甚至引发地质灾害。因此，深入研究岩土工程中的环境地质问题及其治理措施，对于保障工程安全、保护生态环境具有重要意义。

## 一、土工程中常见的环境地质问题

### (一) 滑坡

滑坡，作为一种常见的环境地质问题，对岩土工程的稳定性和安全性构成严重威胁。滑坡通常发生在地表斜坡，特别是那些地质结构复杂、岩土体性质不均、受水力作用显著的区域。首先，在地质结构复杂的区域，如断层带、褶皱区，以及存在软弱夹层、节理发育的岩石地带，岩土体的稳定性往往较差。这些地质特征为滑坡的发生提供了潜在的滑动面和剪切破坏的条件。特别是在层状结构的松散土体中，由于各层之间的粘结力较弱，当受到外力作用时，容易发生层间滑动，进而引发整体滑坡。其次，降雨，尤其是强降雨或持续降雨，会导致岩土体饱和软化，降低其抗剪强度，使得原本稳定的斜坡变得不稳定。此外，地下水位的变化也会引起岩土体中应力的重新分布。当地下水位上升时，水对岩土体的浮力作用增加，同时孔隙水压力增大，导致岩

土体有效应力减小，从而降低了斜坡的稳定性<sup>[1]</sup>。相反，地下水位骤降则可能引起岩土体内部应力调整，同样可能诱发滑坡。再者，随着人类活动的不断加剧，不合理的开矿、采石、堆填和建设等活动日益增多。这些活动往往改变了斜坡的原始应力状态，破坏了岩土体的自然平衡。此外，建设过程中的爆破、振动等作业也可能对斜坡稳定性造成不利影响。

### (二) 泥石流

泥石流，作为一种突发性的自然灾害，泥石流以其迅猛的速度和巨大的冲击力，能够瞬间冲毁道路、桥梁等交通设施，摧毁村庄，甚至引发连锁性的次生灾害，如洪水，对人民群众的生命财产安全构成极大威胁。首先，在地质构造复杂的山区，地表物质往往较为松散，易于被水力冲蚀。这些松散物质在重力作用下，一旦遭遇水力作用，便可能迅速转化为泥石流。同时，频繁的地震活动也是泥石流发生的重要诱因。地震不仅能使岩体破碎，增加松散物质的来源，还可能改变地形地貌，为泥石流的形

成提供有利条件。其次，在短时间内，大量的降水迅速侵入土壤，导致孔隙水压力急剧增大，地表物质的稳定性随之降低。当这种不稳定性达到一定程度时，便可能触发泥石流的发生。此外，降雨还能通过冲刷、浸泡等方式，进一步削弱坡面的稳定性，为泥石流的形成提供助力。再者，开矿、筑路等工程建设活动，往往需要对山体进行开挖、爆破等作业，这些活动不仅破坏了山体的自然结构，还增加了松散物质的来源。同时，过度砍伐森林等植被破坏行为，也大大降低了坡面的稳定性，使得泥石流的发生概率显著增加。

### （三）地面沉降

地面沉降，这一岩土工程领域中的环境地质问题，正悄然威胁着城市的基础设施安全、建筑物稳定性以及生态环境的和谐。首先，在人口密集、工业发达的地区，为了满足日益增长的用水需求，长期且大量的地下水抽取活动屡见不鲜。然而，这种无节制的开采行为，直接导致了地下含水层水压的显著下降。随着水压的降低，土体中的孔隙水逐渐排出，土体发生固结，地基土体随之压缩，最终引发地面沉降。这一过程不仅损害了地基的承载能力，还可能导致建筑物开裂、道路塌陷等一系列安全问题。其次，在自然界中，地基土层往往呈现出复杂多变的特性，如软弱地层、古河道或溶洞等的存在，使得地基在承受荷载时容易产生不均匀沉降。这种不均匀沉降不仅会导致建筑物倾斜、开裂，还可能破坏地下管线，影响城市的正常运行。再者，在岩溶发育的地区，地下水对岩石的溶蚀作用会导致地基强度的降低，进而引发地面塌陷等灾害。这种塌陷往往具有突发性，对人民生命财产安全构成极大威胁。此外，随着城市化进程的加快，建设活动日益频繁，如大型建筑施工、地下空间开发以及重型设备的使用等。这些活动在对地基产生额外压力的同时，也加速了地面沉降的进程<sup>[2]</sup>。

### （四）地下水污染

地下水污染，作为岩土工程中一个亟待解决的环境地质问题，其根源深植于人类活动的多个领域，对水体质量、自然生态系统乃至人类健康构成了直接且深远的威胁。首先，化工、冶金、造纸等重工业领域，在生产过程中产生的大量废水，若未经严格处理便直接排放或渗漏至地下，将带入重金属、有机污染物、酸碱等有毒有害物质。这些物质在地下水巾难以自然降解，长期积累下，将严重污染地下水体，威胁其作为饮用水源和灌溉水源的安全性。其次，农药和化肥的过量施用，以及畜牧业废弃物的处理不当，都会导致地下水巾硝酸盐、农药残留等污染物的含量超标。这些污染物不仅影响地下水的化学性质，还可能通过食物链传递，对人类健康造成潜在风险。再者，生活垃圾的填埋处理，虽然在一定程度上缓解了城市垃圾处理的压力，但填埋场产生的渗滤液若未得到有效控制，同样会渗透至地下水，带来污染。此外，石油和天然气开采过程中的废水排放和气体泄漏，也是地下水污染的重要途径。这些活动中产生的有害物质，如石油烃类、硫化物等，一旦进入地下水系统，将对其造成长期且难以治理的污染。

## 二、岩土工程中的环境地质治理措施

### （一）地质勘察与评估

在岩土工程的环境地质治理中，地质勘察与评估作为初始阶段的关键环节，扮演着至关重要的角色。首先，通过地质测绘、钻探和地球物理探测等手段，获取地层结构、地质构造、岩土性质等基本信息。地质结构的复杂性、稳定性以及岩土体的物理力学特性，直接影响工程的稳定性与安全性。其次，地下水是影响岩土工程稳定性的重要因素，其分布、运动规律和水质状况的分析至关重要。通过水文地质钻探、水质监测和地下水动力学模型，可以预测地下水对工程的潜在影响，如地下水位变化引发的地面沉降或地基失稳。再者，识别可能的环境地质问题，如滑坡、泥石流、地面沉降和地下水污染等，并评估其发生概率和潜在影响。这需要综合地质、气候、地貌、人为活动等多种因素，借助概率统计模型、GIS技术等工具，进行风险量化分析。同时，考虑工程对周边生态环境的影响，如土壤侵蚀、生物多样性保护和生态服务功能的维持。通过生态学调查和生态价值评估，为工程设计提供生态兼容性的建议<sup>[3]</sup>。

### （二）边坡治理

边坡治理是岩土工程中环境地质问题治理中的重要分支，尤其在山区和地形复杂的地区，其稳定与否直接影响着工程的可靠性及周边环境的安全。在边坡治理中，首先进行的是详细地质调查和稳定性分析。这包括对边坡的岩土性质、地质构造、地下水状况、植被覆盖等进行深入研究，以及对潜在的滑坡、岩崩等风险进行评估。借助遥感、地质雷达、地球物理探测等技术，可以准确识别边坡潜在的危险区域，并通过物理力学模型来预测边坡的稳定性，为治理决策提供科学依据。其次，预防性措施着重于在设计阶段就避免在高风险区域进行工程活动，通过合理的路线选择、坡面整理和植被恢复等手段，降低边坡的滑动可能性。修复性措施则针对已经发生的边坡问题，如支护结构（如挡土墙、锚索）、排水系统（如排水沟、排水井）的建设，以及土壤和植被的恢复，旨在恢复边坡的稳定性和生态功能。再者，通过实时监测系统，如地面位移监测、雷达监测和无人机航拍，可以对边坡状态进行持续跟踪，及时识别出可能的问题并采取应对措施<sup>[4]</sup>。此外，通过数据分析和模型预测，可以对边坡的长期稳定性进行评估，并据此调整管理策略，确保工程的长期安全。此外，三维激光扫描和无人机摄影测量技术提供了高精度的地形信息，有助于更准确地计算边坡稳定性。智能监测系统则可以实时反馈边坡状态，确保快速响应潜在的危险。

### （三）地下水治理

地下水治理关注的是如何保护和恢复地下水资源，以确保其质量和可用性，同时减少对环境的负面影响。首先，地下水质量的保护是地下水治理的基本任务。这涉及对污染物的源头管理，如工业废水、农业化学物质和城市生活污水的处理和排放，以减少对地下水的直接污染。制定严格的环境法规和执行标准是控制污染源的关键，同时推广清洁生产技术，鼓励废物的回收和资源化利用，可以降低污染物的产生。其次，通过设置地下水质量监

测站点，定期进行水质分析，并结合地下水动力学模型，可以实时了解地下水的动态变化，及时发现潜在的污染问题，为治理决策提供科学依据。此外，遥感技术和GIS的应用能够实现对大面积地下水质量的动态监测，提高预警的精度和效率。再者，对于已受污染的地下水，可以采用物理、化学或者生物的方法进行修复。物理方法如泵抽出、蒸汽浸提等可以去除污染物；化学方法如化学氧化、沉淀和吸附利用化学反应来中和或去除污染物；生物方法如生物降解利用微生物活性来分解污染物，这些技术的选择取决于污染物的性质和地下水的特性<sup>[1]</sup>。此外，通过科学的水资源管理，平衡开采与补给，控制地下水位，防止过度开采导致的地面沉降和水质恶化。

#### (四) 环境保护措施

在岩土工程中，环境保护措施旨在减少工程对地质环境的不良影响，预防和治理环境地质问题，同时促进生态系统的恢复与保护。首先，绿色建材的选择与使用通常具有低能耗、低排放、可再生或可回收的特性，如使用再生骨料的混凝土、低能耗的玻璃以及天然的木材。通过选用绿色建材，可以显著降低工程对自然资源的消耗，减少碳排放，并在一定程度上降低对地质环境的破坏。此外，绿色建材的使用也有助于提高建筑物的能效，降低运行期间的环境影响。其次，针对地质灾害、土壤侵蚀和地下水污染等问题，生态修复旨在恢复地质环境的稳定性和生态系统的健康。这些技术包括土壤改良、植被恢复、生态廊道建设以及湿地恢复等。例如，通过植被恢复，可以增强土壤的固结力，减少地表径流，降低滑坡和泥石流的风险；湿地恢复则能够改善水质，提供生物栖息地，同时调节洪水，减少对工程的威胁。生态修复技术的运用，旨在使工程与自然环境更加协调，实现工程效益与生态效益的双赢。再者，通过建筑信息模型（BIM）及智能建筑控制系统，可以实现能源的高效利用和资源优化管理。BIM技术能够提供建筑物全生命周期内的精确信息，优化设计，降低材料浪费；智能建筑控制系统则可以实时监控和调节建筑的能源使用，如照明、空调和加热，从而节约能源，降低碳排放。

#### (五) 应急预案制定

应急预案制定旨在提高工程对突发地质灾害的响应能力和减

轻灾害影响。首先，通过综合分析地质结构、地下水状况、生态环境以及潜在的人为影响，识别可能引发地质灾害的因素。风险评估则进一步量化这些因素对岩土工程的影响程度和发生的概率，为应急预案的针对性提供科学依据。这一过程通常借助地理信息系统（GIS）和概率统计模型，结合历史灾害数据和专家意见，以确保评估结果的准确性和可靠性<sup>[6]</sup>。其次，在识别和评估风险的基础上，设计应急响应策略是预案制定的核心。这些策略应覆盖预警机制、人员疏散、应急救援、资源调配、通信保障等多个方面。预警机制需建立在实时监测系统的基础上，能够迅速检测到地质灾害的早期迹象，及时向相关人员发出警报。人员疏散计划应明确疏散路线、集中点和安全区，确保人员能够迅速、有序地撤离危险区域。应急救援预案需预先规划救援队伍的组成、救援物资的准备和救援行动的流程，以提高救援效率。资源调配和通信保障计划则确保在灾害发生时，能够快速调动所需资源，并保持通信畅通，促进应急响应的协调和高效。再者，定期组织预案演练，模拟不同类型的地质灾害情景，检验应急响应的准备度和有效性，是确保预案实际可用性的关键。演练应包括预案的启动、信息传递、人员协调、资源调度等各个环节，通过模拟演练，发现问题并及时调整预案，提高应急响应的效率和应对能力。此外，预案应根据工程进展、地质环境变化和最新科研成果进行定期更新，确保其持续适应性和有效性。

### 三、结束语

岩土工程中的环境地质问题是影响工程安全和环境保护的重要因素。通过深入研究这些问题的成因和危害性，并采取相应的治理措施，可以有效地提高工程的安全性和环境的可持续性。未来，随着科技的不断进步和环保意识的不断提高，岩土工程中的环境地质问题与治理措施将得到更加深入的研究和应用，为土木工程的发展和环境保护做出更大的贡献。

### 参考文献

- [1] 王新蓉.复杂地质条件下岩土工程勘察技术的运用 [J].住宅与房地产 ,2020(36):214–215.
- [2] 陈柏成.关于岩土工程勘察中质量技术问题探讨 [J].西部资源 ,2021(2):104–105, 108.
- [3] 谭友根, 刘智辉, 吕小毛.岩土工程勘察常见质量问题分析及应对措施探讨 [J].核标准计量与质量 ,2020(S1):66–70.
- [4] 马志文.探讨矿山地质环境恢复治理中岩土工程勘查的作用 [J].世界有色金属 ,2024(4):143–145.
- [5] 王志强.岩土工程地质灾害的成因及防治措施探讨 [J].华东科技 (综合), 2020(10):135–135.
- [6] 方楚城.论岩土工程地质灾害及其防治措施 [J].西部探矿工程 ,2023,35(10):31–33.