

水文、工程与环境地质在岩土工程勘察中的应用与优化

杨倩 DOI: 10.12238/jpm.v5i11.7363

四川省第七地质大队

[摘要] 随着城市化进程的加快,岩土工程勘察在工程建设中扮演着越来越重要的角色。本文旨在探讨水文地质、工程地质方法以及环境地质考虑在岩土工程勘察中的应用与优化。

[关键词] 水文地质; 工程地质; 环境地质; 岩土工程勘察; 应用与优化

Application and optimization of Hydrology, Engineering and Environmental geology in geotechnical engineering survey

Yang Qian

No.7 Geological Brigade of Sichuan Province

[Abstract] With the acceleration of urbanization process, geotechnical engineering survey is playing an increasingly important role in engineering construction. This paper aims to explore the application and optimization of hydrogeology, engineering geology methods and environmental geology considerations in geotechnical engineering survey.

[Key words] hydrogeology; engineering geology; environmental geology; geotechnical engineering survey; application and optimization

一、引言

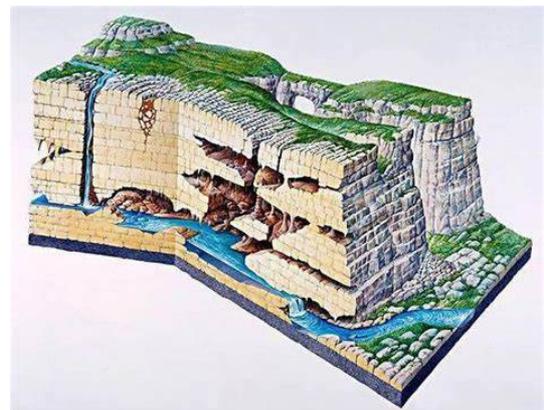
随着城市化的快速发展,工程建设规模不断扩大,对岩土工程勘察的要求也越来越高。岩土工程勘察作为工程建设前期的重要环节,其质量直接关系到工程的安全性、经济性和可持续性。因此,深入研究水文地质、工程地质方法以及环境地质考虑在岩土工程勘察中的应用与优化,对于提高勘察精度、降低工程风险具有重要意义。

二、水文地质在岩土工程勘察中的应用

2.1 地下水对岩土性质的影响分析

地下水作为地质环境的重要组成部分,对岩土性质的影响不容忽视。在岩土工程勘察中,地下水的活动可以改变岩土的物理和化学特性,如渗透性、强度和稳定性。例如,长期的地下水浸泡可能导致土颗粒的溶解或压缩,增加土体的孔隙率,从而降低土的承载力(如在某些地区的石灰岩溶洞现象)。此外,地下水

的酸碱度和溶解物质含量也会影响岩石的腐蚀性和可蚀性,可能加速结构材料的劣化(如酸雨对地下结构的侵蚀)。



岩溶地貌

在实际工程案例中,地下水位的升降对地面沉降和建筑物稳定性的影响尤为显著。例如,过度抽取地下水可能导致地下

水位下降，引发地面塌陷，如中国华北平原的地下水超采问题。反之，如果地下水位上升，可能引发地饱和，增加土体的浮力，对地下结构如地铁隧道的稳定性构成威胁。因此，地下水对岩土性质的影响分析是工程设计中必须考虑的关键因素，需要通过建立地下水-岩土相互作用的数学模型，结合历史数据进行预测和评估，以确保工程的长期安全和稳定性。

2.2 洪水与渗透分析在工程设计中的角色

渗透分析主要关注地下水的运动规律，对于地下结构如隧道、地下室的设计至关重要。例如，在设计地下车库时，必须考虑地下水的渗透路径和速度，以防止地下水侵蚀结构或导致地基沉降。这通常涉及到复杂的水文地质模型，如达西定律的运用，以预测地下水的动态变化。

另一方面，洪水分析在地表结构如桥梁、堤坝和城市基础设施规划中起着决定性作用。根据历史洪水数据和气候变化模型，工程师可以预测未来可能的洪水事件，从而设计出能够抵御极端水文事件的结构。例如，荷兰的防洪系统设计就充分考虑了洪水风险，通过精细的洪水模拟确保了人民生活的安全。

2.3 气候变化对水文地质参数的影响评估

随着全球平均气温的上升，降雨模式发生改变，可能导致地下水位的升降，影响到岩土工程的稳定性。例如，根据 IPCC 的报告，预计到 2100 年，全球降雨模式将发生显著变化，某些地区可能会经历更频繁的极端降雨事件，而其他地区则可能面临干旱的加剧。这种变化会直接影响到地下水的补给和排泄，改变地下水的化学性质，可能引发地面沉降、滑坡等地质灾害。

在工程勘察中，我们需要建立动态的水文地质模型，以评估气候变化对地下水渗透率、饱和度和流速的影响。例如，可以利用 GIS 和遥感技术结合气候模型输出，对地下水动态进行预测。

因此，环境地质学家和工程师需要加强合作，将气候变化的不确定性纳入工程设计的考量，以提高基础设施的气候适应性和韧性。这可能涉及到采用更耐候材料，优化排水系统，或者在规划阶段就预留出应对未来环境变化的空间。

三、工程地质方法在勘察中的优化

3.1 地质勘探技术的最新发展

遥感技术与无人机的应用，使得我们能以高精度和高效率获取地表信息，大大提高了地质结构的识别能力。此外，三维地震勘探技术的进步，现在可以更深入地理解地下结构，包括地下水位、断层和岩土层的分布，从而为工程设计提供更为精确的依据。在地质力学参数的测定上，新型的原位测试设备，如动态探针测试和声波测井，能实时反馈数据，减少误差，提

高参数的可靠性。这些技术的发展不仅优化了勘察过程，也为应对气候变化带来的水文地质参数变化提供了强有力的支持。

3.2 岩土力学参数的精确测定

在岩土工程勘察中，精确测定岩土力学参数是至关重要的。这些参数，如抗压强度、剪切强度、弹性模量等，直接影响着工程结构的设计与稳定性分析。例如，通过使用先进的原位测试设备，如静力触探仪或动力触探仪，可以更准确地获取地层的力学特性，误差可以控制在较小的范围内，从而提高设计的精确度和安全性。此外，实验室中的三轴压缩试验和直剪试验也是获取岩土力学参数的重要手段，通过模拟实际工况，可以得到更贴近实际的数据。在悉尼歌剧院的建设中，就采用了精确的岩土力学参数测定，确保了复杂地质条件下的结构稳定性，这充分证明了精确测定的重要性。

同时，随着数值模拟技术的发展，如有限元分析和离散元分析，我们可以将精确测定的岩土力学参数输入到这些模型中，进行工程场地的应力应变分析和潜在的滑移面识别。这种分析方法在诸如隧道挖掘、高层建筑地基处理等复杂工程中，能够提前预测和规避可能的地质风险，实现工程与环境的和谐共存。

3.3 地质灾害风险的评估与防范

地质灾害风险的评估与防范涉及到对地质结构稳定性、地震活动性、降雨诱发滑坡等多个因素的深入分析。例如，通过历史数据的分析，我们可以发现，如 1998 年我国长江流域的特大洪水就引发了大量滑坡和地面塌陷，凸显了对水文地质条件变化的敏感性。因此，运用先进的遥感技术与 GIS 系统，可以建立动态的地质灾害风险评估模型，预测可能的灾害风险区，为工程选址和设计提供科学依据。

同时，对于已知的地质灾害隐患，需要制定相应的防范措施，如设置防洪堤、建设地下水调控系统，或者在设计阶段就考虑建筑物的抗震性能。例如，汶川地震后，我国在地震多发区的建筑规范中加强了抗震设计要求，有效降低了地震引发的次生地质灾害损失。

四、环境地质考虑对勘察的影响

4.1 场地环境历史对工程的影响

场地过去的地质灾害历史（如地震、滑坡）可能揭示了地层的不稳定性，对建筑结构设计产生直接影响。同时，历史上的土地使用情况，如工业活动或垃圾填埋，可能导致土壤和地下水的污染，增加土壤稳定处理和地下水修复的成本。在分析这些因素时，工程师可能需要借助地质统计模型和历史数据分析，以预测潜在的环境风险。

以某市一个旧工业区的改造项目为例，场地在 20 世纪曾是化工厂，遗留的化学物质污染了土壤和地下水。在进行岩土

工程勘察时，通过深入研究场地历史，结合土壤和地下水样本的实验室测试，发现重金属和有机污染物浓度超标。这导致了额外的环境修复费用，估计高达数百万美元，并且影响了建筑基础的设计，需要采用更复杂的防渗和地基处理技术。因此，充分考虑场地环境历史，可以更准确地估算工程成本，避免因未预见的环境问题而引发的工程延误和预算超支。



地质灾害

4.2 土壤与地下水的污染评估

一个工业场地的改建项目，可能因历史上的化工生产活动导致土壤中存在重金属或有机污染物，这些污染物可能渗透到地下水层，影响到周边居民的饮水安全。评估过程中，会采用地球化学分析和生物标志物技术来确定污染物的类型、浓度和分布，参照的标准可能包括美国 EPA 的土壤修复标准或者当地的环境质量标准。

此外，使用地统计学和数值模拟方法可以重建污染的时空演化，预测污染物在不同气候情景下可能的迁移路径和影响范围。例如，使用 GIS（地理信息系统）进行空间分析，结合地下水流动模型，可以精确地评估污染对地下水的影响程度。这种评估结果将直接影响工程设计，可能需要设置防渗屏障或者设立地下水修复系统，确保工程的环境安全。

4.3 环境保护与可持续工程设计

场地环境历史中的工业活动可能遗留重金属污染，影响土壤结构和地下水质量。在设计阶段，需采用先进的地球化学分析，如同位素示踪技术，来准确评估污染程度和范围。同时，可持续工程设计强调在满足功能需求的同时，最大限度地减少对环境的影响。这可能涉及到采用生态修复技术，如植物修复或生物降解，来恢复受污染的土壤和地下水。此外，工程设计应考虑场地的自然地形和水文条件，通过雨水收集和利用系统，减少对有限水资源的依赖，实现水资源的可持续管理。

以荷兰的浮动建筑项目为例，该项目在面临海平面上升的挑战时，不仅成功地解决了洪水防护问题，还通过创新设计将

建筑与周围生态系统融合，实现了环境与建筑的和谐共生。这样的案例表明，通过深入的环境地质研究和创新的工程设计，我们可以创建出既安全又环保的岩土工程项目。



荷兰的浮动建筑

五、结论

在岩土工程勘察中，水文地质、工程地质和环境地质的综合考虑与应用，对于确保工程的安全性、经济性和环境可持续性具有至关重要的作用。通过精确测定岩土力学参数、评估地质灾害风险以及考虑场地环境历史，工程师能够更全面地了解地质条件，从而设计出既安全又经济的工程结构。此外，环境保护与可持续工程设计的融合，不仅有助于减少对环境的负面影响，还能提高工程项目的整体效益。

未来，随着科技的不断进步，岩土工程勘察技术将更加先进和高效。例如，遥感技术、GIS 系统和数值模拟技术的进一步发展，将使得地质灾害风险评估更加精确，预测能力更强。同时，随着对环境影响认识的加深，环境保护措施将更加科学和系统，可持续工程设计将成为岩土工程勘察不可或缺的一部分。

【参考文献】

- [1]王时民.岩土工程勘察中水文地质勘察的质量控制及施工措施研究[J].工程建设与设计, 2024, (17): 39-41.DOI: 10.13616/j.cnki.gcjsysj.2024.09.012.
- [2]陈志.水文地质岩土工程勘察设计及施工实践研究[J].工程建设与设计, 2024, (16): 34-36.DOI: 10.13616/j.cnki.gcjsysj.2024.08.211.
- [3]杜凭国.水文地质环境在工程勘察中的重要性探析[J].黑龙江环境通报, 2024, 37(07): 68-70.
- [4]龚良成.污染场地环境岩土工程地质勘察中水文地质条件评估方法研究[J].环境科学与管理, 2024, 49(05): 186-190.
- [5]蒋荣兵.矿山地质环境恢复治理中岩土工程勘察的作用[J].内蒙古煤炭经济, 2024, (02): 181-183.DOI: 10.13487/j.cnki.imce.024696.