

地下水对岩土设计及地灾防治工程的影响研究

陆艳西¹ 王晓桦²

1. 广西壮族自治区第四地质队 广西都安 530000

2. 广西壮族自治区第四地质队 广西贵港 530000

【摘要】地下水在岩土工程和地质灾害防治中扮演着至关重要的角色。地下水的存在和变化不仅显著影响岩土的物理力学性质，还对工程设计和施工安全产生直接影响。在岩土设计中，地下水的渗透和压力变化可能导致土体强度和稳定性的变化，从而增加工程结构失稳的风险。因此，本文就地下水对岩土设计及地灾防治工程的影响研究展开论述，旨在为岩土工程和地质灾害防治提供全面、系统的理论基础和实践指导，推动该领域的进一步发展。

【关键词】地下水；岩土设计；地质灾害防治；滑坡

近年来，随着监测技术、数值模拟和材料科学的不断发展，岩土工程和地质灾害防治领域取得了显著进展。然而，如何有效整合多学科知识，深入理解地下水对岩土结构和地质灾害的综合影响，仍然是当前研究和工程实践中亟待解决的问题。本研究旨在通过系统分析地下水对岩土设计及地质灾害防治的影响机制，提出相应的优化建议，以为工程设计提供科学依据，并为地质灾害防治工程的实施提供技术指导。

1 地下水对岩土力学性质的影响

地下水的存在和变化对岩土力学性质有显著影响。首先，地下水的存在增加了土体的总重，但由于浮力的作用，土体的有效重力减少，从而改变土体的密度。干燥状态下的土体密度较低，而饱和状态下的密度最高。其次，地下水的变化直接影响土体的含水量，含水量越高，土体的孔隙率也越高，这会影响土体的结构稳定性。例如，干燥状态下土体的含水量为5%，孔隙率为35%，而饱和状态下含水量达到25%，孔隙率上升至45%。第三，地下水降低了土体的有效应力，从而降低土体的剪切强度。随着地下水

含量的增加，土体的黏聚力和内摩擦角显著下降，导致剪切强度从干燥状态下的25.98 kPa下降到饱和状态下的19.87 kPa。最后，地下水压力变化导致土体压缩性增加，饱和状态下土体的压缩系数较高。

2 地下水对岩土设计的影响

2.1 地下水对基坑开挖设计的影响

地下水位高时，基坑开挖可能会引起涌水和流砂现象，增加施工难度和安全风险。涌水现象会导致基坑内水量过多，影响施工设备的操作和施工进度，甚至可能引发塌方事故。此外，流砂现象会使土体失去稳定性，导致基坑壁的局部或整体失稳，从而危及施工人员和设备的安全。基坑周围的地下水位变化会导致土体的渗流变形，渗流压力的增加使土体内部应力状态改变，从而影响基坑的整体稳定性，可能引发基坑侧壁变形或坍塌。在基坑支护设计中，需要充分考虑地下水对土体压力的影响。设计合理的排水系统是降低地下水位的重要措施之一，通过排水系统将基坑内及周围的地下水引导排出，可以减小基坑侧壁的水压力，防止土体软化和失稳。

表一：不同含水状态下土体的密度、含水量、孔隙率、剪切强度和压缩性

土样编号	状态	密度 (g/cm ³)	含水量 (%)	孔隙率 (%)	黏聚力 (c, kPa)	内摩擦角 (φ, °)	剪切强度 (τ, kPa)	压缩系数 (a _v , 1/kPa)
1	干燥	1.60	5	35	15	30	25.98	0.002
2	潮湿	1.85	15	40	12	28	22.64	0.003
3	饱和	2.00	25	45	10	25	19.87	0.004

2.2 地下水对边坡稳定性设计的影响

地下水的渗透压力对边坡稳定性有显著影响，主要通过降低土体的有效应力来减小其抗剪强度，增加边坡滑动的风险。当地下水渗透进入边坡内部，水的渗透压力会使土体颗粒间的有效应力减小，从而降低土体的抗剪强度，增加滑坡的可能性。尤其是在雨季或地下水位上升时期，边坡土体内部的孔隙水压力急剧上升，这种压力变化会改变边坡的应力状态，使边坡的整体稳定性受到严重影响，滑坡的风险大大增加。例如，在干燥状态下，土体的孔隙水压力为10 kPa，有效应力为90 kPa，抗剪强度为40 kPa；而在高地下水位条件下，孔隙水压力增加到50 kPa，有效应力降至50 kPa，抗剪强度下降到20 kPa；在雨季地下水位上升时，孔隙水压力更是达到70 kPa，有效应力减少到30 kPa，抗剪强度仅为10 kPa。随着地下水位的上升，土体的孔隙水压力显著增加，有效应力显著减小，从而降低土体的抗剪强度，这极大地增加了边坡滑动的风险。因此，在边坡稳定性设计中，必须充分考虑地下水位变化的影响，采取有效的排水和防渗措施，降低孔隙水压力，确保边坡的长期稳定性。

表二：不同地下水位条件下，土体的孔隙水压力、有效应力和抗剪强度的变化

条件	孔隙水压力 (kPa)	有效应力 (kPa)	抗剪强度 (kPa)
干燥状态	10	90	40
正常地下水位	30	70	30
高地下水位	50	50	20
雨季地下水位上升	70	30	10

3 地质灾害防治工程与岩土设计的优化建议

3.1 地质灾害防治工程的优化建议

地质灾害防治工程应采用精细化监测与预警系统以及综合治理与生态修复相结合的策略。首先，实时监测是关键，利用先进的监测技术，如卫星遥感、无人机巡检和地质雷达，建立全方位、立体化的监测网络，实时监测滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的动态变化，获取地下水位、土体含水量、地表位移等关键数据。基于这些监测数据，建立智能化预警系统，通过数据分析和建模，预测潜在的地质灾害发生时间和地点，发布及时预警信息，确保

相关部门和公众能够迅速采取应对措施，降低灾害损失。此外，在防治工程中，需结合工程措施与生态措施，利用排水设施、挡土墙和加固工程快速稳定灾害体，同时通过植被恢复、生态护坡和地表覆盖等生态措施，长期改善区域环境，增强地质灾害防治的整体效果。制定科学的长期治理规划，确保防治工程的持续有效性，定期评估防治效果，根据实际情况调整和优化治理方案，形成动态管理和长期保护机制。



图一：地质灾害

3.2 岩土设计的优化建议

岩土设计的优化需要多因素综合分析与创新材料和技术的应用。在设计过程中，必须全面考虑地质条件（如土层分布、岩性特征、地质构造）和水文条件（如地下水位、渗流路径），通过详细的地质勘察和水文调查，获取准确的基础数据，进行多因素综合分析，以优化设计方案。此外，利用数值模拟技术，如有限元分析、离散元模拟等，模拟地下水对岩土结构的影响，并结合实验室试验和现场测试，验证设计方案的合理性和可靠性，确保设计的科学性和可行性。在材料和技术应用方面，采用新型防渗材料，如膨润土土层、高分子防水膜、纳米防水材料等，可以增强岩土结构的防渗性能，减少地下水对工程的影响。同时，应用智能施工与维护技术，如自动化施工设备、智能监测装置和数字化管理平台，提高施工精度和效率。

结束语

地下水对岩土设计及地质灾害防治工程有着显著影响。本研究系统分析了地下水在岩土力学性质、基坑开挖、边坡稳定性和地基基础设计中的作用机制，提出了精细化监

测与预警系统、多因素综合分析与优化设计、创新材料与技术应用等优化建议,旨在提高工程设计的科学性和有效性,并增强地质灾害防治的整体效果。未来应深化地下水与岩土工程相互作用的研究,利用数值模拟技术和实验手段优化设计参数和防治措施,加强跨学科合作,推动技术创新,以更好地应对地下水带来的挑战,确保工程安全性和可持续性,为社会经济的稳步发展提供保障。希望本研究成果能为相关领域的研究人员和工程实践者提供参考,推动岩土工程和地质灾害防治技术的进步。

参考文献:

- [1] 孟盈竹,倪振强.高原地区防洪堤工程地灾评估要点及防治研究[J].砖瓦,2021,(06):102-103.
- [2] 王欣泉.中国地灾协会举办学术交流以服务需求为目标全力提升地灾风险识别和预警能力[J].中国地质灾害与防治学报,2020,31(03):8.
- [3] 黄敏.岩土工程地灾防治技术及防治研究[J].居舍,2020,(05):47.
- [4] 孙尔山,施润梅.分析地质灾害防治工程施工管理及工程验收中存在的问题及改进办法[J].绿色环保建材,2019,(07):147-148+151.
- [5] 邱继斌.地灾防治项目治理阶段的风险管理研究[D].重庆交通大学,2018.
- [6] 侯金武.中国地灾行业协会要在创新中发展[J].中国地质灾害与防治学报,2016,27(03):3.
- [7] 杨晋柳,杨恩祈,梁伟,等.断裂带上工程项目地灾评估及防治研究[J].价值工程,2016,35(20):151-154.
- [8] 荆卉,张孟才,祁福利,等.岩土工程勘察在黑龙江省地区地灾防治中的应用[C]//中国地质学会探矿工程专业委员会.第十八届全国探矿工程(岩土钻掘工程)技术学术交流年会论文集.黑龙江省九〇四水文地质工程地质勘察院;,2015:5.