

地下水与地质灾害的耦合作用与防治技术创新

王晓桦¹ 陆艳西²

1. 广西壮族自治区第四地质队 广西贵港 530000

2. 广西壮族自治区第四地质队 广西都安 530000

【摘要】地下水与地质灾害之间的耦合作用是一个复杂而多变的自然现象。随着全球气候变化和人类活动的加剧，地质灾害的频率和强度有所增加，给社会经济发展和人类生命财产安全带来了巨大威胁。地下水作为地质灾害发生和发展的重要因素，其变化和管理直接影响着地质灾害的发生风险。因此，研究地下水与地质灾害的耦合作用机制，并探索创新的防治技术，具有重要的理论意义和实际应用价值。本研究就地下水与地质灾害的耦合作用与防治技术创新展开论述，旨在为地质灾害防治提供科学依据和技术参考，推动防治技术的不断发展和完善，最终实现地质灾害风险的有效控制和减少。

【关键词】地下水；地质灾害；耦合作用机制；防治技术

近年来，纳米材料在地质灾害防治中的应用初见成效，智能传感技术和大数据、人工智能技术的结合为地质灾害监测与预警提供了新的思路。此外，综合治理模式和生态恢复技术的应用，也为地质灾害防治开辟了新的路径。这些创新技术的应用，不仅显著提高了防治效果，还在经济性和环保性方面展现出巨大优势。

1 防治技术现状及其不足

1.1 传统防治技术

抽水降压法、排水工程和加固与支护技术是当前广泛应用于地下水与地质灾害防治的三种主要传统技术。抽水降压法通过抽取地下水来降低地下水位，从而减少地下水压力和水饱和度，以减轻或防止滑坡和地面沉降等地质灾害的发生，其平均防治效果为85%，年均维护成本约为50万元，环境影响评分为4，显示出较大的环境影响，可能导致地面沉降和生态破坏。排水工程则通过修建排水沟、排水管和排水井等工程措施，将地下水导出或疏散，以减少地下水对地质灾害的影响，其平均防治效果为90%，年均维护成本为70万元，环境影响评分为3，工程建设和维护费用较高，且可能对局部生态环境产生负面影响，如造成地表水体的污染或破坏。加固与支护技术通过使用土工合成材料、钢筋混凝土和锚杆等材料对地质体进行加固和支护，以提高其稳定性，减少地质灾害的发生风险，其平均防治效果达到95%，年均维护成本为100万元，环境影响评分为2，尽管效果显著且持久，但工程量大、施工周期长，成本高，并且可能对原有地貌和生态环境造成破坏。

表一：传统防治技术的应用效果

技术类型	应用范围	平均防治效果 (%)	年均维护成本 (万元)	环境影响评分 (1-5)
抽水降压法	滑坡、地面沉降	85	50	4
排水工程	滑坡、泥石流	90	70	3
加固与支护技术	滑坡、崩塌	95	100	2

1.2 现有技术的局限性

现有的传统防治技术在地下水与地质灾害防治中发挥了重要作用，但也存在显著的局限性。首先，防治效果有限。传统技术在应对复杂、多变的地质灾害时效果不佳，例如，抽水降压法和排水工程在极端天气或突发事件中可能失效，缺乏实时、精准的监测和预警能力，无法及时应对地质灾害的突发变化。此外，单一技术难以全面解决地质灾害问题，需要多种技术的综合应用，但目前缺乏系统性的综合防治方案。经济成本也是一个主要挑战。传统防治工程的建设费用高昂，如大规模排水工程和加固工程需要投入大量资金，并且长期的监测、维护和管理成本也很高，增加了防治措施的经济负担。大规模工程建设对资源的消耗较大，不符合可持续发展的要求。环境影响方面，传统防治技术可能对当地生态环境造成破坏，如排水工程可能改变水文条件，影响动植物的生存环境，工程施工和运行过程中可能产生废水、废渣等污染物。

2 防治技术创新

2.1 新材料与新技术的应用

纳米材料和智能传感技术的应用为地质灾害防治带来了

革命性的进步。纳米材料具有独特的物理和化学特性，如高强度、轻质和高表面积，使其在地质灾害防治中具有广泛的应用前景。例如，纳米材料可以用于增强土壤的稳定性，通过纳米颗粒填充土壤孔隙，增加土壤的密实度和抗剪切强度，从而防止滑坡和崩塌。在实际应用中，纳米材料在滑坡治理中已初见成效。在某山区滑坡治理项目中，通过在滑坡体中注入含纳米颗粒的稳定液，显著提高了滑坡体的稳定性，减少了滑坡发生的可能性。此外，智能传感技术能够实时监测地下水位、土壤湿度、地表位移等关键参数，通过无线传感网络传输数据，形成全面的监测系统。这些系统能够快速捕捉地质灾害的前兆，并及时发出预警。

2.2 综合治理技术

综合治理技术强调地下水管理与地质灾害防治的同步进行，通过科学调控地下水位来减轻地质灾害风险。例如，地下水库系统可用于储存多余的雨水，在雨季时储存水量，旱季时释放，从而平衡地下水位，防止地面沉降和滑坡。在某城市，地下水库系统的成功应用大幅减少了地面沉降和滑坡的发生率，提高了城市的地质安全水平，这一案例展示了地下水与地质灾害综合治理模式的有效性和重要性。（见图一）

此外，生态恢复技术通过恢复和重建自然生态系统，增强生态系统的稳定性和抗灾能力。例如，植树造林不仅能美化环境，还能增加土壤的涵养水能力，防止水土流失，减少滑坡和泥石流的发生。在某泥石流多发地区，实施了大规模的植被恢复工程，通过种植深根植物，如竹子和乔



图一：综合治理



图二：信息化治理服务平台

木, 增强土壤的结构稳定性, 显著减少了泥石流的发生。

2.3 信息化与智能化技术

信息化与智能化技术在地质灾害防治中具有重要作用, 尤其是大数据与人工智能的应用。大数据技术能够收集和分析大量的地质和水文数据, 通过人工智能算法, 预测地质灾害的发生趋势和可能性, 提供科学的决策支持。例如, 某地区通过大数据平台, 整合了多年积累的地质灾害和地下水数据, 利用人工智能模型进行分析, 成功预测了一次大规模滑坡的发生时间和地点, 并提前采取防范措施, 避免了灾害损失。这种方法不仅提高了预测的准确性和及时性, 还显著减少了地质灾害造成的损失。(见图二)

同时, 地质灾害与地下水耦合监测与预警系统通过融合地质灾害监测和地下水监测数据, 实现全面的监测和预警。例如, 系统结合地质传感器和地下水位传感器的数据, 可以实时识别滑坡、地面沉降等灾害的早期信号, 并及时发出预警。在某地质灾害高风险地区, 部署了这样的耦合监测与预警系统, 通过对地下水位和地质活动的联合监测, 成功预警了多次地质灾害, 有效保护了当地居民和财产安全。

结束语

地下水与地质灾害的耦合作用机制复杂多变, 对其深入研究有助于揭示地质灾害的发生规律, 并为防治提供科学依据。传统防治技术虽有成效, 但其局限性和不足已显现, 亟需引入新技术应对地质灾害挑战。本文探讨了纳米材料、智能传感技术、大数据与人工智能等新技术在地质

灾害防治中的应用前景, 结合综合治理模式和生态恢复技术, 提出了新的防治思路和方法。实际案例表明, 这些创新技术在提高防治效果、降低经济成本和减少环境影响方面具有巨大潜力。未来地质灾害防治应加强多学科协作, 推动新技术研发和应用, 完善防治体系和预警机制, 以有效保护人类生命财产安全, 促进社会可持续发展。希望本文能为地质灾害防治领域提供有益参考, 推动技术创新和进步。

参考文献:

- [1] 刘莹. 地下水开采引发的地质灾害及防治方法[J]. 西部资源, 2023, (06): 50-52.
- [2] 陈立根, 刘国锋. 探讨如何防治矿山建设中的地下水诱发地质灾害[J]. 世界有色金属, 2023, (20): 220-222.
- [3] 李正凯, 张学东. 贵州省望谟县地质灾害发育特征与成因分析[J]. 中国水运(下半月), 2023, 23(11): 98-100.
- [4] 张威, 胡舫瑞, 慕巍, 等. 基于XGBoost和云模型的地质灾害易发性评价[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2023, 34(06): 136-145.
- [5] 李佳洋, 原年福, 李雪娇. 内蒙古西部某地地质灾害孕灾地质条件分析[J]. 西部资源, 2023, (04): 119-122.
- [6] 冯朝斌. 伊川县万安山采石场矿山地质环境修复治理研究[J]. 能源与环保, 2023, 45(05): 150-155.
- [7] 李杰. 水文地质勘查对地质灾害防治的重要性分析[J]. 冶金管理, 2023, (07): 80-82.
- [8] 王刚. 四川省蓬安县地质灾害孕灾地质条件分析[J]. 四川地质学报, 2023, 43(01): 134-140+151.