

地质灾害勘查中的地下水问题

李 伟 正高级工程师

江苏省地质调查研究院

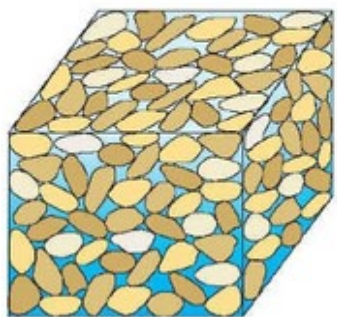
2026年5月

地下水类型

地下水类型

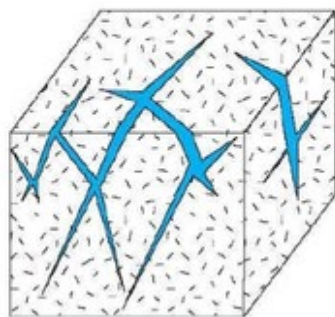
不同含水介质中

孔隙水：储存于松散层中的地下水。



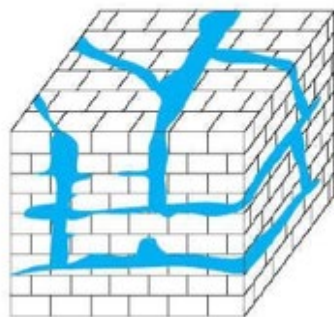
A. Well-sorted sand

裂隙水：储存于基岩裂隙中的地下水



B. Fractures in granite

岩溶水：储存于可溶性岩石溶穴中的地下水



C. Caverns in limestone CSDN @Alznmj

不同埋藏条件下

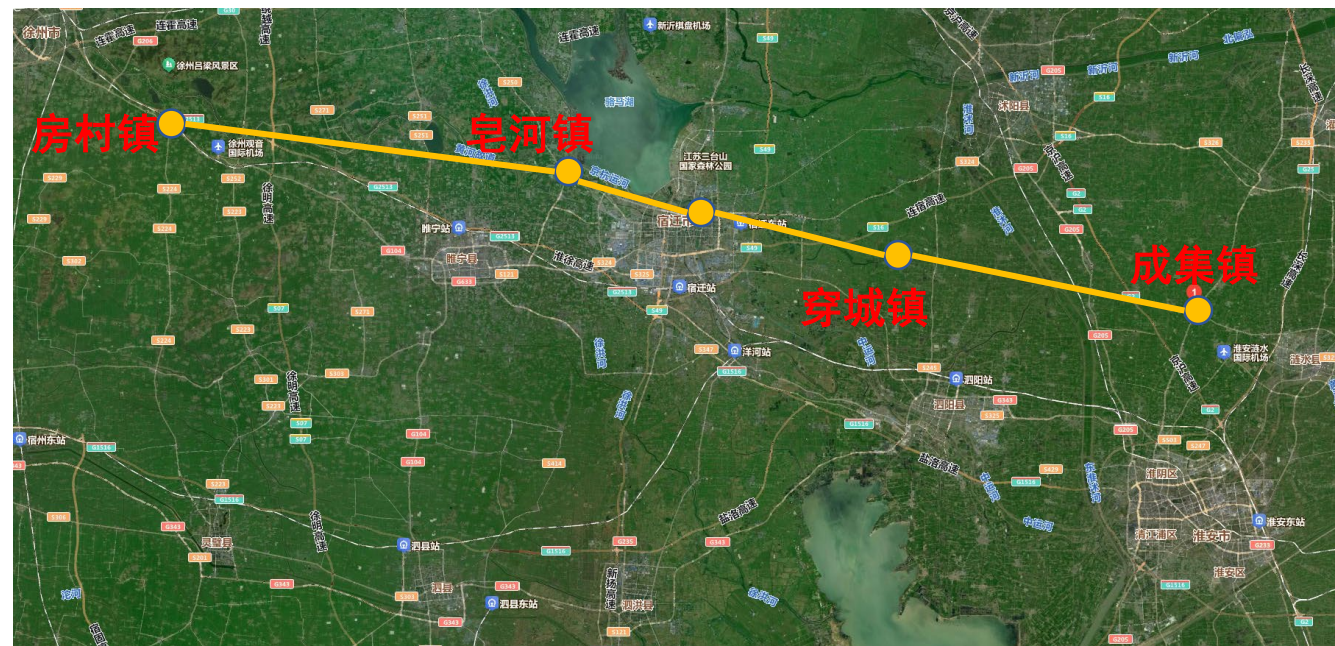
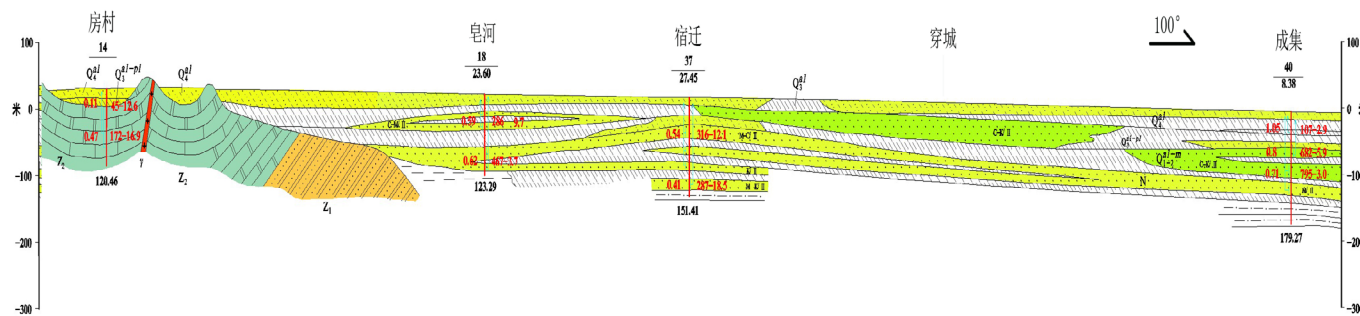
上层滞水、层间水、饱和带水；
深层水、浅层水；



潜水

承压水

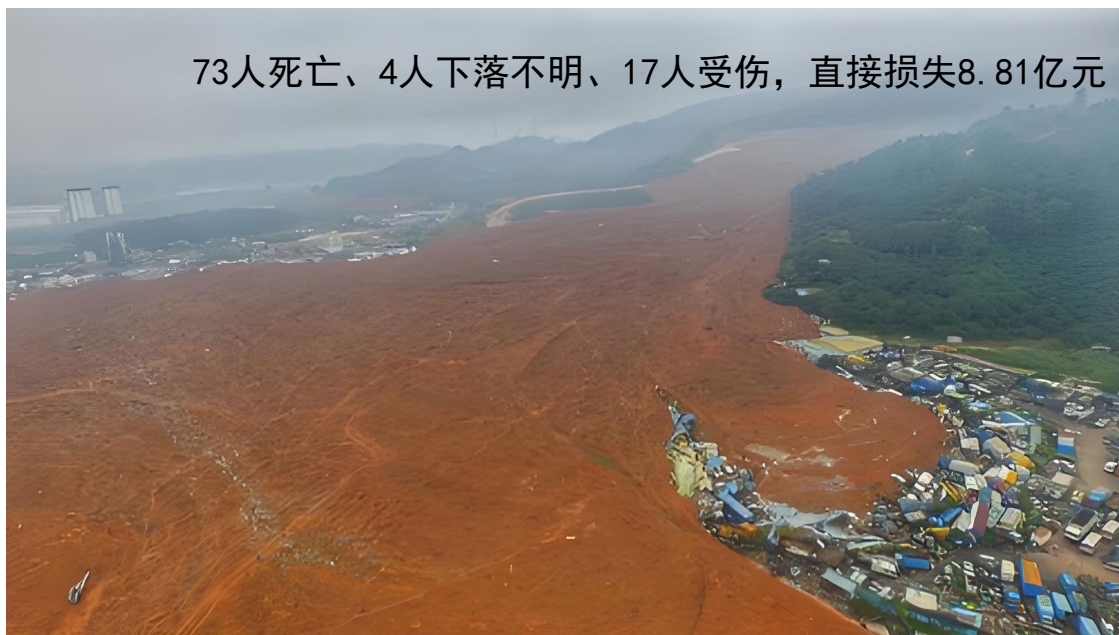
地层沉积与地下水赋存



填土——地下水是诱发地质灾害（滑坡）的重要因素之一

20151220深圳光明新区恒泰裕工业园红坳收纳场人工堆填土垮塌重大安全事故案

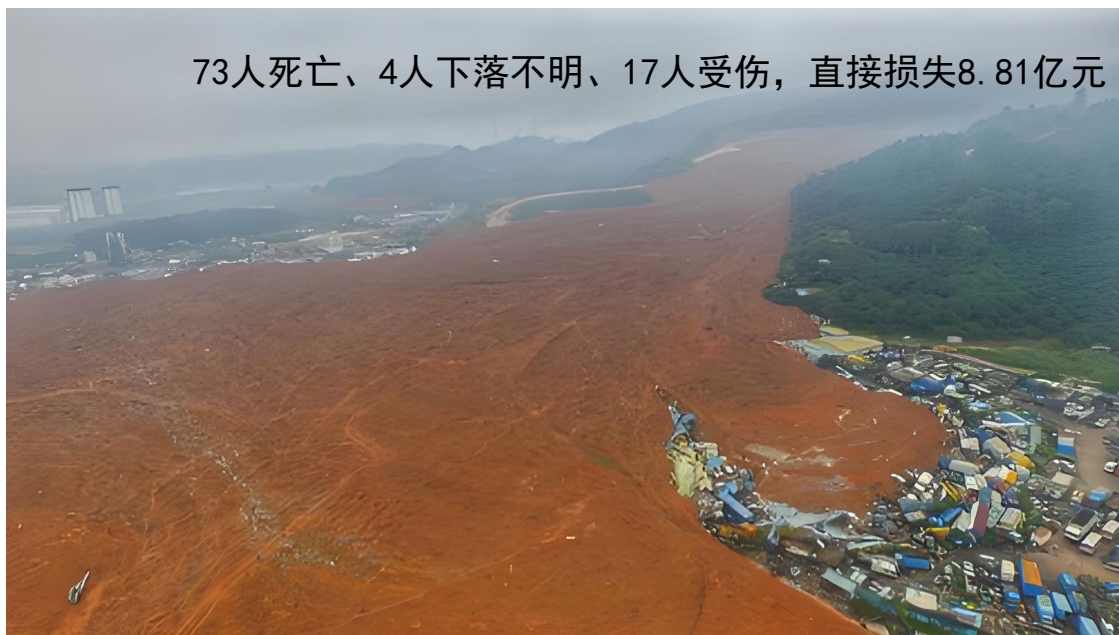
73人死亡、4人下落不明、17人受伤，直接损失8.81亿元



填土——地下水是诱发地质灾害（滑坡）的重要因素之一

20151220深圳光明新区恒泰裕工业园红坳收纳场人工堆填土垮塌重大安全事故案

73人死亡、4人下落不明、17人受伤，直接损失8.81亿元



江苏省典型滑坡地质灾害类型



宁镇下蜀土滑坡

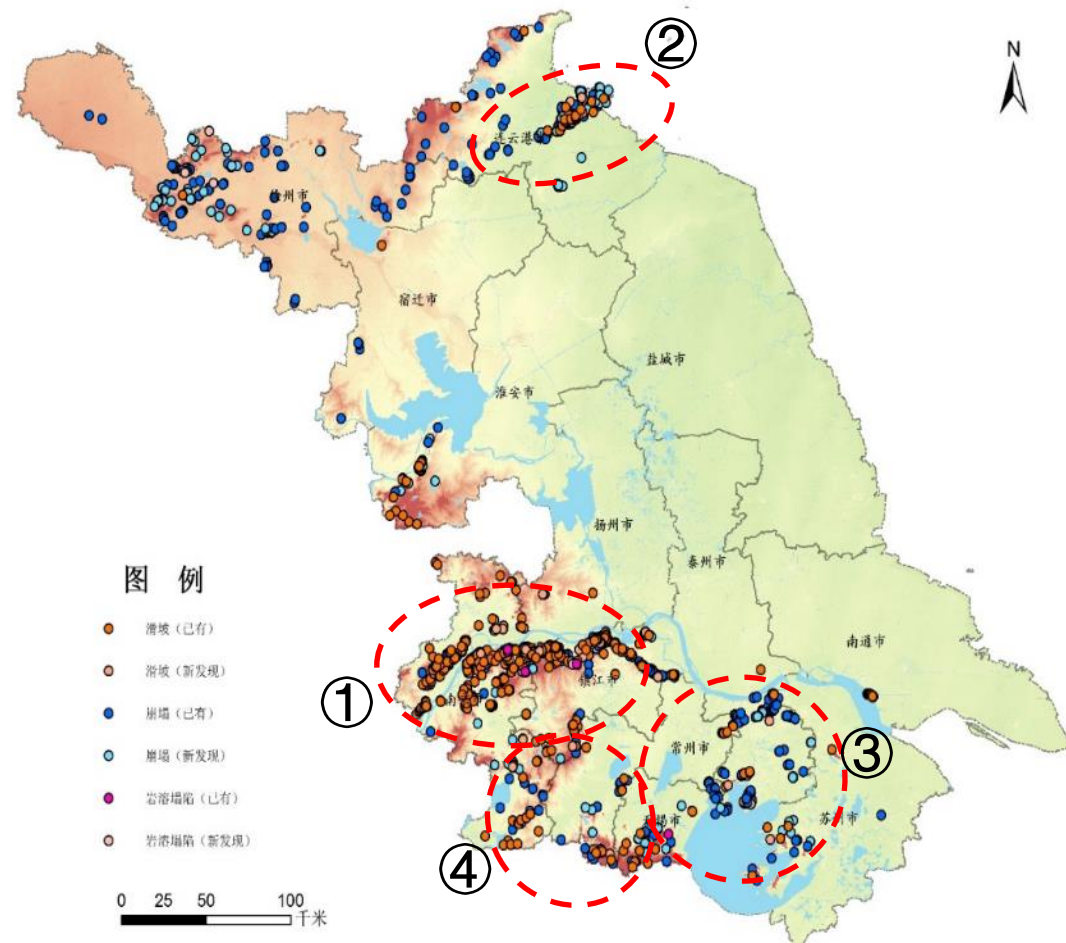


连云港绿泥石片岩滑坡

环太湖泥岩夹层滑坡



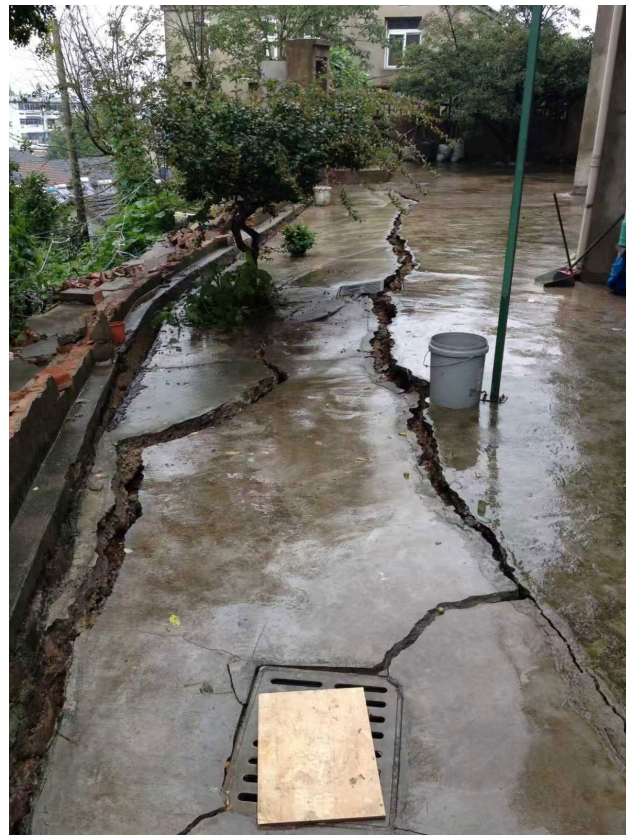
宜溧残坡积碎石土滑坡



下蜀土——水是诱发地质灾害（滑坡）的重要因素之一

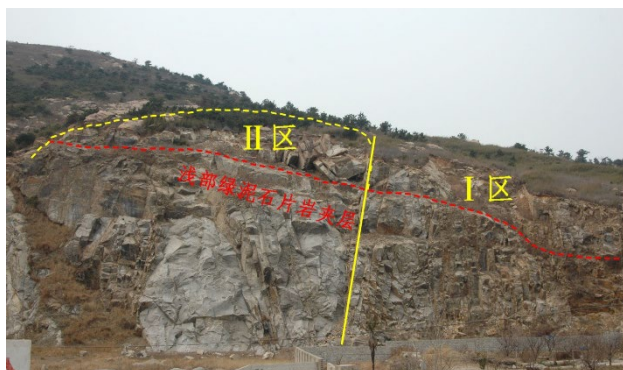


南京市栖霞区笆斗山

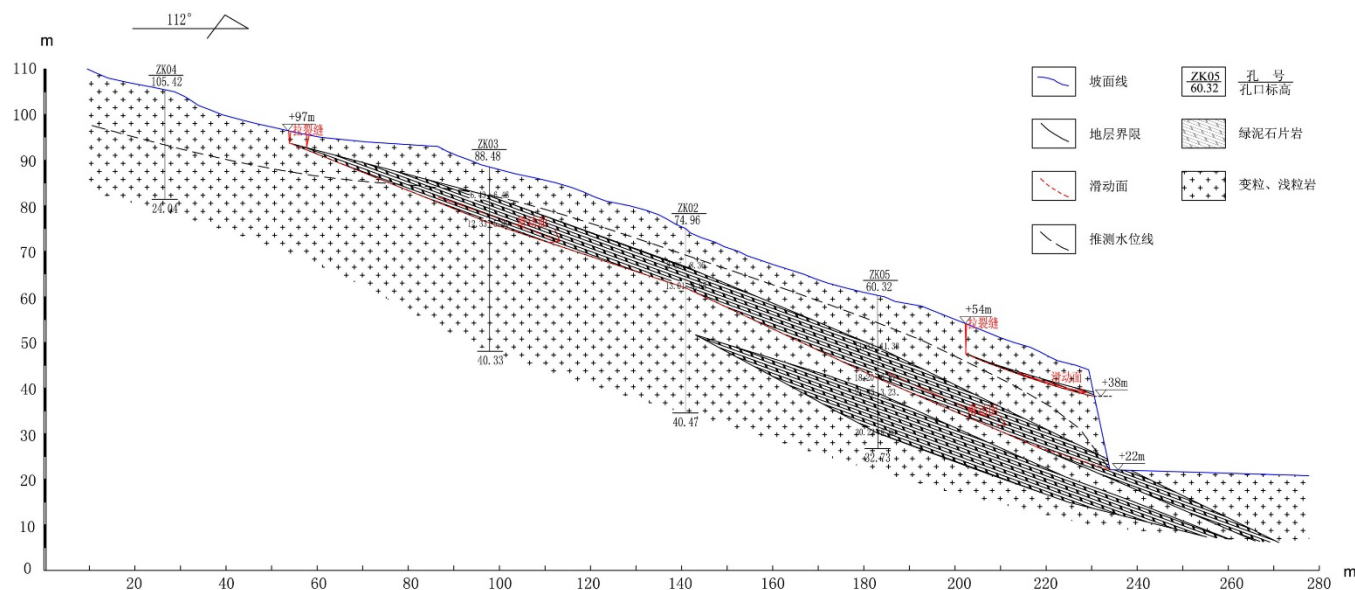
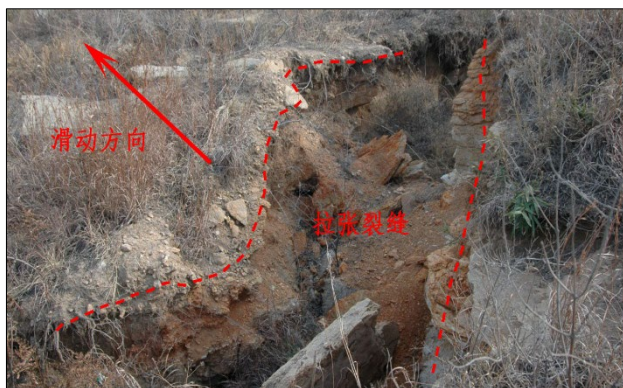


南京市栖霞区太平村75-4号

绿泥片岩——水是诱发地质灾害（滑坡）的重要因素之一



连云港花果山朝阳镇西山村



绿泥石片岩夹层物理力学性质较差，属软岩，裂隙发育，破碎，工程地质性质较差。

滑坡在自重和暴雨工况下稳定性系数均小于1，滑坡体处于不稳定状态。

软弱夹层——地下水是诱发地质灾害（滑坡）的重要因素之一



1号监测点



2号监测点



3号监测点



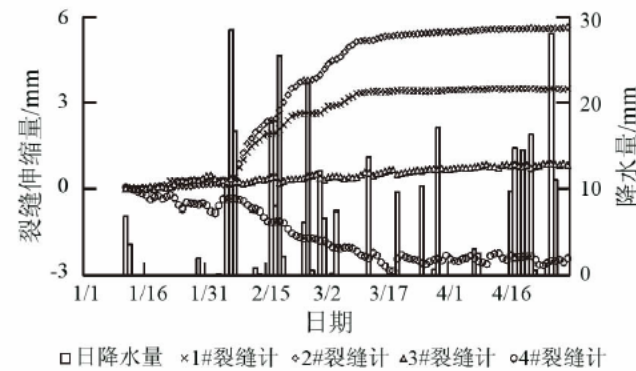
4号监测点



5号监测点



6号监测点



2012年4月
10(2):55-60

中国水土保持科学
Science of Soil and Water Conservation

Vol.10 No.2
Apr.2012

强风化砂岩夹板岩重塑土的剪切强度特性

韩雪梅¹, 杨建英^{1*}, 辜再元², 张华¹, 白麟¹, 骆汉¹

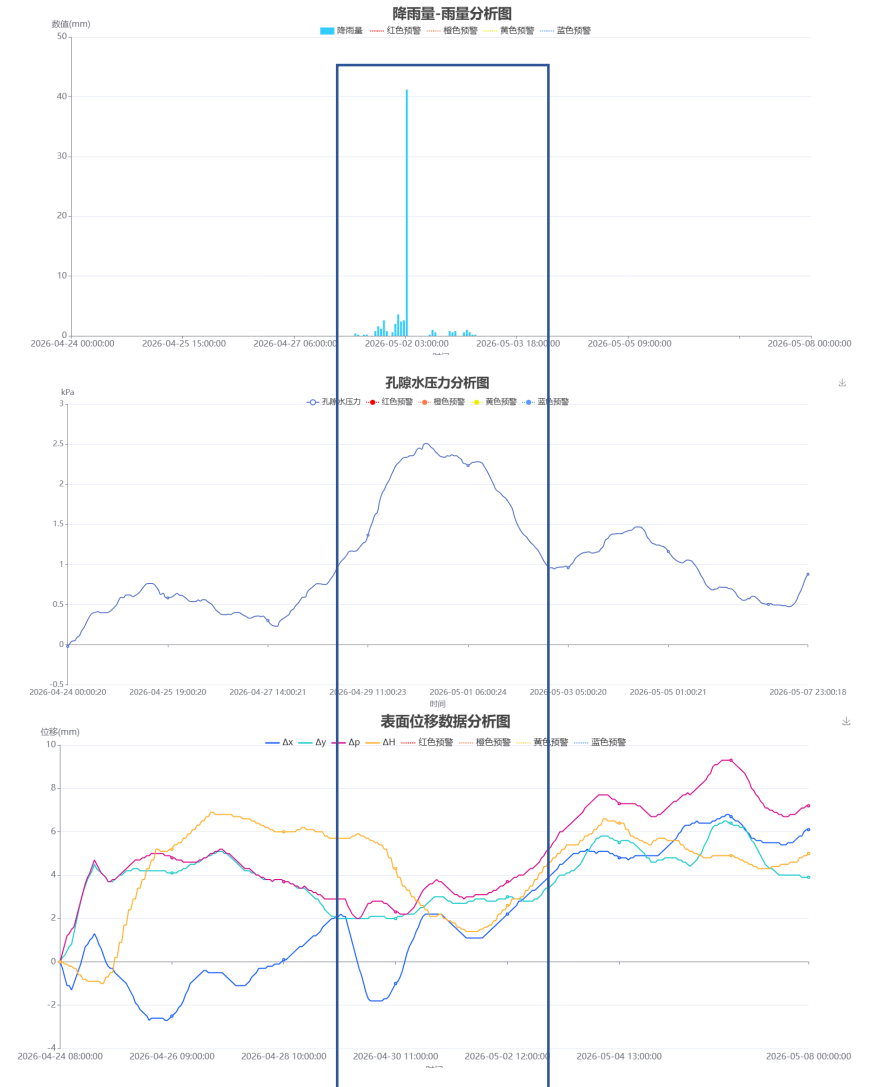
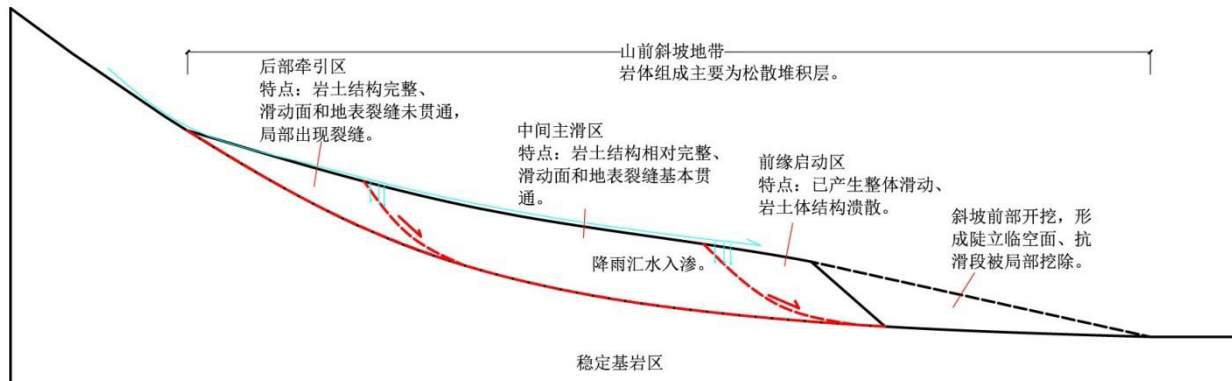
(1. 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室 北京林业大学水土保持学院, 100083, 北京;
2. 北京绿之源生态科技有限公司, 100083, 北京)

4 结论与讨论

1) 无锡雪浪山强风化砂岩夹板岩的抗剪强度指标受含水率的影响显著。随着含水率的增加, 土粒间黏聚力逐渐削弱, 抗剪强度指标明显减小。当含水率从 15% 增加到 25%, 且当干密度为 1.75 g/cm³ 时, 黏聚力减小 8.5 kPa, 内摩擦角减小 3.2°; 当含水率从 15% 增加到 25%, 当干密度为 1.85 g/cm³ 时, 黏聚力减小 10.8 kPa, 内摩擦角减小 2.6°。

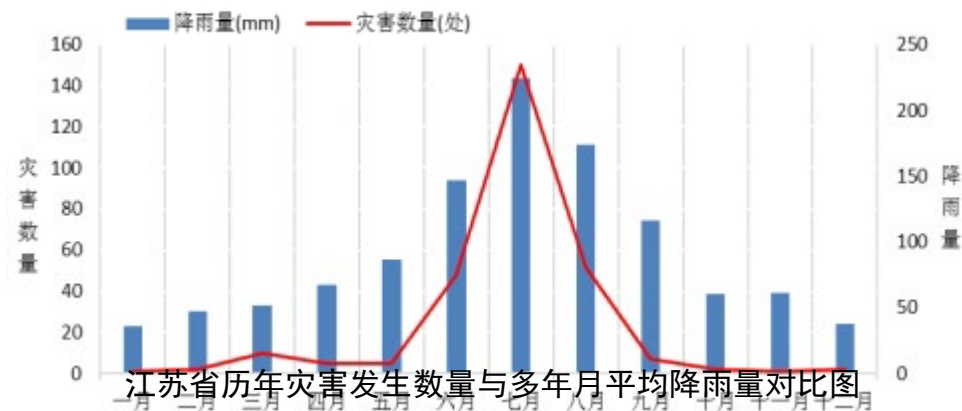
2) 当无锡雪浪山强风化砂岩夹板岩的含水率为 20% 时, 其抗剪强度指标随着干密度的增大而减小; 而当含水率为 15% 和 25% 时, 其抗剪强度指标则随着干密度的增大而增大; 因此可以认为, 含水率为 20% 左右的某个值可能是影响雪浪山滑动面土层的抗剪强度指标的一个界定值。

残坡积土——地下水是诱发地质灾害（滑坡）的重要因素之一

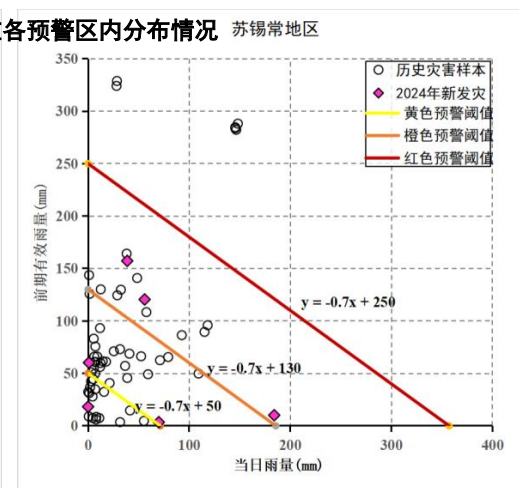
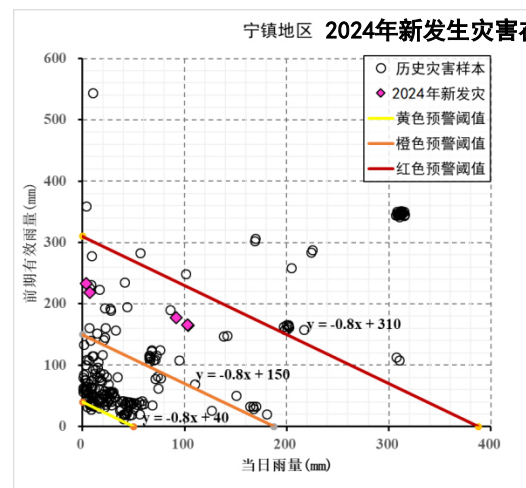
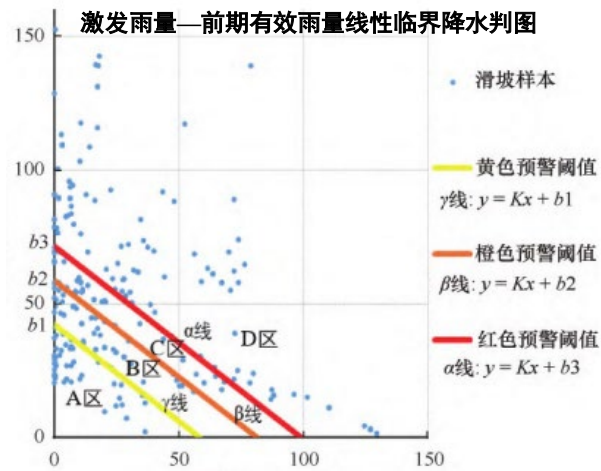
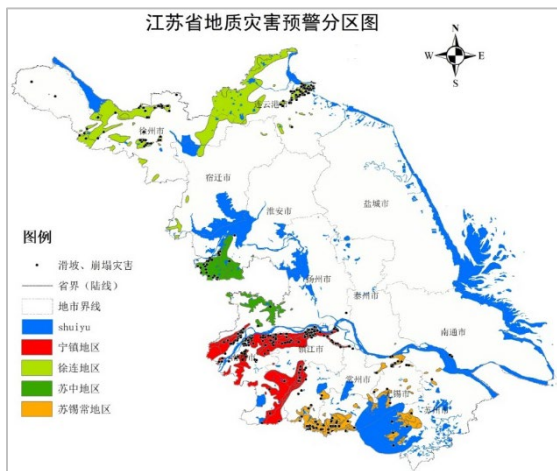


地下水在地质灾害诱发中的重要作用——宏观研究——区域地质灾害气象风险预警

对2006-2023年间300处灾害点的时序分析表明，92.98%的灾害发生在汛期（6-9月），其中87.72%更集中发生在6-8月的主汛期，与月平均降雨量峰值期高度吻合，凸显了地质灾害显著季节性规律。



地下水在地质灾害诱发中的重要作用——宏观研究——区域地质灾害气象风险预警



区域地质灾害诱发规律的宏观认识与规律统计

地下水在地质灾害诱发中的重要作用——宏观研究——区域地质灾害气象风险预警

从区域地灾气象风险预警到微观监测预警

——地质灾害早期识别——

(孔隙水压力监测、土壤含水率监测)

地质灾害早期识别中的**监测难点**

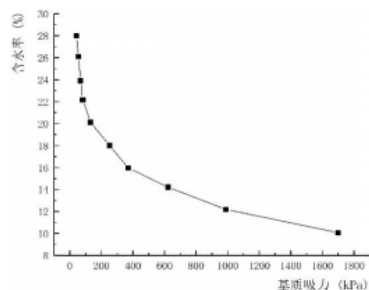
——难在施工（原始状态破坏、软弱结构面揭露）

——难在饱和非饱和的动态变化（尤其孔隙水压力）

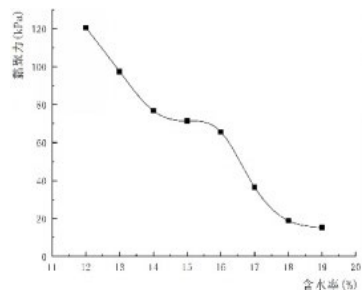
——难在稳定可靠的设备选择与安装



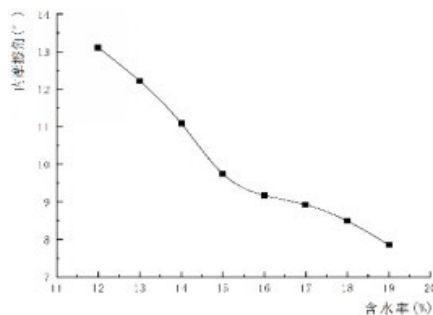
地下水在地质灾害诱发中的重要作用——微观研究——物理力学实验



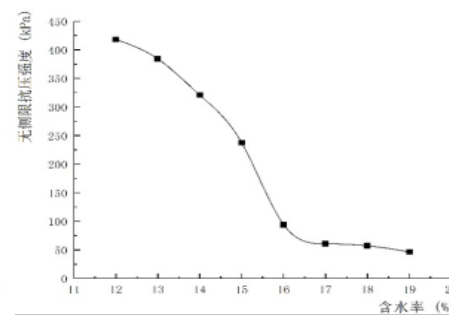
基质吸力与含水率关系



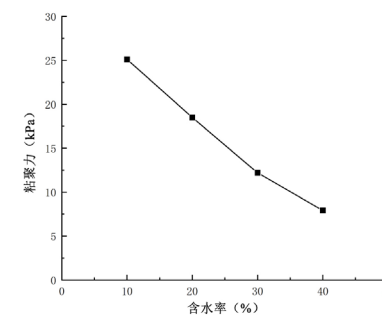
粘聚力与含水率关系



内摩擦角与含水率关系



无侧限抗压强度与含水率关系

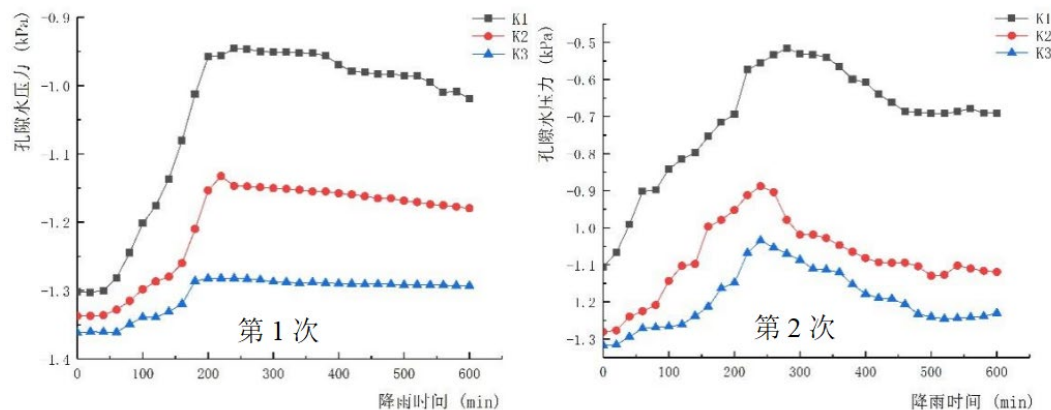


抗剪强度与含水率关系

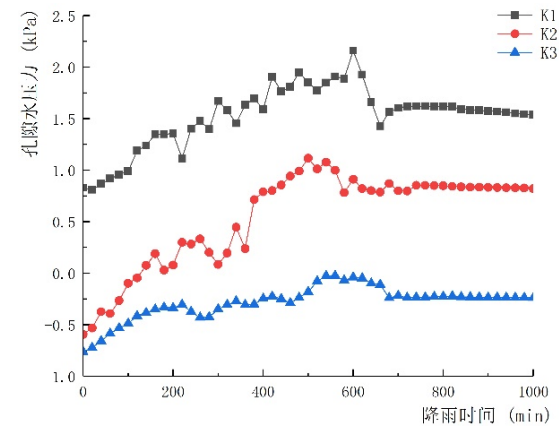
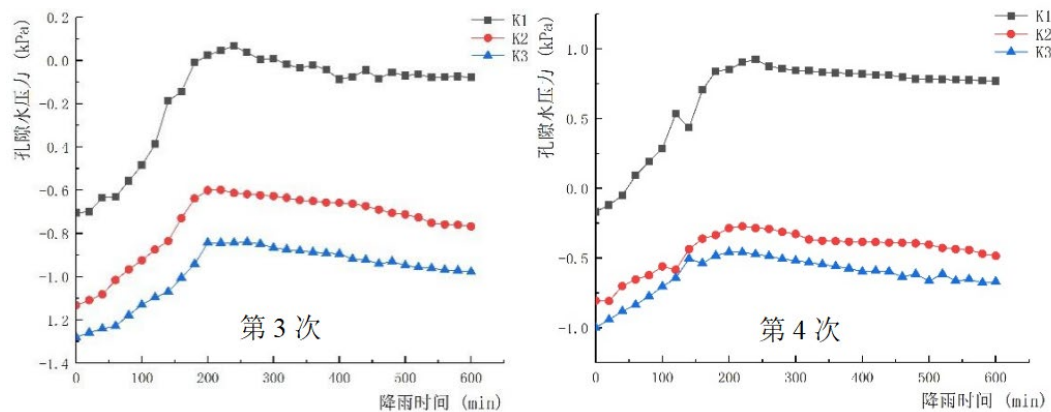
物理力学实验得到的一些规律——水土力形变内在互馈机制（理）

地下水在地质灾害诱发中的重要作用——微观研究——缩尺模型（物理模型）

室内缩尺模型



得到的一些规律

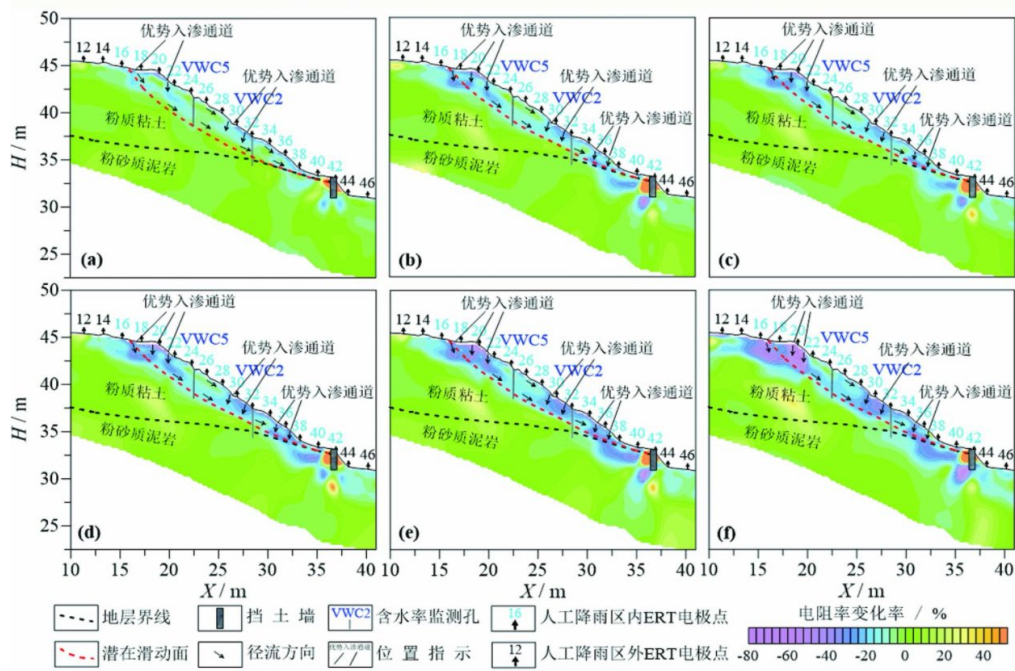


间歇型降雨孔隙水压力变化曲线

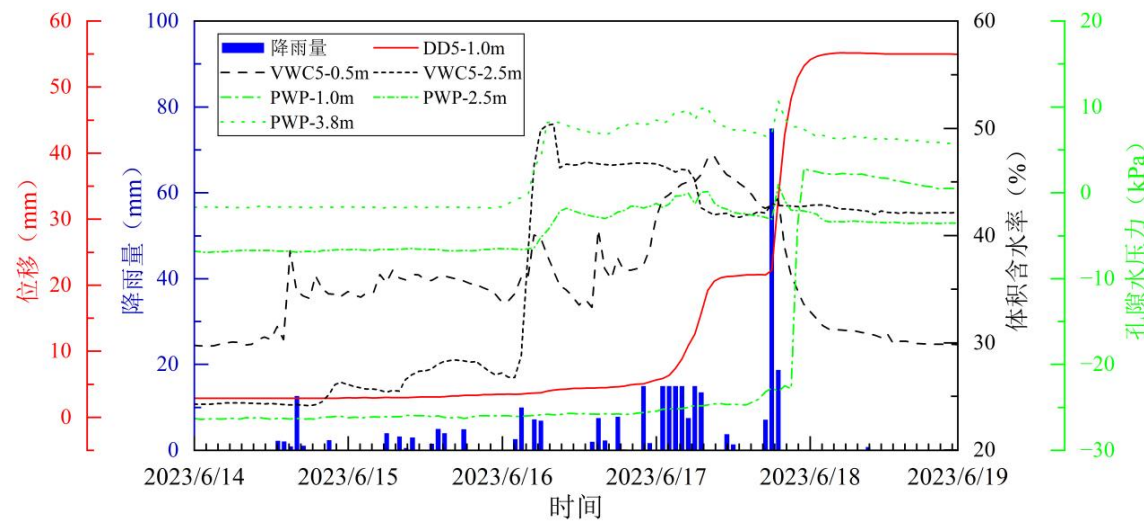
持续型降雨孔隙水压力变化曲线

地下水在地质灾害诱发中的重要作用——微观研究——足尺模型

江北新区牟尼峰滑坡试验场

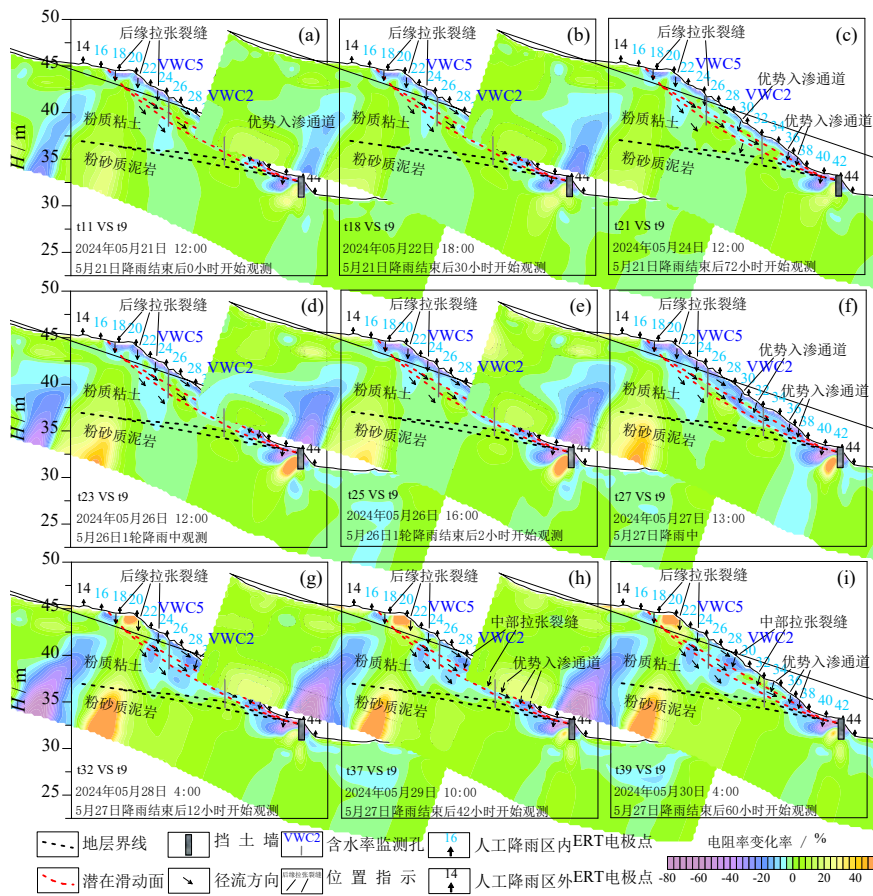


第一次降雨试验期间T1线TL-ERT反演电阻率变化率剖面

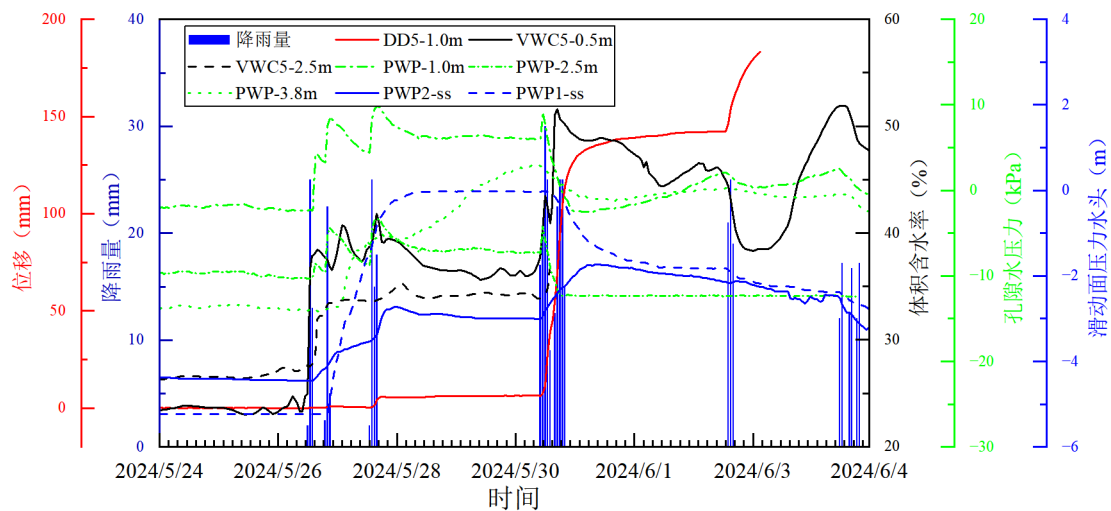


第一次试验典型时段土壤含水率-孔隙水压力-位移变形对比曲线

地下水在地质灾害诱发中的重要作用——微观研究——足尺模型



第三次降雨试验期间T1线TL-ERT反演电阻率变化率剖面



第三次试验典型时段土壤含水率-孔隙水压力-位移变形对比曲线

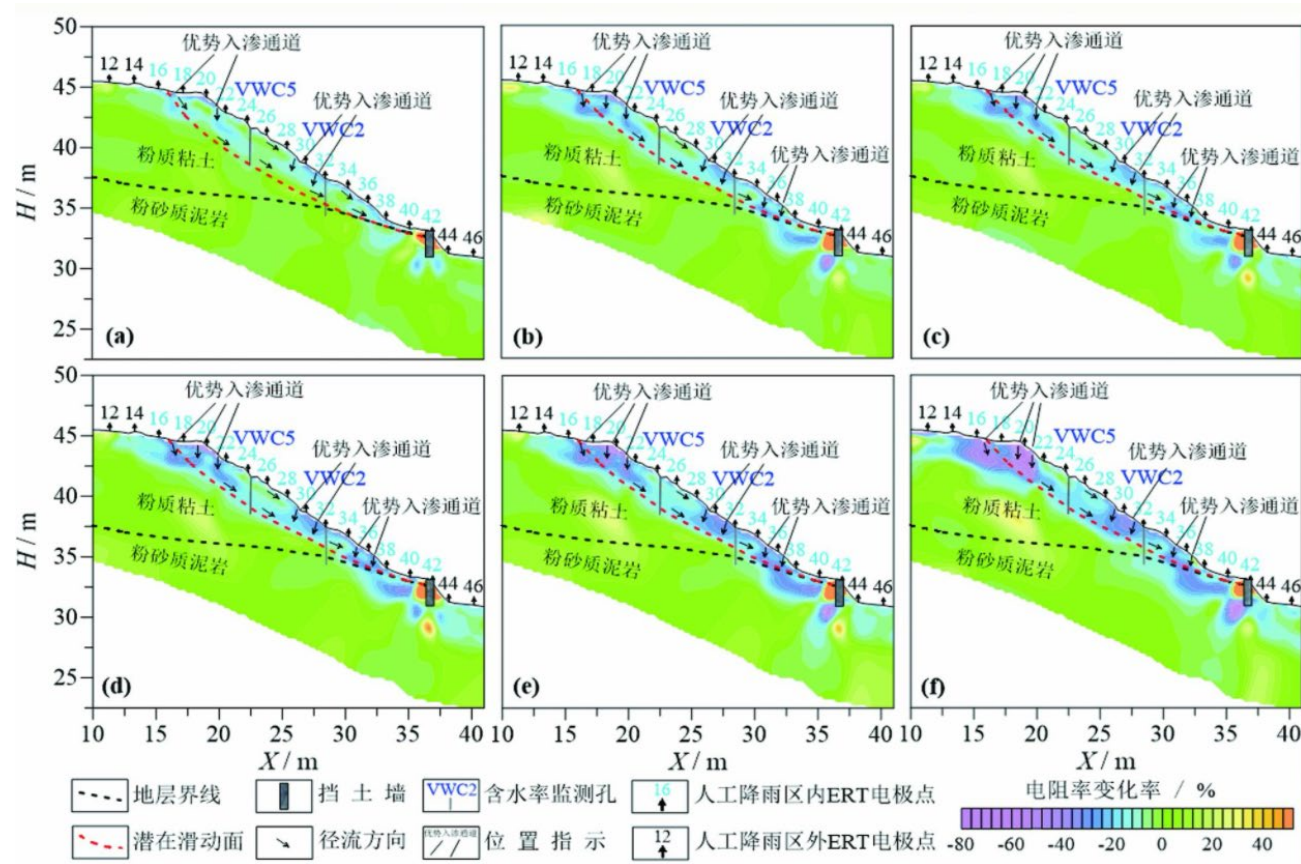
地质灾害勘查中的勘测难点

- 勘查场地的苛刻条件（地形、通达）
- 施工队伍的专业素质
- 有无泥浆钻进的难度/扰动与水土平衡破坏
- 非饱和特征带来的揭露、勘测难点

○ ○ ○ ○ ○



调查、钻探、物探、测绘、监测等方法
的融合使用



感谢