

降雨诱发的滑坡-从初始降雨阶段到失效后流动：基于神经网络的概率分析

Rainfall-Induced Landslides from Initialization Rainfall to Post-Failure Flows: Statistical Analysis Analysis with neural networks

徐昊鼎

Haoding Xu

(西安理工大学岩土工程研究所, 西安 710048;)

(Institute of Geotechnical Engineering, Xi'an University of Technology, 5 South Jinhua Road, Xi'an, Shaanxi 710048, China;

摘要：降雨诱发滑坡因其突发性、广泛性、范围广和危害重等特点，在全世界范围内都是一种严重的地质灾害。因土体的空间变异性，通常采用概率分析来给出滑坡的概率描述。然而，由于降雨诱发滑坡的复杂性，直接使用蒙特卡罗分析方法计算起来非常耗时。因此，需要新的方法来提高计算效率。本文提出了一个框架，采用两步模拟法研究降雨诱发滑坡的滑动距离。模拟了坡体从初始不稳定状态到失效后流动的完整过程。首先用水力耦合有限元模型求解降雨入渗过程和初始不稳定状态。再采用耦合的欧拉-拉格朗日法模拟失效后流动过程，这个过程中，土体可在固定的欧拉网格中自由流动。采用等效强度法映射上述两个步骤的参数，基于 DP 模型考虑非饱和土的有效应力，通过欧拉分析准确量化滑动距离，使用三维分析研究坡体形状对滑动距离的影响。结果表明，平面应变假设下的二维分析在设计上通常是较为保守和安全的，但在计算凸形坡体时，二维和三维结果差异较大。土壤的不确定性和空间变异性可能影响滑动距离的统计分布。使用神经网络的随机分析框架能显著提高计算效率，并具有较好的预测精度。

关键词：降雨诱发滑坡；神经网络；随机分析；大变形分析；滑动距离