

基于 CMIP6 的中国降雨型滑坡风险预测与不确定性分析

宗涵、戴强、陈恩泽

南京师范大学地理科学学院

摘要：气候变化加剧极端降水事件的发生，影响降雨型滑坡发生的频率和强度，对生态系统和人类社会造成多重风险，因此研究未来气候条件下降雨型滑坡灾害发生的风险对于灾害防治具有重要意义。然而，未来气候变化预测具有多种来源的不确定性，包括气候内部变率、气候模式响应、未来排放情景和偏差校正算法，滑坡风险预测模型本身的结构与参数也会增加新的不确定性，这些不确定性极大地影响了降雨型滑坡风险预测的精度和可靠性。基于此，本研究通过构建滑坡风险预测模型来分析气候变化对降雨型滑坡时空分布的影响及其不确定性，预测未来滑坡变化的可能范围与程度，定量揭示未来滑坡预估的多元不确定性特征和总体不确定性特征。围绕研究目标，本研究基于 CMIP6 GCMs 经偏差校正、降尺度算法评估中国大陆地区降水与气温的演变特征，进一步构建降雨阈值模型、土壤湿度阈值模型、水文-气象模型对中国大陆地区降雨型滑坡风险进行时空预测与不确定性分析。主要成果如下：（1）基于 CMIP6 GCMs 评估中国大陆地区降水与气温的演变特征。分别选用 SSP1-2.6、SSP2-4.5 和 SSP5-8.5 情景下 15 个 GCMs，通过偏差校正算法与降尺度算法提高 GCMs 对降雨和气温的模拟能力，再进一步对 21 世纪中国大陆地区降雨和气温变化趋势进行分析。（2）设计融合土壤湿度的滑坡风险预测模型。构建了降雨阈值模型、土壤湿度阈值模型和水文-气象阈值模型，利用多指标评价各模型性能，证明本文构建的滑坡风险预测模型能够有效用于中国大陆地区降雨型滑坡风险预测。（3）对降雨型滑坡风险进行时空预测与不确定性分析。通过耦合 GCMs、滑坡风险预测模型，预测气候变化影响下中国 21 世纪降雨型滑坡风险变化，并在此基础上研究气候变化预测的多源不确定性。结果表明：从多模式集合平均值来看，除了青藏高原部分地区滑坡灾害频率减小，其余地区滑坡灾害频率均为增加趋势。在 5 种不确定性来源中，气候内部变率、滑坡预测模型和气候模式不确定性贡献度是最大的。

关键词：气候变化、降雨型滑坡、时空预测