

黄土地区细沟可蚀性参数及细沟分离临界动力研究

李佳敏¹, 申楠^{1,2}

(¹ 西北农林科技大学水土保持科学与工程学院黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 杨凌 712100; ² 中国科学院水利部水土保持研究所, 杨凌 712100)

摘 要: 黄土高原是我国土壤侵蚀最严重的地区之一, 同时也是生态环境建设的重要区域。细沟可蚀性参数与细沟分离临界动力是评价土壤性质对侵蚀敏感性的重要指标。本文旨在通过水槽实验, 在 5 个坡度 5 个流量完全组合条件下观测细沟径流分离能力, 研究五种典型黄土土壤的细沟可蚀性参数 (K_r) 和细沟分离临界动力参数 (ω_c), 确定影响细沟可蚀性参数及细沟分离临界动力的土壤理化指标, 并比较本研究所得 K_r 与 ω_c 参数与 WEPP 模型计算结果的差异。研究结果显示: (1) 不同类型黄土的细沟可蚀性和临界水流功率存在显著差异。神木沙黄土的细沟可蚀性最高 ($0.4005 \text{ s}^2 \text{ m}^{-2}$), 其次是杨凌粘黄土 ($0.3508 \text{ s}^2 \text{ m}^{-2}$)、定边沙黄土 ($0.3014 \text{ s}^2 \text{ m}^{-2}$)、安塞黄绵土 ($0.2281 \text{ s}^2 \text{ m}^{-2}$) 和长武黄绵土 ($0.1963 \text{ s}^2 \text{ m}^{-2}$), 即除了杨凌粘黄土, 其余土壤的细沟可蚀性参数按照土壤粒径由细到粗、地理位置由南到北逐渐增大。(2) 长武黄绵土具有最高的临界水流功率 (1.0352 W m^{-2}), 其后依次是安塞黄绵土 (0.9522 W m^{-2})、定边沙黄土 (0.5255 W m^{-2})、杨凌粘黄土 (0.3549 W m^{-2}) 和神木沙黄土 (0.3326 W m^{-2})。长武黄绵土、安塞黄绵土细沟分离临界水流功率比较接近, 除了杨凌粘黄土, 其余土壤的细沟分离临界水流功率按照土壤粒径由细到粗、地理位置由南到北而逐渐减小。(3) 土壤的粘聚力、有效粒径 (粉粒级有效颗粒含量、土壤有效中值粒径、砂粒级有效颗粒含量) 显著影响细沟可蚀性和临界水流功率。具体而言, 细沟可蚀性与土壤粘聚力及有效粉粒含量呈显著负相关, 土壤的粘聚力越大, 土壤颗粒抵抗细沟水流分离的能力越强, 土壤的可蚀性越小, 而细沟可蚀性与有效砂粒含量和中值粒径呈正相关。同样, 临界流功率与土壤粘聚力和有效粉粒含量显著正相关, 而与有效砂粒含量和中值粒径呈负相关。(4) WEPP 模型计算的黄土地区不同土壤细沟可蚀性参数均明显低于本研究, WEPP 模型计算的杨凌粘黄土、长武黄绵土的细沟分离临界剪切力与本研究差异较小, 而 WEPP 模型计算的安塞黄绵土、定边沙黄土、神木沙黄土的细沟分离临界剪切力与本研究计算的结构差异较大。WEPP 模型对黄土地区土壤的细沟可蚀性参数与临界剪切力计算的适用性, 有待于进一步检验。研究揭示了土壤粘聚力和有效粒径是决定土壤对细沟侵蚀敏感性的关键因素, 强调了土壤性质在侵蚀预测和控制中的重要性, 并通过与 WEPP 模型的对比分析, 验证了该模型在计算黄土高原地区可蚀性参数的可靠性。研究可深化对黄土地区土壤可蚀性变化规律的认识, 为黄土地区水土流失治理与生态建设提供科学依据。