地表过程与土壤发生演变专刊序言

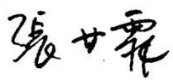
“地表过程与土壤发生演变”是地球表层系统科学的核心组成部分。土壤是地球表层系统最为活跃的圈层，是联接大气圈、岩石圈、生物圈和水圈的核心枢纽。土壤的发生发育过程不仅记录了气候、母质、生物、地形和时间等成土因素的长期综合作用，更深刻影响着地球关键带中物质循环、能量流动与生态服务等功能表达。“地表过程与土壤发生演变”不仅涉及精准量化土壤发生和转化过程，也涉及高强度利用导致土壤退化（酸化、板结、侵蚀、污染）加速以及污染物在“地表水—地下水—土壤—作物”系统中的跨介质迁移规律，可为碳达峰与碳中和战略、粮食安全与土壤健康、生态环境保护与污染防治提供基础理论和应用支撑。本专刊面向上述重大需求，旨在集中展现本领域当前先进研究方法、重要研究进展、重大发现和新成果，推动该领域理论创新与方法突破。

本专刊以“土壤发生过程与环境演变”为主线，围绕土壤发生过程、土壤演变机理、土壤时空变化机理与表征、土壤环境变化与区域土壤资源、关键带物质循环与土壤形成演变五个重点方向组织稿件。论文内容涵盖土壤矿物化学风化与元素迁移、土壤酸缓冲机制、土壤年代学与发育速率、土壤时空演变特征、现代探测与预测技术、同位素技术等多个核心议题。研究区域从青藏高原、三江源、松嫩平原到西南山地、滨海地区、喀斯特地区、黄河中游、长江下游和海南岛，包括寒带、温带、亚热带、热带不同的气候带，高原、山地、平原、滨海、喀斯特、湿地等不同的地形地貌，时间从十几年到千年尺度。呈现出鲜明的多尺度、多方法、多区域交叉特征。

土壤发生过程主要聚焦不同气候带和母质条件下土壤风化过程及其地球化学特征，揭示风化、侵蚀、搬运、沉积等地表过程与土壤形成发育的作用机理，旨在揭示不同环境条件下土壤风化的驱动机制和土壤中元素迁移转化规律。土壤演变机理主要聚焦地貌、母质、气候、水文过程与土壤形成演化的耦合机制，采用释光测年、同位素和光谱等新的数据和手段，揭示不同时间尺度中，土壤组成、结构、性质与功能发生演化的内在规律和驱动机制。土壤时空变化机理与表征主要聚焦土壤发生演变过程的定量化研究与预测模拟，涵盖土壤-景观演化模型的构建、数字土壤制图、机器学习与探地雷达等方法在土壤时空演变研究中的发展和应用、土壤属性演化与空间异质性、多源数据融合与动态预测模型等。土壤环境变化与区域土壤资源主要聚焦宏观尺度下土壤系统对人类活动与自然变异的响应，揭示土壤酸化、盐渍化及碳库等演变规律与驱动机制，明确土壤资质量的多维动态变化、土壤资源对气候变化的脆弱性与反馈等，将土壤发生演变研究与国家粮食安全、生态修复等重大需求紧密结合。关键带物质循环与土壤形成演变主要聚焦地表至潜水层垂直连续体中物质迁移对土壤发育的驱动作用，从多圈层相互作用的角度研究土壤的发生演变，解析碳和矿质元素在植被、土壤、岩石和水体界面间的通量与耦合循环机制、风化壳的生物-水文-地球化学过程、多尺度气候-水文-土壤-植被耦合机制等。因此，本专刊聚焦“地表过程”与“土壤发生演变”的交叉研究领域，旨在搭建一个融合土壤发生学、地表过程、数字土壤制图、地球关键带科学等多学科的高水平学术交流平台。

纵观本期专刊，可以清晰地看到一条从“过程认知”到“格局刻画”再到“功能调控”的研究脉络。铁铝氧化物对酸缓冲容量的控制、碳酸钙的淋溶与淀积、硅的迁移与富集、铁稳定同位素分馏等研究，夯实了土壤发生过程的理论基础；探地雷达、电阻率层析成像、光释光测年、漫反射光谱、机器学习空间预测等技术手段的引入，显著提升了土壤调查与监测的时空分辨率，为从点位观测向区域制图、从静态调查向动态监测的跨越提供了关键支撑；而耕地安全评价、农业利用适宜性优化、植被恢复对微生物群落影响等应用导向的研究，则彰显了土壤发生学服务于国家粮食安全与生态安全的现实价值。本专刊既注重基础理论的深化与突破，也关注方法技术的创新与应用，力求体现研究的系统性、前沿性和引领性。

本专刊的出版是对我国地表过程与土壤发生演变的理论研究和应用研究的一次阶段性的总结和检阅，也是对未来方向的期许。我们期待更多研究者投身这一兼具基础性与应用性的领域，推动土壤学在地球系统科学框架下实现新的跨越。



中国科学院南京土壤研究所研究员
国际土壤科学联合会土壤时空学部主席
2026 年 10 月 12 日