

2025 年度中国生态环境十大科技进展

全球风光电力系统气候适应与韧性提升策略

面向高比例风光电力系统气候风险，研究构建了气候变化—风光资源—韧性调控耦合分析框架，基于16万组优化调度模拟系统量化了未来气候变化对全球风光电力系统成本的影响，阐明了气候变化抬升全球风光系统经济成本的科学原理，提出了区域差异化的全球气候适应与韧性提升策略。相关成果被生态环境部、国家气候中心等有关部门采纳，为国家应对气候变化工作部署、可再生能源规划提供了重要科学支撑。



气候变化下能源系统的水文气候风险形成机制与调控路径

火电行业是低碳转型的兜底能源，但在气候变化下面临水资源短缺和水温上升等多重压力。针对当前火电行业退役路径缺少考虑水文气候风险的不足，构建了机组—网格—流域多尺度的水文气候风险及退役模拟方法(E-Risks)；揭示了风险的形成与演化机制，提出了碳污减排与水文气候风险适应相协同的调控新路径，为火电行业由“装机规模导向”转向“可用容量导向”提供科学依据。相关决策信息被中央有关部门采用。



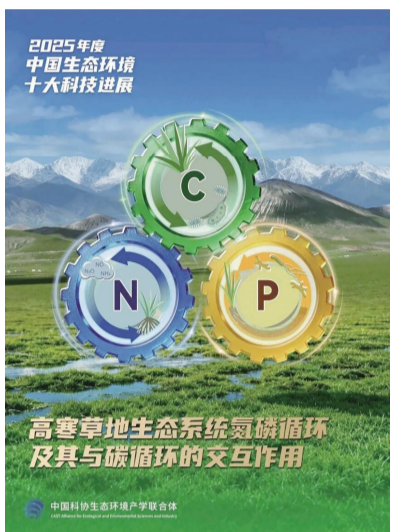
南方酸性土壤障碍消减与作物产能提升关键技术创建及应用

面向我国南方红黄壤酸化问题严重威胁粮食安全与农业可持续发展的重大需求，中国科学院南京土壤研究所联合多家单位，组建优势科研与推广团队进行协同攻关，项目揭示了合成菌群调控提升作物耐酸铝与养分高效利用的新机制，研发出多功能重组菌群、种养耦合培肥等系列实用技术及配套产品，构建了分区分类的酸性土壤治理新模式，在江西、福建等地大面积示范推广，累计推广超2.8亿亩次，经济、生态和社会效益显著。



高寒草地生态系统氮磷循环及其与碳循环的交互作用

阐明生态系统氮磷循环特征及其与碳循环的交互作用对于准确预测陆地生态系统碳汇强度至关重要。本项目以青藏高原高寒草地为研究对象，解析了土壤氮库对气候变暖的长期响应规律，阐明了高寒草地生态系统碳限制特征。相关发现打破了“气候变暖背景下土壤氮库相对稳定”“寒冷地区植物主要受氮限制”等传统认知，拓展了学术界对生态系统碳—氮—磷交互作用机制的理解，为提升模型对陆地生态系统碳汇的预测能力提供了关键实验证据。



森林生物多样性维持的新空间机制

中国科学院沈阳应用生态研究所研究团队依托全球森林大样地网络平台，通过构建“个体—物种—群落”多水平空间过程模型，系统揭示了树种空间聚集分布(“抱团取暖”)对不同气候带森林生物多样性长期维持的关键作用，发现菌根真菌与动物传播分别主导温带和热带森林树种聚集分布格局。研究提出了森林生物多样性长期维持的新空间机制，为森林生物多样性保护和可持续管理提供了新视角。



气候变化对湖泊生态环境的影响机制

项目聚焦“气候变化对湖泊系统影响机制”这一国际前沿，构建了集陆基高光谱遥感、卫星遥感和数值模型为一体的湖泊观测和模拟技术，发现水温变暖和极端高温、极端降雨和光环境质量恶化等过程是气候变化导致富营养化、脱氧等湖泊生态环境问题的关键水文物理机制，显著提升了我国在全球变化湖泊学领域的学术引领力，科学支撑了湖泊富营养化治理与“幸福河湖”建设。



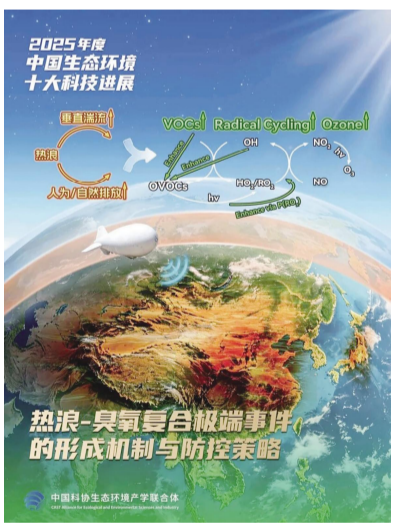
草地生物多样性无伤害遥感监测技术及装备

高吉喜团队首次建立基于无人机的草地生物多样性无伤害遥感监测技术，研发无人化植物高清影像采集装备与软件，实现对草地植物花茎叶毫米级精准成像；首次建立草地物种“时—空—谱—形”遥感特征库，研发草地物种智能识别模型，实现高达70个草地物种的高精度识别；推动了草地物种无人机智能识别、生态参数反演技术业务化应用，革新了传统生物多样性调查方式。



热浪—臭氧复合极端事件的形成机制与防控策略

热浪易加剧臭氧污染，危害人体健康与生态安全。针对热浪—臭氧复合事件中“气象—排放—化学”耦合机制的关键科学难题，本项目融合地面—飞艇立体观测、源排放实验与气象—化学耦合模式，揭示了热浪增强人为挥发性有机物排放、强化垂直湍流混合，提升大气氧化性并改变臭氧光化学垂直层结，驱动臭氧快速累积的耦合机制，提出了气候变化背景下热浪—臭氧污染协同防控策略，为热浪—臭氧极端事件的精准预测与科学管控提供了理论依据。



城市污水短程反硝化与厌氧氨氧化深度脱氮

针对我国城市污水低碳氮比、传统脱氮依赖外加碳源和高强度曝气等难题，彭永臻院士带领团队历经十余年攻关，创建短程反硝化耦合厌氧氨氧化新理论，突破主流城市污水厌氧氨氧化菌富集、稳定亚硝供给和低温运行等关键瓶颈。建成全球首个主流厌氧氨氧化城市污水处理厂，成果已在全国十余项工程中应用，有效节约30%以上曝气能耗、100%外加碳源，为城市污水处理低碳转型和碳中和目标提供重要科技支撑。



基于熔盐堆的钍铀转换验证及钍资源利用

我国钍资源丰富且多与稀土伴生，钍基熔盐堆“烧钍”，是最适合钍基核燃料利用的堆型，可为我国核燃料长期稳定供应、钍资源清洁高效利用提供了可行解决方案。2025年，中国科学院上海应用物理研究所建成的2MWt液态燃料钍基熔盐实验堆上，首次实现基于熔盐堆的钍铀燃料转换，为钍资源高效利用筑牢了科学基础。该突破不仅支撑钍基熔盐堆“实验堆—研究堆—示范堆”三步走战略推进及工业化应用，更能为国家能源安全和“双碳”目标，提供清洁、低碳、安全可靠的先进能源支撑。



来源：中国科协生态环境产联联合体

推行垃圾分类 绿色低碳出行

LA JI FEN LEI

科学导报社宣

