

地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室

工作简报

2025 年第 1 期（总第 1 期）

地表过程与水土风沙灾害风险防控

全国重点实验室办公室编发

2025 年 7 月 18 日

1、实验室要闻

- 地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室启动会暨第一届学术委员会第一次会议在北京师范大学隆重召开
- 实验室三个野外站入选第二批国家生态质量综合监测站
- 实验室成果入选 2024 年度“中国地理科学十大研究进展”
- 第十六届周廷儒奖学金颁奖典礼顺利举办
- 地表综合党支部召开深入贯彻中央八项规定精神学习教育专项工作会议
- 地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室赴雄安新区开展调研活动

2、重要研究进展

- 黄河流域生态恢复提升水电潜力研究
- 全球变暖下“雪水资源悖论”研究
- 1.5 度温升目标对土地系统的影响研究
- 热带大西洋海温与 ENSO 关系的年代际变化研究

- 国家重点研发计划项目“风光资源开发的生态影响及应对技术研发与应用示范”取得光伏治沙新突破

3、开放合作与交流

- 实验室国际首台多核素快交替分析加速器质谱仪提供测试服务
- 2025 年黑河流域生态监测技术联合测试及应用示范（EcoTest）
- 房山综合实验基地与中国地质大学（北京）开展开放合作
- 实验室与中国环境监测总站开展合作交流
- “东北黑土厚度野外调查技术培训”暨“东北黑土厚度第三期野外调查”顺利完成

1、实验室要闻

地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室启动会暨第一届学术委员会第一次会议在北京师范大学隆重召开

2025年4月1日，地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室启动会暨第一届学术委员会第一次会议在北京师范大学英东学术会堂举行。北京师范大学校长于吉红，副校长康震、陈兴出席会议。与会专家包括秦大河院士，安芷生院士、姚檀栋院士，周卫健院士、王桥院士，傅伯杰院士、陈德亮院士、陈发虎院士、彭建兵院士、邵明安院士、王会军院士、于贵瑞院士，史培军教授，姜彤教授、李小雁教授、罗勇教授、宋长青教授、翟盘茂研究员等。学校相关职能部门领导、实验室共建单位负责人和实验室负责人等参加会议。会议由康震主持。



图1 会议现场

于吉红代表北京师范大学对与会领导专家表示热烈欢迎，并对实验室正式启动表达诚挚祝贺。她指出，地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室的启动，标志着学校在提升服务国家战略能力和推动学科高质量发展方面迈出了重要步伐。她强调，实验室要牢牢把

握国家对全国重点实验室的战略要求，锚定战略目标，打造一流的科技创新高地；汇聚高端人才，打造一流人才队伍高地；坚持开放合作，打造一流社会服务高地。学校也将全方位支持实验室发展，提供优质的科研环境、稳定的经费支持和人才引进政策，推动实验室在未来十年内成为全球地表过程和灾害风险防控领域的国际高地。

在学术委员会第一次会议上，实验室主任效存德教授从实验室重组后将围绕国家防灾减灾救灾“三个转变”等重大国家需求，聚焦复杂地表过程，地表异常感知技术创新与跨学科协作，突破地表系统缓变-突变临界预测，推进地表灾害监测、模拟及风险防控的平台建设等方面进行了汇报。效存德在回顾实验室已形成较好的重大科研项目群、推进平台建设、拓展大数据和人工智能应用以及国际合作与社会服务等方面取得成果的基础上，展望了未来2年、5年和10年的实验室建设目标。他表示，未来将通过强化平台与人才队伍建设及团队协作，争取为承担国家重大科技任务、实现原创贡献和重大科研产出、服务国家防灾减灾等方面提供强力科技支撑，打造全球知名的灾害风险防控科技平台。

实验室各任务负责人贾坤教授、缪驰远教授、刘凯教授、何春阳教授、杨晓帆教授分别围绕地表异常即时感知、地表侵蚀过程与水土风沙灾害风险动力机理、地表灾害预测和风险防控多模态模拟器、巨灾风险预警与防控，以及野外台站和大型装置建设多个主题，系统介绍了研究定位、任务和研究体系框架，并介绍了近期的工作重点与进展。

在专家咨询讨论环节，专家们充分肯定了实验室的重组成效与前期成果，并对实验室的今后发展提出了宝贵意见。专家们主要围绕研究方向的进一步凝练，形成原创理论与方法；兼顾基础与前沿，发挥传统优势，深化地表过程的创新研究，尤其加强气候变化、人类活动与灾害风险的关联机制研究，确立引领地位；强化观测、模拟、实验一体化体系，建设先进的野外台站与技术平台；完善管理机制等方面提出了宝贵意见。秦大河在总结发言时强调，实验室要聚焦当代地球系统科学发展的新趋势，对接国家目标，加强多学科协作开展开创性研究。

地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室的建设以地理学为主要学科支撑，与生态学、遥感科学、水利工程、系统科学、国家安全学等联合共建，实验室将从创新学科理论、打造先进平台、对接国家需求、培养交叉人才四端发力，打造防灾减灾救灾领域的国家级科技创新平台。

实验室三个野外站入选第二批国家生态质量综合监测站

生态环境部公布了第二批生态质量综合监测站名单，地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室的内蒙古太仆寺旗站、黑龙江黑河站（九三站）和青海湖站 3 个野外台站入选。国家生态质量综合监测站是全国生态质量监测网络的重要组成部分，在区域生态质量监督监测与评价工作中发挥“控制性”作用，主要任务是“样地监测、积累数据；天地一体、地面验证；发现问题、服务监管；专题研究、培养人才”。此次入选为实验室野外站建设和在生态环境领域的相关研究提供了良好的发展机遇。

内蒙古太仆寺旗站

内蒙古太仆寺旗站位于浑善达克沙地南缘农牧交错区，是重要的草地生态试验站。自 2000 年建立以来，内蒙古太仆寺旗站始终以“人与自然和谐共生，服务美丽中国建设”为目标，围绕生态系统结构、功能及其对气候变化的响应机制、建立发挥防风固沙功能的农牧交错区生态-生产范式等核心科学问题，开展长期观测和系统研究。作为国家生态质量综合监测站，内蒙古太仆寺旗站的核心任务是通过“样地监测、天地一体、数据积累、服务监管、专题研究”等方式，监测农牧交错区生态系统的多样性、稳定性和可持续性，服务于内蒙古自治区的北方生态安全屏障主体生态功能，特别是浑善达克沙漠化防治区的防风固沙功能，为内蒙古自治区生态环境保护、美丽中国建设和京津冀风沙源治理提供数据支撑和技术保障。

黑龙江黑河站

黑龙江黑河站（九三站）位于黑龙江省黑河市嫩江县鹤山农场境内，属东北典型黑土区。自 2000 年建立以来，试验站始终以东北黑

土区为核心，以黑土水土流失问题为切入点，以黑土资源保护和黑土生态功能提升为目标，围绕黑土关键带科学问题，从多要素、多时空尺度，开展黑土资源数量、质量和生态功能的长期观测与试验研究；揭示黑土土壤侵蚀过程和土地退化机理；研究水土保持措施技术防蚀机理；阐述气候变化和人类活动双驱动的黑土水文循环过程、植被生态过程与生态功能；为黑土资源保护与可持续利用、保障我国粮食安全、黑土区美丽乡村建设提供理论支撑与示范。九三站也是教育部野外科学观测研究站、水利部水力侵蚀观测重点站。

青海湖站

青海湖站位于青藏高原东北部，青海省海北藏族自治州刚察县青海湖北岸。自 2005 年起，实验室在青海湖流域开展了大量生态水文相关研究，积累了丰富的科研数据。2017 年正式建成了以生态水文学、土壤学、生物地球化学和遥感科学跨学科交叉研究为目标的“青海湖流域地表过程综合观测研究站”。研究站围绕生态系统的整体性特征和系统性规律开展观测和研究，在高寒生态系统生态水文与生物地球化学过程及其对气候变化与人类活动的响应机制、寒区流域地球关键带结构、过程与生态功能变化及其流域资源再生机制、高原湖泊-陆地水汽交换特征与机理等方面取得了丰富的科研成果，为青海湖流域生态环境保护工作提供数据支持，为青海湖流域的生态环境保护和恢复提供科学参考。

实验室成果入选 2024 年度“中国地理科学十大研究进展”

2025 年 4 月 19 日，中国地理学会发布了 2024 年度“中国地理科学十大研究进展”入选成果。实验室主导的研究成果“1.5℃气候目标对多尺度土地系统的级联影响建模与分析”入选“中国地理科学十大研究进展”。

《巴黎协定》开启了全球气候治理新时代，“将气温升幅控制在 2℃以内”并力争 1.5℃成为全球共识。联合国已发起“2025 气候目标”倡议，正推动各国加速气候行动。然而，当前研究多聚焦于排放路径和控温效果上，在气候目标对土地系统的级联影响方面，缺乏深

入研究和分析工具。

针对上述问题，该研究在模型研发、问题探究、数据生产方面取得了体系化创新性进展。①开发了支持多目标需求牵引的多功能土地系统变化模型 **Land-N2N**，并通过融合人工智能算法和耦合综合评估模型，创新性地构建了用于探究世界各国气候目标对多尺度土地系统级联影响的分析框架。有效克服综合评估模型驱动的减排路径对土地利用变化及排放刻画不足的瓶颈，为全球及区域可持续转型路径设计提供重要技术基础；②基于该框架和 **1.5℃** 气候温升的建模，首次系统探究了气候目标对局地（青藏高原）、国家（中国）、亚大陆（世界第三极）、全球多尺度土地系统的级联影响及其引发的粮食安全隐惠，为促进全球气候公平、更新气候政策、调整气候目标提供了科学基础；③该研究生产了多套气候目标情景下的多尺度、精细分辨率、顾及土地利用强度的土地数据产品，对我国制定更加因地制宜的气候变化缓解措施、促进高质量发展具有积极意义。

该研究取得的新结论：①在通过履行实现 **1.5℃** 温升目标控制的情景下，全球耕地面积不升反降，更正以往“耕地扩张”结论；②全球耕地面积至本世纪末预计减少 **12.8%**。南美洲和欧洲将经历最明显的耕地流失；③南方阵营的国家/地区可能面临双重风险：耕地减少与农产品进口不足。其中，中低密度、破碎化的耕地是耕地保护的薄弱环节，需要重点关注。

该研究的相关研究成果已发表于《**Nature Climate Change**》（封面论文、亮点论文）、中国科学、科学通报等国内外权威期刊，获得国家发明专利授权 **8** 项，研究成果被《**Nature Plants**》期刊推荐为亮点（**research highlight**）、《**Nature Climate Change**》期刊官网首页置顶推荐。



图 2 获奖证书

第十六届周廷儒奖学金颁奖典礼顺利举办

2025 年 6 月 20 日上午,第十六届周廷儒奖学金颁奖典礼在北京师范大学生地楼 180 会议室顺利举办。本次活动由实验室主办,北京师范大学教育基金会杨艺副秘书长、奖学金评审委员会主任史培军教授、地理科学学部徐洪书记、水科学研究院左德鹏副院长、环境学院李习文副书记、获奖学生及导师代表张立强教授、陈子悦教授等出席了颁奖典礼。典礼由奖学金评审委员会秘书长何春阳教授主持。

北京师范大学教育基金会杨艺副秘书长首先致辞,周廷儒先生毕生致力于地理科学与教育事业,为北师大乃至中国地理学发展作出卓越贡献。希望同学们以周廷儒先生为榜样,保持对知识的敬畏之心与探索的热情,在专业领域深耕细作,勇于挑战难题,突破创新。

何春阳教授向与会来宾介绍了“周廷儒奖学金”的具体情况。该奖学金自创立以来,已资助与表彰了众多科研能力卓越且积极参与社会服务的优秀学子,持续传承周廷儒院士的科学精神。希望奖学金能进一步激励青年学子潜心向学、深耕科研,为地理科学事业的发展贡

献力量。

此次共有学习成绩优秀、科研业绩突出、热心社会工作的 10 位优秀学生获奖，包括 3 名本科生和 7 名研究生。



图 3 合影

周廷儒奖学金介绍：

为纪念我国著名地理学家、地理教育家、中国科学院院士、我国现代地理学的开拓者之一、中国古地理研究的主要奠基人周廷儒先生对我国地理科学和教育的巨大贡献，在 2009 年周廷儒先生诞辰 100 周年之际，由北京师范大学地理学与遥感科学学院（原）、环境学院、资源学院（原）、水科学研究院、减灾与应急管理研究院（原）、全球变化与地球系统科学研究院（原）以及地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室共同发起在北京师范大学教育基金名下设立“周廷儒奖学金”。“周廷儒奖学金”的奖励对象为北京师范大学地理科学学部、环境学院、水科学研究院的在校全日制应届毕业生。采取个人申报、单位推荐、评审委员会评审的原则。“周廷儒奖学金”的评选和组织工作由地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室具体负责。

地表综合党支部召开深入贯彻中央八项规定精神学习教育专项 工作会议

为深入贯彻落实中央八项规定精神，持续强化作风建设，地表综合党支部于5月14日召开学习教育专项工作会议，传达近期上级有关部署要求，并就支部后续开展学习教育相关工作进行通报。会议由支部书记王运涛同志主持，地表综合党支部24名党员参加。

会上，王运涛同志再次强调了上级党组织关于深化中央八项规定精神学习教育的工作要求，要求全体党员要提高政治站位，深刻认识持续纠治“四风”的重大意义，以更强的政治自觉推动全面从严治党向纵深发展。结合支部学习计划和工作实际，会议进一步明确了学习教育有关重点任务和关键环节的落实举措，要求支部成员紧密结合岗位实际，切实提升学习实效。

随后，王运涛同志以《体悟“徙木立信”坚定决心 擦亮“作风建设”金色名片》为题讲授专题党课。党课以“徙木立信”的历史典故为引，结合十个真实感人的故事，引导党员从细微处感悟初心使命，在故事中深化对“信”的理解与坚守。党课强调，要深入学习习近平总书记关于纠治“四风”、锤炼作风的重要论述，推动作风建设制度化、常态化，让实干、担当、清正成为党员干部最鲜明的底色。与会党员一致表示，将以更高标准参与学习教育，不断提振精神状态、锤炼优良作风，为推动学校和院系高质量发展贡献力量。



图4 参会人员合影

地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室赴雄安新区

开展调研活动

2025 年 1 月 7 日，地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室主任效存德教授一行 13 人赴雄安新区开展调研活动，并与雄安气象人工智能创新研究院（简称雄安院）开展座谈。

实验室团队调研了雄安城市计算中心、启动区综合服务中心和科创中心，深入了解了“云上雄安”数字孪生城市设计理念、新区规划布局及“一站式”科技成果转化服务体系。

调研结束后，实验室与雄安院进行了座谈交流。雄安院俞海洋副院长介绍了研究院的发展历史和基本概况，陆波副院长以“AI 赋能气象新业态”为题，详细介绍了面向天气预报和气候预测的“风清”、“风雷”、“风顺”大模型以及人工智能大模型在气象预报中落地见效的实例。



图 5 座谈会现场

效存德主任介绍了新批准建设的地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室的研究方向与前沿科学问题，并提出实验室与雄安院在监测系统的构建、AI 大模型应用等方面有广阔的合作空间和合作潜力。面对大模型发展的新形势与新机遇，双方可围绕具体科学问

题找好抓手，发挥北师大在学科交叉、人才培养以及雄安院在人工智能等方面的比较优势，深入开展院校合作，推进气象、地理与人工智能的交叉融合，为华北地区、首都圈乃至全国灾害风险防控探索合作共赢渠道，为双方发展赋能。

与会人员针对潜在的合作切入点进行了热烈的讨论交流，为下一步深入合作打下了基础。

2、重要研究进展

黄河流域生态恢复提升水电潜力研究

水力发电作为全球主要的可再生能源来源之一，是实现可持续发展目标 SDG-7 “经济适用的清洁能源”的关键。尽管水力发电技术成熟，但长期运行面临水库淤积等问题，淤积会减少库容并缩短水库使用寿命，影响发电稳定性和灵活性，削弱其相对于其他可再生能源的优势。

流域土地利用变化通过影响产流与产沙过程，从源头上作用于水库淤积和水电潜力。然而，森林增加虽可减少输沙、延长水库寿命，却也因蒸散发增强而减少径流，进而降低平均发电量。综合考虑这两条截然相反的路径对水力发电影响的定量研究仍很有限，流域土地利用变化对水力发电的净效应尚无定论。

实验室相关研究团队以黄河流域为研究对象，采用清华大学杨大文教授团队发展的含水土保持工程参数化的基于地形地貌的生态水文模型 GBEHM-SWC，模拟了 2000 - 2019 年间有/无生态恢复两种情景下的水沙过程，并结合随机森林方法构建了小浪底水库的运行规则，进而系统评估了生态恢复对其发电能力与淤积过程的影响。

模拟结果显示，在有生态恢复情景下，小浪底水库多年平均入库天然径流量减少 7.9%，而入库输沙量减少达 38.9%。尽管发电年均流量略有下降（年均发电量降低 6.9%），但由于水库淤满时间大幅推迟，累计发电潜力显著提升。在拦沙库容耗尽影响水力发电的灵活性和效率之前，有生态恢复情景下小浪底水库可累计发电约 2700 亿

kWh，较无生态恢复情景提升了 57.3%，相当于额外增加了约 1000 亿 kWh 的电能。这一净正效应的形成归因于黄河水沙异源特性：60% 以上的径流源自上游，而 90% 的泥沙主要来自生态恢复区集中的中游黄土高原。研究进一步指出，当前小浪底水库实际淤积量小于模拟结果，提示流域水库联合调度等因素在减缓淤积方面亦起到关键作用。

本研究通过揭示黄河流域生态恢复对小浪底水库水电潜力的积极影响，阐明了“生态恢复-水沙变化-水力发电”的关联机制，为水-粮食-能源-生态系统关联（Nexus）研究和流域综合管理提供了新的视角和思路。气候变化和人类活动导致的土壤侵蚀和河流输沙量增加，可能比预期更快地带来水库淤积问题，进而威胁水力发电的可持续性。黄河流域的案例证明了流域生态系统服务付费项目的可行性，水电公司可以使用增加的水电收益补偿上游土地所有者，鼓励其采取减少土壤侵蚀的土地利用措施以减缓水库淤积、提高发电能力。黄河流域的水库群联合调度也为尼罗河、湄公河等其他存在梯级水库的流域提供了参考示范。

2025 年 3 月，该研究成果以“Ecological restoration in the Yellow River Basin enhances hydropower potential”为题发表在《Nature Communications》期刊。实验室武旭同研究员为论文第一作者，王帅教授为通讯作者。

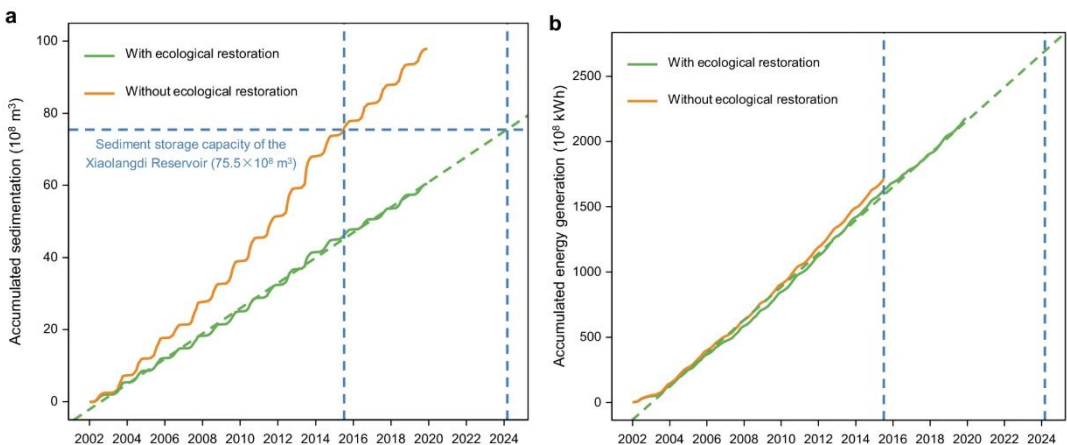


图 6 有生态恢复和无生态恢复情景下小浪底水库累计淤积量和累计发电量

全球变暖下“雪水资源悖论”研究

雪作为北半球水资源的核心载体，其融化过程为全球 1/6 人口和 1/4 经济活动提供关键水源。然而，全球变暖正导致积雪量显著减少，威胁区域水安全与粮食供应。当前地球系统模型（ESMs）在模拟积雪变化时存在一个根本性矛盾，即“雪水资源悖论”：ESMs 显著低估冰冻天数，却系统性高估雪水当量（SWE），违背物理直觉。这一悖论将导致对未来融雪水量的系统性偏差，严重误导农业灌溉配额、水电调度及生态基流保障等关键决策，加剧水资源短缺与生态风险。因此，揭示“雪水资源悖论”的物理根源并发展空间显式的校正方法，已成为提升寒区水安全韧性的迫切需求。

实验室相关研究团队基于 1982 - 2014 年北半球寒季数据，揭示了“雪水资源悖论”的物理根源。通过构建创新性的空间约束框架（萌现约束 EC），系统厘清了 ESMs 中冰冻天数显著低估与 SWE 系统性高估之间的矛盾机制，显著降低了模型在未来冰冻天数和 SWE 预测中的不确定性，进而有效提升了寒区水文预测的准确性。

研究结果表明，CMIP6 模型显著低估了冰冻天数并高估了 SWE，形成了“雪水资源悖论”。机制分析揭示，这一偏差主要来源于模型对小雪频率的高估（高估 27%，导致小雪量比观测值高 28.3%），并且融雪过程的参数化缺陷进一步导致了 SWE 的高估。通过创新的 EC 方法，研究显著降低了模型对冰冻天数和 SWE 的预测不确定性：构建历史冰冻天数与未来变化的统计关系，EC 方法将冰冻天数预测不确定性减少 41%-62%；针对 SWE，结合九种观测数据集构建层次化 EC 框架，其不确定性降低 25%-39%，并揭示模型在雪量丰富区高估 SWE 达 34%。约束修正后结果表明，北半球融雪水量被高估 12%-16%，并揭示了雪干旱风险的加剧，特别是北极流域生态及水电依赖型区域（如科罗拉多河）面临严重威胁。此研究为改进气候模型和提升水资源管理的科学依据提供了关键支持，未来研究中需进一步优化参数化方案和模型分辨率，提升气候模拟对极端水文风险的响应能力。

本研究系统揭示了 CMIP6 在降雪微物理过程模拟中的核心缺陷，

为改进气候模型提供关键方向。研究成果为修正 IPCC 水资源预测提供了关键方法，并为应对气候变化带来的区域水安全挑战提供了重要的理论和实践支持。2025 年 3 月，该研究成果以“Constrained Earth System Models show a stronger reduction in future Northern Hemisphere snowmelt water”为题，发表在《Nature Climate Change》期刊，实验室柴元方博士为论文第一作者，缪驰远教授为论文通讯作者。

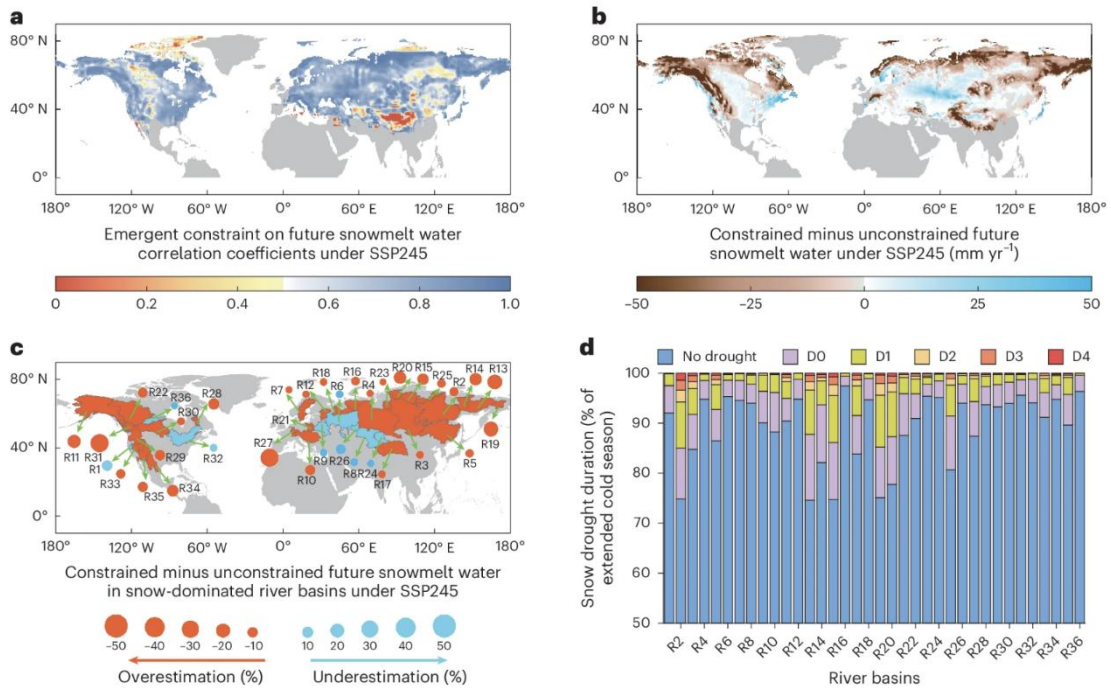


图 7 SSP245 情景下 2041 - 2060 年北半球未来融雪水量的萌现约束

1.5 度温升目标对土地系统的影响研究

实现《巴黎协定》中提及的 1.5℃ 目标需要全球范围的共同努力。为了实现该目标，全球有 154 个缔约国在第 26 次缔约方会议(The 26th Conference of the Parties, COP26)上更新或提交了气候承诺，即称国家自主贡献(Nationally Determined Contributions, NDCs)。当前，关于全球气候承诺的讨论主要聚焦于排放路径及其对温升控制的影响。然而，除气候变暖控制效果外，这些承诺还可能对地球系统产生深远影响，并引发一系列级联效应。

实验室相关研究团队基于自主研发的 Land-N2N 多功能土地系统

变化模型及其与综合评估模型 GCAM 的耦合框架,系统地探究了当前为实现 1.5°C 目标所提出的气候目标对全球土地系统的空间显式影响,揭示了现行气候缓解措施将导致全球耕地面临大规模且不均衡的流失压力,并进一步量化了土地系统变化对全球主要农产品贸易的波动及粮食安全的潜在影响。

研究结果表明,在 1.5°C 温升目标情景下的本世纪末,全球耕地面积预计减少 12.8%。该结果与目前现有的各种共享社会经济路径 (Shared Socioeconomic Pathways) 、 典型浓度排放路径 (Representative Concentration Pathways) 情景预测结果相反,值得重视。南北方阵营国家将面临不同的耕地流失压力,81% 的南方阵营国家都将经历耕地流失。在大洲尺度上,南美洲的耕地流失压力最为显著 (预计面积将减少 23.7%) 。耕地的流失进而引发全球主要农产品进出口潜力的变化。北方阵营的出口潜力预计将减少 12.6%, 这意味着南方阵营的粮食安全将面临由耕地流失导致的粮食减产和进口来源减少的双重压力。

该研究所构建的模型有效克服了传统综合评估模型在驱动减排路径时,对土地利用变化及其排放刻画不足的局限性,为全球及区域可持续转型路径的设计提供了重要技术支撑。研究结果为未来土地利用政策的优化、气候适应战略的制定及全球粮食安全治理提供了关键科学依据。

2025 年 4 月,该研究成果以“Heterogeneous pressure on croplands from land-based strategies to meet the 1.5 °C target ” 为题发表在《Nature Climate Change》期刊。实验室高培超副教授为论文第一作者,宋长青教授为通讯作者。成果核心方法 Land-N2N 模型为团队自主研发,相关论文已于 2025 年 1 月发表于《Environmental Modelling & Software》期刊。

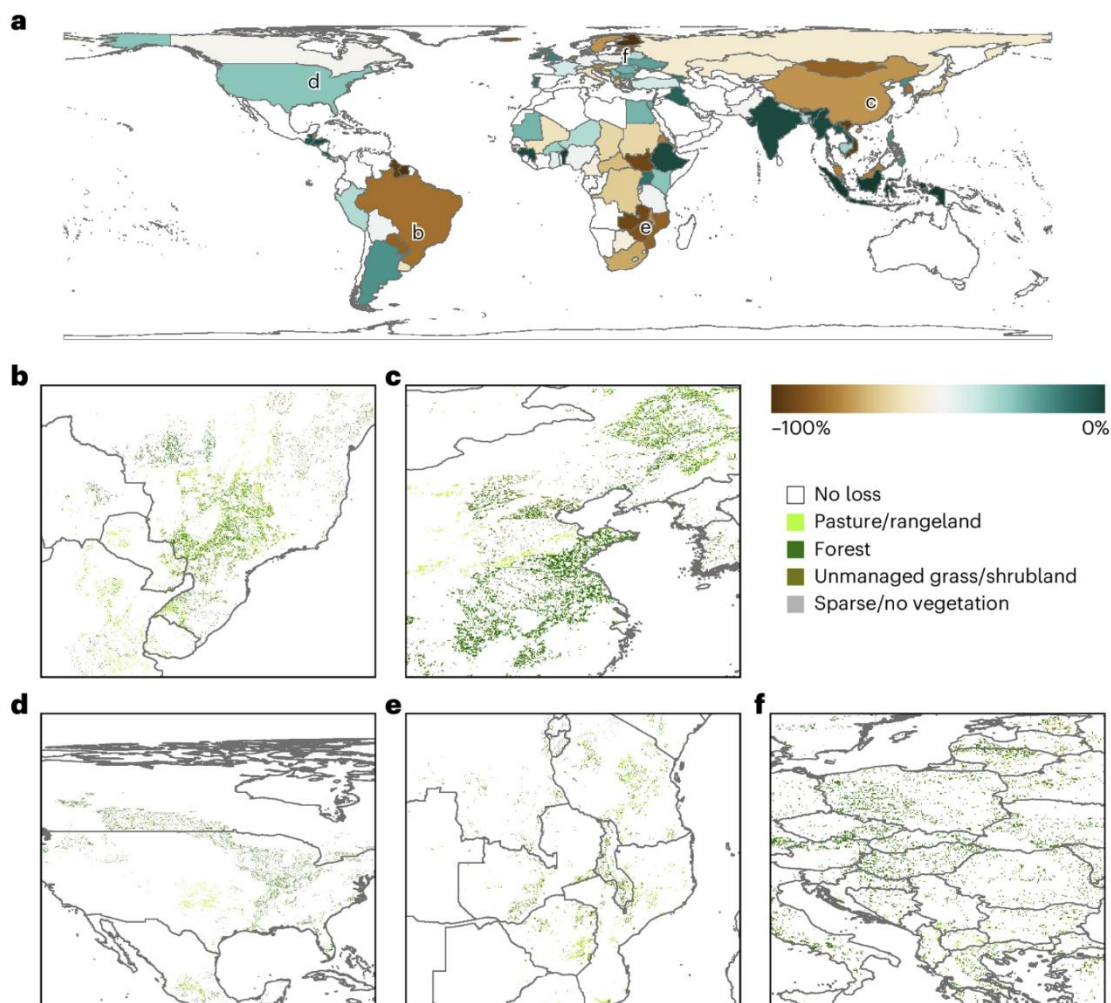


图 8 1.5°C 温升目标情景下 2015 年至 2100 年的国家尺度上的耕地流失图

热带大西洋海温与 ENSO 关系的年代际变化研究

太平洋和大西洋之间的相互作用因其对天气和气候的深远影响而受到越来越多的关注。其中，厄尔尼诺-南方涛动（**ENSO**）是热带太平洋最显著的年际变率信号，其发展和演变能在一定程度上受到热带大西洋海温异常的影响。然而，热带大西洋海温对 **ENSO** 的这一影响并不稳定，存在着年代际变化，并且这种年代际变化的原因尚不明确，这限制了我们预测 **ENSO** 的能力。

实验室相关研究团队及合作者提出了一个新的观点，热带大西洋海温与 **ENSO** 关系的年代际变化主要受热带大西洋海温模态的南北移动的影响。具体提出了以下可能的机制来解释热带大西洋海温模态的南北移动的调制作用。在 1960-1984 年（P1）期间，当春夏季热带大

西洋海温模态向南移动至热带南大西洋区域时，热带南大西洋变暖会有效触发南半球中纬度地区向东传播的罗斯贝波列，导致南太平洋涛动从北半球夏季持续至晚秋。南太平洋涛动随后在第一年的冬季期间诱发南太平洋径向模，最终可能导致第二年的冬季期间出现拉尼娜事件。相比之下，在 1990-2014 年（P2）期间，当春夏季热带大西洋海温模态向北移动至热带北大西洋区域时，热带北大西洋变暖可通过向西传播的副热带罗斯贝波在第一年的冬季期间迅速引发拉尼娜事件。因此，与 P1 相比，P2 期间热带大西洋海温模态与 ENSO 的关系持续时间约缩短了四个季节。

本研究不同于以往的研究，将热带大西洋海温与 ENSO 关系的年代际变化归因于热带大西洋海温模态的南北移动，深化了我们对大西洋与太平洋之间跨盆地相互作用的理 解，并有望为更准确的 ENSO 预测提供依据。2025 年 7 月，该研究成果以 “Unraveling the mystery of recent shortened response time of ENSO to Atlantic forcing” 为题发表在《Nature Communications》期刊。实验室博士研究生田琦为论文第一作者，丁瑞强教授为通讯作者。

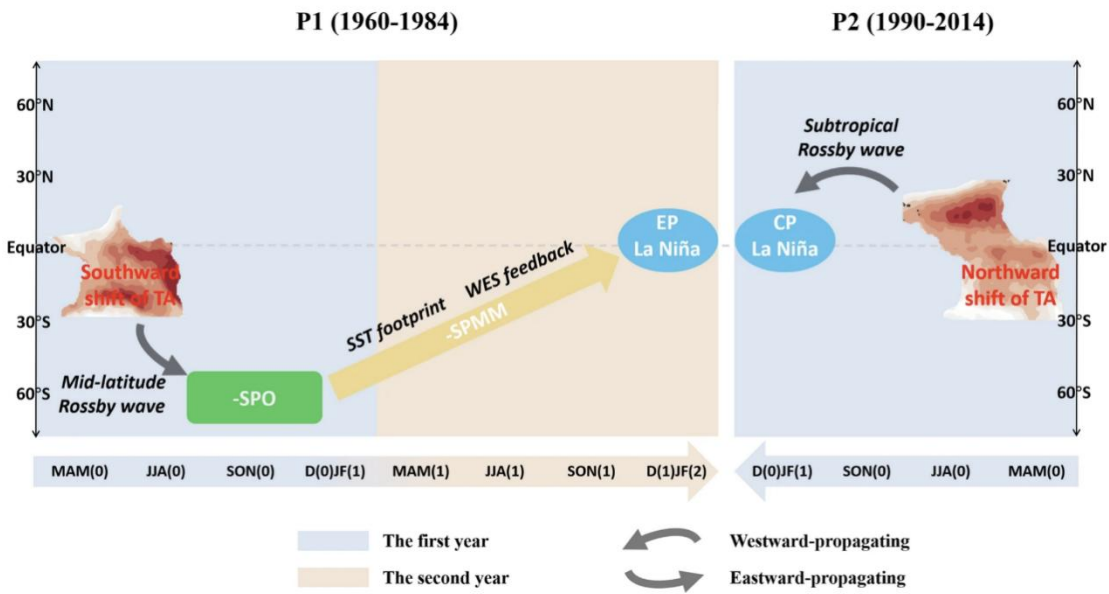


图 9 大西洋海温模态的南北移动调制大西洋海温与 ENSO 的关系的主要机制的示意图

国家重点研发计划项目“风光资源开发的生态影响及应对技术研发与应用示范”取得光伏治沙新突破

炯迹光伏电站地处“沙戈荒”地区，降水稀少且蒸发量大，土壤保水能力较差，地表植被覆盖低，水分是该地区光伏电站植被生长的关键限制因子。项目团队采用“板下种草，板间种灌，集水控水，改土修复”的技术模式，在光伏电站北区选取 200 亩区域开展预示范建设。光伏板的遮阴保湿作用，在增加植被覆盖的同时提升生态系统初级生产力，生态效益与经济效益协同提升；光伏板间区域种植灌木不仅能够增加植被覆盖，同时增强了防风固沙能力；收集清洗光伏板的用水用于灌溉，并在光伏板下铺设滴灌设施，提高水资源利用率；选择具有改善土壤作用且适应力较强的草种与牧草搭配，例如盐地碱蓬，在收获牧草的同时改良修复示范区土壤。

2025 年 1 月 8 日，《中国电力报》第 06 版报道了该项戈壁草光互补生态修复技术示范成果，该技术模式充分考虑了德令哈市光伏电站的生态本底条件，集成了植物筛选和配置、节水制度、土壤改良等多项旱区生态修复措施，能够针对性的解决光伏电站造成的生态问题，取得了显著的生态效益。不仅使光伏厂区的植被得以快速恢复，同时，成功打通了生态与经济良性互动的通道。从生态角度看，植被的恢复有效地减少了水土流失，为生物多样性的增加创造了条件。稳定的生态环境降低了光伏电站的运维成本，提高了发电效率，试验种植的农作物、牧草及药材等具有一定的经济价值，为当地带来了新的发展机遇。

该国家重点研发计划项目“风光资源开发的生态影响及应对技术研发与应用示范”（2022YFF1303400）由实验室李晓兵教授主持，研究成果戈壁草光互补退化草地修复技术，在青海省德令哈市炯迹光伏电站取得了显著的示范效果。

具体报道可见如下链接：<https://www.cpn.cn/epaper/>

3、开放合作与交流

实验室国际首台多核素快交替分析加速器质谱仪正式 提供测试服务

2025 年 3 月，地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室的 1MV 多核素加速器质谱仪经过半年试运行后，完成阶段实验任务，正式面向国内开放共享，提供测试服务。

实验室的加速器质谱仪是定制的中等规模多核素测试分析设备，具有国际唯一的多核素快交替分析能力和较高的测试灵活性，对加速器质谱常规测量的 ^{14}C 、 ^{10}Be 、 ^{26}Al 、 ^{129}I 和铀系核素都具有良好的日常测试性能，其中铀系测量是目前世界上最好的商用加速器质谱设备。

设备于 2024 年 10 月完成安装调试，开始试运行，至 2025 年 2 月设备完成运行 1997 小时，进行了 878 小时的条件实验和 1119 小时的样品测试，并进行了 206 小时的维修和维护。试运行完成了核素日常测试基本流程的条件实验，建立了 ^{14}C 和 ^{129}I 的常规测试流程，解决了非标设备运行初期的硬件和软件的磨合问题，开展了铀系元素和其它新核素的探索实验，为校内的研究需求提供了 663 个样品的小规模试验性的测试服务。

根据试运行的运行状况和实验结果，加速器质谱仪已具备稳定运行和常规测试 ^{14}C 、 ^{10}Be 、 ^{26}Al 、 ^{129}I 的能力，可以正式对外提供测试服务。



图 10 加速器质谱仪

2025 年黑河流域生态监测技术联合测试及应用示范（EcoTest）

2025 年 3 月 8 日,中国 21 世纪议程管理中心在京组织召开"2025 年黑河流域生态监测技术联合测试及应用示范"（Ecosystem coordinated observational technology experiment special task, 缩写: EcoTest）第一次工作会。21 世纪议程管理中心张永涛副主任、生态环境处刘荣霞副处长等领导出席会议,来自北京师范大学、中国科学院地理科学与资源研究所等 14 家单位的 60 余位专家学者参会。

会议聚焦“十四五”典型脆弱生态系统保护与修复重点专项生态监测关键技术研发与应用,旨在通过黑河流域真实场景下的联合测试,验证与比对相关监测技术的精准性、可靠性与稳定性,推动生态监测技术的协同创新,促进生态监测仪器国产替代与升级;通过开展黑河流域空天地一体化监测技术检验与应用示范,为全国生态修复监督提供科技支撑。

会议成立了以武汉大学龚健雅院士为组长的专家组,设立由北京师范大学地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室刘绍民教授任组长（全面统筹）的工作组,下设研发设备/技术测试、监测与应用示范、数据等专业小组。



图 11 工作会参会人员合影

2025 年 4 月 10 日，第二次工作会以线上线下结合方式召开。会议重点审议了 **EcoTest** 的研发设备联合测试、空天地一体化生态监测、冰冻圈生态水文监测、等组的阶段进展，研讨完善技术方案，部署下一阶段工作。来自 **13** 家单位的 **60** 余位专家参会，为即将启动的黑河联合测试奠定基础。

2025 年 5 月，**19** 个联合测试项目组赴黑河流域开展现场调研。生态环境部科技与财务司、中国 **21** 世纪议程管理中心代表及 **50** 余名专家实地考察了祁连山森林生态站、黑河流域地表过程综合观测网的大满超级站等试验场地，详细了解气象、通量等观测现状，规划测试布点。此次调研为夏季联合测试的顺利实施提供了保障。



图 12 EcoTest 项目组实地调研黑河流域观测站点

2025 年 6 月 14 日，**EcoTest** 技术方案论证会在京召开。武汉大学龚健雅院士等 **7** 位专家对技术方案进行论证。生态环境部科技与财务司许鹏达四级调研员、中国 **21** 世纪议程管理中心张永涛副主任等 **80**

余人参会。会议论证环节围绕 **EcoTest** 总体设计与核心任务进行交流与咨询。与会专家对技术方案的科学性、可行性给予高度评价，一致认为这是一项“跨领域、多目标、多场景、体系化的重大科研工作”和“专项管理的重大创新”，建议进一步聚焦联合测试和天空地一体化，加强标志性成果的总结，并将黑河流域地表过程综合观测网打造成生态监测技术与装备国家试验场。

此次论证会标志着这项汇聚 **19** 个国家重点研发计划项目（总经费 **3.74** 亿元）、**50** 余家科研单位的大型综合试验研究，正式由统筹谋划转入全面实施阶段。通过开展空天地一体化监测技术检验与应用示范，将为全国生态修复监督提供重要科技支撑。



图 13 会议合影

房山综合实验基地与中国地质大学（北京）开展开放合作

2025 年 4 月 22 日至 7 月 7 日期间，中国地质大学（北京）土地科学技术学院学生，前往实验室房山综合实验基地进行模拟降雨实验工作。此项实验是国家重点研发计划课题“有色金属采选冶聚集区遗留复合污染场地治理与生态修复联合技术”的重要研究内容。

该实验使用人工模拟降雨大厅内的室内人工模拟降雨系统，设置

矿山废弃地土壤、1%CMC-Na 重构土壤&秸秆覆盖 2 个土样配置，分别进行 15°、25°和 35°三个坡度下，降雨强度分别为 60mm/h、90 mm/h 和 120 mm/h 的模拟降雨试验。通过控制固废材料的掺入比例，系统测定不同配比下土壤的入渗速率、团聚体稳定性和临界剪切应力等参数，建立配比-抗蚀性响应方程。重构土壤水力侵蚀过程及调控机制研究，探讨优化措施下的土壤重构在边坡系统的水沙响应过程和减流减沙效益。



图 14 开展模拟降雨实验

房山综合实验基地采取多种形式，与中国科学院、北京林业大学和北京市教委等相关单位开展开放交流合作活动，提升了实验室的科研影响力和社会认可度。

实验室与中国环境监测总站开展合作交流

2025 年 6 月 11 日，实验室太仆寺旗野外实验站徐霞带队赴中国环境监测总站调研，并进行交流座谈。双方围绕野外台站建设、人才培养、重大科研项目联合攻关等进行深入交流。中国环境监测总站张名升主任重点介绍了中国生态质量综合监测站的空间配置、各综合站的日常监测和管理职责等方面的基本情况。张名升指出，生态质量

野外综合监测站实验室应该本着区域研究特色鲜明、基础雄厚、双方资源互补，在服务国家重大生态质量监测与生态工程建设过程中相互支持，打下坚实的合作基础，希望建立更加紧密的合作机制，共同为提升生态环境质量做出更大的贡献。

徐霞详细介绍了太仆寺旗野外实验站的发展历史、目前的研究现状与规划布局。太仆寺旗野外实验站在京津冀风沙源区的植被、土壤、水文、风沙、生态等主要研究领域进行了大量的研究，处于国内引领地位。希望双方进一步加强在共享科研平台资源、服务国家重大生态质量监测与评估、重大生态修复工程建设、人才培养机制等方面的交流合作。

“东北黑土厚度野外调查技术培训”暨“东北黑土厚度

第三期野外调查”顺利完成

东北黑土区是我国重要的粮食生产基地，是国家粮食安全的“压舱石”。自黑土开垦以来，受自然因素和人类活动影响，黑土土壤退化问题日益突出，威胁着区域农业和生态环境的可持续发展。为全面掌握黑土厚度的变化情况，探究黑土地“变薄、变瘦、变硬”的机理和规律，为制定黑土保护与修复策略提供科学依据，北京师范大学九三水土保持试验站作为地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室的野外站，在刘宝元教授带领下，联合松辽水利委员会，分别于 2005 年和 2015 年完成了两期大规模黑土厚度采样调查，并设计了“黑土厚度百年调查计划”，每 10 年开展一轮黑土厚度调查。

根据调查计划，2025 年开展了第三期黑土厚度调查。第三期黑土厚度调查由北京师范大学主持，并邀请松辽水利委员会、东北林业大学、沈阳农业大学、北京林业大学、西北大学等单位代表人员参加。

针对东北黑土厚度野外调查技术，北京师范大学九三野外站于 2025 年 5 月 28 日至 29 日，组织各参加单位的人员，在试验站开展了技术培训。该次培训内容为北京师范大学总结两次黑土厚度调查采样形成的技术规范。培训由刘宝元教授主持，试验站执行站长刘刚进

行了技术讲解。培训内容包括东北黑土区黑土厚度调查样点布设情况，野外黑土厚度取样技术，土样存储保存技术，文档保存要求等，并根据调查样点分布情况，进行了任务分工。培训结束后，各参加单位现场参观了九三野外站的径流小区、小流域把口站、水土保持示范小流域等野外试验设施和水土保持示范工程。



图 15 试验站开展技术培训

自 2025 年 6 月起，各参与单位依据各自任务分工，开始进行野外黑土厚度调查采样。调查区域包括松嫩黑土区、蒙东黑土区，调查面积 53.1 万 km^2 ，布设黑土厚度调查剖面 780 个。至 7 月 15 日，第三期黑土厚度野外调查顺利完成，各参加单位取得的黑土厚度样本，已寄送至九三野外站土样室，进行自然风干。计划 2025 年 9 月开始进行黑土厚度剖面样本的室内判读、黑土厚度空间分布分析等工作。

第三期黑土厚度野外调查的顺利完成，对掌握东北黑土厚度空间分布情况，助力东北黑土区的生态和农业可持续发展具有重要的意义。



图 16 第三期黑土厚度野外调查

编辑：黄海青、陈园园、田西云

审核：效存德