

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 2 期（总第 2 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 12 月 12 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 2025 年学术年会顺利举办
- 聚焦洪涝灾害风险防控，实验室赴密云开展专项调研
- 实验室“两重项目建设与台风灾害防御”座谈会顺利召开
- 冻融循环模拟装置工作进展
- 地球系统安全边界与极端事件风险学术研讨会顺利举办
- “青藏高原地区极端环境生态价值的新认识”荣获北京市科学技术奖自然科学二等奖
- “景观城市化监测模拟及其对生态系统碳价值的影响机制”荣获自然资源科学技术奖科技进步二等奖
- 书香传薪火，红色润初心|地表综合党支部以红色经典赋能教师成长

2、重要研究进展

- 气候变暖与人类用水对我国河流连通性影响研究

- 气候变化对陆面蒸散发的影响机理研究
- 人类活动对黄河流域的综合影响研究
- 2025 年 4 月中国极端大风沙尘暴复合灾害过程、成因与损失评估研究
- 全球骤旱加剧植被损失并延迟恢复研究

3、开放合作与交流

- 实验室效存德教授入选 IPCC 第七次评估报告（AR7）主要作者
- 2025 气候变化系统风险防范国际暑期学校顺利举办
- 实验室史培军教授接待北京市发改委与应急局专题调研
- 地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室接待鄂尔多斯林业和草原局一行来访交流
- 实验室史培军教授等与腾讯公司开展灾害预警技术研发交流

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 2025 年学术年会顺利举办

2025 年 8 月 31 日，地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室 2025 年学术年会在京师大厦顺利召开。

会议邀请中国工程院院士王桥教授、北京师范大学史培军教授作大会特邀报告。实验室专家咨询组成员翟盘茂研究员、罗勇教授、姜彤教授、李小雁教授，以及实验室主任效存德教授、副主任何春阳教授、贾坤教授、实验室各团队负责人、实验室成员等 60 余位专家学者到场参会。会议由效存德主任主持。



图 1 会议现场

效存德主任指出，实验室重组后更加聚焦国家重大需求，突出学科交叉与融合，重点关注地表过程即时监测、水土风沙灾害动力学机理及综合灾害风险预警与防控等研究，通过理论、模型与技术的持续创新，支撑防灾减灾救灾“三个转变”国家重大需求，推动实验室更好服务国家战略。他表示，本次年会旨在搭建一个学术交流平台，希望与会专家畅所欲言，深入探讨，碰撞思想火花。期待以此次会议为

契机，进一步凝聚共识，加强合作，共同推动实验室迈向新台阶。

王桥院士作题为“突发性地表异常即时遥感及其灾害学意义”的特邀报告。他指出，突发性地表异常具有随机性、聚变性、隐蔽性、连锁性等特征，而传统遥感在应对中存在“看不快、看不到”的瓶颈。为此，团队投建以“通导遥”一体化智能星座和在轨边缘计算为核心的地表异常即时遥感技术体系，并获批建设教育部重大科研装置“地表异常即时遥感技术实验平台”，助力北师大打造灾害即时感知特色方向，推动自然灾害学由描述性科学迈向预测性科学。

史培军教授作题为“中国北方农牧交错带地表复合侵蚀与水土风沙灾害风险防控模式思考”的特邀报告。他首先回顾了实验室的发展与转型历程，梳理了自上世纪五六十年代以来北师大在农牧交错带的研究传承，指出该区域是全球土壤侵蚀与灾害的高风险地带。然而，当前在风蚀、水蚀、冻融和重力作用叠加的复合侵蚀机理研究方面仍存在不足，亟需依托跨学科合作提升精细化监测与风险防控水平。

在团队建设进展报告环节，实验室刘绍民教授、贾坤教授、陈晋教授、潘成忠教授、张春来教授、段建平教授、周沙教授、娄和震副教授、王帅教授、方胜博士后、方伟华教授、吴吉东教授、叶涛教授、张国明教授先后作学术报告，涵盖天空地网一体化监测、地表异常即时感知、复合侵蚀与生态响应机制、灾害动力学机理、灾害风险模型与数据平台建设、综合预警体系与防控模式，以及支撑平台建设等内容，全面介绍了实验室在四大研究方向及技术支撑体系建设中的最新进展与规划。

本次年会聚焦前沿问题与国家战略需求，通过特邀报告、团队交流与专家点评，进一步促进了学术思想的交融与合作，为实验室未来的高质量发展奠定了坚实基础。

聚焦洪涝灾害风险防控，实验室赴密云开展专项调研

2025年9月5日，地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室史培军教授、何春阳教授等一行9人赴密云水库开展专题调研。本次调研紧密结合实验室在水土风沙灾害链过程机理与风险防控方面的核心研究方向，重点围绕今年7月以来强降雨和特大洪水过程，旨在从地表过程系统演化角度，总结应急处置经验，探讨科学调度与数字化平台建设，为北京山区及重要水源地灾害风险防控提供科学对策与决策支撑。



图2 实地调研

调研组先后赴太师屯镇、北庄镇等灾害点实地考察，详细了解洪涝灾害现状，分析山洪灾害的形成机制及链式传导效应。在密云水库管理处展览馆，调研组全面了解了水库建设与发展历程；在密云水库管理处调度运行科指挥中心，听取了关于防洪应急处置、调度运行和数字化平台应用等方面的介绍。与会专家对密云水库在应急响应与防洪调度方面取得的成效表示高度认可，并围绕气象水文预报、智能调

度模型等前沿议题展开讨论。专家建议，未来可进一步强化小流域精细化降雨数据支撑，提升极端天气下的预测能力；加强对山区局地暴雨的监测与模拟研究；积极探索人工智能等先进技术在水库智能调度中的应用，推动科研成果与防汛实战紧密结合。

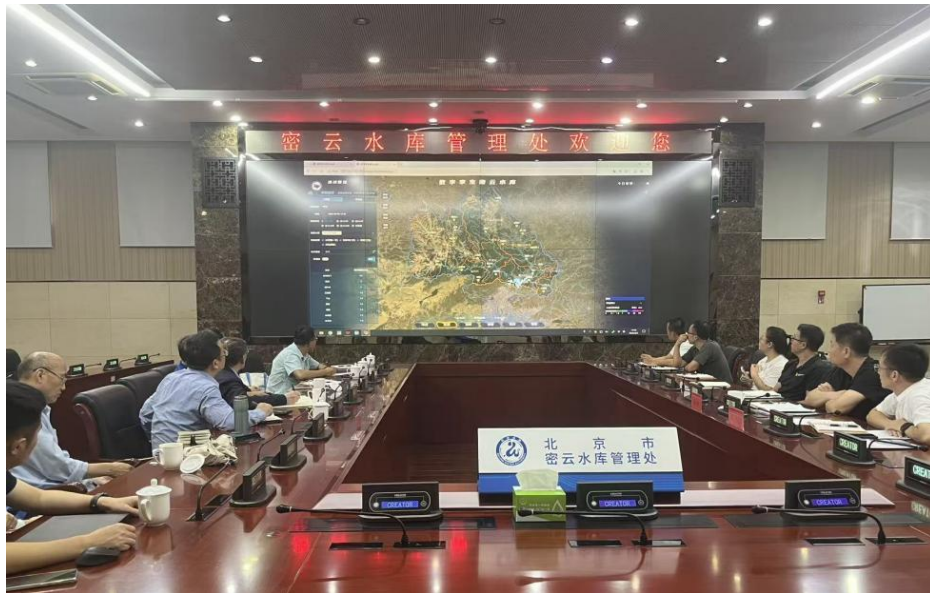


图 3 座谈会现场

双方表示，希望未来能持续深化合作，共同开展科技攻关与人才培养，为提升首都水安全保障能力、筑牢防洪减灾屏障提供坚实支撑。

地球系统安全边界与极端事件风险学术研讨会顺利举办

2025年9月30日下午，地球系统安全边界与极端事件风险学术研讨会在北京师范大学顺利召开。会议由未来地球中国委员会（CNC-FE）与未来地球计划-综合风险防范项目(CNC-IRGP)主办，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承办。来自北京师范大学及其它高校、研究所的30余名师生到场参会。会议由CNC-FE秘书长、中山大学董文杰教授与实验室主任效存德教授共同主持，CNC-FE主席、中国科学院院士秦大河教授出席会议并参与讨论。



图 4 会议现场

秦大河院士在致辞中回顾了联合国框架下关于气候变化、水资源、氮磷循环、粮食安全等十个地球系统要素的研究进展，强调中国在全球地球系统科学研究中的重要地位。他指出，应进一步加强自然科学与社会科学的交叉融合，推动科研成果服务经济社会可持续发展。秦院士还简要回顾了未来地球中国委员会的发展历程及北京师范大学在其中的积极贡献，并寄语北师大未来在地球系统安全边界研究领域发挥更大作用，促进科学认知向实际行动转化。



图 5 秦大河院士致辞

董文杰教授指出，“地球系统安全边界”作为国际科学界的重要

研究框架，为认识人类活动对地球系统的影响及其安全阈值提供了新视角。他强调，北京师范大学地表全重实验室应立足综合风险防范和全球视野，强化跨学科研究与国际合作，继续在前沿科学探索中发挥引领作用。

在主题报告环节，中山大学董文杰教授、北京师范大学叶谦教授、中国气象科学研究院翟盘茂研究员、实验室效存德教授、实验室陈活泼教授、中国科学院大学窦挺峰教授、北京师范大学李长嘉教授、中国气象科学研究院丁明虎研究员、北京师范大学和瑞典哥德堡大学苏勃博士后依次进行了题为《CNC-FE 亮点成果》《<联合国三角洲公约>-中国 FE 国家委员会的机遇与挑战》《全球气候变化与极端事件影响》《地球系统安全公正边界：概念和领域》《东北春季高温年际变率增强及机制》《大气冰冻圈及其时空非稳定性》《中国旱区生态系统阈值及放牧的安全操作空间》《南极气候变化及其归因研究》《冰冻圈的安全运行边界》的报告。与会专家从不同学科和区域视角分享了地球系统安全边界、极端事件风险及相关气候与生态系统研究的最新进展，并与参会师生进行了深入而热烈的学术交流。



图 6 与会专家作报告

在讨论和总结环节，秦大河院士指出，本次研讨会是一次跨学科、跨领域的高水平学术交流，类似形式的研讨会将对推动地球系统科学研究与全球气候治理具有重要意义。与会专家一致认为，应常态化举办此类研讨会，以进一步凝聚科研力量，服务国家战略与全球可持续发展目标，促进人与自然和谐共生。

冻融循环模拟装置工作进展

2025年10月23日，冻融循环模拟装置第一次研讨会在北京师范大学房山综合实验基地召开。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，实验室咨询委员会主任史培军教授，以及刘宝元教授、张科利教授、张春来教授、符素华教授、段建平教授、张卓栋教授、张峰高级工程师等参加，浙江托莫斯科技有限公司参与交流。



图7 第一次研讨会

针对冻融循环模拟装置的调研情况、设计思路以及初步建设方案，

与会专家提出了多项关键建议。史培军教授以德国考察经验为例，强调装置应按照国际领先标准设计，实现对土样坡度、温度、湿度等参数的精准控制；效存德教授建议关注冻融循环与土壤侵蚀的互馈机制研究；刘宝元教授指出需扩展土样坡度变化范围，并保障装置足够高度；张科利教授提出装置应具备分阶梯、多用途功能，以提高使用效率。其他专家也充分发表了意见，对方案完善具有重要参考价值。会后，专家团队在房山基地实地勘查，初步确定了较为理想的装置安装场地。

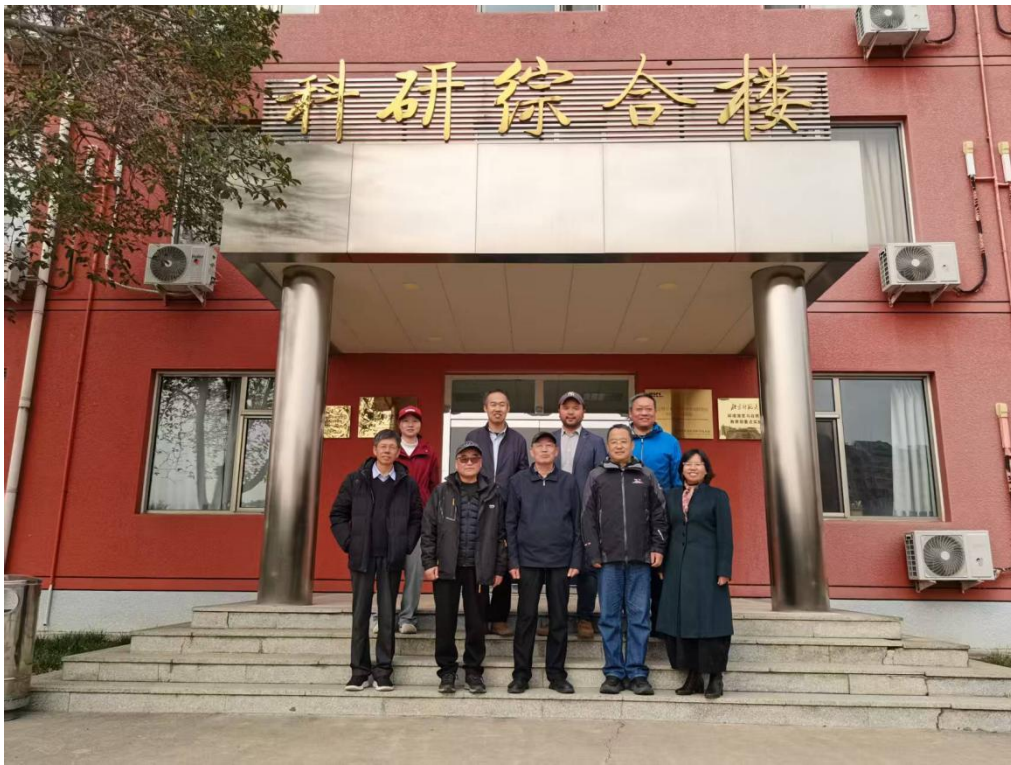


图8 研讨会合影

2025年11月20日，冻融循环模拟装置第二次研讨会以线上会议的方式进行。

在本次方案研讨会上，浙江托莫斯科科技有限公司彭怀进副总经理详细介绍了融入上次专家意见的冻融装置建设方案。与会专家进一步提出关键优化建议：史培军教授建议合理设定温度模拟上限，并为土样加装传感器，以有效监测冻融过程中的土壤性质变化；效存德教授

强调需充分考虑不同变温模式的模拟差异；刘宝元教授指出被试土样应具备足够长度，以真实模拟青藏高原等地因冻融作用产生的土壤裂纹等现象。此外，专家们经共同研讨，明确了装置的整体尺寸（长、宽、高）及土槽规格，并就土样固定、拖车与土槽连接方式等具体技术问题进行了深入讨论，为方案的下一步细化设计奠定了坚实基础。

实验室“两重项目建设与台风灾害防御”座谈会顺利召开

2025年11月2日，地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室（以下简称“地表全重”）史培军教授带队一行到珠海市政府进行座谈，会议由珠海市正厅级领导黄志豪同志主持。

史培军教授首先介绍了地表全重珠海基地建设将以台风灾害链应对科技创新体系研发为核心，通过承担国家“两重项目”，面向珠海及大湾区灾害风险防控需求，为粤港澳大湾区高精度灾害防控体系建设提供智能预警技术与相关政策咨询服务。北京师范大学珠海校区科研办主任左锐介绍了北师大及珠海校区对地表全重珠海基地建设高度重视，对“两重项目”给予了重点支持，并期望全重珠海基地根据地方需求谋篇布局。

听取汇报后，黄志豪同志对实验室在珠海开展的工作给予高度评价与感谢，充分体现了“珠海服务高校、高校服务珠海”的理念。与会的市科技创新局伞景辉副局长介绍了政府对国家和地方创新平台、科技项目的支持情况；市海洋发展局苏跃朋副局长介绍了珠海的海域情况，高度认可史教授提出的台风精准防控的理念，希望围绕“台风灾害链防控体系”，针对珠海海洋产业发展与台风灾害风险防控实际问题，加强与全重珠海基地的合作。

黄志豪同志总结指出：此次座谈会为珠海精准防控台风造成的灾害探讨了全新路径，近期将组织一次由气象局、海洋局、财政局、应

急管理局、发展改革委等部门参加的“台风防御两重项目座谈会”，针对史培军教授提出的战略谋划，一事一议推动珠海市政府与全重珠海基地及北师大珠海校区的深度合作。

珠海市政府办公室秘书科严植锐副科长、万山区管委会郭沐阳副主任、万山区科技创新和商务局陈嘉莹副局长、万山区社会事业局王胜、地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室珠海基地张文生主任、实验室国际项目办叶谦主任参加了此次座谈会。

“青藏高原地区极端环境生态价值的新认识”荣获北京市科学技术奖自然科学二等奖

2025年11月7日，2024年度北京市科学技术奖正式公布，38位科学家、193项成果获奖。北京市人民政府在北京会议中心隆重召开了奖颁典礼，北京市市长殷勇主持了颁奖大会，北京市市委书记尹力发表了重要讲话，肯定了获奖人员和成果作为北京市科技人员代表做出的重要贡献，同时也提出了落实二十届四中全会精神和习近平总书记指示、发展前沿科技的殷切希望和要求。

《青藏高原地区极端环境生态价值的新认识》荣获北京市科学技术奖自然科学二等奖，北京师范大学为该成果的唯一完成单位，地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室史培军教授、于德永教授、周涛教授、朱文泉教授、唐海萍教授，以及博士研究生陈彦强、韩东妮、刘霞、姜楠为该成果的完成人。

该成果项目在《第二次青藏高原综合科学考察研究》和青海省重大科技专项《青海生态环境价值评估及大生态产业发展综合研究》等项目的资助下，系统开展了“青藏高原地区极端环境生态价值的新认识”研究，构建了高寒生态系统生态-水文过程模拟系统，首次量化了青藏高原水塔核心区水资源总量、域内水资源量和域外溢出水资源

量，揭示了水资源相态转化的影响机制；构建了高原植被与土壤碳储量及碳汇量估算的随机森林模型与深度学习模型，首次从水平方向的空间格局与垂直方向的变化规律两方面综合评估了青藏高原冻土核心区的土壤有机碳储量及碳源汇的数量；首次对青藏高原近地表氧含量进行了测量，揭示了青藏高原氧含量的时空格局和影响因素，明确了海拔不是决定青藏高原近地表大气氧含量的唯一因素。

代表性成果发表在 *Science Bulletin*、*Nature Communications* 等顶级期刊，得到 8 位中国科学院、中国工程院院士等权威专家的肯定性评价和 *PNAS*、*Global Change Biology*、*Environmental Science & Technology* 等国际权威期刊的肯定性引用，为青藏高原生态保育和健康风险防御提供了新的科学依据。青藏高原地表大气氧含量研究成果被新华社用中文、英文向国内及海内外播发，其中国内中文稿被央视网、人民网、中国新闻网、西藏日报等 89 家媒体采用，客户端阅读量 220 万；对外中文稿被凤凰网、搜狐网、新西兰奥克兰华页公司等 20 家媒体采用；英文稿被世界新闻网、*bignewsnetwork.com* 等 22 家媒体采用，并刊发日本专线。取得了良好的学术影响和社会效益。



图 9 获奖证书及颁奖大会

“景观城市化监测模拟及其对生态系统碳价值的影响机制”荣获 自然资源科学技术奖科技进步二等奖

2025年11月24日，2024年度自然资源科学技术奖评选结果正式揭晓。

经公示和自然资源科学技术奖励委员会审定，“景观城市化监测模拟及其对生态系统碳价值的影响机制”荣获自然资源科学技术奖科技进步奖二等奖。该成果由北京师范大学与青海师范大学联合完成，地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室何春阳教授、史培军教授、于德永教授、刘志锋副教授、姜璐副教授以及王文颖教授、黄庆旭教授、陈克龙教授、周涛教授和毛旭锋教授为主要完成人。

该研究团队在国家重点研发计划项目、国家自然科学基金委重点基金项目和青海省重大科技项目支持下，在景观城市化监测模拟及其对生态系统碳价值的影响机制方面取得了创新成果。创建了一套景观城市化过程高精度监测与模拟方法，提升了城市扩展过程的模拟能力，定量揭示了中国景观城市化过程与趋势；创建了一套准确量化景观城市化过程影响的评估模型，实现了景观城市化对生态系统价值影响的系统化定量评估；揭示了快速城市化地区与区域生态建设与生态价值转化机制，研发了具有自主知识产权的家庭能源消费全景调查系统，创建了面向生态保护和资源可持续性生态产品价值实现路径的区域“生态建设产业化、产业发展生态化”模式。

代表性成果发表在 **Nature** 等期刊上，在全国国土空间规划、深圳市城市规划，国家清洁能源产业高地、国家绿色有机农畜产品输出地建设，青海省生态（国家公园）建设等实践中得到了广泛应用。



图 10 获奖证书

书香传薪火，红色润初心——地表综合党支部以红色经典赋能教师成长

红色经典是传承革命精神、铭记奋斗历史的重要载体。为进一步强化思想引领、夯实信仰根基，推动红色血脉代代相传，地表综合党支部精心选配一批红色经典书籍，为老师们送上了一份丰厚的“精神食粮”。

此次选配的书籍涵盖多部思想深刻、历史厚重的经典之作，既有《毛泽东传》《周恩来传》《邓小平传》等再现伟人风采与时代征程的人物传记，也有《大河奔流》等蕴含红色精神的文学读物。这些作品全方位、多角度地呈现了中国革命和建设历程中的光辉岁月与精神内核，为老师们深入学习红色历史、感悟革命精神搭建了优质的阅读载体。



图 11 合影留念

此次红色经典阅读活动，将引导老师们主动开启自主学习之旅。通过潜心研读红色经典，一方面可帮助老师们汲取源源不断的精神力量，深刻感悟革命先辈的初心使命与奋斗担当；另一方面可鼓励老师们将书中的精神养分融入日常工作与实践，把红色基因转化为砥砺前行的工作动力，以更饱满的热情和坚定的信念履职尽责，助力各项工作高质量推进。下一步，地表综合支部也将持续探索更多形式多样的红色学习活动，营造爱读书、读好书、善读书的良好氛围，推动红色精神在支部常态化传承，凝聚起奋进新征程的强大合力。

2、重要研究进展

气候变暖与人类用水对我国河流连通性影响研究

在当前气候变暖的背景下，可持续的河流生态系统需在维护河流健康、保障其自然连通性、基本过程与功能不受损害的前提下，统筹满足不断增长的人类用水与生态保护需求。河流水系连通作为应对水

安全问题的重要路径，其时空演变规律及驱动机制研究，已成为我国河湖生态治理与修复的核心议题。

实验室相关研究团队利用陆面模型结合河道汇流模型重建了我国过去 60 年约 21 万条河段高分辨率天然径流量，并进一步构建河流水文连通性量化指标，发现 1961 - 2020 年期间，间歇性河流长度约占我国所有河流总长度的 13%，北部和南部地区之间存在极大差异。尽管我国过去 60 年河流间歇性呈不显著下降趋势，但气温升高通过减少地表可用水量部分抵消了该下降趋势，当去除长期温度趋势时，其下降趋势进一步增加了一倍。同时，去除降水长期趋势的模拟试验也证实了气温增加对河连通性的负向影响作用，未来需要持续关注暖干化气候区河流水文连通性。

该研究不再仅凭自然流量来评价河流间歇性，转而采用一种综合性框架，将农业、生活与工业取水及环境流量需求纳入考量。结果表明，以此标准衡量的“功能性断流”比例较传统评估结果显著攀升，揭示了我国人类用水对河流天然水资源的极大消耗。在我国北方地区，尤其是华北平原和东北平原，表现出较为严重的河流功能连通性丧失，而南方地区具有更高的河流功能承载力。

2025 年 8 月，该研究成果以“Warming climate and water withdrawals threaten river flow connectivity in China”为题发表于《美国科学院院刊》（PNAS）。文理学院地理系青年教师苟娇娇博士为论文第一作者，实验室缪驰远教授为论文通讯作者。

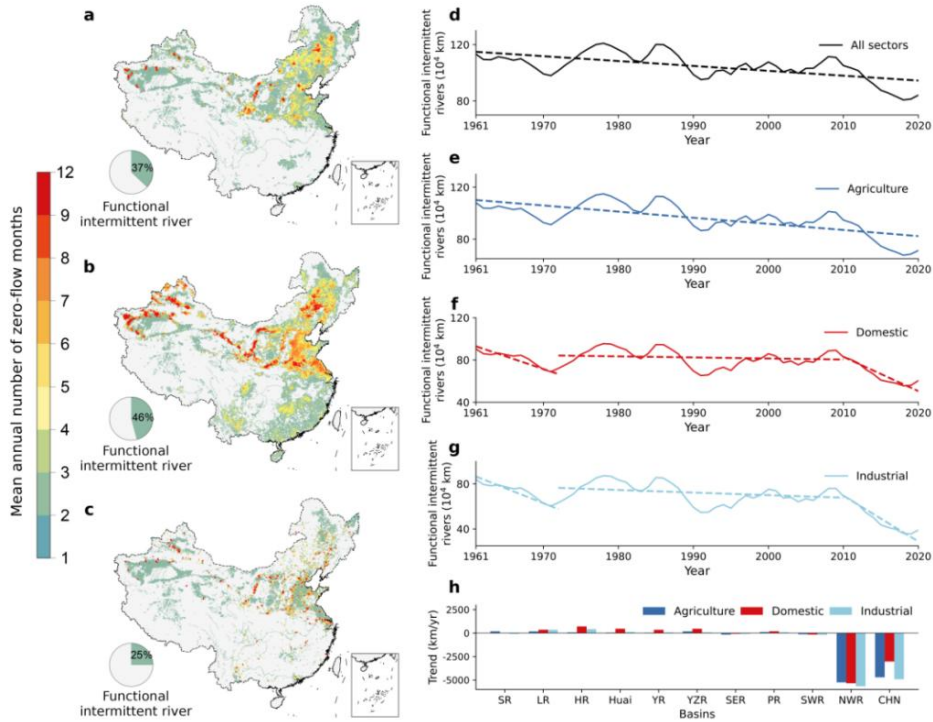


图 12 我国功能间歇性河流分布与变化情况图

气候变化对陆面蒸散发的影响机理研究

陆面蒸散发 (ET) 变化通过调控能量与水分循环, 深刻影响气候演变、水资源格局和生态系统功能, 是理解地球系统变化的关键过程。然而, 受陆气相互作用过程复杂性的制约, 气候变化对 ET 的影响预估存在高度不确定性: 基于离线水文模型预估的气候变暖驱动的全球 ET 增幅, 远高于地球系统耦合模型的预估结果, 这一分歧严重制约了未来水文气候变化 (陆面干湿变化) 预估的可靠性。揭示分歧背后的物理机制, 并发展更合理的大气蒸发需求估算方法, 是提升水文气候预测可信度的关键科学问题。

实验室相关研究团队基于理论推导、观测资料与模式模拟, 系统揭示了忽略陆气反馈导致 ET 预估偏高的物理根源。研究构建了新的蒸散发互补理论框架, 将传统 Penman 公式拆分为能量驱动项 (PET_e) 和空气动力项 (PET_a), 从物理上区分了驱动 ET 变化的气候因子与受陆气反馈影响的大气蒸发需求分量。结果显示, PET_e 是主导 ET 时

空变化的关键气候因子，而 PET_a 的增强主要反映了因 ET 减弱而引发的陆气反馈响应，不能被视为独立的蒸发需求上升。传统 PET 将 PET_e 与 PET_a 简单相加，混淆了驱动因素与反馈响应，从而高估了大气蒸发需求，并导致离线模型预估的 ET 增幅偏高。

基于 PET_e 重构大气蒸发需求估算方法后，研究团队进一步将其整合至离线水文模型（Budyko 框架）。结果表明，基于 PET_e 的离线模型在全球 ET 时空变化预估及其气候驱动归因方面，与 $ESMs$ 表现出高度一致性，成功调和了两类模型长期存在的系统性分歧。这一新框架从物理机制上统一了离线模型与耦合模型在气候变暖驱动下的 ET 变化预估，有效提升了陆面干湿变化模拟的可靠性。

本研究系统揭示了大气蒸发需求（ PET ）估算中核心偏差，为改进气候模型中陆气耦合过程提供关键方向，研究成果为提升未来水文气候预测可靠性、改进陆面干湿变化评估提供了重要方法支撑。2025年9月，该研究以“Neglecting land – atmosphere feedbacks overestimates climate-driven increases in evapotranspiration”为题发表在《Nature Climate Change》期刊，实验室周沙研究员为论文第一兼通讯作者。

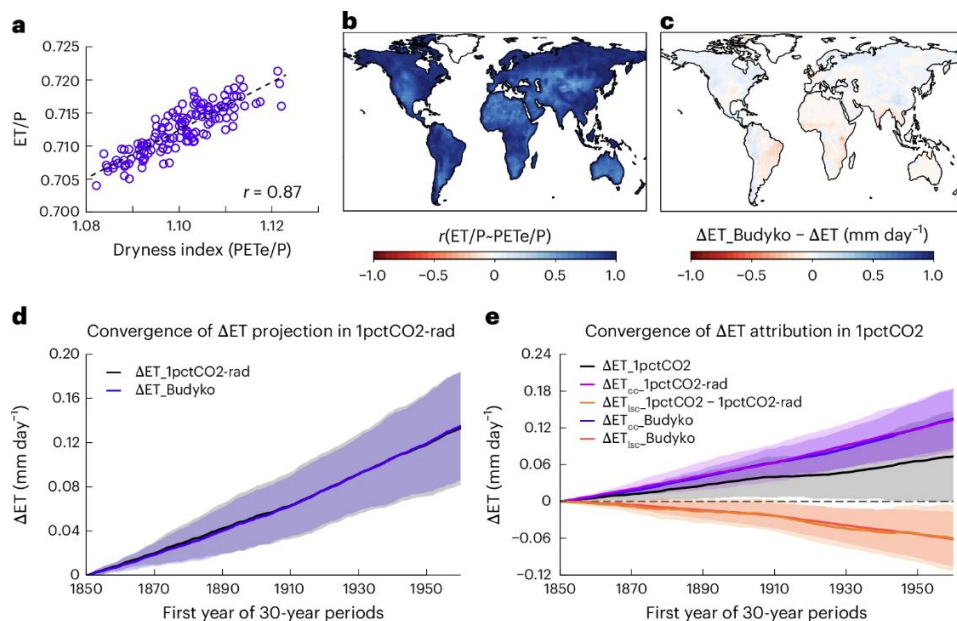


图 13 基于 PET_e 的离线水文模型（Budyko 框架）与地球系统耦合模型在蒸散发变化预估和归因中的一致性

人类活动对黄河流域的综合影响研究

黄河流域水资源稀缺、沙量丰富，受人类活动影响显著，人水关系及其互馈机制是流域生态保护和可持续发展的关键。随着气候变化和人类活动加剧，流域水循环和泥沙过程发生了明显改变，黄河流域输沙量显著下降、水资源短缺加剧、人水关系显著改变，可持续发展面临着垂向水循环通量持续增大、自然水资源存量不断减少、局部功能性断流仍然存在、制度影响机制分析不足等挑战，使黄河流域管理面临复杂问题。

实验室相关研究团队对 20 世纪 50 年代以来人类活动对黄河流域水循环和泥沙过程的影响进行了系统评述。研究整合了水文、生态、工程和制度等多学科数据，构建了流域人水互馈回路结构，并分析了人口、经济、工程、制度、水沙过程与生态系统之间的耦合效应与动态演变规律。团队还提出了动态监测水资源储量、构建人水耦合模型，以及地表水与地下水联合管理、生态保护修复与补偿机制的实施策略，为流域水资源管理提供科学依据。

研究表明，黄河流域蒸散发显著增加（ 1.79 mm yr^{-1} ）、垂向水循环加剧，而地下水（ -2.85 mm yr^{-1} ）和土壤水（ $-0.45 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ m}^{-3} \text{ yr}^{-1}$ ）等自然水资源存量持续下降，使流域生态系统在未来气候风险下更为脆弱。流域人水互馈回路经历了四个演变阶段：供给扩张回路（1960-1980 年）、资源约束回路（1980-2000 年）、综合治理回路（2000-2020 年）以及未来韧性回路（展望），显示人口增长、经济发展、工程建设和制度安排对水循环和泥沙过程具有深刻影响。黄河年均输沙量大幅下降，缓解了河床淤积，但下游水资源调配和生态保护压力增加，上中游水土保持与三角洲生态保护之间的协调仍是流域可持续管理的核心挑战。

本研究明确了黄河流域人水互馈机制及其动态演变规律，为理解

干旱区河流水文系统提供参考，并为稳定水通量、保护水存量、提升旱区流域水资源管理适应性提供理论和方法支撑，对黄河及其他干旱区河流的生态保护和可持续发展具有重要实践意义。

2025 年 9 月，该研究成果以“Anthropogenic impacts on the Yellow River Basin”为题发表在《Nature Reviews Earth & Environment》期刊。实验室王帅教授为论文第一作者，中科院生态环境中心傅伯杰院士为通讯作者。

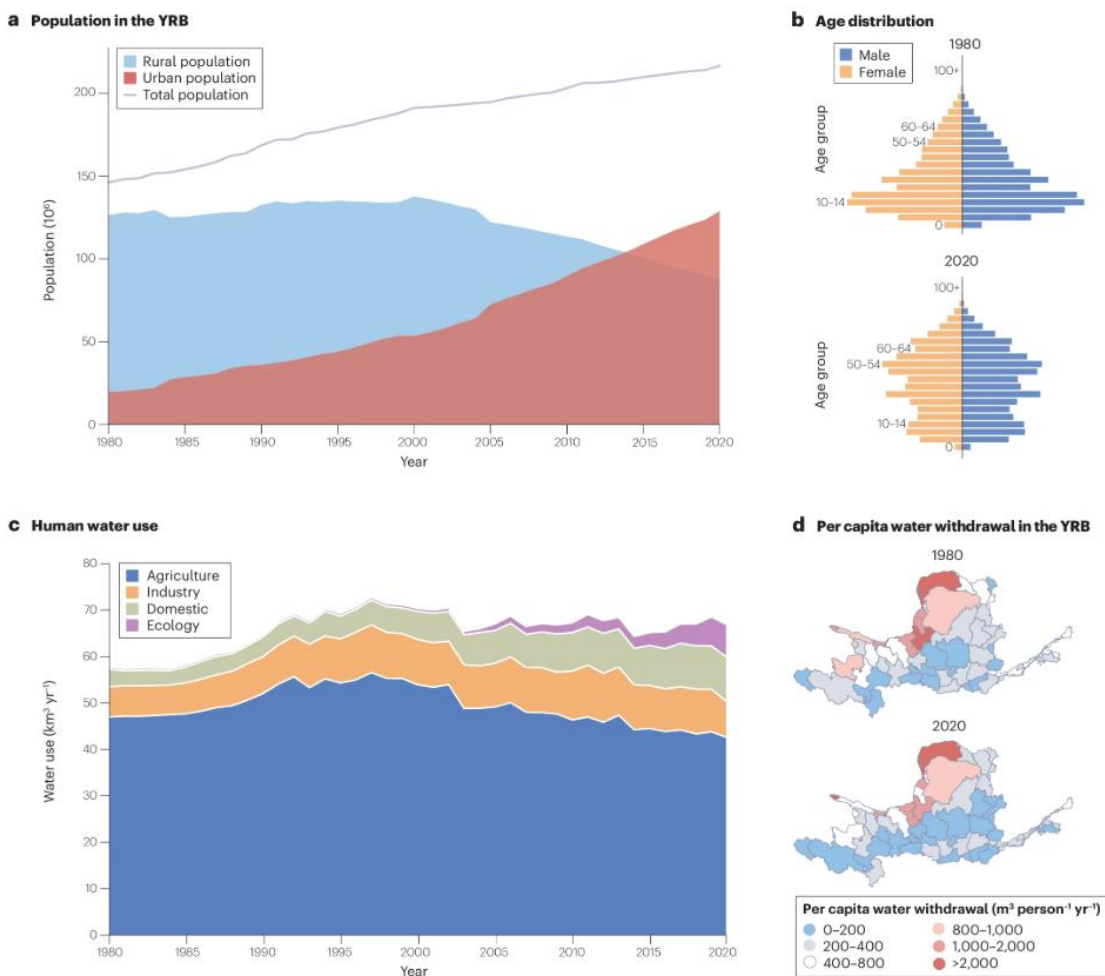


图 14 黄河流域的人口、经济发展与用水变化图

2025 年 4 月中国极端大风沙尘暴复合灾害过程、成因与损失评估研究

极端大风沙尘暴复合灾害是干旱、半干旱地区及周边的“常客”，以瞬时强风与高浓度沙尘为核心危害，可导致建筑损毁、交通中断、作物倒伏、能见度骤降及呼吸与心脑血管疾病风险上升。尽管全球大风沙尘暴复合灾害整体呈下降趋势，但近年来极端事件“反常增多”，而现有研究对“频率下降背景下极端事件激增”的成因解释不足，也缺乏针对不同承灾体（如建筑、作物、弱势群体）的损失量化模型，难以支撑精准防灾。2025 年 4 月 10 - 15 日，中国遭遇的持续性极端风沙灾害更凸显了这一研究的缺口。

实验室相关研究团队为精准解析灾害过程与损失，研究整合了气象与环境实时观测数据、再分析与遥感数据、承灾体数据及历史大风灾害等多源数据，覆盖灾害“强度-暴露-历史灾害损失”全维度。针对大风沙尘暴复合灾害损失难量化的问题，研究团队基于 2011 - 2020 年中国历史风灾数据，构建了受灾人数、伤亡数、损毁建筑数、作物受灾面积、直接经济损失的脆弱性函数，建立了中国大风沙尘暴灾害的损失量化模型。

结果表明，2025 年 4 月 10 - 15 日的大风沙尘暴复合灾害呈现典型的“北起南推”演化特征，其形成动力源于蒙古冷涡东移南下引发的地表强风，以及东亚中纬度西风急流促成的高空能量下传；蒙古及中国北方植被覆盖偏低、土壤疏松为沙尘提供充足来源，城市高楼与地形形成的“狭管效应”进一步放大局地风害。研究揭示，本次中国 6.97 亿人暴露于 8 级强风之中；超 11.87 亿人遭遇 $PM_{10} > 500\mu g/m^3$ 的严重污染，全国建筑、交通网络、农业大棚、小麦与森林等多类承灾体受影响显著。基于脆弱性模型估算，此次极端大风沙尘暴复合灾害造成中国 0.209 - 104.4 万人受灾，5 - 13 人伤亡，损毁建筑 2115

- 4607 座，作物受灾 229 - 783km²，直接经济损失 7600 万 - 35.01 亿元；而交通中断、生产停滞引发的间接损失或超直接损失 10 倍。

本研究聚焦 2025 年 4 月发生在中国的一次罕见的、横扫南北的极端大风沙尘暴复合灾害，首次系统解析了灾害的形成机制、演化过程，并精准量化了其社会经济损失和影响，为全球变暖背景下极端大风沙尘暴灾害的防控提供了关键科学依据。

2025 年 10 月，该研究成果以“Process, Causes, and Loss Assessment of the Extreme Wind-Dust Compound Disaster in China in April 2025”为题发表在《International Journal of Disaster Risk Science》期刊。实验室张钢锋讲师为论文第一作者，史培军教授为通讯作者。

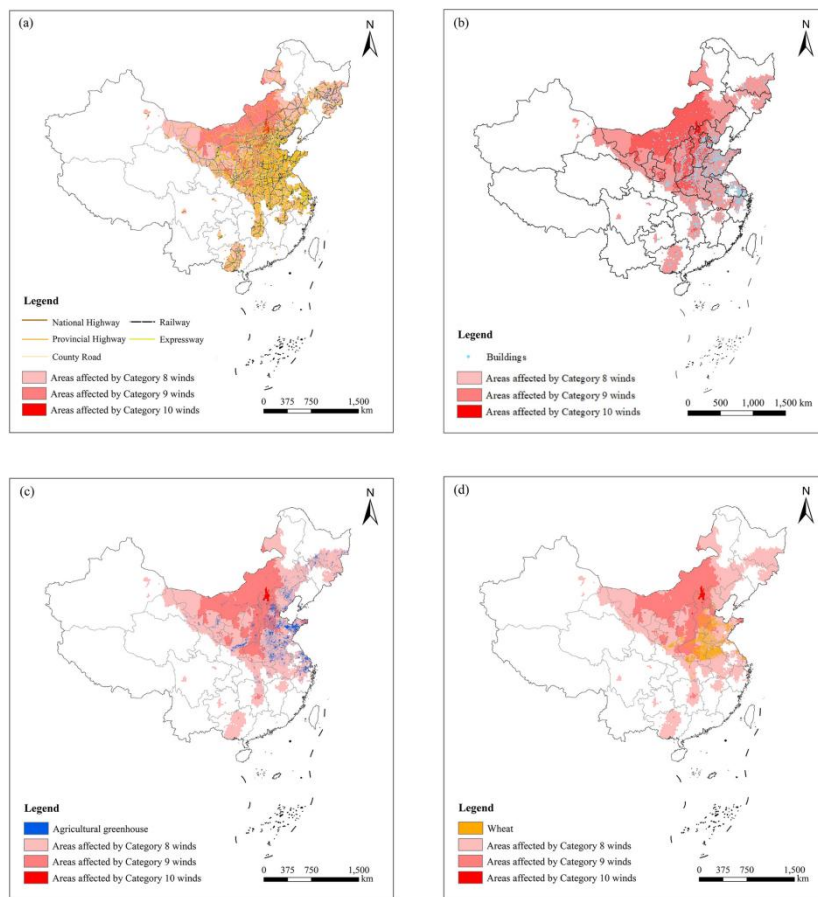


图 15 本次极端大风沙尘暴灾害期间强风影响的 (a) 交通，(b) 建筑，(c) 农业大棚，(d) 小麦空间分布

全球骤旱加剧植被损失并延迟恢复研究

全球变暖加剧大气干旱，同时降水格局变化导致小雨事件减少，干旱间隔延长。这些因素共同促使全球土壤湿度下降，尤其是“骤旱”事件频发。这类干旱发展迅速，通常在数周内导致严重土壤水分亏缺。与缓慢发展的传统干旱不同，骤旱因其突发性强、强度大，可能对植被造成更严重的冲击。然而，全球范围内关于骤旱对植被影响的系统性研究仍较为缺乏。

实验室相关研究团队基于 NOAA 气候数据记录和 ERA5-Land 再分析数据，系统评估了 1982 - 2022 年间全球骤旱与传统干旱对植被动态的影响，揭示了骤旱对植被损失的放大效应及恢复延迟现象。

研究结果表明，骤旱与传统干旱对植被的影响存在显著差异。骤旱发生频率更高（年均 0.37 次 vs. 0.25 次）、强度更大，导致植被指数平均降幅达 9.0%，几乎是传统干旱造成损失（5.3%）的 1.5 倍。这主要源于骤旱的快速胁迫特性，使植被缺乏适应缓冲期。机制分析发现，骤旱频次和土壤湿度快速下降是其引起植被损失高于传统干旱的两大主因，贡献率分别达 41.8% 和 40.2%。趋势归因发现，干旱引起的全球植被损失加剧有 81.2% 可归因于骤旱频次上升。这一发现揭示，在气候变化背景下，干旱事件的“发生频率”比“单次强度”对植被的影响更为关键。研究同时发现植被恢复力呈减弱趋势。尽管大多数地区植被能在约半年内恢复，但 1982 - 2020 年间全球植被恢复时间呈现显著延长趋势，平均每十年增加 2 天。这一现象在热带雨林和温带森林等关键碳汇生态系统中尤为明显，其恢复进程更为迟缓，暗示着这些重要生态系统的恢复力可能正在减弱，并对全球碳循环与生态安全构成潜在威胁。

本研究指出，骤旱因其突发性和高强度，对生态系统生产力、碳汇功能及粮食安全的威胁显著高于传统干旱，其突发性要求更快速的

应急水资源调配和适应措施。强调应将骤旱特性纳入气候变化适应策略、生态系统管理与干旱监测体系中，以应对其日益加剧的生态影响。

2025年12月，该研究成果以“Flash droughts exacerbate global vegetation loss and delay recovery”为题，发表于《Nature Communications》。柴元方博士（现为浙江师范大学双龙特聘教授）为第一作者，实验室缪驰远教授为通讯作者。

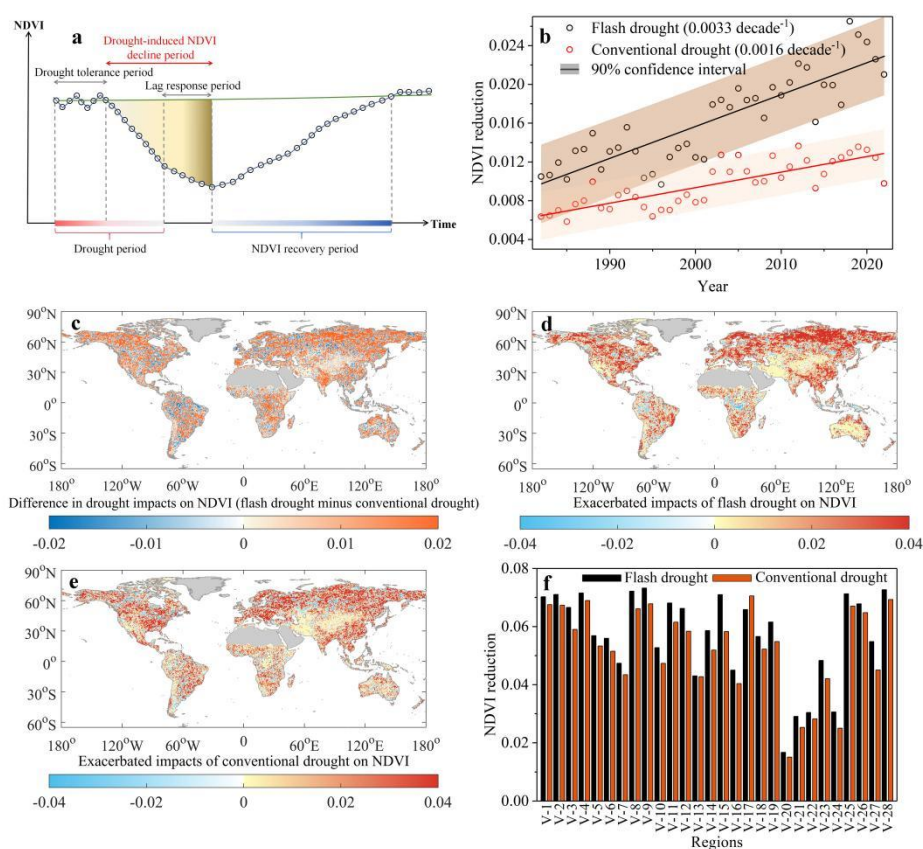


图 16 全球骤旱和缓旱对植被的影响图

3、开放合作与交流

实验室效存德教授入选 IPCC 第七次评估报告（AR7）主要作者

2025 年 8 月，“政府间气候变化专门委员会”（IPCC）主席团确定了三个工作组报告的主要作者。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效存德教授，经中国政府推荐和 IPCC 遴选，担任第一工作组（WG1）第八章“**Abrupt changes, low-likelihood high impacts events and critical thresholds, including tipping points, in the Earth system**”的主要作者（Lead Author）。根据主席团批准的大纲，第八章将首先界定地球系统的突变、低概率高影响事件、关键临界点（包括反转点）以及不可逆性等概念，并给出不同时空尺度的特征。重点评估上述事件在地球系统要素和生态系统中的驱动机制和发生条件；从观测事实，模拟，古气候以及土著（属地化）知识中挖掘证据并给出不确定性；从局地、区域和全球尺度评估此类事件发生后将造成何种遥相关、多大程度的级联影响和复合影响；在多大温升水平下发生哪些关键子系统的临界点，并识别其早期预警。这是 IPCC 历史上首次对这类事件开展全面评估。此外，中国气象科学研究所的陈阳研究员也担任本章的 LA。

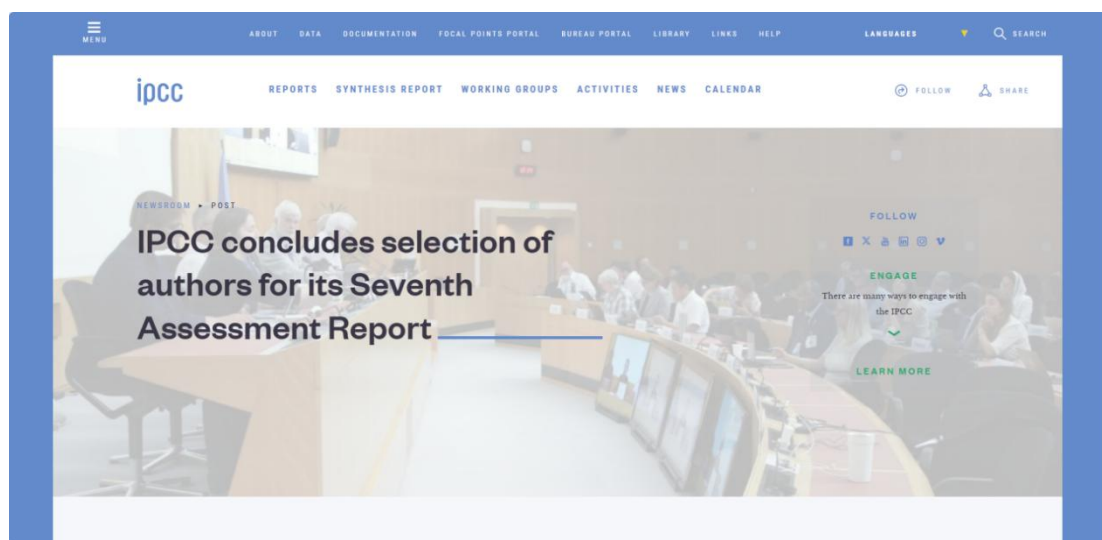


图 17 IPCC 第七次评估报告作者遴选工作已完成

此前，效存德教授还曾担任 IPCC 第五次评估报告（AR5）第一工作组编审（RE），第六次评估报告（AR6）第一工作组主要作者协调人（CLA）和综合卷编审（RE）。

据悉，针对第七次评估报告（AR7）评估内容，各国政府推荐了 3771 位作者候选人，经过 IPCC 总部专家遴选，共有来自 111 个国家 664 人最终入选（第一、二、三工作组报告作者分别 193、249、222 人）。其中，中国作者共 32 人（第一工作组 15 人，第二工作组 7 人，第三工作组 10 人）入选。作者群对提升我国在应对气候变化科学领域的国际影响力，同时将为我国参与全球气候治理、与国际社会共同应对气候变化作出积极贡献。

Last Name	First Name	Role	Gender	Country of Residence	Citizenship	Affiliation
1 FRÖLICHER	Thomas	CLA	M	Switzerland	Switzerland	Climate and Environmental Physics, University of Bern
2 JAIN	Shipra	CLA	F	United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)	India	University College London
3 ROMANOU	Anastasia	CLA	F	United States of America	USA	Columbia University
4 BOERS	Niklas	LA	M	Germany	Germany	Technical University of Munich and Potsdam Institute for Climate Impact Research
5 CARNICER	Jofre	LA	M	Spain	Spain	University of Barcelona
6 CHEN	Yang	LA	M	China	China	Chinese Academy of Meteorological Sciences, China Meteorological Administration
7 KOPP	Robert	LA	M	United States of America	USA	Rutgers University
8 LAPOLA	David	LA	M	Brazil	Brazil	Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
9 LENTON	Timothy	LA	M	United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)	UK	University of Exeter
10 LUCARINI	Valerio	LA	M	United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)	UK	University of Leicester
11 MECCIA	Virna Loana	LA	F	Italy	Argentina	National Research Council - Institute of Atmospheric Sciences and Climate (CNR-ISAC)
12 MENWIEL	Laurie	LA	F	Australia	Australia	Climate Change Research Centre, University of New South Wales
13 WINKELMANN	Ricarda	LA	F	Germany	Germany	Max Planck Institute of Geanthropology
14 XIAO	Cunde	LA	M	China	China	Beijing Normal University
15 YANG	Shuting	LA	F	Denmark	Denmark	Danish Meteorological Institute
16 AMON	Leeli	RE	F	Estonia	Estonia	Institute of geology, Tallinn University of Technology
17 KLITSE	Nana Ama Browne	RE	F	Ghana	Ghana	Ghana Space Science and Technology Institute, Ghana Atomic Energy Commission
18 MARENGO ORSINI	Jose Antonio	RE	M	Brazil	Peru	CEMADEN

图 18 IPCC AR7 WG1 第八章作者名单

2025 气候变化系统风险防范国际暑期学校顺利举办

由北京师范大学主办，地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室、应急管理部-教育部减灾与应急管理研究院、环境演变与自然灾害教育部重点实验室、地理科学学部、文理学院和国际交流合作处共同承办的“2025 气候变化系统风险防范国际暑期学校”于 2025 年 7 月 14~25 日在北京师范大学珠海校区顺利举办。

北京师范大学党委副书记、珠海校区党委书记韦蔚教授出席 7 月 14 日上午的开幕式并致欢迎辞。暑期学校邀请了中国灾害防御协会会长、应急管理部原副部长郑国光教授，瑞典皇家科学院院士、中国科学院外籍院士、清华大学 Deliang Chen（陈德亮）教授，欧洲科学院外籍院士、香港大学副校长 Peng Gong（官鹏）教授，香港大学 Fan Dai（戴凡）教授、中山大学大气科学学院院长董文杰教授，日本京都大学防灾研究所前所长 Norio Okada 教授、日本庆应大学 Wanglin Yan（严网林）教授，瑞典斯德哥尔摩环境研究院 Guoyi Han（韩国义）研究员，美国西密歇根大学 Laiyin Zhu（朱莱茵）副教授，灾害风险综合研究计划（IRDR）国际项目办公室执行主任、北京师范大学杨赛霓教授，以及北京师范大学史培军教授、狄增如教授、Qian Ye（叶谦）教授、李颖教授、方伟华教授、姜璐副教授等国内外知名专家，为来自巴基斯坦、波兰、俄罗斯、尼泊尔、尼日利亚、伊朗、印度、印度尼西亚和中国的 33 位对气候变化、灾害风险、综合减灾等领域感兴趣的在校教师、博士后和学生等，进行了为期两周的讲学，并到深圳城市公共安全技术研究院、深圳市城市规划设计研究院、珠海规划展览馆等机构现场考察交流和学习。



韦蔚书记致辞



郑国光教授报告



Deliang Chen教授报告 (线上)



Peng Gong教授报告



Norio Okada教授报告



史培军教授报告

图 19 领导、专家发言 (部分)

暑期学校主题为“气候变化系统风险防范”，作为北京师范大学“综合灾害风险管理创新引智基地”项目（111 项目 2.0）、国际科学理事会（ISC）/未来地球（Future Earth）计划综合风险防范项目（IRGP）的重要联合学术活动，旨在为来自全球气候变化和灾害风险防范领域，不同国家和地区的学者和学生，提供一个高水平的学术交流平台。在为期两周的活动中，学员们通过聆听专家讲座、参与专题讨论、实地考察、小组汇报等多种形式，进一步加深了对气候变化及其影响、系

统风险及其防范等问题的理解，促进了交流，增强了友谊，提升了科研实践能力。



图 20 2025 气候变化系统风险防范国际暑期学校开班师生合影

北京师范大学一直致力于推动防灾减灾救灾和应急管理的人才培养和科学研究，先后于 1989 年建立了“中国自然灾害监测与防治研究室”、2006 年承建“民政部（应急管理部）-教育部减灾与应急管理研究院”等专门研究机构，2010 年主持开展国际“综合风险防范（IRGP）”研究，2009 年开展“综合灾害风险管理创新引智基地（111 项目）”建设，2010 年创办《国际灾害风险科学学报（英文）》（IJDRS），积极开展减灾领域的国际交流与合作，为我国防灾减灾救灾科学研究、人才培养等做出了重要贡献。

实验室史培军教授接待北京市发改委与应急局专题调研

2025 年 10 月 11 日上午，北京市发展与改革委员会李兆洁副处长、蔡健平研究员，北京市应急管理局严晨菲副处长到地表过程与水

土风沙灾害风险防控全国重点实验室进行专题调研。地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室史培军教授接待来访，实验室副主任何春阳教授，叶爱中教授、陈波副教授出席会议。

会议伊始，专题调研组介绍此次围绕“北京综合减灾和应急能力提升与韧性城市建设”主题来访的背景和目的。随后，史培军教授介绍了近期由地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室牵头、地理科学学部与水科学研究院共同完成并向北京市委市政府呈交的《全球变暖背景下首都北京水土灾害链风险态势、防控难度与对策建议》专题研究报告，详细解释了提高首都北京水土灾害链风险科学防控能力与水平的五点建议：一是规设高空时分辨率的气象-水文天空地一体化观测系统；二是划定“暴雨-山洪灾害链风险红线”；三是创建“四区四线”国土空间规划的新模式；四是创立跨区域跨流域暴雨洪涝风险防控新制度；五是打造新时代“除害兴利”并举的北京“都江堰”。

针对相关问题，专题调研组咨询了史培军教授等专家，他们逐一作出详细回应并提出了具体建议。双方进行了热烈地讨论，表示将在北京综合减灾、应急能力提升、韧性城市建设等领域加强合作与交流。

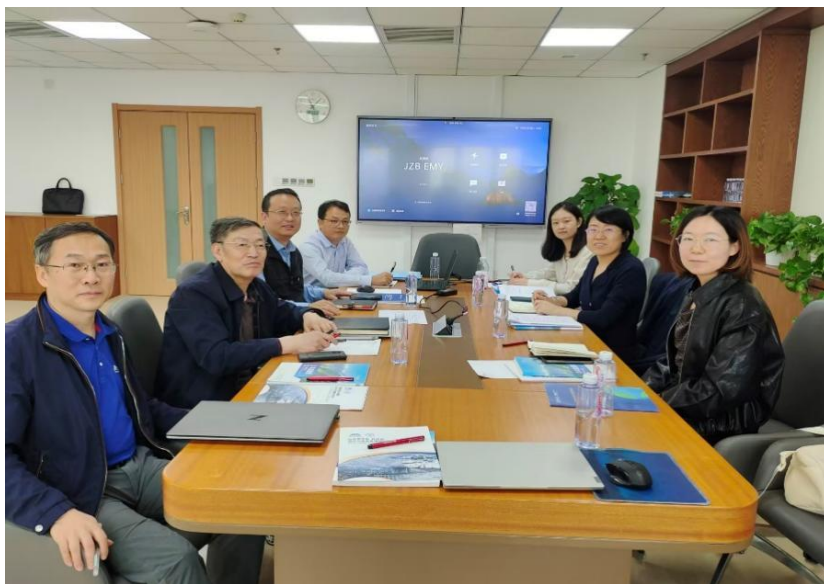


图 21 会议现场照片

地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室接待鄂尔多斯林业和草原局一行来访交流

2025年11月25日，鄂尔多斯市林业和草原局李海光副局长，国际荒漠化防治技术创新中心主任郭跃、高茜博士一行三人到访地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室开展工作交流。地理科学学部部长李小雁、党委书记徐洪、副部长蒋卫国、实验室王帅、张春来、赵文武、黄海青等参加会议。会议由李小雁部长主持。

会议围绕荒漠化防治、科研平台建设及相关领域合作开展了深入交流。鄂尔多斯市林草局重点介绍了当地荒漠化治理的现实需求以及科研平台建设合作的初步设想，学部及实验室从学科发展布局、科研平台建设体系及研究方向等方面进行了系统介绍。

双方就合作模式、建设思路及后续工作安排进行了深入沟通。会议一致认为，未来加强校地协同、深化资源共享，将对于推动荒漠化综合防治、提升区域生态治理水平具有重要意义。未来，将持续细化合作内容，完善协作机制，稳步推动相关事项落地实施，共同为区域生态保护与高质量发展提供坚实的科技支撑。



图 22 会议交流

实验室史培军教授等与腾讯公司开展灾害预警技术研发交流

2025年12月5日，地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室史培军教授在京师科技大厦组织了北京师范大学与腾讯公司关于灾害预警的技术交流会，针对如何落实“汛期不死人”的防灾减灾救灾目标进行技术研讨，探索未来地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室与腾讯公司应急实验室在自然灾害风险预警领域可能的合作。

交流会第一部分由北师大团队介绍即时遥感、城市内涝、全重“两重”建设项目、珠海“汛期不亡人”灾害预警技术项目建议。

实验室贾坤教授介绍了全域即时感知与精准应急响应研究进展，着重说明了王桥院士团队承担的即时遥感卫星重大科研装置及未来在灾害应急领域的可能应用。杭州师范大学胡潭高教授汇报了城市内涝预警研究工作，重点展示团队自主研发的“城市暴雨内涝智能模型”（Urban Flood Intelligent Model,UFIM），该模型可综合多因子实现内涝过程的精细化模拟与定制化服务。方伟华教授介绍了地表过程与水土风沙灾害风险防控全国重点实验室“两重”建设项目，介绍了六大子平台功能及其在硬件支撑灾害风险防控的前瞻性考虑。史培军教授围绕珠海“汛期不亡人”预警技术项目，从项目背景、科技基础、问题与对策三方面展开，强调应通过前沿技术合作实现损失灾害大幅降低的目标。

第二部分由腾讯公司介绍灾害预警领域相关的技术积累和已开发的预警产品。

腾讯可持续社会价值事业部（SSV）应急实验室滕超总监介绍了公司目前在灾害预警领域相关的技术积累和已开发的预警产品，汇报了腾讯公司在地震预警信息推送方面取得的重要进展。王子健工程师针对正在运营的“全国地震预警方案”进行了技术层面的详细汇报，

特别强调目前地震风险预警推送可达到高效、稳定、高吞吐的效果，并支持微信小程序及时推送至大量用户，实现了全国范围从发布预警到用户收到信息可在 1s 内完成，详细解析了基于腾讯云的地震预警信息系统伸缩架构。李哲工程师从公司预警信息发送策略和如何技术层面支持快速扩散进行了补充。

第三部分为交流研讨环节。实验室杨静教授、陈波副教授、张钢锋讲师等先后发言。腾讯公司陈菊红副总裁感谢与会专家，表示公司在研发地震风险预警产品取得良好成效，未来将拓展至多灾种预警，并探索通过微信等渠道提升预警信息推送效率。

何春阳教授建议双方后续可围绕具体灾害预警问题，开展点对点深入合作，研发可落地的预警产品。史培军教授在总结中建议双方尽快制定研发方案，聚焦“现实需求与技术可行”，从大风、降雨引发的洪水两个灾种入手，重点研究致灾临界点与影响机制，并结合腾讯信息推送系统形成实用化产品。

编辑：黄海青、陈园园

审核：效存德