



北京大学
PEKING UNIVERSITY

物理学院大气与海洋科学系

Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, School of Physics

2025 年报

ANNUAL REPORT

勤奋 严谨 求实 创新



CONTENTS
目录

01
本系简介

教职员工

02

年度亮点

11

37
科研进展

科研项目

87

89
学术论文

92
学术交流

奖励荣誉

97

致力于 建设世界一流的大气与海洋科学学科

勤奋 严谨 求实 创新





北京大学
PEKING UNIVERSITY

物理学院

大气与海洋科学系

北京大学大气与海洋科学系致力于建设世界一流大气科学学科，培养具有家国情怀和国际竞争力的领军人才。

学科起源于 1929 年，具有悠久的历史 and 优良的传统。90 多年来，大批杰出学者先后在此学习、执教，秉承勤奋、严谨、求实、创新的精神，为大气与海洋科学教育、科研和业务做出了卓越贡献。本学科自创建至今，走出了二十一位两院院士和两位国家最高科技奖获得者。

本学科是中国高校中唯一的大气科学一级重点学科，拥有两个二级重点学科（气象学、大气物理学与大气环境），自设两个二级学科（气候学、物理海洋学）。1993 年，本系被确定为第一批“国家理科基础科学研究和教学人才培养基地—大气科学基地”。2008 年，本系与北京大学其它地球科学学科共同成立了国家级“地球科学教学实验中心—大气科学综合实验室”。2010 年，为加强气候变化研究和开展海洋科学研究，增设了物理海洋专业，成立了“气候与海气实验室”。2019 年，入选一流本科专业。2020 年，入选教育部第二批基础学科拔尖学生培养计划 2.0 基地。2022 年，入选“双一流”学科；同年，与广东省气象局联合共建“中国气象局龙卷风重点开放实验室”（部级）；教师获任命主持北京大学海洋研究院工作。2025 年，北京大学海洋研究院并入。

本系现有 29 名全职教师，包括长江特聘教授 1 人、杰青 7 人、优青 2 人、青年拔尖 2 人、海外高层次人才 14 人。研究方向涵盖**极端天气与气候变化、大气物理与大气环境、物理海洋与海气相互作用、古气候与行星大气**，聚焦基础与前沿科学问题，提倡在独立科研基础上的跨领域团队合作。近年来，系统性加强制度化和透明化建设，制定系《教师手册》，实施“灵活团队制”和“青年教师顾问制”等，显著提升学科凝聚力。教师人均每年获得科研经费约 90 万元，每个研究组每年发表 SCI 论文约 6 篇，在各重点方向取得了系列原创学术成果，获国际重要荣誉和奖项，包括 AMS 会士 2 人、PNAS Cozzarelli 奖、Cozzarelli 奖 Finalist、AGU GEC Early Career 奖、AMS Henry G. Houghton 奖、Richard M. Goody Award、WMO 青年科学家研究奖、Timothy Oke 奖、AOGS 大会 Kamide 青年科学家特邀报告奖 2 人等。大批毕业生在国内外著名高校任教，学科声誉和国际影响力不断提升，快速朝着世界一流学科迈进。



教职员工

教师队伍



丁 峰 博雅青年学者、助理教授、博导

研究领域：
气候动力学、行星大气与气候
入职时间：2022.06



付遵涛 教授、博导

研究领域：
大气动力学与非线性动力学
入职时间：2000.01



胡永云 博雅特聘教授、博导、
国家杰出青年科学基金
项目获得者

研究领域：
气候动力学、古气候、行星大气与气候
入职时间：2004.07



Daniel Koll 博雅青年学者、
助理教授、博导

研究领域：
气候动力学、行星大气与气候
入职时间：2021.05



Mikinori Kuwata 博雅青年学者、
长聘副教授、
博导

研究领域：
大气化学
入职时间：2019.08



李 婧 博雅特聘教授、博导、
国家杰出青年科学基金项目
获得者，物理学院院长助理

研究领域：
大气辐射与遥感，气溶胶模拟与观测
入职时间：2015.07



李 钊 长聘副教授、博导

研究领域：
大气边界层湍流、高分辨率大涡模拟、
城市气候
入职时间：2025.05



李熙晨 博雅特聘教授、博导、
国家杰出青年科学基金
项目获得者

研究领域：
海 - 气相互作用、极地气候、地球系统模
拟和机器学习
入职时间：2025.06



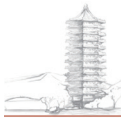
李万彪 副教授、博导

研究领域：
大气辐射与大气遥感、云物理与大气热力学
入职时间：1995.07



李晓东 副教授

研究领域：
气候学
入职时间：1993.11



梁福明 讲师

研究领域：
大气边界层与湍流
入职时间：1990.08



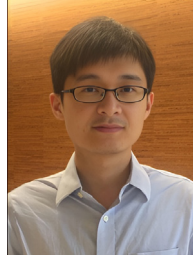
林金泰 博雅特聘教授、博导、“长江学者奖励计划”特聘教授

研究领域：
大气化学、卫星遥感
入职时间：2010.08



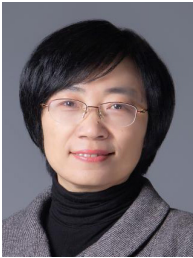
刘永岗 博雅特聘教授、博导、国家杰出青年科学基金项目获得者

研究领域：
古气候、物理海洋、冰川动力学
入职时间：2015.01



刘茂峰 博雅青年学者、助理教授、博导

研究领域：
气候敏感性、物理海洋、极端气候事件
入职时间：2024.05



孟智勇 博雅特聘教授、博导、国家杰出青年科学基金项目获得者

研究领域：
强对流天气的机理、资料同化和可预报性
入职时间：2008.06



聂 绩 博雅青年学者、长聘副教授、博导

研究领域：
极端天气、大气动力、气候变化
入职时间：2017.08



沈路路 博雅青年学者、助理教授、博导

研究领域：
大气环境极端事件、卫星遥感和模式开发
入职时间：2021.09



薛惠文 教授、博导

研究领域：
云物理、积云对流模拟
入职时间：2006.05



杨 军 博雅青年学者、长聘副教授、博导，系副主任

研究领域：
气候动力与气候模拟、地球古气候、太阳系外行星气候
入职时间：2016.01



杨 邱 博雅青年学者、助理教授、博导

研究领域：
对流组织化、大气动力学理论与建模
入职时间：2023.11



俞 妍 博雅青年学者、助理教授、博导

研究领域：
沙尘、野火、陆气相互作用
入职时间：2021.09



张宏昇 教授、博导

研究领域：
大气湍流与大气边界层
入职时间：1989.08



张 霖 博雅青年学者、长聘副教授、
博导，系副主任

研究领域：
大气化学、气溶胶辐射强迫
入职时间：2012.07



张庆红 教授、博导

研究领域：
灾害性天气形成机理及预报
入职时间：1992.07



张 焱 高工

研究领域：
强对流天气和气象数据库管理
入职时间：1993.06



张仲石 博雅特聘教授、博导
国家杰出青年科学基金
项目获得者

研究领域：
古气候模拟与机理研究
入职时间：2024.11



赵传峰 博雅特聘教授、博导、
国家杰出青年科学基金
项目获得者，系主任

研究领域：
云物理和气溶胶
入职时间：2022.03



赵春生 教授、博导

研究领域：
云降水物理学、大气化学
入职时间：1996.07



赵 强 副教授、博导

研究领域：
非线性大气动力学
入职时间：1997.07

2025 年度晋升

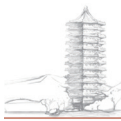
丁峰
Mikinori Kuwata
李婧

通过中期评估
晋升长聘副教授
晋升博雅特聘教授

2025 年度荣休

王洪庆

于 2025 年 10 月光荣退休



新入职教师 (按姓氏排序)



李熙晨 北京大学博雅特聘教授、博士生导师、
国家杰出青年科学基金项目获得者

教育背景

- 2002-2006 北京大学物理学院, 大气科学专业, 学士
- 2006-2009 中国科学院大气物理研究所, 气象学专业, 硕士
- 2009-2014 纽约大学柯朗数学研究所, 数学与气候科学专业, 博士

工作经历

- 2025- 今 北京大学大气与海洋科学系、北京大学海洋研究院, 教授
- 2016-2025 中国科学院大气物理研究所, 研究员
- 2014-2016 美国加州大学圣地亚哥分校 Scripps 海洋研究所, 博士后

2006 年本科毕业于北京大学物理学院大气科学系, 2009 年硕士毕业于中国科学院大气物理研究所, 2014 年博士毕业于美国纽约大学数学系 (柯朗数学研究所), 2014 年至 2016 年于美国加州大学圣地亚哥分校 Scripps 海洋研究所从事博士后研究, 2016 年至 2025 年于中国科学院大气物理研究所担任研究员, 2025 年 5 月加入北京大学海洋研究院。

主要从事海 - 气相互作用、极地气候、地球系统模拟和机器学习等领域的研究工作, 其研究成果揭示了热带海气过程造成东太平洋冷却、全球变暖停滞, 阐明了热带 - 中高纬遥相关机制, 揭示了热带海洋对全球气候的影响, 厘清了南极多圈层气候变化的驱动机制。相关成果已在 *Nature*、*Nature Climate Change*、*Journal of Climate* 等国际期刊发表。2023 年获国家杰出青年科学基金项目资助, 同年获中国科学院青年科学家奖。

现担任国际极地气象委员会 (ICPM) 委员、CLIVAR 洋盆间相互作用 (TBI) 工作组成员、CLIVAR/CliC/SCAR 南大洋委员会 (SORP) 委员、IAMAS 中国委员会委员、中国冰冻圈学会 (筹) 理事、中国气象学会冰冻圈与极地气象专业委员会副主任, 担任气候科学领域期刊 *Journal of Climate*、*The Cryosphere* 等期刊编委。





李锜 长聘副教授、博士生导师

教育背景

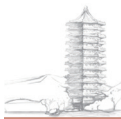
- 2011-2016 普林斯顿大学, 土木环境工程专业, 博士
- 2007-2011 美国卡尔顿学院, 物理、数学专业, 学士(双学位)

工作经历

- 2025- 今 北京大学物理学院大气与海洋科学系, 长聘副教授
- 2024-2025 美国康奈尔大学土木环境工程系, 长聘副教授
- 2018-2024 美国康奈尔大学土木环境工程系, 助理教授
- 2017-2018 美国康奈尔大学土木环境工程系, 博士后
- 2016-2017 美国哥伦比亚大学土木环境工程系, 博士后

2025年5月加入北京大学物理学院大气与海洋科学系, 长期致力于大气边界层大涡模拟等高精度数值模型的开发和大气边界层中动量、能量与物质湍流运输过程的基础研究。结合高分辨率数值模拟与数据驱动方法, 通过增强多尺度大气过程的理解与预测能力, 旨在服务于气候变化背景下城市的适应与缓解策略制定。近年来, 通过发展高精度解析粗糙地表计算流体力学模型, 拓展了边界层动量-标量传输机理研究。围绕城市形态与功能对水文气候和大气环境的影响, 改进了城市与大气通量交换量化方法, 并揭示了人类活动热排放和微塑料颗粒对局地及全球尺度大气的影响。相关成果发表在《自然·地球科学》(*Nature Geoscience*)、《自然·通讯》(*Nature Communications*)等期刊上。2022年获美国国家科学基金会杰出青年科学家奖(CAREER Award), 2025年获国际城市气候学会 Timothy Oke 奖。





研究人员 (按姓氏排序)

专职研究员



吴 晟 特聘副研究员

研究方向: 物理海洋学

合作导师: 刘永岗

入职时间: 2023.03

博士后



董悦明 (博雅博士后)

研究领域: 气溶胶遥感

合作导师: 李婧

进站时间: 2025.01



郭佳琦

研究领域: 古气候模拟

合作导师: 胡永云

进站时间: 2024.07

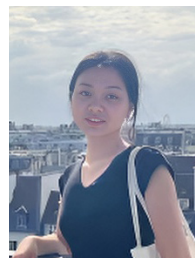


黄天正

研究领域: 古气候模拟

合作导师: 刘永岗

进站时间: 2024.05



华 夏

研究领域: 古气候

合作导师: 胡永云

进站时间: 2024.07



孔 浩 (博雅博士后)

研究领域: 大气环境卫星遥感

合作导师: 林金泰

进站时间: 2023.12

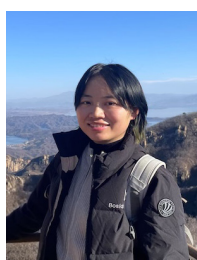


刘泽慧

研究领域: 大气化学

合作导师: 张霖

进站时间: 2023.07



施晓琴

研究领域: 大气化学

合作导师: 赵传峰

进站时间: 2025.03



林中曦

研究领域: 气候变化

合作导师: 聂绩

进站时间: 2022.09



裴巧敏

研究领域: 大气物理

合作导师: 赵传峰

进站时间: 2024.09



王一婷

研究领域: 沙尘

合作导师: 俞妍

进站时间: 2025.09



伍家成 (博雅博士后)

研究领域: 古气候模拟

合作导师: 刘永岗

进站时间: 2025.09



吴振鹏

研究领域: 极端天气与气候

合作导师: 张庆红

进站时间: 2023.07



许金涛

研究领域: 卫星遥感降水反演

合作导师: 张庆红

进站时间: 2024.11

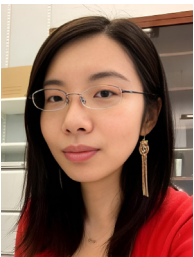


殷子涵 (博雅博士后)

研究领域: 季风

合作导师: 聂绩

进站时间: 2024.07

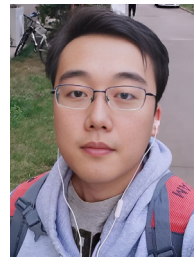


赵安妮

研究领域: 古气候模拟

合作导师: 胡永云

进站时间: 2023.07



张昊天 (博雅博士后)

研究领域: 云物理

合作导师: 赵传峰

进站时间: 2024.07

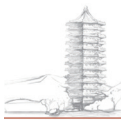


张旭

研究领域: 物理海洋学

合作导师: 刘永岗

进站时间: 2021.07



行政团队

领导班子 在北京大学物理学院党委的领导下,本系于 2025 年 10 月完成行政班子换届:



赵传峰
系主任

全面负责我系工作, 主管人事、财务、
学科建设等工作



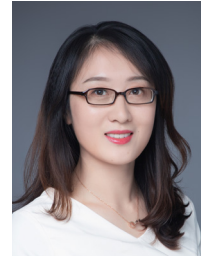
张霖
系副主任

主管研究生、科研、
博士后等工作



杨军
系副主任

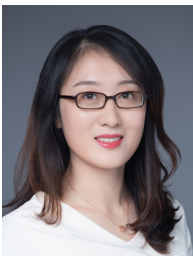
主管本科生、教学、
仪器设备等工作



刘美景
系副主任

主管办公室、资产
后勤、安全等工作

办公室成员



刘美景
系办公室主任
系办工作总负责



杨爽
系办公室成员
主要负责学生、
教学、工会工作



刘融
系办公室成员
主要负责宣传、
外事、校友工作



丁晶晶
系办公室成员
主要负责财务、
后勤、离退休工作



王玉霞
系办公室成员
主要负责海洋
研究院工作

教工党支部支委

2025 年 9 月完成支部委员会调整工作, 增补 2 名委员:

党支部书记: 聂 绩

支委委员: 刘美景、丁晶晶、王玉霞



年度亮点



2025.01.15

我系两项成果入选
“2024 年度中国气
候研究重大进展”

2025.03.22

格致论坛（世界气
象日专场）“预警无
界，共护未来”圆
满完成

2025.04.22

气象月系列活动
| “气象·地球”
科普集市顺利举办

2025.06.27

第四届王绍武优秀博
士毕业生颁奖仪式顺
利举办

2025.07.08

2025 年古气候模
拟北京大学暑期
学校成功举办

2025.01.17

中国气象学会第 29 届
理事会大气物理学专业
委员会第一次工作会议
暨学术年会顺利召开

2025.04.21

我系毛节泰教授荣获
“2024 年度科学技术
奖风云成就奖”

2025.06.27

2025 年度大气与海洋
科学系师生年度座谈会
暨优秀本科生毕业论文
奖颁奖仪式顺利举办

2025.06.27

第四届花蕊基金优秀
本科毕业生颁奖仪式
顺利举办





2025.08.04

2025 年度北京大学大气与海洋科学特邀杰出报告暨研究生教育创新计划暑期学校成功举办

2025.10.22

我系师生深度参与第 36 届中国气象学会年会

2025.11.3

国防科大学子走进我系，研学交流共谱育人新篇

2025.12.3

2025 年度“谢义炳优秀科技青年奖”颁奖典礼隆重举行

2026.1

我系举办年度师生大会、退休教职工新春茶话会

2025.08.16

2025 年大气环境遥感与协同分析学术会议在北京大学成功举办

2025.10.31

我系与国家卫星气象中心座谈，共推卫星气象科技合作与发展

2025.11.28

我系与北大官微、学院官微联合发起年度初雪预测活动

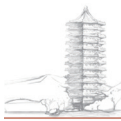
2025.07.11

我系长聘副教授李锜获得 2025 年国际城市气候协会 Timothy Oke 奖

2025.12.18

大气与海洋科学系校友聚会 AGU25





年度 亮点



我系两项成果入选 2024 年度中国气候研究重大进展

2025 年 1 月 15 日，中国气候研究委员会 / 世界气候研究计划中国委员会发布我国气候研究重大进展，共有 10 项成果获评“2024 年度中国气候研究重大进展”，其中我系有 2 项成果入选，分别为胡永云教授团队“深时大洋环流和 ENSO 研究”与赵传峰教授团队“地表反照率下降增强气溶胶直接冷却效应”。

深时气候演化对理解现代气候变化具有重要启示。胡永云教授团队对显生宙（5.41 亿年前至今）气候系统演化开展了系统的模拟和理论研究，本次获奖成果聚焦大洋环流和 ENSO 方面。

显生宙大陆经历了汇聚、裂解、再汇聚的过程，伴随板块运动和海陆分布变化，气候系统呈现 10°C 以上的冷暖波动。这些变化对大洋环流和 ENSO 有何影响？这是该成果研究的核心问题。

主要结论包括：1. 大洋经向翻转流与海陆分布密切相关；2. 风应力是驱动大洋经向翻转流的重要因素，这意味着 AMOC 不仅由北大西洋高盐海水下沉驱动，南大洋风应力抽吸同样重要；3. 地质时间尺度上，ENSO 振幅变化与温度、洋盆宽度无简单相关关系，赤道海洋纬向平流正反馈、温跃层正反馈及大气随机扰动是决定 ENSO 振幅的关键因素。该结果为未来 ENSO 预测和不确定性约束提供了重要启示。

气溶胶通过吸收和散射太阳辐射影响地球辐射平衡。通常情况下，气溶胶反射短波辐射产生冷却效应 ($\text{ADRE} < 0$)，但在高反照率区域，地表反射增强可使气溶胶转为加热效应 ($\text{ADRE} > 0$)。近年来地表类型变化显著，但其如何改变气溶胶气候效应尚不明确。

赵传峰课题组结合 CERES 卫星数据、AERONET 地面数据和 MAC v2 再分析数据，分析了地表反照率对气溶胶直接辐射效应的影响，并量化了临界反照率值。结果显示：当反照率超过 0.18–0.96 的临界值时，气溶胶效应可能从冷却转为加热，尤其在积雪、冰覆盖或以吸收性气溶胶为主的地区。2000 年以来，全球地表反照率以每十年 -0.012 的速度下降，导致气溶胶直接辐射效应每十年增强约 $0.2 \pm 0.17 \text{ W/m}^2$ 。地表反照率下降放大了气溶胶的冷却效应，部分抵消了地表变暖趋势。研究成果对于认知、理解、预估全球气候变化具有重要理论意义，为全球气候变化应对提供了一定科学支撑。

此次入选的 10 项气候研究重大进展，涵盖了气候预测、气候变化影响、气候系统演变等多个方面，充分展示了我国科学家在气候研究领域的突出成就。旨在进一步促进科技与经济社会的深度融合，加速科技成果向现实生产力的转化。



2025
1.17

中国气象学会第29届理事会大气物理学专业委员会 第一次工作会议暨学术年会顺利召开

2025年1月17日至20日，中国气象学会第29届理事会大气物理学专业委员会第一次工作会议暨学术年会在中山大学珠海校区隆重举行。中山大学戴永久院士、中国气象学会刘文泉处长、国家自然科学基金委大气科学处李薇处长、中山大学大气科学学院杭建副院长等110多名专家学者参会。会议围绕大气物理学及其相关分支领域的发展方向和关键科学问题进行研讨和学术交流，分享前沿研究成果与应用经验，推动大气物理学的学科交叉与合作，进一步加强我国在全球气候变化应对中的科研支撑能力。会议开幕式由我系赵传峰教授主持。

1月18日上午：大气物理学战略发展研讨会

研讨会由我系赵春生教授主持。与会专家围绕大气物理学未来发展方向展开研讨。我系王开存教授介绍了北大大气学科发展历程，李婧教授建议开展长期观测与国际合作。南京大学汪名怀教授强调模式建设与计算资源的重要性，清华大学林岩鑫教授呼吁加强极端降水机理研究，国防科技大学张云教授建议依托科学装置开展试验。戴永久院士就大气物理课程设计与教学改革提出建议，李薇处长强调学科交叉的重要性。

1月18日下午：专题研讨

专题研讨由赵传峰教授与中国科学院大气物理研究所夏祥鳌研究员共同主持。我系赵春生教授梳理云物理发展进程，解析气溶胶-云相互作用。中国科学院郝秀书研究员探讨雷电研究难点，兰州大学田文寿教授关注中高层大气探测技术发展，武汉暴雨研究所崔春光研究员分享梅雨锋暴雨云物理特征研究成果。

1月19日：专题研讨

专题研讨由我系李婧教授等主持。我系赵传峰教授揭示云内雨滴对气溶胶影响云滴有效半径的关键作用，厘清不同类型气溶胶对云降水生成时间的影响机理，并发现气溶胶和薄云在高反照率地表下的短波增温效应。南京信息工程大学陆春松教授探讨夹卷对气溶胶间接效应的影响，武汉大学毛飞跃教授提出高精度气溶胶光学参数反演方案。

本次会议不仅为学术界提供了一个交流的平台，促进气候变化研究和政策制定提供了宝贵的科学依据，还为大气物理学专业委员会明确了发展方向，专家们的深入研讨为推动大气物理学领域的科研、教学及应用发展奠定了基础。





2025
3.22

格致·公民科学对话——“预警无界，共护未来”讲座 圆满完成

2025年3月22日晚，由北京大学物理学院主办、大气与海洋科学系协办的北京大学格致论坛（世界气象日专场）格致·公民科学对话——“预警无界，共护未来”讲座在北京大学物理学院思源多功能厅举办。此次活动以线下会场和线上直播相结合的形式进行，线下会场邀请了时任系主任林金泰教授、副系主任闻新宇副教授（已故），及北京市一零一中学的100余名师生，线上会场的观看人数约10万+。



每年3月23日是世界气象日 (World Meteorological Day), 2025年的主题是“携手缩小早期预警差距”。本次讲座通过普及气象科学知识，聚焦缩小预警差距的重要性，提升公众对极端天气事件的认识和应对能力，同时增强人们尊重自然、保护环境意识。

活动由四个环节构成：首先北京大学物理学院大气与海洋科学系林金泰教授致辞；接着，北京大学物理学院大气与海洋科学系张庆红教授和国家气象中心天气预报室湛芸技术总师分别做了题为“何以应天时无常？”和“冰雪背后的气象密码”的讲座；之后，两位讲座嘉宾同我系博士生代表进行精彩的“圆桌对话”，并和线下同学及线上网友通过问答的形式进一步交流。



2025
3.22

我系毛节泰教授荣膺 2024 年度风云成就奖

2025年4月21日，2024年度科学技术奖风云成就奖颁奖仪式在北京大学英杰交流中心举行。此次活动由中国气象服务协会主办，北京大学物理学院和中国气象局人工影响天气中心给予支持。来自应急管理部、中国气象局的老领导，中国科学院院士以及气象科技管理、科研、业务、服务等领域的专家、青年科技骨干齐聚一堂，共同见证这一气象科技领域的荣耀时刻。



根据《中国气象服务协会科学技术奖章程》，经协会科学技术奖评审委员会评审、科学技术奖奖励委员会终审公示，授予我系毛节泰教授2024年度风云成就奖。

会上，中国气象服务协会会长许小峰、北京大学物理学院党委书记刘雨龙为毛节泰教授颁发了风云成就奖。

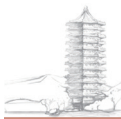
毛节泰教授是我国著名大气物理学家，作为国内气溶胶和痕量气体遥感仪器研发与观测的先驱之一，他率先研发天空亮度分布观测系统、多波段太阳光度计、积分光度计和高分辨率太阳光谱观测系统。1980年代，在我国最早开展气溶胶吸收系数与黑碳观测仪器研制和测量，携带自主研发设备赴南极开展臭氧与NO₂观测。1990年代，在我国率先开展GPS水汽反演研究，研发水汽反演方法，指导我国首次GPS测量水汽试验，支撑中国GPS水汽监测业务网建立。针对卫星遥感气溶胶算法仅适用暗背景问题，巧妙提出利用静止卫星单可见光通道湖面资料反演全国气溶胶光学厚度的方法。近年围绕气溶胶-云-降水相互作用、人工影响天气等关键科学和技术问题，指导和开展了许多开创性工作。这些工作对我国大气遥感仪器研发和应用，推动大气物理学理论研究与气象监测业务发展起到了引领和奠基的作用。



中国气象服务协会科学技术奖的评选与颁奖，不仅是对气象科技工作者个人成就的肯定，更为推动气象服务行业科技创新和技术进步提供了源源动力。毛节泰教授此次荣获风云成就奖，无疑将激励更多人才投身气象科技创新，为我国气象科技事业的蓬勃发展注入新的活力，为国家和经济社会发展提供更强有力的气象保障。

奖项介绍

中国气象服务协会在科技部国家科学技术奖励工作办公室和中国气象局科技司、人事司的指导下，2020年正式设立“科学技术奖”，目前已历经五届，共有10人获风云成就奖，39人获风云青年科技奖；同时颁发了42项气象技术发明奖，111项气象科技创新奖。其中，风云成就奖作为个人最高奖项，旨在表彰在我国气象服务科技领域做出卓越贡献、对气象服务行业科技事业和产业发展有重大影响并得到业界广泛认同的人物。



2025
4.22

气象月系列活动 | “气象·地球” 科普集市顺利举办

为提高民众对于现有环境问题的意识，自 20 世纪 90 年代起，每年都会举办世界地球日活动。2025 年是第五十六个世界地球日，今年的主题是“我们的能源，我们的星球”，呼吁人们利用太阳能、风能等可再生能源替代化石能源，共同守护地球的绿色未来。为强调开展气候行动、保护地球的紧迫性，呼吁人们共同行动，我系举办科普集市活动，通过征集大气科学相关摄影作品，举办趣味游戏、知识问答等多样形式，积极推进气象科普，呼吁全社会行动起来共同应对气候挑战。

4 月 22 日，由北京大学物理学院大气与海洋科学系主办，北京大学物理学院团委科普协会、北京大学大气与海洋科学系教工党支部和研究生第一、二党支部、北京大学大气与海洋科学系蔚蓝空间协办的“气象·地球”科普集市在北京大学百周年纪念讲堂南广场成功举办。

科普集市内容包括趣味答题、气象科普大富翁、云图猜猜猜、摄影展示、气象飞花令等一系列活动，吸引到数百名来自世界各地、不同年龄段的朋友们参与其中，推动了气象知识的普及。

以世界地球日为契机，用知识、游戏、影像与诗词，共同感知自然的美、理解环境的变。从美学到科学，从感性到理性，每一项活动都承载着我系师生对地球的关怀与思考。保护地球不是一个人的战斗，而是一场全民的共识，不仅仅是在世界地球日，而是之后每一天，愿我们都充当着地球环境保护者的角色。让爱护自然、珍惜资源、绿色生活成为一种习惯，在点滴中积累，在未来中开花。世界地球日，一起为美好地球发声。



2025

6.27

2025年度大气与海洋科学系师生年度座谈会暨 优秀本科生毕业论文奖颁奖仪式顺利举办

北京大学物理学院大气与海洋科学系于2025年6月27日下午举办2025年师生座谈会。会上，在校学生与毕业生共同回顾了过往的学习生活，并围绕我系教学科研、研究生培养等工作提出了宝贵建议。同期，我系还举行了优秀本科毕业论文奖颁奖仪式。

北京大学物理学院大气与海洋科学系时任系主任林金泰、系副主任张霖，以及俞妍、丁峰、杨邱等教师代表，与各年级本科生、研究生共同参与了此次活动。



“优秀本科毕业论文奖”颁奖仪式由我系副主任、长聘副教授张霖主持。系林金泰教授宣读评选结果并为获奖者颁发荣誉证书。获奖的2021级本科生为孙悦博、王子琦、张凌睿、杨浩博、李振寰。其中，张凌睿赴芝加哥大学攻读博士学位，孙悦博、王子琦、杨浩博、李振寰则继续在我系深造，攻读博士学位。



优秀本科生毕业论文获奖人与颁奖老师合影（由左至右：张霖、孙悦博、杨浩博、李振寰、王子琦、张凌睿、林金泰）



2025
6.27

第四届王绍武优秀博士毕业生颁奖仪式顺利举办

第四届“王绍武优秀博士毕业生”颁奖仪式于 2025 年 6 月 27 日下午在北京大学物理学院大气与海洋科学系顺利举办。

我系校友、清华大学地球系统科学系罗勇教授，我系林金泰教授、张霖长聘副教授等教师，以及 2025 届博士毕业生参加了颁奖仪式。罗勇教授代表王绍武基金理事会致辞并介绍了王绍武先生的生平，追忆了与恩师王绍武先生的点滴往事。

随后，林金泰教授宣布“王绍武优秀博士毕业生奖”的获奖人，分别是郭懿萱博士和闫明羽博士，并对两位同学在博士生涯期间的学术和学生工作等方面都给予了高度评价。

王绍武优秀博士毕业生获奖人



获奖人：郭懿萱

郭懿萱，北京大学大气与海洋科学系气象学专业 2020 级直博生，指导教师为付遵涛教授。

博士期间的研究方向为复合极端天气事件的特征及机理，以第一作者身份发表 SCI 学术论文 6 篇，多次获得北京大学校长奖学金、三好学生等称号，曾获 CSC 奖学金赴瑞士苏黎世联邦理工大学进行联合培养，多次在国际及国内会议 EGU、IMSC、ICDM 等做口头报告，毕业时获得了北京大学优秀博士学位论文、北京大学优秀毕业生、王绍武优秀博士毕业生的奖励。



获奖人：闫明羽

闫明羽，北京大学大气与海洋科学系大气科学（物理海洋学）专业 2020 级直博生，指导教师为杨军长聘副教授。

博士期间研究方向为气候动力学，研究内容为冰雪地球云与沙尘及其动力学机制，研究成果以第一作者在地学领域公认的高水平专业期刊如 GRL、JGR-A 等发表（含接收）SCI 论文 4 篇，在投第一作者论文 1 篇，另有 2 篇合作文章已发表。在读期间多次参加国内外学术会议。博士期间获北京大学优秀毕业生、北京大学三好学生标兵、北京大学博士研究生校长奖学金（2 次）、北京大学三好学生（2 次）、中国电科十四所国睿奖学金、北京大学社会工作奖；同时，担任 2021

级本科生 1 班辅导员，获物理学院育人奉献奖。

最后，罗勇教授和林金泰教授为获奖人颁奖并合影留念。老师们再次对获奖人表示祝贺并希望他们继续传承王绍武先生的学术精神。

王绍武基金介绍

为纪念我国著名气候学家、我系已故教授王绍武先生，设立“王绍武优秀博士毕业生奖”，该基金由王绍武先生生前的学生捐赠，用于表彰和奖励北京大学大气与海洋科学系优秀博士毕业生。



（由左至右：林金泰、郭懿萱、闫明羽、罗勇）

2025
 6.27

第四届花蕊基金优秀本科毕业生颁奖仪式顺利举办

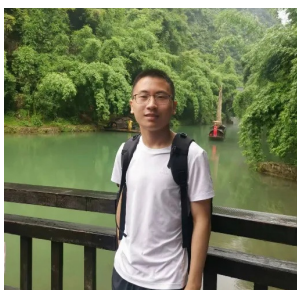
第四届“花蕊基金优秀本科毕业生”颁奖仪式于2025年6月27日下午在北京大学物理学院大气与海洋科学系顺利举办，我系林金泰教授、张霖长聘副教授等教师以及2025届本科毕业生参加了颁奖仪式。

颁奖仪式由张霖长聘副教授主持，并介绍了花蕊基金的成立过程和奖项设置。之后，林金泰教授宣布获奖人员名单，并为获奖人颁奖。



获奖人: 张凌睿

我系2025届本科毕业生，指导教师为杨军长聘副教授。本科毕业论文的课题为早期月球失控温室效应的机制研究，探索了类地行星尺寸与行星宜居带范围之间的关系。曾获北京大学三好学生、北京大学秦宛顺-靳云汇奖学金、北京大学未名学士等奖励，毕业后将赴芝加哥大学攻读博士学位。



获奖人: 孙悦博

我系2025届本科毕业生，指导教师为李婧教授。本科阶段的研究方向是激光雷达-云雷达联合的水云垂直结构反演算法，开发了解析求解和最优评估两类反演方案，并深入探讨了对于地基和星基数据，二者在水云垂直结构提取中的应用潜力。曾获北京大学优秀本科毕业论文、秦宛顺靳云汇奖学金、物理学院虎跃奖学金，以及北京大学三好学生的荣誉称号，毕业后将在我系攻读博士学位。



获奖人: 李振寰

我系2025届本科毕业生，指导教师为赵春生教授。毕业论文的题目是液滴冻结过程的量化研究，基于高速摄影和图像处理技术探索液滴冻结的各个阶段。曾获物理学院学习优秀奖，获招商证券奖学金、虎跃奖学金，毕业后将在我系攻读博士学位。



获奖同学与颁奖老师合影留念

(由左至右: 张凌睿、孙悦博、李振寰、林金泰)

花蕊基金介绍

为感念母校培养、支持我系学科发展、师资队伍建设和优秀人才培养，我系1986级校友方晓蕊和朴艺花（已故，亲属李勇国代）共同捐款成立了“花蕊基金”。目前，“花蕊基金”仅用于奖励我系优秀本科生。



2025 年古气候模拟北京大学暑期学校圆满落幕

2025 年 7 月 6 日至 8 日，由北京大学物理学院大气与海洋科学系、海洋研究院联合中国第四纪科学研究会古气候模拟专业委员会共同主办的“第一届古气候模拟暑期学校”在北京大学成功举办。来自南京大学、浙江大学、中国地质大学、中国科学院等数十家高校及科研院所的 250 余名学员参会。

本次暑期学校聚焦古气候模拟的前沿理论与实践，课程设计兼具广度与深度。16 位来自气候、地质、海洋、地理等多领域的顶尖专家学者倾囊相授，为学员们打开了理解古气候模拟的窗口。

暑期学校的课程分为四个模块。古气候重建模块，刘成程副研究员和许晨曦研究员解读了贝壳、树轮等高分辨率生物地球化学指标，郝青振研究员梳理了黄土记录的东亚季风演化历史，田军教授深刻剖析了古海洋记录研究及其面临的挑战。古气候模拟模块，尹秋珍教授深入剖析了地球轨道参数影响辐射与气候的物理机制，胡永云教授展示了气候模式在构造时间尺度上的模拟能力及其重要作用，张仲石教授强调了古气候‘重建’与‘模拟’相辅相成、共同推进科学认知的核心思想，刘晓东研究员利用同位素模拟案例，阐释了模拟与记录对比对于理解季风演化机制的重要性。

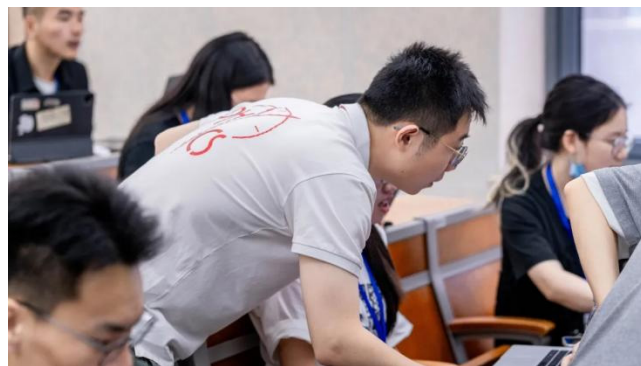


(自左至右别为：郝青振研究员、胡永云教授、刘成程副研究员、刘晓东研究员、田军教授、许晨曦研究员、尹秋珍教授、张仲石教授)

在模式发展模块，来自模式研发与应用一线的李立娟研究员、刘海龙研究员、梁曦副研究员、李阳春研究员、张通副教授和朱丹研究员，分别就大气、海洋、海冰、海洋生物地球化学循环、陆冰及陆面过程等关键模块的构建原理、发展现状和未来挑战进行了深入讲解，为学员们完整呈现了一幅地球系统模式的全景图。



(自左至右分别为：李立娟研究员、李阳春研究员、梁曦副研究员、刘海龙研究员、张通副教授、朱丹研究员)

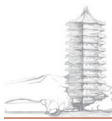


(自左至右，自上至下分别为：李香钰副教授，刘益彰、郭佳琦、刘鹏)

此外，为延伸学习效果，暑期学校还安排了线上专家答疑环节。7月8日至9日，每位授课专家均在线上与学员进行“面对面”的深入交流，精准解答学员们在学习和科研中遇到的具体问题，获得了参训学员的一致好评。

7月7日下午，胡永云教授在闭幕致辞中对暑期学校的成功举办给予高度评价，希望更多青年学子投身古气候模拟研究。本次暑期学校为学员提供了系统学习与交流的平台，为古气候模拟领域人才培养奠定了基础。





我系长聘副教授李锴获得 2025 年国际城市气候协会 Timothy Oke 奖

2025 年 7 月 11 日，于荷兰鹿特丹召开的第十二届国际城市气候大会（ICUC-12）上，北京大学物理学院大气与海洋科学系长聘副教授李锴获得 2025 年“Timothy Oke 奖”，这一奖项由国际城市气候协会（IAUC）设立，是城市气候领域最具影响力的国际奖项之一。据 IAUC 公布的颁奖词，李锴教授因在大气边界层“大涡模拟”方面的研究卓越，推动了对城市环境中流动物理过程的基础性理解，相关成果还拓展应用至微塑料等方向”，荣获此奖项。



奖项介绍

Timothy Oke 奖以城市气候学奠基人之一的 Timothy Oke 教授命名，旨在表彰在城市气候研究中具有卓越贡献和未来领导潜力的学者。该奖项不仅认可研究成果的学术价值，也强调获奖者在未来城市可持续发展与气候适应中的领导力和影响力。该奖项每年评选一次，旨在表彰在城市气候研究中取得原创性突出成果、展现出卓越研究领导力，并在多个学科和地区持续产生广泛影响的中青年科学家。

2025

7.11

2025 年度北京大学大气与海洋科学特邀杰出报告 暨研究生教育创新计划暑期学校成功举办

2025 年 8 月 4 日至 9 日，由北京大学物理学院大气与海洋科学系主办的“2025 年度大气与海洋科学特邀杰出报告暨研究生教育创新计划暑期学校”在北京大学顺利举行。本次报告以“地球及其他行星的大气、海洋与气候动力学”为主题，特邀多位海内外知名学者齐聚燕园，共话学科前沿。活动吸引了来自 30 余所高校及科研机构的 200 余名师生、研究人员参与，现场交流热烈，学术氛围浓厚。



8 月 4 日上午，报告会在北京大学正式开幕。本次活动作为研究生教育创新计划的重要组成部分，以暑期学校的形式同步举行。大气与海洋科学系胡永云教授回顾了“特邀杰出报告”系列自 2006 年创办以来的发展历程，强调该系列讲座在推动大气与海洋科学前沿传播、促进国内外学术交流方面发挥了重要作用。他指出，这一系列讲座已成为展示北京大学物理学科开放性与国际化的重要窗口。

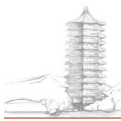
随后，本届报告会的主要组织者、大气与海洋科学系杨军长聘副教授详细介绍了活动的整体安排、主题构思与参会形式。他特别指出，本届讲座创新性地采用结构化主旨报告与短讲相结合的方式，覆盖地球气候、系外行星、极端气候与海洋动力等多个研究方向，并通过"Dinner Group"等特色讨论形式促进与会者的深入交流。

本次报告会汇聚了该领域的多位顶尖学者。英国埃克塞特大学 Geoffrey K. Vallis 教授作为地球物理流体动力学领域的国际领军学者，带来了五场系列讲座，系统阐述了类地行星大气与海洋环流结构的理论框架。他从角动量守恒、热力平衡与湍流运输等基本物理原理出发，构建了一套完整的气候动力学理论体系。

中山大学吕建华教授，专注于大气和海洋基本动力学问题的理论研究，包括 Hadley 环流和 Rossby 波，强调了在人工智能时代背景下深入理解这些物理机制的重要性。斯德哥尔摩大学 Rodrigo Caballero 教授则聚焦极地气候放大效应和极暖气候动力学，揭示了不同气候状态下大气环流的变化特征。



(自左至右：胡永云教授、杨军长聘副教授、Geoffrey K. Vallis 教授、吕建华教授、Rodrigo Caballero 教授)



报告会还邀请了北京大学多位青年教师分享最新研究成果。Daniel Koll 助理教授探讨了较暖气候下地球反照率变化的零假设；杨博雷研究员揭示了中尺度对流扰动的内在振荡机制；俞妍助理教授分析了对流与全球野火活动之间的相互作用；杨军长聘副教授报告了温室气候下降水均值趋势的逆转现象；杨邱助理教授阐述了对流聚集及其在变暖背景下的未来变化；丁峰助理教授利用点涡模型揭示了木星极地气旋的振荡运动；刘茂峰助理教授讨论了大西洋经向翻转环流的稳定性问题；工学院薄童助理教授阐释了层化海岸流中地形诱导的混合机制。



(自左上至右下：Daniel Koll 助理教授、杨博雷研究员、俞妍助理教授、杨军长聘副教授、
丁峰助理教授、杨邱助理教授、刘茂峰助理教授、薄童助理教授)

此外，南京大学准聘副教授傅豪展示了浅积云对流混合的实验室模拟成果；上海交通大学副教授谭先瑜分析了巨行星大气中的超级旋转现象。



在各方通力协作下，本届报告会取得圆满成功，不仅为海内外学者搭建了高质量的交流平台，也有效拓宽了学生的学术视野。北京大学大气与海洋科学系将继续秉持开放包容的态度，致力于为大气与海洋科学领域的学术交流与合作提供更广阔、更专业的平台。

2025
8.20

2025年大气环境遥感与协同分析学术会议在北京大学成功举办

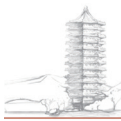
2025年8月20日至22日，由北京大学和国际大气环境遥感学会（AERSS）共同主办，北京大学物理学院大气与海洋科学系、海洋研究院及碳中和研究院联合承办的“2025年大气环境遥感与协同分析学术会议”在北京大学成功举行。会议吸引了260余位专家学者和学生现场参与，以及近两万人次线上观看。与会者围绕遥感技术研发、数据协同分析、国产卫星发展等前沿议题展开了深入研讨。



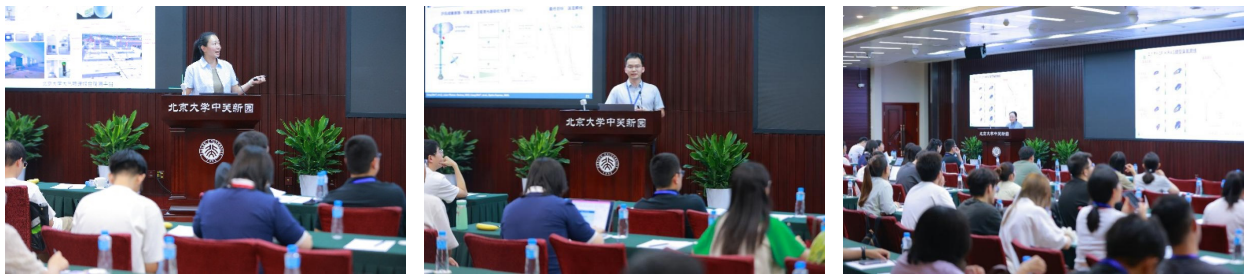
开幕式由我系林金泰教授主持。中国科学院大气物理研究所吕达仁研究员作为科学指导委员会主席致辞。北京大学毛节泰教授和 AERSS 学会主席李正强研究员分别致辞。



会议聚焦学术前沿，共设立七个专题论坛，内容涵盖地基遥感仪器、辐射传输模型、云与气溶胶遥感、污染气体与温室气体监测、立体探测技术、遥感应用与协同分析、国产卫星发展等多个方向。所有报告均采用邀请制，安排在同一主会场，保障了学术水平、专业深度与学科交叉融合。



为促进学术交流与青年人才培养，会议特别组织了新锐学术沙龙及两场专题讨论会。在“青年学术发展”讨论环节，北京大学毛节泰教授、中国科学院大气物理研究所陈洪滨研究员、中国科学院空天信息创新研究院胡斯勒图研究员、中国气象科学研究院车慧正研究员、北京大学赵传峰教授、北京大学彭书时教授等嘉宾，与青年学者就科研成长与学科前沿等话题进行了深入对话。在“国产卫星发展”专题讨论中，国家卫星气象中心毕研盟研究员、生态环境部卫星环境应用中心厉青研究员、中国科学院上海光学精密机械研究所刘继桥研究员、中国科学院合肥物质科学研究院熊伟研究员、中国气象局地球系统数值预报中心韩威研究员等专家，围绕国产卫星技术的现状、挑战与发展路径展开了热烈探讨。



(新锐学术沙龙相关现场)



(讨论会相关图片)

在会议期间，同步召开了国际大气环境遥感学会（AERSS）第五次理事会，期间颁发了2025年度AERSS优秀博士论文奖，该奖项旨在推动大气环境遥感领域的科技进步，并鼓励创新性研究。会议最后，意大利国家研究委员会的Simone Lolli研究员介绍了2026年AERSS年会的筹备进展。

本次会议系统展示了大气环境遥感领域的最新研究进展与发展趋势，为与会学者提供了高水平的交流平台，有效促进了跨单位、多学科的交叉协作与创新融合。同时，我系会继续发挥学科优势，深化与国际国内同行的合作，积极推动大气环境遥感领域的科学技术突破与应用，持续助力我国乃至全球的大气环境治理与可持续发展。



2025
 10.22

我系师生深度参与第36届中国气象学会年会

2025年10月22日至24日，第36届中国气象学会年会在江苏南京召开。我系十余位师生受邀参会，通过担任分会场主席、论坛嘉宾及作学术报告等多元形式积极参与交流。

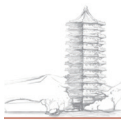
会议期间，我系教师深度参与各分会场组织与学术交流工作，为会议有序开展提供重要支撑：系主任赵传峰教授作为中国气象学会大气物理学专业委员会主任委员，同时担任“大气探测”、“气候变化背景下多尺度大气物理过程与机理”及“致灾性天气的物理探究、城市气象和人工影响”三个分会场主席；张庆红教授担任“灾害天气监测、分析与预报”分会场主席；孟智勇教授还受邀出席首届全国气象青年菁英汇暨气象研究生职业发展交流展示活动开幕式；在“气溶胶-云-降水探测与作用机理青年沙龙”中，赵传峰教授和李婧教授受邀担任论坛嘉宾，并为青年学者提供专业指导，助力后辈学术成长。

在学术报告环节，我系师生聚焦大气科学前沿领域，分享了一系列具有创新性的研究成果：孟智勇教授报告了粤港澳大湾区龙卷风暴等强对流观测试验（TWISTER-24&25）的进展；张庆红教授基于千年数据，利用人工智能技术，揭示了“中国冰雹灾害之谜”的气候影响与未来趋势；赵春生教授提出了云滴活化过程中的隧穿效应，为云的产生与变化的相关研究提供了新的思路；李婧教授分别就海洋变率对亚洲和北美高纬度野火的影响、气溶胶吸收散射性质变化对区域和全球气候的影响，以及直接同化卫星短波辐射改进气溶胶和地表模拟等议题作了报告；聂绩长副教授介绍了基于多尺度天气型分析的极端降雨预报方法；张霖长副教授报告了我国南部森林化对臭氧空气质量的影响；俞妍助理教授分享了关于野火后沙尘排放定量研究及大气对流与全球野火互馈作用的研究，为理解全球变化背景下的极端火情提供了新视角；杨邱助理教授报告了冷池对热带对流聚合过程的作用机制研究；博士后裴巧敏汇报了喜马拉雅南坡森林野火对青藏高原南部对流层中层大气加热影响的研究；22级博士生张崇钊报告了直接同化卫星可见光通道改进气溶胶模拟算法研究；24级博士生岳胜报告了利用大气红外探测仪长波辐射实现气溶胶光学厚度、单次散射反照率和地表温度的联合反演研究。

此外，我系博士后董悦明、23级博士生李杰峰在本届年会优秀墙报评选中成功获奖。

本次年会展示了我系在大气科学领域的前沿成果，加强了与行业同仁的学术联系。





我系与国家卫星气象中心座谈，共推卫星气象科技合作与发展

2025年10月31日，国家卫星气象中心副主任唐世浩率专家团队到访北京大学物理学院大气与海洋科学系。随行专家有风云四号光学星地面系统总师陆风、卫星气象研究所所长陈林等。双方于北京大学物理学院举行工作交流会，围绕风云卫星数据的科研应用与协同创新展开深入研讨。会议由林金泰教授主持，系主任赵传峰教授、副主任张霖长聘副教授，以及多位青年教师、博士生和博士后共同参会。

林金泰教授介绍了北京大学大气遥感的研究概况与学科布局，着重分享了我系在卫星遥感算法开发、大气成分反演及“云知道”平台建设等方面的科研积累。风云四号光学地面系统副总师漆成莉详细介绍了风云卫星数据产品体系，及其在大气成分监测、全球环境变化和灾害预警等方面的应用效能，展现了风云卫星在定量遥感与服务一体化方面的显著优势。

双方围绕四个重点方向进行了务实研讨：一是推进风云卫星数据开放共享，加强数据在科研、教学与业务平台中的高效利用；二是畅通人才流通渠道，探讨通过人才交流和联合培养强化合作纽带的途径；三是深化产品算法研发合作，聚焦野火监测、大气成分遥感等方向开展联合攻关；四是凝练未来卫星工程需求，围绕提升气象预警精准度与防灾减灾能力等方面提前布局，开展预研工作。

我系师生结合自身科研需求，就风云卫星数据的进一步开放共享、特色产品联合研发提出了具体建议。双方将建立常态化合作机制，共同推动风云卫星数据深度应用和遥感创新人才培养。



2025
11.3

国防科大学子走进我系，研学交流共谱育人新篇

2025年10月至11月，国防科技大学气象海洋学院大气科学系拔尖基地7名本科学员在我系完成为期四周的交流学习活动。本次交流依托我系深厚的学术积淀与前沿的科研环境，围绕课程学习、实践参访以及红色教育三个核心板块有序开展，进一步深化了两系合作。

交流期间，国防科技大学气象海洋学院大气科学系主任李毅、臧增亮教授一行莅临我系，与我系主任赵传峰教授，副主任张霖长聘副教授、杨军长聘副教授，以及林金泰教授、李婧教授、聂绩长聘副教授、俞妍助理教授等进行了深入座谈，共同探讨合作发展事宜。

座谈会上，赵传峰教授系统介绍了我系发展历程和师资队伍建设情况，重点展示了我系在大气物理、极端天气、行星大气、海洋科学等领域取得的理论成果和教材建设成就，强调我系始终坚持以扎实理科为基础，营造开放包容的学术氛围，提升国际化办学水平。李毅教授分享了国防科技大学在军事气象保障、“全域全空间”科研平台建设方面的特色，展示了该校在工科应用、人才培养与岗位对接方面的成效。双方一致认为两系优势互补明显，合作空间广阔。



在深入交流中，双方凝聚“共识共融、合作提升”理念，在多个领域明确了合作方向：在人才培养方面，将开展“双向交流生”、暑期联合研学等项目，探索联合博士培养与双导师机制，推进拔尖人才培养计划；在科研合作方面，将推动平台资源共享，围绕城市气象、低空经济等方向开展协同创新；在师资建设方面，将通过拓展引进渠道、共建培育平台等方式加强人才交流，实现优势互补。

7名学员深度参与我系教学活动，系统旁听《高等大气物理》《大气遥感》等6门专业课程，参加大气科学前沿系列讲座，并参观中国气象局、大气环境污染监测国家工程实验室等实践基地，以及军事博物馆、北大红楼等红色教育基地。

此次交流是两系协同育人的重要实践，为深化全方位合作、服务国家气象事业奠定了坚实基础。





我系与北大官微、学院官微联合发起初雪预测活动

2025年11月28日,我系与北京大学官微、物理学院官微“北大物理人”联合发起“初雪有约·猜猜第一场雪”初雪预报活动,面向全校师生及公众开放预测。作为持续多年的品牌科普活动,初雪预测旨在将专业气象知识融入校园文化,打造具有学科特色的科普IP,让更多人在关注燕园风云变幻中走近大气科学。

12月12日,2025年北京初雪如约而至。经测定,北京大学物理学院楼顶积雪厚度达1.5cm,气象意义上的初雪日正式定格于12月12日。活动共吸引超过3000位师生与友人参与,379位参与者凭借精准预测成为“气象预言家”,共同见证这一冬日仪式。

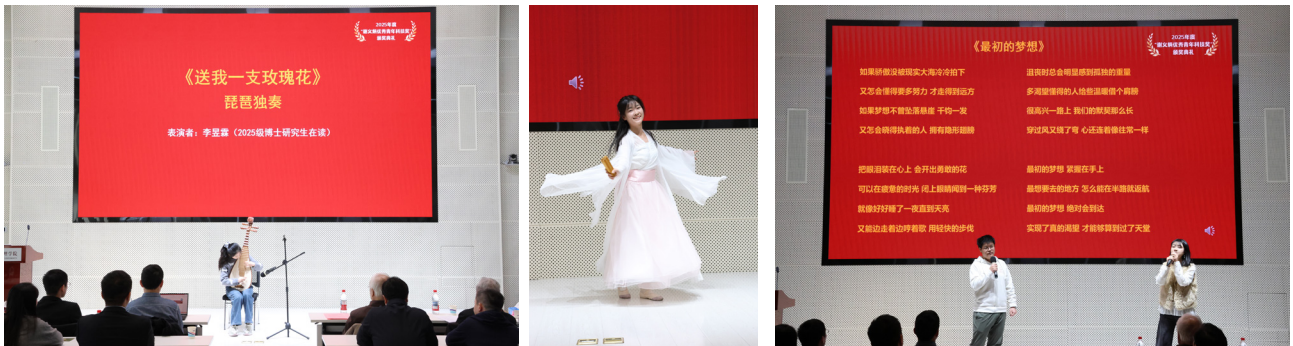
活动期间,我系同步开展气象科普,讲解雪花形成的物理机制——凝结核、水汽、低温环境与上升气流共同作用下冰晶生长聚合的过程,让公众在趣味互动中了解大气科学知识,将科学探索融入校园生活。未来,我系将继续深化这一品牌活动,以科学为眼、责任为担,让更多人通过一片雪花感知大气科学的魅力。



2025
 12.3

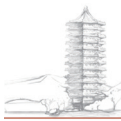
2025 年度“谢义炳优秀青年科技奖”颁奖典礼暨大气与海洋科学前沿讲座成功举办

2025 年 12 月 3 日，“2025 年度谢义炳优秀青年科技奖”颁奖典礼暨大气与海洋科学前沿讲座在北京大学物理学院思源厅成功举办。中国科学院吕达仁院士，我系前辈毛节泰教授、秦瑜教授，教师代表赵传峰教授、张霖长聘副教授、聂绩长聘副教授、沈路路助理教授、杨邱助理教授以及部分学生共同参加了本次活动。活动由我系胡永云教授主持。



活动在 2025 级博士生李昱霖的琵琶独奏《送我一枝玫瑰花》中拉开序幕。毛节泰教授宣读了本届获奖者名单。经严格评审，今年从 80 份申请中评选出 6 位获奖青年学者（按姓名音序排列）：傅豪（南京大学）、郭怡鑫（香港科技大学（广州））、江洁（中国科学院大气物理研究所）、旷焯（暨南大学）、刘福凯（中国海洋大学）、王灏（国防科技大学）。活动现场播放谢义炳先生生平纪念短片，缅怀其科学精神与家国情怀。2024 级博士生于灵溪表演古典独舞《书简舞》，表达对科学精神与文化遗产的敬意。





在随后的前沿讲座中，六位获奖者分别报告最新研究成果：傅豪的报告《台风生成研究的多尺度视角》介绍了台风生成难题的多阶段性和多尺度性。郭怡鑫的报告《“农食 - 氮循环 - 大气生态环境”复杂系统的污染减缓策略与潜力》介绍了聚焦当前全球活性氮循环超出地球行星边界所带来的一系列环境健康与可持续发展挑战所开展的交叉研究工作。江洁的报告《人为和自然因子影响下的区域水循环年代际转变》通过两个案例，分别探讨了气候系统内部变率和人为活动如何主导区域尺度水循环年代际转变。旷桦的报告《气溶胶吸湿与活化监测仪研发及云物理基础研究应用》聚焦云物理微观过程的核心，气溶胶吸湿与活化。刘福凯在报告《大洋热吸收的空间差异及其对热量再分配的影响》中系统解析了海表吸热的区域差异如何影响大洋的热力结构与再分配过程。王源的报告《平流层垂直风切变对热带气旋重力波非对称性的影响》探讨了垂直风切变对热带气旋激发平流层重力波非对称局地结构的影响及机理。



典礼在 2025 级博士生牛莉雅与 2022 级博士生万智翔合唱的《最初的梦想》中圆满落幕。

“谢义炳优秀青年科技奖”自 2008 年设立以来，已奖励全国大气、海洋及行星大气领域青年学者 109 人。本届申报人平均年龄仅 32.73 岁，最年轻者 24 岁，充分体现了该奖项对青年学者的激励作用，已成为推动学科创新发展的重要平台。我系将继续秉承谢义炳先生的科学精神与育人理念，支持更多青年人才脱颖而出，为服务国家气象与海洋事业、建设科技强国贡献力量。



2025
12.18

大气与海洋科学系校友聚会 AGU25

2025年12月18日晚,我系参加美国地球物理联合会(AGU)2025年会的40余位校友在新奥尔良欢聚一堂,共忆燕园岁月。

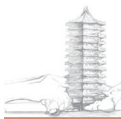
聚会由系主任赵传峰教授牵头,俞妍、杨邱、沈路路助理教授协助组织。

本次聚会汇聚了不同年代的校友。81级校友孙力强学长到场,还有南京信息工程大学廖宏教授(82级)、香港科技大学苏慧教授(87级),以及斯坦福大学杨达助理教授(04级)、杜克大学胡世能助理教授(08级)、佐治亚理工学院潘达助理教授(09级)、南加州大学张佳辰助理教授(10级)、麻省理工学院康婉莹助理教授(14级)等多位在海外高校任职或就读的青年学者。

赵传峰教授在致辞中回顾了我系发展近况与成就,表达了对校友的牵挂与感谢,并介绍了我系面向全球延揽优秀学术人才的政策。随后,校友们逐一自我介绍,分享近况。系里为每位校友准备了承载燕园印记的文创礼物。

聚会在欢声笑语中加深了校友与母校的联系,年轻校友借此机会深入了解我系最新动态与人才政策。





2026
1.9

我系举办年度师生大会、离退休教职工新春茶话会

2025 年度师生大会暨年度总结会

2026 年 1 月 9 日，大气与海洋科学系师生大会暨年度总结会在物理大楼西 301 思源报告厅举行。会议由系副主任刘美景老师主持，全系师生 90 余人参加。

系主任赵传峰教授作 2025 年度工作总结报告，全面回顾我系在人才培养、科学研究、师资建设等方面取得的主要进展。河北先进环保产业创新中心代表介绍情况并举行捐赠仪式。学生组织“蔚蓝空间”主席苏洪萱作年度总结报告。

会上，师生表演了琵琶独奏、独唱、合唱等精彩节目，现场气氛热烈。通过游戏和抽奖环节增进交流互动，最后全体合影留念。

此次师生大会不仅是对我系 2025 年工作的总结回顾，更是一次凝心聚力的再出发——我系全体师生将以更昂扬的姿态，携手迈向建设世界一流大气与海洋科学学科的新征程。



离退休教职工新春茶话会

2026 年 1 月 16 日，我系在物理大楼北楼 547 室举办离退休教职工新春茶话会。系主任赵传峰主持，物理学院党委副书记、工会主席李焱出席并致辞，向老教师们送上新春祝福。

赵传峰汇报了 2025 年度我系发展进展，特别提到已故赵柏林院士家人遵循遗愿，将捐赠设立“赵柏林气象教育基金”，并继续支持“谢义炳基金”。赵柏林院士（1929—2025）是我国著名气象学家、北京大学大气与海洋科学系教授、中国科学院院士，长期致力于大气物理与大气探测研究，为学科发展作出卓越贡献。

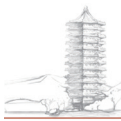
离退休教师代表毛节泰教授发言，勉励全系师生“心怀国之大者”，紧扣国家需求，勇于承担使命。

现场为逢整寿的老教师准备了生日蛋糕，大家共叙情谊、分享祝福。退休教职工茶话会是我系长期坚持的传统，成为赓续学脉、凝聚共识的重要纽带。





科研进展



科研大事记





2025年
6月20日

俞妍课题组揭示了气溶胶辐射吸收和大气对流过程对极端烟尘抬升的关键作用。文章发表于 *Geophysical Research Letters*。

2025年
9月2日

胡永云团队开展系统研究，探讨不同大陆植被移除对 MOC 的影响。文章发表于 *Journal of Geophysical Research: Oceans*。

2025年
11月23日

刘永岗课题组基于机器学习揭示全球剥蚀速率控制因素的阈值效应。文章发表于 *Earth and Planetary Science Letters*。

2025年
12月6日

胡永云团队与合作者建立铝土矿和高岭土矿的形成与气候环境的定量关系，揭示了其空间分布变化与深时气候演变之间的关系。文章发表于 *Global and Planetary Change*。

俞妍课题组在野火-沙尘复合极端事件研究上取得重要进展。文章发表于 *Nature Geoscience*。

2025年
7月19日

张庆红团队揭示中国冰雹风暴的气候影响与未来趋势。文章发表于 *Nature Communications*。

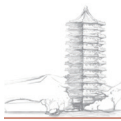
2025年
9月7日

聂绩课题组与合作者揭示了热带中尺度对流系统的“对流耦合内在振荡”这一重要的内在动力模态。文章发表于 *Journal of the Atmospheric Sciences*。

2025年
11月25日

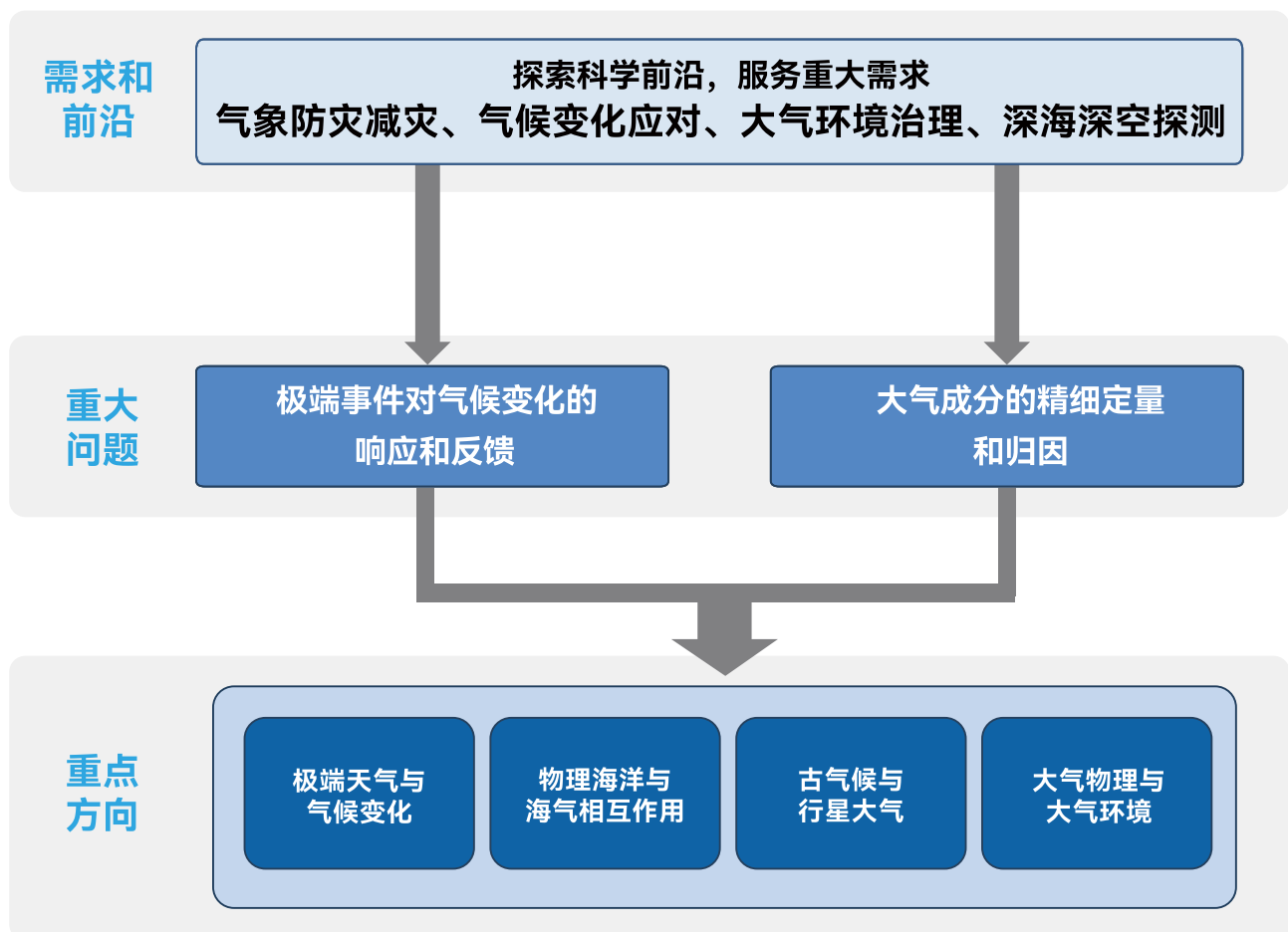
北京大学古气候模拟团队揭示热带地区经向温度梯度具有广泛气候态下的准不变性。文章发表于 *Nature Communications*。

2025年
12月19日



科研 进展

北京大学大气科学学科以“世界一流学科前列”为2030年建设目标，围绕国家气象防灾减灾和气候变化应对等重大需求，对标国际顶尖高校大气学科，聚焦“极端事件对气候变化的响应和反馈”和“大气成分的精细定量和归因”科学问题，持续从全球引进优秀教师，系统加强制度化和透明化建设，培育领军学者和合作团队，深化国际合作交流，在极端天气与气候变化、物理海洋与海气相互作用、古气候与行星大气、大气物理与大气环境四个重点方向取得了原创科研成果和广泛影响力，学生培养质量得到国际认可，快速朝着世界顶尖学科前进。



城市形态影响大气边界层云的形成机制



李琦

城市化进程的加速使得城市形态对局地气候和大气过程的影响日益显著。已有研究指出城市能够增强云量，但城市形态类型对云形成机制的影响至今尚不明确。李琦课题组通过分析美国 44 个主要城市的云气候学观测数据，系统揭示了城市街道峡谷宽高比与建筑密度对云量增强效应的定量关系——云量增强效应随街道峡谷宽高比的增大而增强，随建筑密度的增大而减弱。为深入解析上述观测规律背后的物理机制，课题组采用能够精细刻画城市形态的大涡模拟数值实验方案，研究了城市形态对湿对流过程的独立控制作用。

研究表明，城市形态通过两种截然不同的机制影响云的形成：其一，较高的建筑物显著增强城乡交界处的城市热岛环流，促进边界层抬升运动；其二，较密集的建筑物作为动量汇，抑制城市核心区的垂直湍流输送。上述垂直运动的差异进而调控城市大气边界层内水汽的垂直输送，导致不同城市形态下云量产生显著差异。该研究从机理层面阐明了城市形态、垂直运动与云量增强效应之间的内在联系，为大尺度天气和气候模式中针对不同城市特征的边界层对流参数化方案的建立提供了重要理论依据，对提升城市气候模拟精度具有重要意义。

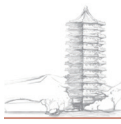
论文以“Local cloud enhancement associated with urban morphology: evidence from observations and idealized large-eddy simulations”为题发表在《自然·通讯》杂志上。论文第一作者为李琦课题组博士研究生崔元峰，通讯作者为李琦。

城市楼越高 -> 增加云量；楼越密集 -> 减少云量



The Impact of Urban Morphology of Local Cloud Formation

With accelerating urbanization, the influence of urban morphology on local climate and atmospheric processes has become increasingly significant. Previous studies have noted that cities enhance cloud cover, but the mechanisms by which urban morphological types influence cloud formation have remained elusive. The Li Qi Research Group analyzed cloud climatology observations from 44 major U.S. cities and systematically quantified the relationship between



urban street-canyon aspect ratio, building density, and cloud enhancement — finding that cloud enhancement increases with the street-canyon aspect ratio and decreases with building density. To uncover the physical mechanisms underlying these observational patterns, the group employed urban morphology-resolving Large-Eddy Simulations (LES), in which the independent role of urban morphology in controlling moist convection is investigated.

Results reveal that urban morphology influences cloud formation through two distinct mechanisms: taller buildings intensify urban-breeze circulations at the urban-rural interface, promoting upward motion at the boundary layer; while denser buildings act as momentum sinks, suppressing vertical turbulent transport at the urban core. These contrasting vertical motions modify moisture transport within the urban atmospheric boundary layer, leading to significant differences in cloud amount across different urban morphologies. This study establishes a mechanistic link between urban form, vertical motions, and cloud enhancement, providing a scientific foundation for developing city-specific boundary-layer convective parameterizations in large-scale weather and climate models. This study was published in *Nature Communications*.



生态工程如何改变干旱半干旱地区的边界层辐合线及相关的对流和降水？



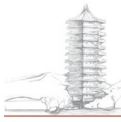
孟智勇

人类活动正深度影响着从行星尺度到微尺度的地球物理过程。在黄河河套地区，人工灌溉与沙漠治理作为两类最具代表性的人类活动，正深刻改变着绿洲-沙漠交界地带的下垫面属性，进而对强对流的触发与演变产生不可忽视的影响。

一方面，河套灌区作为一项世界灌溉工程遗产，展示了大规模水利工程如何通过周边广阔沙漠形成增强的植被对比，促进对流风暴的发生。大规模引黄灌溉使绿洲地表保持湿润低温，形成显著的“冷岛效应”，与周边干燥炽热的沙漠构成极强的热力与湿度梯度；这种由人类活动塑造的下垫面非均匀性，往往在特定大气环流背景下激发出类似海陆风的局地次级环流，形成边界层辐合线并触发强对流。孟智勇研究团队基于2012年至2023年暖季期间的雷达数据，揭示了河套地区在不同天气型下，由灌溉绿洲与邻近的库布齐沙漠和乌兰布和沙漠之间的植被差异形成的边界层辐合线所引发的对流系统的演变、日变化、组织形态和移动特征 (Cui et al., *JGR*, 2025) (图1)。研究共记录到228个对流系统，它们主要在干旱区沿着植被交界线生成，且多发生在水汽充足、不稳定性大的天气背景下，其中约35%呈现出线状组织形态 (图2)，约20%能够向下游远距离传播。库布齐沙漠由于与绿洲的植被差异更为显著，其上空的对流系统发生频率是乌兰布和沙漠上空的11.7倍，且呈现出更多的线状组织形态、更高的强度以及更频繁的下游传播特征；而在植被梯度相对平缓的乌兰布和沙漠上空，则以更强的单体组织形态为主导。

另一方面，自1986年以来，作为黄河流域生态保护战略的重要组成部分，黄河河套地区开展了30余年的沙漠再造林工程。沙漠治理通过改变地表反照率、粗糙度和土壤湿度，正在逐步影响沙漠区域的能量与水汽交换过程。孟智勇研究团队选取边界层辐合线及其相关对流触发最为频繁的天气背景下的34个个例开展了组合集合模拟，发现沙漠造林减弱了沙漠-绿洲在2米气温和湿度上的差异 (图3)，导致边界层辐合线生成时间推迟、达到最大长度的时间延后且强度减弱 (图4)。尽管对流触发被推迟和削弱，但沙漠造林增加了近地面水汽含量及其垂直输送，由此导致不稳定性增大，加速了对流触发，并使得对流强度增强、面积扩大，从而导致河套地区更为频繁、强度更大的对流性降水 (Wang et al., *MWR*, 2025)。

这两项研究揭示了黄河河套地区灌溉与造林工程如何通过改变地表特征来影响边界层辐合线的生成位置、强度及对流活动。研究成果深化了对干旱半干旱地区强对流触发机制的科学认知，为国家“三北”工程与粮食安全战略背景下的生态建设布局和防灾减灾预警提供了关键的决策支撑。同时，还有助于构建一个“人类世”背景下全新的气象学认知框架，在修复地球表层系统的同时，科学预见大气系统可能做出的响应，为变化环境中实现可持续发展提供坚实的理论支撑。



How do local ecological engineering projects modify boundary layer convergence lines and their associated convection and precipitation in arid and semi-arid regions?

Human activities are now profoundly involved in Earth's physical processes across scales ranging from planetary to micro. In the Hetao area of the Yellow River, two of the most representative human activities—artificial irrigation and desert afforestation—are profoundly transforming the land surface properties of the desert-oasis boundary, thereby exerting a non-negligible influence on the initiation and evolution of severe convection.

On the one hand, the Hetao Irrigation District, as a World Heritage Irrigation Structure, demonstrates how humanity's largest hydraulic engineering project becomes a storm generator through the enhanced vegetation contrast it creates with the surrounding extensive deserts. Large-scale irrigation from the Yellow River keeps the oasis surface moist and cool, forming a pronounced "cold island effect" that establishes a sharp thermal and humidity gradient against the adjacent hot, dry deserts. This land-surface heterogeneity, shaped by human activity, often triggers local thermal circulations akin to sea breezes under specific atmospheric circulation backgrounds, generating boundary layer convergence lines (BLCLs) and initiating severe convection. Leveraging radar data collected during the warm seasons from 2012 to 2023, the research team led by Zhiyong Meng elucidated the evolution, diurnal variation, organization, and movement of convective systems (CSs) initiated by BLCLs formed due to vegetation contrast between the irrigated oasis and the adjacent Kubuqi and Ulan Buh Deserts under various synoptic patterns in the Hetao area (Cui et al., JGR, 2025) (Fig. 1). A total of 228 CSs were documented, forming primarily along vegetation contrast lines in this arid region under synoptic patterns characterized by ample moisture and substantial instability (Fig. 2). Among these, approximately 35% exhibited linear organization, and about 20% propagated far downstream. Due to the sharper vegetation contrast, the frequency of CSs over the Kubuqi Desert was nearly 11.7 times that over the Ulan Buh Desert, with a greater prevalence of stronger linear organizational modes, higher intensity, and more frequent downstream propagation. In contrast, over the Ulan Buh Desert, characterized by a gentler vegetation gradient, a strong cellular organizational mode dominated.

On the other hand, as a key component of the Yellow River Basin ecological protection strategy, the Hetao area has implemented desert afforestation projects for over 30 years since 1986. Desert afforestation is gradually reshaping the energy and water vapor exchange processes in the desert region by altering surface albedo, roughness, and soil moisture. Conducting ensemble simulations by perturbing a composite of 34 cases embedded in the synoptic pattern most favorable for BLCL

formation and associated convection initiation, the research team led by Zhiyong Meng found that afforestation weakens the desert–oasis contrast in 2-m air temperature and specific humidity (Fig. 3). This weakening causes BLCLs to form later, attain their maximum length later, and become weaker (Fig. 4). Although it delays and weakens convective triggering, afforestation increases near-surface water vapor content and its vertical transport. The resultant greater instability subsequently accelerates convection initiation, intensifies and spatially broadens convection, and leads to more frequent and heavier convective precipitation in the Hetao area (Wang et al., MWR, 2025).

These two studies reveal how irrigation and afforestation projects in the Yellow River's Hetao region modulate the genesis location, intensity, and characteristics of convective activity by altering land surface attributes. The findings deepen the scientific understanding of severe convection initiation mechanisms in arid and semi-arid regions and provide crucial decision-making support for ecological construction planning and disaster prevention early warning within the context of the national Shelterbelt Program and food security strategy. Furthermore, they contribute to constructing a novel meteorological framework within the "Anthropocene" context, enabling us to scientifically anticipate the atmosphere's responses while restoring the Earth's surface systems, thereby offering robust theoretical support for achieving sustainable development in a changing environment.

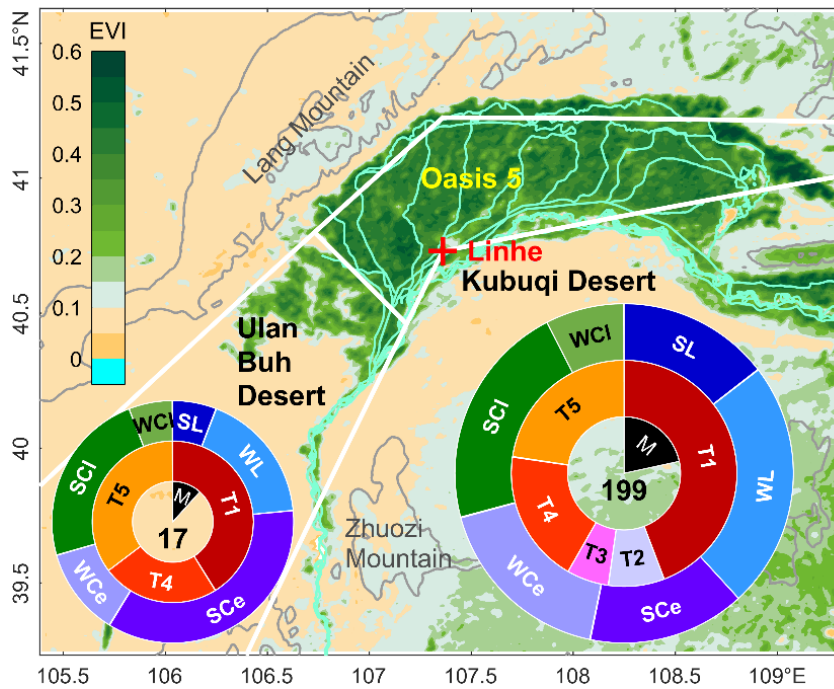


Fig.1 Proportions of organizational modes (outer annuli in the pie chart), synoptic patterns (inner annuli), and far downstream-moving convection (black sectors) in two deserts. The shading represents the averaged EVI over the 2012–2023 warm seasons; the red cross denotes the location of Linhe radar; the cyan curves denote the Yellow River and irrigation channels; the grey contours represent terrain elevations of 1500 m and 2000 m above mean sea level; and the white lines indicate the borders of three subregions. The total number of CSs in each region is given at the center of each pie chart.

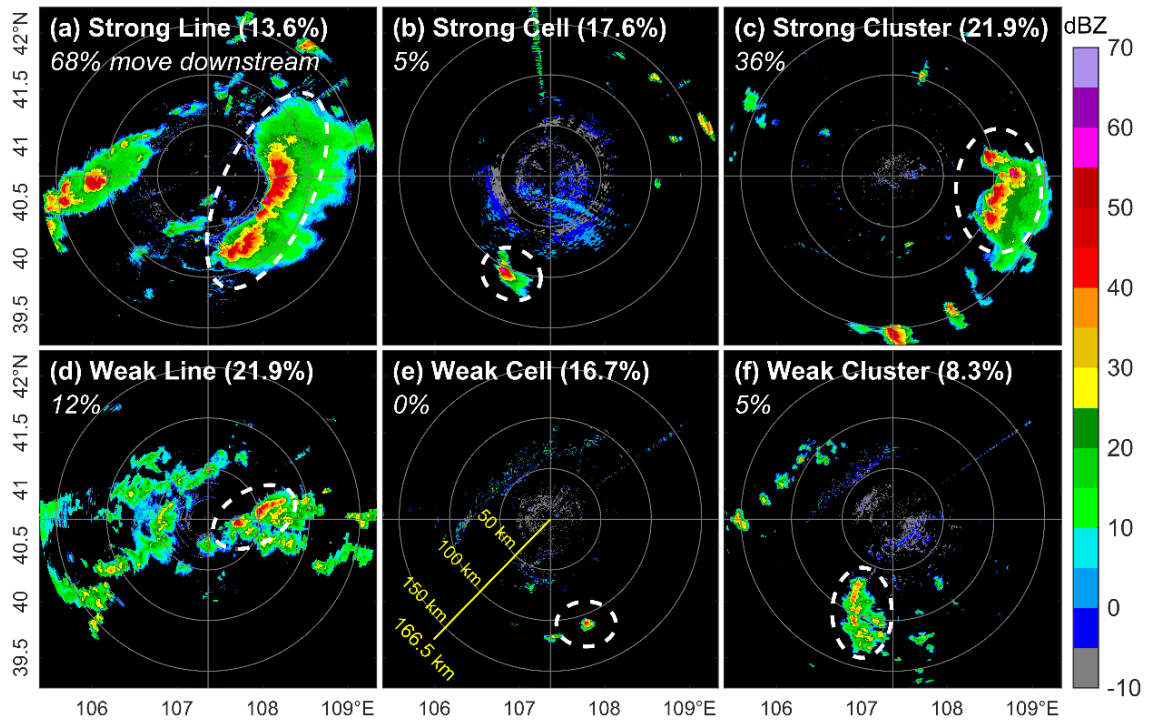
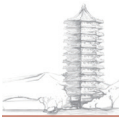


Fig. 2 Exemplars of the six organizational modes depicted in radar composite reflectivity. The percentages in parentheses indicate the proportion of corresponding organizational modes and the percentages in italics represent the proportion of CSs of the corresponding modes moving far downstream. The white dashed circles highlight the focused CSs, and the timestamp for each case is as follows: 1457 LST July 21, 2013; 1520 LST Aug. 15, 2021; 1821 LST July 29, 2022; 1751 LST Aug. 14, 2020; 1217 LST July 23, 2016; 1415 LST July 14, 2019.

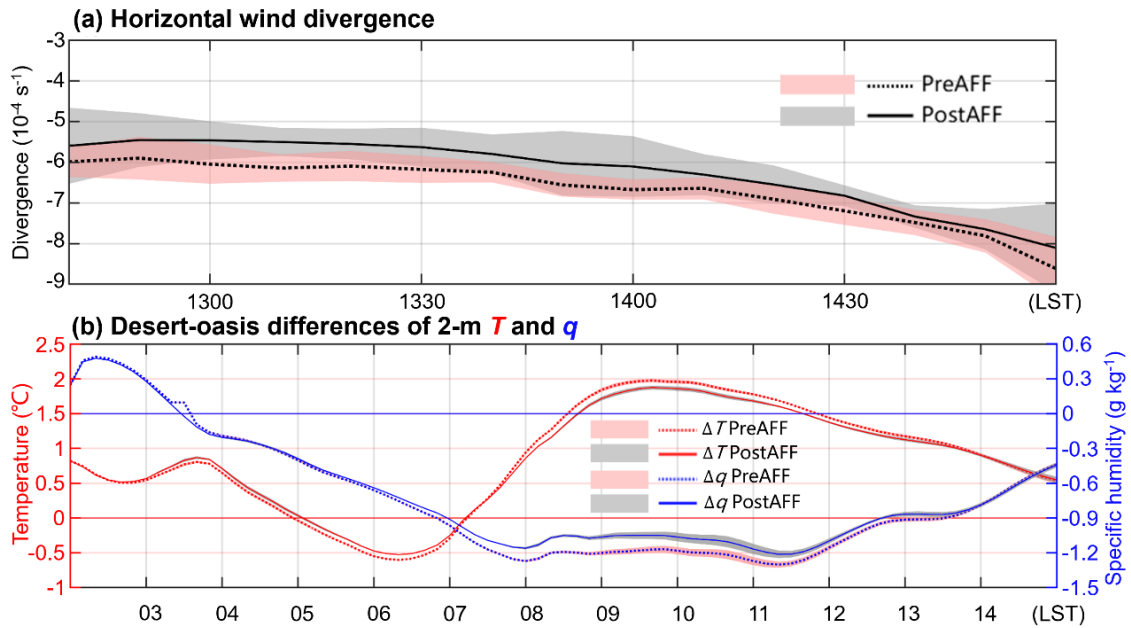


Fig. 3 Ensemble mean of (a) BLCL strength, and (b) desert-oasis differences in 2-m air temperature (red lines) and specific humidity (blue lines) for PreAFF (dashed lines) and PostAFF (solid lines), as well as the uncertainty in terms of the ensemble mean plus and minus one standard deviation for PreAFF (light red shading) and PostAFF (gray shading).

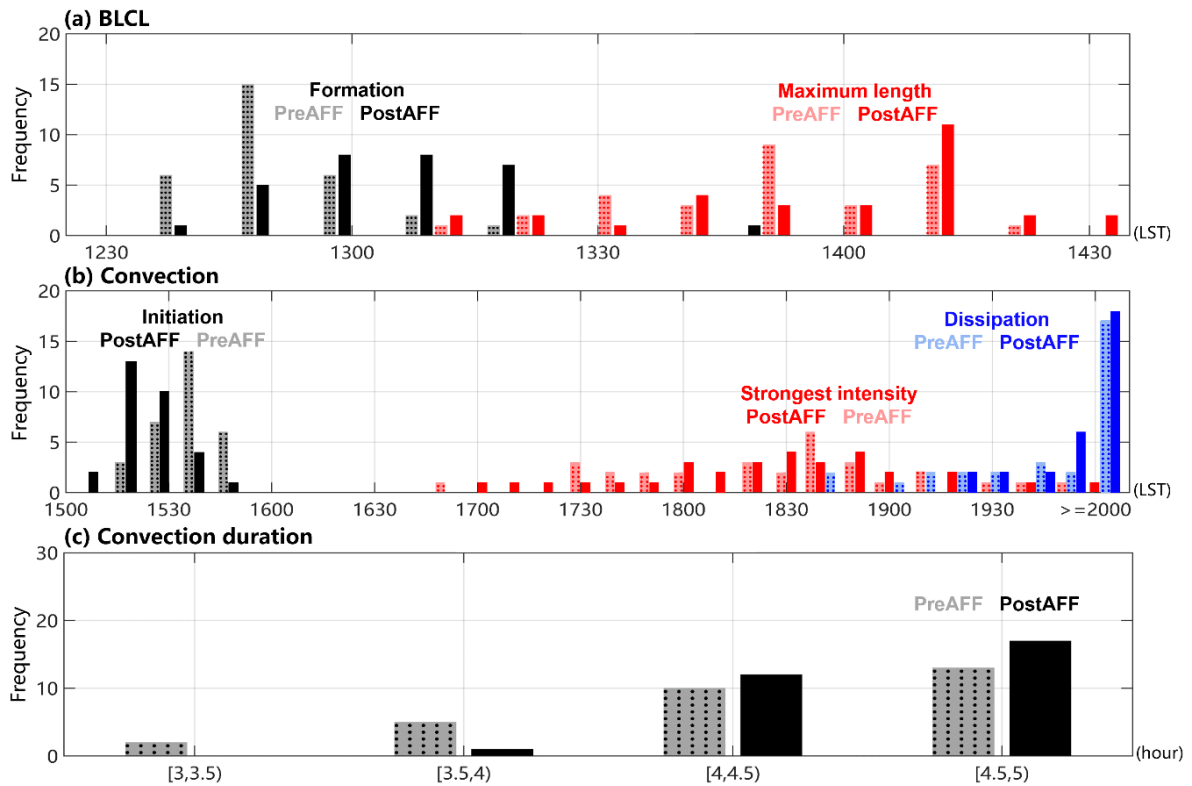
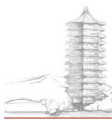


Fig. 4 Simulated (a) frequency-time variations of BLCL formation (black and stippled gray) and the attainment of maximum length (red and stippled light red). (b) As (a) but for convection initiation (black and stippled gray), the point of maximum intensity (red and stippled light red), and dissipation (blue and stippled light blue). (c) Convection duration (black and stippled gray). PostAFF is denoted in dark color while PreAFF is denoted in stippled light color.

References: (* Corresponding Author)

Xuelei Wang, Zhiyong Meng*, Yan Yu, Hongjun Liu, Nana Yi, 2026: Influences of Desert Afforestation on Boundary Layer Convergence Lines and Related Convection and Convective Precipitation Over Desert-oasis Border, *Monthly Weather Review*. 154, 407–421. <https://doi.org/10.1175/MWR-D-25-0108.1>

Quxin Cui, Zhiyong Meng*, Yiren Lin, Yipeng Huang, Zimeng Zheng, Xiaojuan Yao, Yonggang Sun, Xuefeng Meng, 2025: Storms Generated by a Sharp Vegetation Contrast between Huge Irrigated Oasis and Adjacent Desert, *Journal of Geophysical Research- atmosphere*, 130(20), e2025JD044464, <https://doi.org/10.1029/2025JD044464>

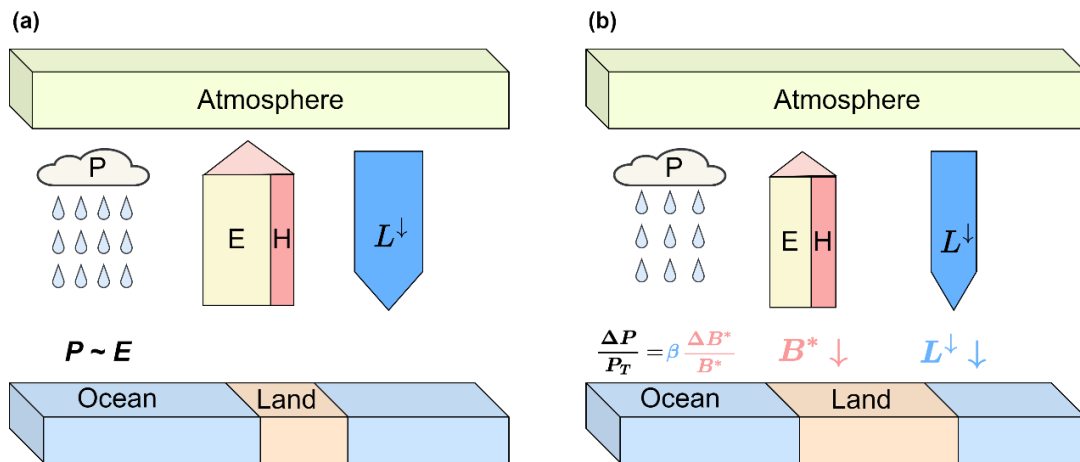


深时气候中海陆分布对全球水循环的调制作用



聂绩

地球水文循环在地质时期经历了显著变化。之前研究普遍认为气候，例如用全球平均地表温度（GMST）来表征，是决定全球平均降水量（GMP）的首要因素。该研究发现，海陆分布的变化，特别是低纬陆地覆盖率的变化，同样对全球水文循环具有不可忽视的影响。模拟结果显示，在显生宙（5.4 亿年前至今）的大部分时期，GMST 与 GMP 的变化相关性很高。然而，仅依赖温度估算降水量仍存在较大偏差，尤其是在超级大陆时期（2.5 亿年前左右），降水量显著偏少。分析表明，这些偏差主要来源于低纬陆地覆盖率的变化，表明陆地分布是影响 GMP 的重要调控因素。



图：陆地覆盖率变化引起降水变化的机制示意图。

该研究进一步揭示了陆地覆盖率如何通过影响大气能量平衡机制来影响水循环（图）。相比海洋，陆地的潜热通量较低，陆地覆盖率的增加会改变全球感热与潜热通量的相对比例，从而直接减少 GMP。此外，潜热通量降低导致大气变干，削弱水蒸气的温室气体效应，从而进一步将直接效应的影响放大了约 44%。

基于这些机制，研究团队构建了一个简单模型，将 GMP 表示为全球平均温度和陆地覆盖率的函数，并成功再现了古气候模拟的结果。此模型表达式为：

$$P \approx (P_0 + cT) \left(1 - \frac{\alpha\beta}{B^*} \Delta A \right),$$

其中 P 为全球平均降水，T 为全球平均温度， ΔA 为低纬度陆地覆盖率，其他符号为物理参数。这一模型不仅为重建地质时期的水文循环提供了理论支持，还能在已知气候和陆地分布的情况下，高效估算特定时期的全球平均降水量。本研究揭示了气候变化与大陆演化在调控全球降水方面的共同作用，为理解地球长期水循环演变提供了重要参考。

A simple model for the hydrological change over Phanerozoic: untangling contributions from climate and continental evolution

The global hydrological cycle has undergone substantial changes throughout Earth's geological history. Previous studies have generally emphasized climate—often represented by global mean surface temperature (GMST)—as the primary control on global mean precipitation (GMP). This study demonstrates that changes in land–sea distribution, particularly variations in low-latitude land fraction, also exert a significant influence on the global hydrological cycle.

Model simulations show that throughout most of the Phanerozoic (from approximately 540 million years ago to the present), GMST and GMP are strongly correlated. However, estimating precipitation solely based on temperature leads to substantial biases, especially during supercontinent periods (around 250 million years ago), when precipitation was markedly reduced. Analysis indicates that these discrepancies primarily arise from changes in low-latitude land coverage, highlighting continental distribution as an important regulator of GMP. The study further elucidates how land fraction influences the hydrological cycle through atmospheric energy balance mechanisms. Compared to the ocean, land surfaces exhibit lower latent heat flux. An increase in land coverage alters the global partitioning between sensible and latent heat fluxes, directly reducing GMP. Moreover, reduced latent heat flux dries the atmosphere, weakening the greenhouse effect of water vapor and amplifying the direct impact by approximately 44%.

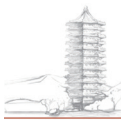
Based on these mechanisms, the research team developed a simplified model that expresses GMP as a function of global mean temperature and land fraction, successfully reproducing paleoclimate simulation results. The model is formulated as:

$$P \approx (P_0 + cT) \left(1 - \frac{\alpha\beta}{B^*} \Delta A \right),$$

where P represents global mean precipitation, T denotes global mean temperature, and ΔA represents low-latitude land fraction, with other terms corresponding to physical parameters. This model provides a theoretical framework for reconstructing the hydrological cycle in deep-time climates and enables efficient estimation of global mean precipitation given known climate conditions and continental configurations. This study reveals the joint roles of climate change and continental evolution in regulating global precipitation, offering important insights into the long-term evolution of Earth's hydrological cycle.

Reference:

Zelong Li, Panxi Dai, Ji Nie*, Yongyun Hu, Yonggang Liu, JunYang, Shuai Yuan, Xiang Li, Jiaqi Guo, Jiawenjing Lan, Xiujuan Bao, Mengyu Wei, Zhibo Li, Kai Man, and Zihan Yin, 2025: A simple model for the hydrological change over Phanerozoic: untangling contributions from climate and continental evolution, *Geophysical Research Letters*, 52, e2025GL115077. <https://doi.org/10.1029/2025GL115077>



环境热力条件对美国中尺度对流系统及孤立深对流未来演变的影响



杨邱

中尺度对流系统（MCS）和孤立深对流（IDC）是美国强降水和极端天气的主要载体，对区域水循环和社会经济安全具有重要影响。在全球变暖背景下，其未来变化直接关系到灾害风险评估和适应策略制定。然而，现有气候模式中动力和热力过程高度耦合，难以单独识别环境热力条件变化的作用。因此，有必要发展理论框架，分离并量化热力环境变化对强对流系统的独立影响。

本研究以 2020 年夏季一个持续 50 天的对流活跃个例为对象，首先利用对流分辨率模式开展“伪全球变暖”试验，对比分析美国内陆与沿海地区 MCS 和 IDC 的变化特征。在此基础上，提取相应的热力环境廓线，构建单柱和多柱气块模式（图 1）。单柱模式用于分析孤立深对流的触发与演变，多柱模式用于刻画对流组织化与 MCS 尺度变化，从而在理想化框架下评估 MUCAPE、MUCIN 和可降水量等关键热力因子的影响。

结果表明，在变暖条件下，IDC 的发生频率总体下降，但单次过程的持续时间延长、降水总量增加。这种“少而强”的变化特征主要源于热力环境的系统性改变：一方面，MUCAPE 升高增强了对流潜在强度，水汽含量增加为降水提供更多水源；另一方面，MUCIN 增加提高了触发门槛，抑制了对流的频繁发生，从而降低了总体频率。对于 MCS 而言，内陆与沿海地区呈现出显著差异。多柱模式显示，内陆地区平均 MUCIN 增加抑制了系统触发频率，但在大尺度环境中平均 MUCIN 基本不变而平均 MUCAPE 升高的背景下，阵风锋传播速度加快，与增强的下沉强度相互作用，促进了系统尺度的横向扩展，使 MCS 平均面积增加。相比之下，沿海地区平均 MUCAPE 和水汽含量的增加更为显著，主导了 MCS 频率与尺度变化的特征。总体而言，热力环境廓线的改变在很大程度上解释了内陆与沿海地区对流系统未来变化的对比响应（图 2）。

本研究通过理论模型重现并解释了对流分辨率模式中的未来变化特征，明确了环境热力条件在调控变暖背景下强对流结构与统计特征中的关键作用。该工作为理解全球变暖条件下强对流系统的响应机制提供了理论依据，也为改进未来极端降水预测和风险评估提供了科学支撑。

相关成果以“Environmental Thermodynamic Effects on Future Changes of Mesoscale Convective Systems and Isolated Deep Convection Over the US: A Case Study”为题，发表于 *JGR Atmospheres* 上。杨邱为论文第一作者和通讯作者，合作者包括美国西北太平洋国家实验室的 Ruby Leung、Zhe Feng、Jianfeng Li 研究员和美国宾州州立大学的 Xingchao Chen 助理教授。

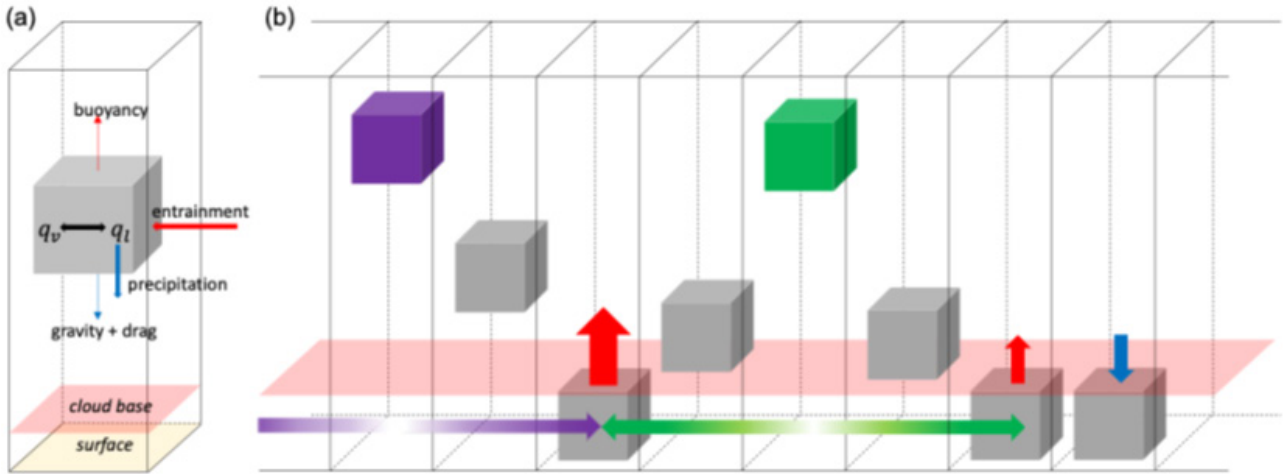


图 1 单柱 (a) 和多柱 (b) 拉格朗日气块模型的示意图。

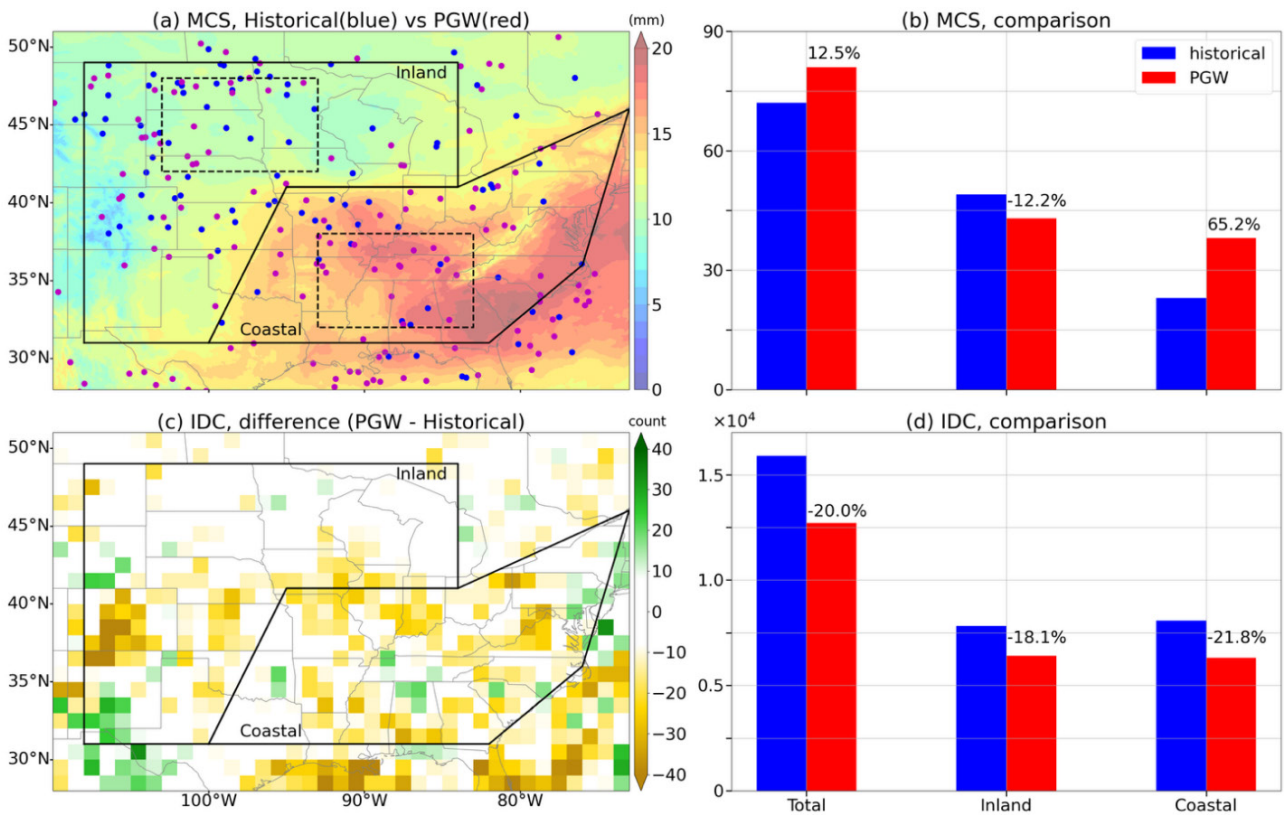
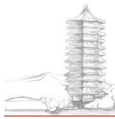


图 2 SCREAM 模式 50 天模拟中内陆与沿海区域 MCS 和 IDC 的发生情况。



Environmental thermodynamic effects on future changes of mesoscale convective systems and isolated deep convection over the US

Mesoscale convective systems (MCSs) and isolated deep convection (IDC) are key drivers of heavy precipitation and extreme weather in the United States, strongly affecting regional hydrology and societal safety. Under global warming, understanding their future changes is critical, yet in climate models the coupling of dynamic and thermodynamic processes makes it difficult to isolate the role of environmental thermodynamic changes. This study develops a theoretical framework to quantify these effects.

We focus on a 50 - day convective period in summer 2020, using convection-permitting simulations under pseudo global warming to examine inland and coastal differences in MCS and IDC changes. Thermodynamic profiles from the simulations were used to drive single-column and multi-column parcel models (Figure 1). The single-column model captures IDC triggering and evolution, while the multi-column model represents convective organization and MCS scale growth, allowing evaluation of key factors such as MUCAPE, MUCIN, and precipitable water.

Results show that under warming, IDC becomes less frequent but longer-lasting and more intense, due to higher MUCAPE and moisture enhancing potential intensity and precipitation, and higher MUCIN suppressing frequent initiation. MCS responses differ between regions: inland areas experience suppressed initiation but larger system area due to faster gust fronts interacting with enhanced subsidence under increased MUCAPE, while coastal areas show changes dominated by increases in MUCAPE and moisture. Overall, thermodynamic environmental changes largely explain contrasting inland-coastal responses (Figure 2).

This study demonstrates the critical role of thermodynamic conditions in shaping deep convection under warming, providing a theoretical reference for understanding convective responses and improving projections of extreme precipitation. The results are published in *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* (“Environmental Thermodynamic Effects on Future Changes of Mesoscale Convective Systems and Isolated Deep Convection Over the US: A Case Study”), with Qiu Yang as first and corresponding author; coauthors include Ruby Leung, Zhe Feng, Jianfeng Li (PNNL) and Xingchao Chen (PSU).

Reference:

Yang, Q.*, Leung, L.R., Feng, Z., Li, J. and Chen, X., 2025. Environmental thermodynamic effects on future changes of mesoscale convective systems and isolated deep convection over the US: A case study. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 130(21), e2025JD044740. DOI: 10.1029/2025JD044740.

中国冰雹风暴的气候影响与未来趋势



张庆红

冰雹风暴具有时空尺度小、变化剧烈和可预报性低等特征，严重威胁农业生产和人民生命财产安全，是全球频发的极端天气事件。联合国通报 2024 年是人类历史上有观测以来最热的一年，全球平均气温比工业革命前增加了 1.5°C。随之而来的 2025 年，全球各地遭受了频繁的冰雹风暴天气袭击。气候变暖背景下，冰雹频率如何变化是全球各国政府和科学界关注的科学难题，冰雹风暴长期观测记录的匮乏给该问题的回答带来挑战。

张庆红课题组收集中国古籍记载，重建了长达 2890 年的冰雹历史记录，并聚焦于 1500 年至 1948 年间高度可靠且一致的观测记录，发现了一个显著的气候转折点出现在工业革命前后：在 1850 年之前，冰雹风暴日数保持稳定，但之后开始显著增加（图 1）。这种增加和全球平均温度变化有很强的相关性。研究还发现了有规律的自然变率：1850 年以前，准百年周期主导着冰雹风暴日数的变化；而之后则转变为年代际周期主导。这两种模态都与太平洋年代际振荡（PDO）存在内在联系，证明中国长期的冰雹风暴频率变化趋势是人类活动驱动的气候变暖与 PDO 所代表的固有自然变率共同调节的结果。

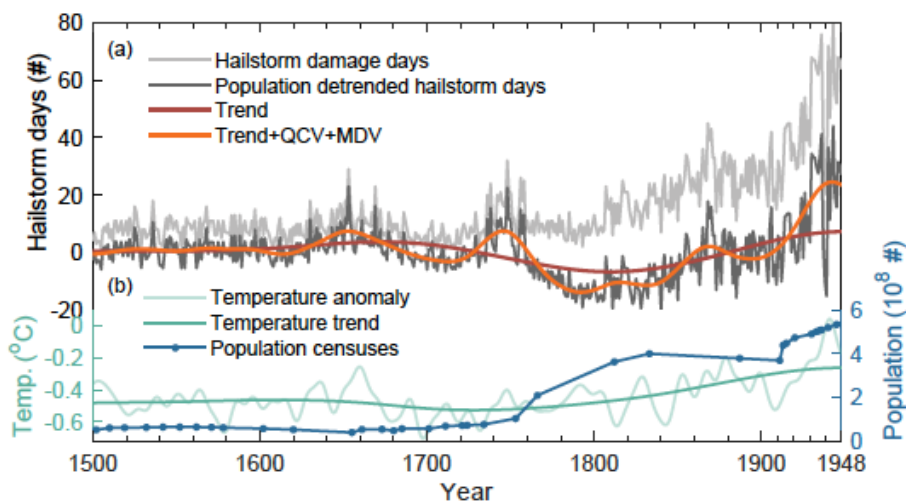


图 1 1500-1948 中国冰雹风暴日 (a 浅灰色线)、去人口趋势的冰雹风暴日 (a 深灰色线)、人口 (b 蓝色线) 和全球平均温度扰动 (b 绿色线) 的变化。

研究继续利用卷积神经网络模型 (CNN) 选取古代冰雹风暴记录为训练集，现代记录为测试集，对未来气候状态下冰雹风暴日数进行预测，发现在持续变暖的驱动下，21 世纪中国冰雹风暴日数将进一步显著增加（图 2）。同时，PDO 的振荡变化将影响雹暴日数的峰值出现时间，预计该峰值将出现在 21 世纪 70 年代左右。

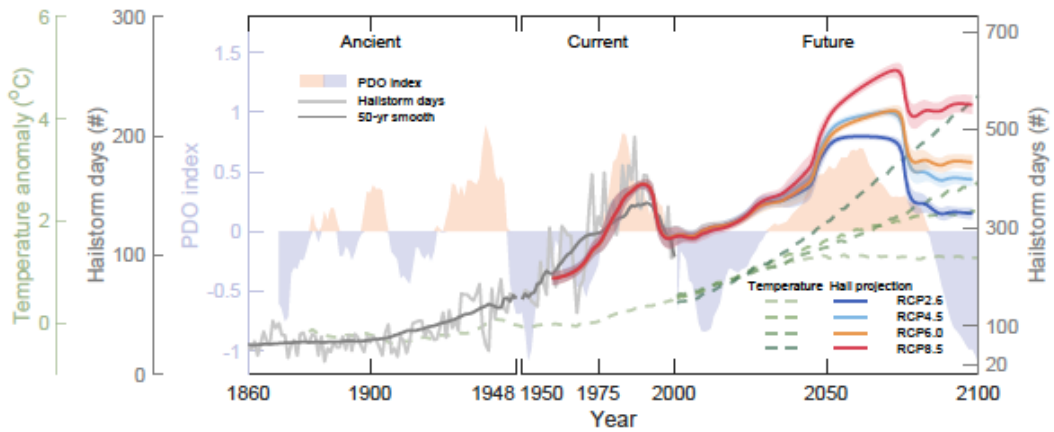


图 2 冰雹风暴日过去、现在和未来气候态的变化趋势以及相关的全球平均温度扰动和 PDO。

这项研究基于前所未有近三千年尺度的观测提供了关键证据：人类活动导致的气候变暖确实正在加剧诸如雷暴风暴等极端天气灾害的频率，这对未来全球的灾害风险评估、适应性规划以及气候韧性建设具有深远意义。同时该研究彰显了中华古老文明对世界气候变化科学的贡献。

相关研究成果以“Climate Impacts and Future Trends of Hailstorms in China Based on Millennial Records”为题，发表于《自然 - 通讯》(Nature Communications)。张庆红教授和博士后李如梦为本研究的共同第一作者，张庆红和杜克大学李文弘教授为共同通讯作者。西北大学李潇斐副教授也参与了研究工作。合作者还包括博士后吴振鹏、博士生张诗怡以及赵传峰教授。



全球平均海平面上升驱动的东亚极端冷事件加剧



张仲石

全球平均海平面正以加速趋势持续上升。过去一个多世纪，全球平均海平面已上升约 20 厘米，并预计将在本世纪继续攀升。长期以来，人们普遍认为海平面上升主要影响沿海地区，如导致洪水风险上升以及海岸侵蚀加剧等。然而，海平面上升作为一种全球尺度的背景性变化，其气候影响可能并不限于海岸带。受限于海平面上升幅度相对有限、气候信号信噪比较低，这一影响在观测资料中难以直接分离和识别。

为突破这一难题，张仲石课题组基于地球系统模式 NorESM1-F，设计了海平面全球一致升高的敏感性试验，系统评估不同幅度海平面上升对东亚冬季极端冷事件的影响。结果表明，即使是几十厘米量级的海平面上升，也足以重塑大气环流格局，进而显著增加东亚极端冷事件的强度和频率（图 1）。

进一步的天气尺度诊断表明，海平面上升引起的欧亚中高纬阻塞事件增多，是解释东亚极端冷事件加剧的关键因素。海平面上升伴随欧亚中高纬背景西风 and 经向位涡梯度减弱，从而增加阻塞发生概率并延长其持续时间，最终导致东亚极端冷事件增加。

上述区域天气尺度变化与半球尺度的背景环流调整有关。海平面上升通过加强北太平洋的海洋向极热输送导致的北太平洋显著增暖。暖海温异常可通过热力与涡旋强迫激发向东传播的罗斯贝波，削弱了中高纬西风及位涡经向梯度。与此同时，环流调整增强了向极大气能量输送。东西伯利亚反气旋异常将更多能量输送至北极地区，导致北极对流层增暖而东亚对流层相对冷却，进一步削弱南北温度梯度并强化西风减弱与阻塞增强。北太平洋增暖还通过抑制行星尺度 1 波的上传传播，促使极涡向北美侧偏移、远离欧亚大陆，从而进一步有利于阻塞发生。

该研究首次明确了海平面上升对内陆极端天气的深远影响，突破了将海平面上升仅视为沿海风险的传统认识。在未来增暖背景下，东亚极端冷事件的发生频率整体上可能减少，但海平面上升仍是加剧极端冷事件风险的重要反馈机制。随着本世纪内海平面的持续上升，其气候效应预计将愈发显著，亟需全球范围的关注与应对。相关成果以“Intensification of extreme cold events in East Asia in response to global mean sea-level rise”为题发表于《自然·通讯》(Nature Communications)。

Intensification of extreme cold events in East Asia in response to global mean sea-level rise

Today, the global mean sea level (GMSL) stands similar to 20 cm higher than at the beginning of the last century, and the rate of sea-level rise has been accelerating in recent decades. Even a slight, globally uniform sea-level rise can notably impact atmospheric and oceanic circulations at climatic and potentially synoptic scales. However, the extent to which sea-level rise will influence extreme weather remains largely unknown. Here, we focus on East Asia and conduct climate model experiments to investigate the effects of GMSL rise on winter cold extremes. Our experiments



demonstrate that GMSL rise promotes stronger and more frequent extreme cold events, and this influence is expected to strengthen significantly in the coming century. This effect is attributed to weakened mid-high latitude westerly winds and increased occurrence of blocking events over Eurasia. Our study presents evidence that GMSL rise can modify synoptic systems and intensify extreme events, suggesting that both coastal and inland countries are exposed to threats arising from GMSL rise.

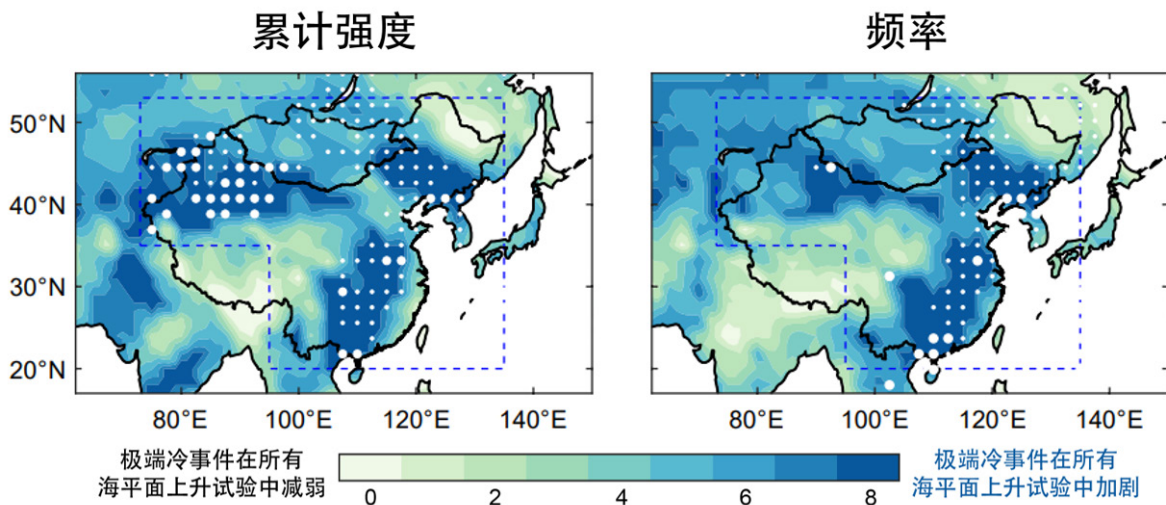


图 1. 海平面上升情景下冬季极端冷事件的响应。颜色表示 8 组敏感性实验（海平面上升 0.15-20 m）中，相对于无海平面上升实验，极端冷事件强度或频率增加的实验组数。深蓝色区域表示所有实验均显示极端冷事件加剧。大点和小点分别表示海平面上升 0.15/0.30 m 和 0.625 m 实验中显著变化的区域。

Reference:

Caoyi Dong, Zhongshi Zhang*, Noel Keenlyside, Stefan Pieter Sobolowski, Odd Helge Otterå, Antonio Bonaduce, Jiping Xie, Roshin P. Raj, Yong Liu, Bo Liu & Mingna Wu. Intensification of extreme cold events in East Asia in response to global mean sea-level rise. *Nature Communications*, 2025, 16(1): 1-8. DOI: 10.1038/s41467-025-63727-1.

植被变化如何影响大洋经向翻转流



胡永云

海洋经向翻转环流（MOC）在地球气候系统中发挥着关键作用，它通过将热量从低纬度输送至高纬度区域，调控全球气候。近年来，随着全球气候变暖，全球植被也发生了显著变化，这一变化如何影响海洋环流，特别是大西洋和太平洋经向翻转环流（AMOC 和 PMOC）尚不清楚。胡永云教授团队开展了一项系统研究，探讨了不同大陆植被移除对 MOC 的影响。

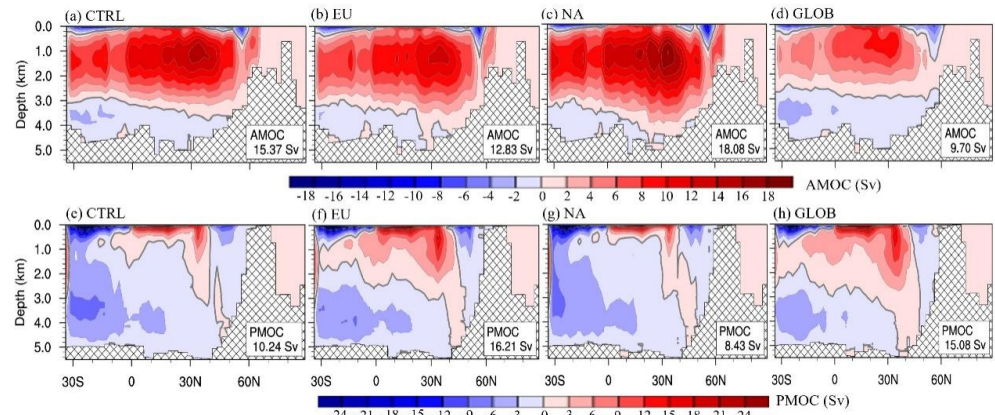


图 1 (a,e)CTRL、(b,f)EU、(c,g) NA 和 (d,h) GLOB 试验中的平衡态 AMOC (第一行) 和 PMOC (第二行)。右下角为强度，定义为北半球 500m 以下斜压流函数的最大值。

使用 CESM1.2.2 全耦合气候模式，该团队系统模拟了欧亚、北美、南美、非洲、东南亚、澳大利亚和全球七个区域的植被移除对 AMOC 和 PMOC 的影响。结果表明不同大陆植被移除对 AMOC 和 PMOC 的影响有显著差异，具体表现为：1) 欧亚大陆植被移除导致 AMOC 减弱 16.5%，但 PMOC 显著增强 58.3%，而北美大陆植被移除使得 AMOC 增强 17.6%、PMOC 减弱 17.7%；2) 南美、非洲、东南亚和澳大利亚等低纬度地区植被的移除对 AMOC 和 PMOC 几乎没有影响；3) 全球植被移除导致 AMOC 显著减弱 36.9%，而 PMOC 增强 47.3%，这一结果不同于各大陆植被效应的线性叠加。

研究也揭示了 AMOC 和 PMOC 对植被变化的瞬时响应在多年代际和百年或千年尺度上可能呈现出截然相反的变化趋势。特别是全球植被移除约 2700 年后，AMOC 响应到达临界点，呈现约 10Sv 的急剧减弱。该研究还指出，AMOC 的变化主要是由盐度异常驱动的，植被移除通过影响净降水（降水 - 蒸发）和海冰融化，改变深水形成区的盐度和密度，从而调节 AMOC 的强度；而 PMOC 则主要受表层温度变化的影响。

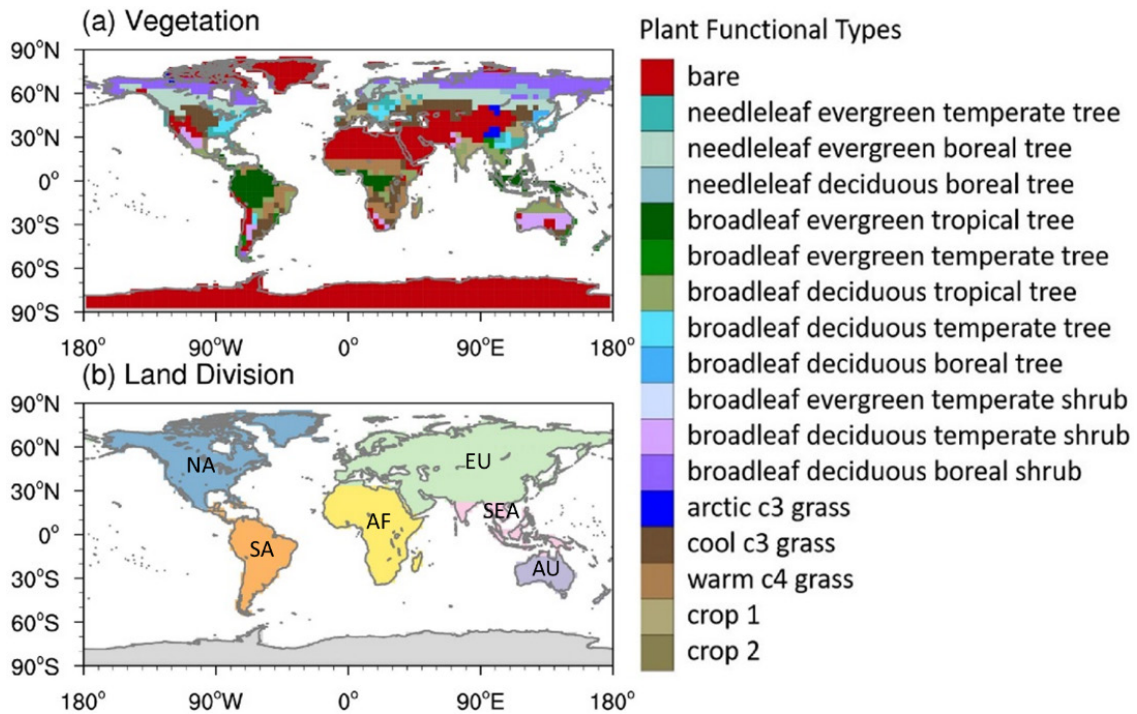
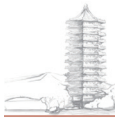
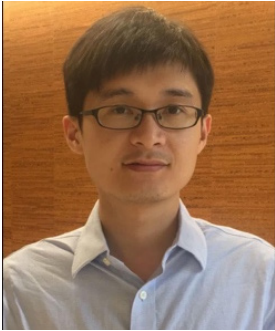


图 2 试验设计。(a) 基于 MODIS 卫星数据给定的 CESM 陆表数据中全球裸土和 16 种植物功能类型 (PFT) 的分布情况 (Lawrence & Chase, 2007; 网格内仅显示覆盖率最大的 PFT)。(b) 除南极洲外全球陆地的划分。

该研究强调了不同大陆植被变化对 AMOC 和 PMOC 影响不同, 提示在对未来气候变化情景进行评估和开展古气候对比研究时, 需区分不同区域植被演化对海洋环流的影响。另外, 该研究还表明, 如果积分时间仅数百年, 可能达不到临界点和忽略掉关键的缓慢反馈, 影响对经向翻转流长期演变趋势的判断。研究结果为理解显生宙不同时段 (尤其是地形、板块与植被分布突变时期) 的海洋环流格局提供了新线索, 也为评估未来大尺度生态 / 土地利用变化的潜在海洋响应提供了理论依据。

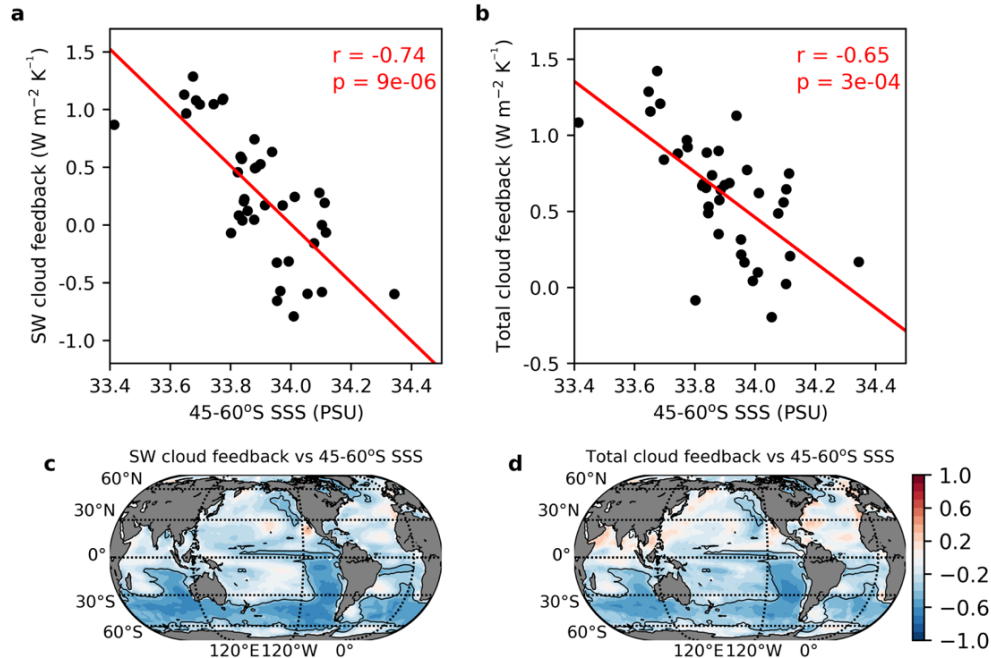
该研究成果以 Response of Oceanic Meridional Overturning Circulation to Vegetation Removal on Different Continents 为题发表在美国地球物理学会 (AGU) 期刊 *Journal of Geophysical Research: Oceans*。论文第一作者为北京大学博士后郭佳琦, 通讯作者为北京大学胡永云教授, 合作者包括北京大学刘永岗教授、袁帅博士、刘悦博士研究生和杜克大学李想博士后。

南大洋海洋盐度影响模式间云反馈差异性

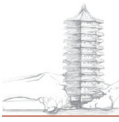


刘茂峰

气候变化预测的不确定性是气候学研究中的关键科学问题之一。已有大量研究证实，人类活动导致的温室气体排放增加是全球变暖的主要驱动因素，但关于变暖速率以及平衡状态下的增温幅度仍存在显著不确定性。其中，低云反馈是导致不同气候模式模拟气候敏感度差异的核心因素之一。通过对 40 个 CMIP 气候模式的分析，我们发现南大洋海洋盐度与低云反馈之间存在较强的统计相关性，表明海洋盐度可能是影响模式间云反馈差异的重要因素。进一步研究表明，与海温相比，气候态南大洋海洋盐度对模式间表层海洋层结差异的影响更为显著。南大洋盐度较高的模式的海洋层结作用较弱，在全球变暖背景下，有利于南极中层水和亚南极模态水向更深层潜沉。温暖表层海水的下沉导致海面升温速率减缓，其影响不仅限于南大洋区域，还可通过遥相关过程波及副热带海域（如东南太平洋），进而影响不同模式间海表温度空间分布及变化幅度的差异性。海表温度空间格局的变化进一步调制低云反馈的空间分布。对于南大洋盐度较高的模式，由于表层升温减弱，南大洋及东南太平洋区域的低云反馈随之降低，导致气候敏感度下降。基于南大洋海洋盐度与云反馈之间的相关性，我们进一步建立了涌现约束方法，以减小气候模式在云反馈和气候敏感性预测中的不确定性。



基于 40 个 CMIP6 耦合气候模型的基准气候南大洋表面盐度 (SSS, 位于 45° S-60° S 区域均值) 与长期全球平均短波云反馈之间的 Pearson 相关性。c, 南大洋盐度和区域短波云反馈的相关性的空间分布。b,d 和 a,c 相同, 区别在于是南大洋盐度和总云反馈 (total cloud feedback) 的相关性。

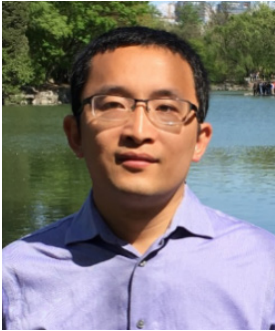


Southern Ocean salinity impacts the intermodel spread in cloud feedback

Uncertainty in climate change projections, including the rate of warming and the equilibrium climate sensitivity (ECS) remains one of the central scientific challenges in climate research. Numerous studies have demonstrated that the increase in greenhouse gas emissions caused by human activities is the primary driver of global warming. However, substantial uncertainties remain regarding the rate of warming and the magnitude of equilibrium warming. Among various contributing factors, low-cloud feedback has been identified as a key source of intermodel spread in climate sensitivity. Based on an analysis of 40 climate models from the Coupled Model Intercomparison Project (CMIP), we find a strong statistical relationship between Southern Ocean salinity and low-cloud feedback, suggesting that ocean salinity may be an important factor influencing intermodel differences in cloud feedback. Compared with sea surface temperature, the climatological Southern Ocean salinity exerts a stronger influence on intermodel differences in upper-ocean stratification. In models with higher Southern Ocean salinity, ocean stratification tends to be weaker, which facilitates the deeper subduction of Antarctic Intermediate Water and Subantarctic Mode Water under global warming. The downward transport of warm surface waters slows the rate of sea surface warming. This influence is not confined to the Southern Ocean but can also propagate to subtropical regions (e.g., the southeastern Pacific) through teleconnection processes, thereby affecting the spatial pattern and magnitude of sea surface temperature changes across different models. Changes in the spatial pattern of sea surface temperature further modulate the distribution of low-cloud feedback. In models with higher Southern Ocean salinity, reduced surface warming leads to weaker low-cloud feedback over the Southern Ocean and the southeastern Pacific, resulting in a lower climate sensitivity. We further develop an emergent constraint approach to reduce uncertainties in projections of cloud feedback and climate sensitivity in climate models.



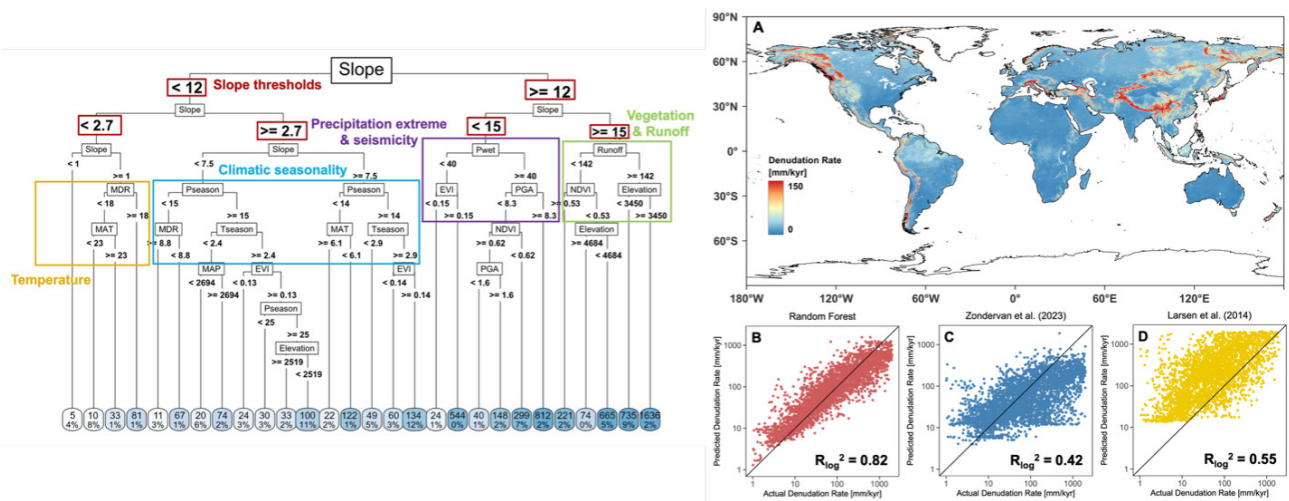
机器学习揭示全球剥蚀速率控制因素的阈值效应



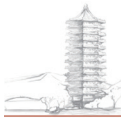
刘永岗

地表剥蚀 (Denudation) 是塑造地球表面地貌的关键过程, 它不仅决定了沉积物从陆地向海洋的输送, 还通过调节岩石风化过程中的二氧化碳 (CO₂) 收支, 对全球碳循环和长尺度气候演变起着至关重要的作用。长期以来, 学界普遍认为地形坡度是控制剥蚀速率的首要因素。然而, 观测数据显示, 仅靠坡度这一单一变量只能解释全球剥蚀速率约一半的变异性, 且在缓坡和陡坡区域存在显著的模型偏差。

针对上述问题, 刘永岗课题组汇编了全球约 4000 个河流流域的 ¹⁰Be 剥蚀速率数据, 构建了一个包含坡度、气温、降水、岩性、地震活动、植被指数等 14 个环境预测因子的综合数据集。模型采用了能够捕捉非线性关系和特征交互作用的机器学习方法——决策树和随机森林模型进行分析。研究表明, 全球剥蚀速率的控制机制表现出显著的阈值行为。模型识别出了几个关键的坡度阈值: 3°、12°和 15°。这些阈值将全球地表划分为不同的剥蚀机制主导区间。在平坦地区 (坡度 < 3°), 剥蚀速率普遍较低 (< 10 mm/kyr), 温度是最重要的控制因素。高温环境有利于化学风化, 从而促进地表物质的剥蚀和运移。在中等坡度地区 (坡度为 3° - 12°), 随着坡度增加, 河流下切能力增强, 此时降水和温度的季节性成为主导因素, 水动力过程对剥蚀的贡献显著上升。在陡峭山区 (坡度 > 12°), 剥蚀机制发生转变, 从“搬运限制” (transport-limited) 过渡到“剥离限制” (detachment-limited) 状态, 强烈的构造活动 (如地震) 或极端降水事件容易触发滑坡, 成为剥蚀速率加快的主要驱动力, 此时植被和径流的效应得到凸显。新模型解释了超过 80% 的观测数据变异性, 显著优于传统的坡度指数模型和最近的蒙特卡罗抽样模型, 有效地纠正了以往模型的系统性偏差。



左图: 基于全球数据集训练的决策树。分支线显示分叉阈值, 终端节点显示所有样本的预测剥蚀速率及比例。右图: (A) 随机森林模型预测的全球侵蚀速率地图 (1-km 分辨率)。(B)-(D) 不同方法预测的河流流域侵蚀速率散点图 (n=3967) 与 OCTOPUS 观测数据对比。



Thresholds in the controls of denudation rates: A global analysis of tectonic, climatic and biological factors based on machine learning

Denudation is one of the most important processes on Earth's surface determining the landscape evolution, weathering release and consumption of CO₂, soil/sediment production. While many studies attribute topography as the primary control on denudation rates, slope-based models explain only half of the observed variance with systematic biases on both the high and low ends. This model-data discrepancy may arise from secondary unidentified environmental factors and/or the insensitivity of denudation to slope beyond certain thresholds. Here we train a machine learning model utilizing denudation rates measured for ~4000 river basins worldwide to predict global denudation rates based on 14 environmental predictors. Our results indicate that denudation has prominent threshold behavior, and we identify key slope thresholds at 3 °, 12 ° and 15 ° (calculated with 1 km resolution DEM, equivalent to 8 °, 21 °, and 25 ° with 90 m DEM). For slopes below 3 °, denudation is most affected by temperature which potentially enhances denudation by creating conditions conducive to faster chemical weathering. As slope increases, precipitation seasonality, precipitation of the wettest month, and runoff become important by activating river incision. Over the steepest mountains, denudation transitions from transport-limited to detachment-limited regimes, where intense tectonic activity or discharge triggers landslide adjustments that maximize denudation rates. Globally, the relationship between median denudation rates and slope is better described by a logistic rather than exponential function. We use the model to predict global denudation rates at 1-km resolution, and explain > 80 % of the observed variance with systematic biases substantially reduced. Our results provide quantitative constraints for understanding Earth surface dynamics over the last millennia and throughout geologic history.

Reference:

Zhao, J., Liu, Y.*, Li, G., Zuo, H., 2026. Thresholds in the controls of denudation rates: A global analysis of tectonic, climatic and biological factors based on machine learning. *Earth and Planetary Science Letters* 674, 119750. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2025.119750>

红矮星周围“金星区”内岩石行星地表水的保存研究——基于双柱模型和热机理论对水汽凝结的模拟分析



丁峰

凌星法是发现太阳系外行星的有效手段，其本质上更倾向于发现轨道周期较短的行星，这导致当前我们在金星带发现的岩石行星数量多于宜居带内的。金星带的概念最早由 S. R. Kane 等人提出，将其定义为环绕主星的一个区域，其内边界由“宇宙海岸线”界定，外边界则由失控温室效应边界界定。位于金星带的岩石行星理论上能够保有抵御大气逃逸过程的大气层，但无法像岩石行星那样维持全球性的地表海洋。

当大气足够稀薄时，大气热传输效率较低，红矮星周围“金星区”内潮汐锁相的岩石行星可能在永久夜半球保留地表冰盖，被认为直接影响这类行星的潜在区域宜居性。然而，失控温室效应下从水蒸汽大气中凝结的水量可能非常有限，且触发凝结过程的物理机制尚不明确。我们这里构建了双柱湿辐射对流下沉模型，使用热机理论来量化昼半球与夜半球之间的热量输送，探究潮汐锁定行星如何在水逃逸过程中脱离失控温室状态，触发水汽在地表大量凝结的物理机制。我们的研究发现，在相同入射恒星辐射通量下，水汽凝结过程中存在两种截然不同的平衡态：凝结启动阶段对应呈现正普朗克反馈的不稳定暖态，而终止阶段对应呈现负普朗克反馈的稳定冷态。这样启动阶段与终止阶段的水汽含量差别就是地表凝结水体的质量。进一步研究表明，大气坍缩状态下的地表水质量随入射恒星辐射通量、背景地表气压及不可凝温室气体光学厚度的增加而显著减少。在我们选取的参数空间内，全球等效水深不超过约 20 厘米。本研究的双柱模型为理解红矮星周围“金星区”行星的水演化提供了直观分析框架，模拟结果显示这些行星表面并不利于形成宜居环境。

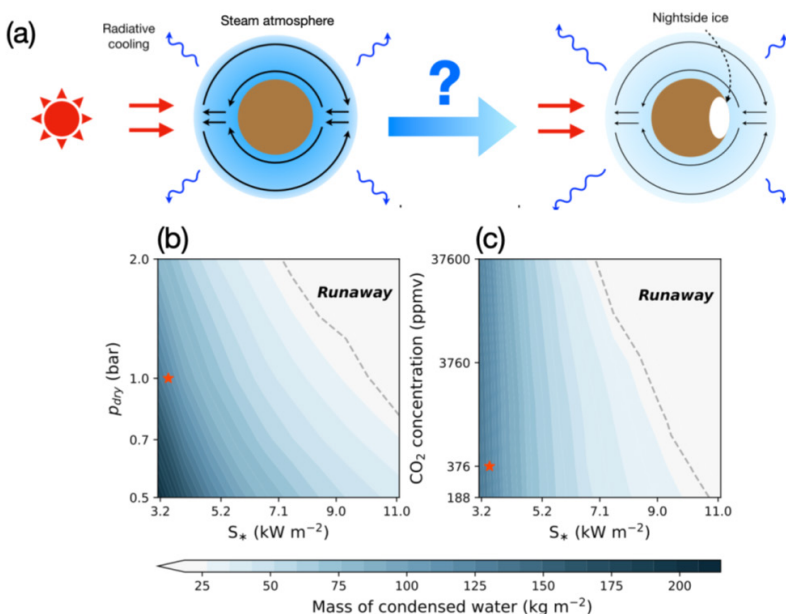
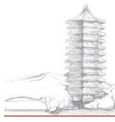


图 a：“金星区”内潮汐锁相的岩石行星气候演化过程的示意图，聚焦的问题是在行星的水蒸气大气因氢逃逸而不断损耗的过程中，水汽是否可以在行星背面大量凝结。图 b：地表凝结水的全球平均质量随入射恒星辐射和背景氮气气压的变化。图 c：地表凝结水的全球平均质量随入射恒星辐射和二氧化碳含量的变化。



Retention of Surface Water on Tidally Locked Rocky Planets in the Venus Zone around M Dwarfs

Terrestrial planets within the Venus zone surrounding M-dwarf stars can retain surface ice caps on the perpetual dark side if atmospheric heat transport is inefficient, as suggested by previous global climate simulations. This condition is proposed to play a role in the potential regional habitability of these planets. However, the amount of surface ice may be limited by considering the water condensed from the steam atmosphere in a runaway greenhouse state, and the physical mechanism for triggering the condensation process is not clear. Here, we use a two-column moist radiative–convective–subsiding model to investigate the water condensation process on tidally locked planets from the runaway greenhouse state. We find that the water condensation process is characterized by two distinct equilibrium states under the same incoming stellar flux. The initiation of condensation corresponds to a warm, unstable state exhibiting positive Planck feedback, whereas the termination phase corresponds to a cold, stable state exhibiting negative Planck feedback. We further show that the surface water mass in the collapsed state decreases with the incoming stellar flux, background surface pressure, and optical thickness of noncondensable greenhouse gases, with a global equivalent depth of less than ~20 cm. Our two-column approach provides a straightforward way to understand the water evolution on Venus zone planets around M dwarfs.

Reference:

Ouyang, Y., Ding, F., and Yang, J., 2025. Retention of Surface Water on Tidally Locked Rocky Planets in the Venus Zone around M Dwarfs. *The Astrophysical Journal Letters*, vol. 985, no. 2, Art. no. L43, IOP. doi:10.3847/2041-8213/adda4b.

Bistability, Oscillations, and Multistability on Hycean Planets



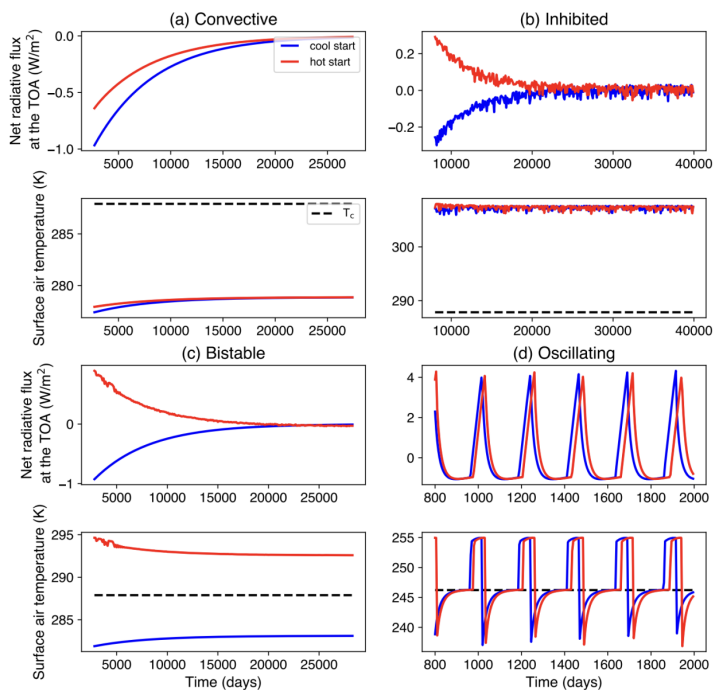
Daniel Koll

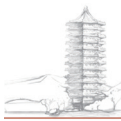
Hycean planets are hypothetical exoplanets characterized by H₂O oceans and H₂-rich atmospheres. These planets are high-priority targets for biosignature searches, as they combine abundant surface liquid water with easy-to-characterize H₂-rich atmospheres. Perhaps their most unusual climate feature is convective inhibition, which can dramatically alter a planet's temperature structure. However, so far, hycean planets have mostly been investigated using 1D models that do not account for convective inhibition, and its effects are still poorly understood. This work develops pen-and-paper theory to analyze the effects of moist convective inhibition

on hycean planets. The theory is tested and verified against a 1D radiative-convective model. We show that hycean planets near the onset of convective inhibition can exhibit either bistability or oscillations, due to the inhibition layer's trapping of heat and moisture. Meanwhile, hot hycean planets exhibit multistability, in which the inhibition layer and surface climate show multiple stable equilibria due to the lack of constraints on the water cycle inside the inhibition layer. The water cycle inside the inhibition layer is influenced by numerous processes that are challenging to resolve in 1D, including turbulent diffusion, convective overshoot, and large-scale circulations. Our results demonstrate that hycean planets have unexpectedly rich climate dynamics. Meanwhile, previous claims about hycean planets should be treated with caution until confirmed with more self-consistent 1D and 3D models; this includes the claim that K2-18b might be habitable, as well as the proposal to infer H₂O oceans on sub-Neptunes from JWST measurements of chemical species in their upper atmospheres.

Reference:

Gao, Yichen, Daniel D. B. Koll, and Feng Ding. "Bistability, Oscillations, and Multistability on Hycean Planets." *The Astrophysical Journal* 997, 43 (January 2026). Doi: 10.3847/1538-4357/ae18d7





热带地区经向温度梯度具有广泛气候态下的准不变性



杨军

在全球气候变化研究中，“极地放大效应”广为人知，高纬度地区对温度变化敏感，增暖或变冷幅度大于低纬度，而热带地区温度变化格局未被系统认识。杨军团队研究指出，显生宙无论冰期还是极端温暖期，热带地区（南北纬 30°之间）南北地表温度梯度变化甚微，此“准不变性”或成为理解地球气候演变和预测未来变暖空间型态的基础物理规律。

一、极地的高度敏感与热带的显著稳定

气候系统中的经向温度梯度，尤其是自赤道向极地的温差，深刻调控着哈德利环流、副热带急流、风暴路径等。研究一致表明，极地地区对全球变暖或变冷响应强烈，其背后涉及海冰 - 反照率反馈等多重过程的耦合。

与之对比，热带地区的纬向平均表面南北温度梯度（TMSTG）在不同气候背景下表现出惊人的稳定性。杨军团队研究显生宙气候发现，无论是在全球平均温度低于现代约 7°C 的冰河期，还是在高于现代近 30°C 的极端温暖期，热带南北温差的变化幅度非常有限（图 1）。

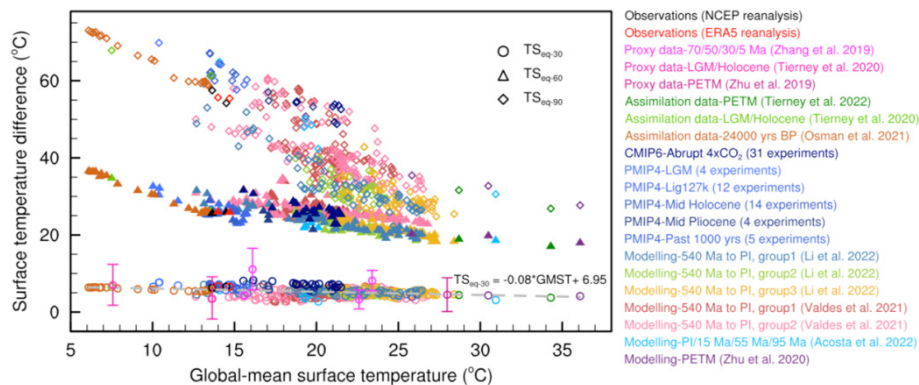


图 1. 观测、再分析和模式模拟的不同气候态下纬向平均地表温度差。图中横轴为全球平均地表温度，纵轴为温差：圆圈为赤道与南北纬 30 度之间的温差，三角形为赤道与南北纬 60 度之间的温差，菱形为赤道与南北纬 90 度之间的温差。

二、一个被长期忽视的物理规律

为检验现象普遍性，研究团队整合多源数据与模拟结果（图 2）。综合分析表明：尽管全球平均温度在 6.2°C 至 36.1°C 之间大幅变动，全球季风格局、哈德利环流强度、海洋经向热输送、冰盖范围等发生了显著变化，但赤道与南北纬 30°之间的温度差变化幅度很小。其相对于全球平均温度的线性回归斜率仅为 -0.08，意味着全球平均温度每变化 50°C，热带南北温差仅改变约 4°C（图 1）。相比之下，中高纬度温度梯度的变化幅度可达其数倍至数十倍。杨军指出，以往研究未将热带温差小幅变化视为物理规律，而此次研究表明准不变性在极宽气候范围内成立，背后有更基本物理机制主导。

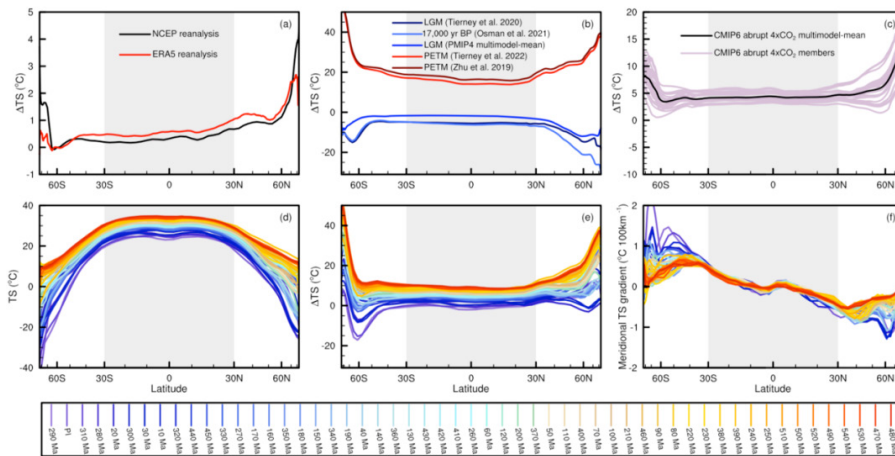


图 2. 纬向平均地表温度及其变化。(a) 再分析数据, 2013-2022 年与 1979-188 年之间的差别; (b) LGM、17000 年前和 PETM 同化数据的地表温度相对于 PI 的变化; (c) CMIP6 中 4 倍 CO_2 变化造成的温度变化; (d) 5.4 亿年来数值试验得到的地表温度; (e) 地表温度相对于 PI 的变化; (f) 不同时期的地表温度梯度。(e-f) 中红色线条代表热的气候, 蓝色是冷的气候。图中阴影区域是本文的研究重点。

三、内在机理：辐射分布、弱温度梯度与湿绝热约束

热带温度梯度稳定有三大核心机制：一是平缓的太阳辐射经向分布，地球自转轴倾角变化小，低纬度入射太阳辐射随纬度变化和缓，加之云层反射与大气水汽吸收的短波调节，净短波辐射在热带区域分布均匀；二是弱温度梯度（WTG）的动力调节，热带地区科里奥利力弱，自由大气难维持显著水平温度梯度，重力波与哈德利环流可调整热力扰动，促进温度分布均匀化；三是对流湿绝热（CMA）的垂直控制，热带自由大气温度垂直结构受深对流过程支配，接近湿绝热递减率。三类过程相互耦合，经“地转适应”调整，确保热带地区温度廓线不偏离湿绝热状态。这三类过程共同使外部强迫引起的温度变化信号在热带自由大气与地表均匀传递响应，维持经向温差稳定。

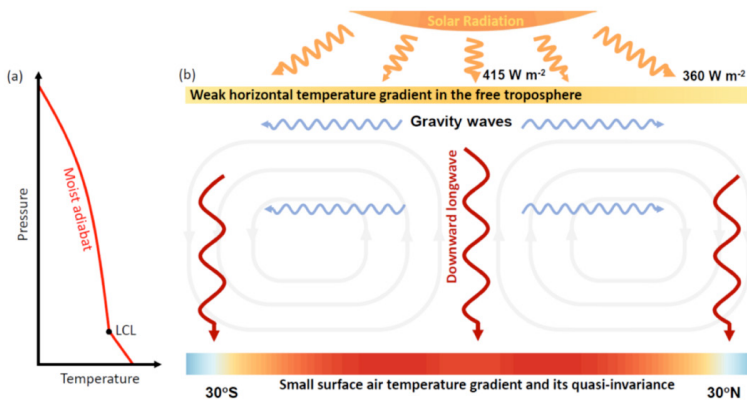


图 3 展示三个内在机制：(1) 热带区域入射太阳辐射均匀，经云反射和水汽短波吸收，梯度变小；(2) 热带自由大气有弱温度梯度近似（WTG）；(3) 通过对流湿绝热过程（CMA），自由大气与地表温度有效耦合。

此项发现有理论价值与应用前景：一是为古气候重建提供新参照，利用该规律，知热带某一纬度平均温度就能估算整体温度状态；二是作为未来气候预测稳定锚点，未来高排放情景下热带南北温差预计变动不大，为评估气候模式和理解变暖空间分异提供新依据；三是为简化气候模型提供物理约束，在能量平衡模型中，热带温度梯度准不变性可为参数化方案提供物理合理约束，提升模拟能力。

该研究以“Quasi-invariance of tropical meridional surface temperature gradient in a wide range of climates”为题，发表于《自然·通讯》(Nature Communications)。论文第一作者为北京大学博士生魏梦宇同学，通讯作者为杨军副教授，合作者为胡永云教授、聂绩副教授和以色列威兹曼研究所 Yohai Kaspi 教授。

Impact of temperature on the chemical lifetime of atmospheric organic aerosol particles



Mikinori Kuwata

Atmospheric temperature varies both spatially and temporally. For instance, the ground surface temperature in northern China occasionally drops below $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ during winter, while it exceeds $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ in summer. In principle, temperature should influence the chemical reactivity of aerosol particles, as the diffusion of reactants slows at low temperatures due to increased viscosity.

Oleic acid is a marker compound for cooking-related organic aerosols in urban areas. Although laboratory studies have suggested that the chemical lifetime of oleic acid with respect to ozone exposure is on the order of minutes at room temperature, the compound has consistently been observed in field studies using offline filter samples for more than three decades. This discrepancy has been a major challenge in understanding the atmospheric chemistry of organic aerosols, as the detection of oleic acid in filter samples indicates that its actual chemical lifetime is likely several orders of magnitude longer than suggested by laboratory studies.

We investigated this issue by combining both laboratory and field studies. For the laboratory experiments, a temperature-controlled aerosol flow tube was developed. The flow tube is equipped with a movable injector, allowing kinetic experiments to be conducted. The experimental temperature range was -20 to $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Both pure oleic acid particles and surrogates of cooking organic aerosols (canola oil, lard, and hotpot soup base) were employed in the experiments. Regarding the field data, observations from Beijing between 5 December 2021 and 4 January 2022 were used. These data were obtained using semi-volatile thermal desorption aerosol gas chromatography (SV-TAG), which enables high-time-resolution, real-time analysis of the chemical composition of organic aerosols.

The laboratory data demonstrated that the chemical lifetime of oleic acid particles decreases by 1–2 orders of magnitude at wintertime temperatures in Beijing (-10 to $0\text{ }^{\circ}\text{C}$), likely due to increased viscosity. The field observations in Beijing quantitatively agreed with these laboratory results. This finding provides the first quantitative evidence that the decades-long mystery of the prolonged chemical lifetime of oleic acid is likely driven by temperature effects.

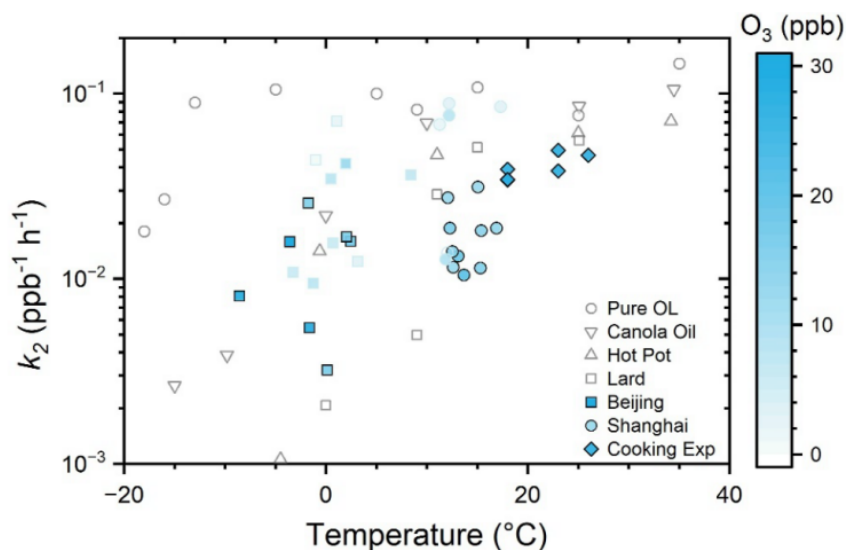
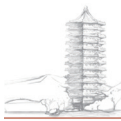


Figure 1. Relationships between k_2 (chemical reactivity of oleic acid) and temperature. The data for both the laboratory-generated particles (open symbols: pure oleic acid (OL); cooking organic aerosol from canola oil, hot pot, and lard) and ambient particles (closed symbols) are shown. Indoor cooking experiment data (closed symbols with the legend of “Cooking Exp”) are also shown. Literature data for Shanghai (SH) are shown (Wang & Yu, 2021), in addition to that for Beijing (BJ). Markers surrounded by dark color edges indicate the high O₃ periods.

Reference:

Liu, W., He, L., Li, Y., Li, P., Chen, S., Chen, J., et al. (2025). Prolonged Atmospheric Chemical Lifetime of Unsaturated Fatty Acids From Cooking Sources Observed in Beijing During Wintertime. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 130(19), e2025JD044172.





中东沙尘被证实是印度洋偶极子的重要外部驱动因素



李婧

李婧课题组首次系统揭示了中东地区沙尘排放对印度洋偶极子 (IOD) 变率的显著影响, 明确指出沙尘是 IOD 年际变化的关键外部驱动因子之一, 其贡献在秋季甚至超过厄尔尼诺 - 南方涛动 (ENSO)。

印度洋偶极子是热带印度洋海表温度东西反向振荡的主要模态, 对印度洋 - 太平洋区域极端气候事件 (如干旱、洪涝、森林大火等) 具有重要调控作用。长期以来, 科学界对其驱动机制的理解尚不全面, 尤其针对气溶胶等外部强迫在其演变过程中的具体作用尚未完全阐明。

李婧课题组综合运用卫星观测、再分析资料与气候模式模拟, 发现即使剔除 ENSO 信号的影响, 沙尘活动的减弱仍与 IOD 的正位相表现出显著相关性 (图 1)。量化分析表明, 中东地区的沙尘活动可解释 IOD 约 36% 的年际变率方差; 尤其在秋季, 其影响力已超过 ENSO, 成为该季节 IOD 最主要的驱动因子。

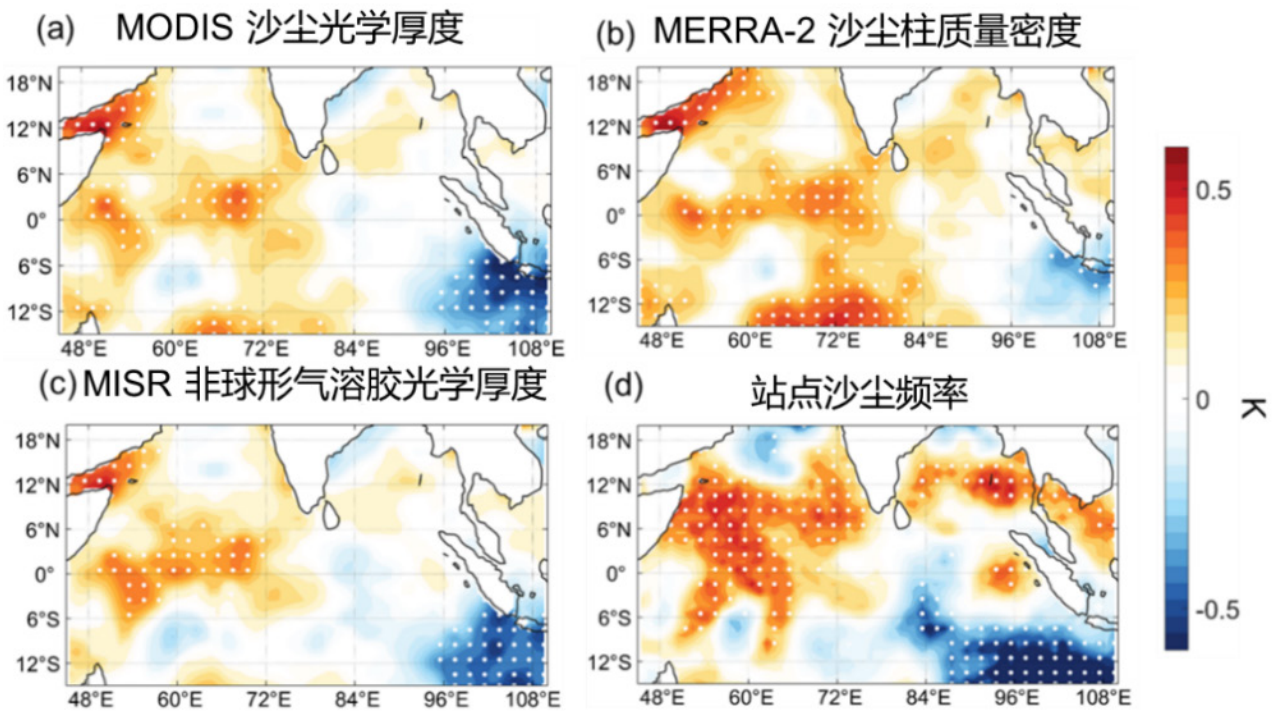


图 1 去除厄尔尼诺 - 南方涛动 (ENSO) 的影响后, 通过对中东地区平均的去趋势化夏季沙尘活动指标与去趋势化秋季海表温度 (SST) 进行回归分析, 得到相应的回归系数。需特别说明, 图中所有相关系数均已取其负值, 以表示与沙尘减少的对应关系。

为验证上述观测关联, 研究团队进一步利用气候模式开展沙尘排放的敏感性数值试验。模拟结果一致表明, 中东沙尘减弱会引发印度洋西部海表温度上升, 并通过 Bjerknes 正反馈等海 - 气相互作用机制, 最终促进 IOD 正位相事件的发展; 反之, 沙尘增强则会促进 IOD 负位相事件的发展。该研究清晰揭示了“沙尘 - 海温 - 风场 - 气候反馈”的跨区域遥相关物理链条 (图 2)。

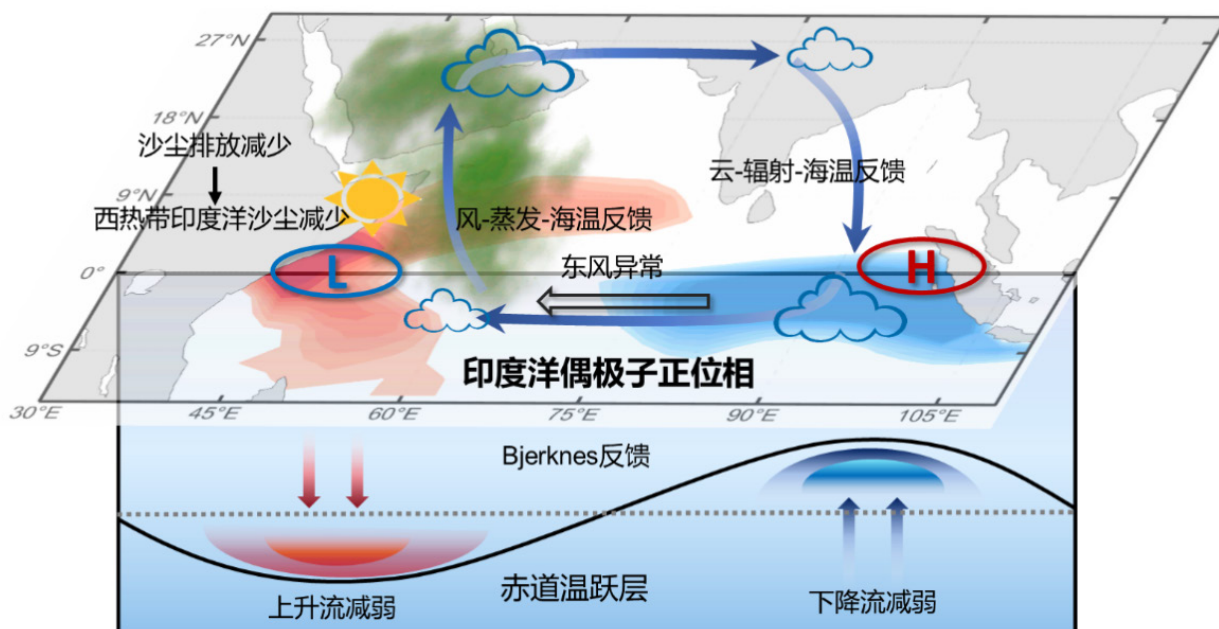


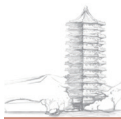
图2 夏季中东沙尘与印度洋偶极子之间遥相关作用的物理机制示意图。

本研究指出，沙尘气溶胶不仅通过辐射强迫与云微物理过程影响气候，还可通过调节海-气相互作用，对数千公里外的气候变率产生重要的遥相关影响。这一发现强调，在当前的气候季节预测与未来长期气候预估中，必须更加重视气溶胶强迫的作用，特别是沙尘等自然气溶胶的跨区域气候效应。

该成果深化了对IOD动力机制的理解，也为改进热带印度洋气候异常的预测能力提供了新的理论视角。下一步，研究团队将继续开展气溶胶与多圈层相互作用的研究，推动气溶胶-气候耦合机制在地球系统模式中得更准确的刻画与表征。

该研究以“Middle East Dust as an Important External Driver of the Indian Ocean Dipole”为题发表于《自然·通讯》(Nature Communications)。第一作者为2021级博士生刘冠宇，通讯作者为李婧教授。合作者包括博士后董悦明。





全球化大气污染研究进展



林金泰



林金泰带领的 ACM 研究组主要围绕大气污染和温室气体成分的精准定量和溯源问题，从宏观和微观角度，构建全球化大气污染多学科研究思路和框架，从事卫星遥感与大气化学模式、人工智能和气候变化方面的研究。本年度团队成员以第一作者和 / 或通信作者（含共同）发表论文 6 篇，另有合作论文 8 篇。主要成果如下：



1. 对流层二氧化氮与甲醛柱浓度卫星遥感协同反演算法与数据产品发展。POMINO 是研究团队自主研发的对流层 NO₂ 反演算法。长期以来，团队基于该算法，针对 OMI、TROPOMI、GEMS 等极轨 / 静止卫星探测器，在亚洲地区构建了及时准确的高分辨率 NO₂ VCD 数据产品，并深入探讨了其时空变化的成因和影响。本年度，我们将 POMINO 算法拓展到了基于 TROPOMI 的对流层甲醛（HCHO）成分，实现了对流层 HCHO 和 NO₂ 柱浓度的协同反演，并进一步构建了覆盖全球的数据产品。相比 TROPOMI 探测器的官方业务产品，POMINO 算法系统性提高了 HCHO 和 NO₂ 的反演一致性，并增强了二者反演结果及其比值（FNR）与地基观测数据的匹配度，为相关研究人员协同使用 HCHO 和 NO₂ 反演产品开展科学研究提供了更加可靠、一致的数据支撑（图 1）。(Zhang, Lin*, Van Roozendaal* et al., *Atmospheric Measurement Techniques*, 2025)

2. 揭示我国城市氮氧化物排放的时空变化特征和环境影响。在发展需求和污染治理的双重驱动下，城市间的污染变化趋势存在巨大差异，而现有的排放清单难以追踪城市尺度的排放变化。我们应用自研的 PHLET 排放反演算法，量化了“十二五”以来我国各城市的 NO_x 排放变化。结果表明，2012 至 2020 年间我国 NO_x 排放总量下降显著，但城市间的变化差异明显，经济规模较大的城市表现出更大的降幅。排放降幅整体呈东高西低，省会高于非省会的空间格局，反映出环境负担逐步向非核心城市分散的潜在趋势。在 PHLET 排放数据基础上，团队进一步结合数值模拟和多源观测，揭示了青藏高原城市近地面臭氧污染的快速增长趋势及其成因。研究发现，2015 至 2019 年间，青藏高原城市臭氧浓度快速上升（1.71 ppb yr⁻¹），主要原因是外来输送和本地排放增强，而非气象条件变化（图 2）。这一结果凸显了高精度卫星遥感和排放反演数据在地基监测稀缺地区污染成因分析中的重要作用。(Kong, Lin* et al., *Environmental Research Letters*, 2025; Xu, Lin* et al., *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2025)

3. 系统梳理中国学者近二十年来在星基排放反演领域的科学贡献。十余年来，林金泰教授领导的研究团队，坚持自主研发基于卫星遥感的对流层二氧化氮（NO₂）垂直柱浓度（VCD）及近地面氮氧化物（NO_x）排放反演算法。团队围绕污染物浓度及其排放的高分辨率时空变化特征、形成机制和环境影响开展研究，并为推动数据开放共享、服务空气质量监测提供了关键方法和基础数据。在中国气象学会成立暨《气象学报》创刊 100 周年之际，林金泰教授应邀联合十余位星基排放反演领域的专家学者，共同梳理总结了近 20 年来中国学者在

该领域的重要研究进展与科学贡献。在系统回顾相关反演方法与反演物种发展历程的基础上，进一步指出了当前面临的主要挑战，并展望了未来的发展方向，旨在推动大气污染物和温室气体排放的准确定量，以服务科学认识发展和国家战略需求。(Jiang, Lin* et al., *Journal of Meteorological Research*, 2025)

4. 气候变化背景下的陆表反照率演化及老年人群气温相关健康风险评估。在全球气候变暖背景下，陆地表面能量收支变化及其对人类健康的影响已成为气候变化研究的重要内容。针对这些问题，林金泰教授与合作团队共同开展研究工作，利用多源卫星遥感系统分析了近二十年全球陆表反照率的变化特征，定量评估了地表类型、植被覆盖和冰雪覆盖等因素对反照率变化的贡献，揭示了陆表反照率的增加对气候变暖的削弱作用，为气候变化的科学应对提供了新视角。在气候变化带来的健康风险方面，研究团队结合长期数据调查与气象资料，系统评估了气温变化及极端高温事件对我国老年人群死亡风险的影响。研究发现，气温升高及其极端事件均显著增加老年人群的健康风险，表明老年群体在气候变化背景下面临更高的健康脆弱性。这些研究深化了对气候变化归因和影响的认识。(Hou et al., *Nature*, 2025; Yao et al., *Science Advances*, 2025 ; 均为共同通讯作者)

Research Progress on Globalizing Air Pollution

The Atmospheric Chemistry & Modeling (ACM) research team led by Jintai Lin focuses on the accurate quantification and source attribution of air pollutants and greenhouse gases. From both macroscopic and microscopic perspectives, the team develops interdisciplinary research approaches and frameworks for global air pollution studies, with research interests across satellite remote sensing, atmospheric chemical modeling, artificial intelligence, and climate change. In this year, a total of 6 papers with our team members as first and/or (co-)corresponding author, together with our 8 co-authored papers, have been published. Selected works include:

1. Extending the satellite-based POMINO-TROPOMI algorithm to enable joint retrievals of tropospheric NO_2 and HCHO VCDs. POMINO is a retrieval algorithm for tropospheric NO_2 independently developed by our research team. Over the past decade, it has been used to generate timely and accurate high-resolution NO_2 VCD datasets over Asia from polar-orbiting and geostationary instruments (OMI, TROPOMI and GEMS), and applied to explore the drivers and implications of their spatiotemporal variability. This year, we further extended POMINO to retrieve tropospheric formaldehyde (HCHO), and enabled the joint retrieval of tropospheric HCHO and NO_2 . Based on this capability, we developed a global dataset of tropospheric NO_2 and HCHO VCDs. Compared with the official operational products of the TROPOMI instrument, the new POMINO-TROPOMI dataset systematically improves the consistency between HCHO and NO_2 retrievals, and enhances the agreement of the retrieved HCHO and NO_2 VCDs and their ratio (FNR) with ground-based observations. These improvements provide more reliable and internally consistent data supporting researchers to jointly use HCHO and NO_2 retrieval products in scientific studies (Fig. 1). (Zhang, Lin*, Van Roozendael* et al., *Atmospheric Measurement Techniques*, 2025)

2. Spatiotemporal characteristics and environmental impacts of city-level NO_x emissions in China. Driven by both development demand and pollution control, emission trends vary



substantially across cities, while available emission inventories are unable to effectively track city-level emission changes. Using the PHLET emission inversion algorithm, which was developed in our previous studies from scratch, we comprehensively quantified NO_x emission changes across Chinese cities since the beginning of the 12th Five-Year Plan. Results show that total NO_x emissions in China declined markedly during 2012-2020, but with pronounced inter-city differences, with larger emission reductions observed in cities with larger economic volumes. The spatial pattern of emission reductions generally shows larger decreases in eastern regions than in western regions, and larger decreases in provincial capitals compared with non-capital cities, indicating a potential shift of environmental burdens toward non-core cities. By further integrating multi-source observations and model simulations, we revealed a rapid increase in near-surface ozone pollution in cities on the Tibetan Plateau, and investigated the causes. Ozone concentrations in these cities increased rapidly during 2015-2019 (1.71 ppb yr⁻¹), primarily driven by increasing external transport and local emissions rather than meteorological variability. These findings highlight the important role of high-resolution satellite-based emission inversion in diagnosing air pollution drivers in regions with sparse monitoring (Fig. 2). (Kong, Lin* et al., *Environmental Research Letters*, 2025; Xu, Lin* et al., *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2025)

3.A systematic review of the contributions of Chinese researchers to satellite-based emission inversion over the past two decades. For more than a decade, the research team led by Prof. Jintai Lin has been committed to the independent development of satellite-based inversion algorithms for tropospheric nitrogen dioxide (NO₂) vertical column densities (VCDs) and near-surface nitrogen oxides (NO_x) emissions. The team investigates the high-resolution spatiotemporal variations and underlying mechanisms of pollutant concentrations and emissions, and provides foundational methodologies and datasets to promote open data sharing and support air quality management. On the occasion of the 100th anniversary of the Chinese Meteorological Society and the founding of *Acta Meteorologica Sinica*, Prof. Lin was invited to collaborate with other Chinese scholars in the field of satellite-based emission inversion to review and summarize the major research progress and scientific contributions made by Chinese researchers over the past two decades. Building on a systematic review of the evolution of inversion methods and target species, the article further identifies the current key challenges and points out the future directions, aiming to advance the accurate quantification of air pollutant and greenhouse gas emissions in support of scientific understanding and China's strategic needs. (Jiang, Lin* et al., *Journal of Meteorological Research*, 2025)

4.Climate change: Land surface albedo change and elderly vulnerability to temperature-related mortality risks. Under global warming, changes in the land surface energy budget have become a key topic. Prof. Lin and collaborators used multi-source satellite remote sensing data to examine the changes in global land surface albedo over the past two decades and assess the contributions of land cover, vegetation type, and snow cover to albedo variations and their radiative forcing. The

results reveal an overall strong cooling forcing by enhanced land surface albedo during this period, providing new insights for climate change attribution. The research team further combined long-term survey with meteorological observations to evaluate elderly vulnerability to temperature-related mortality risks in China under climate change. The results show that rising temperatures and extreme heat events significantly increase mortality risks among the elderly, indicating vulnerability of this population group in the warming climate. Together, these studies advance the understanding of the causes and impacts of climate change. (Hou, et al., *Nature*, 2025; Yao, et al., *Science Advances*, 2025; both as co-corresponding author)

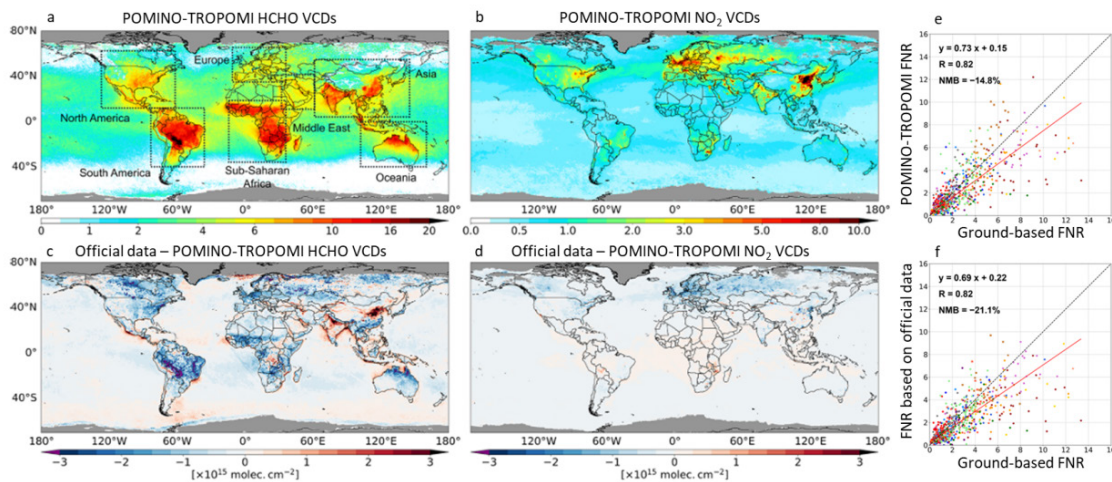


Figure 1. Comparison of NO₂ and HCHO VCDs derived from POMINO-TROPOMI with the official operational TROPOMI products. (a-b) Spatial distributions of NO₂ and HCHO VCDs retrieved by POMINO-TROPOMI (averaged over April, July, and November 2021 and January 2022). (c-d) Absolute concentration differences between the TROPOMI official product (RPRO v2.4) and the POMINO-TROPOMI retrievals. (e-f) Comparison of the HCHO-to-NO₂ column ratio (FNR) derived from the TROPOMI operational product (RPRO v2.4) and the POMINO-TROPOMI retrievals against ground-based observations. Source: Zhang, Lin*, Van Roozendael* et al., *Atmospheric Measurement Techniques*, 2025.

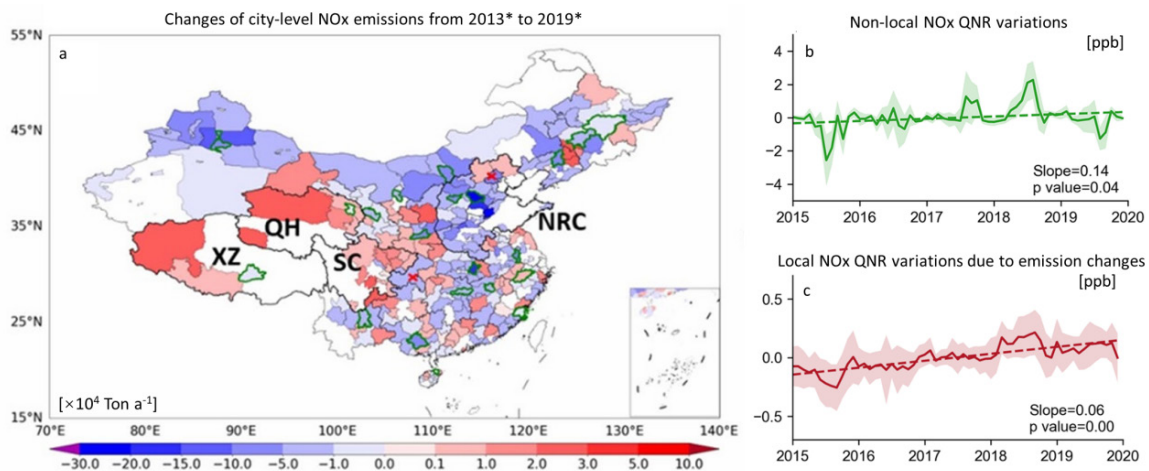


Figure 2. City-level NO_x emission changes derived from PHLET inversion, and the influence of emissions and external transport on ozone trends in Tibetan Plateau cities. (a) Changes in NO_x emissions for 288 cities with relatively small inversion uncertainties between 2013* and 2019*. To reduce the influence of satellite data gaps, we calculated the three-year moving

averages of NO_x emissions (i.e. 2013* and 2019* represent the averages over 2012-2014 and 2018-2020, respectively). (b) Trends in NO_x QNR (quantity of NO_x entering the retroplume, denoting the potential contribution of regional emissions to the target area) in Tibetan Plateau cities associated with external transport. (c) Trends in NO_x QNR in Tibetan Plateau cities associated with changes in local emissions.

References: (* Corresponding Author; # Joint first author; Group Member)

Hou, Z.-Y., Zhang, L.-Q. *, Peng, J.-J., Forzieri, G., Jia, A., Xiao, Z.-Q., Qu, Y., Lin, J.-T. *, Ji, D.Y., Zhu, Z.-D., Yao, X., Peng, S.-W., Zhao, L.-P., Fan, W.-J., Wu, Z.-C., Geng, H., Wang, Q.-H., Zhou, C.-H. *, Liu, S.-H., and Zhang, L.-P. *: Radiative forcing reduced by early twenty-first century increase in land albedo, *Nature*, 641, 1162-1171, doi:10.1038/s41586-025-08987-z, 2025

Jiang, Z., Lin, J.-T. *, He, T., Jiang, F., Jin, J., Qin, K., Shen, L., Yang, P., Zang, Z., Zhang, L., Zhang, Y., Zheng, B., Zhong, H., and Zhu L.: Satellite-based emission inversion for air pollutants and greenhouse gases: A review, *Journal of Meteorological Research*, 39, 1101-1125, doi:10.1007/s13351-025-4914-7, 2025

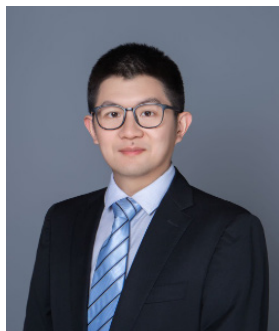
Kong, H., Lin, J.-T. *, Ni, R.-J., Du, M.-X., Wang, J.-X., Chen, L.-L., Xu, C.-H., Yan, Y.-Y., Weng, H.-J., and Zhang, Y.-H.: Satellite detected weak decline of nitrogen oxides emissions in economically small cities of China, *Environmental Research Letters*, 20, 074046, doi:10.1088/1748-9326/ade170, 2025

Xu, C.-H., Lin, J.-T. *, Kong, H., Jin, J., Chen, L.-L., and Xu, X.: Rapid increases in ozone concentrations over the Tibetan Plateau caused by local and non-local factors, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 25, 9545–9560, doi:10.5194/acp-25-9545-2025, 2025

Yao, X., Qu, Y., Mishra, A., Mann, M., Zhang, L.-Q. *, Bai, C. *, Li, M.-T., Lin, J.-T. *, Wei, J., Yu, Q.-W., Ding, R.-Q., Wang, Y.-B., Zhang, L., Yang, J., Tao, J.-P., Liu, S.-H., and Wang, Q.-H.: Elderly vulnerability to temperature-related mortality risks in China, *Science Advances*, 11, eado5499, doi:10.1126/sciadv.ado5499, 2025

Zhang, Y.-H., Yu, H., De Smedt, I., Lin, J.-T. *, Theys, N., Van Roozendael, M. *, Pinardi, G., Compernelle, S., Ni, R.J., Ren, F.-X., Wang, S.-J., Chen, L.-L., Van Geffen, J., Liu, M.-Y., Cede, A., Merlaud, A., Friedrich, M., Richter, A., Piters, A., Kumar, V., Sinha, V., Wagner, T., Choi, Y., Takashima, H., Kanaya, Y., Irie, H., Spurr, R., Sun, W.-F., and Fabris, L.: Global retrieval of TROPOMI tropospheric HCHO and NO₂ columns with improved consistency based on updated Peking University OMI NO₂ algorithm, *Atmospheric Measurement Techniques*, 18, 1561–1589, doi:10.5194/amt-18-1561-2025, 2025

未来大气硫酸盐沉降减少可能会增加湿地甲烷排放



沈路路

沈路路助理教授课题组结合卫星遥感反演数据和过程模型模拟结果，采用数据驱动方法，评估了 2000 至 2100 年间全球湿地甲烷排放的变化趋势。研究发现，在 1.5°C 和 2°C 升温路径下，随着清洁空气政策的实施，大气硫酸盐沉降对湿地甲烷排放的抑制作用将大幅度减弱，从而导致湿地甲烷排放的额外增加 ($7 \pm 2 \text{ Tg a}^{-1}$)。

甲烷 (CH_4) 是继二氧化碳 (CO_2) 之后最重要的温室气体，根据第六次 IPCC 报告，自工业革命以来的全球平均增温中有 0.6°C 来自 CH_4 排放。 CH_4 在大气中的生命周期 9-10 年左右，因此减少 CH_4 排放是实现全球 1.5°C 和 2°C 温升目标的最有效措施之一。其中，天然湿地是全球最大的单一甲烷源，每年排放 120-210 Tg，占全球甲烷排放总量的 20-40%，主要由厌氧微生物分解有机物所驱动。

然而，当前湿地甲烷排放的未来预测通常忽略全球生物地球化学循环的反馈效应。为了解决该问题，本研究采用数据驱动方法，评估了 2000 年至 2100 年间湿地甲烷排放，综合考虑了气象变化以及大气硫酸盐沉降和 CO_2 施肥效应带来的生物地球化学反馈。研究发现，在低 CO_2 排放情景 (1.5°C 和 2°C 升温路径) 下，受清洁空气政策影响，硫酸盐沉降对湿地甲烷排放的抑制作用会大幅减弱，导致排放的额外增加 ($7 \pm 2 \text{ Tg a}^{-1}$)。在中等 CO_2 排放情景 (2.4-3.6°C 升温路径) 下，硫酸盐沉降变化较小，而 CO_2 施肥效应成为主导因素，贡献超过 30% 的湿地甲烷排放增长。整体来看，生物地球化学反馈在不同气候情景下可推动未来湿地甲烷排放增长的 30-45%。在 1.5°C 和 2°C 升温路径下，湿地甲烷排放预计到 2100 年增加 20-34 Tg a^{-1} ，占人为甲烷排放可允许空间的 8-15%。然而，当前的综合评估模型尚未充分考虑这一因素，特别是大气硫酸盐沉降减少带来的额外湿地甲烷排放的增长。因此，我们可能低估了未来的甲烷减排需求，这对全球气候治理提出新的挑战。

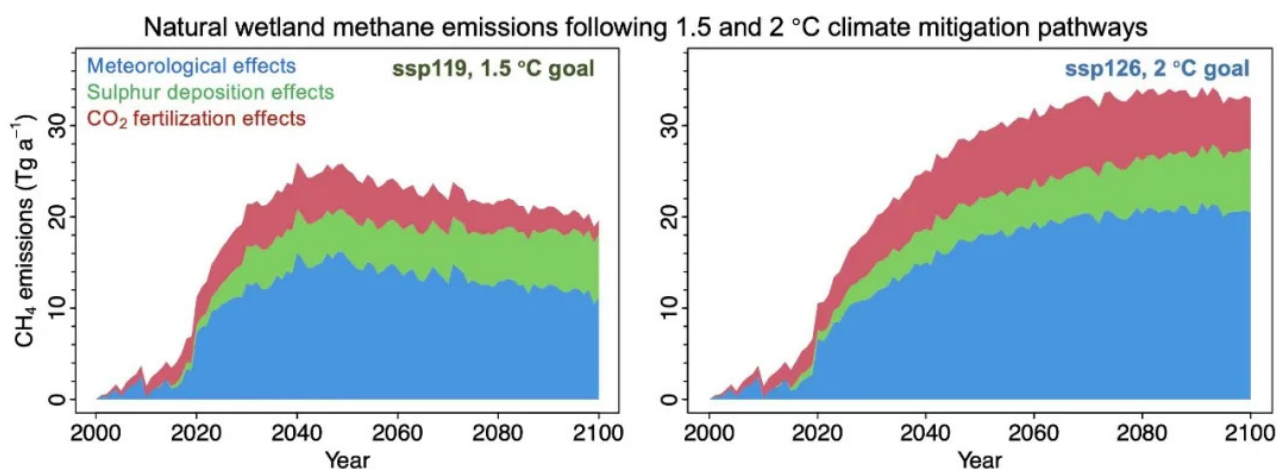
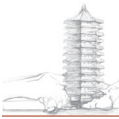


图 1. 全球 1.5 和 2°C 升温路径下不同机制对湿地甲烷排放的影响 (其中绿色部分是全球大气硫酸盐沉降变化带来的额外增加，目前的气候影响评估中尚未考虑该机制)

该研究成果以 “The large role of declining atmospheric sulfate deposition and rising CO_2 concentrations in stimulating future wetland CH_4 emissions” 为题，发表在 *Science Advances* 上。



陆气相互作用研究进展



俞妍

俞妍课题组聚焦陆气相互作用，特别是其中的沙尘和野火过程，从事卫星遥感和模式模拟研究。本年度以第一作者或者通讯作者发表论文 4 篇，并发表合作论文 3 篇。主要成果如下：

1. 野火的陆气耦合驱动机制。近年来频发的极端野火事件对人民生命健康和财产安全都造成了严重威胁，同时影响着全球气候和生态环境。过去的研究常常把野火归因于近地面天气，即干、热、大风天气有利于野火发生。但是，从生物质燃烧的原理上看，野火的发生依赖点火来源，野火的发展程度也取决于燃料丰沛程度。课题组基于卫星遥感、陆面模式和气象再分析的研究表明：近地面天气仅能解释全球小部分可燃区域的野火短期到长期变化。在受人类活动影响程度较低的区域，野火的发生



课题组成员参加 2025 年美国地球物理年会照片
(从左到右：许睿、贾证弘、苏洪萱、王一婷、孟祥磊、王硕情)

和强度依赖闪电点火及大气中低层上升流带来的近地面氧气辐合；而在植被较为稀少的灌木和草原生态区，野火的发生发展对燃料丰度较为敏感（图 1）。进一步地，近地面天气对野火的驱动作用受到大气对流和陆面过程调制。例如，近地面大气干燥（这一利于野火发生的气象条件）不利于对流和闪电的发生，在人为点火源稀少的地区，近地面干燥反而抑制了野火的发生。因此，野火的业务预报和长期趋势预测需要同时考虑近地面天气、大气对流和地表植被。（Su et al. 2025 *Science Advances*）

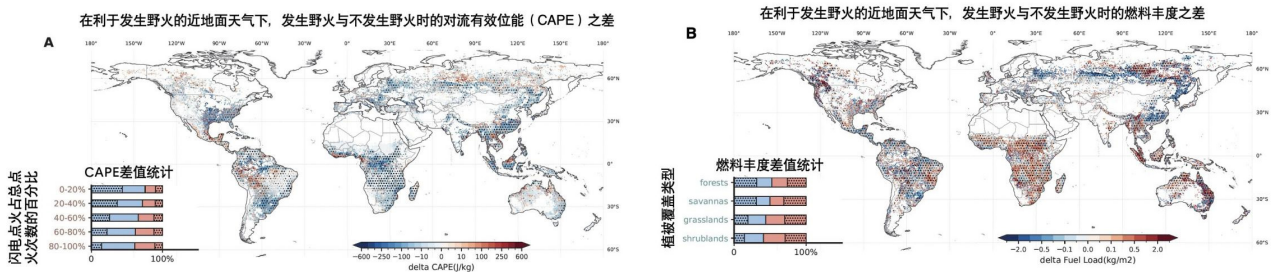


图 1 对流有效位能和燃料丰度对野火发生的调控作用。在有利于发生野火的近地面天气下，有时发生野火，有时不发生野火。A，发生野火与不发生野火时的对流有效位能 (CAPE) 之差，B，发生野火与不发生野火时的燃料丰度之差。打点区域内，多次事件中差值的符号一致。左下角柱状图展示了不同颜色及统计一致性占对应类型的可燃区域面积百分比：A 图中按照闪电点火的丰沛程度分类，B 图中按照植被覆盖类型分类。

2. 野火后沙尘排放量化。课题组前期研究揭示了野火破坏植被覆盖、扩大裸露地表，使其易受风蚀导致排放沙尘这一全球现象 (Yu and Ginoux 2022, *Nature Geoscience*)。该研究结论被多项基于实地观测和卫星遥感的研究证实，但仍包含两项重要的不确定性：(1) 缺乏对野火后沙尘排放的定量估计，(2) 忽视了小范围燃

烧事件及其火后沙尘排放。针对上述研究缺口，课题组将流体力学原理应用到卫星遥感数据，发展了点源沙尘排放量化模型。研究考察了逾两千万次不同规模的野火燃烧事件，发现其中 61% 的野火引起燃烧结束后植被恢复期内沙尘排放，每年向大气注入约 5.6 Tg 沙尘，其中 95% 来自小火扰动的地表。近年来，野火后沙尘排放事件的频次有所下降，但是野火后沙尘排放总量却在近二十年间增加了 77%。这一总量的增加主要来自小火后沙尘排放，并且是由高达 155% 的野火后沙尘排放强度增长所主导，后者与逐年加剧的燃烧强度和火后土地退化程度有关。伴随着气候变化下逐年升高的极端野火风险，过火区域对全球沙尘和其他气候、环境变化的贡献值得进一步深入研究。(Meng et al. 2025, *Nature Geoscience*)

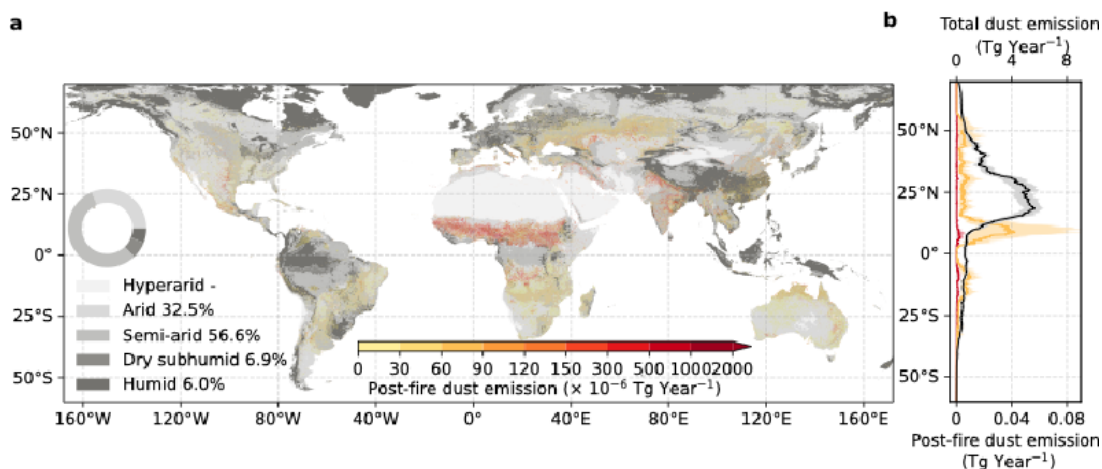


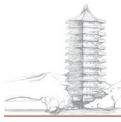
图 2 | 2003 至 2022 年间野火后沙尘排放的全球分布

3. 野火烟尘喷射高度模型发展。野火释放的烟尘对气候、生态和人类健康具有广泛影响，准确模拟烟尘在大气中的喷射高度是评估其远程传输和气候环境效应的关键。然而，现有模型普遍低估极端野火产生的烟尘高度，限制了模拟的准确性。课题组基于广泛使用的 Sofiev 半经验模型，创新性地整合了两个关键物理过程：(1) 烟尘中黑碳气溶胶吸收太阳辐射产生的“自抬升”效应，(2) 环境大气对流提供的额外抬升动力。新模型对烟尘高度模拟精度显著提升（图 3），相比原 Sofiev 模型，新模型均方根误差降低了 10%，平均偏差降低了 95% 以上，增强了对极端烟尘抬升高度的捕捉能力。改进的烟尘喷射高度模型可直接用于烟尘高度的诊断，并为应用于地球系统模式奠定了基础。(Xu et al. 2025 *GRL*)

Research progress on land-atmosphere interactions

Yan Yu' s research group studies land-atmosphere interaction, with a particular focus on dust and wildfire processes. In 2025, they made the following progress:

1. Revealing land-atmosphere coupled drivers of global wildfire activity. Wildfires are favored by hot, dry, windy, rainless conditions – this knowledge about fire weather informs both short-term forecast and long-term prediction of wildfire activity. Yet, wildfires rely on the availability of ignition and fuel, which are underrepresented in fire forecast and prediction practices. By analyzing satellite measurements and atmospheric reanalysis, here we show that near-surface weather only partially captures wildfire occurrence and intensity across the daily to seasonal timescales. Beyond near-surface weather, convection and fuel abundance play a complementary role in regulating burning processes. Specifically, enhanced atmospheric convection is identified for over 40% of the



low-human-impact regions and 61% of global burnable areas during wildfire ignition and spreading periods, respectively. Meanwhile, 56% of shrublands and 54% of grasslands see higher fuel load with actual occurrence of fire. Our results highlight the role of convection and fuel in wildfire forecast, prompting a revisit of wildfire prediction under intertwined atmospheric and terrestrial changes.

2. Quantifying global post-fire dust emission. Wildfires reduce vegetation cover and soil biocrust, thus expanding bare grounds susceptible to wind erosion, as confirmed by in situ and satellite measurements. However, global characterization of post-fire dust emissions has remained qualitative and focused only on landscapes disturbed by relatively large wildfires. Here, by applying principles from fluid mechanics to multiple satellite measurements, we find that 61% of global wildfires at various extents are followed by enhanced dust emission, injecting 5.6 (3.3–9.2) Tg of dust per year during 2003 to 2022. 95% of this post-fire dust emissions are sourced to small wildfires, which occur more frequently and broadly than large wildfires especially across sparsely vegetated regions. Despite the recent decline in global burned area and a resultant decreasing occurrence of post-fire dust events, the total amount of global post-fire dust emission has increased by 77% during the last two decades. This elevation in total post-fire dust emission is attributed to intensifying burning and worsening fire-induced land degradation, which trigger a 155% increase in the intensity of post-fire dust emissions. With an ongoing enhancement of extreme wildfires and synchronized droughts under global warming, our results indicate the emerging importance of post-fire dust emissions globally and regionally.

3. Developing a wildfire smoke injection height model. Smoke released from increasingly severe wildfires has exerted widening impacts on the climate, ecosystem, and human life. Precisely quantifying these effects requires accurately representing smoke injection height in climate and air quality models. However, existing parameterizations of smoke injection height often diverge from actual observations, commonly underestimating smoke injection height from extreme burnings. In this study, we improve a widely used smoke injection model by integrating two critical processes: aerosol radiative absorption and atmospheric convection. The new parameterization, optimized and validated by satellite measurements of smoke extinction profiles above active fires, achieves a 10% reduction in root mean square error and an over 95% reduction in mean bias compared to its predecessor. Such improvements are especially pronounced in tropical and shrubland-dominated regions. This study underscores the critical role of aerosol self-lofting and convective processes in vertical dispersion of wildfire smoke, towards better quantifying its climate and environmental effects.

References:

Su H., Yu Y.*, Guo W., and Mao J. (2025). Convective potential and fuel availability complement near-surface weather in regulating global wildfire activity. *Science Advances*, 11(8): eadp7765, 10.1126/sciadv.adp776.

Meng X., Yu Y.*, and Ginoux P. (2025). Rise in dust emissions from burned landscapes primarily driven by small fires, *Nature Geoscience*, 18, 586–592, 10.1038/s41561-025-01730-3.

Xu R., Yu Y.*, Meng X., Xue H., Zhao C., Lin J. (2025). Atmospheric convection and aerosol absorption boost wildfire smoke injection. *Geophysical Research Letters*, 52(14), e2025GL115989, 10.1029/2025GL115989.

揭示我国南方森林化对臭氧空气质量和森林碳储存的协同效益



张霖

自 2000 年以来，地球变得越来越“绿”，其中我国南部的造林工作为这一变化作出了重要贡献。森林化（包括新造林和再造林）通过生物圈和大气圈的相互作用，不仅能促进碳储存，还能影响空气质量。近地面臭氧是我国面临的主要空气污染物之一，主要由人为和植被排放的非甲烷挥发性有机物（NMVOCs）和氮氧化物发生光化学反应生成，并通过化学反应损耗和干沉降去除。然而，森林覆盖的变化如何通过复杂的生物圈 - 大气化学相互作用影响近地面臭氧空气质量，仍然是一个有待解决的问题。

张霖课题组通过整合卫星观测、林业统计数据与改进的大气化学模式，揭示了森林化对区域臭氧空气质量和森林碳储存的协同效益。结果表明，森林化通过增强干沉降并抑制湍流混合来降低地表臭氧，其减臭氧效应超过生物源排放增强带来的增臭氧效应。2005-2019 年的“变绿”使生长季平均地表臭氧降低了 1.4 ± 2.3 ppbv，使华南森林区植被臭氧暴露损害降低了 15%-41%，并使中国森林碳储量增加了 $1.8(1.6-2.1)$ Pg C。未来至 2050 年进一步造林预计可使森林碳储量增加 $4.3(3.8-4.8)$ Pg C，并使华南地表臭氧降低 1.4 ± 1.2 ppbv。随着实现碳中和对造林需求上升，空气质量管理应充分考虑其协同效益。相关成果以“Co-benefit of forestation on ozone air quality and carbon storage in South China”为题发表于《自然·通讯》(Nature Communications)。

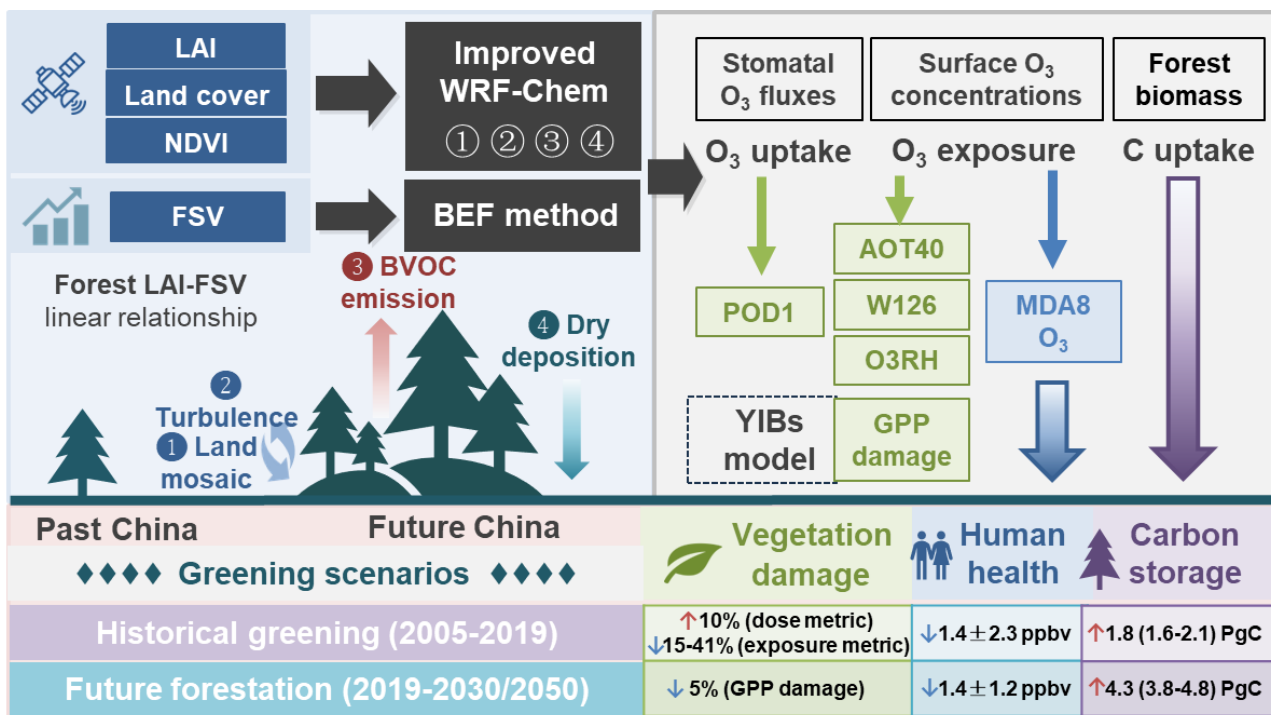


图 1 | 量化森林化对臭氧空气质量和森林碳储存影响的研究框架

Figure 1. The integrated modeling framework for quantifying greening effects on carbon storage and ozone air quality.

Co-benefit of forestation on ozone air quality and carbon storage in South China

Since 2000, the Earth has become increasingly “green,” and large-scale afforestation efforts in southern China have contributed significantly to this trend. Forestation (including both afforestation and reforestation) influences the coupled biosphere–atmosphere system: it not only promotes carbon storage but can also affect air quality. Near-surface ozone is one of the major air pollutants in China. It is produced mainly through photochemical reactions involving nitrogen oxides (NO_x) and non-methane volatile organic compounds (NMVOCs) emitted by both human activities and vegetation, and it is removed via chemical loss and dry deposition. However, how changes in forest cover influence near-surface ozone air quality through complex biosphere–atmospheric chemistry interactions remains an open question.

Zhang Lin’ s research group, by integrating satellite observations, forestry statistics, and an improved atmospheric chemistry model, revealed the co-benefits of forestation for regional ozone air quality and forest carbon storage. The results show that forestation reduces surface ozone through enhanced dry deposition and suppressed turbulent mixing, and this ozone-reducing effect outweighs the ozone increase associated with enhanced biogenic emissions. Greening during 2005–2019 decreased the growing-season mean surface ozone by 1.4 ± 2.3 ppbv, reduced ozone-related vegetation exposure damage in forests over South China by 15%–41%, and increased China’ s forest carbon storage by 1.8 (1.6–2.1) Pg C. Further forestation in the future is projected to increase forest carbon storage by 4.3 (3.8–4.8) Pg C and to reduce surface ozone over South China by 1.4 ± 1.2 ppbv by 2050. As forestation becomes increasingly necessary for achieving carbon neutrality, air-quality management should fully account for these co-benefits. The related work was published in *Nature Communications* under the title “Co-benefit of forestation on ozone air quality and carbon storage in South China.”



云物理研究团队进展



赵传峰

大气环境因子扰动，如气溶胶排放、平流层臭氧损耗、大气环流异常等均可以通过改变云特征，进而影响降水和辐射能量收支，对天气和气候产生重要影响。赵传峰教授课题组长期聚焦云物理，在 2025 年度取得了进一步的创新成果：

1. 气溶胶对云微物理与降水影响机制的综述

系统总结了气溶胶通过改变云滴性质、云辐射效应及降水过程影响云发展的机制，指出其既可能抑制弱降水，也可能促进强对流降水和极端天气发生。进一步将复杂的气溶胶 - 云相互作用归纳为凝结与蒸发、水汽竞争、碰并和夹卷四类关键机制。研究同时指出了气溶胶 - 云 - 降水相互作用研究中的挑战及未来研究方向，主要包括提高数据观测能力，构建多因素影响下的气溶胶 - 云相互作用系统框架，优化参数化方案，以及推动人工智能在相关研究中的应用等（赵传峰等，2025，大气科学）。

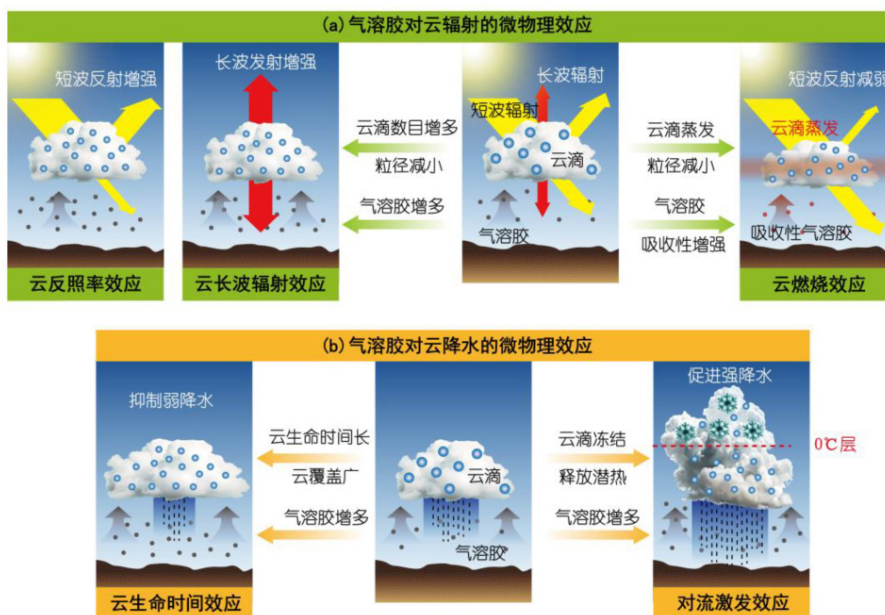


图 1. 气溶胶对云的微物理效应的主要机理。(a) 气溶胶对云辐射的微物理效应，包括云反照率效应、云长波辐射效应及云燃烧效应。(b) 气溶胶对云降水的微物理效应的降水效应，包括云生命时间效应和对流激发效应。

2. 揭示高反照率地表云短波辐射强迫增暖机制

云可以通过调节辐射能量收支影响北极气候变化。在人们的普遍认知中，云可以通过反射太阳短波辐射对地 - 气系统产生冷却作用，也能吸收和发射长波辐射对地 - 气系统产生增暖效应。然而，在高反照率地表区域，由于地表反射的太阳短波辐射增加，云有可能产生短波辐射强迫增暖效应。赵传峰课题组结合 CERES 卫星数据、ERA5 再分析资料以及模式数据，详细分析了地表反照率对大气层顶 (TOA) 云短波辐射效应的影响，并通过定义 RS/T (地表反照率 / 大气层顶反射率) 来衡量云短波辐射强迫增暖效应的临界阈值。在全球变暖持续的背景下，该研究为理解北极以及全球能量收支提供了新的视角 (Zhang et al., 2025, *Science Bulletin*)。

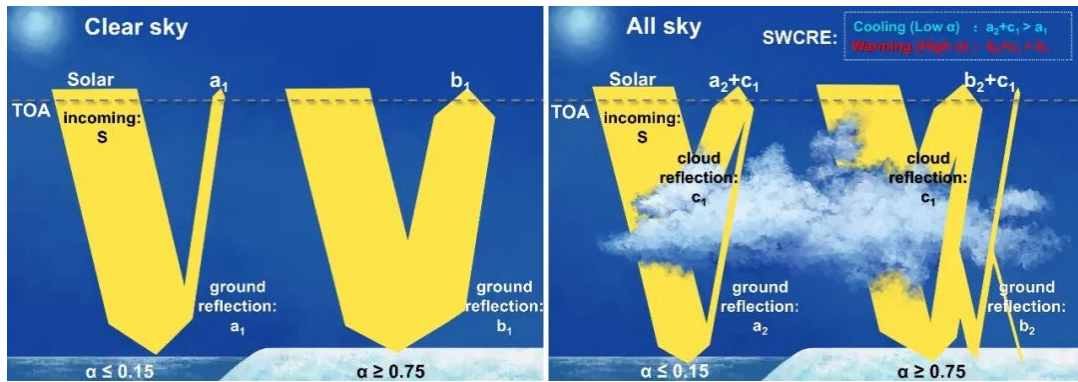


图 2 不同下垫面云短波辐射冷却效应与增暖效应机制图。

3. 发现冰雪消融增强云短波冷却效应，部分减缓冰雪融化

极地区地表升温速率达到全球平均水平的 2-4 倍，这一现象被称为“北极放大效应”。传统理论认为，冰雪消融降低地表反照率，导致更多太阳辐射吸收，形成“冰-反照率正反馈”。然而，团队基于 2000-2020 年 CERES 卫星数据及 CMIP6 气候模型模拟，揭示了云层在此过程中的关键调节作用。分析发现，北极冰雪覆盖盖率每十年下降 0.016，触发云层短波辐射冷却效应增强，使得大气层顶和地表辐射冷却分别达 -1.25 ± 0.49 和 $-0.21 \pm 0.20 \text{ W/m}^2/\text{十年}$ ，部分减缓冰雪融化；CMIP6 模型预测显示，SSP585 情景下北极海冰覆盖盖率至 2100 年将减少 83%，云冷却效应持续增强，为理解气候系统自调节机制提供了新视角 (Chen et al., 2025, *National Science Review*)。

4. 利用飞机观测揭示了层云降水区与非降水区微物理特征差异

基于 2020 年 5 月河北地区飞机观测资料，对层云降水区与非降水区的对比分析表明，降水区受风切变和浮力共同作用，云内湍流更强，从而更有利于液滴碰并增长，表现为大滴增多、液滴谱加宽。与此同时，受雨滴清除作用影响，降水区气溶胶浓度明显降低，尤其是 $0.3 \mu\text{m}$ 以下粒子浓度显著减少。结果说明，较强的动力扰动能够促进层云内碰并过程和降水发展，并伴随显著的气溶胶清除效应 (Li et al., 2025, *JGR-A*)。

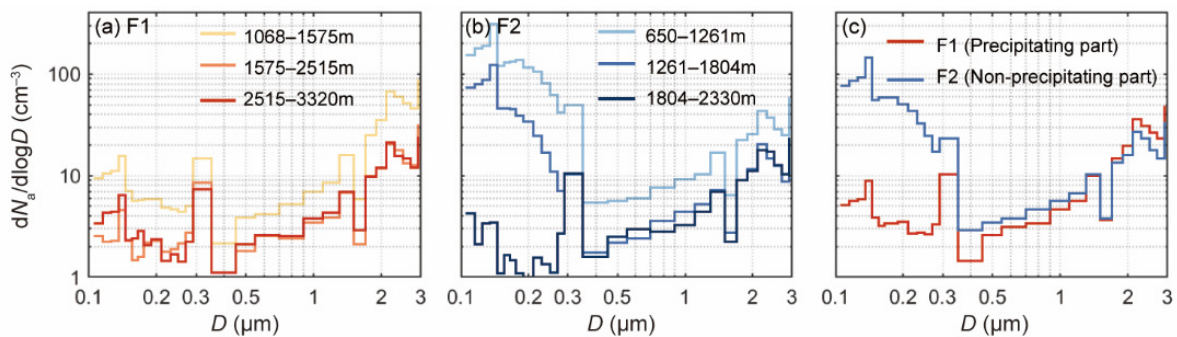


图 3 降水区 (F1) 和非降水区 (F2) 下层、中层和上层的平均气溶胶粒径分布。

5. 揭示四川与华北地区气溶胶对云降水影响的区域差异

基于 CMPA 降水数据、Himawari-8 云特征数据和 MERRA-2 气溶胶资料，研究了气溶胶对暖顶云和冷顶云降水的影响及其区域差异。结果表明，在华北地区，随着气溶胶增多，大气层结趋于不稳定，对流活动增强，从而促进暖顶云和冷顶云降水；而在四川地区，气溶胶增加使大气层结趋于稳定，抑制对流发展，进而抑制两类云降水。但在低气溶胶条件下，四川地区气溶胶对冷顶云降水仍可能表现出一定促进作用，反映出激发效应的影响 (Li et al., 2025, *JGR-A*)。

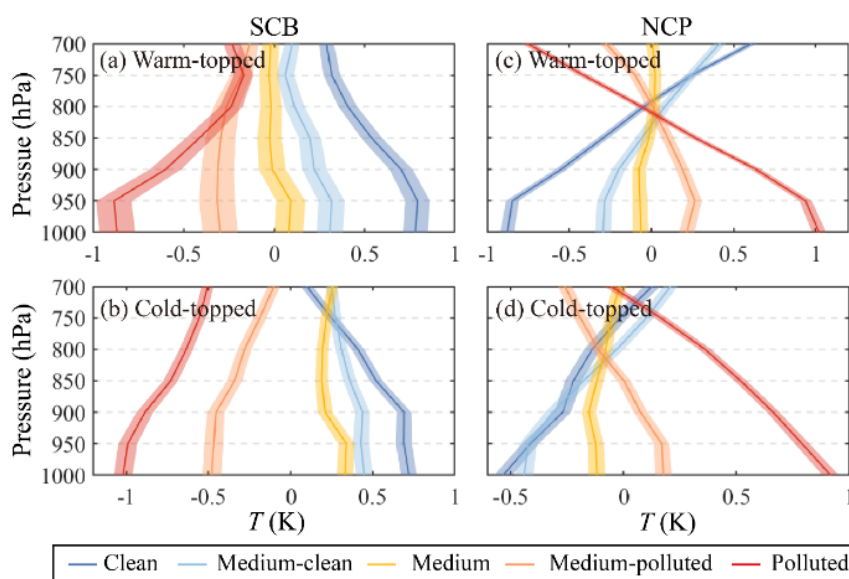


图 4 不同类型降水在不同硫酸盐混合比区间下的温度廓线距平变化: (a) 四川盆地暖顶降水, (b) 四川盆地冷顶降水, (c) 华北平原暖顶降水, (d) 华北平原冷顶降水。

6. 基于卫星观测揭示了气溶胶对中国东部云特征影响的海陆差异

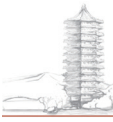
为了研究海陆下垫面类型所造成的气溶胶影响云发展特征差异, 利用多源卫星观测数据分析了长江三角洲及其紧邻海洋区域的气溶胶 - 云相互作用差异, 同时对比诊断了云类型和云相态的变化差异。概括来说, 相对于陆地, 海洋上空的单层云具有更低的云顶高度和更薄的厚度; 海洋上空在春季具有更多的水云。气溶胶可以通过微物理效应显著的抬升云层厚度, 尤其是在海洋上空该效应更为显著。气溶胶也被发现在海洋上空的云所有发展阶段和陆地上空的云成熟阶段, 可以显著减小云滴有效半径; 但在陆地云发展的早期阶段, 气溶胶却促使云滴有效半径增大。进一步量化结果表明, 在云水柱含量相对充分时, 海洋和陆地上空气溶胶与云滴有效半径均呈负相关关系, 陆地上空气溶胶间接效应 ($-\text{dlnre}/\text{lnAOD}$) 平均为 0.05, 小于海洋上空数值 (0.11)。这些发现深化了我们对气溶胶影响云发展演变规律和机制机理的理解, 可以进一步用于提升我们模拟云相关天气过程的能力 (Zhao et al., 2025, *AAS*)。

References: (* Corresponding Author)

Pei, Qiaomin, Chuanfeng Zhao*, Yikun Yang, Annan Chen, Zhiyuan Cong, Xin Wan, Haotian Zhang, Guangming Wu, 2025: Wildfires heat the middle troposphere over the Himalayas and Tibetan Plateau during the peak of fire season, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 25(18), 10443-10456. Doi: 10.5194/acp-25-10443-2025.

Li, Jiefeng, Chuanfeng Zhao*, Xiaobo Dong, Rong Mai, Xin Zhao, Yikun Yang, Annan Chen, 2025: Distinct Microphysical Characteristics of Precipitating and Non-Precipitating Parts of a Stratus Cloud from in-situ Aircraft Observations, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 130, e2024JD043243. Doi: 10.1029/2024JD043243.

Chen, Annan, Chuanfeng Zhao*, Haotian Zhang, Yikun Yang and Jiefeng Li, 2025: Weakened snow and ice melting by enhanced cloud short-wave cooling effect in the Arctic, *National Science Review*, 12(6), nwaf116. Doi: 10.1093/nsr/nwaf116



Li, Jiefeng, Chuanfeng Zhao*, Yue Sun, Xin Zhao, Jie Yang, Yikun Yang, Annan Chen, and Yue Zhou, 2025: Distinct Aerosol Impacts on Local Scale Convective Rainfall between Sichuan Basin and North China Plain Regions in China, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 130(5), e2024JD042649. Doi: 10.1029/2024JD042649

Zhang, Haotian, Chuanfeng Zhao*, Annan Chen, Yikun Yang, Jiefeng Li, Xin Zhao, Yue Zhou, and Hao Fan, 2025: Trends in Arctic Summer Cloud Variability from 2000 to 2022 and the Potential Causes, *SCIENCE CHINA Earth Sciences*, 68(4): 1245–1260. Doi: 10.1007/s11430-024-1523-5

Zhang, Haotian, Chuanfeng Zhao*, Jing Li, Yan Yu, Annan Chen, Yikun Yang, Yan Xia, Jie Yang, Yue Sun, Yulei Chi, Xin Zhao, Yuan Wang, and Jianping Huang, 2025: Shortwave cloud warming effect observed over highly reflective Greenland, *Science Bulletin*, 70(6), 951-959. Doi: 10.1016/j.scib.2025.01.027

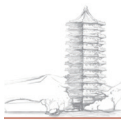
Zhao, Xin, Chuanfeng Zhao*, Yulei Chi, Jie Yang, Yue Sun, and Yikun Yang, 2025: Different impact of aerosols on cloud development over land and ocean regions in East China, *Advances in Atmospheric Sciences*, 42(4), 731-743. Doi: 10.1007/s00376-024-4165-z.

赵传峰*, 李杰峰, 杨以坤, 2025: 气溶胶对云和降水的微物理效应, 大气科学, DOI: 10.3878/j.issn.1006-9895.2503.25015.



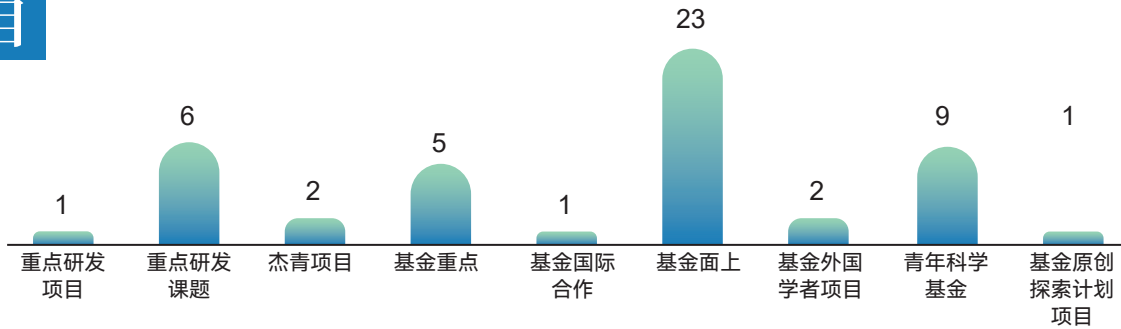


科研项目

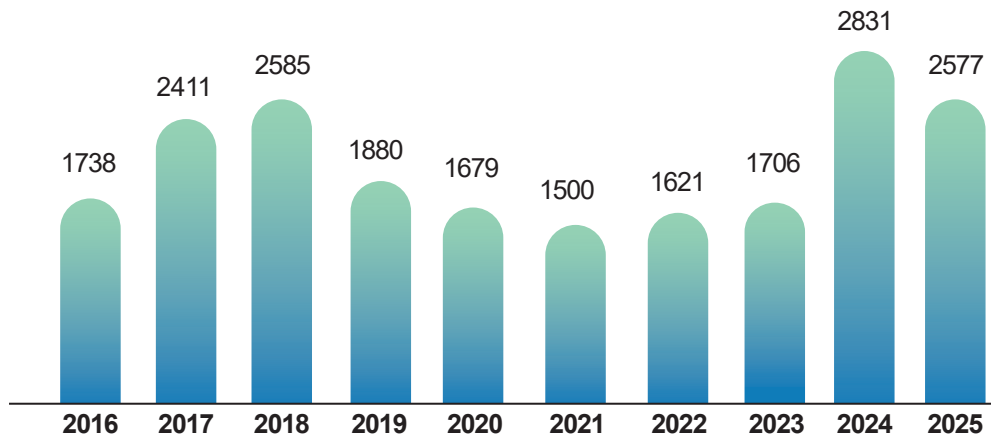


科研项目

2020-2025 年获批纵向科研项目



2016-2025 年纵向科研经费到账 (万元)

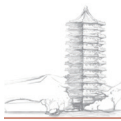


2025 年获批纵向科研项目

负责人	项目名称	项目类别	直接费用	起讫时间	人员类别
孟智勇	复杂下垫面条件下风电场对中尺度对流系统发生发展的影响研究	重点项目 / 天气及气候系统与可持续发展	230	202601-203012	在职
杨军	搜寻系外月亮的一种新方法：热红外相变曲线	专项项目 / 专家推荐类原创探索计划项目	145	202601-202712	在职
刘茂峰	南大洋盐度对云反馈及气候敏感度的影响性研究	面上项目	51	202601-202912	在职
杨邱	冷池影响梅雨锋中尺度对流系统升尺度增长的理论建模与机理研究	面上项目	50	202601-202912	在职
黄天正	基于镁同位素的华南地区埃迪卡拉纪陡山沱组反向风化研究	青年科学基金项目 (C 类)[原青年科学基金项目]	30	202601-202812	博士后 (刘永岗)
赵安妮	中中新世气溶胶及其气候效应模拟研究	青年科学基金项目 (C 类)[原青年科学基金项目]	30	202601-202812	博士后 (胡永云)
张昊天	北极云特征与辐射效应时空变化与驱动机制研究	青年科学基金项目 (C 类)[原青年科学基金项目]	30	202601-202812	博士后 (赵传峰)
董悦明	基于国产多源卫星观测的气溶胶与植被参数协同反演方法研究	青年科学基金项目 (C 类)[原青年科学基金项目]	30	202601-202812	博士后 (李婧)
曲梦	首个全球新能源电力系统 - 大气化学耦合模型的研发与应用	专项项目 / 青年学生基础研究项目 (博士研究生)	30	202601-202712	博士生 (沈路路)



学术论文



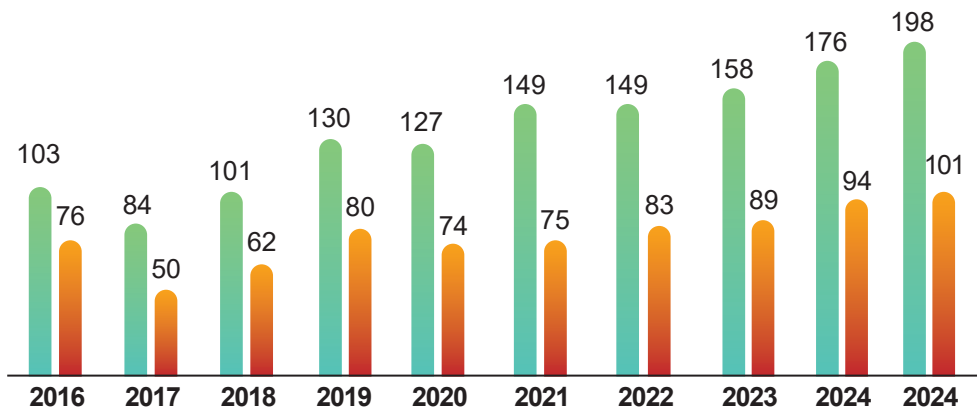
学术 论文

2025 年共发表
SCI 论文

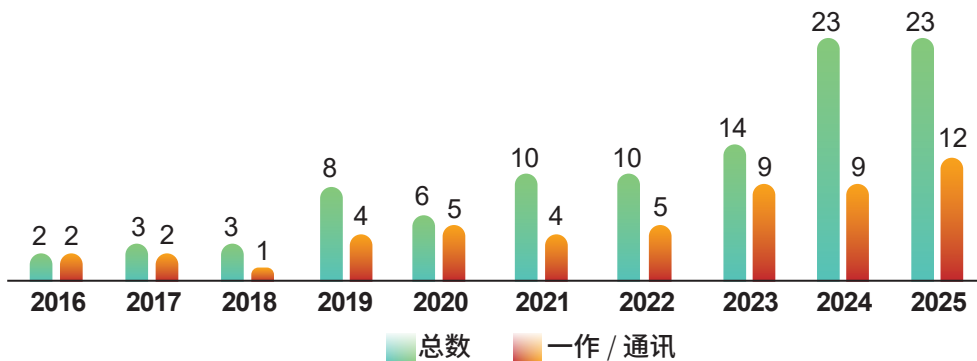
198 篇

一作
通讯 101 篇

2015-2025 年署名我系的全部 SCI 论文 (篇)



2016-2025 年 Nature/Science 及其子刊和 PNAS 论文 (篇)



发表人	成果名称	期刊
林金泰 (共同通讯)	Radiative forcing reduced by early twenty-first century increase in land albedo	<i>NATURE</i>
曲梦、沈路路 (通讯作者)	Prolonged wind droughts in a warming climate threaten global wind power security	<i>NATURE CLIMATE CHANGE</i>
宋治宏、聂绩 (通讯作者)	Origin and evolution of the North Atlantic Oscillation	<i>NATURE COMMUNICATIONS</i>
张庆红 (一作 / 通讯)	Climate impacts and future trends of hailstorms in China based on millennial records	<i>NATURE COMMUNICATIONS</i>
刘泽慧、张霖 (通讯作者)	Co-benefit of forestation on ozone air quality and carbon storage in South China	<i>NATURE COMMUNICATIONS</i>
付遵涛 (共同通讯)	Evidence for preferred propagating terrestrial heatwave pathways due to Rossby wave activity	<i>NATURE COMMUNICATIONS</i>
张仲石 (通讯作者)	Intensification of extreme cold events in East Asia in response to global mean sea-level rise	<i>NATURE COMMUNICATIONS</i>
张仲石 (共同通讯)	Arctic zircon U-Pb ages reveal multiphase glaciations in East Siberia during the late Quaternary	<i>NATURE COMMUNICATIONS</i>
孟祥磊、俞妍 (通讯作者)	Rise in dust emissions from burned landscapes primarily driven by small fires	<i>NATURE GEOSCIENCE</i>
苏洪莹、俞妍 (通讯作者)	Convective potential and fuel availability complement near-surface weather in regulating global wildfire activity	<i>SCIENCE ADVANCES</i>
林金泰 (共同通讯)	Elderly vulnerability to temperature-related mortality risks in China	<i>SCIENCE ADVANCES</i>
沈路路 (一作 / 通讯)	The large role of declining atmospheric sulfate deposition and rising CO ₂ concentrations in stimulating future wetland CH ₄ emissions	<i>SCIENCE ADVANCES</i>



学术交流

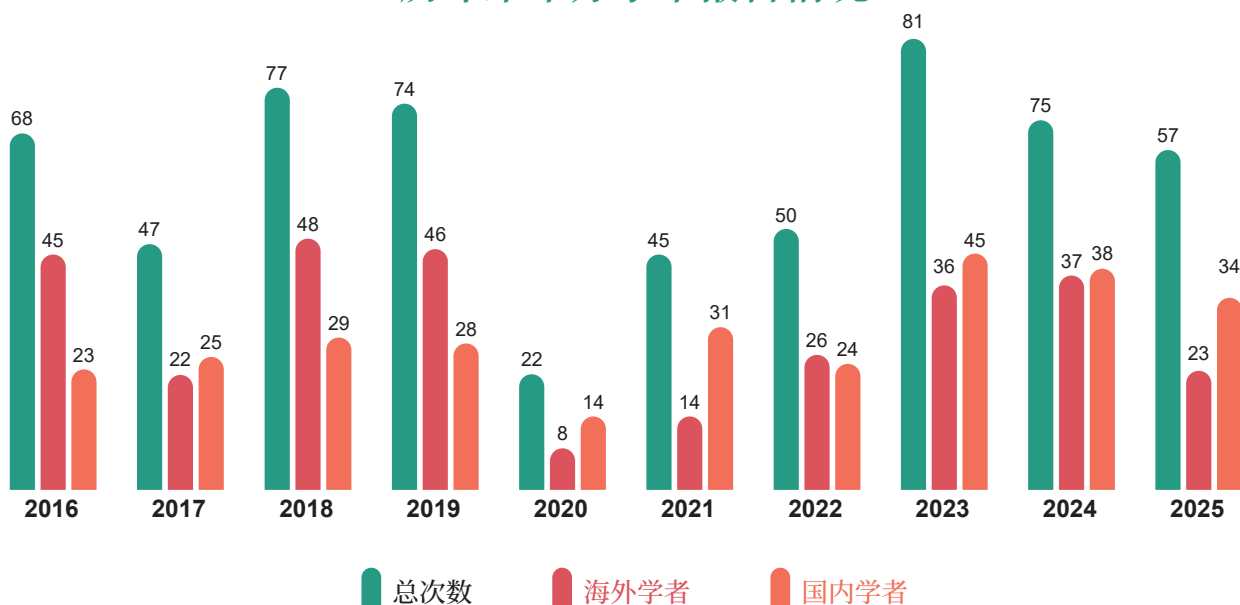
特邀报告

- 每年一次，每次一周
- 传播前沿科学知识并深化国际学术交流的高水平系列讲座

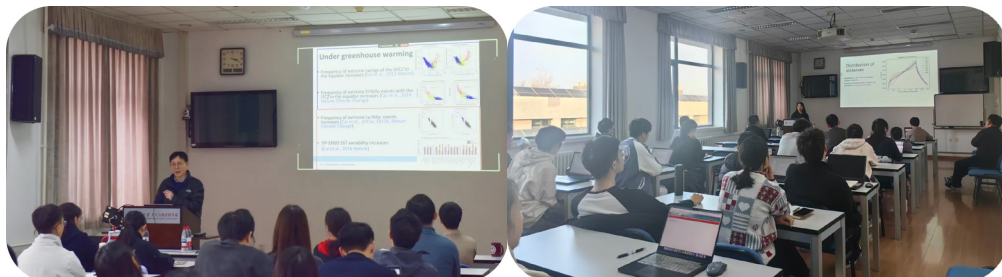
大气科学前沿报告

- 每周一次
- 邀请国内外知名学者、年轻教师分享最新研究成果

历年来举办学术报告情况



2025年“地球及其他行星的大气、海洋与气候动力学”特邀报告



2025年大气前沿报告



2025 年学术交流活动

日期	报告题目	报告人	职称	报告人所在单位
2025/1/6	Plume-level knowledge of ozone photochemistry in fresh wildfire smoke	Lu Hu (胡璐)	副教授	University of Montana
2025/1/14	大规模撒哈拉太阳能发电场对全球气候、陆地生态系统和太阳能潜力的影响	陆正遥	研究员	瑞典隆德大学
2025/1/24	是什么引发了海底的剧烈对流？观测、模拟和理论的综合视角	司懿东方	博士	麻省理工学院
2025/2/19	大气科学中的碳氮水循环及其与气候的反馈	丹利	研究员	中国科学院大气物理研究所
2025/2/26	大气环境光学监测技术进展	孙友文	研究员	中国科学院合肥物质科学研究院
2025/3/5	气候变化背景下海洋翻转环流的演变及其对气候系统和海洋生态的影响	孙善同	研究员	崂山实验室
2025/3/12	影响大气污染物跨介质传输中的关键理化过程及环境效应	刘明旭	研究员	北京大学环境科学与工程学院
2025/3/19	气候变化：从科学认知到政策行动	魏科	研究员	中国科学院大气物理研究所
2025/3/26	中央气象台强对流天气业务和研究进展	郑永光	研究员	国家气象中心
2025/4/2	海洋生物泵效率及其营养盐调控机制	王为磊	教授	厦门大学
2025/4/9	Ambient fine particles in Korea during last 4 decades	Yong Pyo Kim	教授	Ewha Womans University, Korea
2025/4/16	Observational Planet Formation	董若冰	教授	北京大学科维理天文与天体物理研究所
2025/4/23	Pattern-aware feedback framework for regional climate response	吕健	教授	中国海洋大学
2025/4/30	"龙卷超级单体环境聚类可解释分析及基于AI预报的强对流后处理预报 Explainable clustering of tornadic supercell proximity sounding and post-processing of AI weather forecasts for severe weather forecasting"	花展翔	博士研究生	华盛顿大学
2025/5/14	海洋亚中尺度动力过程及其对物质能量循环的贡献与机制	经志友	研究员	中国科学院南海海洋研究所
2025/5/15	The Origin of Saturn's Tilt and Rings	Jack Wisdom	教授	Massachusetts Institute of Technology
2025/5/21	多源卫星遥感资料在青藏高原地气水热交换中的应用研究	仲雷	教授	中国科学技术大学地球和空间科学学院
2025/5/22	细胞出版社 One Earth 编辑见面会	张珊珊	博士	Cell Press

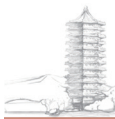
日期	报告题目	报告人	职称	报告人所在单位
2025/5/26	Three major challenges for three different temporal horizons	Gilles Ramstein	教授	Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, France
2025/5/28	大西洋 Niño 诱发 La Niña : 南大西洋的作用机理	王鑫	研究员	中国科学院南海海洋研究所
2025/5/29	Opportunities arising from upcoming paleoclimate modelling efforts	Chris Brierley	教授	University College London
2025/6/4	静止卫星红外高光谱探测仪大气温湿反演相关研究	狄迪	副教授	南京信息工程大学
2025/6/11	大气 - 陆地生态系统活性气体成分交换及其环境、气候和生态效应	宫成	博士	德国马克斯普朗克生物地球化学研究所
2025/6/23	Ecosystem relocation on Snowball Earth: a polar-alpine ancestry for the extant surface biosphere?	Paul F. Hoffman	博士	University of Victoria (Canada) and Harvard University (USA)
2025/7/2	The Binary Yarkovsky Effect: A New Mechanism for Binary Asteroids and Planetary Rings	Wenhan Zhou	博士	University of Tokyo
2025/7/17	Moist, Cloudy Versions of Potential Vorticity Conservation and Quasi-Geostrophic Approximation	Sam Stechmann	教授	University of Wisconsin-Madison
2025/7/19	Advances in active remote sensing of aerosols and clouds from ground and space	Ulla Wandinger	博士	Leibniz Institute for Tropospheric Research (TROPOS), Leipzig, Germany
2025/8/4	General Structure of Atmospheres on Earth-like Planets	Geoffrey K. Vallis	教授	University of Exeter
2025/8/5	Vertical Structure of the Atmosphere	Geoffrey K. Vallis	教授	University of Exeter
2025/8/6	Circulation of Atmospheres on Earth-like Planets	Geoffrey K. Vallis	教授	University of Exeter
2025/8/7	Superrotation and Other Exotic Phenomena	Geoffrey K. Vallis	教授	University of Exeter
2025/8/8	Ocean Circulation on Earth and Icy Moons	Geoffrey K. Vallis	教授	University of Exeter
2025/8/25	Towards a holistic understanding of small exoplanets	Rafael Luque	博士	Instituto de Astrofísica de Andalucía in Granada (Spain)
2025/9/10	大洋翻转环流演变 - 从末次盛冰期到全球变暖	朱晨玉	副研究员	中国科学院大气物理研究所
2025/9/17	大气羟基自由基对甲烷汇的影响: 全球量化表征及驱动因子	赵园红	副教授	中国海洋大学



日期	报告题目	报告人	职称	报告人所在单位
2025/9/23	中印度洋模态和人工智能在南亚降水预报中的应用	周磊	教授	上海交通大学
2025/9/24	NWP 资料同化之根本与气象 AI 大模型预报之未来二者需要协同的若干基本思考	朱国富	正研高工	中国气象局地球系统数值预报中心
2025/10/15	多种多样的系内与系外行星大气	杨军	长聘副教授	北京大学物理学院大气与海洋科学系
2025/10/22	大气模式的基础问题：从地球到火星	李艺苑	副研究员	中国科学院大气物理研究所
2025/10/29	华北黄淮极端雨强多尺度过程和物理模型	聂绩	长聘副教授	北京大学物理学院大气与海洋科学系
2025/11/5	ENSO 及其影响对全球变暖的响应	蔡文炬	院士	崂山国家实验室
2025/11/11	从云粒初生到降水灾害：雷达遥感云物理学	李浩然	副研究员	中国气象科学研究院
2025/11/12	人工智能模型：从天气走向气候	陆波	研究员	国家气候中心 / 雄安气象人工智能创新研究院
2025/11/18	How stomatal function shapes evapotranspiration in a rising CO2 world	Amy Liu	PhD candidate	University of Washington
2025/11/19	基于经纬网格的非静力大气动力框架研发及其在火星大气模式中的应用	董理	正高级工程师	中国科学院大气物理研究所
2025/11/25	气溶胶吸湿与活化过程及其环境与辐射效应	旷焯	教授	暨南大学环境与气候学院
2025/11/26	从 NWP 资料同化前世今生的经典传承到四维变分同化方法 (4DVar) 在认识上的简单	朱国富	正研高工	中国气象局地球系统数值预报中心
2025/12/3	“谢义炳优秀青年科技奖”颁奖仪式			
2025/12/8	Introduction to the CONUS404 historical dataset	薛麓林	研究员	美国国家大气研究中心 (NCAR)
2025/12/10	近期陆冰模式的发展、应用和挑战	张通	副教授	北京师范大学
2025/12/15	Charting the cosmic shoreline with JWST	Laura Kreidberg	教授	Max Planck Institute for Astronomy
2025/12/16	Hazes in Hot-Jupiters: Why do we care about them and how can we observe them?	Mei Ting Mak	博士	University of Oxford
2025/12/17	系外地球 (ET) 巡天	葛健	教授	中国科学院上海天文台
2025/12/24	红外高光谱气体成分遥感	周敏强	副研究员	中国科学院大气物理研究所
2025/12/29	过去 40 年太平洋热带气旋持续时间显著减少	朱奎霖	博士研究生	香港科技大学
2025/12/29	气溶胶气候效应的量化与约束	贾海灵	研究员	荷兰空间研究所地球科学部
2025/12/31	从陆面过程到云微物理的跨尺度研究	陈璟怡	教授	南京信息工程大学



奖励荣誉



奖励 荣誉

教工荣誉 (按姓氏拼音排序)

付遵涛: 2025 年北京大学优秀博士论文指导教师

胡永云团队、赵传峰团队: 2024 年度中国气候研究重大进展

Daniel Koll : 2025 年物理学院奖教金 - 赵凯华物理教育奖、获任 Rocky Worlds DDT Science
Advisory Council 委员

Mikinori Kuwata : 北京大学第四届燕园友谊奖

李 婧: 第二十七届茅以升北京青年科技奖、2025 年北京大学优秀本科毕业论文指导教师

李 镒: 2025 年国际城市气候协会 Timothy Oke 奖

毛节奏: 2024 年度科学技术奖风云成就奖

沈路路: 2025 年北京大学奖教金 - 原野新秀奖教金、北京大学第二十四届青年教师教学基本功比赛二等奖、
北京大学第二十四届青年教师教学基本功比赛最佳教案奖

杨 军: 2024 年北京大学本科科研优秀项目指导教师

杨 邱: 北京大学第二十四届青年教师教学基本功比赛二等奖、北京大学第二十四届青年教师教学基本功
比赛最佳教案奖

张 霖: 2024—2025 年度北京大学优秀班主任标兵、2025 年北京大学教学成果奖研究生类一等奖、
2025 年度氮循环十大科学进展 (排 2)、北京市科学技术奖自然科学奖一等奖 (排 5)、2025 地
理信息科技进步一等奖 (排 2)

张昊天: 国际大气环境遥感学会 (AERSS)2025 年中国优秀博士学位论文奖

校友获奖

符娇兰: 全国三八红旗手

我系 2004 级气象学专业校友, 国家气象中心 (中央气象台、中国气象局气象导航中心)
天气预报室副主任

课程荣誉

《大气科学导论》获批第三批国家级一流本科课程 (负责人: 胡永云)

学生荣誉 (按姓氏拼音排序)

奖励、奖学金

姓名	所获奖励、奖学金	姓名	所获奖励、奖学金
陈安南	沈克琦物理教育基金	乔舸	优秀科研奖
崔琪	三好学生、北京大学二等奖学金	曲梦	学术创新奖 + 三好学生、校长奖学金
丁芷莹	三好学生	苏洪萱	三好学生标兵、廖凯原奖学金
范成一	三好学生、北京大学三等奖学金	孙悦博	校长奖学金
康颢凯	优秀科研奖	万凤玮	优秀科研奖、陈互雄物理教育基金一等奖
李杰峰	三好学生标兵、国家奖学金	王梦颖	三好学生、北京大学三等奖学金
李泽龙	优秀科研奖	王震	学习优秀奖、郑格如奖学金
刘冠宇	学术创新奖、校长奖学金	徐呈浩	三好学生、李惠荣奖学金
刘伽晨	校长奖学金	许瑞婷	社会工作奖
刘敏	优秀学生干部	许睿	优秀科研奖、董氏奖学金
刘益彰	社会工作奖	臧天翔	三好学生、北京大学三等奖学金
刘子涵	三好学生、国家奖学金	詹睿知	优秀科研奖
吕楠	优秀科研奖、北京大学三等奖学金	张诗怡	三好学生
孟祥磊	学术创新奖 + 优秀科研奖、国家奖学金	钟慧茹	三好学生、灵均领航奖学金
孟一霖	优秀科研奖、校长奖学金	周榆杰	优秀学生干部
欧阳玥芸	优秀科研奖、校长奖学金		

其他奖项

陈安南：2024 年度气候研究重大进展（第二完成人）

The Atmospheric Environmental Remote Sensing Society 2024 Annual Meeting, Best Oral

崔琪：Student Oral Presentation Awards of XMAS 2025

崔曲馨：第七届全国中尺度气象学研讨会优秀口头报告奖

董悦明：第 36 届中国气象学会年会优秀墙报

范成一：第二十三届“钟盛标物理教育基金”研究生学术论坛 优胜奖

郭懿萱：北京大学优秀博士论文

李杰峰：第 36 届中国气象学会年会优秀墙报

曲梦：北京大学必和必拓“碳与气候”博士研究生未名学者奖学金

孟祥磊：第二十三届“钟盛标物理教育基金”研究生学术论坛 优秀海报奖、优胜奖

孟一霖：第三届首都高校智力运动会围棋项目团体亚军

苏洪萱：北京大学必和必拓“碳与气候”博士研究生未名学者奖学金

孙悦博：北京大学优秀本科生毕业论文

许睿：2025 年度北京大学融媒体中心学生记者团优秀工作奖

张诗怡：第七届全国中尺度气象会议 最佳报告奖

钟慧茹：The 2nd GEOS-Chem Asia Meeting, Outstanding Student Presentation Awards

第一届未来大气科学论坛优秀报告

第二十三届“钟盛标物理教育基金”研究生学术论坛 三等奖、最佳海报奖

主 编: 赵传峰

副主编: 张霖、杨军、刘美景

编 辑: 刘融



大气与海洋科学系
北京大学物理学院

Department of Atmospheric and Oceanic Sciences
School of Physics



地址: 北京市海淀区成府路 209 号

邮编: 100871

网址: <https://www.atmos.pku.edu.cn/>