



北京大学
PEKING UNIVERSITY



北京大学物理学院 **2021** 年度年报
大气与海洋科学系



CONTENTS 目录

一、本系简介.....	01
二、教职员工.....	02
三、年度亮点.....	09
四、科研进展.....	51
五、科研项目.....	87
六、学术论文.....	91
七、奖励荣誉.....	107
八、学术交流.....	108

大气与海洋科学系简介

北京大学大气与海洋科学系起源于1929年，具有悠久的历史 and 优良的传统。90年来，大批杰出学者先后在此学习、执教，秉承自由、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。本学科共走出20位两院院士、2位国家最高科技奖获得者。

本系是中国高校中唯一的大气科学一级重点学科，第四轮学科评估获A+，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），强调各学科方向的均衡发展。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。

本系全职教师包括杰青2人、优青2人、青年拔尖2人、海外高层次人才7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，致力于建设世界一流的大气与海洋科学学科。近年来，教师人均每年获得科研经费约80万元，人均每年发表SCI论文约5篇。

在职教师（按姓氏排序）

姓名	入职时间	职称	研究领域
丁晶晶	2017.12	行政	负责财务、后勤、离退休
付遵涛	2000.01	教授	非线性大气动力学
胡永云	2004.07	教授	现代气候、古气候、行星气候
金钰佳	2017.12	助教	负责宣传、党务、外事、校友
Koll Daniel	2021.05	助理教授	气候动力学、行星大气与气候
Kuwata Mikinori	2019.08	助理教授	大气化学
李成才	2004.07	副教授	大气辐射与遥感、气溶胶及环境和气候效应
李婧	2015.07	长聘副教授	大气辐射与遥感，气溶胶模拟与观测
李万彪	1995.07	副教授	大气辐射与遥感
李晓东	1993.11	副教授	气候动力学
梁福明	1990.08	讲师	大气边界层与湍流
林金泰	2010.08	长聘副教授 系主任	大气化学、卫星遥感、全球化大气污染，全面负责我系工作，主管学科建设、人事、财务、对外交流和行政后勤等
刘美景	2012.07	工程师 系办公室主任	负责科研、人事、安全
刘晓阳	2001.07	副教授	大气遥感与大气探测

姓名	入职时间	职称	研究领域
刘永岗	2015.01	长聘副教授	古气候、物理海洋、冰川动力学
孟智勇	2008.06	教授	强对流天气的机理、资料同化和可预报性
聂绩	2017.08	助理教授	大气对流、大气动力学、极端天气
沈路路	2021.09	助理教授	大气环境极端事件、卫星遥感和模式开发
王洪庆	1991.06	教授级高工	气象信息科学视算
闻新宇	2009.10	副教授 副系主任	气候变化、模拟，主管教学、本科生、仪器设备和安全等
薛惠文	2006.05	教授	云物理、积云对流模拟
杨军	2016.01	长聘副教授	行星气候、古气候、气候动力
杨爽	2007.07	工程师	负责学生、教学、工会
俞妍	2021.09	助理教授	沙尘、野火、陆气相互作用
张宏昇	1989.08	教授	大气湍流与大气边界层
张霖	2012.07	长聘副教授 副系主任	大气化学、气候-化学相互作用，主管科研、研究生、博士后等
张庆红	1992.07	教授	灾害性天气形成机理及预报
张焱	1993.06	高工	强对流天气和气象数据库管理
赵春生	1996.07	教授	云降水物理学、大气化学
赵强	1997.07	副教授	非线性大气动力学

新入职教师



Daniel Dragomir Benedikt Koll

dkoll@pku.edu.cn

Education and Research Experience

Peking University, Assistant Professor	2021-
Department of Atmospheric and Oceanic Sciences; School of Physics	
MIT, JSMF postdoctoral fellow	2017-2021
Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences	
University of Chicago, Ph.D.	2011-2016
Department of Geophysical Sciences	
University of Chicago, Research Assistant	2010-2011
Department of Geophysical Sciences	
Harvard University, A.B.	2006-2010
Physics major, Philosophy minor	

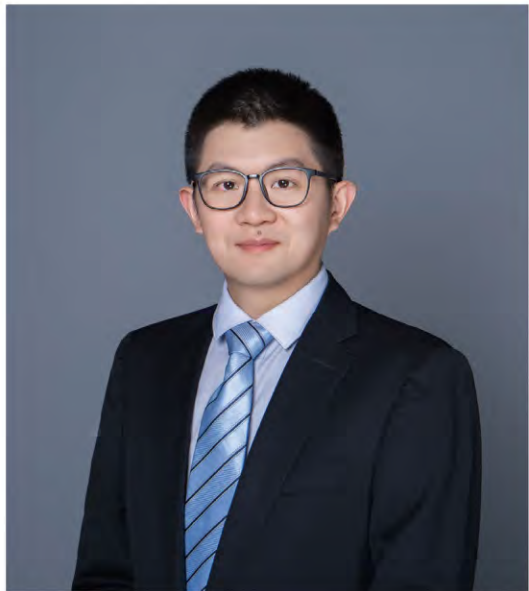
Awards

Peking University Boya Young Fellow.	2021
James S. McDonnell Foundation (JSMF) postdoctoral fellowship.	2017
Outstanding Student Paper, American Geophysical Union.	2016
William Rainey Harper dissertation fellowship, University of Chicago.	2015
Harvard Alex G. Booth fellowship.	2010
Harvard College Research Program fellowship.	2009

Selected Publications

* = at Peking University

1. *Koll, D.D.B., A Scaling Theory for Atmospheric Heat Redistribution on Rocky Exoplanets, in press. arXiv:1907.13145.
2. *Richards, B., D.D.B. Koll, T. Cronin (2021), Seasonal Hysteresis Between Local Outgoing Longwave Radiation and Surface Temperature, Geophysical Research Letters.
3. Koll, D.D.B., M. Malik, M. Mansfield, E. Kempton, E. Kite, D. Abbot, J. Bean (2019), Identifying Candidate Atmospheres on Rocky M-Dwarf Planets via Eclipse Photometry, The Astrophysical Journal.
4. Kreidberg, L., D.D.B. Koll, C. Morley, R. Hu, et al. (2019), Absence of a thick atmosphere on the terrestrial exoplanet LHS 3844b, Nature.
5. Koll, D.D.B. and T. Cronin (2018), Earth's outgoing longwave radiation linear due to H₂O greenhouse effect, Proceedings of the National Academy of Sciences.
6. Koll, D.D.B. and T. Komacek (2018), Atmospheric Circulations of Hot Jupiters as Planetary Heat Engines, The Astrophysical Journal.
7. Koll, D.D.B. and D. Abbot (2016), Temperature Structure and Atmospheric Circulation of Dry, Tidally Locked Rocky Exoplanets, The Astrophysical Journal.
8. Koll, D.D.B. and D. Abbot (2015), Deciphering Thermal Phase Curves of Dry, Tidally Locked Terrestrial planets, The Astrophysical Journal.



沈路路

邮箱: lshen@pku.edu.cn

教育背景

哈佛大学，博士	2017
大气科学	
清华大学，硕士	2012
地学	
北京大学，学士	2010
统计学	
北京大学，学士	2010
环境科学	

工作经历

北京大学，助理教授	2021-
物理学院大气与海洋科学系	
哈佛大学，助理研究员	2020-2021
应用科学与工程学院	
哈佛大学，博士后	2017-2019
应用科学与工程学院	

奖励荣誉

谢义炳青年气象科技奖	2021
留学基金委优秀留学生奖	2017



俞妍

邮箱: yuyan@pku.edu.cn

教育背景

威斯康星大学麦迪逊分校，博士	2017
大气与海洋科学 导师: 刘征宇, Michael Notaro	
威斯康星大学麦迪逊分校，硕士	2016
统计学	
威斯康星大学麦迪逊分校，硕士	2013
环境与资源	
清华大学，学士	2010
环境工程	

工作经历

北京大学，助理教授	2021-
物理学院大气与海洋科学系	
普林斯顿大学，博士后	2019-2021
大气与海洋科学系	
加州大学洛杉矶分校，博士后	2018-2019
地理系	
加州理工大学喷气推进实验室，博士后	2017-2018

奖励荣誉

美国航天航空局博士后奖学金	2016
---------------	------

博士后 (按姓氏排序)

姓 名	进站时间	研究领域	合作导师
包秀娟	2020.07	古气候	胡永云
郭怡鑫	2020.10	大气化学	张 霖
官一洧	2021.10	大气化学	张 霖
韩 函	2020.07	空气污染与气候变化	张 霖
韩 晶 (博雅博士后)	2020.07	古气候	胡永云
魏 强	2021.09	古气候模拟、冰川模拟	胡永云、刘永岗
吴 晟	2021.10	物理海洋学	刘永岗
许俊玮 (博雅博士后)	2021.07	大气化学	林金泰
杨博雷 (博雅博士后)	2021.05	热带对流	聂 绩
张诗妍	2020.07	大尺度经向环流	胡永云
张 旭	2021.07	物理海洋学	刘永岗

我系接受中国气象学会委托共同起草气候变化 国际联合声明

2021年3月23日

每年的3月23日被定为“世界气象日 (World Meteorological Day)”，又称“国际气象日”。今年“世界气象日”的主题为“海洋，我们的气候和天气”。

在今年“世界气象日”来临之际，英国气象协会（牵头）、中国气象学会和美国气象学会共同起草了关于气候变化和应对的国际联合声明，请求、鼓励各国更积极的应对气候变化，减少温室气体排放。该联合声明获得了全球43家气象学会和相关组织的支持。

北京大学物理学院大气与海洋科学系接受中国气象学会委托，与英、美气象学会同仁共同起草了联合声明。

联合声明和英国气象学会起草的新闻稿于北京时间3月23日8点正式发表。



“气象月系列活动”之“世界气象日科普讲座” 圆满完成

2021年3月23日

2021年3月23日晚19:00，世界气象日——“海洋，我们的气候与天气”线上直播活动在北京大学物理学院中508会议室拉开序幕。

本次直播活动邀请到了北京大学物理学院大气与海洋科学系主任、长聘副教授林金泰老师进行开场致辞，北京大学物理学院党委副书记、副教授穆良柱老师带来流体-压强基本物理规律实验，大气与海洋科学系副主任、副教授闻新宇老师，大气与海洋科学系长聘副教授刘永岗老师、助理教授聂绩老师和李婧老师围绕着不同主题为大家带来了丰富多彩的科普讲座。

此次活动以“科普知识+线上直播”的形式，通过抖音、快手、bilibili、微信视频号、百度视频号进行同步直播，观看人数超三十万人，实现了线上、线下同频共振，达到了宣讲传播效应最大化，获得了良好反响。



直播伊始，北京大学物理学院大气与海洋科学系主任、长聘副教授林金泰老师围绕今年世界气象日的主题——“海洋，我们的气候与天气”以及我们为什么关心气候变化问题进行了简单介绍，引入了北京大学大气与海洋科学系举办的自“世界气象日”（3月23日）到“世界地球日”（4月22日）的“科普气象月”系列活动，随后宣布“科普气象月”系列活动正式启动。

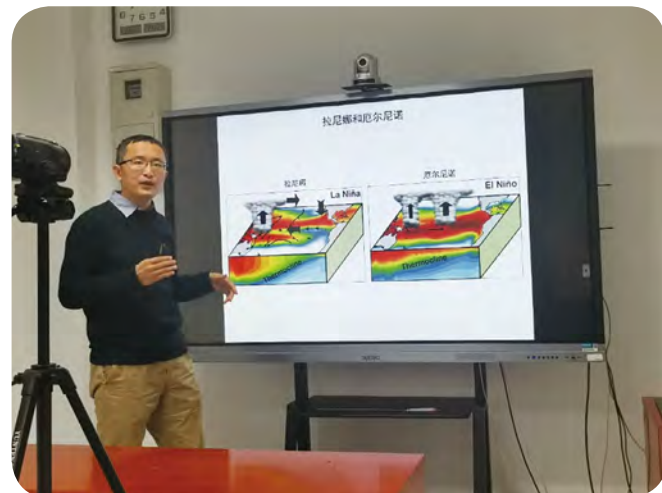


北京大学物理学院党委副书记、副教授穆良柱老师从生活中最常见的乒乓球与吸管开始，引入了气体流速与压强的相关知识，并通过模拟吐烟圈、火龙卷等简单明了并令人兴趣盎然的实验，加深了大家对于气体流速与压强关系的理解。

北京大学物理学院大气与海洋科学系副主任、副教授闻新宇老师使用生活中常见的小苏打、白醋、紫甘蓝汁等物品进行有机溶剂酸化实验，并结合二氧化碳的变化趋势以及真实观测到的珊瑚白化现象，为大家生动形象地展示出了由于气候变化引起的海洋酸化给海洋生态带来的危害。



北京大学物理学院大气与海洋科学系长聘副教授刘永岗老师从自己的家乡切入，使用大量生动直观的图片与视频，给大家科普介绍了厄尔尼诺与拉尼娜现象以及它们对于海洋渔业的影响。强调了全球变暖对气候以及社会的影响，并从古气候的角度讨论了全球变暖可能引起的大西洋经向翻转流变化问题。



北京大学物理学院大气与海洋科学系助理教授聂绩老师从极端天气入手，为大家介绍了气候变化对人类日常生活带来的影响，解释了包括极端高温和低温、强热带气旋、极端降水、强对流天气等极端天气的天气现象和背后的机理，帮助大家了解极端天气背后的奥秘。

北京大学物理学院大气与海洋科学系助理教授李婧老师从宏观走向微观，以生活中常见的雾霾天气引入，为大家解释了气溶胶的来源、分布以及气溶胶对生物和环境的影响，并介绍了人们为了得到气溶胶的全球认识而常用的卫星遥感观测手段以及这一手段的优势、局限和未来展望。



科普讲座结束后，工作人员收集了直播平台中同学们提出的问题，并请各位老师进行解答。问题包括如何获取数据、反演如何进行、全球变暖趋势的可能持续时间等等。



扫码观看回放：



“气象月系列活动”之“低碳‘加速跑’”圆满完成

2021年4月23日

为提高公众参与“碳达峰、碳中和”行动的意识，提升广大师生践行绿色生活方式的力度，北京大学物理学院大气与海洋科学系于2021年4月23日13:00-15:00在北京大学五四操场面向全体在校师生举办“助力碳中和，低碳加速跑”活动。此次活动由北京大学物理学院大气与海洋科学系主办，北京大学体育教研部协办。

活动风采回顾

12:00，迎着春天的微风，工作人员与志愿者们已在北京大学五四操场搭建好报到点等待大家的到来。报名活动的师生陆陆续续到达报名点，也有许多同学积极现场报名参加活动。



图 报名签到

13:00，活动正式开始。北京大学物理学院大气与海洋科学系副主任闻新宇老师进行开幕式致辞，介绍了大气与海洋科学系的发展与使命，阐述了气候对于地球的关键性，强调了“碳中和”行动的重要性，并欢迎大家积极参与本次“加速跑”活动。



图 闻新宇老师致辞

13:30，主持人张璐同学宣布活动开始，姜中景同学带领参加活动的师生进行跑步热身准备活动。



图 姜中景同学带领大家跑前热身

13:40，热身结束后，正式开跑。本次活动基于“绿色地球，低碳生活”的理念，结合“世界地球日”（4月22日）和“世界气象日”（3月23日）的日期，设置跑步里程分别为4.22公里与7.45公里（4.22+3.23）两档，师生使用任意记步软件记录下的里程数超过任意一档即可认为完成活动，能够拿到精美纪念品与一次或两次的抽奖机会。



图 精彩瞬间一



图 精彩瞬间二



图 抽奖活动剪影

最终，来自地球与空间科学学院的曾晖同学抽到了山地自行车，他表示，自己没想到能得到这个锦鲤大奖，非常感谢辛苦的组织者和参与者用实际行动来支持了“碳中和”活动。绿色低碳的生活态度不管是对个人还是对整个社会都有着积极意义。我们祖国在这方面也是下了很大的决心的，计划用十年来缩短西方百年“碳达峰”进程，需要我们每个人都能行动起来，共同努力来建设美好地球。曾晖同学作为北京大学博雅中长跑队的队员，将这份好运捐赠给了队内，希望北大中长跑队在未来创造佳绩。



图 山地车获奖者：曾晖同学（地球与空间科学学院）

15:00，活动结束。共有120余位师生报名参加了本次活动，并有一百余人完成跑步里程。同学们纷纷表示，这样的活动很有意义，不仅能让自己“动起来”，还可以借此机会了解到“碳中和”的重要性。



图 部分同学合影留念

活动总结

实现“碳中和”目标对于国家和每个人而言，都是一场中长跑。此次活动不仅给师生们搭建了一个锻炼身体，拓宽视野的平台，也让大家了解到二氧化碳上升引起的全球变暖和气候变化与我们每个人的生活息息相关。为了健康的地球，也为了健康的自己，我们应积极行动起来，选择绿色生活。

什么是大气本底站？大气科学导论课 带你前往实地研究！

2021年5月15日

活动简介

5月15日，我系李婧老师开设的大气科学导论课迎来了校外参访环节，师生们一同参观了北京上甸子区域大气本底站。

神秘的大气本底站是什么样的呢？接下来，就跟着我们一起去实地探索吧。

走进上甸子区域大气本底站



孟夏草木长，万物竞繁茂。七点刚过的早晨，天空中飞扬着细细雨丝，裹挟着些许凉意，却丝毫没有阻挡同学们参观的热情。7:30大巴车准时从学校出发，朝着密云区方向驶去。

10:00左右师生们抵达北京上甸子区域大气本底站，该观测站自1958年开始进行地面气象观测，观测远离城市、工业的大气背景场，是我国建站最早的区域大气本底站之一。



上甸子本底站观测的气象和大气成分资料能较好地代表我国华北区域气候变化和大气本底特征，其观测项目包括地面气象要素、气溶胶、温室气体等等，目前日常业务观测要素种类达百余种。在气象站工作人员的讲解下，同学们对气象站进行了参观。



此次参观之行不仅向同学们科普了气象知识，加深了同学们对气象观测工作的理解；气象观测工作者在偏远的山区几十年如一日维护着这些观测仪器的正常运转，也让同学们深受感动。

攀登金山岭长城



细雨消散，天空放晴，风景正好。参观之余，师生们攀登了距离不远的金山岭长城。午后，大家乘上大巴车，前往金山岭长城。13:30左右到达长城山脚下，踏上了登山的旅程！



曲折的山道一路向前而后沿山而上，初夏时节，竞相生长的草木在长城的周围铺上了一层碧绿的外衣。大家三五成队，边赏着沿途风景边说笑着趣事，在欢乐的氛围中，大家很快就登上了第一座烽火台。看！风景很不错哟！

登上长城，方知何为开阔——城蜿蜒，盘山踞，气势如虹，震慑天地。远观层峦叠嶂，身侧好友成群，郊游的乐趣正在于此！

爬长城尽兴，大家16:00左右集合返回大巴车，启程回校。本底站参观和游长城活动到此画上圆满的句号。



我系杨军老师应邀参加格致论坛

2021年5月28日

2021年5月28日，由北京大学物理学院主办、大气与海洋科学系承办的北京大学格致论坛（第二讲）在物理学院思源多功能厅举行。北京大学物理学院新体制助理教授杨军应邀作了题为“太阳系外行星及其宜居性”的学术报告。本次论坛由物理学院大气与海洋科学系刘永岗长聘副教授主持。



刘永岗主持

杨军首先介绍了太阳系外行星探测的当前主要成果和主要探测方法，简述了四种常见的系外行星，包括热木星、超级地球（又称迷你海王星或海洋行星）、岩浆行星和岩石行星；着重讲述了视向速度法和凌星法、行星大气成分的探测结果，以及美国国家宇航局詹姆斯·韦伯望远镜等主要国际系外行星探测计划和中国行星探测工程等我国行星探测计划。接着，重点阐明了行星宜居性和宜居带的概念，并围绕红矮星周围的行星重点论述了云、海洋和海冰对行星气候与宜居性的影响，即：云拓宽行星的宜居带，海洋影响海表温度分布和海冰的厚度，海冰流动影响冰的覆盖面积，甚至使得整个行星进入全球冰封的冰雪世界。最后，总结了以上研究成果对挑选宜居行星的决定作用，指出磁场、火山、臭氧层、风化过程等也是行星宜居性的影响因素。



杨军作报告





报告结束后，现场师生就行星大气的成分、形成、行星磁场、生命和海洋的其他形式、生命的存在范围与演化等话题踊跃提问，杨军一一给予了深入浅出的解答。

现场提问交流

北京大学格致论坛是北京大学物理学院发起的面向青年教学科研人员学术交流活动。“格致”体现两重涵义：一是，北京大学物理学科源自京师大学堂格致科；二是，“致知在格物”出自《礼记·大学》，意思是通过探究事物本源而获得知识，其中“格”即探究，“致”即获得。自2010年4月启动以来，论坛围绕学科领域前沿，面向国家重大需求，针对基础科学问题，开展了十余场学术研讨，分享最新研究成果，促进学科交叉融合，培育新兴方向增长点，展现了北大物理人学术无畏、攀登无限的新风貌。

本次论坛线上、线下同步进行。物理学院副院长彭良友教授、徐莉梅教授、孟智勇教授，院长助理李新征研究员等来自校内相关院系的近七十名师生参与现场交流；通过蔻享学术平台观看直播的观众逾3500人次。

我系胡永云教授应邀做客物理学院学术论坛—解读 2021年度诺贝尔物理学奖

2021年10月15日

2021年10月15日，北京大学物理学院学术论坛·诺奖解读专场在北京大学物理西楼思源多功能厅成功举行。我系“博雅”特聘教授、中国气象学会副理事长、北京气象学会理事长胡永云教授应邀以“从全球变暖到复杂物理系统”为题，对2021年度诺贝尔物理学奖做了专业解读。本期论坛由物理学院副院长、北京物理学会秘书长曹庆宏教授主持。



曹庆宏教授主持

胡永云首先指出，两位气候学家获奖凸显了物理学奖委员会（Nobel Committee for Physics）对运用物理理论解决复杂现实问题，尤其是气候环境问题的高度重视。全球变暖问题之所以日益引发关注，不仅在于气候变暖这一观测事实，更深层的含义在于：人类

活动是导致全球变暖的主要原因，而全球变暖将危害人类的生存环境。随后，他梳理了全球变暖问题近二百年的科学简史，以及傅里叶（Baron Jean Baptiste Joseph Fourier）、丁铎尔（John Tyndall）、阿伦尼乌斯（Svante August Arrhenius）、施瓦茨（Melvin Schwartz）、钱德拉塞卡（Subrahmanyan Chandrasekhar）等科学家为人类对于全球变暖建立科学认知所做的一系列重要贡献；阐述了人为原因导致地球增温这一定论有着坚实的科学基础；重点介绍了真锅淑郎（Syukuro Manabe）教授和克劳斯·哈塞尔曼（Klaus Hasselmann）教授在量化气候变率、建立可靠的预测全球变暖气候模型、检测和归因人类活动造成全球变暖的“指纹印记”方面所做出的开创性贡献，以及他们的学术生涯。最后，结合我国“碳达峰、碳中和”发展战略，讲解了全球变暖对世界、我国气候环境所产生的显著影响和极端灾害性天气气候事件等可能的危害。



胡永云教授解读

报告结束后，现场师生纷纷提问，例如：为什么温室气体多是三原子分子是温室气体？气相分子是如何吸收光谱的？气候系统模式是如何预测气候和预估气候变化的？如何实施光伏治沙减排和生态治沙增汇？胡永云一一给予了深入浅出的解答。

本期论坛得到北京物理学会、北京气象学会、北京大学图书馆协同服务中心大力支持，线上、线下同步进行。物理学院副院长彭良友教授、孟智勇教授和来自校内相关院系的近百名师生参与现场交流，通过蔻享学术平台观看直播的观众逾5000人次。



大气探测原理课，带你参观北京市观象台！

2021年10月20日

2021年10月20日，我系刘晓阳老师开设的《大气探测原理》课程组织参观了北京市观象台，同学们看到了课堂上介绍的各种大气探测仪器并且观看了探空气球放飞过程。



北京市观象台，是有着数百年历史的国家基本气象站，也是北京地区气象观测站中唯一一个参加全球常规气象资料交换的台站，在全国气象站网系列和天气图上看似平凡的“54511”就是北京市观象台是台站代码。因地处南郊，又被称为“南郊观象台”，凭借近300年的观测记录，它已成为世界气象组织认证的百年气象站中全球观测时间最长的气象站。

参观室外气象观测场

北京市观象台的前身可追溯到明正统七年（1442年），即建在北京建国门泡子河

畔的古观象台，之后历经几百年的历史，自1978年正式成立以来，北京市观象台的现代化、自动化程度大大提高。观测场地内有40余件覆盖温度、湿度、蒸发量、降水量、日照、辐射等16种近地面气象要素的观测设别，绝大部分已经实现自动观测与传输；风廓线雷达、S波段多普勒雷达、L波段探空雷达等先进设备共同构成了立体气象观测。占地65亩的室内外科普基地，成为北京市气象局每年在世界气象日面向公众开展活动的“主战场”，最多时一天曾经接待5000多名参观者。



北京市观象台还有另一个“称呼”——北京市气象探测中心。经过工作职能整合，它成为了重大活动现场气象保障服务的“主力军”之一，庆祝新中国成立70周年活动、北京世园会、“一带一路”国际合作高峰论坛、建党一百周年等重大活动及演练的现场都北京市观象台工作人员的身影。当前，北京市观象台组建了2022年北京冬奥气象探测服务保障团队，肩负起冬奥赛事气象探测服务保障的重任。

据工作人员介绍，在建党一百周年庆祝活动中，观象台经行了观众席温湿舒适度测试，上图为参与测试的椅子和仪器。



参观值班厅——综合监控平台

随后工作人员带领大家参观了他们平时的值班厅，即综合监控平台，这里可以看到室外各种仪器得到的数据经过图形化处理的结果，超多大屏幕颇具科技感。



参观综合监控平台

观看气球放飞



夜幕降临，工作人员开始准备放探空气球，首先需要在值班厅对探空仪进行调试，工作人员向大家介绍探空仪基测箱和探空仪内部结构。



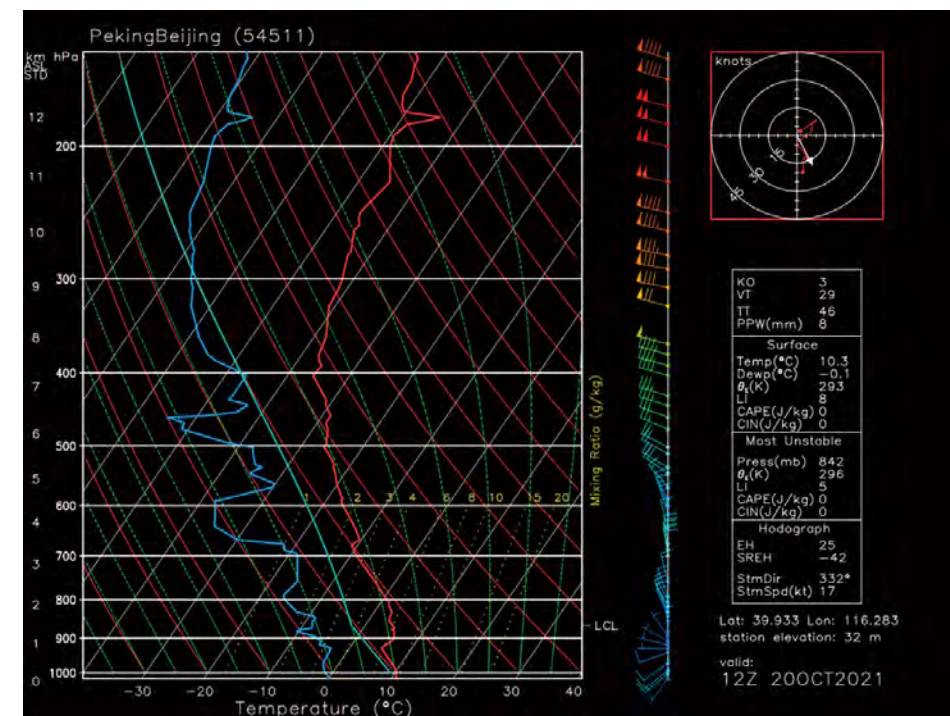
参观值班厅



之后到充气室给气球充气至直径2.5米，进行一系列调整和准备工作以后，于19:15分准时放飞气球。



气球携带探空仪进行大气温湿风压的垂直结构探测，地面通过天线接收探空仪返回的数据，计算机上可以得到实时的大气温湿廓线，工作人员需要密切注意得到的数据，判断数据是否正常，做好信号追踪工作，信号丢失无法找回时还需要准备重新放探空气球，保证晚上八点能准时发布数据。



发布的探空图

(来自: <https://meteologix.com/cn/radiosonde-values>)

随着气球迅速升空，本次参观活动也圆满结束，大家回到大巴车，启程返校。



我系张霖研究员与合作者在全球农业氨氮的PM_{2.5}健康效应研究方面取得重要进展

2021年11月5日

北京大学物理学院大气与海洋科学系张霖研究员与浙江大学谷保静研究员、英国生态水文中心Mark Sutton教授等合作，在全球氮排放的大气环境和健康效应研究方面取得重要进展。联合研究团队提出N-share（氮贡献率）指标，用以量化全球不同国家与地区氮排放对PM_{2.5}健康效应的贡献率及氮减排成本，并指出控制农业氨排放对全球PM_{2.5}污染治理更具有成本效益。相关成果2021年11月5日发表于《科学》。

PM_{2.5}（空气动力学粒径小于2.5 μm的颗粒物）是一种主要的大气污染物，严重危害人体健康。世界卫生组织估算全球PM_{2.5}污染每年造成数百万人过早死亡（指死亡年龄低于预期寿命），成为诸多国家亟需解决的重大环境问题。活性氮（Reactive nitrogen; Nr）排放，包括氨氮（NH₃）和氮氧化物（NO_x），是造成大气PM_{2.5}污染的重要排放来源，它们与二氧化硫（SO₂）一起在大气中通过化学转换导致PM_{2.5}中二次无机盐形成。由于各国家与地区在氮排放、大气化学、人口密度、经济发展、生活水平等方面的特征差异，很难在全球范围内系统地量化氨氮和氮氧化物排放对PM_{2.5}污染产生的健康效应和减排成本。因此，亟需一种通用的方法来比较不同国家与地区氮排放造成的健康影响，为全球PM_{2.5}污染治理提供科学依据。

北京大学物理学院大气与海洋科学系张霖研究员与浙江大学谷保静研究员、英国生态水文中心Mark Sutton教授等开展合作研究，提出N-share（氮贡献率）指标，在全球尺度上表征氮排放对PM_{2.5}空气污染及其健康效应的分摊贡献。N-share与氮素在PM_{2.5}中的质量占比不同，其含义是考虑对PM_{2.5}二次无机盐形成的综合影响，通过在大气化学数值模型中关闭氨氮和氮氧化物排放但保留其他污染物（如SO₂）排放来计算得到。

联合研究团队利用多个全球三维大气化学数值模型（EMEP-WRF、TM5-FASST、GEOS-Chem），量化了全球不同国家与地区氮排放对PM_{2.5}空气污染及其健康效应的贡献率，并进一步耦合综合评价模型（GAINS），评估了全球通过控制氮排放来减轻PM_{2.5}污染健康风险的经济成本与收益。研究发现，全球PM_{2.5}污染的N-share从1990到2013

年有整体增加，而区域差异很大（图1）：亚洲、南美和南非地区显著增加，欧洲显著降低；全球多数国家与地区中氨氮排放对PM_{2.5}污染的贡献率比氮氧化物排放贡献更大，表明PM_{2.5}中二次无机盐形成受氨氮限制更强。1990—2013年间，全球氨氮的PM_{2.5}贡献率从25%增加到32%，而氮氧化物贡献率从17%增加到28%；氮贡献率的增加与其排放总量增加，而另一前体物SO₂排放量减少的趋势吻合。总氮排放的N-share远小于氨氮和氮氧化物单独的N-share之和（图1）体现出两者在二次PM_{2.5}形成过程中的相互作用。

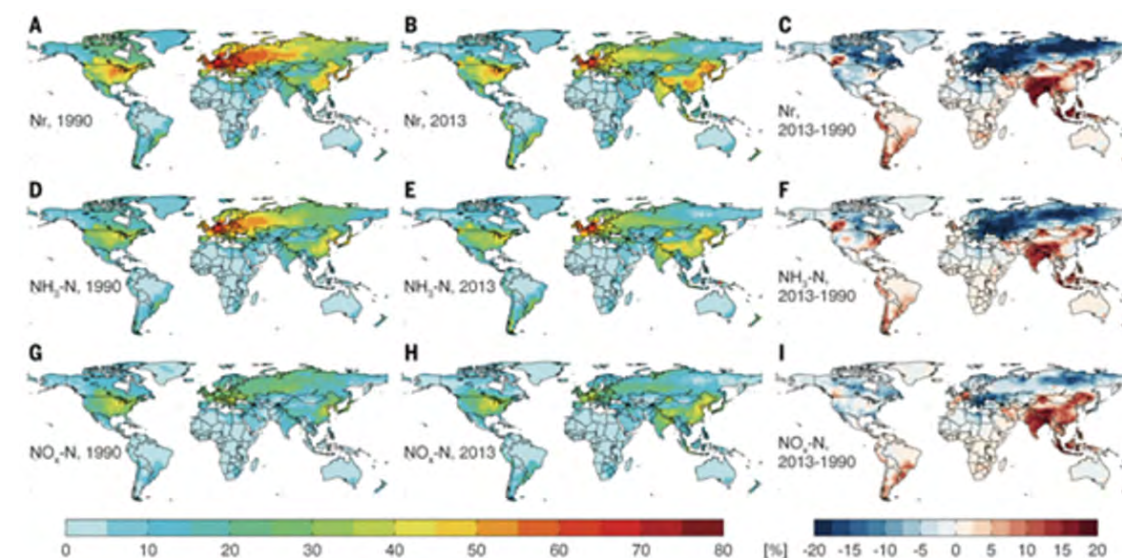


图1 1990—2013年氮排放对全球PM_{2.5}空气污染的贡献百分率：A~C. 活性氮（Nr）排放的PM_{2.5} N-share及期间改变值；D~F. 氨氮（NH₃）排放的PM_{2.5} N-share及期间改变值；G~I. 氮氧化物（NO_x）排放的PM_{2.5} N-share及期间改变值

联合研究团队采用了生命年损失（years of life lost; YLL）指标来评估PM_{2.5}污染对人类过早死亡的影响。结果表明，全球氮排放引起的PM_{2.5}污染导致人类总YLL从1990年的1950万年增加到2013年的2330万年。结合各国家与地区经济发展情况，这相当于造成了1990年约2610亿美元和2013年4200亿美元的健康损失。因此，降低氮排放及其导致的PM_{2.5}污染能带来巨大的健康效益。研究估算，减少全球氨氮排放的平均成本为1.5美元/千克氮，远低于其减排所带来的约6.9美元/千克氮的健康收益；相比之下，氮氧化物减排的平均成本为16美元/千克氮，远高于其约7.3美元/千克氮的收益。控制氨氮的成本收益率相较控制氮氧化物更高，其中北美地区在控制氨氮排放的成本收益率最大，其次是欧洲和亚洲（图2）。尽管目前氮氧化物减排的实施成本超过其PM_{2.5}健康收益，但减少氮氧化物排放还可带来减轻臭氧污染、优化生态系统氮循环等其他好处。

研究指出了全球控制氨排放对减轻PM_{2.5}污染的高社会收益。氮氧化物排放主要来自交通、工业等行业中的化石燃料燃烧过程。全球许多国家和地区，尤其是美国、欧洲

等发达地区，已经长期采取氮氧化物减排措施，使得进一步减排氮氧化物的边际成本加大。然而，氨排放主要来自农业活动，其排放尚未有效控制，减排成本也相对低廉，例如优化氮肥施用不仅可以减少氨排放，还可以降低氮肥使用量，从而节约减排成本。因此，在现有氮氧化物排放控制的基础上，加大对氨排放的控制，有助于全球PM_{2.5}空气质量的持续改善。

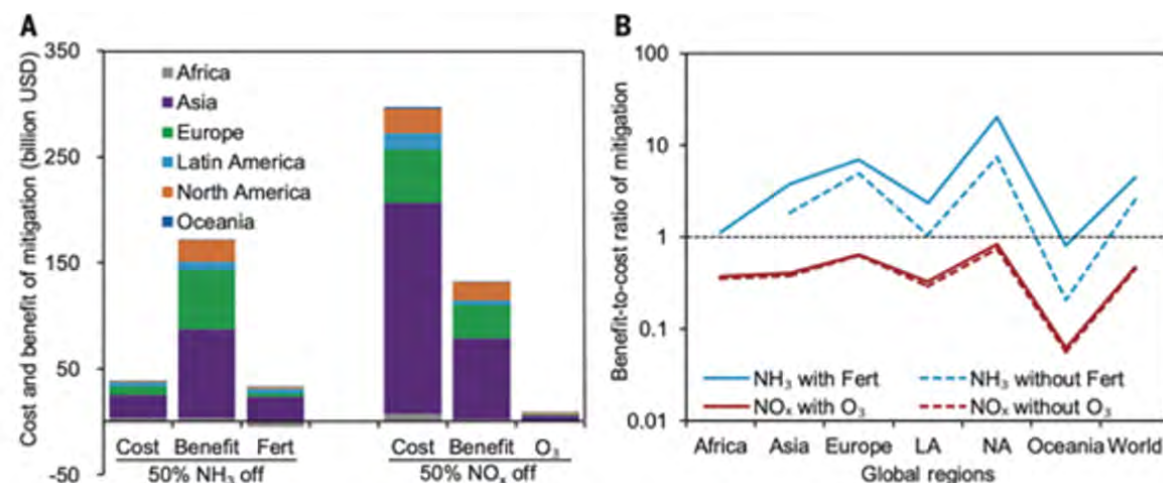


图2 全球各大区域氨氮和氮氧化物减排50%的成本和收益：A. 氨氮减排收益包含PM_{2.5}污染减轻的健康效益以及减小氮肥施用量（Fert）的经济节约，氮氧化物减排收益包含PM_{2.5}和臭氧（O₃）污染减轻带来的健康效益；B. 氨减排收益与成本的比值（高于“1”表示减排收益高于成本）

相关研究成果以“控制氨比控制氮氧化物对减轻PM_{2.5}空气污染更具有成本效益”（Abating ammonia is more cost-effective than nitrogen oxides for mitigating PM_{2.5} air pollution）为题，2021年11月5日发表于《科学》（Science）；谷保静（第一作者）、张霖（第二作者）、Mark Sutton为共同通讯作者，北京大学物理学院2020届博士毕业生陈优帆参与了该项研究。同期“视点”（Perspective）专栏配发了荷兰莱顿大学Jan Willem Erisman教授题为“氨如何供养及污染世界”（How ammonia feeds and pollutes the world）的评论文章。

上述研究工作得到国家自然科学基金等资助和联合国环境署氮素管理系统（INMS）工作组的技术支持；其他合作者包括来自欧盟委员会联合研究中心、荷兰环境评估署、澳大利亚墨尔本大学、北京航空航天大学、奥地利国际应用系统分析研究所、挪威公共卫生研究院等国内外高校和机构的研究人员。

论文原文链接：<https://www.science.org/doi/10.1126/science.abf8623>

评论文章链接：<https://www.science.org/doi/10.1126/science.abm3492>

2021年“谢义炳青年气象科技奖”颁奖仪式顺利举办

2021年11月10日

活动简介

2021年度“谢义炳青年科技奖”颁奖仪式于2021年11月10日下午在北京大学物理学院思源多功能厅顺利举办。

中国科学院院士、大气物理学家吕达仁先生，我系校友、谢义炳先生的女儿北京市气象局谢庄研究员，北京大学物理学院大气与海洋科学系胡永云教授、黄嘉佑教授、刘式达教授、毛节泰教授，来自各气象类院校和科研单位的获奖人员以及大气与海洋科学系的部分师生参加了颁奖典礼。

颁奖仪式

颁奖仪式由胡永云教授主持。毛节泰教授就今年谢义炳青年气象科技奖的评审情况作了简要介绍，并宣布了获奖人名单。六位获奖者分别为：何超（暨南大学）、胡帅（国防科技大学）、胡晓明（中山大学）、沈路路（北京大学）、王勇（清华大学）、周震强（复旦大学）。



胡永云教授主持颁奖仪式



毛节泰教授宣布评选结果

谢庄女士介绍了谢义炳奖基金的来源和特点、设立的初衷和意义以及谢义炳先生生前的梦想-东方气象学派。胡永云教授介绍了谢义炳先生对大气与海洋科学系建设与发展的贡献。仪式上播放了回顾谢义炳先生生平的短片。



谢庄女士致辞

获奖者报告

观看完谢义炳先生的生平短片后，六位获奖人分别作了简短的学术报告，分别介绍了他们各自的科研经历和主要科研成果。

何超介绍了副热带高压和夏季风对全球变暖的纬向非均匀相应机制，阐明了全球夏季副热带高压核心区和东亚夏季风随全球变暖的变化情况，简单修正了在变暖气候背景下检测西太平洋副热带高压的方案，解释了全球变暖导致EASM环流增强的机制。



何超（暨南大学）



胡晓明（中山大学）

沈路路研究关注全球气候变化背景下的大气环境中的极端空气污染事件以及温室气体排放事件，揭示了海水温度和海冰对空气质量的影响机制，开发了混合极值模型，更好的模拟得出人为气候变暖对极端污染的影响，提出控制油气田甲烷的排放是最经济可行的，阐明了全球气候变化和气候变率对重污染事件的影响机制，并结合卫星数据定量了极端温室气体排放事件。



沈路路（北京大学）



王勇（清华大学）

周震强揭示了印度洋本身的海气耦合模态影响我国夏季梅雨的物理机制，提出印度洋偶极子是内部模态，为理解东亚夏季风的变异机理和季风预测提供了新视角。

胡帅因单位防疫要求，做了线上报告。主要研究大气光学与大气辐射，开发了大气辐射传输模式，解决了Mie散射区间的求解难度较大的问题，自主研制了基于时域伪谱法（PSTD）以及进一步的时域多分辨技术（MRTD）的大气非球形粒子散射模型，提出了

王勇改进了全球气候模式云和降水的模拟，研发出冰晶异质核化、随机对流等参数化方案，改进了云和降水模拟，解决了在模拟中小雨太多大雨不足的问题，揭示了小雨主导气溶胶长期湿清除过程。进行了次网格陆气通量交换参数化，可以更好地解决中国夏季降水问题。

多尺度离子散射参数平均方案、不变嵌入迭代T矩阵法的对称性理论，对于非球形粒子的光散射计算取得了重要创新成果。



周震强（复旦大学）

胡帅（国防信息工程大学）

尾声

报告结束后，举行了颁奖仪式。各位老前辈、教授为获奖者颁奖并合影留念。胡永云教授再次对获奖人表示祝贺并希望他们在各自的岗位上做出更优异的科研成果。



颁奖嘉宾和获奖者合影

自左而右分别为：胡永云、毛节泰、沈路路、谢 庄、胡晓明、吕达仁、何 超、黄嘉佑、周震强、刘式达、王 勇、金钰佳

“谢义炳青年气象科技奖”是为纪念已故的我国著名气象学家、北京大学大气与海洋系教授谢义炳院士（1917-1995）而设立的。奖项最初由谢义炳先生生前捐赠的资金用于资助北大大气与海洋科学系的贫困学生。后来，谢义炳先生的学生、亲属和生前好友不断捐赠资金，成立了“谢义炳青年气象科技奖”基金会（由北大教育基金会管理）。2008年至今，获奖者共86人。

⊙2008年，我系决定将其更改为奖励在大气科学领域做出优异成果的青年学者（35岁以下）。

⊙2010年，我系将奖励领域扩展到海洋科学领域。

⊙2019年，我系决定不再为我系博士研究生保留一个名额，希望谢义炳青年气象科技奖成为一个奖励全国范围的大气、海洋和行星科学领域的青年科学奖项，并将把奖项扩展到港、澳、台地区。



“2021国际环境研究大会——中国走向碳中和可持续发展的进程”成功举办

2021年11月14日

2021年11月13日至11月14日，“2021国际环境研究大会卫星会议”成功举办。会议以“中国走向碳中和可持续发展的进程”为主题，围绕气候变化的影响、地球系统的相互作用、生物地球化学循环、区间联系以及中国实现碳中和的潜在途径进行深入交流与讨论。



本次会议由中国科学技术协会、浙江省人民政府指导，IOP英国物理学会出版社、浙江省科学技术协会及温州市人民政府联合主办，温州市科学技术协会承办。本次会议得到环球网等媒体的报道。其也是WYSS世界青年科学家峰会的重要组成部分。该峰会得到新闻联播的报道。

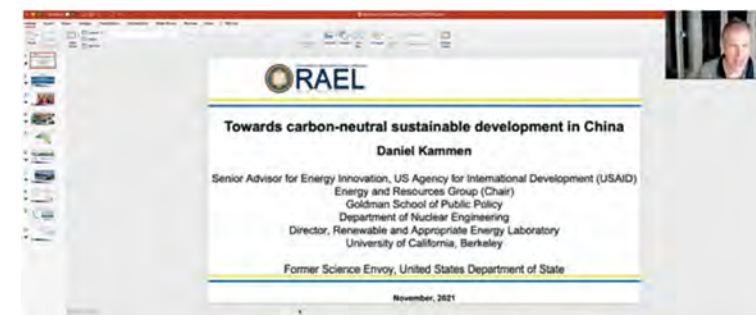


央视《新闻联播》报道“WYSS世界青年科学家峰会”

我系主任林金泰担任大会主席并主持开幕式和大会报告。因受疫情影响，会议采取线上方式进行，通过特邀报告、主旨报告的形式，展示学术成果，促进学术交流。两天的会议共开展七个专题报告会和两个精彩的大会报告。会议有近500人注册参会，超12000人次参与会议直播和交流。



我系主任林金泰担任大会主席并主持会议



2007年“诺贝尔和平奖”获得者丹尼尔·科曼（Daniel Kammen）致开幕辞

2007年“诺贝尔和平奖”获得者、美国加州大学伯克利分校教授丹尼尔·科曼（Daniel Kammen）出席了开幕式并致辞，对本次会议的开展寄予了深厚的期望。

英国物理学会出版社副总监蒂姆·史密斯（Tim Smith）致开幕辞并对各位专家学者的参与表示热烈的欢迎。



英国物理学会出版社副总监蒂姆·史密斯（Tim Smith）致开幕辞

在大会报告环节，中国科学院院士、北京大学陶澍教授作了题为《中国城市生活能源转型的环境与健康效应》的报告并解答了现场听众提出的问题。陶院士在报告过程中，介绍了其研究组长期以来关于中国居民能源使用及相关排放和健康影响问题的探索，特别分享了其近期关于中国城市发展背景下居民源排放和健康效应时空变化和驱动机制的研究成果。



北京大学陶澍院士作题为《中国城市生活能源转型的环境与健康效应》的报告

北京大学环境科学与工程学院院长朱彤教授作了题为《空气污染与气候变化的健康效应》的报告。他从空气污染、气候变化和公众健康相互联系的角度，探讨了以健康效应为核心的中国环境研究、政策影响、挑战和未来展望，论述了多学科研究助力解决碳中和背景下中国环境问题的重要价值。



北京大学朱彤教授作题为《空气污染与气候变化的健康效应》的报告

在七个专题报告会环节中，共有六十多位来自北京大学、清华大学、复旦大学等知名重点高校和中国科学院、中国气象局等相关领域科研机构的专家学者们，七个专题的主题分别为：《气候变化临界点、极端天气和气候灾难》《地球系统组成部分的变化和相互作用》《温室气体的生物地球化学循环及其管理》《区域间和部门间的环境关系及其协同》《环境大数据：观测、模拟和同化》《气候和环境治理中的协同效益和权衡问题》和《实现碳中和的社会经济能源路径》。在每个专题中，各个专家的报告环节均由主题报告和互动问答组成，专家教授与听众们通过相互交流，共同探讨环境研究前沿热点问题。

作为2021世界青年科学家峰会的重点活动之一，2021国际环境研究大会卫星会议召集了多领域多学科的青年人才，聚焦国际前沿环境热题，响应了峰会“汇聚天下英才 共创美好未来”的主旋律，为世界人才会谈提供良好的平台。

同时，本次会议也是“2021国际环境研究大会”（英文简称“ER2021”）的一项特别卫星活动，而在2021年11月15日-11月19日即将召开的“2021国际环境研究大会”的线上大会，将是一个面向国际社会的免费在线会议，它汇集了领先的环境科学家和有影响力的人士，分享知识并应对与环境可持续性有关的等各种重要全球挑战。作为在全世界努力为符合联合国可持续发展目标寻找解决方案的关键时刻举行的国际学术研讨会议，“2021国际环境研究大会”是继COP26（第26届联合国气候变化大会）之后举行的重大国际科学活动之一，将为世界领导人、科学家交流和分享提供良好的平台。



【人物分享 D. Koll & M. Kuwata】教师经验分享交流会

2021年12月20日

2021年12月20日，蔚蓝空间邀请了北京大学物理学院大气与海洋科学系两位优秀的青年外籍教师Daniel Koll与Mikinori Kuwata，给大家分享科研经历，提供科研生活建议，帮助同学们答疑解惑。

首先，Daniel老师为同学们分享了两个话题：（1）How do I become a scientist?（2）Three ideas for how to think about research & your PHD.

就如何成为一个科研工作者，Daniel老师向同学们介绍了自己的不太寻常的人生成长经历。Daniel老师经历过丰富的探索与实践，曾尝试过研究河流生态学，也曾走上丝绸之路探索新的文化，自己开发过APP，做过冰雪地球相关的研究。在经历了很多之后，他才真正把自己的兴趣锁定在了气候动力学上。现在他来到了中国，开始新的人生之旅。

Daniel老师对博士生给出了三条很中肯的建议：（1）try to explore outside your comfort zone: 要敢于去挑战新的东西，跳出思维定势，真正地去思考自己适合什么，自己可以怎样更好地提升自己，去培养自己的growth mindset;（2）you are part of a web, not a pyramid:（我们需要转变观念，我们不是处于金字塔的底端，也不是在一层一层走到金字塔的顶端，而是一张网络中的一环。我们与导师、与师兄师姐、其他老师、同学、朋友，都是这张网络上的重要组成。我们要多向他们求教和交流，同样的，我们也要乐于伸出援手。在这样的网络里，我们会与同事建立合作关系，博士期间建立这样的科研关系对今后科研的发展是很重要的；（3）think about how you invest your time and attention: 我们要思考如何分配自己的精力和时间，太简单的工作不利于我们的成长，而太困难的工作又会给我们挫败感，我们需要去寻找一个平衡。



接着，Mikinori老师介绍了自己在日本、美国、新加坡以及中国学习工作的经历。Mikinori老师讲到本科的学习对自己从学生转变为研究人员给予了极大的帮助。在他的博士期间，学生需要有很大的自主性，需要对自己的研究负责。在博士期间，Mikinori老师参加了很多国际交流和国际会议，拓展了国际视野。

此外，Mikinori老师还讲述了自己曾在哈佛、新加坡以及在中国的感受，这些分享让同学们感受到文化的碰撞。Mikinori在分享的最后，同样给大家三条建议：（1）Be confident about your potential: 要有自信，相信自己的潜力；（2）Develop a global perspective: 要培养自己的国际视野，多与同行交流，增加合作，这样可以更好地进步；（3）Try to be better than your advisers (青出于蓝)。



老师们精彩风趣的分享让大家受益匪浅，也引发了大家的思考。分享结束后，大家对两位老师的经历也非常感兴趣，针对他们的学术经历以及人生经历，也提出了许多有趣的问题，比如如何选择博后，博士期间的出国交流是否必要，如何选择一个适合自己的研究课题，如何找到自己的研究兴趣等问题。老师们细心解答了大家的疑惑。他们表示，博士后的选择应该主要考虑自己的兴趣以及研究方向；博士期间的国际视野很重要，这既可以让自己感受不同的思想不同的文化，也是让自己更好地融入学术界。

我系参加物理学院教职工大会

2021年12月24日

2021年12月24日，北京大学物理学院2021年度教职工大会在物理西楼思源多功能厅举办。大会分为全体会议和联谊活动两部分。全体会议部分由北京大学物理学院副院长、我系孟智勇教授主持。



我系孟智勇教授主持院教职工大会

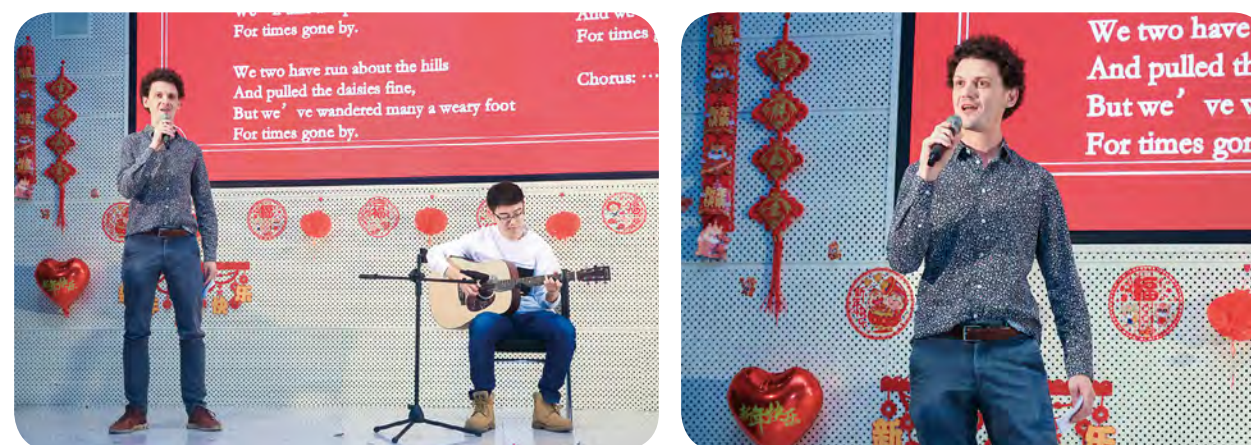
联谊部分由各系、所、中心、学院行政团队和首佳物业团队带来共十四个节目，其中，我系也积极参与了三个节目的表演。整体的联谊与表演，增进了大家的交流与了解，展现了教职工朝气蓬勃、昂扬向上的精神面貌，营造了轻松和谐、快乐祥和的浓厚氛围。

其中，我系胡永云教授带来男声独唱《在那遥远的地方》，高亢激昂的唱腔深受大家喜爱，赢得了全场阵阵掌声。



我系胡永云教授独唱《在那遥远的地方》

我系今年新入职的助理教授Daniel Koll和理论物理研究所的博士后共同表演的吉他弹唱《Auld Lang Syne》令人耳目一新，秀出了高超的琴技和动人的歌唱。



我系Daniel Koll助理教授独唱《Auld Lang Syne》

我系17位教职工倾力演绎的群体合唱《共筑中国梦》，大家用歌声汇聚力量，用诵读抒发情怀，伴随着欢快曲调和振奋人心的表演将联谊会推向了高潮，慷慨激昂、鼓舞人心。承载着我系难忘瞬间的画面一幅幅的呈现在大屏幕上，赢得了感动。

2021年，中国共产党成立一百周年，注定意义非凡。我们一起携手并肩，朝着第二个百年目标，向着中华民族伟大复兴坚定迈进。



我系群体合唱《共筑中国梦》

The Relationship between Molecular Size and Polarity of Atmospheric Organic Aerosol and Its Implications for Volatility and Light Absorption Properties



Mikinori Kuwata

Organic matter (OM) dominates fine mode aerosol particles. OM is important for both the environment and climate. For instance, OM contributes to cloud formation process following water uptake. OM influences atmospheric radiation by absorbing and scattering the solar radiation. OM in urban area impacts human health.

OM is a complex mixture of numerous organic compounds. Physical and chemical properties of

organic compounds in OM are highly variable. For instance, some compounds are solely composed of carbon and hydrogen, while some species are highly oxygenated. Molecular weight (MW) ranges from 60 (acetic acid) to macromolecules (MW > 1000). A part of OM is soluble in water (water-soluble OM: WSOM), while rest is insoluble (water-insoluble OM: WIOM). A portion of OM is semi-volatile, meaning that they are in equilibrium in between particle and gas phases. Another portion of OM is essentially non-volatile, dominantly resides in particle phase. A part of OM absorbs visible light (Brown carbon), while some of them only scatter the solar radiation. However, the inter-relationships among these properties have not been evaluated.

We developed a theoretical idea to connect MW, polarity, volatility, and water-solubility for resolving this issue (Figure 1). Relatively small (MW < 200) compounds could have sufficiently low volatility only when they are highly oxygenated/polar. Non-polar compounds such as alkanes would not be able to partition to particle phase for the range of MW. As highly polar chemical species are highly soluble in water, MW for WSOM is expected to be relatively

small. On the other hand, non-oxygenated compounds may partition to particle phase when the value of MW is sufficiently large ($MW > 300$). These chemical species are expected to be insoluble in water.

The idea has been experimentally validated by analyzing ambient filter samples collected in Singapore. Following sample collection, the filters were extracted by water for obtaining WSOM (A0). Highly polar fraction of A0 was segregated using the 1-octanol-water partitioning method. The fraction was called as A1. Water-insoluble/methanol soluble fraction of OM (WISM-MS) was also extracted. The extracted samples were measured using an atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometer (APCI-MS). Optical properties of extracted solutions were also measured using the ultraviolet-visible (UV-Vis) spectrometry.

Figure 2 summarizes the APCI mass spectra for A0, A1, and WISM-MS. Most of ions quantified for A0 resides in the range of $m/z < 400$, while that for WISM-MS widely distributes for $200 < m/z < 800$. The average value of m/z for A1 was smaller than that for A0, demonstrating that highly polar fraction is rich in OM with smaller values of MW. The result is consistent with the theoretical idea (Figure 1). UV-Vis data suggested that highly soluble fraction of OM is not likely an important contributor for light absorption, while less polar species can absorb visible light. Less polar species can have more complex chemical structure due to the predominant existence of larger MW species. It is likely that MW, polarity, volatility, and optical properties of atmospheric OM is interrelated.

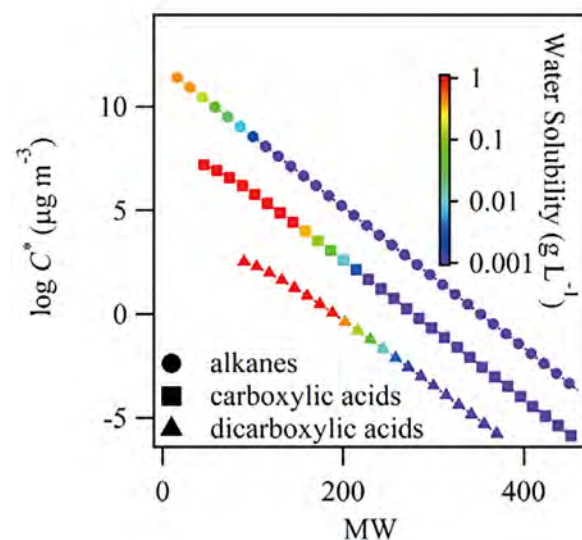


Figure 1

Saturation vapor pressure (C^*) of alkanes, mono- and di-carboxylic acids plotted as a function of molecular weight (MW). The data points are color-coded by water-solubility.

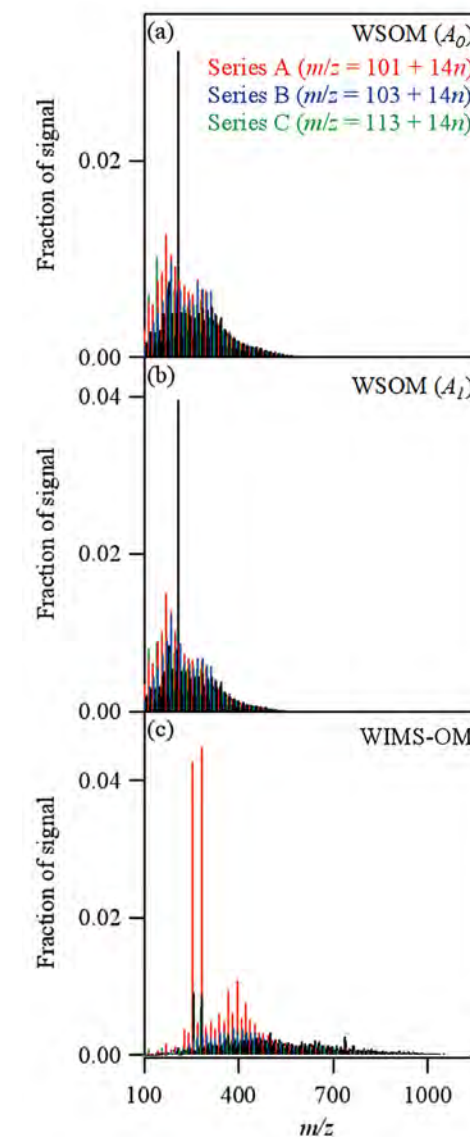


Figure 2

Normalized average APCI-MS mass spectra for (a) A0, (b) A1 and (c) WISM-OM. Ions for series A, B, and C are colored by red, blue, and green, respectively.

Reference

Liudongqing Yang, Sri Hapsari Budisulistiorini, Guorong Chen, Xianfeng Wang, and Mikiyori Kuwata (2021) The Relationship between Molecular Size and Polarity of Atmospheric Organic Aerosol in Singapore and Its Implications for Volatility and Light Absorption Properties, ACS Earth Space Chem., 5, 11, 3182–3196

MJO的年代际变化及其与西太平洋海洋增暖的关系 A Secular Shift of the Madden-Julian Oscillation and Its Relation to Western Pacific Ocean Warming



付遵涛
Zuntao Fu

MJO的活动影响着全球的地表天气和气候，因此，研究MJO在全球变暖背景下的状态变化具有重要的意义。这项研究通过分析观测数据中大气开尔文波与MJO的相位关系，发现MJO在2000年后出现了持续的相位偏移。MJO的这一变化在空间模态上具体表现为：2000年后在海洋性大陆和西太平洋区域出现了更多的MJO对流信号和更强的大气开尔文波，并且

MJO对流信号在该区域呈现出了向东扩张的变化趋势。该工作进一步针对海表温度、MJO对流信号、大气开尔文波间的关系进行了探究，发现近年来热带西太平洋地区海表温度的变暖趋势是导致该区域MJO变化的一个重要因素。这一研究结果加深了对近期建模和观测研究中MJO变化的认识和理解，也证实了近年来MJO的活动具有增强的变化趋势。

In the context of global warming, understanding changes in the Madden-Julian Oscillation (MJO) is of great importance, because of its worldwide impact on surface weather and climate. By analyzing the temporal evolution of the phase relationship between Kelvin waves and the MJO, we find a secular phase shift of the MJO after year 2000, at which the MJO exhibits an eastward extension over the Maritime Continent and the Western Pacific Ocean. Further, we examine the influence of sea surface temperature (SST) variations on the anomalous convection and Kelvin waves, and demonstrate that the recent warming trend of the Western Pacific SST is a factor causing the changes of the MJO over this region. The results deepen our understanding of recent modeling and observational studies about the

changes of the MJO and confirm the enhanced activity of the MJO over the past few decades.

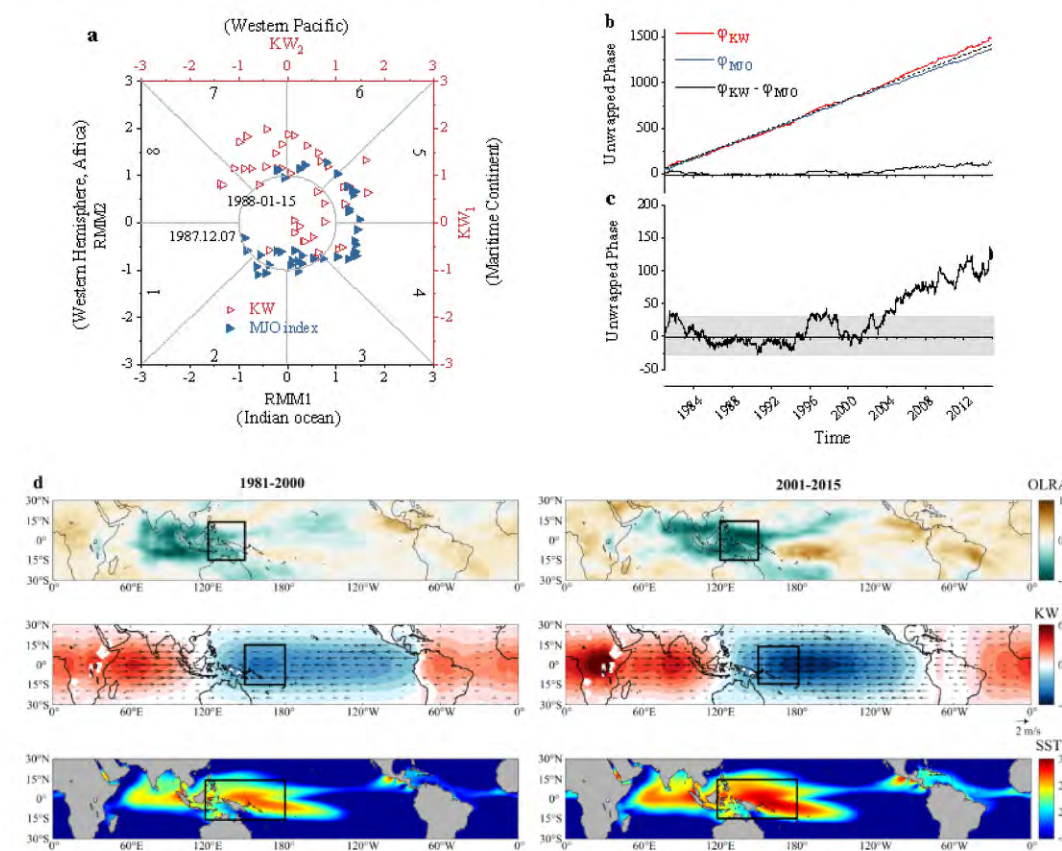


图1 MJO在2000年附近的年代际变化。(a) MJO的对流信号与大气开尔文波在相位图中的关系。(b) MJO的对流信号与大气开尔文波的相位增长曲线。(c) MJO的对流信号与大气开尔文波的相位差随时间的变化关系，其中相位差在2000年后持续增长，并超出了红噪声检验的显著性区间（灰色阴影）。(d) 以MJO的第四位相为例，比较了2000年前后MJO对流信号（单位： W/m^2 ）、大气开尔文波（单位： m ）、850 hPa风异常（单位： m/s ）和海表温度（单位： $^{\circ}\text{C}$ ）的变化。

Fig. 1 Schematic diagram of the MJO shift since year 2000. (a) The diagram of segments of trajectories of the MJO and Kelvin wave in phase space. (b) The unwrapped phase curves of the MJO and Kelvin wave. (c) Temporal variation of the phase differences between the MJO and Kelvin wave. The grey shading area represents the 99% confidence interval in red noise tests. The phase differences outside of the shaded area is statistically significant. (d) Taking the 4th MJO phase as the example, comparisons of OLR anomalies (in unit of W/m^2), the Kelvin wave (in unit of m) and the SST (in units of $^{\circ}\text{C}$) before and after year 2000 are illustrated.

参考文献: Huang Y., Fu Z., and Franzke C. L. E. (2021). A secular shift of the Madden-Julian Oscillation and its relation to Western Pacific Ocean warming. *Geophysical Research Letters*, 48, e2021GL095400.

Record Arctic ozone loss in spring 2020 is likely caused by North Pacific warm sea surface temperature anomalies



胡永云
Yongyun Hu

vortex over February–April, and that the extremely cold vortex was because of anomalously weak planetary wave activity. Further analysis reveals that the weak wave activity can be traced to anomalously warm SSTs in the North Pacific. Both observations and our simulations show that warm SST anomalies in the North Pacific can cause weakening of wavenumber-1 wave activity, colder Arctic vortex, and lower Arctic ozone. These results suggest that for the present-day level of ozone depleting substances, severe Arctic ozone loss could form again as long as dynamic conditions are satisfied.

Record ozone loss was observed in the Arctic stratosphere in spring 2020. The question is what caused the formation of the extreme Arctic ozone loss. Here, we show observational and simulation results that the extreme Arctic ozone loss was likely caused by record-high sea surface temperatures (SSTs) in the North Pacific. It is found that the record Arctic ozone loss was associated with the extremely cold and persistent stratospheric polar

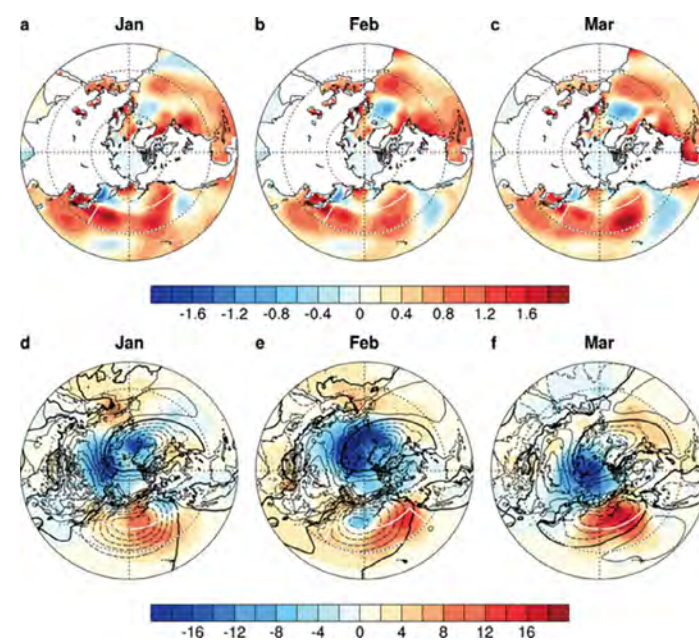
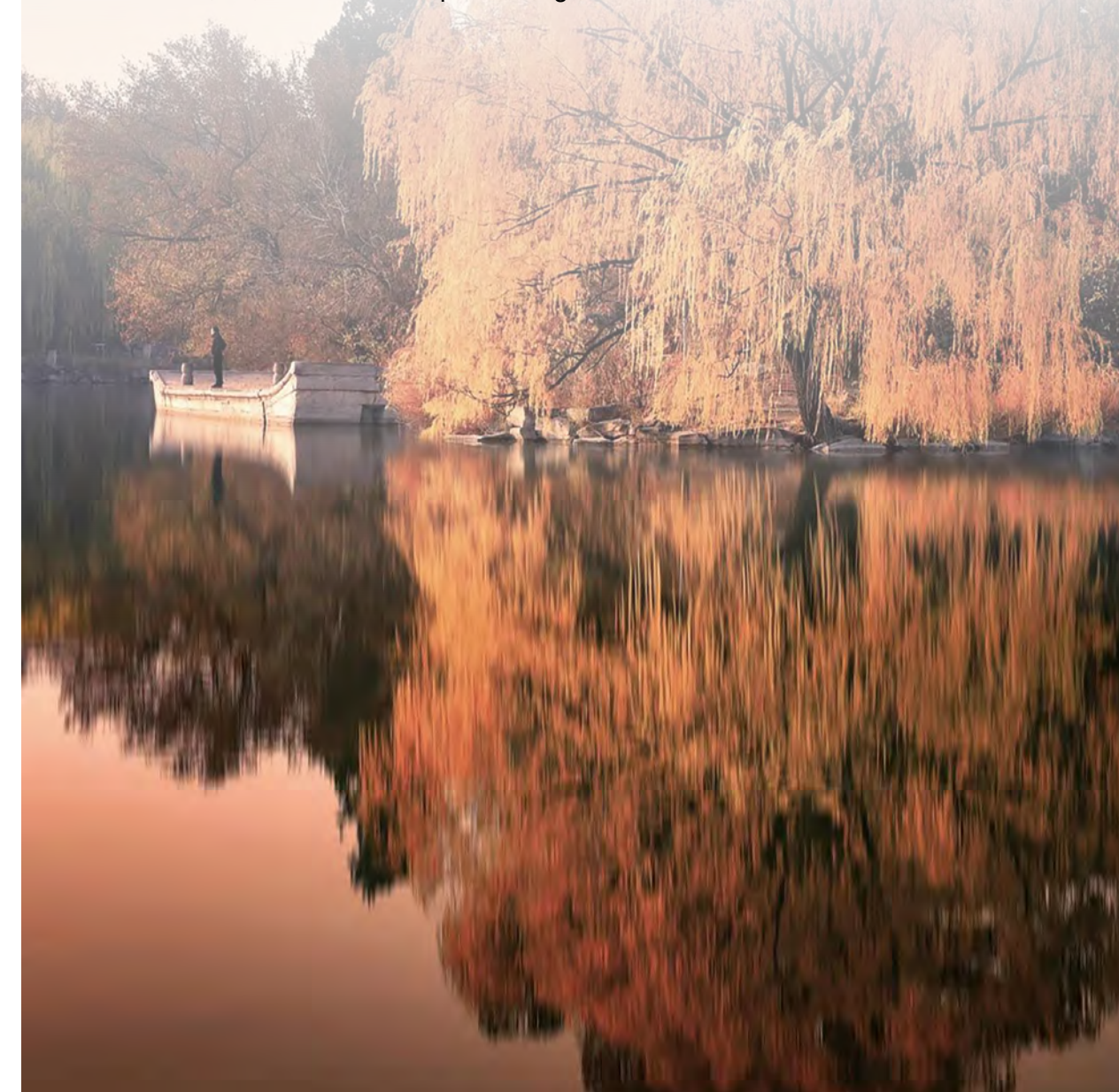


Figure: Distributions of SST anomalies in the North Pacific and associated SLP anomalies in January, February, and March 2020. (a-c) SST anomalies with color interval of 0.2 °C, and (d-f) SLP anomalies (color shading with color interval of 2.0 hPa). The contours in (d-f) denote the climatological mean SLP, with the zonal-mean removed. White boxes indicate the area of warm SST anomalies in the area of 30 °N–45 °N and 150 °E–130 °W.

Reference: Xia, Y., Y. Hu*, J. Zhang, F. Xie, and W. Tian, 2021: Record Arctic Ozone Loss in Spring 2020 is Likely Caused by North Pacific Warm Sea Surface Temperature Anomalies. *Adv. Atmos. Sci.*, 38, 1723–1736, <https://doi.org/10.1007/s00376-021-0359-9>.



利用高光谱激光雷达获取气溶胶液态水含量廓线 Retrieval of Aerosol Liquid Water Content from High Spectral Resolution Lidar



李成才
Chengcai Li

现实环境大气中的气溶胶，尤其城市型气溶胶，在环境湿度达到一定程度时，会因吸收大气中的水汽造成体积增长，增强对可见光的散射能力，导致大气能见度下降，也对地气系统辐射平衡产生更加显著的影响，增强气溶胶的气候效应。气溶胶中的液态水会作为化学反应介质，为大气中的多相化学反应提供条件，能够加速“气-粒”转化过程，促进二次气溶胶的生成；同时，化学反应加速促

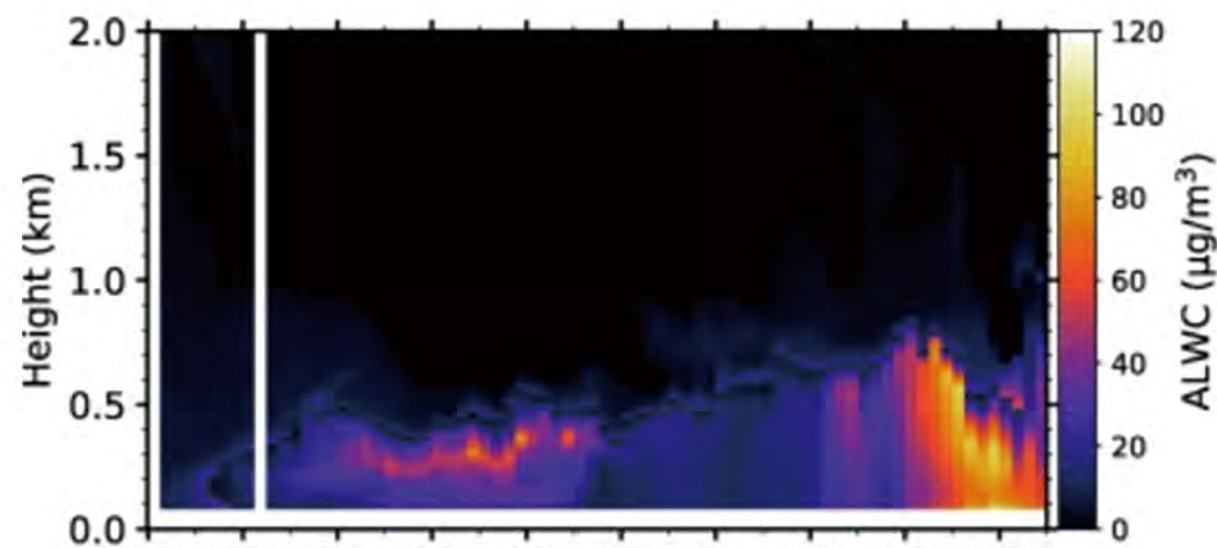
进液态气溶胶表面积和体积的增大，增强气溶胶吸湿能力，导致气溶胶液态水含量(Aerosol Liquid Water Content, ALWC)进一步增加，从而形成二次气溶胶生长与气溶胶液态水含量的正反馈过程，对重霾形成过程中颗粒物的“爆发性增长”有重要贡献，促进极端污染事件的迅速发展。因此，监测气溶胶液态水含量，在评估气溶胶的辐射效应和理解雾霾形成机理方面都具有重要意义。

气溶胶的液态水含量与颗粒物的化学组分和环境的相对湿度有关。目前，尚未有公开报道的技术可以直接测量颗粒物中液态水的质量，各种间接估算方法通常也仅限于地面观测数据，对ALWC垂直分布的探测十分有限。由于垂直方向气溶胶的来源、成分以及环境相对湿度均可能存在差异，地面气溶胶特性不能直接应用于高空ALWC的计算，因而亟需发展一种针对ALWC垂直分布的探测手段。

课题组与浙江大学刘东教授课题组合作，成功将偏振激光雷达反演气溶胶液态水含量的方法应用于高光谱分辨率激光雷达(High Spectral Resolution Lidar, HSRL)的探测中，获取了边界层气溶胶全天候连续观测的ALWC廓线，并定量评估了ALWC增加对能见度的消减作用和对地气系统的辐射冷却作用。

基于气溶胶在吸水长大过程中由不规则形状向

球形转变的物理假设，结合近地面颗粒物化学成分，并根据拉曼激光雷达的观测，课题组前期先后提出了利用粒子线性退偏比与气溶胶后向散射系数区分气溶胶相态以及计算ALWC的方法(Environmental Science & Technology Letters, 2020, 7(2): 54–59; Environmental Science & Technology, 2020, 54(6): 3129–3137)。由于拉曼散射在白天观测信噪比低的局限性，拉曼激光雷达只能用来在夜间获得可靠的ALWC廓线。而高光谱分辨率激光雷达较之体现出明显的优势：通过高光谱探测有效区分气溶胶散射和分子散射，获得全天候连续观测的气溶胶光学参数；再将反演的粒子线性退偏比运用到通过拉曼激光雷达探测ALWC的方法，获得连续观测的液态水含量廓线。利用近地面三波段加湿浊度计估算的近地面ALWC对结果进行了验证，二者相关系数高达0.94(样本数为192)。



北京大学观测点(39° 59' 26' ' N, 116 ° 18' 13' ' E)近地面ALWC的变化
(北京时间2020年12月12日0:00—19:30)

相关研究成果以“利用高光谱激光雷达反演气溶胶液态水含量”(Retrieval of aerosol liquid water content from high spectral resolution lidar)为题，于2021年8月3日在线发表于国际环境科学与生态学领域重要期刊《整体环境科学》(Science of the Total Environment, STOTEN)。该项研究得到国家自然科学基金(No. 42075133, 42030607和41775023)、中国博士后科学基金(2020M680369)等项目的资助。

Ren, J., W. Tan, X. Tian, Z. Wu, C. Li, J. Li, C. Zhao, D. Liu, L. Kang & T. Zhu, 2021. Retrieval of aerosol liquid water content from high spectral resolution lidar. Science of The Total Environment, 149423, 10.1016/j.scitotenv.2021.149423. (<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149423>)

1.Department of Atmosphere and Oceanic Sciences, School of Physics, Peking University, Beijing 100871, China

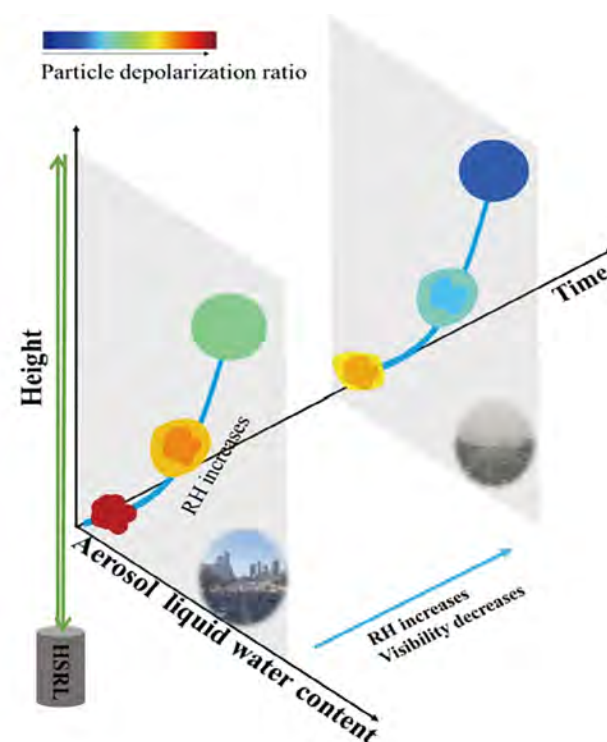
2.School of Optics and Photonics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China

3.State Key Laboratory of Modern Optical Instrumentation, College of Optical Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China

4.State Key Joint Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control, College of Environmental Science & Engineering, Peking University, Beijing 100871, China

5.Beijing Innovation Center for Engineer Science and Advanced Technology, Peking University, Beijing 100871, China

* Correspondence author: Chengcai LI (ccli@pku.edu.cn)



Abstract

Aerosol liquid water content (ALWC) has significant effects on aerosol optical properties, radiative forcing, and the development of severe pollution events. In this study, the vertical distribution and temporal evolution of ALWC were determined through linear particle depolarization measured by a High Spectral Resolution Lidar (HSRL) from December 9 to 12, 2020. Near surface ALWC data retrieved by HSRL were validated by measurements from a three-wavelength humidified nephelometer. The ALWC datasets derived by two methods were highly correlated ($R = 0.94$, $N = 192$), illustrating the feasibility of retrieving the ALWC by HSRL. A positive correlation between the ALWC and the enhancement of aerosol scattering coefficient F calculated by the scattering coefficient at 525 nm using dry and ambient states proves the reliability of the ALWC obtained from HSRL. However, previous research has implied that fine mode particles dominating the total aerosol loading are required to precisely retrieve the ALWC, while the uncertainty of ALWC data will be large when the particle depolarization ratio is larger than 0.07. When the particle depolarization ratio is less than 0.07, the ALWC derived from HSRL has high precision. By analyzing the aerosol property measurements (e.g., PM_{2.5}, PM₁₀, particle depolarization ratio, and scattering coefficient) near the surface, we found that ALWC contributes greatly to the deterioration of visibility. The variability of optical parameters in the vertical direction showed that ALWC significantly promotes the enhancement of aerosol extinction coefficient. Moreover, high ALWC will significantly increase the scattering capacity of aerosols, leading to an enhanced cooling effect of the climate system.

Highlights

Aerosol liquid water content (ALWC) was retrieved by high spectral resolution lidar.

Results of ALWC in the atmosphere calculated by two methods were highly correlated.

The ALWC promotes the enhancement of the extinction coefficient significantly.

ALWC plays an important role in the direct aerosol radiative effect.

Citation: Ren, J., W. Tan, X. Tian, Z. Wu, C. Li, J. Li, C. Zhao, D. Liu, L. Kang & T. Zhu, 2021. Retrieval of aerosol liquid water content from high spectral resolution lidar. Science of The Total Environment, 149423, 10.1016/j.scitotenv.2021.149423. (<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149423>)

基于CMIP6模式探究晴空条件下气溶胶光学特性和垂直分布对其直接辐射强迫不确定性的影响

Clear-sky Direct Aerosol Radiative Forcing Uncertainty Associated with Aerosol Optical Properties and Vertical Distribution Based on CMIP6 models



李婧
Jing Li

人为源气溶胶通过对辐射的直接散射或吸收引起大气层顶净辐射通量的改变称为气溶胶直接辐射强迫 (DARF)，它对地气系统能量平衡有着重要影响。但在气候模式中，DARF 依然存在较大不确定性。DARF 很大程

度上取决于气溶胶光学性质 (主要是光学厚度AOD、单次散射反照率SSA和不对称因子g) 及其垂直分布。依据14个CMIP6模式输出的气溶胶混合比数据、统一的辐射传输模式 (RRTM) 和气溶胶光学参数假设，我们探究了DARF的模式间不确定性。结果显示，自1850年至2014年，晴空条件下的全球平均DARF估算值为 $-0.77 \pm 0.52 \text{ W/m}^2$ (气溶胶外混假设) 和 $-0.68 \pm 0.53 \text{ W/m}^2$ (气溶胶内混假设)。为了得出每个气溶胶参数对DARF不确定性的贡献，我们针对AOD、SSA、g做了敏感性实验，针对气溶胶垂直分布做了“质量标准化”处理。结果从全球均值来看，对于外部混合假设，AOD对DARF不确定性的贡献达36%，是最大影响因子。而对于内混假设，SSA成为最主要因素，同样导致了36%的DARF不确定性。g和气溶胶垂直分布则对DARF共同贡献了约30%不确定性。同时，我们也进一步发现SSA的垂直分布导致的

DARF不确定性(0.17 W/m^2)强于AOD垂直分布的贡献(0.10 W/m^2)。因此，除气溶胶总量直接影响到DARF之外，气溶胶的散射或吸收特性在DARF估计中也非常重要。

The change in net radiative flux at some levels of the atmosphere (typically at the top or surface) by the direct scattering or absorption of anthropogenic aerosols is referred to as the direct aerosol radiative forcing (DARF), which plays an important role in Earth's energy budget. While the uncertainty of DARF remains high in climate models. DARF critically depends aerosol optical properties (primarily aerosol optical depth (AOD), single scattering albedo (SSA), and the asymmetry factor (g)) and its vertical distribution (AVD). We investigate the inter-model spread of DARF across 14 global models within the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6), using unified radiative transfer calculation (RRTM) and aerosol optical parameter assumptions. The global mean DARF for clear sky in 2014 with respect to 1850 is estimated as $-0.77 \pm 0.52 \text{ W/m}^2$ assuming externally mixed state and $-0.68 \pm 0.53 \text{ W/m}^2$ for internally mixed state. We further conduct a sensitivity analysis for AOD, SSA, g and a mass-normalization process for AVD in order to isolate the contribution of each parameters. It is found that globally, for the external mixing assumption, AOD is the dominant factor, whose inter-model spread results in 36% of the total DARF uncertainty. For the internal mixing assumption, SSA becomes the major factor which also leads to 36% DARF uncertainty. The g parameter and aerosol vertical distribution combined contribute to ~30% of the DARF uncertainty. We also further find that the vertical distribution of SSA results in larger DARF uncertainty (0.17 W/m^2) than that of AOD (0.10 W/m^2). Our results highlight the importance of aerosol scattering and absorption properties in DARF estimation.

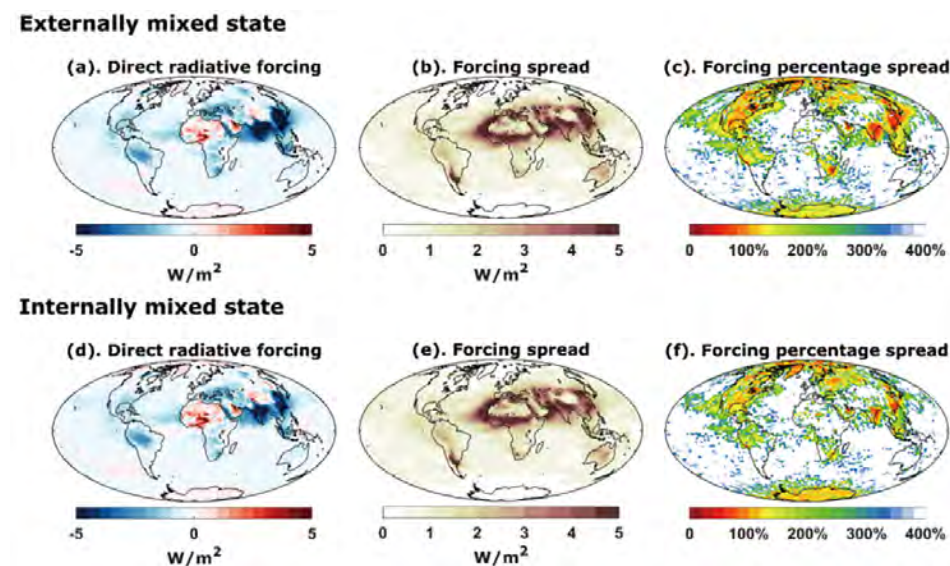


Figure 1: Annual mean multi-model DARF distribution under clear sky condition. Panels (a)-(c) are the maps for externally mixed state. (a) is the direct radiative forcing. (b) is the standard deviation of DARF among the models. (c) is the relative uncertainty calculated as standard deviation/mean. (d)-(f) are the same as (a)-(c) but for internally mixed state.

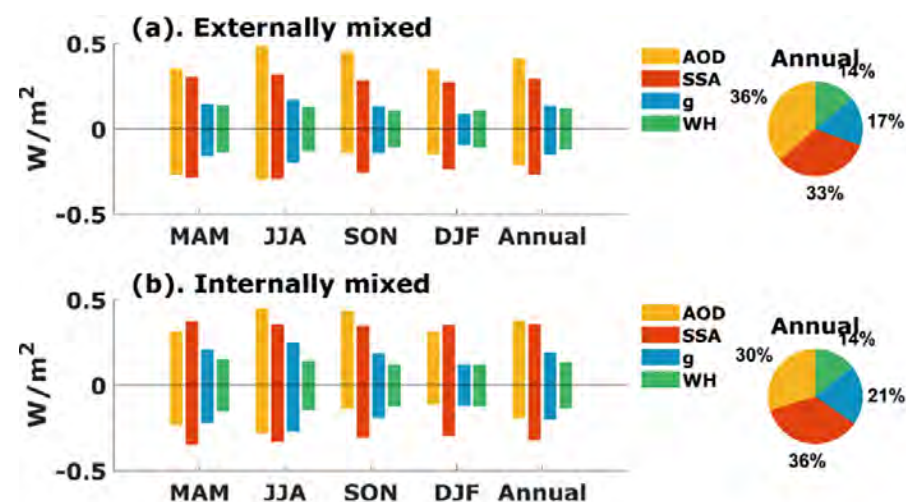


Figure 2. Global mean of DARF uncertainty associated with each aerosol parameter.

The pie charts illustrate the relative contribution of each of the 4 parameters (AOD, SSA, g and AVD) to the DARF uncertainty.

全球化大气污染研究进展 Research Progress on Globalizing Air Pollution



林金泰
Jintai Lin



林金泰领导的ACM 研究组主要从事大气化学、卫星遥感、气候变化方面的研究，重点探究大气输送、经济贸易及其耦合所引起的全球化大气污染问题，本年度以通信作者（含共同）发表3篇SCI论文，并发表合作论文8篇。主要成果如下：

1、揭示了跨界PM_{2.5}污染健康影响及其不平等性的历史演化。大气输送所导致的跨界PM_{2.5}污染对公众健康造成威胁，但是学术界对于跨界健康效应的历史研究十分缺乏。我们对于1950 - 2014年间跨界PM_{2.5}健康效应进行了全球性分析，发现在此期间大气输送累计造成了约2600万例跨界过早死亡。在四个不同富裕程度的地区中，从对跨界PM_{2.5}过早死亡的人均贡献的角度来说，越富裕的地区所造成的累计跨界健康影响越严重，而最贫穷的地区承受着最严重的跨界健康负担，这意味着，大气输送所造成的跨界健康影响不平等性问题十分严峻（图1）。研究成果为基于跨界污染历史推动国际环境合作以解决跨界污染问题提供了科学依据，发表于Science Bulletin并得到该期刊的报道。（Chen, Lin* et al., Science Bulletin, 2021）

2、探索了城镇居民消费相关的环境税所隐含的城市间经济不平等性问题。本研究从PM_{2.5}污染相关的排放入手，分析了中国于2018年出台的基于省级税率的环境保护税法对于城市居民的经济影响，发现现有环境税对居民造成的税赋负担整体上不大，但是城市之间的税收强度（税收与消费支出的比值）差异显著，特别是许多较富裕的城市承受较低的税收强度，而部分较不富裕的城市所承受的税收强度可能更高，这与税率方案、贸易活动、排放强度的地区差异等因素有关。如果环境税基于消费端征收，并根据每个城市的富裕水平设定税率，进一步利用税收收入帮助主

要排放城市（通常不太富裕）降低排放强度，这将显著降低全国税收强度并减少城市间不平等性（图2）。研究结果为进一步改进中国环境税提供了依据。（Wang, Lin* et al., ERL, 2021）

The Atmospheric Chemistry & Modeling (ACM) group led by Jintai Lin focuses on the studies of atmospheric chemistry, satellite remote sensing, and climate change, with a particular passion for science questions regarding the grand problem of globalizing air pollution caused by atmospheric transport, economic trade and their coupling. In this year, a total of 3 papers with Jintai Lin as (co-)corresponding author, together with his 8 co-authored papers, have been published. Selected works include:

1.Revealed inequality in historical transboundary anthropogenic PM_{2.5} health impacts.

Atmospheric transport of PM_{2.5} is an important transboundary threat to public health, yet little is known on the extent of such transboundary health effect in the history. In this study, we explore the global transboundary premature deaths over 1950–2014 due to atmospheric transport of PM_{2.5} originating from four country groups differentiated by affluence (as pollution source regions). We find about 26 million cumulative premature deaths caused by transboundary PM_{2.5} pollution. On a basis of per capita contribution to transboundary mortality, a richer region tends to exert severer cumulative health externality, with the poorest bearing the worst net externality after contrasting import and export of pollution mortality (Fig. 1). Thus effort to reduce PM_{2.5}-related transboundary mortality should seek international collaborative strategies that account for historical responsibility and inequality. This study is published in Science Bulletin, together with a press release. (Chen, Lin* et al., Science Bulletin, 2021)

2.Revealed inter-city economic inequality associated with Environmental Protection Tax Law.

To mitigate environmental problems, China introduced at provincial level the Environmental Protection Tax Law in 2018. Yet the resulting economic burden on households in different regions with significantly different affluence levels remains little known. Built upon our previous work on inter-provincial contrast (Wang et al., Science Bulletin, 2019), this study quantifies the economic burden of urban households from taxation of fine particle pollution (PM_{2.5}) for 200 cities nationwide from a ‘consumer’ perspective, accounting for PM_{2.5} and precursor emissions along the national supply chain. We find that the current taxation method intensifies economic inequality between cities nationally and within each province, with some of the richest cities having lower tax intensities than some of the poorest. If the tax could be

levied based on tax rates of each city where the consumer lives, with tax rates determined based on cities’ affluence levels and with tax revenues used to support emission control, inter-city economic inequality could be reduced (Fig. 2). This study provides quantitative evidence to improve the environmental tax and can serve as the knowledge base for coordinated inter-city policy. (Wang, Lin* et al., ERL, 2021)

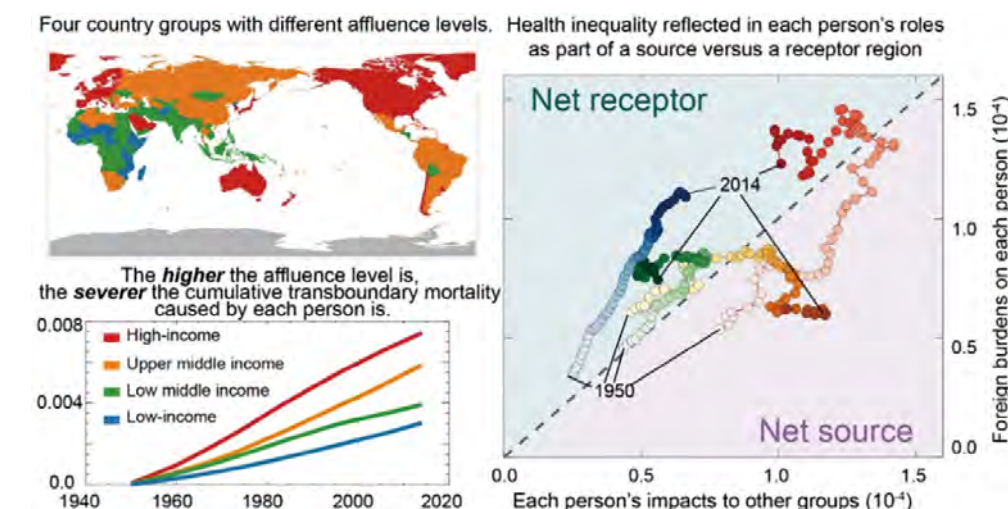


图1. 全球4个收入组地区引起的跨界PM_{2.5}污染所造成的过早死亡人数的历史变化（左）及其隐含的区域间健康不平等性（右）。来源：Chen, Lin* et al., Science Bulletin, 2021。

Figure 1. Historical transboundary PM_{2.5}-related premature deaths caused by four income groups (left) and embedded inter-regional health inequality (right). Source: Chen, Lin* et al., Science Bulletin, 2021.

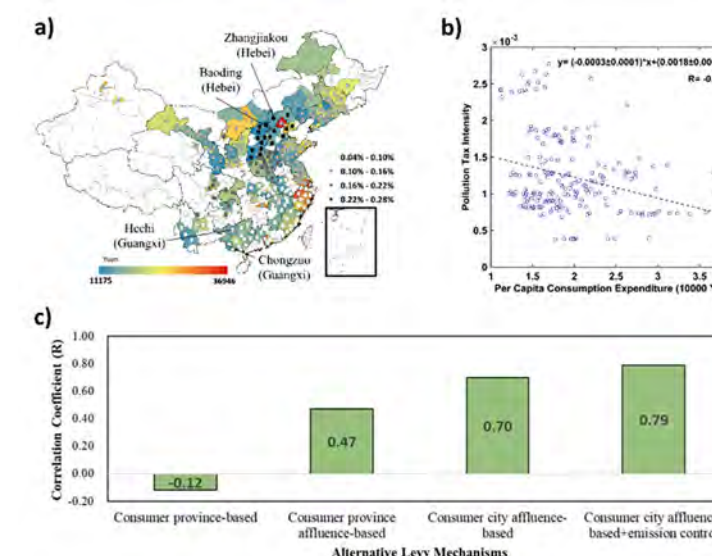


图2. 中国200个城市的城镇居民消费相关PM_{2.5}污染所引起的环境税税收强度空间分布（a，每个城市底色代表其城镇居民人均年消费支出）；当前环境税政策下，税收强度随人均消费支出的变化（b）；在不同情景的征收机制下，税收强度与人均消费支出在不同城市之间变化的相关系数（c）。来源：Wang, Lin*, ERL, 2021。

Figure 2. Environmental tax intensities of 200 cities associated with PM_{2.5} related emissions embedded in their urban household consumption under current levy mechanism (a); Tax intensity as a function of city urban household affluence under current levy mechanism (b); and cross-city correlation between tax intensity and urban household affluence under alternative levy mechanisms (c). Source: Wang, Lin*, ERL, 2021.

References:

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

Jingxu Wang, Jintai Lin *, Kuishuang Feng, Yu Liu, Xiaomiao Jiao, Ruijing Ni, Mingxi Du, and Klaus Hubacek: Towards reducing inter-city economic inequality embedded in China's Environmental Protection Tax Law, Environmental Research Letters, doi:10.1088/1748-9326/ac34bd, 2021

Chen, L.-L., Lin, J.-T. *, Martin, R., Du, M., Weng, H.-J., Kong, H., Ni, R.-J., Meng, J., Zhang, Y.-H., Zhang, L., and van Donkelaar, A.: Inequality in historical transboundary anthropogenic PM_{2.5} health impacts, Science Bulletin, doi:10.1016/j.scib.2021.11.007, 2021 (Science Bulletin press release)

Yan, Y.-Y., Zheng, H., Kong, S. *, Lin, J.-T. *, Yao, L., Wu, F., Cheng, Y., Niu, Z., Zheng, S., Zeng, X., Yan, Q., Wu, J., Zheng, M., Liu, M.-Y., Ni, R.-J., Chen, L.-L., Chen, N., Xu, K., Liu, D., Zhao, D., Zhao, T., and Qi, S.: On the local anthropogenic source diversities and transboundary transport for urban agglomeration ozone mitigation, Atmospheric Environment, 245, 118005, doi:10.1016/j.atmosenv.2020.118005, 2021

撒哈拉绿化对中全新世气候和海洋环流的影响

Impact of Saharan Greening on Climate and Ocean Circulation during Mid-Holocene



刘永岗
Yonggang Liu

观测表明，中全新世（约6000年前）期间，非洲北部和阿拉伯半岛地区（这里简称撒哈拉地区）比现代湿润得多，生长出了植被，同时地表的沙尘排放量也比现代小得多。对于全球温度的重建表明中全新世的温度比工业革命前高约0.5° C，而大多数气候模式模拟得到的结果则与此相反，产生了显著的模式与观测之间的偏差。

差，而在模式中考虑撒哈拉绿化的影响有可能可以帮助解释这个偏差。

我们使用NCAR的CESM1.2.2模式模拟了撒哈拉绿化对中全新气候的影响。结果发现，如果单独考虑沙尘的减少，则北非夏季风减弱，导致水汽向热带北大西洋的西部输送，降低当地的海表盐度，该盐度异常进一步被洋流输送到北大西洋的深水形成区，减弱大西洋经向翻转流（AMOC）。北非季风的减弱是由于大气中的沙尘可以吸收太阳光，加热大气使其上升，进而产生辐合，沙尘减少则辐合减弱，从而使季风减弱。而单独考虑地表植被的增加则使地表反照率下降，地表升温，使得大气辐合增强，产生与减少沙尘相反的效果，使AMOC增强（图1），增强的幅度与减少沙尘类似。当同时减少沙尘和增加植被时，植被的效果起主导作用，AMOC增强的幅度与单增加植被时增强的幅度几乎相同。AMOC的增强使得北极海冰融化，北半球整体变暖，全球平均气温增加约0.4° C，有助于改善模式与观测之间的偏差。

Observational evidence indicates that North Africa and Arabian Peninsula were much wetter

during the Mid-Holocene (~6 thousand years ago) than today, and vegetation was widespread and dust emission was diminished. This change will be called Saharan greening in what follows for the sake of simplicity. The reconstructed global mean surface temperature during this time period was approximately 0.5 °C higher than that during the pre-industrial, in contrast to the simulated results by most climate models. This model-data discrepancy may be alleviated if the greening of Sahara is considered in models.

We studied the influence of Saharan greening on the climate of Mid-Holocene by using the model CESM1.2.2. The results show that dust reduction weakens the North African summer monsoon, and more water vapor is transported to the western North Atlantic, reducing the salinity of the local seawater. This salinity anomaly is then transported northward by the ocean current to the deepwater formation region of the North Atlantic, weakening the Atlantic meridional ocean circulation (AMOC). The weakening of North African summer monsoon is due to the weakened absorption of sunlight in the atmosphere when dust is removed, which induces a downwelling anomaly of the atmosphere and a divergence of near surface air flow. On the contrary, the increase in vegetation cover reduces surface albedo and thus surface temperature, which induces upwelling and convergence of air flow. This air flow brings water vapor from the tropical Atlantic Ocean to the continent and enhances African summer monsoon. Consequently, vegetation expansion has an opposite effect on the AMOC to dust reduction (Figure 1). When both vegetation expansion and dust reduction are considered, the effect is similar to when vegetation expansion alone is considered. The strengthening of AMOC increases the northward oceanic heat transport and melts the Arctic sea ice. The Northern Hemisphere then warms up, and the global mean surface temperature can increase by as much as 0.4 °C. Therefore, considering the effect of Saharan greening in models helps reduce the model-data discrepancy.

Zhang, M., Y. Liu#, J. Zhang, and Q. Wen (2021), AMOC and climate response to dust reduction and greening of Sahara during the Mid-Holocene, J Clim, doi: 10.1175/JCLI-D-20-0628.1

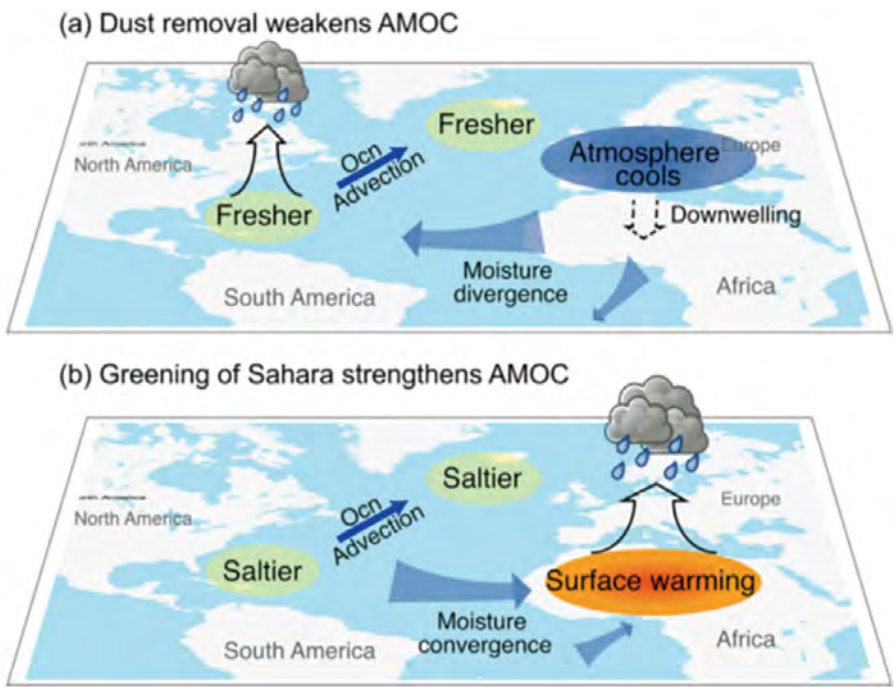


图1 撒哈拉沙尘减少和植被增加影响北非夏季风和AMOC强度的机制示意图。a) 沙尘减少导致AMOC减弱；b) 植被增加导致AMOC增强。二者同时变化时的效果与植被增加的效果类似。

Figure 1 Illustration of mechanisms for how increase in vegetation and reduction in dust emission over North Africa and Arabian Peninsula affect the North African summer monsoon and the strength of AMOC. a) reduction of dust weakens AMOC; b) increase in vegetation strengthens AMOC. When both dust and vegetation change, AMOC will also be strengthened.



中美龙卷活动差异及其背后的关键环境特征

Differences in Tornado Activities and Key Tornadoic Environments between China and the United States



孟智勇
Zhiyong Meng

中美国土面积相当且都主要位于中纬度地区，但是中国每年的龙卷数量仅为美国的5%–10% (图1)，并且峰值月份比美国晚两个月(图2a)。本文基于2007–2016的龙卷数据集，在中美选择了四个面积相近的龙卷高发代表区域(图1)，包括江苏省JS、美国的UC、USE1和USE2，探讨了中美龙卷活动差异及其背后的关键环境特征。研究表明，美国龙卷高发区短时发生多个龙卷的能力明显高于中国的龙卷

高发区(图3)。与美国代表区域相比，JS在龙卷季呈现出较高的混合层对流有效位能 (MLCAPE) 和较低的混合层抬升凝结高度 (MLLCL)，整体热力环境较好，但是JS的整体动力环境不利于龙卷发生，呈现出明显偏低的0–1 km风暴相对螺旋度 (SRH1) 和偏低的0–6 km垂直风切变 (SHR6)。结合了MLCAPE、MLLCL、SRH1和SHR6的综合参量强龙卷参数 (STP) 的数值和月变化则表现出与龙卷数的线性关系。JS的STP显著低于UC和USE1。本研究一个很有意思的发现是热力环境与动力环境的适当配置决定着龙卷季出现的时间(图2b)。中国龙卷高发区JS并不是常年具有较弱的垂直风切变，而是其龙卷季恰好发生在垂直风切变较小的夏季。四个代表区域的SHR6在相同季节的值是类似的，且都表现出从春季到夏季逐渐减弱的趋势。然而，JS区域MLCAPE的增长晚于美国代表区域，热力环境与动力环境达到适当配置的时间在较晚的月份才出现，导致JS的龙卷季晚于美国代表区域。中国广东省的动力和热力环境的配置与USE1类似，然而广东的丘陵地形导致其龙卷个数显著偏少。实际上，中国的多山地形可能是龙卷显著少于美国的重要原因，中国的大面积平原多出现在中高纬度，其动力和热力环境的适当配置出现在垂直风切变已经减小的夏季，因而不利于生成龙卷尤其是多龙卷事件。

Despite China's similar latitudinal location and land area, the annual tornado count in China is only 5-10% of that in the United States (Fig.1), and the peak number of tornadoes occurs two months later in China than in the United States (Fig.2a). Based on tornado records from 2007 to 2016, this study attempts to disclose the differences in tornado activities and the key tornadoic environments that are most possibly responsible for the large discrepancy of tornado occurrences observed between the two countries. The region with the highest tornado density in China (JS) is compared with three similarly sized regions in the United States, including two tornado-prone regions (UC and USE1) and one region similar to JS (USE2) (Fig.1). The results show that JS has a much lower tornado frequency than UC and USE1, mainly due to JS's much lower likelihood of multiple tornadoes occurring in a short period during its tornado season (Fig.3). Compared with the tornado-prone regions in the United States, JS has higher MLCAPE and lower MLLCL indicating a favorable thermodynamic environment, but significantly lower 0–6 km vector shear magnitude (SHR6) and 0–1 km storm-relative helicity (SRH1) indicating an unfavorable kinematic environment. The significant tornado parameter (STP), incorporating MLCAPE, MLLCL, SHR6 and SRH1, is found to show a monotonic relationship with the total tornado count in terms of both the numbers and monthly variation. JS features relatively low mean values of STP than UC and USE1 during their respective tornado seasons. One interesting finding is that the differences in the tornado frequency and tornado season timing are mainly related to the temporal match of kinematic and thermodynamic conditions (Fig.2b). SHR6 is not generally larger in the United States than that in China at any time of the year. Compared with the target regions in the United States, JS actually has a similar magnitude and decreasing trend of the 0–6-km vertical wind shear from spring to summer, but a later increase in instability. Resulting from a balance between the decreasing vertical shear and the increasing thermodynamic instability, JS features a delayed monthly peak of STP and thus a delayed tornado season, which makes JS having a worse kinematic environment for tornadogenesis with far lower low-level vertical wind shear during its tornado season than that of the United States. Guangdong province, the southern tornado-prone region in China, has similar kinematic and thermodynamic features as USE1, but much less tornadoes, possibly due to its mountainous terrain. As a matter of fact, far fewer tornadoes are possibly to occur in China than in the US because there are many fewer plains in China, and the only large-extent plain area is located farther to the north and is characterized by an unfavorable kinematic environment for tornado especially multiple tornado events to occur during the tornado season.

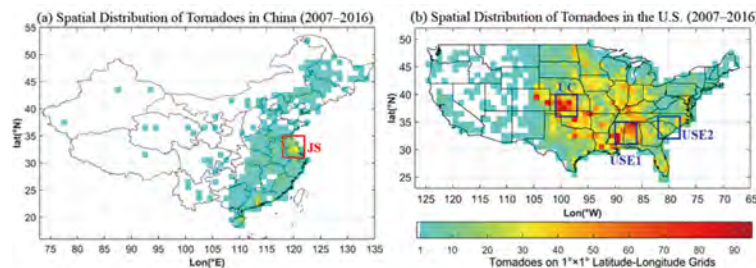


图1 中国(a)和美国(b)龙卷报告(含热带气旋龙卷)的空间分布。图中方框为所选龙卷高发代表区域。

Fig.1 Spatial distribution of tornado occurrences (including tropical cyclone tornadoes) in contiguous China (a) and United States (b) from 2007 to 2016. The boxes denote the four high-incidence areas of tornadoes.

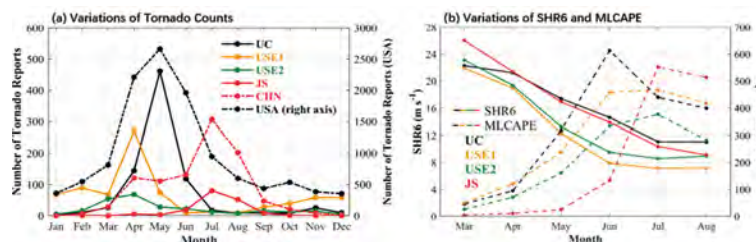


图2 (a) 中美及四个代表区域龙卷的月分布。(b) 四个代表区域内SHR6(实线)和MLCAPE(虚线)的月变化。

Fig.2 (a) Monthly distributions of all tornadoes from 2007 to 2016 in the four target regions (shown by the left axis), contiguous China (CHN; shown by the left axis) and the United States (USA; shown by the right axis). (b) Monthly variations in SHR6 (solid line; shown by the left axis) and MLCAPE (dashed line; shown by the right axis) in UC, USE1, USE2 and JS.

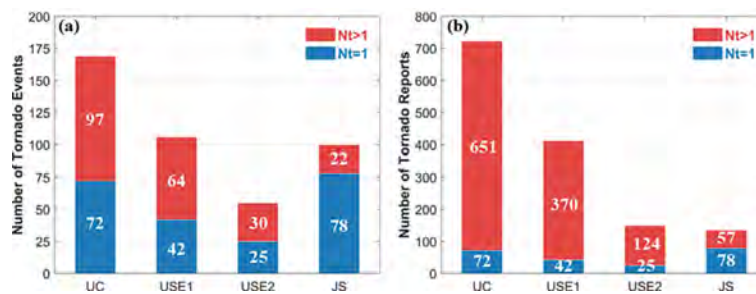


图3 四个代表区域各自龙卷季的单龙卷和多龙卷事件的数目(a)以及分别来自单龙卷和多龙卷事件的龙卷数目(b)。

Fig. 3 (a) Numbers of multiple (red) and single (blue) non-TC tornado events in the four target regions during their respective tornado seasons (UC, April to June; USE1, March to May; USE2, March to May; JS, June to August). (b) As in (a), but for the numbers of tornado reports.

Reference: Zhou R., Z. Meng, L. Bai, 2022: Differences in Tornado Activities and Key Tornadoic Environments between China and the United States, *International Journal of Climatology*, 42(1), 367–384, <https://doi.org/10.1002/joc.7248>

辐射反馈加速台风生成 Radiation Feedback Accelerates the Formation of Typhoon Haiyan (2013): the Critical Role of Mid-level Circulation



聂绩
Ji Nie

台风，或者称为热带气旋，是一种独特的极端天气现象，同时也往往造成洪水、涌浪、强风等自然灾害。近几十年来，随着卫星和气候模式的发展，台风的预报已经有了长足发展，但是台风的生成仍然是一个主要的瓶颈和挑战：我们对其物理机制了解不够，也无法很好的预报。

本研究聚焦辐射反馈对台风生成的加速作用。研究表明，以台风

海燕（2013）为例，辐射（主要是云辐射）反馈首先增强了台风扰动的中层环流，从而加速了台风生成。模拟表明，关闭辐射反馈后，中层环流的响应比低层环流提前一天左右。扰动区的辐射加热异常引起二次环流，向上输送更多的水汽，导致层状降水增强，层状云覆盖范围扩大，潜热垂直梯度增加。这导致了更强的中层位涡产生和中层环流增强，最终加速了台风的生成。与之前辐射反馈如何加速台风形成的思路相比，我们的结果强调了中层环流和云辐射引起的垂直热力学和动力响应的关键作用。

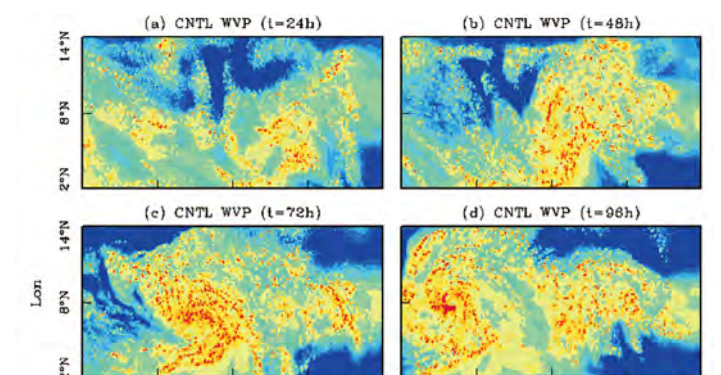


图 模拟台风海燕柱水汽浓度(kg/m^2)的平面图，(a) 24小时，(b) 48小时，(c) 72小时，(d) 96小时。注意在d图中已经形成清晰的台风眼墙，标志着成熟台风结构的形成。

参考文献:

Yang, B., J. Nie*, and Z.M. Tan, 2021: Radiation Feedback Accelerates the Formation of Typhoon Haiyan (2013): the Critical Role of Mid-level Circulation, Geophysical Research Letters, <https://doi.org/10.1029/2021GL094168>.

The prediction of tropical cyclones (TC) genesis remains a great challenge. This study shows that the radiation (mostly cloud-radiation) feedback accelerates the formation of Typhoon Haiyan (2013) by first enhancing the mid-level circulation. Simulations indicate that the response of the mid-level circulation is about one day ahead of the low-level circulation when radiation feedback is removed. The radiation heating anomaly in the disturbance region induces a secondary circulation transporting more water vapor upward at high levels. Thus, the stratiform precipitation is enhanced, manifested as the expansion of the stratiform coverage and the increase of the vertical gradient of latent heating. This leads to a stronger mid-level potential vorticity production and enhancement of the mid-level circulation, finally promoting TC genesis. Comparing with previous ideas on how radiation feedback accelerates TC genesis, our results emphasize the critical role of the mid-level circulation and the cloud-radiation-induced thermodynamical and dynamic responses in the vertical.



潮汐锁相行星上的飓风 Hurricanes on tidally locked terrestrial planets



杨军
Jun Yang

红矮星周围潮汐锁相行星是寻找宜居行星的主要目标，在这类行星上是否可以形成飓风对于理解其气候与宜居性具有重要的意义。本文使用高分辨率大气环流模式对于潮汐锁相行星上是否可以形成飓风进行探究，具体检验了行星自转周期、表面温度及大气成分的影响。

研究表明，在一部分潮汐锁相行星上可以产生飓风，如红矮星周围宜居带内边界附近行星的朝阳面和背阳

面都可以产生飓风。当大气成分与地球相似时，可以使用地球上的飓风理论进行分析。对于宜居带中间部位和外边界附近的行星，飓风很少。另外，由于平均分子量所产生的浮力效应，当行星大气的分子量小于水蒸气时，则不会产生飓风。

这些结果对于探究潮汐锁相行星的降水、海洋混合、气候以及大气可观测特征等具有重要意义。

Tidally locked terrestrial planets around M dwarfs are the main targets of space missions for finding habitable exoplanets. Whether hurricanes can form on this kind of planet is important for their climate and habitability. Using a high-resolution global atmospheric circulation model, we investigate whether there are hurricanes on tidally locked terrestrial planets. The effects of planetary rotation rate, surface temperature, and bulk atmospheric compositions are examined.

We find that hurricanes can form on the planets but not on all of them. For planets near the inner edge of the habitable zone of late M dwarfs, there are more and stronger hurricanes on both day and night sides. Hurricane theories on Earth are applicable when atmospheric compositions are similar to Earth. However, for planets in the middle

range and planets near the outer edge of the habitable zone, hurricanes are relatively fewer. In addition, if background atmosphere is lighter than H₂O, hurricanes can hardly be produced because of the negative buoyancy effect due to average molecular weight.

These results have broad implications on the precipitation, ocean mixing, climate, and atmospheric characterization of tidally locked planets.

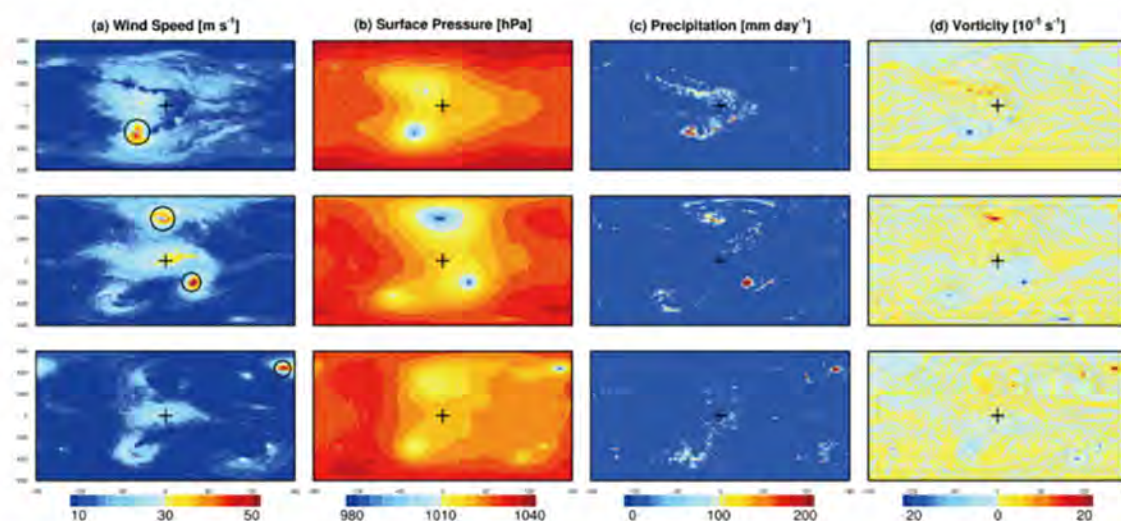


Figure. Snapshots of hurricanes on a tidally locked aqua-planet near the inner edge of the habitable zone in the control experiment. From left to right: variables are: instantaneous wind speed at 850 hPa, surface air pressure, precipitation, and the vertical component of relative vorticity at 850 hPa, respectively. From upper to bottom: three different moments. The four hurricanes are marked with black circles over the wind speed panels. The black cross is the substellar point in this figure.

Mingyu Yan, and Jun Yang: Hurricanes on Tidally Locked Terrestrial Planets: Fixed Sea Surface Temperature Experiments, *Astronomy & Astrophysics*, 2020, 643, doi: 10.1051/0004-6361/202038203.



重污染天气过程湍流作用机理及对细颗粒物时空演变规律的研究

Study on the mechanism of turbulence effect in the air pollution process



张宏昇
Hongsheng Zhang

在小风天气条件下，低层大气频繁出现的湍流间歇性现象大大削弱了污染物的湍流传输和扩散能力，非常有利于重污染天气事件的发生。本研究揭示了湍流间歇性与PM_{2.5}浓度分布的相互影响和相互关系，指出污染源变化不大的情景下，大气边界层中的湍流运动对PM_{2.5}浓度分布起主导作用。

在分析湍流运动和湍流间歇性特征的基础上，我们提出“湍流隔板效应”，即：湍流运动在一定时空范围可能消失，形成一个类似隔板的屏障层阻碍湍流输送的上下传输（如下图1所示）。湍流隔板效应揭示了地面PM_{2.5}浓度实测值快速增加的湍流运动的物理机理（如下图2所示），并合理解释了大气边界层高度与PM_{2.5}浓度实测值不匹配的可能原因。

本工作解释了重污染天气过程中污染物快速累积和消散的物理机制，说明了湍流扩散条件对PM_{2.5}浓度分布的影响和作用。

相关成果在 *Sciences of Total Environment*、*Atmos. Chem. Phys.*、*Science China Earth Sciences* 等学术期刊上发表。

Under smaller wind speed conditions, the frequent intermittent turbulence phenomenon near the surface layer greatly weakens the turbulent transport and diffusion of pollutants; this disruption is very beneficial to the occurrence of heavy pollution events. This study revealed the relationship between vertical turbulent intermittency and PM_{2.5}.

concentration distribution. In the absence of large changes in pollution sources, turbulence as the main movement in the boundary layer plays a dominant role in the $PM_{2.5}$ concentration distribution.

Based on the characteristics of long quiescent periods of the intermittent turbulence process, we propose the barrier effect: turbulence may disappear at certain heights during periods of heavy pollution, forming a laminar flow as if there is a barrier layer hindering the transmission of turbulence up and down (as shown in the figure 1 below). the turbulence barrier effect which reveals the principle of the rapid increase in ground $PM_{2.5}$ concentration observed (as shown in the figure 2 below), and finds the possible reason that the boundary layer height does not match the $PM_{2.5}$ concentration in previous studies.

This work explains the physical mechanism responsible for the accumulation of pollutants in heavy pollution events and the influence of turbulent diffusion conditions on the distribution of the $PM_{2.5}$ concentration.

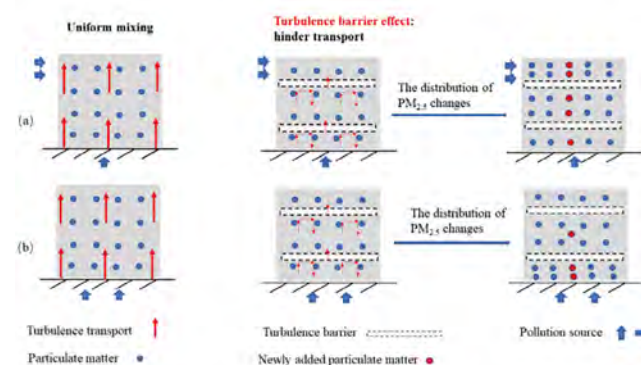
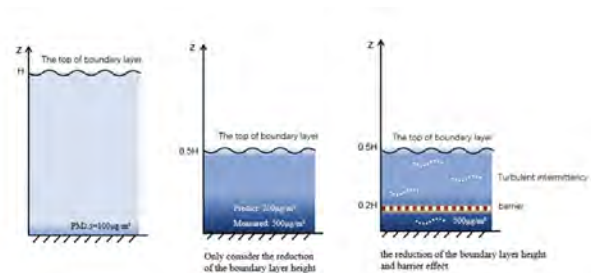


图1 湍流隔板效应与细颗粒物垂直分布机理示意图；
(a)：地面源排放相对较弱，高层存在较强区域污染物
输送的情况；(b)：仅地面源存在

Figure 1. Schematic of how the turbulence barrier effect hinders transport and is helpful for the accumulation of $PM_{2.5}$ in the surface layer. The first row shows the situation of relatively low emissions from ground sources and relatively high pollution at high altitudes from regional transport. The second row shows a simpler and more universal situation where only ground sources exist.

图2 湍流隔板效应与大气边界层细颗粒物爆发性增长机制示意图

Figure 2 The schematic of how turbulence barrier effect cause the rapid increase of $PM_{2.5}$ at ground.



清洁取暖措施对空气质量和碳排放的协同或权衡效应 Synergies and trade-offs for air quality and carbon emission in clean heating options



张霖
Lin Zhang

为减少居民取暖的污染物排放，我国政府于2017年底发布了《中国北方清洁取暖规划（2017-2021）》，通过大力推广清洁能源来缓解 $PM_{2.5}$ 空气污染。随着中国做出“碳达峰”与“碳中和”的“双碳承诺”，在清洁取暖这一能源转型过程中同步实现碳减排也成为十分重要的途径。然而目前不同清洁取暖措施，例如采用洁净型煤、“煤改气”和“煤改电”等是否对减污降碳具有协同效应还尚不清

楚。

张霖课题组与普林斯顿大学等开展合作研究，综合评估了四种有望进行大规模推广的分散式清洁取暖设备：“清洁煤炉”、“燃气炉”、“电暖器”及“热泵”，在全面替代2015年我国北方居民分散式取暖的假定情景下对 $PM_{2.5}$ 空气质量和碳排放的协同影响。研究显示，尽管所有的清洁取暖设备均能显著改善 $PM_{2.5}$ 空气质量，这些设备对碳排放及取暖成本的影响有显著的差异（图1）。在2015年电网结构下，“燃气炉”能带来最大的健康-气候“协同效应”，“热泵”次之，然而“电暖器”会使得碳排放增加，即导致健康-气候“权衡效应”。随着化石能源（尤其是煤炭）在电网中占比逐渐降低以及2015年以来我国燃煤电厂超净排放标准的实施，电力取暖所带来的污染及温室气体排放将会降低。预测在2030年电网结构情形下，使用热泵将带来最大的健康-气候“协同效应”。相关研究成果发表在《Nature Sustainability》期刊上。

课题组本年度在活性氮排放的环境效应研究上也取得了重要进展。一方面，课题组与浙江大学等开展合作研究，提出了N-share（氮贡献率）指标，以表征全球不同国家与地区氮排放对 $PM_{2.5}$ 空气污染及其健康效应的分摊贡献。研究发现，全球 $PM_{2.5}$ 污染的平均

均N-share从1990的30%到2013年的39%。全球多数国家与地区内氨排放对PM_{2.5}的贡献率比氮氧化物排放贡献更大。由于目前许多国家与地区已采取氮氧化物减排措施，而氨排放尚未有效控制，使得控制氨的成本收益率相较控制氮氧化物更高。另一方面，针对华北平原臭氧污染的研究发现，该地区存在不可忽视的土壤氮氧化物排放，从而抑制了臭氧污染对源自人为化石燃料燃烧的氮氧化物排放的敏感性，降低了人为减排对控制臭氧污染的有效性，给臭氧治理带来了挑战。相关研究成果分别发表在《Science》和《Nature Communications》期刊上。

Recognizing the large impact of the residential sector on air quality and human health, in 2017 the Chinese government promulgated the Clean Winter Heating Plan in northern China (Clean Heating Plan). China has also committed to achieve the CO₂ emission peak by 2030 and carbon neutrality by 2060. It is thus important to reduce carbon emissions during the energy transition from coal to non-fossil energy as for clean heating. However, it is unclear whether the different clean heating options, such as clean coal briquettes, natural gas, and electricity, would have co-benefits for air quality improvement and carbon emission reduction.

Prof. Lin Zhang's group, collaborating with Princeton University and other institutes, analyzed four non-district heating options: clean coal with improved stoves (CCIS), natural gas heaters (NGH), electric resistance heaters (RH), and air-source heat pumps (AAHP) by assuming all 2015 residential solid fuel heating in northern China switches to one of these heating options, and quantified the impacts on PM_{2.5} air quality and carbon emissions. The results show that although air-quality and health benefits are similar across heating options, their impacts on carbon emissions and household heating costs vary greatly. Under the 2015 power grid, NGH has the largest health-climate co-benefits, followed by AAHP, while RH would led to an increase in carbon emissions, i.e., health-climate trade-offs. As air pollutant emission intensities of remaining coal-fired power plants decrease and the power grid decarbonizes, both PM_{2.5} and carbon emissions from electricity will decrease. Under the projected 2030 power grid, AAHP would led to the largest health-climate co-benefits. This study was published on Nature Sustainability.

In 2021, Zhang's group has also made important progress on understanding the environmental effects of reactive nitrogen emissions. First, collaborating with Zhejiang University, Zhang's group proposed a metric of nitrogen-share (N-share) to represent the contributions of reactive nitrogen emissions on global PM_{2.5} air pollution and resulting health effects. The results

showed that global mean PM_{2.5} N-shares increased from 30% in 1990 to 39% in 2013. N-shares of NH₃ emissions are higher than N-shares of NO_x emissions in most countries and regions. As NO_x emissions have been under controlled in many countries and regions, while NH₃ emissions have not been effectively controlled, abating NH₃ becomes more cost-effective than NO_x for mitigating global PM_{2.5} air pollution. Second, analyses of surface ozone air pollution over North China has identified an underappreciated role of agricultural soil NO_x emissions. Zhang's group found that the presence of soil NO_x emissions in North China significantly reduced the sensitivity of ozone to anthropogenic emissions from fuel combustion, further challenging the ozone pollution regulation in the region. The two studies were published on Science and Nature Communications, respectively.

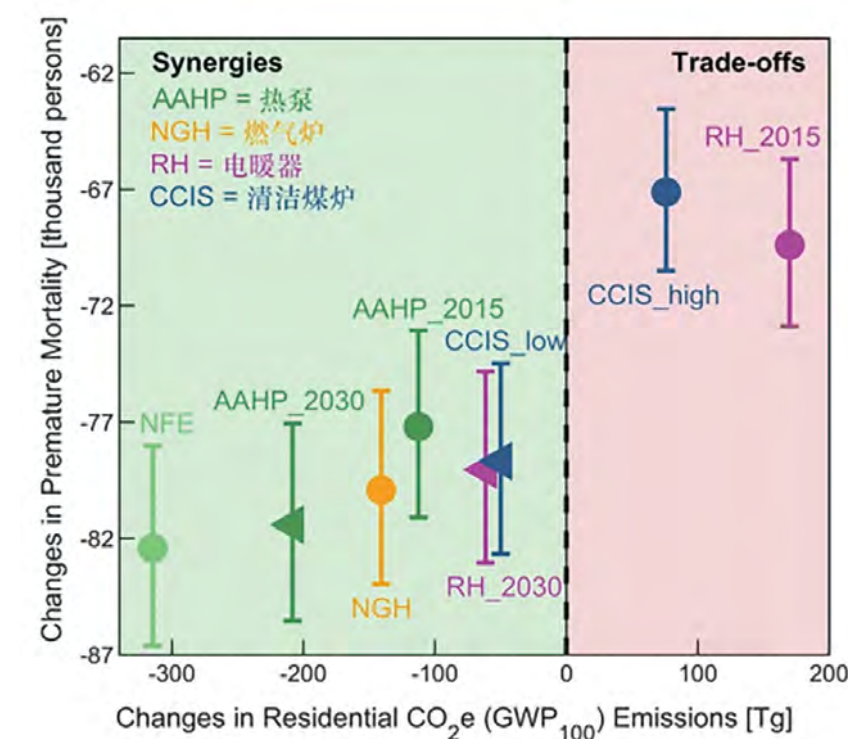


图1 我国北方地区不同清洁取暖替代情景相较于2015年基准情况的PM_{2.5}健康效应（纵轴）和二氧化碳当量排放（横轴）的协同效应（synergies）或权衡效应（trade-offs）。图中考虑的清洁取暖情景包括清洁煤炉-低排放因子（CCIS_low）、清洁煤炉-高排放因子（CCIS_high）、燃气炉（NGH）、电暖器-2015电力结构（RH_2015）、电暖器-2030电力结构（RH_2030）、热泵-2015电力结构（AAHP_2015）、热泵-2030电力结构（AAHP_2030）以及热泵-非化石能源发电（NFE）。

Figure 1. Synergies and trade-offs for PM_{2.5} health effects and carbon emissions in each clean heating scenario relative to the 2015 base case across northern China.

通过AI分类算法揭秘全球强冰雹风暴的环境场特征



张庆红
Qinghong Zhang

强冰雹风暴指那些在地面观测到直径大于19 mm雹粒的风暴，在全球气候变暖的背景下，强冰雹风暴频率如何变化是一个重要且具有挑战性的科学问题。这是因为目前缺乏全球统一的冰雹观测记录，而且不同类型大尺度环境场如何影响中尺度强对流的物理机制尚不明确。尽管有很多工作统计了强冰雹风暴发生的环境场特征，这些结论大多局限于一个国家或地区，从全球角度研究强冰雹风暴发

生的环境场特征仍是一个空白。

本研究基于GPM卫星降水雷达观测，采用统一的卫星探测算法识别2014–2021年全球14,297个强冰雹风暴（图1），并利用AI自组织映射分类算法（self-organizing maps, SOMs）将强冰雹风暴的环境参数进行分类。首次给出统一探测标准下的全球强冰雹风暴环境特征。全球强冰雹风暴的环境条件分五类（图1），第一、二类分别分布在热带平原和热带丘陵地区，具有相对高的最大对流不稳定能量（MUCAPE）、充沛的水汽（PW）与弱的0–6 km垂直风切变（SHR06）特征（图2）；第三类集中在中纬度平原地区，具有中等MUCAPE和PW以及相对高的SHR06；第四类高发区位于高纬度平原地区，第五类分布于青藏高原与山脉地区，受海拔或纬度的影响，第四和五类具有相对低的MUCAPE和PW以及中等强度的SHR06，但融化层高度（Hmelt）最低，雹粒在下落过程中受融化作用影响最弱，使得地面可以观测到与前三类风暴中粒径相近的雹粒。

不同环境条件下生成的强冰雹风暴在对流组织形式、探空特征与雹胚种类方面也有所差异，本研究揭示了全球强冰雹风暴环境场以及冰雹结构的多样性，预示未来气候变暖背景下强冰雹风暴频率的变化趋势研究具有更大挑战。

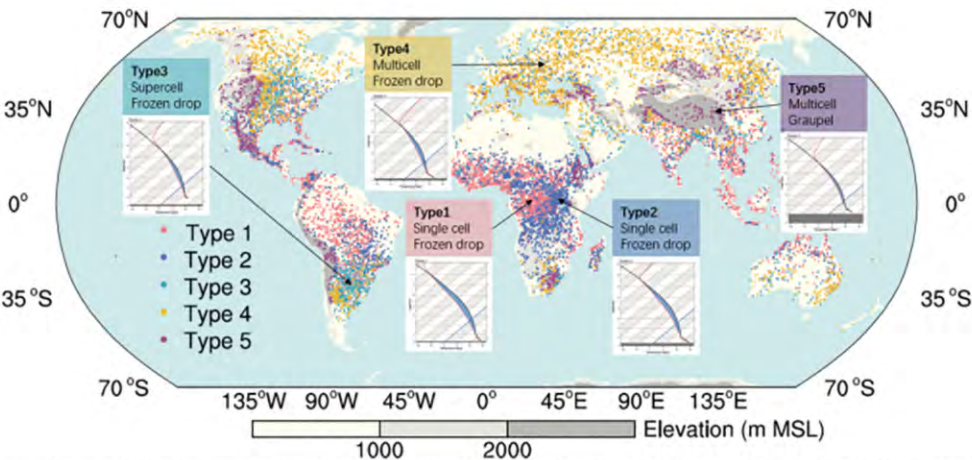


图1 2014–2021年五类强冰雹风暴全球分布以及对应特征探空示意图。不同颜色散点代表冰雹环境场类型。填色表示地形（平原（0–1000m）、丘陵（1000–2000m）、高原与山地（>2000 m））。

Figure 1. Global distribution of five types severe hailstorms centroid location and their associated soundings from 2014 to 2021. The dot colors represent hailstorm types based on environmental similarity as clustering outputs. The topography was divided into three categories according to Hterrain: plain (<1,000 m MSL), foothills (1,000–2,000 m MSL), plateau, and mountains (>2,000 m MSL).

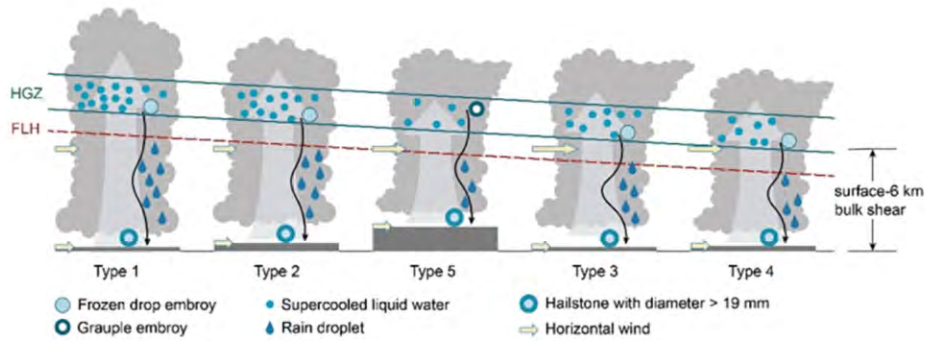


图2 五种强冰雹风暴环境场的特征示意图。

Figure 2. The schematic representation of five environmental types of severe hailstorm.

Understanding how severe hailstorms will respond to climate change remains challenging partially due to an incomplete understanding of how different environments produce hail. Leveraging a record of 14,297 global potential severe hailstorms detected by spaceborne

precipitation radar, here, for the first time, we explore global differences in the five distinct environmental types producing these storms(Figure1). Two are found over tropical plains and hills with high convective instability, high-moderate moisture, and low vertical wind shear (VWS)(Figure 2). The third type are supercell environments characterized by strong VWS, with moderate instability and moisture, commonly occurring over mid-latitude plains. Higher latitude plains and elevated terrain reflect the final two, with moderate VWS and low melting height, instability, and moisture. The variety of hailstorm environment types illustrates distinctions in the associated convective mode, sounding schematic and embryo type, highlighting that multiple environment types pose challenges for modeling present frequency and anticipating the response of hail to climate change.

参考文献:

Zhou, Z., Zhang, Q., Allen, J. T., Ni, X., & Ng, C.-P. (2021). How many types of severe hailstorm environments are there globally? Geophysical Research Letters, 48, e2021GL095485. <https://doi.org/10.1029/2021GL095485>



2021年在研国家级科研项目

序号	任务编号	项目名称	负责人	总经费	项目来源	类别	开始时间	结题时间
1	41888101	大陆演化与季风系统	胡永云	2000	国家自然科学基金	科学中心项目	201901	202412
2	41725021	海气相互作用与全球气候变化	杨海军	350	国家自然科学基金	国家杰青基金	201801	202212
3	41630527	近21000年来地球气候-同位素协同演变的模拟研究	刘征宇	260	国家自然科学基金	重点项目	201701	202112
4	41930968	北京地区大气气溶胶作为冰核对云的影响	薛惠文	300	国家自然科学基金	重点项目	202001	202412
5	42030604	具有不均匀植被分布的下垫面上强对流触发和组织演变机理研究	孟智勇	299	国家自然科学基金	重点项目	202101	202512
6	42030607	气候变暖对全球冰雹频率和大小的影响机制	张庆红	299	国家自然科学基金	重点项目	202101	202512
7	91737204	探究青藏高原在全球海洋经圈环流形成中的角色	杨海军	255	国家自然科学基金	重大研究计划	201801	202112
8	41922037	大气活性氮的源汇机制及环境效应	张霖	120	国家自然科学基金	优青青年科学基金	202001	202212
9	2017YFA0603801	全球增暖1.5℃下年代际变化机理、预测及碳排放路径试验	刘征宇	567	科技部	重点研发计划	201707	202206
10	2017YFC0210102	大气边界层影响干沉降的过程与机制	张霖	396	科技部	重点研发计划	201707	202112

11	71961137011	应对气候变化挑战和新经济背景下的城市氮循环优化策略研究	张霖	200	国家自然科学基金	国际合作项目	201903	202202
12	42161144011	岩石行星的大气与海洋热量输送：从热行星到冷行星	杨军	200	国家自然科学基金	国际合作项目	202201	202512
13	42161160329	基于三维遥感和数值模拟研究边界层演变并改善极端空气污染事件的预测	李成才	100	国家自然科学基金	国际合作项目	202201	202512
14	41775115	基于TropOMI和OMI的中国氮氧化物卫星遥感及排放和环境影响研究	林金泰	68	国家自然科学基金	面上项目	201801	202112
15	41875050	极端降水气候响应的区域特征及机理研究	聂 绩	62	国家自然科学基金	面上项目	201901	202212
16	41875051	登陆热带气旋中龙卷和超级单体的时空分布和发生发展环境特征	孟智勇	68	国家自然科学基金	面上项目	201901	202212
17	41875052	江淮地区暖季夜发中尺度对流系统的触发机制	张庆红	62	国家自然科学基金	面上项目	201901	202212
18	41875065	西太平洋型遥相关的形成、季节变化和年代际变化的机理	谭本旭	62	国家自然科学基金	面上项目	201901	202212
19	41875088	年际-年代际尺度中国地区降水中稳定氧同位素记录的气候学意义	闻新宇	68	国家自然科学基金	面上项目	201901	202212
20	41875090	气候模拟对冰雪地球假说的检验	刘永岗	62	国家自然科学基金	面上项目	201901	202212

21	41975023	利用A-Train卫星联合反演研究中国地区气溶胶直接辐射强迫的时空变化	李婧	63	国家自然科学基金	面上项目	202001	202312
22	41975059	时间序列可预报性及其应用	付遵涛	66	国家自然科学基金	面上项目	202001	202312
23	42075133	气溶胶液态水含量垂直廓线的激光雷达探测研究	李成才	59	国家自然科学基金	面上项目	202101	202412
24	42075175	基于GEMS地球同步卫星探测器的中国地区氮氧化物高时空分辨率研究	林金泰	59	国家自然科学基金	面上项目	202101	202412
25	42075146	对流发展过程诊断及参数化	聂 绩	59	国家自然科学基金	面上项目	202101	202412
26	42075046	三种不同气候态下的热带气旋	杨军	59	国家自然科学基金	面上项目	202101	202412
27	42175065	数据驱动的平流层-对流层耦合及其影响的因果量化	付遵涛	58	国家自然科学基金	面上项目	202201	202512
28	42175091	深对流云中的二次冰晶过程对降水的影响	薛惠文	58	国家自然科学基金	面上项目	202201	202512
29	42175092	弱湍流运动及湍流间歇性时空演变特征及物理机制实验研究	张宏昇	58	国家自然科学基金	面上项目	202201	202512
30	42175121	燃烧排放一次有机气溶胶在环境大气广域温湿度条件下的老化过程	Kuwata Mikinori	57	国家自然科学基金	面上项目	202201	202512
31	42175144	基于CALIOP星载激光雷达联合反演气溶胶消光系数与有效半径廓线	李婧	58	国家自然科学基金	面上项目	202201	202512

2021批准项目

负责人	项目编号	项目名称	项目类型	批准金额 (万元)
杨军	42161144011	岩石行星的大气与海洋热量输送：从热行星到冷行星	国际(地区)合作与交流项目/ 组织间合作研究/NSFC-ISF(中以)	200
李成才	42161160329	基于三维遥感和数值模拟研究边界层演变并改善极端空气污染事件的预测	国际(地区)合作与交流项目/ 组织间合作研究/NSFC-RGC(内地-香港)	100
付遵涛	42175065	数据驱动的平流层-对流层耦合及其影响的因果量化	面上项目	58
薛惠文	42175091	深对流云中的二次冰晶过程对降水的影响	面上项目	58
张宏昇	42175092	弱湍流运动及湍流间歇性时空演变特征及物理机制实验研究	面上项目	58
Kuwata Mikinori	42175121	燃烧排放一次有机气溶胶在环境大气广域温湿度条件下的老化过程	面上项目	57
李婧	42175144	基于CALIOP星载激光雷达联合反演气溶胶消光系数与有效半径廓线	面上项目	58

1. Adeniran JA*, Mohammed IA, Muniru OI, Oloyede T, Sonibare OO, Yusuf MNO, Abdulraheem KA, Odediran ET, Yusuf RO and Sonibare JA, 2021: Indoor transmission dynamics of expired SARS-CoV-2 virus in a model African hospital ward. *Journal of Environmental Health and Engineer*, 19(1):331-341.

2. Bates KH*, Jacob DJ, Li K, Ivatt PD, Evans MJ, Yan YY and Lin JT, 2021: Development and evaluation of a new compact mechanism for aromatic oxidation in atmospheric models. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 21(24):18351-18374.

3. Baxter C*, Desert JM, Tsai SM, Todorov KO, Bean JL, Deming D, Parmentier V, Fortney JJ, Line M, Thorngren D, Pierrehumbert RT, Burrows A and Showman AP, 2021: Evidence for disequilibrium chemistry from vertical mixing in hot Jupiter atmospheres: A comprehensive survey of transiting close-in gas giant exoplanets with warm-Spitzer/IRAC. *Astronomy & Astrophysics*. 648:A127.

4. Bindle L*, Martin RV, Cooper MJ, Lundgren EW, Eastham SD, Auer BM, Clune TL, Weng HJ, Lin JT, Murray LT, Meng J, Keller CA, Putman WM, Pawson S and Jacob DJ, 2021: Grid-stretching capability for the GEOS-Chem 13.0.0 atmospheric chemistry model. *Geoscientific Model Development*. 14(10):5977-5997.

5. Chai WM, Huang Y, Yang LC, Quan H and Fu ZT*, 2021: Evaluation of re-analyses over China based on the temporal asymmetry of daily temperature variability. *Theoretical and Applied Climatology*.

6. Chang L, Li J*, Chu YQ, Dong YM, Tan WS, Xu XJ, Ren JJ, Tian XQ, Li C, Liu Z, Zhao G and Li CC, 2021: Variability of surface aerosol properties at an urban site in Beijing based on two years of in-situ measurements. *Atmospheric Research*. 256:105562.

7. Chen SY*, Wong NZ, Ma D, Chan PW and Kuang ZM, 2021: Dependence of Precipitation on Precipitable Water Vapor Over the Maritime Continent and Implications to the Madden-Julian Oscillation. *Geophysical Research Letters*. 48(17).

8. Chen SZ*, Liu JP, Ding YF, Zhang YY, Cheng X and Hu YY, 2021: Assessment of Snow Depth over Arctic Sea Ice in CMIP6 Models Using Satellite Data. *Advances in Atmospheric Sciences*. 38(2):168-186.

9. Chen XK, Jiang Z*, Shen YA, Li R, Fu YF, Liu J, Han H, Liao H, Cheng XG, Jones DBA, Worden H and Abad GG, 2021: Chinese Regulations Are Working-Why Is Surface Ozone

- Over Industrialized Areas Still High? Applying Lessons From Northeast US Air Quality Evolution. *Geophysical Research Letters*. 48(14).
10. Chen YF, Zhang L*, Henze DK*, Zhao YH, Lu X, Winiwarter W, Guo YX, Liu XJ, Wen Z, Pan YP and Song Y, 2021: Interannual variation of reactive nitrogen emissions and their impacts on PM_{2.5} air pollution in China during 2005-2015. *Environmental Research Letters*. 16(12):125004.
11. Chen ZH, Wen Q and Yang HJ*, 2021: Impact of Tibetan Plateau on North African precipitation. *Climate Dynamics*, 57(9-10):2767-2777.
12. Cheng J*, Wu HB*, Liu ZY*, Gu P, Wang JJ, Zhao C, Li Q, Chen HS, Lu HY, Hu HB*, Gao Y, Yu M and Song YM, 2021: Vegetation feedback causes delayed ecosystem response to East Asian Summer Monsoon Rainfall during the Holocene. *Nature Communications*, 12(1):1843.
13. Cheng LQ, Song YG*, Wu YB, Liu YG, Liu HF, Chang H, Zong XL and Kang SG, 2021: Drivers for Asynchronous Patterns of Dust Accumulation in Central and Eastern Asia and in Greenland During the Last Glacial Maximum. *Geophysical Research Letters*, 48(5).
14. Dai PX and Nie J*, 2021: What Controls the Interannual Variability of Extreme Precipitation? *Geophysical Research Letters*, 48(21).
15. Daniels WC*, Russell JM, Morrill C, Longo WM, Giblin AE, Holland-Stergar P, Welker JM, Wen X, Hu A and Huang Y, 2021: Lacustrine leaf wax hydrogen isotopes indicate strong regional climate feedbacks in Beringia since the last ice age. *Quaternary Science Reviews*, 269:107130.
16. DeLang MN, Becker JS, Chang KL, Serre ML, Cooper OR, Schultz MG, Schroder S, Lu X, Zhang L, Deushi M, Josse B, Keller CA, Lamarque JF, Lin MY, Liu JH, Marecal V, Strode SA, Sudo K, Tilmes S, Zhang L, Cleland SE, Collins EL, Brauer M and West JJ*, 2021: Mapping Yearly Fine Resolution Global Surface Ozone through the Bayesian Maximum Entropy Data Fusion of Observations and Model Output for 1990-2017. *Environmental Science & Technology*, 55(8):4389-4398.
17. Du XJ*, Russell JM, Liu ZY, Otto-Bliesner BL, Gao Y, Zhu CY, Oppo DW, Mohtadi M, Yan Y, Galy VV and He CF, 2021: Deglacial trends in Indo-Pacific warm pool hydroclimate in an isotope-enabled Earth system model and implications for isotope-based paleoclimate reconstructions. *Quaternary Science Reviews*, 270:107188.
18. Duan WH*, Ma ZB, Tan M, Cheng H, Edwards RL, Wen XY, Wang XF and Wang LS, 2021: Timing and structure of early-Holocene climate anomalies inferred from north Chinese stalagmite records. *Holocene*, 31(11-12):1777-1785.
19. Ezer T*, Xu FH, Liu ZY, Stanev E, Wang SL and Wei J, 2021: The 11th International Workshop on Modeling the Ocean (IWMO 2019) in Wuxi, China, on June 17-20, 2019. *Ocean Dynamics*, 71(4):471-474.
20. Fang JK, Song J, Wu RS, Xie YF, Xu X, Zeng YP, Zhu YT, Wang T, Yuan NM, Xu HB, Song XM, Zhang QH, Xu BP* and Huang W*, 2021: Association between ambient temperature and childhood respiratory hospital visits in Beijing, China: a time-series study (2013-2017). *Environmental Science and Pollution Research*, 28(23):29445-29454.
21. Fang X, Hu M*, Shang DJ, Tan TY, Zhao G, Zong TM, Tang LZ, Ma XF, Yang XP, Dong HB, Yu XN, Chen SY, Li X, Liu Y, Wang HL, Gao YQ, Lou SR, Zhao CS, Zeng LM, Lu KD, Zhang YH, Wu ZJ and Guo S, 2021: New particle formation and its CCN enhancement in the Yangtze River Delta under the control of continental and marine air masses. *Atmospheric Environment*, 254:118400.
22. Feng X, Lin HP, Fu TM*, Sulprizio MP, Zhuang JW, Jacob DJ, Tian H, Ma YP, Zhang LJ, Wang XL, Chen Q and Han ZW, 2021: WRF-GC (v2.0): online two-way coupling of WRF (v3.9.1.1) and GEOS-Chem (v12.7.2) for modeling regional atmospheric chemistry-meteorology interactions. *Geoscientific Model Development*, 14(6):3741-3768.
23. Fu SZ, Rotunno R, Chen JH, Deng X and Xue HW, 2021: A large-eddy simulation study of deep-convection initiation through the collision of two sea-breeze fronts. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21(12):9289-9308.
24. Gao L*, Chen L, Li CC, Li J, Che HZ and Zhang YP, 2021: Evaluation and possible uncertainty source analysis of JAXA Himawari-8 aerosol optical depth product over China. *Atmospheric Research*, 248:105248.
25. Gao L*, Chen L, Li J, Li CC and Zhu L, 2021: An improved dark target method for aerosol optical depth retrieval over China from Himawari-8. *Atmospheric Research*, 250:105399.
26. Gu BJ*, Zhang L*, Van Dingenen R, Vieno M, Van Grinsven HJM, Zhang XM, Zhang SH, Chen YF, Wang ST, Ren CC, Rao S, Holland M, Winiwarter W, Chen DL, Xu JM and Sutton

- MA*, 2021: Abating ammonia is more cost-effective than nitrogen oxides for mitigating PM2.5 air pollution. **Science**, 374(6568):758-762.
27. Gu LX, Fan ST*, Li JZ, Bartlett SJ, Natraj V, Jiang JH, Crisp D, Hu YY, Tinetti G and Yung YL, 2021: Earth as a Proxy Exoplanet: Deconstructing and Reconstructing Spectrophotometric Light Curves. **Astronomical Journal**, 161(3):122.
28. He CF*, Liu ZY, Otto-Bliesner BL, Brady EC, Zhu CY, Tomas R, Gu SF, Han J and Jin YS: Deglacial variability of South China hydroclimate heavily contributed by autumn rainfall. **Nature Communications**, 12(1):5875.
29. Hu SY, Zhao G, Tan TY, Li CC, Zong TM, Xu N, Zhu WF and Hu M*, 2021: Current challenges of improving visibility due to increasing nitrate fraction in PM2.5 during the haze days in Beijing, China. **Environmental Pollution**, 290.
30. Hu YY*, 2021: The Walker Circulation shaped by tectonics. **National Science Review**, 8:5.
31. Huang H* and Huang Y, 2021: Nonlinear Coupling Between Longwave Radiative Climate Feedbacks. **Journal of Geophysical Research-Atmospheres**, 126:8.
32. Huang QQ, Chu YQ* and Li QH, 2021: Climatology of low-level temperature inversions over China based on high-resolution radiosonde measurements. **Theoretical and Applied Climatology**, 144(1-2):415-429.
33. Huang YJ, Wu W*, McFarquhar GM, Wang XG, Morrison H, Ryzhkov A, Hu YC, Wolde M, Nguyen C, Schwarzenboeck A, Milbrandt J, Korolev AV and Heckman, 2021: Microphysical processes producing high ice water contents (HIWCs) in tropical convective clouds during the HAIC-HIWC field campaign: evaluation of simulations using bulk microphysical schemes. **Atmospheric Chemistry and Physics**, 21(9):919-9944.
34. Ji WW*, Robel A, Tziperman E and Yang J, 2021: Laurentide Ice Saddle Mergers Drive Rapid Sea Level Drops During Glaciations. **Geophysical Research Letters**, 48(14).
35. Jia WX, Zhang XY*, Zhang HS* and Ren Y, 2021: Application of Turbulent Diffusion Term of Aerosols in Mesoscale Model Geophysical. **Research Letters**, 48(11).
36. Jiang L, He SX, Zhou HF, Kong H, Wang JH, Cui YZ* and Wang L, 2021: Coordination between sulfur dioxide pollution control and rapid economic growth in China: Evidence from satellite observations and spatial econometric models. **Structural Change and Economic Dynamics**, 57:279-291.
37. Jiang R and Yang HJ*, 2021: Roles of the Rocky Mountains in the Atlantic and Pacific Meridional Overturning Circulations. **Journal of Climate**, 34(16):6691-6703.
38. Jiang YX, Zhang LQ*, Li Y, Lin JT*, Li JW, Zhou GQ, Liu SH, Cao J and Xiao ZQ, 2021: Evaluation of county-level poverty alleviation progress by deep learning and satellite observations. **Big Earth Data**, 5(4):576-592.
39. Jiang ZJ, Li J*, Lu X, Gong C, Zhang L and Liao H, 2021: Impact of western Pacific subtropical high on ozone pollution over eastern China. **Atmospheric Chemistry and Physics**, 21(4):2601-2613.
40. Jin XP, Cai XH*, Yu MY, Wang XS, Song Y, Kang L, Zhang HS and Zhu T, 2021: Mesoscale structure of the atmospheric boundary layer and its impact on regional air pollution: A case study. **Atmospheric Environment**, 258:118511.
41. Jin YS*, Liu ZY*, He CF and Zhao YC, 2021: On the Formation Mechanism of the Seasonal Persistence Barrier. **Journal Of Climate**, 34:2:479-494.
42. Kuwata M*, Miyakawa T, Yokoi S, Khan MF and Latif MT, 2021: The Madden-Julian Oscillation Modulates the Air Quality in the Maritime Continent. **Earth and Space Science**, 8:7.
43. Lei YD, Yue X*, Liao H, Zhang L, Yang Y, Zhou H, Tian CG, Gong C, Ma YMA, Gao L and Cao Y, 2021: Indirect contributions of global fires to surface ozone through ozone-vegetation feedback. **Atmospheric Chemistry and Physics**, 21(15):11531-11543.
44. Li G, Su H*, Ma N, Tao JC, Kuang Y, Wang QQ, Hong J, Zhang YX, Kuhn U, Zhang SB, Pan XH, Lu N, Tang M, Zheng GJ, Wang ZB, Gao Y, Cheng P, Xu WY, Zhou GS, Zhao CS, Yuan B, Shao M, Ding AJ, Zhang Q, Fu PQ, Sun YL, Poschl U and Cheng YF, 2021: Multiphase chemistry experiment in Fogs and Aerosols in the North China Plain (McFAN): integrated analysis and intensive winter campaign 2018. **Faraday Discussions**, 226:207-222.
45. Li J, Guo JP*, Xu H*, Li J and Lv YM, 2021: Assessing the Surface-Layer Stability over China Using Long-Term Wind-Tower Network Observations. **Boundary-Layer Meteorology**, 180(1):155-171.
46. Li QH, Zhang HS*, Cai XH, Song Y and Zhu T, 2021: The impacts of the atmospheric boundary layer on regional haze in North China. **Npj Climate and Atmospheric Science**, 4(1).

47. Li QH, Zhang HS*, Jin XP, Cai XH and Song Y, 2021: Mechanism of haze pollution in summer and its difference with winter in the North China Plain. **Science of the Total Environment**, 806:150625.
48. Li RC, Huang Y, Xie FH and Fu ZT*, 2021: Discrepancies in surface temperature between NCEP reanalysis data and station observations over China and their implications. **Atmospheric and Oceanic Science Letters**, 14(1):100008.
49. Li RM, Zhang QH*, Sun JZ, Chen Y, Ding LL and Wang T, 2021: Smartphone pressure data: quality control and impact on atmospheric analysis. **Atmospheric Measurement Techniques**, 14(2):785-801.
50. Li S, Meng ZY* and Wu NG, 2021: A Preliminary Study on the Organizational Modes of Mesoscale Convective Systems Associated With Warm-Sector Heavy Rainfall in South China. **Journal of Geophysical Research-Atmospheres**, 126(16).
51. Li XF, Zhang QH*, Fan JW and Zhang FQ, 2021: Notable Contributions of Aerosols to the Predictability of Hail Precipitation. **Geophysical Research Letters**, 48(11).
52. Li Y, Miao YC*, Che HZ* and Liu SH, 2021: On the heavy aerosol pollution and its meteorological dependence in Shandong province, China. **Atmospheric Research**, 256.
53. Li YM, Fu TM*, Yu JZ*, Feng X, Zhang LJ, Chen J, Boreddy SKR, Kawamura K, Fu PQ, Yang X, Zhu L and Zeng ZZ, 2021: Impacts of Chemical Degradation on the Global Budget of Atmospheric Levoglucosan and Its Use As a Biomass Burning Tracer. **Environmental Science & Technology**, 55(8):5525-5536.
54. Li ZB, Chen W*, Chen SF, Sun Y* and Qian DL, 2021: Uncertainty of central China summer precipitation and related natural internal variability under global warming of 1 to 3 degrees C. **International Journal of Climatology**, 41(15):6640-6653.
55. Liu MY*, van der A R, van Weele M, Eskes H, Lu X, Veeffkind P, de Laat J, Kong H, Wang JX, Sun JYT, Ding JY, Zhao YH and Weng HJ, 2021: A New Divergence Method to Quantify Methane Emissions Using Observations of Sentinel-5P TROPOMI. **Geophysical Research Letters**, 48(18).
56. Liu X*, Liu ZL, Jiao WD, Li X, Lin JT and Ku A*, 2021: Impact of ultra low emission technology of coal-fired power on PM2.5 pollution in the Jing-Jin-Ji Region. **Frontiers in Energy**, 15(1):235-239.

57. Liu YB*, Qiu GY, Zhang HS, Yang YH, Zhang YS, Wang Q, Zhao WZ, Jia L, Ji XB, Xiong YJ, Yan CH, Ma N, Han SM and Cui YF, 2021: Shifting from homogeneous to heterogeneous surfaces in estimating terrestrial evapotranspiration: Review and perspectives. **Science China-Earth Sciences**.
58. Liu YG*, Liu P, Li DW, Peng YR and Hu YY, 2021: Influence of Dust on the Initiation of Neoproterozoic Snowball Earth Events. **Journal of Climate**, 34(16):6673-6689.
59. Liu ZH, Zhou M, Chen YF, Chen D, Pan YP, Song T, Ji DS, Chen Q* and Zhang L*, 2021: The nonlinear response of fine particulate matter pollution to ammonia emission reductions in North China. **Environmental Research Letters**, 16(3):34014.
60. Liu ZT, Ying H, Chen MY, Bai J, Xue YF, Yin YL, Batchelor WD, Yang Y, Bai ZH, Du MX, Guo YX, Zhang QS, Cui ZL*, Zhang FS and Dou ZX, 2021: Optimization of China's maize and soy production can ensure feed sufficiency at lower nitrogen and carbon footprints. **Nature Food**, 2(6):426-433.
61. Lu X, Ye XP, Zhou M, Zhao YH, Weng HJ, Kong H, Li K, Gao M, Zheng B, Lin JT, Zhou F, Zhang Q, Wu DM, Zhang L* and Zhang YH*, 2021: The underappreciated role of agricultural soil nitrogen oxide emissions in ozone pollution regulation in North China. **Nature Communications**, 12(1):5021.
62. Ma R, Li K, Guo YX, Zhang B*, Zhao XL, Linder SR, Guan CH, Chen GQ, Gan YJ and Meng J*, 2021: Mitigation potential of global ammonia emissions and related health impacts in the trade network. **Nature Communications**, 12(1):6308.
63. Mao R*, Kim SJ, Gong DY, Liu XH, Wen XY, Zhang LP, Tang F, Zong Q, Xiao CD and Ding MH, 2021: Park SJ Increasing Difference in Interannual Summertime Surface Air Temperature Between Interior East Antarctica and the Antarctic Peninsula Under Future Climate Scenarios. **Geophysical Research Letters**, 48(16).
64. McDuffie EE*, Martin RV, Spadaro JV, Burnett R, Smith SJ, O'Rourke P, Hammer MS, van Donkelaar A, Bindle L, Shah V, Jaegle L, Luo G, Yu FQ, Adeniran JA, Lin JT and Brauer M, 2021: Source sector and fuel contributions to ambient PM2.5 and attributable mortality across multiple spatial scales. **Nature Communications**, 12(1):3594.
65. McFarquhar GM*, Bretherton CS, Marchand R, Protat A, DeMott PJ, Alexander SP, Roberts GC, Twohy CH, Toohey D, Siems S, Huang Y, Wood R, Rauber RM, Lasher-Trapp S, Jensen

- J, Stith JL, Mace J, Um J, Jarvinen E, Schnaiter M, Gettelman A, Sanchez KJ, McCluskey CS, Russell LM, McCoy IL, Atlas RL, Bardeen CG, Moore KA, Hill TCJ, Humphries RS, Keywood MD, Ristovski Z, Cravigan L, Schofield R, Fairall C, Mallet MD, Kreidenweis SM, Rainwater B, D'Alessandro J, Wang Y, Wu W, Saliba G, Levin EJT, Ding SS, Lang F, Truong SCH, Wolff C, Haggerty J, Harvey MJ, Klekociuk AR and McDonald A, 2021: Observations of Clouds, Aerosols, Precipitation, and Surface Radiation over the Southern Ocean: An Overview of CAPRICORN, MARCUS, MICRE, and SOCRATES. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 102(4):E894-E928
66. Miao RQ, Chen Q*, Shrivastava M, Chen YF, Zhang L, Hu JL, Zheng Y and Liao KR, 2021: Process-based and observation-constrained SOA simulations in China: the role of semivolatile and intermediate-volatility organic compounds and OH levels. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21(21):16183-16201.
67. Miao YC, Che HZ*, Zhang XY and Liu SH, 2021: Relationship between summertime concurring PM_{2.5} and O₃ pollution and boundary layer height differs between Beijing and Shanghai, China. *Environmental Pollution*, 268:115775.
68. Ng CP, Zhang QH* and Li WH*, 2021: Changes in Hourly Extreme Precipitation Over Eastern China From 1970 to 2019 Dominated by Synoptic-Scale Precipitation. *Geophysical Research Letters*, 48(5).
69. Ni X, Hui W, Zhang QH*, Huang FX and Liu CT, 2021: Comparison of Lightning Detection Between the FY-4A Lightning Mapping Imager and the ISS Lightning Imaging Sensor. *Earth and Space Science*, 8(6).
70. Liu P*, Liu JJ, Aoshuang J, Reinhard Christopher T., Planavsky Noah J., Babikov Dmitri, Najjar Raymond G. and Kasting James F. *, 2021: Triple oxygen isotope constraints on atmospheric O₂ and biological productivity during the mid-Proterozoic. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(51).
71. Peng LQ, Liu FQ, Zhou M, Li MW, Zhang Q and Mauzerall DL*, 2021: Alternative-energy-vehicles deployment delivers climate, air quality, and health co-benefits when coupled with decarbonizing power generation in China. *One Earth*, 4(8):1127-1140.
72. Qian WH*, Ai Y, Leung JCH and Zhang BL*, 2021: Anomaly-based synoptic analysis and model product application for 2020 summer southern China rainfall events. *Atmospheric Research*, 258:105631.
73. Qian WH*, Ai Y, Yu JY and Du J, 2021: Opposite anomalous synoptic patterns for potential California large wildfire spread and extinguishing in 2018 cases. *Atmospheric Research*, 262:105804.
74. Qian WH*, Du J and Ai Y, 2021: A Review: Anomaly-Based versus Full-Field-Based Weather Analysis and Forecasting. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 102(4): E849-E870.
75. Qian WH*, Yang A and Chen XC, 2021: Anomalous synoptic environments of a strong convective process with tornado in Kaiyuan City, Liaoning Province. *Chinese Journal of Geophysics-Chinese Edition*, 64(5):1531-1541.
76. Qiu J, Tan WS, Zhao G, Yu YL and Zhao CS*, 2021: New correction method for the scattering coefficient measurements of a three-wavelength nephelometer. *Atmospheric Measurement Techniques*, 14(7):4879-4891.
77. Quan H, Chai WM and Fu ZT*, 2021: Asymmetry of daily mean temperature series over China and its frontal mechanism. *International Journal of Climatology*.
78. Raupach TH*, Martius O, Allen JT, Kunz M, Lasher-Trapp S, Mohr S, Rasmussen KL, Trapp RJ and Zhang QH, 2021: The effects of climate change on hailstorms. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2(3):213-226.
79. Ren JJ, Tan WS, Tian XQ, Wu ZL, Li CC*, Li J, Zhao CS, Liu D, Kang L and Zhu T, 2021: Retrieval of aerosol liquid water content from high spectral resolution lidar. *Science of the Total Environment*, 799:149423.
80. Ren Y, Zhang HS*, Zhang XY, Li QH, Cai XH*, Song Y, Kang L and Zhu T, 2021: Temporal and spatial characteristics of turbulent transfer and diffusion coefficient of PM_{2.5}. *Science of the Total Environment*, 782:146804.
81. Ren Y, Zhang HS*, Zhang XY*, Wei W, Li QH, Wu BG, Cai XH*, Song Y, Kang L and Zhu T, 2021: Turbulence barrier effect during heavy haze pollution events. *Science of the Total Environment*, 753:142286.
82. Richards BDG*, Koll DDB and Cronin TW, 2021: Seasonal Loom Between Local Outgoing Longwave Radiation and Surface Temperature. *Geophysical Research Letters*, 48:17.
83. Shen C, Zha JL*, Zhao DM, Wu J, Fan WX, Yang MX and Li ZB, 2021: Estimating centennial-scale changes in global terrestrial near-surface wind speed based on CMIP6

- GCMs. *Environmental Research Letters*, 16(8):84039.
84. Shen CY, Zhao G and Zhao CS*, 2021: Effects of multi-charge on aerosol hygroscopicity measurement by a HTDMA. *Atmospheric Measurement Techniques*, 14(2).
 85. Shen CY, Zhao G, Zhao WL, Tian P and Zhao CS*, 2021: Measurement report: aerosol hygroscopic properties extended to 600 nm in the urban environment. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21(3):1375-1388.
 86. Shi JQ and Yang HJ*, 2021: Bjerknes compensation in a coupled global box model. *Climate Dynamics*, 57(11-12):3569-3582.
 87. Song XY and Yang J*, 2021: Asymmetry and Variability in the Transmission Spectra of Tidally Locked Habitable Planets. *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 8:708023.
 88. Sun Y, Gu BJ*, van Grinsven HJM, Reis S, Lam SK, Zhang XY, Chen YF, Zhou F, Zhang L, Wang R, Chen DL and Xu JM*, 2021: The Warming Climate Aggravates Atmospheric Nitrogen Pollution in Australia. *Research*.
 89. Sun Y, Hu GK, Zhang YW, Lu B, Lu ZH, Fan JF, Li XT, Deng QM and Chen XS*, 2021: Eigen microstates and their evolutions in complex systems. *Communications in Theoretical Physics*, 73(6):65603.
 90. Sun YW, Yin H, Liu C*, Zhang L*, Cheng Y*, Palm M, Notholt J, Lu X, Vigouroux C, Zheng B, Wang W, Jones N, Shan CG, Qin M, Tian Y, Hu QH, Meng FH and Liu JG, Mapping the drivers of formaldehyde (HCHO) variability from 2015 to 2019 over eastern China: insights from Fourier transform infrared observation and GEOS-Chem model simulation. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21(8):6365-6387.
 91. Sun YX, Chen G and Tan BK*, 2021: Formation and maintenance mechanisms of the Pacific-Japan pattern as an intraseasonal variability mode. *Climate Dynamics*, 57(11-12):2971-2994.
 92. Tan XY* and Showman AP, 2021: Atmospheric circulation of brown dwarfs and directly imaged exoplanets driven by cloud radiative feedback: global and equatorial dynamics. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 502(2):2198-2219.
 93. Tan XY* and Showman AP, 2021: Atmospheric circulation of brown dwarfs and directly imaged exoplanets driven by cloud radiative feedback: effects of rotation. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 502(1):678-699.
 94. Wang GY*, Wang HQ, Zhuang YZ, Wu Q, Chen SY and Kang HK, 2021: Tropical Overshooting Cloud-Top Height Retrieval from Himawari-8 Imagery Based on Random Forest Model. *Atmosphere*, 12(2):173.
 95. Wang GY*, Zhuang YZ, Fu R, Zhao SY and Wang HQ, 2021: Improving Seasonal Prediction of California Winter Precipitation Using Canonical Correlation Analysis. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 126(17).
 96. Wang M and Tan BK*, 2021: Formation and Maintenance Mechanisms of the Subseasonal Eastern Pacific Pattern: Energetics Analysis. *Earth And Space Science*, 8(9).
 97. Wang MZ and Fu ZT*, 2021: A new method of nonlinear causality detection: Reservoir computing Granger causality. *Chaos Solitons & Fractals*, 154.
 98. Wang S and Yang J*, 2021: Phase Shift of Planetary Waves and Wave-Jet Resonance on Tidally Locked Planets. *Astrophysical Journal*, 907(1):28.
 99. Wang SS, Yu Y, Zhang XX, Lu HY, Zhang XY and Xu ZW*, 2021: Weakened dust activity over China and Mongolia from 2001 to 2020 associated with climate change and land-use management. *Environmental Research Letters*, 16(12):124056.
 100. Wang SY, Liu JP*, Cheng X, Kerzenmacher T, Hu YY, Hui FM, Braesicke P, 2021: How Do Weakening of the Stratospheric Polar Vortex in the Southern Hemisphere Affect Regional Antarctic Sea Ice Extent? *Geophysical Research Letters*, 48(11).
 101. Wang TT, Zhao G, Tan TY, Yu Y, Tang RZ, Dong HB, Chen SY, Li X, Lu KD, Zeng LM, Gao YQ, Wang HL, Lou SR, Liu DT, Hu M, Zhao CS and Guo S*, 2021: Effects of biomass burning and photochemical oxidation on the black carbon mixing state and light absorption in summer season. *Atmospheric Environment*, 248.
 102. Wang XL, Fu TM*, Zhang L*, Cao HS, Zhang Q, Ma HC, Shen L, Evans MJ, Ivatt PD, Lu X, Chen YF, Zhang LJ, Feng X, Yang X, Zhu L and Henze DK, 2021: Sensitivities of Ozone Air Pollution in the Beijing-Tianjin-Hebei Area to Local and Upwind Precursor Emissions Using Adjoint Modeling. *Environmental Science & Technology*, 55(9):5752-5762.
 103. Wang YXZ, Yan YY*, Duan KY, Kong SF, Lin JT, Zheng H, Song AL and Zhang ZX, 2021: Effect of springtime thermal forcing over Tibetan Plateau on summertime ozone in Central China during the period 1950-2019. *Atmospheric Research*, 261.

104. Wei J*, Yang F, Ren XC and Zou SL, 2021: A Short-Term Prediction Model of PM2.5 Concentration Based on Deep Learning and Mode Decomposition Methods. **Applied Sciences-Basel**, 11(15):6915.
105. Wei ZR, Zhang HS*, Ren Y, Li QH, Cai XH, Song Y and Kang L, 2021: Study on the characteristics of the pressure fluctuations and their contribution to turbulence kinetic energy. **Atmospheric Research**, 258.
106. Wei ZR, Zhang L, Ren Y, Wei W, Zhang HS*, Cai XH, Song Y and Kang L, 2021: Characteristics of the turbulence intermittency and its influence on the turbulent transport in the semi-arid region of the Loess Plateau. **Atmospheric Research**, 249.
107. Wu JC, Liu YG* and Zhao ZQ, 2021: How Should Snowball Earth Deglaciation Start. **Journal of Geophysical Research-Atmospheres**, 126(2).
108. Xia Y, Hu YY, Huang Y, Bian JC and Zhao CF*, 2021: Stratospheric ozone loss-induced cloud effects lead to less surface ultraviolet radiation over the Siberian Arctic in spring. **Environmental Research Letters**, 16(8):84057.
109. Xia Y, Hu YY, Huang Y, Zhao CF*, Xie F and Yang YK, 2021: Significant Contribution of Severe Ozone Loss to the Siberian-Arctic Surface Warming in Spring 2020. **Geophysical Research Letters**, 48(8).
110. Xia Y, Hu YY*, Zhang JK, Xie F and Tian WS, 2021: Record Arctic Ozone Loss in Spring 2020 is Likely Caused by North Pacific Warm Sea Surface Temperature Anomalies. **Advances in Atmospheric Sciences**, 38(10):1723-1736.
111. Xia Y, Huang Y, Hu YY and Yang J, 2021: Lower Stratospheric Water Vapor Variations Diagnosed from Satellite Observations, Reanalysis Data, and a Chemistry-Climate Model. **Journal of Meteorological Research**, 35(4):701-715.
112. Xia Y*, Wang YW, Huang Y, Hu YY, Bian JC, Zhao CF and Sun C, 2021: Significant Contribution of Stratospheric Water Vapor to the Poleward Expansion of the Hadley Circulation in Autumn Under Greenhouse Warming. **Geophysical Research Letters**, 48(17).
113. Xu JY, Tian RX* and Feng S, 2021: Comparison of Atmospheric Vertical Motion over China in ERA-Interim, JRA-55, and NCEP/NCAR Reanalysis Datasets. **Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences**, 57(4):773-786.

114. Xu TT, Liu B, Zhang MS, Song Y*, Kang L, Wang TT, Liu MX, Cai XH, Zhang HS and Zhu T, 2021: Temperature inversions in China derived from sounding data from 1976 to 2015. **Tellus Series B-Chemical and Physical Meteorology**, 73(1):1-18.
115. Yan YY, Zheng H, Kong SF*, Lin JT*, Yao LQ, Wu FQ, Cheng Y, Niu ZZ, Zheng SR, Zeng X, Yan Q, Wu J, Zheng MM, Liu MY, Ni RJ, Chen LL, Chen N, Xu K, Liu DT, Zhao DL, Zhao TL and Qi SH, 2021: On the local anthropogenic source diversities and transboundary transport for urban agglomeration ozone mitigation. **Atmospheric Environment**, 245.
116. Yan YY, Zhou Y, Kong SF*, Lin JT, Wu J, Zheng H, Zhang ZX, Song AL, Bai YQ, Ling Z, Liu DT and Zhao TL, 2021: Effectiveness of emission control in reducing PM2.5 pollution in central China during winter haze episodes under various potential synoptic controls. **Atmospheric Chemistry And Physics**.
117. Yang BL, Nie J*, Tan ZM, 2021: Radiation Feedback Accelerates the Formation of Typhoon Haiyan (2013): The Critical Role of Mid-Level Circulation. **Geophysical Research Letters**, 48(16).
118. Yang F, He Q, Huang JP*, Mamtimin A, Yang XH, Huo W, Zhou CL, Liu XC, Wei WS, Cui CX, Wang MZ, Li HJ, Yang LM, Zhang HS, Liu YZ, Zheng XQ, Pan HL, Jin LL, Zou H, Zhou LB, Liu YQ, Zhang JT, Meng L, Wang Y, Qin XL, Yao YJ, Liu HY, Xue FM and Zheng W, 2021: Desert Environment and Climate Observation Network over the Taklimakan Desert. **Bulletin of the American Meteorological Society**, 102(6).
119. Yang PC*, Wang GL*, Xiao ZN, Tsonis AA, Feng GL, Liu SD and Zhou XJ, 2021: Climate: a dynamical system with mismatched space and time domains. **Climate Dynamics**, 56(9-10):3305-3311.
120. Yin ZH, Dai PX and Nie J*, 2021: A Two-plume Convective Model for Precipitation Extremes. **Advances in Atmospheric Sciences**, 38(6):957-965.
121. Zeng LY, Yang Y*, Wang HL, Wang J, Li J, Ren LL, Li HM, Zhou Y, Wang PY and Liao H, 2021: Intensified modulation of winter aerosol pollution in China by El Nino with short duration. **Atmospheric Chemistry and Physics**, 21(13):10745-10761.
122. Zeng YX and Yang J*, 2021: Oceanic Superrotation on Tidally Locked Planets. **Astrophysical Journal**, 909(2):172.
123. Zha JL, Shen C, Li ZB, Wu J, Zhao DM*, Fan WX, Sun M, Azorin-Molina C and Deng KQ,

- 2021: Projected changes in global terrestrial near-surface wind speed in 1.5 degrees C-4.0 degrees C global warming levels. *Environmental Research Letters*, 16(11):114016.
- 124.Zhan XY, Adalibieke W, Cui XQ, Winiwarter W, Reis S, Zhang L, Bai ZH, Wang QH, Huang WC and Zhou F*, 2021: Improved Estimates of Ammonia Emissions from Global Croplands. *Environmental Science & Technology*, 55(2):1329-1338.
- 125.Zhang F, Zhang QH* and Sun JZ, 2021: Initiation of an Elevated Mesoscale Convective System With the Influence of Complex Terrain During Meiyu Season. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 126(1).
- 126.Zhang HX, Yuan NM*, Ma ZG, Huang Y, 2021: Understanding the Soil Temperature Variability at Different Depths: Effects of Surface Air Temperature, Snow Cover, and the Soil Memory. *Advances in Atmospheric Sciences*, 38(3):493-503.
- 127.Zhang J*, Liu YG, Flogel S, Zhang T, Wang CS and Fang XM, 2021: Altitude of the East Asian Coastal Mountains and Their Influence on Asian Climate During Early Late Cretaceous. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 126(22).
- 128.Zhang M, Liu YG*, Zhang J and Wen Q, 2021:AMOC and Climate Responses to Dust Reduction and Greening of the Sahara during the Mid-Holocene. *Journal of Climate*, 34(12):4893-4912.
- 129.Zhang MZ, Deng X, Zhu RH, Ren YZ and Xue HW*, 2021: The Impact of Aerosol Vertical Distribution on a Deep Convective Cloud. *Atmosphere*, 12(6):675.
- 130.Zhang QH*, Ng CP, Dai K, Xu J, Tang J, Sun JZ, Mu M, 2021: Lessons Learned from the Tragedy during the 100 km Ultramarathon Race in Baiyin, Gansu Province on 22 May 2021. *Advances in Atmospheric Sciences*, 38(11):1803-1810.
- 131.Zhang Y, Bai LQ*, Meng ZY, Chen BH, Tian CC and Fu PL, 2021: Rapid Scan and Polarimetric Phased-Array Radar Observations of a Tornado in the Pearl River Estuary. *Journal of Tropical Meteorology*, 27(1):81-86.
- 132.Zhang YX*, Bloch-Johnson J, Romps DM and Abbot DS,2021: Evolving CO2 Rather Than SST Leads to a Factor of Ten Decrease in GCM Convergence Time. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 13(11).
- 133.Zhang YY, Liu XJ*, Zhang L, Tang AH, Goulding K and Collett JL, 2021: Evolution of secondary inorganic aerosols amidst improving PM_{2.5} air quality in the North China plain.

Environmental Pollution, 281.

- 134.Zhao G, Hu M*, Fang X, Tan TY, Xiao Y, Du ZF, Zheng J, Shang DJ, Wu ZJ, Guo S and Zhao CS, 2021: Larger than expected variation range in the real part of the refractive index for ambient aerosols in China. *Science of the Total Environment*, 779.
- 135.Zhao G, Tan TY, Zhu YS, Hu M and Zhao CS*, 2021: Method to quantify black carbon aerosol light absorption enhancement with a mixing state index. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21(23):18055-18063.
- 136.Zhao G, Zhu YS, Wu ZJ, Zong TM, Chen JCA, Tan TY, Wang HC, Fang X, Lu KD, Zhao CS and Hu M*, 2021: Impact of aerosol-radiation interaction on new particle formation. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21(13):9995-10004.
- 137.Zhao SY*, Fu R, Zhuang YZ and Wang GY, 2021: Long-Lead Seasonal Prediction of Streamflow over the Upper Colorado River Basin: The Role of the Pacific Sea Surface Temperature and Beyond. *Journal of Climate*, 34(16):6855-6873.
- 138.Zhao WL, Tan WS, Zhao G, Shen CY, Yu YL and Zhao CS*,2021: Determination of equivalent black carbon mass concentration from aerosol light absorption using variable mass absorption cross section. *Atmospheric Measurement Techniques*, 14(2):1319-1331.
- 139.Zhao ZQ, Liu YG*, Li WH, Liu HB and Man K, 2021: Climate Change of over 20 degrees C Induced by Continental Movement on a Synchronously Rotating Exoplanet. *Astrophysical Journal Letters*, 910(1).
- 140.Zhao ZQ, Shen B*, Zhu JM*, Lang XG*, Wu GL, Tan DC, Pei HX, Huang TZ, Ning M and Ma HR, 2021: Active methanogenesis during the melting of Marinoan snowball Earth. *Nature Communications*, 12(1):955.
- 141.Zhao ZZ, Zhou ZM, Russo A, Du HD, Xiang J, Zhang JP and Zhou CJ*, 2021: Impact of meteorological conditions at multiple scales on ozone concentration in the Yangtze River Delta. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(44):62991-63007.
- 142.Zhou KY, Zhao Y*, Zhang L and Xi MX,2021: Declining dry deposition of NO2 and SO2 with diverse spatiotemporal patterns in China from 2013 to 2018. *Atmospheric Environment*, 262.
- 143.Zhou LM*, Tian YH, Wei N, Ho SP and Li J,2021: Rising Planetary Boundary Layer Height over the Sahara Desert and Arabian Peninsula in a Warming Climate. *Journal of Climate*,

34(10).

144.Zhou RL, Meng ZY* and Bai LQ, 2021: Differences in tornado activities and key tornadic environments between China and the United States. *International Journal of Climatology*.

145.Zhou ZW, Zhang QH*, Allen JT, Ni X and Ng CP, 2021: How Many Types of Severe Hailstorm Environments Are There Globally? *Geophysical Research Letters*.

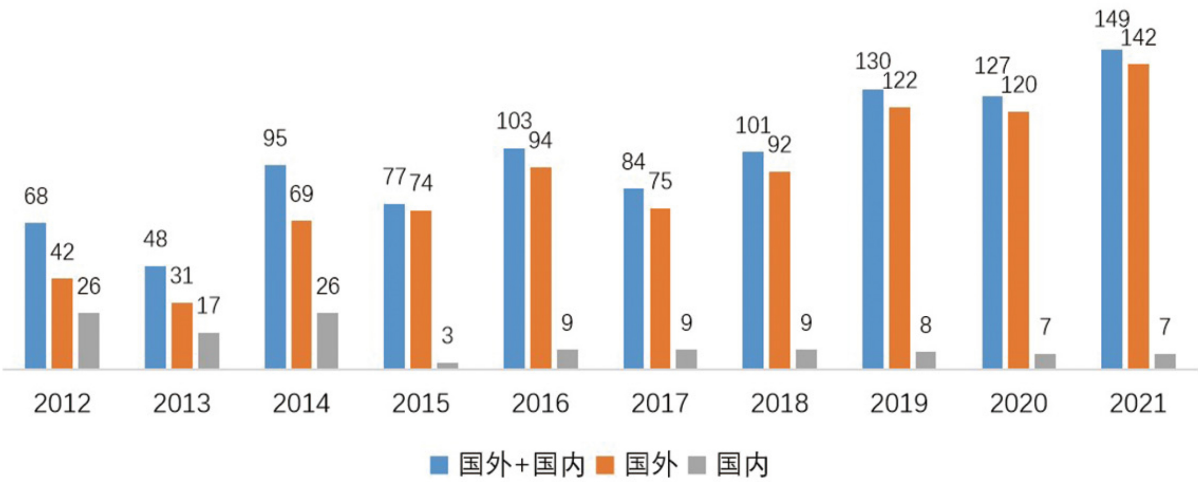
146.Zhu L, Bai LQ*, Chen GX, Sun YQ and Meng ZY, 2021: Convection Initiation Associated With Ambient Winds and Local Circulations Over a Tropical Island in South China. *Geophysical Research Letters*, 48(16).

147.Zhu Z, Liu JP*, Song MR, Wang SY and Hu YY, 2021: Impacts of Antarctic Sea Ice, AMV and IPO on Extratropical Southern Hemisphere Climate: A Modeling Study. *Frontiers in Earth Science*, 9.

148.Zhuge AR and Tan BK*, 2021:The Springtime Western Pacific Pattern: Its Formation and Maintenance Mechanisms and Climate Impacts. *Journal Of Climate*. 34(12):4913-4936.

149.Zhuge AR and Tan BK*, 2021: The zonal North Pacific Oscillation: a high-impact atmospheric teleconnection pattern influencing the North Pacific and North America. *Environmental Research Letters*, 16(7):74007.

2012-2021年署名我系的全部SCI论文



奖励荣誉（按姓氏排序）

教师

- 李成才：北京大学教学优秀奖
- 刘美景：北京大学优秀共产党员、北京大学安全管理先进个人
- 孟智勇：《中国科学》2021 Outstanding Editors Award
- 聂 绩：北京大学第二十一届青年教师教学基本功大赛二等奖
- 沈路路：谢义炳青年气象科技奖
- 杨 军：北京大学正大奖教金

学生

- 陈思玥：北京大学优秀科研奖
- 姜中景：北京大学三好学生、北京大学董氏奖学金
- 刘冠宇：北京大学校长奖学金
- 孟一霖：江苏省优秀毕业生、南京大学优秀毕业生、北京大学“新生杯”围棋比赛第三名
- 任静静：北京大学三好学生称号、秦顺宛靳云汇奖学金
- 任阳泽：北京大学社会工作奖
- 时 铭：北京大学优秀学生干部标兵
- 宋祁钰：北京市普通高等学校优秀毕业生、北京大学优秀毕业生
- 王 爽：北京大学优秀科研奖
- 熊俊琰：北京大学优秀科研奖、苏州工业园区奖学金
- 闫明羽：北京大学博士研究生校长奖学金、北京大学三好学生
- 张海帆：北京大学优秀学生干部、北京大学物理学院优秀学生干部
- 张一啸：北京市普通高等学校优秀毕业生、北京大学优秀毕业生
- 张宇航：北京大学优秀学生干部

校友

- 陈书毅(Shuyi Chen)：1978级气象专业，获得Sverdrup Gold Medal
- 傅 容(Rong Fu)：1980级气象专业，获得 Award for Outstanding Achievement in Biometeorology
- 金亦帅(Yishuai Jin)：2013级气象学专业，获得《Advances in Atmospheric Sciences》2021 Outstanding Reviewers Award
- 苏 慧(Hui Su)：1987级气象专业，当选AMS Fellow

2021年讲座列表

编号	日期	时间	报告题目	报告人	职称	报告人所在单位	备注
1	2021/1/5	14:00-15:00	平缓地形对森林—大气物质交换的影响	陈笔澄	博士	加州大学伯克利分校	海外
2	2021/1/6	15:00-16:00	利用深度学习填补天气雷达区域遮挡回波	胡志群	研究员	中国气象科学研究院	国内
3	2021/1/20	15:00-16:00	紫外波段气溶胶与污染气体遥感	秦凯	教授	中国矿业大学	国内
4	2021/3/10	15:00-16:00	气象因素在复合污染中的作用及量化	龚山陵	研究员	中国气象科学研究院	国内
5	2021/3/17	15:00-16:00	激光雷达探测技术及其在云系降水评估中的应用	华灯鑫	教授	西安理工大学	国内
6	2021/3/19	10:00-11:00	Planetary Atmospheres: Astrobiologically Relevant Icy Worlds and Earth as a Proxy Exoplanet	Siteng Fan	博士	Laboratoire de M é t é orologie Dynamique	海外
7	2021/3/24	15:00-16:00	大气成分干湿沉降定量与溯源	潘月鹏	研究员	中国科学院大气物理研究所	国内
8	2021/3/26	15:00-16:00	物理海洋学漫谈	陈大可	院士	自然资源部第二海洋研究所科技委员会主任、南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海）主任	国内
9	2021/3/31	15:00-16:00	Aerosol Science and Technology: an enabling discipline	蒋靖坤	教授	清华大学环境学院	国内

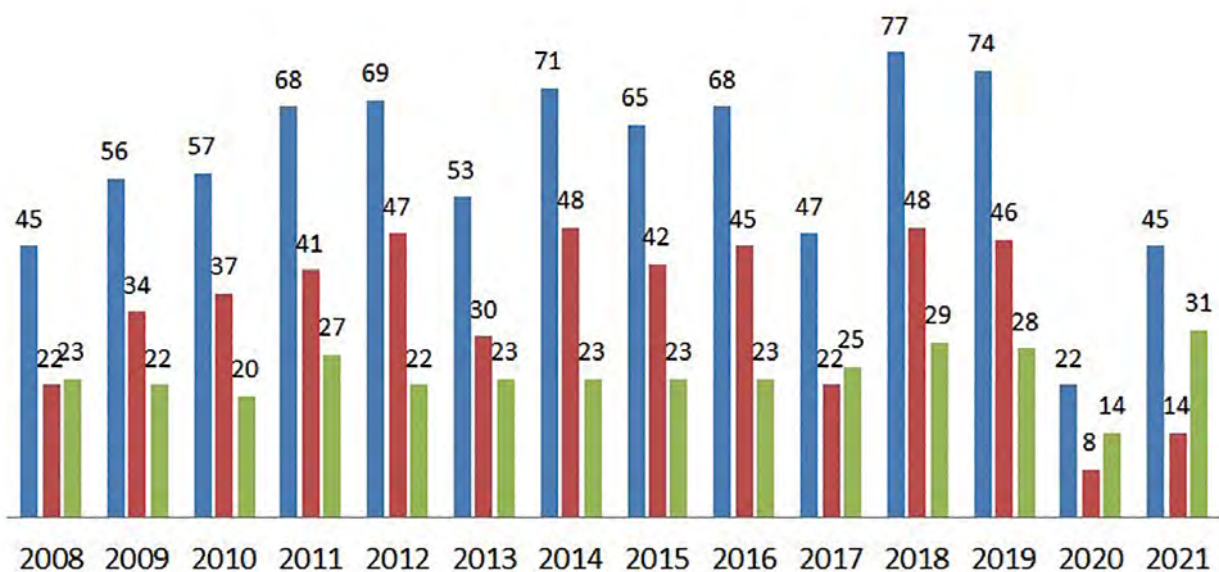
10	2021/4/7	15:00-16:00	综合卫星可见光、红外、微波信号遥感植被含水量特征及其应用	李锐	教授	中国科学技术大学	国内
11	2021/4/8	10:00-11:00	从多源观测和多尺度模型看陆地生态系统、气溶胶与气候的相互作用	俞妍	博士	普林斯顿大学	海外
12	2021/4/14	15:00-16:00	大气有机气溶胶的观测与分析	孙业乐	研究员	中国科学院大气物理研究所	国内
13	2021/4/21	15:00-16:00	青藏高原复杂地表多圈层地气相互作用过程与气候效应研究进展	马耀明	研究员	中国科学院青藏高原研究所	国内
14	2021/4/28	15:00-16:00	基于多源卫星的云特性和地表辐射高精度反演研究	胡斯勒图	研究员	中科院空天信息创新研究院	国内
15	2021/5/5	15:00-16:00	人类活动与大气成分排放变化	张强	教授	清华大学地球系统科学系	国内
16	2021/5/12	15:00-16:00	华北地区重污染期间硫酸盐的生成机制	宋宇	教授	北京大学环境科学与工程学院	国内
17	2021/5/19	15:00-16:00	吸光性气溶胶在大气循环中的关键过程	刘丹彤	研究员	浙江大学	国内
18	2021/5/26	15:00-16:00	Study on the Unclassical Recycling Mechanism of Hydroxyl Radicals	陆克定	研究员	北京大学环境科学与工程学院	国内
19	2021/6/2	15:00-16:00	Stormy weather on brown dwarfs and isolated young giant planets	Xianyu Tan	博士	University of Oxford	海外
20	2021/6/8	15:00-16:00	人类活动与对流层-平流层大气成分输送	卞建春	研究员	中国科学院大气物理研究所	国内
21	2021/6/9	15:00-16:00	大西洋经向翻转环流（AMOC）观测研究新进展	李非栗	教授	厦门大学海洋与地球学院	国内
22	2021/6/15	15:00-16:30	同步旋转行星大气的水循环问题：从贫水行星到富水行星	丁峰	博士	美国哈佛大学	海外

23	2021/6/16	15:00-16:00	全球气候治理与绿色低碳转型——中国目标与三峡行动	黄俊灵	研究员	中国长江三峡集团战略与发展研究中心	国内
24	2021/9/15	15:00-16:00	风暴追逐者刘屹靖：在中国拍风暴——气象、风暴与我的故事	刘屹靖		职业风暴摄影师	国内
25	2021/9/16	10:30-11:30	季风气流日变化在2020年梅雨期暴雨多尺度过程中的贡献	陈桂兴	教授	中山大学大气科学学院	国内
26	2021/9/22	15:00-16:00	Fluid dynamics in astronomy	魏星	教授	北京师范大学天文系	国内
27	2021/9/29	15:00-16:00	我国海洋卫星、地面系统与典型应用	刘建强	研究员	自然资源部国家卫星海洋应用中心	国内
28	2021/10/13	15:00-16:00	基于多源遥感数据和全球模型的气溶胶极端事件建模：排放评估，化学分布，长距离和垂直传输，原位过程	Jason Blake Cohen	教授	中国矿业大学环境与测绘学院	海外
29	2021/10/20	15:00-16:00	气溶胶吸湿性和相变	张韞宏	教授	北京理工大学	国内
30	2021/10/27	15:00-16:00	大气细颗粒物老化及其吸湿核化特征研究	张芳	副教授	北京师范大学全球变化与地球系统科学研究院	国内
31	2021/10/27	10:00-11:00	云辐射参数化研究	张峰	教授	复旦大学大气与海洋科学系	国内
32	2021/11/3	15:00-16:00	二次气溶胶形成机制及其环境效应	王炜罡	研究员	中国科学院化学研究所	国内
33	2021/11/10	13:00-14:00	The interaction between tropical convection and the large-scale atmosphere: implications for current and future climate	Martin Singh	博士	Monash University, Australia	海外
34	2021/11/10	15:00-16:00	谢义炳青年气象科技奖颁奖仪式				国内
35	2021/11/17	15:00-16:00	Diversity and Variability of Large-Scale Drivers of Summer Drought in North China	Jonathon S. Wright	副教授	清华大学	海外

36	2021/11/23	15:00-17:00	大气温室气体卫星观测方法与反演技术	杨东旭	副研究员	中国科学院大气物理研究所	国内
37	2021/11/24	15:00-16:00	Does salts alter the multiphase and heterogeneous processing at the atmospheric aerosols and at the sea surface?	Sasho Gligorovski	研究员	中国科学院广州地球化学研究所	海外
38	2021/12/1	15:00-16:00	海洋物理参数变化事实：观测、数据集和变化机制	成里京	副研究员	中国科学院大气物理研究所	国内
39	2021/12/8	15:00-16:00	Reconsideration of NOx Control: Key Species of Air Quality and Climate Change	Hajime Akimoto (秋元肇)	教授	National Institute for Environmental Studies, Japan	海外
40	2021/12/7	15:00-17:00	地基云雷达的观测原理、反演方法及研究进展	李浩然	博士	中国气象科学研究院	国内
41	2021/12/9	8:30-10:00	热带大气环流系统的未来变化和模拟误差	周文瑜	博士	美国西北太平洋国家实验室	海外
42	2021/12/15	15:00-16:00	大西洋多年代际振荡的机理及影响	孙诚	副教授	北京师范大学	国内
43	2021/12/22	15:00-16:00	利用洞穴石笋氧同位素记录追踪低纬度地区降雨的时空格局变化	王先锋	副教授	新加坡南洋理工大学亚洲环境学院	海外
44	2021/12/23	15:00-16:00	对抗学习修正气候模式误差	潘宝祥	博士	美国劳伦斯利弗摩尔国家实验室	海外
45	2021/12/29	15:00-16:00	Dynamical Influence of the Stratosphere on the Tropical Troposphere	Shigeo Yoden (余田成男)	教授	Kyoto University, Japan	海外

近年学术报告

■ 总次数 ■ 海外学者 ■ 国内学者



主 编：林金泰
副主编：闻新宇、张霖
责 编：金钰佳



北京大学
PEKING UNIVERSITY



<https://www.atmos.pku.edu.cn/>
北京大学大气与海洋科学系