



# 中国气象科学研究院年报

---

## ANNUAL REPORT OF CAMS

《中国气象科学研究院年报》编委会 编

# 2025

 气象出版社



务实开拓  
创新求效



# 中国气象科学研究院年报

---

## ANNUAL REPORT OF CAMS

《中国气象科学研究院年报》编委会 编

# 2025

 气象出版社

## 内容简介

本书围绕中国气象科学研究院年度工作,系统涵盖科研进展、科研项目等核心板块,呈现年度工作全貌,为科研成果总结、经验积淀及未来规划提供依据。本书章节设置合理,整体结构严谨,层次分明,清晰呈现年度科研进展、成果与成果应用转化情况,内容聚焦主题,从项目申报到成果产出,从人才培养到制度保障,各环节内容翔实。本报告对中国气象科学研究院年度工作的梳理较为全面,对科研机构、从业者及相关学习者具有参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

中国气象科学研究院年报. 2025 / 《中国气象科学  
研究院年报》编委会编. — 北京: 气象出版社, 2026.

2. — ISBN 978-7-5029-8713-8

I. P4-54

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2026X026H3 号

## 中国气象科学研究院年报 2025

Zhongguo Qixiang Kexue Yanjiuyuan Nianbao 2025

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮政编码:100081

电 话:010-68407112(总编室) 010-68408042(发行部)

网 址:<http://www.qxcbs.com>

E - mail:qxcbs@cma.gov.cn

责任编辑:隋珂珂

终 审:张 斌

责任校对:张硕杰

责任技编:赵相宁

封面设计:北京图腾博文技术服务有限公司

印 刷:北京地大彩印有限公司

开 本:889 mm×1194 mm 1/16

印 张:15.5

字 数:396 千字

版 次:2026 年 2 月第 1 版

印 次:2026 年 2 月第 1 版

定 价:128.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换。

## 编审委员会

顾问委员：周秀骥 陈联寿 徐祥德 张人禾 张小曳  
              端义宏 王春乙 翟盘茂 赵 平 周广胜  
              卞林根 龚山陵

主    编：张朝林

委    员：高 云 王金星 费文革 李 建 车慧正  
              张 柱 闫丽华 石爱丽 温 敏 于 飞  
              梁旭东 王志立 王亚强 王培娟 李 论  
              丁明虎 任宏利 金啟华 吕伟涛 徐 晶  
              郭建平 蒋兴文 陈力强

## 编 辑 组

柏晶瑜 韩晋平 史 锐



# 目 录

概 述	1
第 1 章 科研进展	5
1.1 灾害性天气研究	7
1.2 青藏高原多圈层研究	15
1.3 大气成分与环境气象研究	23
1.4 全球变化与极地研究	36
1.5 气象影响与风险研究	42
1.6 生态与农业气象研究	45
1.7 海洋气象研究	54
1.8 人工智能气象应用研究	59
1.9 专项气象保障技术研究	67
1.10 大气综合探测及相关研究	75
1.11 科研平台建设及观测试验	83
第 2 章 科研项目	87
2.1 新增项目	89
2.2 结题项目	93
第 3 章 科研基础条件平台	97
3.1 野外科学观测研究与野外试验基地	99
3.2 实验室	103
3.3 大型仪器设备	105
第 4 章 科研成果与应用	111
4.1 专利、软件著作权、标准	113
4.2 成果评价	122
4.3 科技成果应用与转化	122
4.4 业务准入数据	126
4.5 论文与论著	127

第 5 章	合作与交流	129
5.1	院开放合作情况	131
5.2	国际学术会议	132
5.3	国内学术会议	133
5.4	科技创新大讲堂	146
5.5	出国(境)访问交流	148
5.6	专家在国际学术组织、机构任职情况	150
第 6 章	研究生教育及博士后科研工作站	153
6.1	研究生教育	155
6.2	博士后科研工作站	161
6.3	研究生国家奖学金获得者	162
6.4	优秀博士后	164
第 7 章	获奖与表彰	165
7.1	成果获奖	167
7.2	党建类表彰	168
7.3	其他表扬	171
第 8 章	组织保障	173
8.1	组织机构	175
8.2	干部队伍情况	176
8.3	人才队伍	179
8.4	党的建设	182
8.5	老干部工作	183
8.6	工会工作	184
8.7	团委工作	185
第 9 章	大事记	187
第 10 章	规章制度	207
附 录		213
附录 A	CSCD 收录论文	215
附录 B	SCI 收录论文	220
附录 C	论 著	239

## 概 述

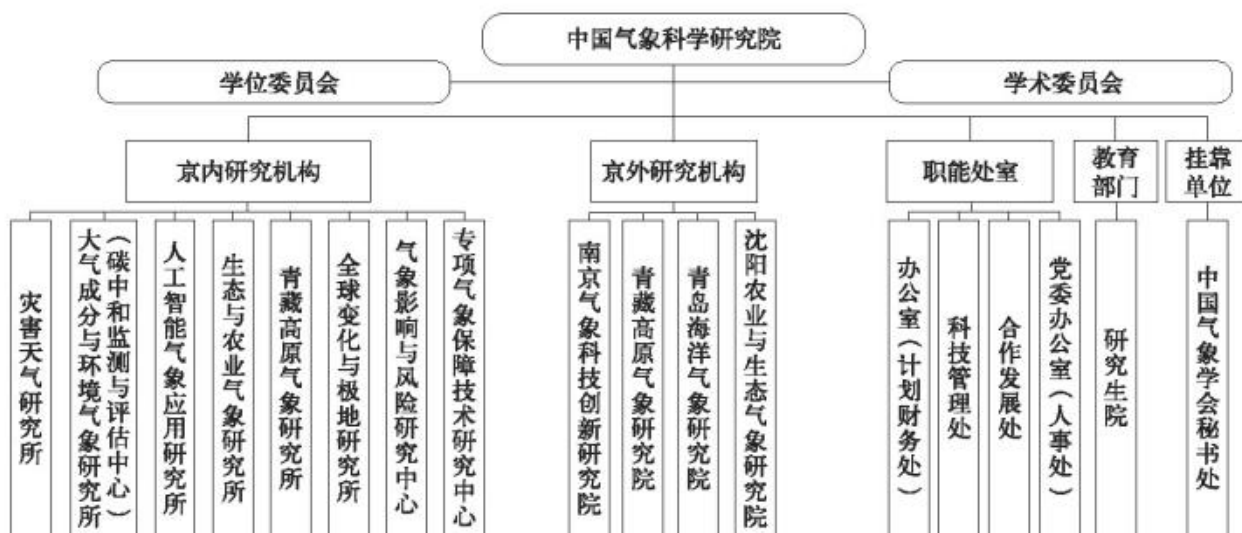
中国气象科学研究院是中国气象局直属科研单位,是国家社会公益类研究院。其既面向世界大气科学前沿,不断提升我国气象科技创新水平和影响力,也面向现代气象业务发展的重大核心科学和技术问题,围绕气象防灾减灾、应对气候变化及生态文明建设等国家需求,聚焦中国气象局核心攻关任务,开展综合性和前瞻性研究。

中国气象科学研究院是以灾害天气监测预报理论与方法,全球变化机理、预估及影响评估,青藏高原天气气候影响及科学试验,极地气象观测、分析及应用,大气成分与天气、气候相互作用,碳中和行动效果监测核查支撑,生态气象与农业气象灾害监测评估预警,人工智能气象应用理论与方法,海洋气象灾害预报预警理论与方法,气象影响与风险评估,专项气象保障技术研究等为学科方向的我国大气科学综合研究基地,面向中国气象事业现代化进程中面临的科学技术问题和国际科学前沿,以应用基础研究为主、同时兼顾基础理论研究和技术开发的国家级科研基地和人才培养基地。

中国气象科学研究院现有一支老中青相结合、以科技人员和高学历人员为主体的实力较为雄厚的研究队伍。其中,中国科学院院士 2 人、中国工程院院士 3 人,国家杰出青年科学基金项目获得者 7 人、优秀青年科学基金获得者 6 人,国家“万人计划”领军人才 2 人、青年拔尖人才 5 人。拥有国家创新人才推进计划重点领域创新团队 1 个,国家自然科学基金创新研究群体 1 个。“十四五”期间,中国气象科学研究院有 4 人获国家自然科学基金杰出青年项目资助,5 人获国家自然科学基金优秀青年项目资助,3 人入选国家“万人计划”青年拔尖人才。开展 4 批高层次人才培养计划人选遴选,28 名优秀青年科研人员入选科技领军人才培养计划,52 人入选科技骨干培养计划,培养了一批高水平气象科技人才。现有 37 人次科学家在重要国际组织中担任工作组联合主席、咨询顾问及委员等职务。完成 IPCC AR7 第一工作组联合主席支撑任务,3 名专家入选 IPCC AR7 主要作者,国际话语权进一步提升。我院作为国家首批大气科学研究生培养单位,目前在校生共 364 人,其中博士研究生 130 人,硕士研究生 234 人。联合培养博士研究生 354 人、硕士研究生 1364 人,近 90% 的毕业生在全国气象部门工作。形成一批优势和特色科研团队,包括科技部创新人才推荐计划重点领域创新团队 1 个(雾-霾监测预报团队)、中国气象局重点创新团队 7 个(地球系统观测及化学天气系统团队、暴雨研究团队、青藏高原团队、人工智能大模型团队、农业气象团队、金融气象团队、边界层气象团队)、中国气象局青年创新团队 3 个(交通气象关键技术团队、青藏高原气候变化及其影响团

队、冰冻圈天气气候监测与预测团队)。

目前中国气象科学研究院有 8 个京内研究单位,4 个京外研究机构,4 个职能处室、1 个教育部门、1 个挂靠单位,与中国气象局地球系统数值预报中心、南京大学联合共建灾害天气科学与技术全国重点实验室,科技部国家野外科学观测研究站 2 个,国家综合气象观测试验基地 1 个,中国气象局野外科学试验基地 8 个,与地方、高校、企业、科研院所建立联合实验室、研究中心等 10 余个。



中国气象科学研究院机构设置

中国气象科学研究院围绕气象防灾减灾、应对气候变化、生态文明建设等国家需求,开展基础研究、应用基础研究、应用研究和技术开发等。“十四五”期间,中国气象科学研究院牵头承担科技部科技计划、国家自然科学基金、各省(市)科技计划等各类科研项目 460 余项。作为项目负责人牵头承担国家重点研发计划重点专项 11 项、京津冀环境综合治理国家科技重大专项 1 项及科技基础资源调查专项 1 项。作为课题负责人牵头承担国家重点研发计划重点专项 12 项、智能电网国家科技重大专项 1 项及科技基础资源调查专项 1 项。国家科技重大专项与科技基础资源调查专项在承担项目类型上实现新突破。主持国家自然科学基金项目 195 项,其中重大项目 1 项(首个天气方向)、重点项目 3 项、气象联合基金项目 17 项、国家杰出青年基金 4 项、优秀青年基金 4 项、原创探索计划项目 1 项。牵头承担自然-社会融合基础科学碳中和专项总课题(专项另设子课题 5 个和培育项目 7 个),为国家碳中和实现路径提供决策支撑。牵头承担西藏自治区科学技术厅重大科技专项 1 项。牵头提出亚-澳-非季风国际科学研究计划倡议,组织召开国际研讨会,积极对接世界气象组织相关部门,已纳入 2025—2027 年执行计划优先事项。

多年来,中国气象科学研究院努力提升支撑业务的能力。同时,设计和科技支持了全球和

区域大气本底观测站、大气成分样品分析和数据处理业务、中国气象数值预报系统(GRAPES)、新一代天气雷达质量控制和三维数字拼图软件系统、中尺度灾害天气监测、分析与预报系统(RAFS)、亚洲沙尘暴数值预报系统(CMA-CUACE/Dust)、中国雾-霾数值预报系统(CMA-CUACE/Haze-Fog)、大气雷电预警系统、东亚季风预测系统、人工影响天气业务系统、农业重大气象灾害监测预警与调控技术、区域高分辨率数值模式评估业务系统等等。以上系统和技术不同程度地推广应用到了国家级、省级业务及民航、电力等行业业务中,为国家防灾减灾发挥了积极的作用。

针对重大活动气象保障和重大天气气候事件积极提供决策咨询。服务国家重大战略,如气候变化、“双碳”目标、蓝天保卫战、生态环境保护、极地战略等;服务重大工程,如“三北”防护林、南水北调等;服务重要决策,如“东方之星”、白银景泰“5·22”事件、“21·7”河南特大暴雨、新冠疫情等,为北京冬奥会、第十四届全国运动会等重大活动提供科技支撑,为台风、暴雨、大气污染等应急会商提供决策支持。



# 第 1 章

## 科研进展



## 1.1 灾害性天气研究

### 1.1.1 台风

#### ■ 建成高分辨率台风预报系统(AI-TRANS)并实现业务应用

由中国气象科学研究院(简称我院)牵头,联合国家气象中心共同研发的基于 AI 天气大模型驱动的高分辨率台风预报系统(AI-TRANS)在理念、方法与技术层面实现多重创新。理念上,突破了以往将 AI 天气模型与动力模式视为替代关系的局限,提出二者互补的新思路:由 AI 提供物理一致的大尺度环境场,区域模式发挥对局地与极端过程的精细化刻画能力。方法上,重塑传统“全球模式→区域模式”的链式流程,仅需提供大气分析场,即可通过 AI 模型直接生成区域模式所需的边界与初始条件,避免依赖庞大的全球数值预报数据,大幅简化业务链条。技术上,创新性引入动态涡旋初始化与单文件驱动机制,既显著提升初始场质量,又降低数据传输和运维成本,实现高效、精准耦合。

该系统在本地运行欧洲中期天气预报中心(ECMWF)的 AI 预报系统(AIFS),由 AIFS 提供对流分辨率区域模式所需的全部初始场与侧边界条件,实现无需依赖传统物理全球模式的独立运行。该框架基于单一大气分析场运行,并引入动态涡旋初始化(dynamic vortex initialization)与谱约束(spectral nudging)等关键技术,以同时保证风暴结构的物理真实性与大尺度环境场的一致性。应用于西北太平洋热带气旋个例的验证表明,该系统在强度预报方面较 AIFS 显著改进,在路径预测上亦优于传统全球数值模式驱动的区域系统。研究结果表明:本体系在统一框架下可兼顾路径与强度的高精度预报,该特性在传统区域模式体系中面临极大挑战。研究为基于 AI 的区域建模与热带气旋业务预报提供了一种具有可扩展性、高效率与可操作性的全新范式,为未来 AI-NWP 融合发展奠定了方法论基础。2025 年该系统应用于台风业务化试运行,每个台风过程均被中央气象台会商采用,获得预报员高度认可,并已入选天气预报科技成果准入,为国家级台风业务提供有力支撑。

#### ■ 揭示台风模式中尺度依赖边界层相似性函数及其内在机制

准确的灰区分辨率尺度依赖边界层相似性函数对于推进边界层方案至关重要。尽管常规边界层(如对流和剪切类型的边界层)的相似性函数已被广泛研究,但直接将其应用于台风边界层中仍然极具挑战,需要进一步深入研究。本研究通过大涡模拟评估了尺度依赖相似性函数在热带气旋和常规边界层之间的变化与差异。结果表明:与常规边界层相比,台风边界层的尺度依赖相似性函数显著不同,在相同的灰区尺度分辨率下,台风边界层次网格尺度的湍流动能所占比例明显更高。上述差异主要源于台风边界层与常规边界层的湍流强度和尺度在不同方向上的差异。该发现有助于深入理解台风边界层,并为热带气旋模型中尺度依赖边界层参数化提供宝贵参考。

### 1.1.2 雷电

#### ■ 揭示闪电上行企图先导异常发展行为特征及机制

基于“中国气象局雷电野外科学试验基地”开展的人工引雷试验,发现了人工引雷初始阶段的异常大电流先导放电现象。甚高频定位结果表明:这些先导产生于引雷钢丝头部,对应上行先导的企图发展过程,即先驱脉冲过程。与传统先驱脉冲不同,这些企图先导对应峰值超过 300 A 的电流脉冲,远大于传统先驱平均几十安培的电流峰值。此外,异常企图先导的产生存在随机性,脉冲间隔分布在 30~200 ms,与传统先驱脉冲的平均脉冲间隔 10 ms 明显不同。通过对比两种先驱产生的背景电场环境发现,产生异常先驱的引雷试验发生在台风外围雷暴中,而非传统引雷中的局部热对流形成的雷暴。与热对流雷暴相比,此次雷暴自然放电频率非常低,使得近地面形成的空间电荷层稳定存在,因此常规先驱因受到空间电荷层的屏蔽抑制无法产生。一旦引雷钢丝通过局部减小或消散的空间电荷层,其头部电场会远超过先导产生的阈值,造成异常大电流先导放电。该项研究为认识人工引雷上行先导的始发过程提供了新观点。

#### ■ 证实 M 分量对正地闪针状放电活动的影响

利用广州高建筑物雷电观测平台的高速光学与电场同步观测,揭示了正地闪中针状放电与 M 分量的紧密耦合关系。针状放电的时空分布表现出显著的阶段性增强,主要集中在具有完整 M 分量的时段;无 M 分量或未遂 M 分量对应针状放电显著减弱。完整 M 分量通过地面反射产生的上行负电荷波导致通道径向电场反转,从而触发针的形成与闪烁,是控制针状放电活动的核心物理机制。研究深化了对正地闪径向细丝放电结构及其电荷输运机制的理解。

#### ■ 呈现正地闪先导阶段发生的针状放电的动态特征

基于高速摄像和电场观测,首次揭示正地闪先导阶段针状放电的形成与闪烁规律。先导阶段形成的 6 个针状结构均从正先导分支内核始发,其闪烁受双向反冲先导控制,表现为向外单向扩展;而回击后针状结构的闪烁则发生在距内核一定距离处并呈双向传播。两者差异源于先导阶段单层电冠鞘与回击后的双层电冠鞘结构不同,为理解正地闪径向微放电结构提供了新的观测证据。

#### ■ 揭示下行正地闪先导通道发展速率时空变化特征

利用 2010—2023 年广州高建筑物雷电观测平台 25 例下行正地闪的高速摄像与电磁场同步观测数据,系统分析了正先导二维发展速率的时空变化。根据通道平均倾斜角,将先导通道分为近似垂直型和具有较大水平分量型两类。结果表明:正先导发展速率与通道形态密切相关。近似垂直发展的正先导通道,速率随时间显著增加,回击前 1 ms 至回击开始速率约为进入光学视野至回击开始前 1 ms 速率平均值的 7 倍,对于有较大水平分量的正先导,该比例仅为 3 倍。近似垂直正先导通道速率随高度下降显著增大,500 m 高度以下通道速率平均值约

为 1000~1500 m 高度范围的 7 倍;对于有较大水平分量的正先导通道,速率随高度振荡变化,500 m 高度以下速率平均值仅为 1000~1500 m 高度平均值的 1.3 倍。

### ■ 明确正地闪先导和回击阶段针状结构特征差异

基于广州高建筑物雷电观测平台高时空分辨率高速摄像与电场数据,选取 2020 年 6 月 3 日一次典型正地闪,对比针状结构在先导阶段与回击阶段的时空特征与动力学差异。揭示在先导阶段通道电荷分布受正先导持续向下发展控制,电场由通道电荷缓慢重构转变为针状结构出现时间分散、尺度大;在回击阶段大电流注入主通道导致强力重构局部电场,引起触发密集、强能量的径向击穿。通道能量状态与局部电场重构导致两个阶段针状结构的能量驱动机制完全不同。

### ■ 揭示正、负先导通道再激活过程电参数演化特征

改进自持电中性闪电放电模型,增加负先导通道再激活过程参数化方案,修改放电模块的时间分辨率,提高通道非线性电参数计算的时间分辨率至  $2 \mu\text{s}$ ,实现对正、负先导通道再激活过程的数值模拟。分析多种放电过程(首次击穿,熄灭和再激活)始发前后关键通道节点处非线性电参数的演变规律,得到不同再激活过程放电差异的可能原因,探讨不同击穿放电过程对通道电荷分布及电中性的影响,揭示闪电通道首次击穿和再激活过程间相互促进、相互竞争的内在机理。对比正、负先导端起始再激活过程放电特征的差异,为后续开展正、负先导端起始再激活过程差异方面的研究奠定基础。

### ■ 揭示广州塔侧击雷闪击距离特征

首次针对广州塔侧击雷的闪击距离开展统计分析。广州塔高度为 600 m,是广州市最高建筑。2009—2023 年广州高建筑物雷电观测站共记录 384 次广州塔负地闪事件,其中上行闪电 293 次(占比为 76.3%),下行闪电 91 次(占比为 23.7%)。选取高速摄像机(帧率为  $1 \times 10^4 \sim 5 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$ )清晰记录的 19 次闪电样本进行分析,其中 13 次直击广州塔顶部,6 次直击塔身(距离塔顶 8~146 m 不同高度),重点考察了下行负地闪在第 1 次回击前的二维闪击距离特征。结果显示:雷击点位置越高,闪击距离越长,且距离塔顶越近,闪击距离增长趋势越明显。从电流强度看,击中广州塔顶部的第 1 次回击峰值电流平均为 86 kA,侧面雷击的对应平均值小于 33 kA,仅为顶部雷击平均值的 38%。

### ■ 揭示成功触发闪电的雷暴中触发闪电区和雷暴对流区结构特征的差异

利用三维闪电定位系统数据、偏振雷达数据及人工触发闪电通道的电流测量数据,分析我国南方地区与负极性人工触发闪电相关的母体雷暴的结构特征。人工触发闪电区域(TFR)呈明显的层状云特征,具体包括雷达反射率因子高度较低,且在  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  层以上以冰晶和干雪为主。与之相反,雷暴对流核心区域(CCR)的混合相层中霰粒子含量更高,且其冰水含量峰值约为 TFR 区域的 3.4 倍。TFR 区域内放电所涉及的电荷区呈偶极电荷结构,其中  $-5 \text{ }^\circ\text{C}$  层大致将

上部正电荷区与下部负电荷区分开。CCR 区域则具有典型的三极电荷结构。TFR 区域中占主导地位的偶极电荷结构,导致负电荷区下方的负电荷场随高度增加而增强,这为成功触发负极性人工触发闪电提供了必要条件。此外,人工触发闪电的水平延伸范围与其持续时间和电荷转移量呈正相关。与电荷转移量较小的人工触发闪电所在区域相比,电荷转移量较大的人工触发闪电通道所传播区域的最大雷达反射率因子往往更高,但平均雷达反射率因子更低。

### ■ 发现全球陆地高能闪电击穿事件占比高值区与全球高海拔对应的现象

分析  $60^{\circ}\text{S}$ — $60^{\circ}\text{N}$  全球闪电定位网(WWLLN)记录的高能闪电击穿事件比例、 $38^{\circ}\text{S}$ — $38^{\circ}\text{N}$  闪电成像传感器(LIS)记录的高能辐射事件,以及达到特定阈值的 WWLLN 闪电击穿事件和 LIS 事件的平均能量,发现高海拔区域的高能闪电比例显著更高、闪电平均能量也更大,该现象此前未见报道。这些高海拔区域包括青藏高原、蒙古高原、伊朗高原、安纳托利亚高原、南非高原、北美洲西部山区以及安第斯山脉。无论是从比例还是平均能量看,WWLLN 记录的高能闪电与高海拔区域的相关性,均强于 LIS 记录的高辐射事件与高海拔区域的相关性。考虑到 WWLLN 与 LIS 的观测模式不同,该结果表明:高海拔区域与发生在雷暴下方及中下部的高能闪电间可能存在更强的关联。

### ■ 首次基于三维闪电定位数据得到华南地区雷暴的电荷结构演变特征

我国南方雷暴活动活跃,但该区域雷暴电荷结构的相关研究仍较为有限。利用广东闪电定位阵列(Guangdong Lightning Mapping Array)的闪电数据及雷达观测数据,分析 2021 年 6 月 16 日我国南方的一次雷暴电荷结构。该雷暴电荷结构在不同阶段表现特征不同:初期为偶极结构,成熟阶段转为三极结构,消散期再次回归偶极结构。在初期偶极电荷结构中,两个电荷区的高度均快速上升。在整个雷暴过程中,三极电荷结构的下部正电荷区占 1075 次观测闪电记录的 11.8%。3 个电荷区的高密度电荷核间自上而下的平均距离分别为 2.8 km 和 2.6 km。在雷暴消散阶段,上部正电荷区的下降速度显著慢于大粒子(表现为该区域雷达反射率因子持续降低)。上部正电荷区、中部负电荷区和下部正电荷区中的主导水汽凝结物分别为干聚合雪、霰粒和大尺寸霰粒,在各自区域总体积中的占比约为 81%、67%和 70%。在下部正电荷区的未参与放电、参与放电和停止参与放电的 3 个阶段中,对流核心下方降水过程的主要微物理过程依次为碰撞破碎、尺寸分选和碰撞聚并。

### ■ 揭示一次龙卷风暴过程中异常的地闪活动特征和成因

利用中国闪电探测网(China Lightning Detection Network)与双偏振雷达数据,分析 2021 年 5 月 14 日湖北省武汉市的超级单体雷暴中云对地闪电活动及其与雷暴结构的关系。该雷暴引发了 EF3 级龙卷,且云对地闪电活动变化特征复杂。云对地闪电的主导极性经历了负极性→正极性→负极性的转变过程,每次极性反转均伴随云对地闪电频次的降低。在正极性云对地闪电占比达到 92.7%的时段内,其平均峰值电流高达 96.1 kA,显著高于其他时段及雷暴

全过程中负极性云对地闪电的平均峰值电流。此次龙卷风发生在正极性云对地闪电活动的峰值阶段附近。通过分析云对地闪电活动与雷达数据反演的动力、微物理参数间的关系,推断该雷暴的电荷结构可能经历了以下演变:初始阶段为正常三极结构,以负极性云对地闪电为主;正极性云对地闪电占优时,转为倒置三极结构;随后进入倒置偶极结构阶段,负极性云对地闪电频次短暂上升并占据主导;最终回归正常三极结构,表现为高频次的负极性云对地闪电占优。正极性云对地闪电的高峰值电流,可能源于强对流作用下电荷密度的增加及强环境电场,尤其是在闪电起始高度较低的情况下。

### ■ 揭示台风外雨带闪电活动与强降水微物理结构的关系

基于三维闪电定位和双偏振组网雷达精细观测数据,结合 FY-4A 气象卫星 TBB 数据、地面自动站、台风数据、风廓线雷达及 ERA5 再分析等多源数据,运用统计及诊断方法分析 2023 年第 5 号台风“杜苏芮”雨带的对流性降水特征和闪电活动特征,揭示闪电活动与外雨带中尺度对流系统(MCS)上不同组织结构的强降水微物理特征的关系,结果表明:台风“杜苏芮”(2305)登陆过程中,台风眼壁及内外雨带均产生高效率的对流降水,外雨带对流降水在强度、影响范围及持续时间上较眼壁及内雨带降水显著。闪电活动在台风眼壁及内雨带频次较低。外雨带闪电频次最高,主要密集分布在外雨带的 MCS 上,且以负极性地闪活动为主。外雨带 MCS 成熟期存在不同组织结构的强雷暴云,其闪电活动空间差异大,闽东北沿海地区闪电稀少,闽中沿海地区闪电频次高。基于双偏振雷达多参量的垂直结构反演结果可见,强降水-闪电不活跃区的强回波主体对流质心低,由高浓度的液态大雨滴组成,地面强降水为强烈的暖雨过程。相比而言,强降水-闪电活跃区的强回波主体对流质心更高, $0^{\circ}\text{C}$ 层以上高度的冰相粒子含量及尺寸也更大, $0^{\circ}\text{C}$ 层以下高度既有活跃的高浓度大雨滴也有冰晶等相态粒子,导致闪电活动活跃。 $0^{\circ}\text{C}$ 层以下高度,强降水-闪电活跃区具有深厚强上升气流,强降水-闪电不活跃区以液相粒子为主,强上升气流层较浅薄。研究结果为台风外雨带闪电活动特征及与强降水微物理结构的关系提供了参考依据。

### ■ 以华南和南海为例揭示了海陆雷暴结构差异

利用 1998—2014 年 TRMM 卫星 LIS 轨道数据及 RPF 云和降水特征数据,选取华南和南海分析海陆雷暴结构和闪电活动特征参量的统计特性,对比海陆雷暴的结构差异,并探讨雷暴结构对闪电属性的影响。结果表明:华南雷暴闪电活动明显强于南海,平均闪电频次和闪电密度约为南海的两倍。虽然闪电持续时间较为接近,但南海闪电较华南的延展距离和通道面积更大,光辐射能更强大。南海雷暴的水平尺度和垂直扩展明显大于华南,雷暴降雨区面积和 20 dBZ 区域面积是华南的两倍,20 dBZ 顶高平均值较华南偏高 1.25 km。尽管如此,华南雷暴发展强度更强,强对流核高度(40 dBZ 回波顶高)比南海雷暴更高。两个区域 37 GHz 最小极化修正亮温(PCT)的平均值相当,但南海 85 GHz PCT 平均值更低,说明海洋雷暴中的小尺

度冰粒子含量更大。

### ■ 发展闪电通道定位方法,开展风机雷击过程观测

业务闪电定位系统常基于特征匹配定位闪电放电,往往缺乏定位闪电通道的能力。为了实现基于特征匹配的闪电通道定位,提出利用分段特征匹配闪电脉冲的定位新算法。该方法不需要复杂的信号处理,适用于实时快速定位。与其他3种现有方法的闪电事件定位结果相比,新方法实现了28.4%的最高匹配效率,并表现出良好的通道定位能力。对于雷暴过程,新方法还具有最高的定位效率,以及每秒最高的有效定位点数量和每个有效定位点的最低计算时间。联合闪电连续干涉仪,观测基地附近风机雷击过程,发现山地风机群对周围地闪回击具有明显吸引作用,影响范围约为1.8 km;风机雷击个例均发生回击击中不同风机的现象,这与先导路径多分支特征有关,不同回击沿不同分支路径击中不同位置的风机,由于风机群对电场分布的影响,较强回击易发生在风机群外侧;靠近风机的下行先导可在多个风机产生上行先导。

#### 1.1.3 强对流

### ■ 揭示北京地区不同环流形势下冰雹事件的精细空间分布及其对应环境特征

基于2011—2021年暖季质量控制灾害数据集、L波段探空、地面自动气象站及全球再分析数据,系统分析了北京地区不同环流形势下冰雹事件的精细空间分布及其对应环境特征。通过客观分类法识别4种主导环流型:脊前西北气流型(NW)、平直西风型(STW)、冷涡型(CV)和槽前型(PreT)。研究表明:尽管弱天气强迫型(NW/STW)对流有效位能较高,但更易产生局地性冰雹;强天气强迫型(CV/PreT)则有利于大范围冰雹事件,尤其在垂直风切变显著时更为突出。研究揭示出两大冰雹高发区——北部山区和城市核心区,其形成机制各有特点;在所有环流型下,地形-气流相互作用和较薄的融化层共同促使北部山区易发冰雹;与之相反,城市冰雹分布则呈天气尺度依赖性,当弱的西到西南低空气流与西北强风(NW/CV)带来的中高层冷空气结合时,城市区域因地表暖空气和有组织的风辐合更易集聚冰雹,并促使风暴在东南移动过程中发展增强;当强的低空偏南气流主导北京地区配合西风减弱(STW/PreT)导致中高层增暖时,雹暴倾向于东移,通过地形抬升作用优先在北部山区产生冰雹而非城市区域。这些发现揭示了不同环流背景下城市环境与山地-平原环流对冰雹分布的协同调节机制。

### ■ 揭示河南两个 $\beta$ 中尺度对流系统合并所致极端降水的关键天气尺度-中尺度耦合因子

研究河南中北部一次由两个中尺度对流系统(MCS)合并引发的极端降水过程,揭示关键天气尺度-中尺度耦合机制。河南西北侧低压系统控制总雨量,西北太平洋副热带高压西南侧的高压脊主导降水空间分布。两条中尺度切变线分别驱动两个MCS发展:一条由槽前东南气流转为沿地形的东北气流形成,另一条由高压脊边缘西南气流与东南气流汇合形成。雷达径向风速度同化能有效改进对切变线的刻画,提升定量降水预报,印证了其重要性。

### ■ 开展北京暖季雷暴大风的统计特征和环境条件研究

基于2016—2023年4—9月区域气象站与雷达观测数据,系统揭示了北京暖季雷暴大风的时空分布规律及多尺度影响机制。研究发现雷暴大风夏季高发但春季极大风速更显著,16:00—21:00(北京时)为峰值时段,燕山南麓为核心高发区,且山区频次显著高于平原与中心城区。客观划分了7类主导环流型,明确其月变化特征及热动力差异对大风频次、强度与对流组织模式的调控作用。量化了不同对流组织类型的风速效应:弓形回波型虽频次最低但风速最大,且与西风带低涡和整层偏干的层结密切相关;单体簇型为最常见类型但风速偏弱。此外,研究还揭示了环境湿度与风速的负相关关系,偏干环境有利于强风速形成,潮湿环境则对流潜势更高,为北京地区雷暴大风的精细化预报提供了重要科学依据。

### ■ 揭示东北冷涡背景下我国中东部龙卷特征及扰动环境

研究近14年东北冷涡背景下我国中东部龙卷特征,基于机器学习自组织神经网络方法,将东北冷涡背景下我国中东部龙卷进行客观聚类。第1类(C1)龙卷主要发生在我国东北地区,第2类(C2)龙卷集中在华北到江南北部地区,第3类(C3)龙卷主要发生在华南到江南南部地区。对于C1型龙卷,与非东北冷涡背景相比,东北冷涡背景更容易达到龙卷发生所需的对流有效位能阈值。对于C2型龙卷,东北冷涡背景更容易达到龙卷发生所需的动力条件阈值。东北冷涡C1(C2)型龙卷在0~2 km(0~3 km)高度的垂直风切变正异常扰动相对最优,而0~2 km风暴相对螺旋度正异常扰动对于C1和C2龙卷均最优。与东北冷涡有关的气旋性环流和干侵入扰动分别对东北地区和华北到江南北部地区的龙卷发生具有重要影响。

### ■ 揭示云贵高原不同移动路径中尺度对流系统的演变差异

聚焦云贵高原及周边地区中尺度对流系统(MCS)强降水的时空演变,对比不同移动路径MCS强降水的特征差异及其对应的三维环流结构,研究不同环流型影响下的MCS降水演变差异。MCS初生高频区及强降水中心均位于横断山脉、青藏高原东坡、云贵高原南缘及南部沿海地区。云贵高原及周边地区MCS强降水日峰值时刻区域差异明显,依据移动路径将MCS强降水划分为西移型和东移型发现:西移型(东移型)MCS多初生于云贵高原及周边地区的南部(北部);西移型降水多在下午至傍晚达到峰值,东移型降水多在夜间达到峰值。夜间初生的MCS产生更强的降水,而午后产生弱降水的MCS发生频率更高。与东移型MCS相比,西移型MCS持续时间和移动距离相对较短,初生后的云顶高度更高,达到成熟后衰减更快。

### ■ 建立地形对极端降水预报时空影响的定量评估方法

以河南暴雨为例,基于时空地理信息加权回归方法,研发可定量评估降水过程中多地形因子影响随时空变化的方法,同时锚定起关键作用的地形热力过程。研究表明:区域数值预报模式CMA-MESO高估了地形因子对整个极端降水过程的贡献(达到22%),较观测偏高7.4%。

CMA-MESO 与观测均显示河南暴雨区地表气温对降水具有主导作用,但模式降水受山地坡度作用更显著。总体上,降水过程中地形热力过程对降水的影响远大于地形的动力影响,模式高估了山地的阻挡效应。同时,CMA-MESO 正确刻画降水与近地面气温具有正向关联,但模式低估了河南东部近地面气温,也低估了近地面气温对降水过程的影响随时间的变化,导致模式预报的对流有效位能和对流抑制能量较弱,预报的降水量偏低,模式降水中心偏东。

### ■ 开展我国东部大气波涌活动特征及对流系统的触发和演变机制研究

基于雷达等综合观测,拓展大气波涌相关理论的适用范围,对“大气波涌是典型夜间现象”这一传统认识提出了挑战。研究发现,在江淮地区,大气波涌在白天亦频繁出现,对日间对流乃至强对流天气的发生发展起关键作用。例如,在江淮地区傍晚日落时段,午后雷暴的出流频繁交汇,促使大气波涌不断生成;在有利的热力条件下,更易形成深对流系统。在江淮沿海,由于海洋边界层较为稳定,入海对流系统产生的雷暴出流与海洋边界层相互作用,频繁激发大气波涌,其生命史较长,可维持至中午,对日间对流活动产生显著影响。以 2025 年 6 月 10 日沿江地区造成多人伤亡和重大财产损失的大风事件为例,沿海大气波涌对此次事件中的致灾对流触发起决定性作用。同时,沿海频发的海风锋也为对流性出流与其碰撞产生波涌提供了更多可能。研究结果拓展了对大气波涌现象的认识,建立了大气波涌与日间强对流的直接联系,揭示了特定环境及下垫面条件下,日间大气波涌的形成机制及其与深对流的相互反馈过程。相关成果发表在 *Monthly Weather Review*、*Geophysical Research Letters*、*Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 等期刊。

### ■ 开展极端降水微物理特征、形成机理及其产生过程环境特征研究

针对数值模式微物理参数化方案对极端雨强降雨滴谱特征模拟能力不足的问题,选取多个极端强降水个例并开展模拟评估。研究发现,暖云的碰并破碎对雨滴谱变化起主要作用,对最大小时雨强可产生最高 30% 的偏差影响。针对江淮梅雨强降雨雨滴谱特征变化的问题,利用地面雨滴谱仪站网、全球降水卫星观测雷达 GPM/DPR 和 ERA5 再分析数据,对比江淮梅雨不同区域的微物理特征差异,发现因环境不同导致的对流性质差异直接决定了对流微物理结构和雨滴谱特征的变化。针对数值模式对强降水过程冰雹过预报的问题,选取多个典型个例开展多微物理参数化方案评估,指出目前数值模式对冰雹过预报的关键物理过程参数化能力不足。利用观测数据分析江苏省伴随极端短时强降水事件超级单体的季节变化特征、移动路径及发生的环境特征,利用雷达观测进一步分析其中气旋特征,并与该区域内其他强对流灾害(冰雹、雷暴大风、龙卷)为主的超级单体中气旋特征进行对比,对其差异的进一步研究表明,这些差异主要与超级单体风暴中不同的强对流现象形成机制不同有关。相关成果发表在 *Monthly Weather Review*、*Geophysical Research Letters*、*Geoscientific Model Development*、*Atmospheric Research* 等期刊。

## ■ 陡峭地形模拟研究取得重大突破

陡峭地形问题是大气数值模拟的经典难题,该问题严重限制了数值模式在复杂地形区域的分辨率和预报准确性。传统观点认为大气数值模拟中的陡峭地形误差源于采用的地形跟随坐标,但本研究发现陡峭地形误差源于计算网格形变,进而提出采用云方法(一种无网格方法)解决陡峭地形模拟误差问题。结果显示:Steppeler、Schär 静息大气试验及高斯山脉山地风模拟中,该方法误差量级低至  $10^{-13} \sim 10^{-12} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (计算机截断误差量级)。在山地风对比试验中,云方法可实现传统网格方法无法达到的、与理论解一致的极端陡峭地形的无数值伪影稳定模拟。为复杂地形区业务天气预报精度提升、气候模拟分辨率优化提供关键技术框架。

## 1.2 青藏高原多圈层研究

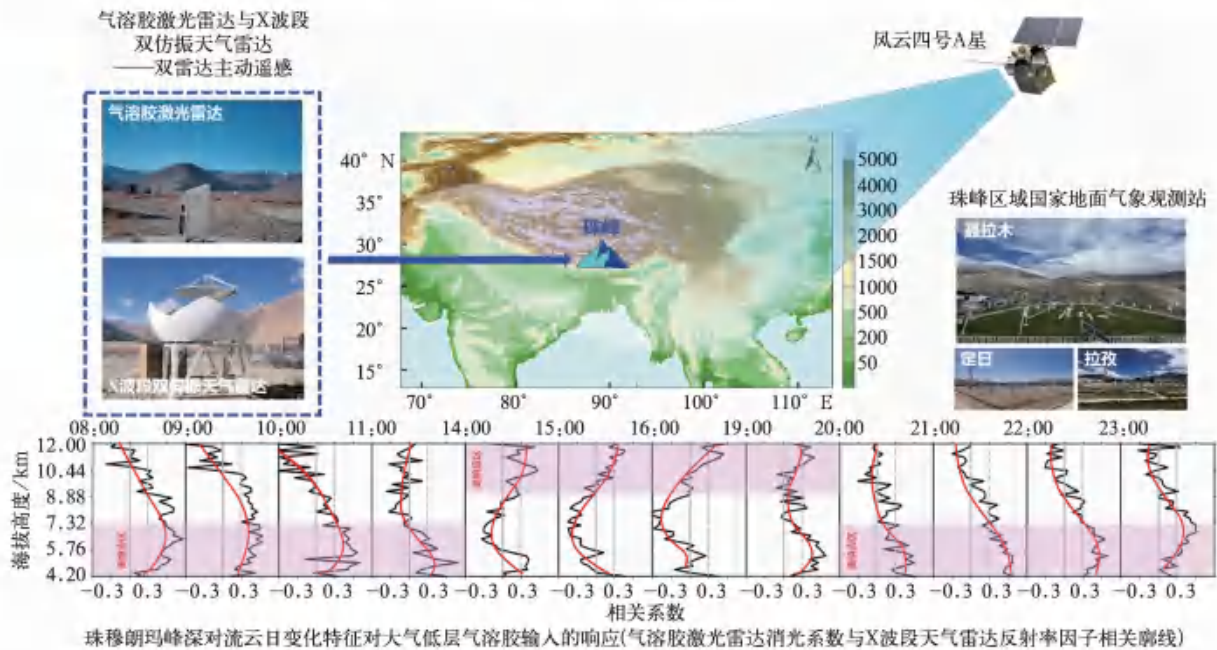
### ■ 揭示珠穆朗玛峰—南亚输入型气溶胶的云降水激活效应

青藏高原位于几个重要的自然和人为气溶胶来源的交汇处,“大气棕色云”——对流层中高层的大气污染,从南亚延伸,积累在喜马拉雅山南坡。这些气溶胶可被提升到 10 km 以上高度,通过南北向的主要山谷间歇性地跨越喜马拉雅山到达青藏高原内陆地区,导致喜马拉雅山和青藏高原南部边缘地区的气溶胶浓度远高于青藏高原腹地。但目前尚不清楚这些气溶胶是否对云降水过程存在重大影响,很难建立气溶胶和降水间的明确因果关系,而且从气候角度确定降水变化的证据也具有挑战性。

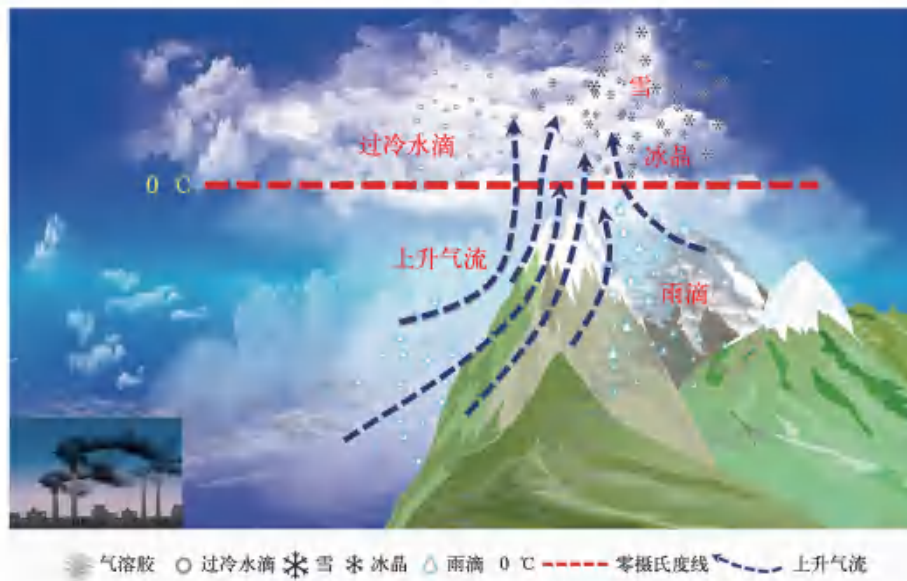
“世界屋脊”珠穆朗玛峰长年云雾缭绕,尽管人们高度关注冰冻圈的变化,但调查珠穆朗玛峰区域大气气溶胶和云降水过程相互作用的工作很少。2017年8月,随着第二次青藏高原综合科学考察研究启动,首次在珠穆朗玛峰布设可监测大气气溶胶分布、反映大气气溶胶浓度的气溶胶激光雷达和可监测小尺度天气系统的 X 波段双偏振天气雷达,配合地面常规气象观测,实施了气溶胶-云降水综合垂直观测试验。将珠穆朗玛峰作为研究外源输入型气溶胶-云降水过程激发效应的“天然实验室”,探讨外源输入型气溶胶对珠穆朗玛峰云降水过程的激活效应,旨在回答如下问题:外源输入型气溶胶是否对珠穆朗玛峰云降水过程存在激活效应,其是否会在珠穆朗玛峰云降水激发过程中产生区域性差异化影响? 怎样的热力机制使外源气溶胶对云降水过程的激活效应成为可能? 外源输入型气溶胶的气候影响效应对珠穆朗玛峰南北坡的云降水是否表现为不同的变化特征?

研究发现,印度夏季风期间,源自南亚的气溶胶对珠穆朗玛峰云降水存在显著的激活效应。在动力抬升作用影响下,气溶胶增多对珠穆朗玛峰弱降水的抑制和延缓作用会导致珠穆朗玛峰云的发展被激活,在珠穆朗玛峰北坡形成强降水。珠穆朗玛峰视热源动力驱动机制与气溶胶-云降水激活效应协同影响,可增强珠穆朗玛峰深对流的触发机制和北坡降水过程。受气溶胶激活效应影响的云发展得更为强烈,凝结高度以上过冷液滴、冰粒和冰液混合在云中发

生的概率较高,且对流云垂直结构日循环变化对气溶胶存在明显的滞后响应。此外,研究分析了外源气溶胶对“世界屋脊”云降水过程变化的气候影响效应,基于珠穆朗玛峰长期地面常规气象观测数据发现,气溶胶激活效应影响下珠穆朗玛峰南、北坡不同量级降水日数的变化存在差异,珠穆朗玛峰南、北坡小雨发生频次均呈显著减少趋势,而北坡中强降水发生频次却显著上升,揭示了除了气候大幅增暖,外源气溶胶的气候影响效应亦可驱动冰冻圈发生变化。



珠穆朗玛峰气溶胶-云降水天-地-空综合观测试验示意图



珠穆朗玛峰气溶胶-云降水过程激活效应物理概念示意图

试验及理论研究已取得重要突破,未来需进一步推动天-地-空一体化综合观测系统建设,纳入更先进或更详细的分析,揭示更多目前尚未发现的联系和意义,深化外源性气溶胶激活效应与云降水间关系的探索,拓展其对气候和环境科学的贡献。

### ■ 深入分析青藏高原的水汽源变化对东南缘极端强降水类型和强度的调制作用

青藏高原东南部边缘地区夏季常发生极端降水事件,引发水文灾害造成巨大损失。研究采用拉格朗日集合数值模拟与水汽源诊断方法,定量分析不同天气类型下极端降水事件的异常水汽来源。通过研究大量历史案例,揭示极端降水事件的形成机制。此外,异常水汽输送及其相关天气系统环流模式的信息可作为补充性先兆信号,用于提升极端降水事件的预测能力,这对防灾减灾具有重要意义。

针对持续性强降水而言,识别并比较了青藏高原东南部的分类强降水事件上游蒸发水汽输送异常。结果表明:两种强降水事件的蒸发水汽输送异常模式相似,其中东南亚大陆为主要贡献区域。然而,与强降水事件相关的蒸发水汽输送异常在强度和空间分布上与弱降水事件差异显著。具体而言,持续性强降水主要由上游远距离蒸发水汽驱动,本地循环贡献相对较小。尽管本地循环对两种持续性强降水均有显著影响,但研究结果强调大尺度驱动因素在调节青藏高原东南缘持续性强降水强度中的主导作用,包括中高纬度波列强度与低纬度西太平洋副热带高压的强度。

### ■ 进一步深入理解青藏高原降水“南干北湿”变化格局与低纬度海区水汽输送特征

过去几十年青藏高原夏季降水呈现“南干北湿”的双模态变化。尽管邻近海域水汽输送在调节青藏高原降水中的作用已得到强调,但迄今尚未就邻近海域水汽输送与夏季青藏高原降雨的关系达成共识。通过35年拉格朗日数值模拟与基于海洋水汽输送的降水诊断,研究定量分析阿拉伯海、孟加拉湾和南海3个海域对青藏高原夏季降水的贡献,着重从长期趋势角度探讨其相互关系。气候学上,观测降水与基于海洋环流诊断的降水在空间分布和强度上均具有一致性。然而,3个海域的贡献区域存在差异。南亚海域贡献占比最高(62.6%),影响区域几乎覆盖青藏高原全境,孟加拉湾(21%)和南海(16.4%)的影响区域分别主要分布于青藏高原东南部和东部。虽然对青藏高原整体降水趋势的贡献顺序保持不变,但孟加拉湾海域在青藏高原“南干”现象中起主要作用,而阿拉伯海则对“北湿”现象贡献更大,这表明青藏高原不同区域的降水变化机制存在差异。

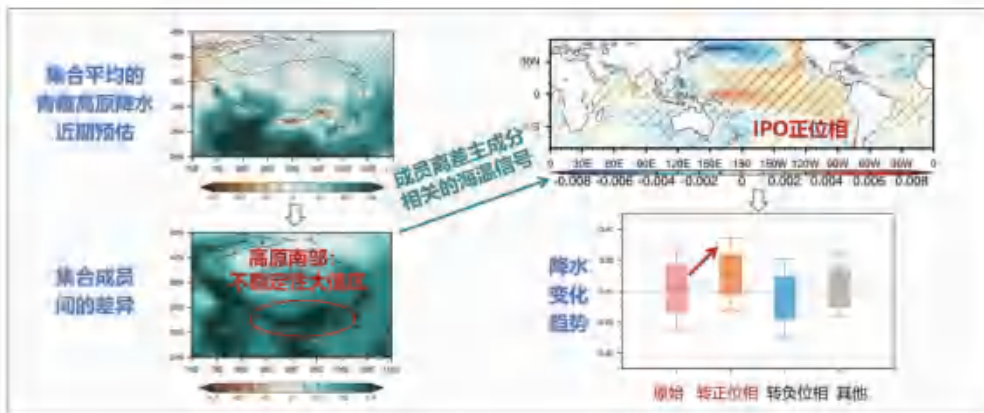
### ■ 揭示青藏高原强降水事件发展演变的三维环流结构特征

针对青藏高原对于下游更远地区降水天气学影响不清的现状,研究揭示了青藏高原东北坡降水存在两条远距离传播路径。第1条路径显示:青藏高原东北坡降水沿 $37^{\circ}$ — $40^{\circ}$ N向东传播,约在青藏高原东北坡降水峰值30~33h后到达华北地区。第2条路径表明:降水从青藏高原东北坡沿青藏高原东缘向东南方向移动,并在青藏高原东北坡降水峰值30~33h后抵

达四川盆地。进一步发现,降水沿以上两条路径的远距离传播与对流层高层气温异常调控下的三维环流结构紧密相关。第 1 模态中,在西部高层冷异常、东部高层暖异常的三维环流结构影响下,青藏高原东北坡降水主要集中于上游气旋性异常环流与下游反气旋性异常环流之间。第 2 模态中,降水环流结构同样受上游高层冷异常与下游高层暖异常主导,但相较第 1 模态,环流结构呈顺时针旋转。由此阐释了青藏高原东北坡降水沿不同路径远距离传播至华北地区和四川盆地的可能机制,拓展了青藏高原对下游地区降水影响的科学认知,为降水预报提供了新思路。

### ■ 揭示影响青藏高原南部降水近期预估不确定性的海洋信号

随着全球气候变暖加剧,青藏高原的气候响应尤为敏感,降水格局也发生显著变化。然而,由于该地区地形复杂、观测数据有限,加之气候系统内部变率影响显著,对其未来(特别是近期,例如 2026—2055 年)降水变化的认识尚不充分,这为区域气候适应策略和水资源长远管理带来严峻挑战。为更准确、可靠地预估青藏高原降水的近期变化,研究利用德国马克斯·普朗克气象研究所开发的地球系统模式(MPI-ESM)的 100 个大型集合成员进行系统分析,发现青藏高原南部降水变化不确定性较大,与太平洋年代际振荡(Interdecadal Pacific Oscillation, IPO)的相位转换相关:当模式成员模拟的 IPO 向正(负)相位转换时,青藏高原东南部(西南部)降水增加。将 100 个集合成员模拟的 IPO 相位转换均约束为 +2/30 年时,对青藏高原南部降水的近期预估一致性从 50% 提高至 70%,表明通过减少关键海气过程模拟的不确定性,可有效降低区域降水预估的不确定性。



青藏高原南部降水近期预估不确定性及其海洋影响因子

### ■ 青藏高原天气系统与降水机理研究

开展青藏高原天气系统研究。首次从高原低涡变化的视角,揭示近 45 年青藏高原早春极端降水的显著增多是由高原低涡爆发日期提前导致的,而高原低涡的这种变化与气候变暖背景下北大西洋北部海表面状况变化有关。基于 120 个不受高原涡影响的切变线个例,分析青

藏高原横切变线和竖切变线的生成与维持机理,结果表明两类切变线均受风场辐合作用下的水平位涡通量辐合和垂直非均匀加热共同控制,但主导因子不同:横切变线中加热贡献更大,为热力主导;竖切变线中水平位涡通量辐合占优势,动力作用更为关键。揭示西南涡新现象以及涡旋结构与生成机制的联系,指出非绝热加热的垂直梯度及垂直位涡平流差异可能是导致热力和动力驱动下低涡结构差异的重要原因。基于加密探空观测发现高原低涡垂直结构具有深厚的涡旋层和偏心的非对称结构。揭示西南低涡结构的动态演变特征,指出西南低涡的水平与垂直结构均呈非对称性,且动力-热力结构在不同阶段差异显著。

开展青藏高原降水变化特征与机理研究。通过青藏高原东坡极端暴雨的热动力背景及云微物理过程研究,指出青藏高原东缘暴雨主要由西北侧的高原低涡与东南侧低空急流协同作用驱动。揭示青藏高原近 20 年极端小时降水变化特征与机制,发现 2004—2023 年青藏高原极端小时降水的降水量、强度和频率较前期的下降趋势均转为增加,指出该变化与南亚高压和副高的协同演变密切相关。揭示弱天气强迫下苍山陡峭地形对夜间对流触发演变的动力效应,在无明显天气系统影响时,苍山及周边地区受控于中低层西南暖湿气流,对流多在午夜前后于西坡触发并迅速向东传播。揭示印度洋海温异常模态的多样性特征及其对于青藏高原西藏地区夏季降水异常的可预报性。发现华北暖季极端强降水的发生主要沿提前 6 d 起源于西西伯利亚平原的西北—东南向路径和提前 3 d 起源于青藏高原中部的西南—东北向路径传播。

### ■ 揭示 2000 年以来青藏高原东部边缘地区持续性强降水快速增强现象

2000 年后青藏高原东部边缘地区持续性强降水事件的发生频率与强度显著增加。尽管这些强降水对当地居民生计构成重大威胁,但其背后的物理机制仍不明确。研究从大气动力学视角剖析持续性强降水事件强化的成因,发现持续性强降水(PEP)增强与西南涡强度变化存在显著关联。通过涡量收支分析发现,低层水平风收敛与涡量垂直输送对西南涡发展具有正向贡献,而水平风输送的相对涡量及水平涡量向垂直涡量转化则产生负向影响。虽然上述 4 个因素均影响西南涡强度变异性,但低层水平风收敛和相对涡量水平风输送的相对涡量是西南涡强化的主要驱动因素,贡献了高达 79.4% 的变异量。该结果凸显了纬向风变化在全球变暖背景下调节 PEP 强度的关键作用——主导低层水平风收敛和水平风输送的相对涡量的长期变异。

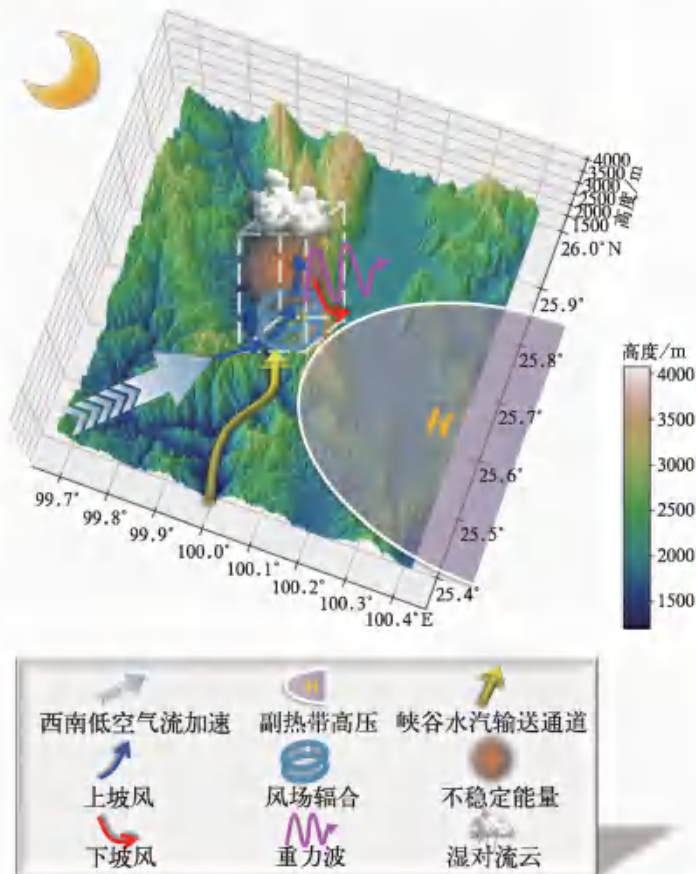
### ■ 揭示青藏高原东南延伸区降水精细化特征及主导天气模态

基于青藏高原东南延伸区横断山南段苍山地区逐小时台站降水数据及再分析数据,通过客观识别区域降水事件及其主导环流模态,揭示 3 类不同环流配置对降水时空不均匀特征的影响。该地区最典型的环流背景是青藏高原东侧低涡切变线,由此产生的东北风为降水向西南方向移动提供了有利动力条件。这类低涡切变型降水占比为 46.3%,主要集中在 6—9 月。

第 2 类环流模态表现为副热带高压(简称副高)在 7—8 月北移至 30°N 附近,热带地区盛行季风槽。在南北气压梯度力的作用下,横断山南段低层主要受东南气流控制,这类事件占比为 30.5%,受较强不稳定层结影响,强降水发生频率较高。第 3 类降水事件占比为 23.2%,发生在印缅槽和副高增强的环流背景下,横断山南段低层盛行西南风。这类降水对应于东亚季风爆发期(5—6 月)副高维持在 20°N 附近,以及季风减弱期(9—10 月)副高再次南撤的情况。由于不稳定层结较弱,这类事件中弱降水频率较高。此系统性降水特性及环流背景的客观分型是后续利用高分辨率数值试验开展不同天气系统影响下降水精细化分析的重要基础。

■ 揭示弱天气强迫下云南苍山夜间局地对流的触发机制

聚焦苍山这一陡峭小尺度山地,对该地区夜间局地对流过程进行高分辨率模拟并分析其触发机制。在无明显天气尺度系统影响时,苍山地区中低层主要受西南暖湿气流影响,局地对流于午夜在西坡触发,并快速向东移动。定量评估结果表明,相比于千米尺度模拟,百米尺度模拟尽管在时间上较观测有所提前、强度上略为偏强,但能够准确再现观测的对流触发位置及时空尺度。在对流触发前,伴随西南低空气流的夜间加速,苍山西南侧的峡谷通道南段水汽输



弱天气强迫背景下夜间苍山局地对流触发机制的物理概念图

送增强,北段水汽消耗。对应苍山西坡第1个山峰上中低层大气增湿显著,局地不稳定性增强,有利于对流云的形成。在对流触发前6 min,苍山西坡对流层低层的西南风由辐散转为辐合,由此产生的强上升运动使得更多气块克服对流抑制,达到自由对流高度并抬升湿不稳定层,在该位置触发对流。研究揭示苍山陡峭地形对夜间对流触发的热动力效应,为复杂山地强降水的精细化预报提供了科学支撑。

### ■ 研究山地陡峭程度在云南苍山局地对流触发演变过程中的作用

基于苍山地区典型的环境廓线和地形几何特征,通过百米尺度的理想模拟分析了影响对流触发演变过程的关键因子。夜间,条件不稳定西风气流遇到苍山后被强烈抬升,山顶位于 $0^{\circ}\text{C}$ 层以上,为固态水凝物的集聚提供了有利的环境条件,从而触发对流。由于固态水凝物的下落末速度较慢,环境西风对水凝物的平流效应有利于对流向东传播。通过改变山脉的半宽探究地形陡峭程度对对流触发演变过程的影响,发现湿对流和大气波动的相对重要性受到地形陡峭程度的调控。随着山宽的增加,降水东传速度加快,降水强度明显减弱。值得注意的是,当山脉半宽为4.2 km时,由于陡峭地形的强烈抬升作用,湿对流占据主导地位,抑制了弱振幅的大气波动;当山脉半宽增加至15 km时,振幅较大的重力波起主导作用,此时整个背风坡受强下沉气流的控制,抑制了对流和降水。研究揭示地形的陡峭程度对局地降水过程的具体影响,为构建山地对流物理概念模型奠定了基础。

### ■ 青藏高原气候变化及其影响研究

开展青藏高原气候多尺度变化特征及成因研究。揭示1961—2023年青藏高原雨季开始期呈显著的提前趋势,欧亚遥相关波列的增强和中亚—南西伯利亚过渡区及西亚至东亚西部的地表变暖共同调节了青藏高原雨季提前。揭示1988—2023年夏季青藏高原东缘极端小时降水在2004年前后存在由下降转为显著上升的趋势转折特征,南亚高压和副高的共同增强构建了有利动力热力环境,加剧极端小时降水。发现高原内流区晚春至初夏的“干者愈干、湿者愈湿”现象,即5月降水偏多(少)时,6月降水同样也偏多(少)。揭示青藏高原冬季极端低温日数的两种主导模态分别,主体一致型和西北—东南偶极型。主体一致型模态主要受到北半球极涡遥相关波列的调制,西北—东南偶极型模态受ENSO暖海温和北大西洋—欧洲区极涡强度异常引起的大气遥相关波列的共同影响。指出青藏高原冬季气温年际异常与其局地上空的准正压异常反气旋密切相关。基于研发的高精度逐日无云卫星观测数据的分析表明,青藏高原积雪覆盖频率随海拔升高呈先增后缓趋势,在6000 m高度达到峰值。采用涌现约束法开展青藏高原西部积雪预估表明,模式低估了青藏高原西部积雪损失量,观测约束修正21世纪末(2080—2099年)春季青藏高原西部积雪剩余量为1981—2020年的37%,模式不确定性降低26%。

开展青藏高原精细化气候变化及其影响评估。采用地理加权XGBoost模型构建青藏高原气候承载力评价模型,发现青藏高原气候承载力呈“西部偏低—中部过渡—东南较高”的递

增格局,气候资源供给的增加提升了承载力,而灾害限制力的增强则显著削弱了承载力。创新性地耦合了气候模式与冰盖模式,通过迭代反馈方法,系统量化了青藏高原大范围冰川发育所需的温度-降水阈值,结果表明青藏高原全域冰盖形成需较当前降温约  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,远超地质观测的数值,从而为“青藏高原历史上不存在连续大冰盖”的观点提供了依据。开展新藏铁路工程气候变化研究,发现 1961—2023 年新藏铁路沿线暖湿化特征明显,年平均气温升速为  $0.17\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{ a})^{-1}$ ,年降水量增速为  $3.03\text{ mm}\cdot(10\text{ a})^{-1}$ 。未来不同排放路径下,2025—2100 年气温将持续上升,降水量呈增加趋势但存在区域差异。气候暖湿化趋势下,未来铁路沿线可能会出现多维度、连锁性的工程风险特征。相关工作形成决策咨询报告上报中共中央办公厅并被采用。

### ■ 藏东南关键水汽通道夏季降水加密观测系统揭示冰晶繁生的特征

在墨脱观测基地原有 X 波段相控阵雷达、L 波段风廓线雷达、Ka 波段云雷达、激光云高仪和雨滴谱仪等多源观测仪器的基础上,进一步部署了 C/Ka/W 三频段超高分辨率雷达系统,加强藏东南关键水汽通道的“边界层-云-雾-降水”全链条观测能力。研究发现墨脱地区云内的二次冰晶过程发生较频繁,在层状云降水且在云顶高度较低的云内发生频率更高,其中云顶温度为  $-16\sim-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  和  $-10\sim-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  云内的发生频率接近,分别为 39% 和 38.6%。二次冰晶过程发生的起始温度基本不低于  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,集中在  $-6\sim-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,频率约为 44.8%。由二次冰晶产生的小冰晶微物理特征表现为较低的反射率因子与较大的线性退偏振比,结合发生的温度区间表明,墨脱地区云内二次冰晶过程的机制以 Hallett-Mossop 过程为主。



C/Ka/W 三频段超高分辨率雷达加密观测

### ■ 基于墨脱全链条观测的不同天气形势下藏东南墨脱地区雨滴谱特征研究

基于墨脱观测基地的丰富数据,团队开展了不同天气形势下藏东南墨脱地区雨滴谱特征研究。墨脱地处雅鲁藏布大峡谷水汽通道入口,是青藏高原降雨量最高、海拔最低区域,雨滴谱作为降水微物理核心指标,其与天气系统的关联尚未充分明确。基于雨滴谱仪观测、再分析

及风云气象卫星数据,采用 T-PCA 方法,将墨脱强降水(日降水量大于  $10 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ )分为西南气流(southwest airflow, SWA)、南支槽(southern-branch trough, SBT)、强斜压性(intense baroclinicity, IBC)和地形强迫降水(terrain-forced precipitation, TFP)4类,探讨天气形势对雨滴谱特征、微物理参数及拟合关系的影响。4类降水差异显著:西南气流降水发生频率(70%)和降水贡献(70%)均为最高,主要发生在季风期,水汽充足,对流降水表现为高浓度的小雨滴;地形强迫降水发生频率最低(7.7%),但平均日降雨量最大(29 mm),质量加权直径  $D_m$  和降雨率更高;南支槽降水与强斜压降水的发生频率约为 12%,前者平均雨滴浓度最低,后者对流云降水表现为浓度低的大雨滴。藏东南降水微物理差异与天气形势动热力条件密切相关。

### 1.3 大气成分与环境气象研究

#### 1.3.1 碳中和监测核查评估及气候变化应对研究

中国气象科学研究院大气成分与环境气象研究所(碳中和监测与评估中心)碳中和监测与评估及气候变化应对团队联合清华大学、中国气象局地球系统数值预报中心等团队,构建了自然-社会系统耦合框架,将清华大学的中国能源经济模型(C-GEM)与中国气象局的地球系统模式(BCC-ESM1)相结合,模拟温室气体排放对地球系统的影响及其双向反馈机制。研究通过气候影响评估模块,将气候变量(如温度、降水、湿度)与经济变量(如农业产量、劳动生产率、能源需求)联系起来,提供了关于中国碳中和路径的新视角。自然-社会耦合系统表明:温室气体排放对地球系统的影响将反馈回社会经济系统,形成系统间相互作用机制。在碳中和目标下,气候变化对社会经济系统的负面影响不可忽视。研究表明:预计到 21 世纪末,国内生产总值因气候变化产生损失将达到 1.5 万亿美元,受影响最严重的领域包括农作物产量、劳动生产效率下降及沿海土地资产损失等。同时,由于国内用电需求因高温天数增加而显著上升,碳中和目标下减排压力大幅增长,21 世纪末的碳价将因气候变化上涨 20%左右。因此,仅依赖减排措施无法充分应对气候变化的影响,需加强适应性政策规划,尤其是在农业和建筑等易受气候影响的关键领域。此外,研究还建议将自然-社会反馈机制纳入政策设计,加强国际合作,共同实现全球碳中和目标。相关成果发表在 *Environmental Research Letters*。

围绕如何建构我国走出统筹发展与安全的碳中和之路,团队联合清华大学、河南大学开展研究,指出中国可以统筹发展与安全、瞄准《巴黎协定》 $2^\circ\text{C}$ 目标而不是  $1.5^\circ\text{C}$ 目标在 2060 年前实现碳中和,并指出走  $1.5^\circ\text{C}$ 目标路径的不现实性,且会付出较  $2^\circ\text{C}$ 目标路径多 3~4 倍的成本。研究还指出,随着中国可能在 2028 年左右碳达峰并进入碳中和阶段,未来全球气候变暖水平在 2050 年代初期之后随着中国碳中和之路驱动出现与预期不同的走势,同时一些国际关注的气候变化热点问题是否还会如预期那样值得进一步研究,这些热点问题包括:气候临界

点、极端事件程度、由气候变化引起的损失损害等。相关成果在 *Engineering* 以综述论文发表。

受观测站点稀疏及空间排放异质性限制,自上而下的二氧化碳反演方法难以实现高分辨率的碳源汇核算,研究提出一种综合方法,融合自上而下反演、多源数据同化与混合训练技术,该方法能将全国 45 km,8 d 分辨率的二氧化碳通量降尺度到 10 km,逐日分辨率。结果表明:该方法的性能优于传统方法及最近邻插值法。运行得到的数据集揭示了我国二氧化碳排放和吸收的空间不平等:前 20% 的城市贡献全国约 50% 的排放,前 50% 的县贡献 90% 的碳排放;同时,我国东北部、西北部和西南部陆地生态系统碳汇高于北部、中部和东部。该数据集有助于各级政府跟踪和评估本区域在实现碳中和方面的进展,并为气候政策的制定提供数据信息。相关成果发表在 *npj Climate and Atmospheric Science*。

我国碳中和转型将重塑全球碳排放格局,为理解增温水平、极端事件、气候临界点及区域气候影响提供重要依据,但现有全球排放情景下既定的我国排放轨迹,与当前态势、2030 年碳达峰目标及 2060 年碳中和目标相比,存在显著差距。为此,地球系统观测及化学天气系统团队构建了一个更加符合现实约束的 2 °C 温升目标与我国碳中和协同的全球排放情景(SSP2-com),并提出动态更新的扩展框架(SSP2-com+),以动态纳入各国最新的减排承诺与数据。该成果发表在 *Nature Communications*。

基于 SSP2-com 情景的研究结果显示:该情景下全球二氧化碳浓度预计将在 2062 年前后达到峰值,并于 2072 年前后实现净零排放;到 2100 年,全球平均气温升幅约为 2.01 °C,并在 22 世纪初逐步稳定在 2 °C 以下,从而避免出现明显的温度过冲。这一路径的关键在于亚太地区,尤其是双碳目标下我国在能源和工业领域的深度减排,将在全球温控实现中发挥重要作用。与依赖极端减排速度或大规模二氧化碳移除技术的方案不同,本研究强调在政策承诺和技术进步的推动下,逐步实现平衡而现实的脱碳转型,兼顾可行性与公平性。

与此同时,研究团队还建立了未来全球网格化排放数据库(10 km×10 km),可为新一代高分辨率气候模式提供更加精准的输入条件,从而提升对极端天气事件、气候临界点和温度过冲风险的模拟与评估能力。这一成果不仅在学术上具有方法创新意义,更为全球气候治理提供了一条兼具科学严谨性与政策相关性的路径图,对推动全球气候行动和可持续发展具有重要价值。

团队联合中国气象局地球系统数值预报中心等团队基于与我国碳中和目标相一致的全球 2 °C 温升情景 SSP2-com,利用中国气象局地球系统模式对该情景进行未来百年的气候演变模拟试验,系统评估了 SSP2-com 情景下的地球系统响应。地球系统模拟结果显示,到 21 世纪末(2081—2100 年),SSP2-com 情景下全球平均升温仅为 1.87 °C,成功控制在 2 °C 阈值之内,

较传统的中等排放情景(SSP2-4.5)和高排放情景(SSP3-7.0)分别低 $0.51\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $1.47\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。研究特别指出,中国的减排行动对全球温控贡献显著。如果中国沿用SSP2-4.5情景中的适度减排路径而非现有的碳中和目标,到21世纪末全球气温将额外升高 $0.08\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;如果采取SSP3-7.0的高排放路径,升温幅度则会增加 $0.29\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。同时,研究也指出了潜在挑战:在低排放情景下,由于二氧化碳浓度降低,植物光合作用受到的施肥效应减弱,同时升温仍会持续推动生态系统呼吸,导致全球陆地和海洋碳汇能力下降。相关成果发表在*Environmental Research Letters*。

清华大学能源环境经济研究所团队联合中国气象科学研究院团队,开发了新一代的电力系统扩张模型(PSEM)——中国可持续电力系统综合优化模型(China Integrated Sustainable Power-system Optimization Model, CISPO),首次实现了整合多源气象、地理和电力数据,完成在大区域尺度(中国内地)上以8760逐小时精度协同优化容量扩张和运行调度,对风能(陆上+海上风电)和太阳能(集中式光伏+分布式光伏+光热发电)的空间扩张精度提升至 $25\text{ km}\times 25\text{ km}$ ,对水力发电的扩张和调度精度提升至电站级别,并内生嵌入了火力发电的碳捕集装置改造和二氧化碳源汇的最优路径决策。研究发现,在可再生能源投资成本持续下降的趋势下,我国新型电力系统能以度电成本不高于2022年水平,在2060年实现 $5.5\times 10^8\text{ t}$ 负排放目标。在基础情景每年 $1.6\times 10^{15}\text{ kWh}$ 的电力需求假设下,全国需要6000 GW左右风能和太阳能、600 GW水力发电、437 GW抽水蓄能、572 GW化学储能和181 GW生物质能装机,其中生物质能碳捕获和储存168 GW。在部署负排放技术方面,我国需要在2045—2050年开始大规模部署,到2060年,生物质发电结合碳捕集与封存技术将提供 $8.8\times 10^8\text{ t}$ 负排放,完全中和电力系统因热电联产和火电短时调节带来的排放,并实现电力系统的负排放目标( $-5.5\times 10^8\text{ t}$ )。在可再生能源布局方面,研究发现风电主要沿资源丰富区域扩张,光伏主要沿负荷中心向外扩张。在电力市场方面,研究发现随着大规模可再生能源的接入,电能量供给边际成本呈现更大的波动性,因此火力发电对于平抑电力系统波动性具有重要作用。相关成果发表在*Energy & Environmental Science*。

计算区域碳足迹有利于明确各地区的减排责任,团队基于中国碳源汇监测核校支持系统(CCMVS)的高精度人为排放清单产品,结合环境扩展的多区域投入产出模型(EE-MRIO),计算了更符合实际情况的中国31个省市、42个部门的碳足迹大小及转移方向。2021年中国总碳足迹为 $1.20\times 10^{10}\text{ t}$ 。碳足迹在空间及部门间分布不均匀,在生产责任视角下,山东省、河北省、内蒙古自治区、河南省和江苏省的碳足迹最高,电力、热力的生产和供应,金属冶炼和压延加工品以及非金属矿物制品部门碳足迹最高。在消费责任视角下,广东省、山东省、江苏省、浙江省和河南省碳足迹最高,建筑,电力、热力的生产和供应,电气机械和器材部门碳足迹最高。在共担责任视角下,山东省、广东省、江苏省、河南省和河北省的碳足迹最高,电力、热力的生产



测核校支持系统(CCMVS)研发》获评中国气象局成果评价“优秀一等”。成果应用得到中国气象科学研究院大气成分与环境气象研究所(碳中和监测与评估中心)、国家气象信息中心、河南大学、青海省气象局(中国大气本底基准观象台)、江苏省气象局、山西省气象局、福建省气象局、海南省气象局、贵州省气象局等单位专家和业务人员的大力支持。该系统的研发成功为支撑“双碳”目标下的气候治理与政策制定提供了重要科技支撑,也为气象科技成果转化应用、服务国家战略需求树立了高质量标杆。

为实现《巴黎协定》温控目标,2020年以来大多数缔约方对各自“国家自主贡献”进行了第二轮更新。在此背景下,一个关键科学问题日益凸显:全球变暖的加速趋势会因当前气候行动的推进而得到有效缓解吗?然而,当前广泛使用的CMIP6情景模式比较计划(ScenarioMIP)提供的共享社会经济排放情景因构建时间较早,难以准确反映最近十年全球人为源排放的快速变化以及更新的全球“国家自主贡献”驱动的未来排放变化,尤其是我国“双碳”承诺对人为源排放的潜在影响。大气成分与气候变化研究团队基于自主构建的更加符合现实约束的 $2^{\circ}\text{C}$ 温升目标与我国碳中和协同的全球排放情景(SSP2-com),利用国际通用地球系统模式(CESM2)开展了多组气候变化预估试验。结果表明:即便《巴黎协定》各缔约国全面落实第二轮“国家自主贡献”中的减排承诺,当前的全球变暖加速在近期未来可能仍难以被有效遏制。主要原因是,与温室气体协同排放的大气气溶胶浓度的大幅下降。该成果发表在 *Science Bulletin*。

太阳能光伏(PV)代替传统燃煤发电有助于实现碳中和目标,但其发电量又依赖于气象条件。中国作为二氧化碳和气溶胶排放大国之一,在碳中和背景下人为源减排驱动的气候变化将会显著影响区域乃至全球PV潜力变化。大气成分与气候变化团队通过将中国碳中和背景下人为大气成分变化与未来共享社会经济路径(Shared Socioeconomic Pathways, SSP)的中等排放水平情景SSP2-4.5进行融合,并使用地球系统模式(CESM2)开展全耦合瞬态集合数值模拟试验,定量评估中国碳中和背景下人为二氧化碳和气溶胶深度减排驱动的气候变化对21世纪中期(2041—2060年)太阳能PV潜力(PVPOT)和极低PV输出(包括极低PV输出日数占比(PV10)、极低PV输出事件发生次数(PV10N)和极低PV输出最长持续日数(PV10D))相对于1995—2014年的影响,揭示了中国碳中和背景下人为源排放减少使21世纪中期东亚PVPOT显著增加约3.3%,PV10、PV10N和PV10D分别显著减少约24.8%、33.5%和14.9%。此外,中国碳中和背景下人为源排放减少对部分远程区域(澳大利亚东部、南亚地区、非洲北部和南美洲东部等区域)PVPOT的增加和极低PV输出的减少也有积极作用。这在一定程度上可以加速未来几十年实现全球碳中和目标的进程。相关成果发表在 *npj Climate and Atmospheric Science*。

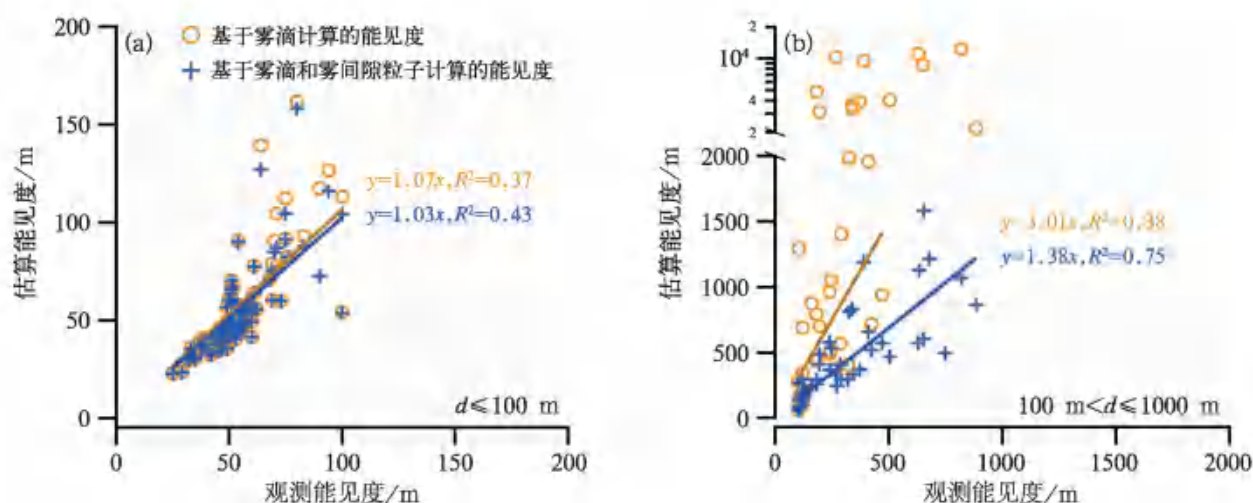
### 1.3.2 大气成分观测及变化机理的研究

气溶胶的吸湿性与挥发性对于深入理解气溶胶对气候变化、大气污染及人类健康的影响具有重要意义。使用挥发性吸湿性串联差分迁移率分析仪获得北京市大气亚微米气溶胶的吸湿性与挥发性连续一年的同步观测数据,弥补了以往短期观测的不足,揭示了北京市气溶胶吸湿性、挥发性及其混合状态的变化特征,结果显示随粒径增长气溶胶吸湿性增强,挥发性减弱;吸湿性呈冬季高,夏季低的特点;而挥发性则在夏季高,其他季节相对较低;气溶胶具有明显的外部混合特征,不同季节气溶胶中近疏水模态占比均显著高于不挥发模态占比,表明当前大气中存在大量吸湿性弱但挥发性较强的气溶胶;基于实测的气溶胶吸湿性数据结合多路径粒子沉积模型,系统评估了亚微米气溶胶在人体呼吸道中的沉积特性,发现小于 300 nm 的气溶胶在考虑吸湿性后的平均沉积分数降低 25.4%,而大于 300 nm 的气溶胶则增加 23.0%,显示气溶胶吸湿增长对其在呼吸道中的沉积的显著影响。

依托大明山雷达气象站系统开展了气态前体物-气溶胶-云雾相互作用的综合观测实验,构建了涵盖不同季节的高时间分辨率气体-气溶胶-云微物理参数数据集,揭示了气溶胶理化特性对云微物理结构的影响。采用团队自主研发的云雾滴和气溶胶自动切换进气集成系统,在 2023 年春季开展了气溶胶理化特性和云雾滴的综合观测实验。发现典型的云雾过程中,气溶胶活化为云滴的临界直径为 133~325 nm。云残留颗粒的吸湿性较强,硝酸盐质量占比更大;云间隙粒子吸湿性弱,黑碳气溶胶比例较云残留粒子高。同时发现云间隙粒子的吸湿性对云雾滴微物理特性有重要影响,吸湿性越强,对应云滴数浓度越低,液水含量减少,有效直径减小,表明其吸收水汽能力限制了云滴生长。本研究为理解气溶胶-云微物理相互作用提供了观测依据,但仍需长期观测以获取更多统计显著结果。相关成果发表在 *Atmospheric Chemistry and Physics*。

深化雾微物理过程演变机制的认识,对降低雾能见度与持续时间的预报不确定性至关重要。为探究气溶胶与雾微物理的复杂相互作用及其对低能见度事件的影响,2023 年 4—5 月在我国长三角地区的大明山观测站(海拔 1483 m)开展了气溶胶与雾微物理特征的同步原位观测。通过分析观测期间的 8 次雾过程,发现该地区的雾滴数浓度( $N_d$ )显著高于清洁的背景区域。雾前气溶胶数浓度与各次雾过程的峰值呈较强正相关,表明雾发生时的气溶胶浓度背景对雾微物理过程具有显著影响。雾滴谱分布的演变特征表明:在雾形成、发展和成熟阶段的雾滴谱分布拓宽分别由活化、凝结和碰并机制主导,并导致雾滴谱分布从单峰态转变为三峰态,峰值分布于 6  $\mu\text{m}$ 、12  $\mu\text{m}$  和 23  $\mu\text{m}$  附近。雾滴谱的演变对雾能见度影响显著,通过对比多种雾能见度( $d$ )的计算方法发现:在 100 m <  $d$  < 1000 m 的轻雾条件下,仅基于雾滴消光估算能见度会导致显著高估。在考虑了过饱和条件下未活化气溶胶粒子的消光作用后,雾过程能

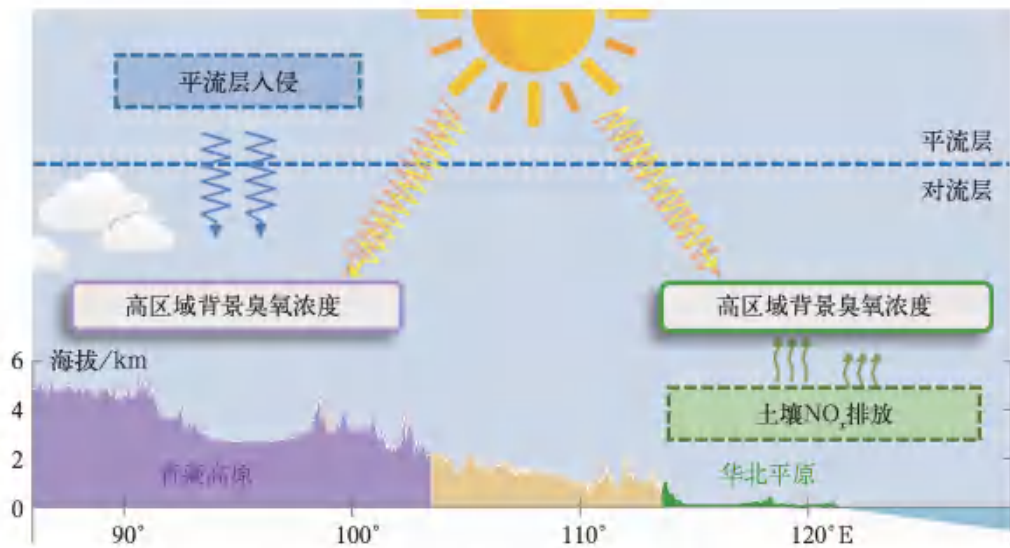
能见度计算值和观测值的闭合程度大幅提高。研究结果强调,在高人为污染排放影响的区域,综合考虑过饱和条件下雾滴与气溶胶的消光作用对提升雾能见度预报准确度的重要性。



基于雾滴和雾间隙颗粒物微物理特征估算能见度与观测能见度对比

厘清当前区域背景臭氧浓度对于空气质量达标具有重要意义。研究利用全国范围、长时间的地面臭氧和风速观测数据计算我国区域背景臭氧浓度。根据浓度分布和气候特征,将我国划分为5个区域。其中,我国东北和东南季风区处于低浓度水平,西南和北部季风区处于高浓度水平,青藏高原地区的区域背景臭氧浓度处全国最高。研究强调平原地区的区域背景臭氧浓度与土壤排放的氮氧化物相关,青藏高原地区的与平流层入侵和强辐射有关。来自东南亚的跨境输送对我国西南地区的区域背景臭氧浓度有重要贡献。由于区域背景臭氧浓度的差异,各地区空气质量达标的的能力也不同。青藏高原、北部和西南季风区较高的区域背景臭氧浓度,因此在这些地区需要增强减排的力度。相关成果发表在 *Environmental Pollution*。

在气溶胶光学特性遥感新方法与应用方面,目前太阳光度计红外通道(1020 nm、1640 nm)呈明显的温度敏感性,严重影响气溶胶产品反演精度。现有的方法难以快速、准确、高效消除温度对气溶胶光学厚度等的影响。因此利用新型 CW193 光度计在 AERONET-CAMS 站点同步观测数据,结合同站点 AERONET-CE318 观测产品,重点分析温度与 1020 nm、1640 nm 通道辐照度的关系,获取温度校正系数,消除温度依赖性,提高气溶胶光学厚度反演精度。基于中国气象科学研究院大气成分观测平台的连续昼夜观测,详细探讨北京城区气溶胶光学特性的多时间尺度变化特征,重点分析气溶胶光学特性的连续日变化特征及其潜在机制,揭示了气溶胶光学厚度与边界层发展及局地环流的关系。



平流层入侵与土壤氮氧化物排放对中国区域本底臭氧影响示意图

### 1.3.3 大气成分与天气气候变化相互作用的研究

中国气象科学研究院大气成分与环境气象研究所(碳中和监测与评估中心)大气成分与气候变化团队利用多源再分析数据检测到 1979—2014 年西北太平洋季风槽区热带气旋强度显著增加、垂直风切变显著减小,二者具有显著的负相关关系(相关系数为-0.73,达到 0.01 显著性水平)。对流层上层(200 hPa)风对垂直风切变的减弱具有主要贡献(92%),是热带气旋强化的重要驱动因素。结合 CMIP6 多模式集合模拟数据,研究揭示近几十年欧亚大陆非均匀气溶胶强迫主导了该地区及西北太平洋 200 hPa 处的异常大气环流形势及东亚地区的大气经向温度梯度异常与纬向风异常,通过激发对流层上层自欧洲向东南方向传播的异常罗斯贝波列、加剧东亚大气经向温度梯度致使西北太平洋季风槽区 200 hPa 处气候态东风和东北风遭到削弱,对有利于热带气旋强化的动力条件起主导性增强作用。相关成果发表在



欧亚大陆非均匀人为气溶胶强迫主导有利于西北太平洋热带气旋强化的动力条件的机制示意图

*Environmental Research Letters*。 *Nature Climate Change* 将该成果遴选为研究亮点,并以“Humans fuel stronger cyclones”为题进行了报道。该研究为认识西北太平洋热带气旋强度的长期增加趋势提供了新的科学视角。

基于全国约 2300 个自动能见度监测站与 Himawari-8 卫星的逐时气溶胶光学厚度 (AOD) 观测数据,揭示我国 AOD 时空分布特征及其与能见度 (VIS) 的关联机制。受人为排放影响,我国东部地区的 AOD 日变化幅度显著大于西部,且 AOD 与 VIS 呈稳定的负相关关系,该相关性在午后达到峰值,并于冬季最为显著。特定气象条件阈值(温度为  $5\sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、风速小于  $3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 、相对湿度  $40\%\sim 70\%$  及行星边界层高度小于  $1\text{ km}$ )、气溶胶垂直分布、人口密度及地形差异,分别通过调控气溶胶的吸湿增长与扩散能力、AOD 对近地面气溶胶浓度的表征能力、人为排放强度与大气动力背景,共同驱动 AOD-VIS 关系的演变。此外,通过引入行星边界层高度对 AOD 进行垂直订正后,AOD-VIS 的相关性提升约  $10\%$ ,凸显了边界层动力过程在调控气溶胶垂直分布中的关键作用。以上研究结果为发展我国全天时无缝隙 AOD 感知模型提供了重要理论依据。

棕碳是重要的吸光有机气溶胶,其来源和形成机理尚不清晰,导致目前气候与空气质量模式中普遍缺乏对其辐射效应的刻画。研究依托我国中东部 5 个城市及背景站共 801 个碳质气溶胶样本,构建以水溶性有机碳表征棕碳、综合温度、相对湿度、铵盐、硝酸盐及硝酸盐/硫酸盐摩尔比等因子的多元回归参数化方案,并将其嵌入大气化学数值模式,实现典型冬季区域重霾过程(2019 年 1 月 1—12 日)棕碳浓度与辐射效应的在线模拟。结果表明:霾期间地面棕碳浓度为  $2.2\sim 69.4\text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ ,平均值为  $11.6\text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ ,京津冀及江汉—洞庭湖盆地等区域显著偏高,对  $\text{PM}_{2.5}$  质量浓度的贡献普遍超过  $10\%$ 、局地可达  $16\%\sim 20\%$ 。纳入棕碳吸收后,地表短波辐射平均值减小约  $7.1\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ 、局地可超过  $20\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ ,而大气层短波辐射增加约  $0.7\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ ,伴随近地面温度略降、气压升高和相对湿度上升,增强边界层稳定性和污染物累积能力。本研究首次在典型中国霾过程中系统量化了棕碳的区域辐射强迫及气象反馈,为完善气候模式中棕碳表征、优化重污染天气预报及制定针对性减排策略提供了科学依据。相关成果发表在 *Geophysical Research Letters*。

基于 GRASP (Generalized Retrieval of Atmosphere and Surface Properties) 算法,依托太阳光度计和多波长偏振激光雷达联合观测,开发了主-被动协同反演气溶胶组分浓度廓线的新方法。该方法在 GRASP 框架下综合利用 GRASP/GARRLIC 和 GRASP/Component 输出,将柱积分体积分数及相关光学参数作为初始约束,通过迭代优化同时调整各组分体积分数和粒径参数,并在垂直方向上保持细、粗模态体积分数之和为 1,持续将模拟消光拟合到激光雷达观测消光,有效提高反演的物理一致性与稳定性,实现黑碳 (black carbon, BC)、棕碳 (brown carbon, BrC)、吸收性沙尘 (coarse mode absorbing insoluble, CAI)、散射性沙尘 (coarse mode

non-absorbing insoluble, CNAD和可溶盐类(non-absorbing soluble, NAS)等关键组分的浓度廓线反演。该方法已在新疆阿克达拉背景站和北京海淀城市站完成应用与检验,结果表明:在统一的反演框架下,能够稳定获取不同污染水平和源区类型下的气溶胶组分垂直结构,合理区分背景输送与城市局地排放的贡献。组分反演结果与 GARRLiC 提取的消光廓线整体吻合,相关性和误差指标均达到预期精度要求,验证该方法在复杂观测条件下的可靠性与可移植性,为后续开展区域污染过程诊断、气溶胶辐射效应评估提供了技术基础和方法储备。

光吸收性含碳气溶胶,包括黑碳(BC)和棕碳(BrC),是气溶胶中含量丰富、影响巨大的重要部分,随着人为排放量以及未来野火频率趋势的增加,深受国内外学者的关注。它们来源广泛,成分复杂,具有时空变异性和复杂的光学特性,对其辐射强迫的评估具有较大的不确定性。团队基于 GEOS-Chem 模式,结合观测约束改进模型,了解其分配、混合、老化,有助于降低吸收含碳气溶胶辐射强迫估计的不确定性,对于全面和定量评估其气候影响至关重要。模拟 BC、BrC 化学传输和辐射传输过程,分析二者在 2022 年的柱质量浓度和直接辐射效应。BrC 全球年平均值为  $0.22 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ ,受生物质燃烧驱动在 6—8 月(JJA)出现峰值( $0.31 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ )——高值区包括南非、中非和东北亚,浓度均超过  $2 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ 。BC(年平均值为  $0.16 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ )季节波动较小,但在东亚和南亚因人为排放维持高值。BrC 与 BC 均产生正的大气顶层辐射强迫,BrC 年平均值为  $+0.047 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ (JJA 峰值为  $0.79 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ ),BC 年平均值为  $+0.13 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ (在 EC/SA 超过  $1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ )。本研究量化了 BrC 与 BC 的区域-季节影响,为气溶胶-辐射相互作用模型参数化提供了科学依据。

参与第三次新疆综合科学考察,研究天山北坡经济带“乌-昌-石”城市群冬季  $\text{PM}_{2.5}$  重污染的成因机理;系统揭示了冬季重污染是“大尺度天气定背景、区域地形放大效应、城市热岛加剧局地浓度”三级联动的结果。当高空大气与近地层风场“解耦”,导致静稳、逆温强、边界层高度被压缩,污染物极易累积;通过后向轨迹与潜在源分析,明确乌、昌、石三地存在显著的污染物相互输送,并非孤立污染单元;敏感性试验证明,城市热岛效应在静稳天气下会诱发局地辐合流,使城区  $\text{PM}_{2.5}$  浓度额外升高,显著加剧污染水平;识别对应的清洁天气型,表现为冷空气从盆地北口侵入,增强垂直混合与边界层通风,有效稀释污染物。上述研究揭示了区域的污染成因,成果将支撑区域联防联控实践。基于天气分型的预警机制可为提前 1~2 d 启动应急减排提供关键依据;所识别的关键输送路径和潜在源区为跨行政区的协同治理指明了重点区域和方向。这些科学认识为制定“精准预报-协同减排-规划优化”为一体的综合防控策略奠定了坚实基础,有力助推新疆绿色发展。

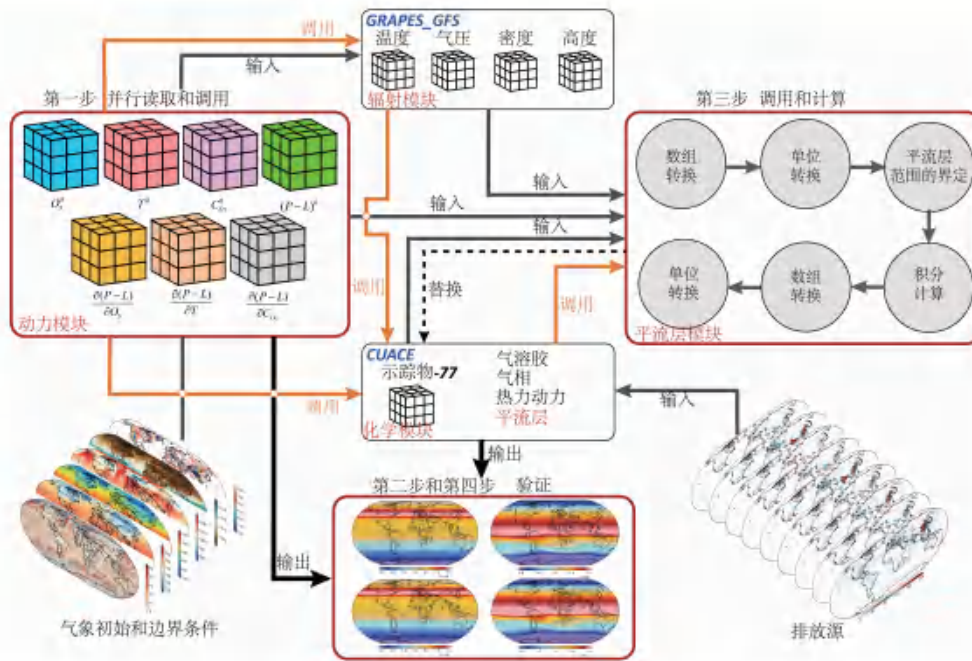
在全球气候变暖背景下,华北地区夏季高温与臭氧污染的复合态势愈发显著,具体表现为发生频率持续增加、影响强度不断增强、空间分布高度集中。地表臭氧的生成与气温密切相

关,高温条件下光化学生成速率显著提升。近年华北地区臭氧污染超标现象频发,且与热浪事件叠加形成的复合风险呈明显上升趋势,对公共健康、生态环境、经济活动及能源系统造成多重冲击。当副高稳定控制华北及其周边地区时,燕山—太行山独特的地形屏障会增强山前平原区热量积聚与污染物累积,导致该区域的高温-臭氧复合风险的增强。为有效应对该复合型风险,建议从宏观减排、区域治理、即时预警、公众响应和科技支撑 5 个方面,提出跨部门联动协作与长期机制建设的系统性建议,为华北地区构建复合极端事件防御体系提供科学依据与实践指导。

### 1.3.4 环境气象和化学天气模式的研发及应用

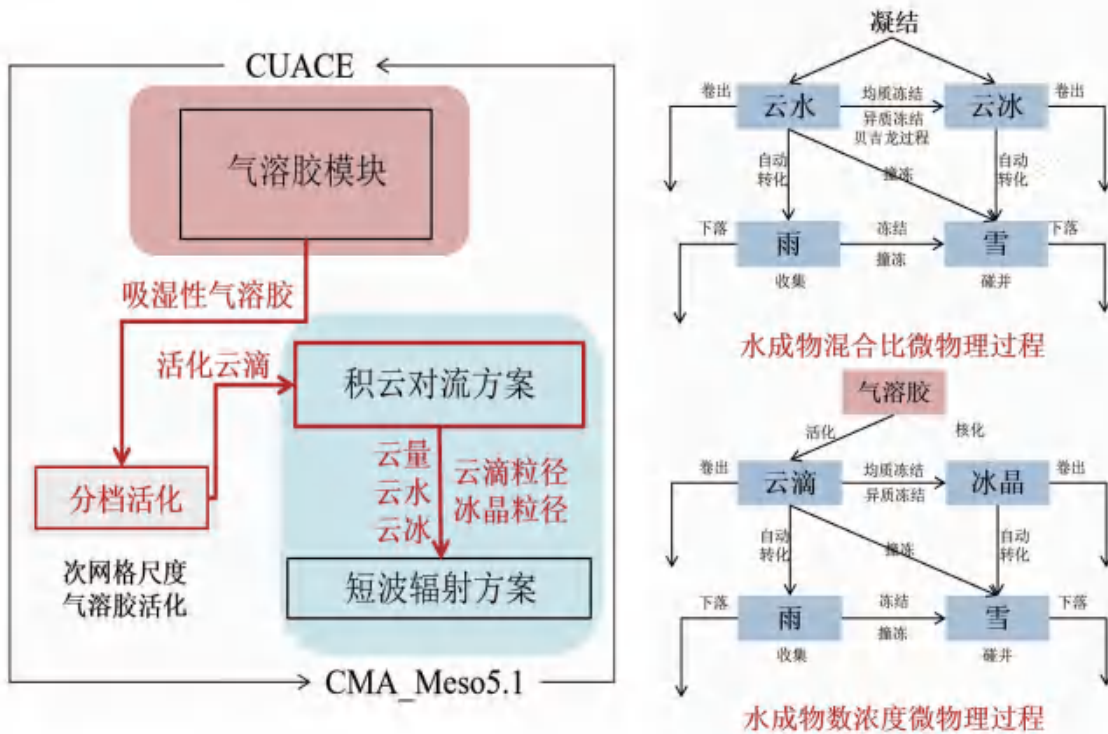
在中国气象局业务全球预报系统(CMA-GFS)的 4D-Var 框架下,以 CUACE(Chinese Unified Atmospheric Chemistry Environment)为基础,进行二次开发和重构,创新性地引入并优化了气溶胶模块(AERO,目前仅包括 BC),成功研发了 CMA-GFS-AERO 系统,首次在全球业务级预报模式中实现了气象与 BC 的同步强耦合四维变分同化。研究攻克了几大核心技术瓶颈:首次实现 AERO 伴随模式与大气伴随模式的双向在线耦合,精准捕捉化学过程与气象过程的相互敏感性;利用流依赖的背景误差协方差,使 BC 观测数据有效“反馈”,修正风场、温度、湿度和气压的初始条件分析场;在保持系统稳定性的前提下,将控制变量从纯气象扩展至“气象+BC”,计算成本仅增加约 20%,计算效率惊人,满足业务化时效需求。研究证明了化学观测可与海量气象观测高效协同同化。通过严谨试验首次量化 BC 同化对气象分析场的直接影响(如增温、降压、改变湿度与风场),发现同时同化气象观测对 BC 的调整幅度可产生约束效应。研究为高精度空气质量预报、极端天气气候事件归因、环境-气象融合服务提供核心科技支撑,提升我国在该领域的国际竞争力。该成果标志着化学-天气强耦合同化研究取得里程碑式进展,已发表在 *Geoscientific Model Development*。

面向全球化学天气数值预报的迫切需求,中国气象科学研究院联合中国气象局数值预报中心将我国自主研发的 CUACE 化学模式首次扩展到平流层顶,并实现了与业务化运行的全球天气数值预报系统 Global/Regional Assimilation and Prediction System\_Global Forecast System(GRAPES\_GFS3.0)在线耦合,实现了对流层与平流层间的垂直耦合交换过程的模拟,量化了平流层臭氧与辐射的关键相互作用,构建了一个国际上还未曾见到的全球化学天气数值预报模式,这标志着我国在大气化学与天气过程相互作用研究方面迈出关键一步。该化学天气数值预报系统的建立,不仅推动大气化学与传统天气预报交叉领域的基础研究成果向实际业务应用转化,也为量化人类活动对气候的效应、提升极端气象灾害的预警能力提供了核心科技支撑平台,具有显著的社会效益与应用前景。相关成果发表在 *Geophysical Research Letters*。



耦合到 CUACE 模型的平流层模块的详细流程图

针对化学天气数值预报模式中次网格尺度气溶胶-云相互作用(ACI)效应仍被忽视的关键难题,构建相关作用机制,完善模式物理过程表征,为提升区域天气要素预报精度、支撑化



中国气象局区域化学天气数值预报系统 CMA-CW V1.0 中次网格气溶胶云相互作用机制

学天气预报业务应用提供核心理论与技术支持。在中国气象局区域化学天气数值预报系统 CMA-CW V1.0 中,研究基于实时预报、分组分的吸湿性气溶胶浓度、KFeta 积云对流方案完成对流云微物理过程的显式处理、实时云滴活化过程并考虑小对流云特性对辐射的影响,实现次网格尺度气溶胶-对流云相互作用机制。以我国中部和东部夏季为例,模式通过实现次网格尺度云微物理和辐射反馈过程,有效提升云表征精度(甚至在网格尺度未饱和的区域),从而不同程度地降低短波辐射、温度、相对湿度、降水等气象要素的预报偏差。研究进一步发现,模式中人为排放的气溶胶通过次网格尺度云凝结核活化,可降低次网格尺度云水自动转化的雨水和网格尺度凝结的水汽,改善典型强降雨事件期间高估的累积降水量。

作为入选全国气象科教融合创新联盟 2024 年度“中国十大气象科技进展”的重要成果,中国气象局区域化学天气数值预报系统 CMA-CW V1.0 于 2024 年 11 月通过了中国气象局业务化准入评审。2025 年 3 月和 6 月,CMA-CW V1.0 沙尘暴和雾-霾模式先后在数值预报中心业务环境下的实时运行。其中,沙尘暴模式具备亚洲区域全覆盖的 0~168 h 精细化预报能力,能够提供沙尘浓度、沙尘通量及累积干、湿沉降等预报产品;雾-霾模式具备中国区域全覆盖的 0~228 h 精细化预报能力,能够提供 PM<sub>2.5</sub> 浓度、水平能见度及多种污染物和气象要素的逐小时预报产品。并行业务试验检验表明:CMA-CW V1.0 系统在沙尘和雾-霾预报方面表现优异。其中,沙尘暴模式对 2025 年东亚春季多次沙尘天气的预报性能佳,尤其对 4 月 10—14 日发生在我国的超强沙尘暴预报表现突出,显著改善了原业务模式沙尘暴预报移动过快、稳定性较差、强沙尘暴强度偏弱等问题;雾-霾模式通过化学-天气全耦合等机制的引入,较原

## 全国气象科教融合创新联盟

气科普报稿 (2025) 1 号

### 全国气象科教融合创新联盟关于公布 2024 年度“中国十大气象科技进展”评选结果的通知

全国气象科教融合创新联盟成员单位:

为及时总结我国气象科技领域最新成果和进展,宣传气象科技成就,引领和激励气象科技创新,营造社会创新氛围,增强和持续提升气象科技现代化和气象社会服务能力水平,全国气象科教融合创新联盟组织开展了 2024 年度“中国十大气象科技进展”评选活动。

经联盟和媒体、“中国气象报”综合网站和全国气象科技联盟“群”共同遴选入围 2024 年度“中国十大气象科技进展”;“南京大型无人值守台风登陆模式观测”第 10 项入选入围 2024 年度“中国十大气象科技进展”(附件),现将结果予以公布(见附件)。

附件: 1. 2024 年度“中国十大气象科技进展”名单  
2. 2024 年度“中国十大气象科技进展”(候选名单)



### 3. 自主发展的中国气象局区域化学天气数值预报系统 (CMA-CW v1.0) 率先建成

主要完成人: 张小光, 王宏, 沈学顺, 彭静, 张庆杰, 曹文强, 庄烈荣, 徐晓霞, 周百江, 刘亮东, 韩斌, 程冲。

江彦峰, 王志文, 王艳英, 邓胜利, 黄福军, 马占山, 董立刚, 任清, 陆小华, 密晋程

完成单位: 中国气象科学研究所, 中国气象局地球系统数值预报中心, 国家气象信息中心, 国家气象中心

全国气象科教融合创新联盟 2024 年度“中国十大气象科技进展”

业务模式对重污染过程中  $PM_{2.5}$  等污染物浓度及水平能见度等天气要素的预报也有提升。中国气象局区域化学天气数值预报系统 CMA-CW V1.0 于 2025 年 12 月正式业务化。

## 1.4 全球变化与极地研究

### 1.4.1 全球变化

■ 提出厄尔尼诺多样性与多海盆海温协同变化对全球气温突破  $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  阈值的驱动机理,为全球温度监测和预报奠定重要理论基础

探讨 2023—2024 年全球平均地表温度(GMST)历史新高的成因。研究发现:全球温度表现为两个阶段显著升温特征:第 1 阶段(2023 年 1—8 月)以厄尔尼诺与北大西洋联合驱动的海洋暖化为主;第 2 阶段(2023 年 9 月起)表现为受海洋暖化空间格局影响下的中高纬度陆地温度急剧飙升,厄尔尼诺通过太平洋—北美大气遥相关型延长了北美地区的增暖。

强厄尔尼诺期间(2023 年 7 月—2024 年 6 月)的全球气温较工业化前水平高出  $1.58\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,年际升温量突破极值,海温异常对此次年际升温的贡献率约为 92%,其中厄尔尼诺的多样性起核心作用。此次事件表现为热带太平洋的双暖中心特征,并与向东延伸的北大西洋急流协同作用,放大了全球热带海盆的升温效应。从能量平衡角度看,前期拉尼娜事件积累的海洋热含量释放及海洋吸收短波辐射的持续增加,是驱动海温上升的底层能量来源。这一破纪录事件凸显了在长期海温变暖背景下(由印度洋、大西洋及北太平洋海温快速上升驱动),强厄尔尼诺事件对气候系统加速逼近临界点的放大效应,为全球温度监测、预测与适应策略提供了重要的科学依据。

■ 揭示 2023/2024 年冬季我国东部极端冷湿天气骤变的成因

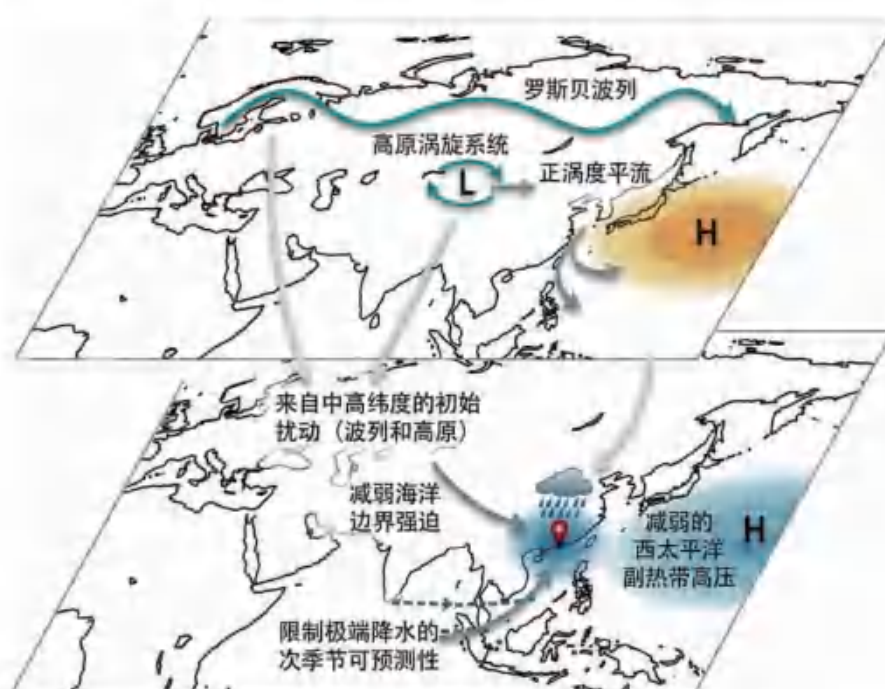
2023/2024 年冬季我国东部频繁遭遇极端低温、强降雪及冻雨灾害。研究发现,大气季节内振荡增强是导致极端天气的直接成因,厄尔尼诺是重要的外强迫因子。厄尔尼诺的影响主要体现两条关键动力路径。首先,厄尔尼诺通过改变背景场环流,显著增强并拉伸了北大西洋急流,使其呈明显西南—东北向倾斜。这种急流形态的改变强化了源自北大西洋的罗斯贝波活动,通过波导作用和正压放大效应,导致西伯利亚高压异常增强,驱动极地冷空气频繁南下,诱发强烈的季节内尺度降温过程。与此同时,厄尔尼诺诱发的西北太平洋反气旋异常增强,为我国东部提供了持续且充沛的热带水汽输送,与前述冷空气路径协同作用,形成有利于大范围降雪和冻雨发展的环流背景。研究进一步指出,上述两条路径(动力受迫的冷空气南下与热带驱动的水汽输送)在多数厄尔尼诺年份均有体现。因此,ENSO 可视为我国东部次季节尺度极端冷湿天气次季节可预报性重要来源。

■ 揭示热带外大气扰动制约热带海-气强迫响应的物理机制,指出华南春季极端降水次季节预报的关键障碍与物理过程

东亚春季强降水在次季节尺度存在显著的预报障碍。以 2024 年 4—5 月华南地区在厄尔

厄尔尼诺衰减背景下的创纪录极端降水事件为例,深入揭示大气初值与边界强迫间的相互作用机制。研究发现,副高受厄尔尼诺衰减引发的慢变海洋强迫影响而显著增强,构成了极端降水的气候背景场。来自中高纬度的准双周罗斯贝波列及东传的青藏高原低涡为大气初值信号,通过异常涡度的正平流作用减弱副高异常,在次季节尺度上对海洋强迫的效应产生削减作用。这种跨尺度相互作用解释了春季降水物理过程的复杂性,并揭示了中高纬度大气扰动如何通过调节边界强迫的响应来影响次季节预测结果。

研究指出,次季节动力模式在月尺度上对异常副高及降水分布虽具有较高的预测能力,但针对具体极端降水过程的预报有效性(预报时效)仍不足一周。这表明作为初值信号的中高纬度大气扰动会显著削弱由热带海气相互作用带来的潜在可预报性,使预测时效受限于大气初值的记忆性及天气预报的内在约束。研究结果系统阐明了华南春季极端降水的次季节可预测性来源,厘清了热带外扰动对边界强迫响应的重要影响途径,为攻克次季节“春季预报障碍”并延长动力模式对高影响天气的预报时效提供了关键科学支撑。



热带外的大气扰动影响了厄尔尼诺海气强迫响应对华南春季极端降水(2025年4月)的次季节预测时效

#### ■ 揭示东亚夏季风年循环峰值位相和强度与华北年最强降水事件的年际变化关系

华北地区夏季最强降水事件对该地区夏季降水总量的贡献率高达15%~80%,是次季节至季节尺度预测的难点。研究表明:华北地区夏季最强降水事件的发生与东亚夏季风年循环

的年际尺度变率存在显著耦合关系,具体表现为相位锁定(phase-locking)与振幅锁定(amplitude-locking)两种模式。相位锁定模式决定降水极值发生时间的偏移,如北京及周边地区在6月或8月出现的极早或极晚强降水;振幅锁定模式主导正常相位下强降水的强度波动。这种与季风年循环慢变过程的紧密耦合机制,为华北夏季极端降水提供了季节尺度的可预报性。

此外,台风-季风系统跨尺度相互作用对华北地区降水事件的极端性具有很强的放大效应。以2021年“21·7”河南北极降水事件为例,远洋台风(台风“烟花”(2106))通过位涡平流与东亚夏季风环流产生强烈动力耦合,并显著增强东亚夏季风环流,强化东北亚中纬度反气旋。跨尺度的动力耦合不仅引导台风的北上路径,更通过加强偏东风气流促进长距离的水汽输送。这种台风-季风系统的跨尺度相互作用,将季风背景下的水汽与动力条件推向极致,最终导致内陆地区的强致灾降水事件。这一发现揭示了台风通过与季风系统的动力交互产生远程影响的物理机制,深刻解释了华北及内陆地区降水突破极值的动力成因。

#### ■ 揭示东亚夏季风建立的年际驱动信号及其对华西与华南降水非均匀演变的物理影响

东亚夏季风的建立与推进深受北半球春季海洋大陆对流季节转换进程的影响。研究发现,海洋大陆对流转换的年际变化具有高度一致性,不仅受 ENSO 事件的关键调控,还受到热带东印度洋海温异常激发的局地环流独立调制。这种季节转换进程的早晚与强弱,通过调节亚洲夏季风的建立节奏,为后续区域降水格局奠定了背景场。

在季风演进过程及其后期的区域降水表现中,降水特征呈明显的结构性改变与非均匀性增强。对于华西地区,近十年秋雨的时间分布不均匀性显著增强,其核心原因在于降水结构的极端化转向——小雨占比减少,大暴雨及极端降水占比增多。对于华南地区,极端降水的形成直接受控于东亚季风低压等天气尺度扰动系统的活动。通过对广西北海特大暴雨(2023年6月8日)的追踪分析发现,季风低压在西太平洋副热带高压气流与远洋台风的共同引导下,其内部“冷心”结构、垂直倾斜度及水汽输送通量的变化,直接决定了极端降水的强度与持续时间。

#### ■ 揭示四川盆地夜雨低层环流的精细结构特征及模式模拟偏差

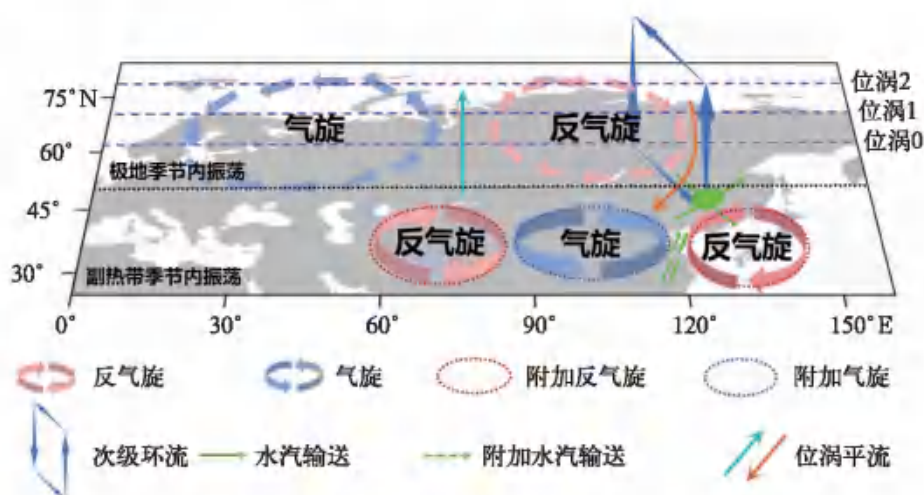
基于西南区域风廓线雷达数据,揭示四川盆地夜雨相关低层环流的精细结构特征,为明晰数值模式对地形环流表征的不确定性提供了新的观测基础。分析证实先前研究基于再分析数据和模式输出所识别的关键动力特征,包括云贵高原低空气流的夜间增强及其与四川盆地低层涡度的正相关性,并揭示了云贵高原低空最大风速高度的频率分布和四川盆地气旋性环流的垂直结构。在此基础上评估 ERA5 再分析数据,发现上述特征在 ERA5 也可再现。然而,ERA5 与观测数据仍然存在显著差异,尤其在低空风场的垂直结构上:ERA5 低估了云贵高原上空最大风速出现的高度,却高估了其强度,ERA5 还高估了四川盆地上空低层环流的强度,

且未能再现观测的环流随高度增强的特征。该研究的重要意义在于表明当前模式系统依然难以准确捕捉地形环流的垂直结构,提示基于模式输出分析复杂地形区降水的关键动力因子时需格外谨慎。

### ■ 取得极端事件机理新认识

从春-夏跨季节尺度植被-土壤-大气相互作用的角度,厘清类似于2022年长江流域高温-干旱-林火同时打破历史纪录并级联发生的成因,识别触发上述级联过程的土壤湿度临界阈值,并预判未来类似的高影响事件仍有可能发生,且覆盖面积更广、影响更大。

总结副热带和极地的大气低频振荡跨纬度的相互作用机制,揭示该相互作用机制对极端温度强度和持续时间的非线性放大过程。

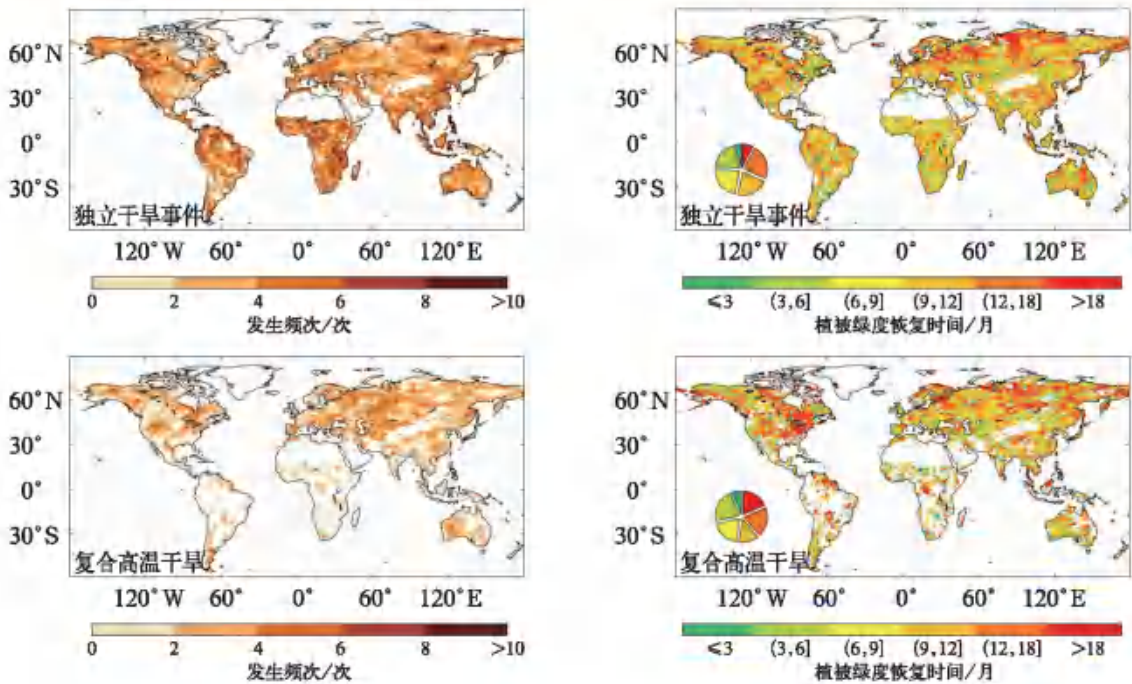


多环流模态导致东北极端温度异常放大效应的成因示意图

识别3类热浪发生的热点区域及其主导环流模态。发现夏季东亚地区主要存在3个热浪高频发生区,即中国中东部、蒙古和东亚西北部。通过气候反馈-响应分析方法量化了云、水汽和大气动力等过程在3类热浪形成中的相对贡献。

### ■ 提出复合极端事件生态影响的新见解

在全球尺度上构建干旱后植被恢复过程的量化方法,比较极端高温和干旱同时发生的复合型事件和独立干旱事件后植被恢复时间的差异,揭示对于全球68%植被覆盖区域,复合高温干旱事件后的植被绿度恢复时间比独立干旱事件后的恢复时间更长,落叶阔叶林受影响最为严重。确定干旱事件后水分供应状况和多年平均降水量是决定干旱后植被恢复时间的主要因素。



高温干旱对植被绿度恢复时间的影响

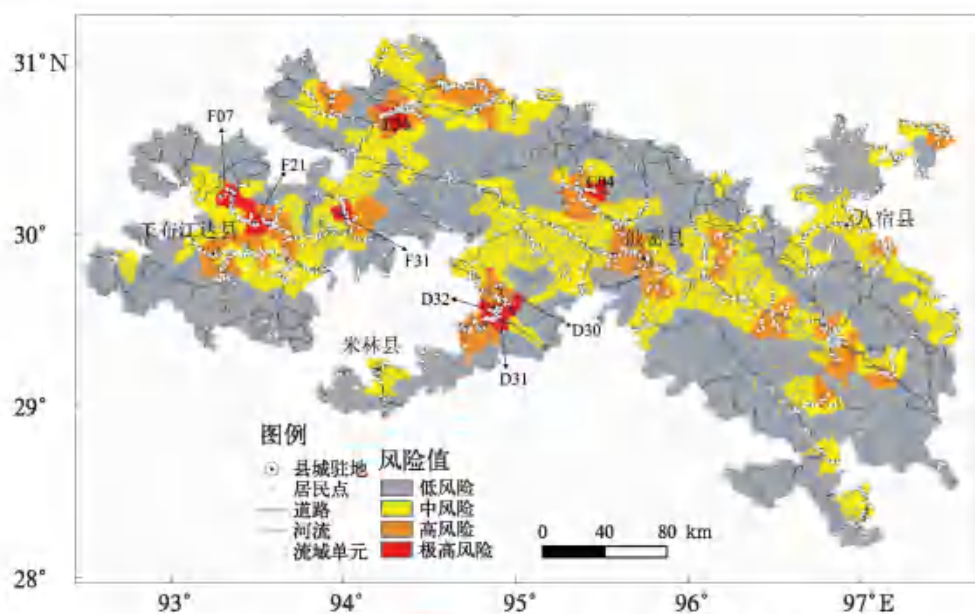
### ■ 构建降雨侵蚀力指标和全球蒸散发融合数据集

基于分钟级地面观测降水并融合多源降水数据,对我国降水事件进行精细刻画,解析次降雨过程降雨动能、最大 30 min 雨强特征。在此基础上,构建二者乘积形式的复合降水指标降雨侵蚀力,用以表征短历时强降雨对地表能量与水力冲刷的综合作用。该指标对暴雨型泥石流、坡面失稳等灾害事件具有明确的指向性,为认识变暖背景下降水过程的灾害效应、提升山地灾害风险识别与预警能力提供了监测基础。

基于贝叶斯模型平均方法,结合动态植被权重方案,构建全球高精度长时序(1980—2020年)蒸散发融合产品,有效增强捕捉区域蒸散发变异的能力,改进对陆地水平衡的精确量化。

### ■ 结合人工智能技术量化藏东南各流域的冰崩风险

采用机器学习方法将冰崩的多种诱发因素与冰崩结果建立联系并构建分类模型,选取该地历史冰崩事件的遥感解译结果作为训练数据集,进一步结合当地的社会经济条件,对冰崩风险进行量化,得到藏东南地区风险评估结果。该研究结果不仅为藏东南地区的冰崩灾害预警和防治提供了科学依据,也为类似地区的风险评估提供了可借鉴的方法论框架。该成果形成的决策报告被中央领导批示,有力支持了防灾减灾措施的制定。



藏东南流域冰崩风险等级及居民区、河流、道路分布

#### 1.4.2 极地研究

##### ■ 极地气候变化规律和物理过程取得新认识

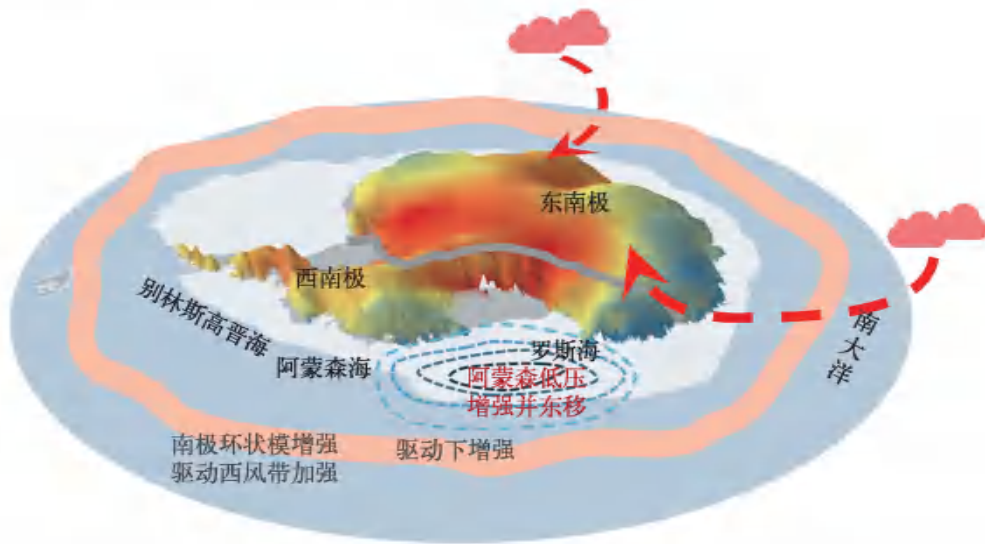
从泛北极的角度探讨冬季天气时间尺度上的海冰鞭笞事件,指出泛北极海冰快速减少的局地性特征,揭示泛北极海冰快速减少的物理过程及其反馈机制,提高了对北极海冰气相互作用的认识。进一步探讨了全球变暖背景下北极海冰鞭笞事件的气候响应,从频率、周期、强度和位置等角度指出全球变暖对北极夏、冬季海冰鞭笞事件的影响,揭示变化的可能原因。

揭示 1960—2014 年泛北极大陆极端暖事件和强降水显著增加、极端冷事件减少,且主要由人为强迫驱动,其中温室气体贡献率达到 98%~126%,人为气溶胶产生部分抵消作用,自然强迫影响可忽略。该研究首次定量评估了人类活动在北极极端事件演变中的影响。

建立高精度南极冰盖地表反照率重构模型。结合 PANDA 站网、ERA5-Land 再分析和 MCD43C3 产品沿线的 9 个自动气象站数据,采用双层叠加集成方法,构建了南极冰盖反照率的重构模型。与 ERA5-Land(偏差为 0.1217)和 MCD43C3(偏差为 0.0591)等反照率产品相比,该模型生产的数据显著提升了精度。针对南极冰盖最高点 Dome A 冰气能量平衡过程的模拟发现,由于地面辐射不平衡,南极冰盖最高点存在“准连续”的逆温(频率为 93.7%),有效缓冲了地表温度、辐射和地下通量的波动。这是首次全面尝试量化穹顶 A 地区近地表大气中的物理交换过程。

发现格陵兰冰盖的表面消融已开始由极端消融主导。1990 年后,格陵兰冰盖表面消融以每年 $(8.6 \pm 4.9)/(7.2 \pm 4.4)$  Gt 的速度迅速增加,北部地区的相对区域增长率最高(为 $(3.9\% \pm 1.9\%)/(3.4\% \pm 1.6\%)$ )。发现夏季极端降雨增强了格陵兰冰盖表面融化,未来增加的降雨事件可能通过增加过量的辐射和湍流能量输入加剧地表质量损失。

发现南极大陆整体呈“整体增温,内陆强海岸弱”的新模态。首次在统计意义上明确了南极大陆的整体变暖特征,以  $0.12\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{ a})^{-1}$  的速率升温,略低于全球同期平均水平。“热力过程”是驱动南极增温的主导因素,贡献约为  $0.22\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{ a})^{-1}$  的升温效应;“动力过程”则导致南极大陆整体以  $0.10\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{ a})^{-1}$  的速率降温,部分抵消了热力增温的效应。该研究入选 2025 年 *Advances in Climate Change Research* 热点论文。



南极气候变化新模态示意图

CMIP6 模拟表明:在《巴黎协定》 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  温控目标下,南极放大效应将显著显现。敏感性试验指出,海表温度变化是调控该响应的关键;其正异常通过动力与热力过程共同影响南极温度,二者效应相互制衡。动力过程以南半球环状模增强为特征,常引起大陆尺度冷却;热力过程(主要通过感热与潜热输送增强)占据主导,驱动大范围增暖。在气候持续变暖下,热力过程将进一步加强,从而显著放大南极地区的人为气候信号。

### ■ 梳理未来格陵兰岛降水模态和北半球大尺度大气环流间的联系

1951—1980 年北大西洋北部 CMIP5 和 CMIP6 集合平均降水量显著减少,这个干燥的信号从海洋延伸到格陵兰岛的东南边缘。在 SSP5-8.5 变暖情景下,冰岛低压向东北移动导致格陵兰岛东南部出现干燥信号。这意味着冰岛低压位置将对未来格陵兰东南部的降水变化产生强烈影响,影响格陵兰冰盖表面质量平衡的预测。

## 1.5 气象影响与风险研究

### 1.5.1 金融气象

#### ■ 完善金融气象指数平台,探索天气衍生品上市路径

在全球气候变化加剧,极端天气事件频发、高发的背景下,天气风险已成为威胁宏观经济

和金融系统稳定的重要因素。天气衍生品,即基于气象指数的金融衍生品(国外常简称为天气衍生品)是管理此类风险的新型金融工具,但在我国仍属于空白领域。围绕探索天气衍生品上市路径、构建金融气象指数上市治理体系这一核心导向,针对我国天气衍生品上市缺乏适配的路径、金融气象指数上市治理体系空白、金融气象服务平台功能与指数供给不足等问题,重点推进以下两方面工作。一方面,持续完善中国金融气象指数与服务平台,发布中国金融气象指数与服务平台 V2.0。通过丰富指数品种、构建金融专区应用示范,优化中气指平台金融气象专区,完善保险服务、气候贷、巨灾保险、ESG 及风险披露等服务模块,为多省份气候贷工作提供专业科技指导——助力兴业银行天津分行首笔 500 万元气候贷放款,指导编制《湖北气候贷评估业务指南》,推动浙江湖州气候贷相关评估内容纳入央行绿色金融生物多样性评估体系。为进一步丰富指数供给、推进省级创新应用,新增金融服务、长三角气温指数及省级创新应用模块,同步优化升级平台以实现同期对比、一键极值、一键趋势和预报预测等功能。同时由我院牵头五家单位联合发布长三角气温系列指数,支持长三角天气衍生品的深化应用,探索“农业+气象+金融”服务模式,并落地省级创新应用项目——茂名荔枝天气衍生品。

另一方面探索气象指数期货上市机制及路径研究,构建金融气象指数上市治理体系,已形成我国天气衍生品上市决策服务报告。

#### ■ 发布气象行业标准(约束类)《天气指数农业保险可行性评估》

在标准制定与金融气象服务落地领域,团队成效显著。扎实推进约束类气象行业标准《天气指数农业保险可行性评估》的研制工作,该标准于 2025 年 12 月 8 日经中国气象局党组会审议通过,并建议将适用范围进一步限制在种植业,决定报国务院气象行政主管部门发布。

#### 1.5.2 健康气象

##### ■ 完成高精度花粉预报预警系统研发及准业务化应用

为深入推进《国家气候变化健康适应行动方案(2024—2030 年)》,中国气象科学研究院气象影响与风险研究中心健康气象团队于 2025 年研发我国首套高精度的花粉浓度数值模式预报系统(CMA-PNFS)。该系统为我国花粉预报预警业务的高质量发展提供了坚实的科技支撑,并推动健康气象这一新兴交叉学科的快速发展。

在气候变化背景下,我国北方地区春秋季节花粉引起的过敏性疾病高发,提前进行花粉预报、提升应对能力至关重要。然而,长期以来,花粉预报主要依赖经验与统计模型,缺乏高精度数值模式支撑。我院健康气象团队以花粉物候学理论为基础,依托北京地区连续 20 年花粉及气象监测数据,结合长期的模型研发成果,开展花粉“排放-传输-浓度”全链条科技攻关。首次创新采用“物候模型+人工智能+数值模式”相结合的技术方法,建立 CMA-PNFS,实现花粉浓度的高精度模拟预报。在中国气象局减灾司的统筹指导下,我院联合国家气象信息中心、中国气象局公共气象服务中心等单位,2025 年 8 月该系统正式进入准业务化稳定运行阶段,每

日自动向中国气象局公共气象服务中心、北京市气象局等部门传输未来 7 d 的花粉数值预报产品,同时提供花粉浓度及花期预报等产品,供业务人员参考。

### ■ 开展季节性流感预报预测技术研究及服务

气象健康团队融合机器学习与传染病动力学模型,构建纳入气象因子的混合预测模型并提升预测效能;依托该模型与数据同化技术,2025 年秋冬季为我国南方省份提供预测服务,成果获湖南省气象部门、疾控部门认可,成功应用于省级秋冬流感防控工作会议,为防控决策提供科学支撑。

### 1.5.3 宜居气象

#### ■ 开展城市洪涝协同监测与风险感知技术研发及应用

宜居气象团队完成水文气象降水动态监测、智能网格降水预报和水文气象风险感知技术系统,水利气象应急联动,北京示范实现洪涝场景推演和预案,支撑城市安全宜居。

2025 年北京汛期,与水利、应急部门开展每日实战化应用示范,支撑北运河流域-北京城市副中心洪涝联防联控和模拟推演,参与 76 期工作专报。

#### ■ 开展城-淀气流微循环和生态气候评估技术研发及应用

宜居气象团队完成雄安新区-淀气流微循环与生态气候效益精细化评估,揭示城-淀气流微循环形成机制、发生时间、三维特征以及启动区精细化气流结构,建立城-淀气流微循环三维动态概念模型。形成成果宣传影片,完成决策报告。国省联合应用落地,支撑新区发挥白洋淀生态优势打造气候适应型城市。获得评审专家好评。

#### ■ 开展适应气候变化的建筑节能气象参数更新及应用

宜居气象团队建立室外气象参数取值用未来气象要素预估数据方法,并形成未来逐小时气象要素预估数据推算方法,明确适应气候变化的建筑节能气象参数计算方法。在天津、北京等地进行应用。参与完成《全国城市建筑气象参数产品 V1.0》已通过中国气象局认定,获得高价值产品业务准入。

#### ■ 开展气象为台风孕灾和内核航运灾害风险评估方面研究

台风危险性评估技术研发。面向保险行业需求,针对我国孕灾环境的复杂特点,开发我国台风危险性评估模型,研制不同灾害链条件下台风致灾危险性的差异化评估技术方法,提出基于历史观测的我国台风孕灾环境区划和危险性区划方案。

内河航运气象影响评估技术研发。提出灾害天气影响我国内河航运的指标体系和评价方法,以长江流域为例,系统性揭示 1980 年以来各航道不利航运天气的发生频率、强度、影响范围、发生时间等多维特征,评估气候变化背景下内河航运气象条件的时空演变规律,模拟不同技术进步情景对于长江航运能力提升的贡献作用。

## ■ 改进 DSAEF\_LTD 模型

围绕台风灾害防治基础能力提升核心,针对我国台风灾害链孕灾环境分类标准缺失、危险性评估模型不完善、评估成果与基础设施抗灾需求衔接不足及沿海农作物受灾面积数据序列不完整等问题,优化 DSAEF\_LTD 模型,重建 1980—2025 年我国沿海台风致农作物受灾面积长时序数据集,揭示灾害时空分布规律与影响机制;创新孕灾环境分类技术方法,构建灾害链危险性评估模型并编制区划方案,成果应用于高铁等基础设施运营风险评估。

## 1.6 生态与农业气象研究

### 1.6.1 气候变化的生态响应与适应研究

#### ■ 实现基于地形-气候-遥感信息的长时间序列植被类型及其分布模拟

基于参照年植被图与断点检测算法研发长时间序列植被制图方法,实现了基于地形-气候-遥感信息的长时间序列植被类型及其地理分布的反演,为研究植被对气候变化的响应与适应提供了基础数据,解决了当前基于遥感信息的各期产品独立分类方法导致错分像元和错分像元位置随时间推移逐渐增加的问题。该方法应用于青藏高原,发布了 2000—2022 年青藏高原 500 m 分辨率逐年植被图数据集。研究结果弥补了青藏高原长时序植被分布数据的缺失,揭示了西风-季风协同作用对植被类型及其分布的影响。

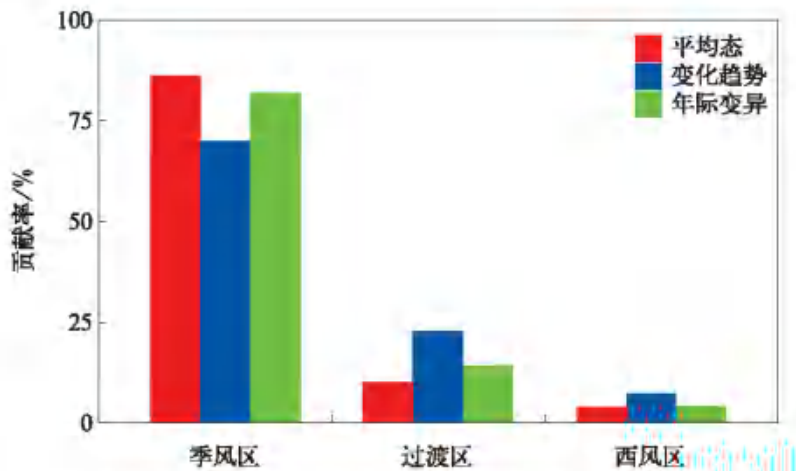
#### ■ 提出植物物候变化的生理生态机制与全气候生产要素影响模拟模型

植物物候指植物周期性现象,是气候变化研究不可或缺的重要指标,特别是物候模型与陆地生态系统动态模型、作物模型和全球气候模式的结合,可显著提升生态系统生产力与碳收支模拟准确性、农业气象灾害预防能力及气候预测预估水平。但是,现有物候模型仅考虑单一或少数几个气候因子且生理生态机制不清楚,限制了物候变化的全面认识和模型发展。研究采用物候长期定位观测、沿温度样带物候考察、增温与降水协同影响物候的原位控制试验和温度、光周期、氮沉降协同影响物候的大型人工气候箱室控制试验与遥感监测和模型模拟相结合的方法,阐明植物物候对温度、降水、光周期和氮沉降等多环境因子协同作用的响应与生理生态调控机制,发现植物光合作用是最主要的物候影响因子,体现了环境因子与植物生态学特性的相互作用,其中气候是影响植物生长发育最重要的环境因素。在此基础上,提出以决定植物生产能力的全气候生产要素作为驱动因素研究物候的新途径和新思路,建立了植物物候变化的全气候生产要素模拟模型,明确了物候全气候生产要素触发阈值,开启了物候研究新局面,解决了现有物候模型仅考虑单一或少数几个气候因子的不足。

#### ■ 揭示青藏高原陆地生态系统生产力变化的区域贡献及其气候归因

青藏高原作为全球气候变化的敏感区,其生态系统受到西风-季风协同作用的调控。基于遥感观测数据,研究分析了青藏高原季风区、过渡区和西风区陆地生态系统总初级生产力

(gross primary production, GPP)对整个青藏高原长期变化和年际变异的区域贡献及其关键气候驱动因子。结果表明:尽管青藏高原季风区主导了青藏高原 GPP 的平均态(86.07%)、长期变化趋势(69.84%)和年际变异(81.80%),但是相对于平均态,其对青藏高原 GPP 变化趋势和年际变异的贡献率明显降低,而过渡区和西风区的贡献权重则增加。温度是驱动青藏高原全域及不同气候分区 GPP 长期增加趋势的主要气候因子,其中过渡区的温度贡献率(57.26%)小于季风区(77.88%)和西风区(71.35%)。不同气候分区的 GPP 年际变化也主要受温度的调控,然而基于过程的陆地生态系统模型未能再现温度对 GPP 年际变化的主导作用。研究结果揭示了温度对西风-季风协同作用下青藏高原陆地生态系统 GPP 的变化趋势和年际变异的调控作用,建议未来改进过程模型对高寒生态系统年际变化的模拟。



青藏高原季风区、过渡区和西风区对整个青藏高原 GPP 平均态、长期变化趋势和年际变异的相对贡献

### ■ 明确不同复合极端气候事件对内蒙古草原植被物候的影响

2001—2020 年内蒙古草原植被返青期整体呈不显著提前趋势( $-0.28 \text{ d} \cdot \text{a}^{-1}$ ), 枯黄期呈显著推迟趋势( $+0.24 \text{ d} \cdot \text{a}^{-1}$ ), 生长季长度显著延长( $+0.59 \text{ d} \cdot \text{a}^{-1}$ )。在空间上, 2001—2020 年内蒙古草原分布区中西部植被返青期和枯黄期较晚, 而东北部草甸草原区返青期较早, 71.6% 区域呈提前趋势(约 34.6%, 通过显著性检验)。内蒙古草原生长季长度从西向东逐步增大, 主要是由枯黄期显著推迟造成(约占 66.5% 区域)。2001—2020 年内蒙古区域复合高温干旱事件发生频次呈不显著减少趋势, 持续时间、平均发生时间、平均严重程度和最高严重程度呈增加趋势, 总持续时间平均为  $6.73 \text{ d} \cdot \text{a}^{-1}$ , 平均每次事件发生 1.95 d。复合高温-低风停滞事件发生频次减少, 单次发生时间增加。复合极端湿润-大风事件低频偶发, 仅有 22.8% 区域略有增加。复合极端高湿事件、高温干旱-大风事件发生极少, 变化不显著。2001—2020 年内蒙古几种复合极端气候事件前一年发生频次和强度对草原返青期变化的影

响大于当年的影响,尤其是前一年复合极端高温干旱事件、复合极端高温-低风停滞事件发生频次和持续时间对返青期具有较强负面影响;频次越高,返青越晚。复合极端气候事件当年发生频次和强度对枯黄期的影响均大于前一年的影响,尤其是复合极端高温干旱事件、复合极端高温-低风停滞事件发生强度和持续时间显著推迟了枯黄期,即静稳高温持续越久,枯黄期越晚。

### ■ 研究干热复合气象灾害驱动下植被变化及恢复性

2022年7月1日—9月15日,长江流域遭受1961年以来罕见的高温干旱气象灾害。7月1日—9月15日长江流域平均降水量为205.6 mm,较常年同期(390 mm)偏少47%,大部地区降水量较常年同期偏少2~8成,为1961年以来历史同期最少。同期,长江流域平均气温为27.4℃,较常年同期偏高2.0℃,为历史同期最高。综合干旱指数显示长江流域农业植被的干旱等级:8月24日旱情发展到最严重时,绝大部分农田作物处于中度干旱和重旱的状态。根据标准化降水指数追踪长江流域2022年7—8月干旱发展情况,7月6日前后长江流域尚未出现干旱,7月15日前后旱情加重,7月28日旱情缓解,至8月17日前后长江流域旱情最为严重。利用合成孔径雷达干涉测量技术,通过监测植被的光合作用活性反映其受干旱胁迫的程度。当植被受到干旱胁迫时,其光合作用活性降低,干涉测量信号相应减弱。因此通过分析干涉测量信号的变化,评估植被受干旱胁迫的程度。灾后植被恢复情况:叶面积指数、干涉测量显示12月底植被尚未恢复,增强型植被指数、归一化植被指数显示12月植被已经恢复到正常状态。

### ■ 明确播期调整对玉米源-库变化及产量形成的影响机制

影响作物产量形成的源-库协同作用受播期调整的影响,但播期调整对源-库变化及产量的影响机制仍不明确。研究基于2019—2023年河北固城农业气象国家野外科学观测研究站的玉米大田分期播种试验数据,分析不同播期玉米源-库变化过程及其对产量形成的影响。研究发现:①延迟播种会显著缩短源-库积累的时间,加速籽粒灌浆终止,并降低花后源-库比。②源-库变化与生育阶段关系密切,玉米营养生殖并进期开始的标志为穗始日发育指数为0.7~0.81,在开花前9~17 d;生殖生长期开始的标志为花后源-库活性一致的发育指数在1.41~1.44,在开花后15~16 d。③花期的温度条件是玉米源-库关系的主要环境决定因素,通过改变叶面积持续时间和籽粒灌浆速率影响玉米源-库,影响产量变化。研究结果为气象调控玉米产量形成提供了依据。

### ■ 提升“生态气象云服务平台”服务能力

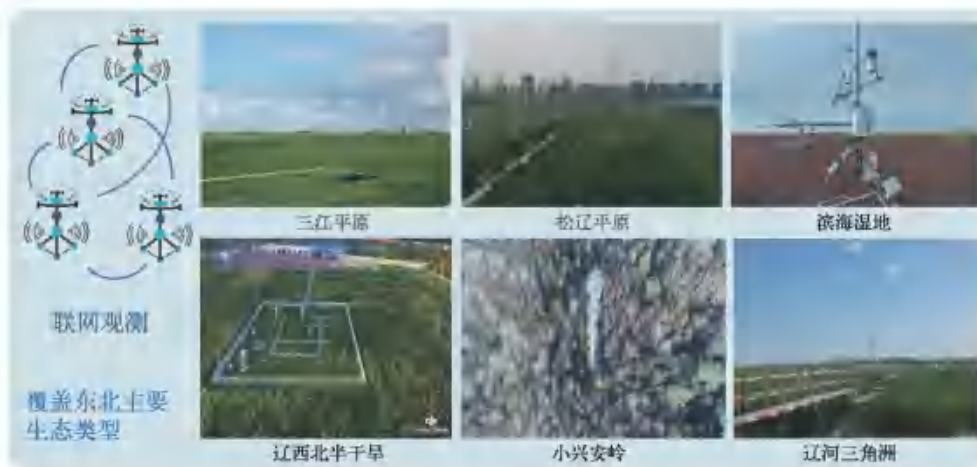
2025年完善“生态气象云服务平台”。①消除网络安全隐患。修复程序漏洞,安装安全证书、防火墙、杀毒软件等。②将生态气象要素增加至45个。新增要素包括干旱指标(潜在蒸散发、标准化降雨指数、土壤相对湿度、土壤体积含水量等)、土地利用指标(小麦、玉米、水稻分布)、大气污染指标( $PM_{2.5}$ 、 $PM_{10}$ )。③完善制图模板。由原来人工制作模板改进为程序生成

制图模板,增加了用户自主制图。④完善生成报告功能。给用户更多选择权,自由决定报告的内容、使用的模型、数据的空间分辨率、时间长度等。⑤完成《生态气象云服务平台的测试报告》。⑥编写《生态气象云服务平台技术规范和应用指南》和《生态气象云服务平台业务规范(暂行)》,提升了生态气象服务的规范化。2024年11月“生态气象云服务平台”开放后,社会影响力显著增强。2025年科学网、新浪网、中国科学报、全国气象科教融合创新联盟等媒体,报道和转载了生态气象云服务平台。目前,注册用户量超过2100,任务订单约为 $2.5 \times 10^4$ 份。

### 1.6.2 农业与生态气象观测试验

#### ■ 开展东北区域陆-气跨圈层立体精细化协同观测

建立东北陆-气跨圈层立体观测系统并开展立体观测,包括森林、玉米、水稻、芦苇、草地的陆气交换通量与小气候特征、物候协同观测;垂直方向开展地表以下的土壤温湿度,地表积雪温度、积雪深度、积雪当量,冠层植被 NDVI/PRI 植被指数,低空无人机地面高光谱、低空无人机地面激光雷达,以及边界层风廓线、温湿廓线观测;在锦州试验站设计并安装对地观测的地基微波辐射计,布设安装5个不同空间分辨率站点的土壤温湿度阵列系统,开展卫星像素尺度地表、土壤参数观测,开展星地空联合观测试验。在气候剧烈变化与极端事件下,解决东北典型生态系统陆面生态水文模型和卫星遥感反演产品的验证问题。发布辽河口翅碱蓬湿地土壤温湿盐数据集、春玉米根系图像和深度学习识别表型结果数据集,数据集用户从245增加至329。2018—2020年碳水通量数据集在国家生态科学数据中心资源共享服务累计用户使用327次。



覆盖东北主要生态类型的联合观测网

#### ■ 开展基于星-地协同多源遥感数据的东北黑土区土壤有机质与秸秆覆盖度一体化反演研究

开展辽宁黑土区土壤有机质、秸秆覆盖度及高光谱观测试验,针对多源数据异构与反演精

度不足问题,构建“星-地协同+卷积重采样+智能建模”土壤有机质一体化反演框架,反演精度最高达  $R^2=0.91$ ;构建基于秸秆光谱吸收特性的比值敏感指数体系,建立空谱融合与机器学习秸秆覆盖度遥感反演模型( $R^2>0.88$ ),显著提升黑土区土壤有机质大范围遥感制图能力,为耕地保护与质量提升协同发展提供遥感技术支撑。形成国家发明专利1项、实用新型专利2项,入选中国气象局2025年两办重点专报信息选题。研究成果将在盘锦市生态环境局、营口市生态环境局转化应用,为辽宁省域范围内的农业生产、土地管理与资源保护提供技术支撑。

### 1.6.3 农业气象灾变与气候韧性研究

#### ■ 构建基于 CAMM 模型的冬小麦干旱和冻害监测预测技术

针对冬小麦干旱监测,CAMM3.0模型通过3项核心改进显著提升模拟能力:构建根深动态增长模型,精准模拟不同生育阶段根系吸水规律;建立基于冠层生理状态的作物系数模型,实现蒸散量的动态估算;开发分层土壤水分平衡算法,形成基于表层土壤水分的干旱胁迫指数。针对冻害监测,研发专用模型 CAMM\_Fro1.0,通过 Logistic 曲线与地理校正因子相结合的方法,实现了分生育期动态冻害临界温度的精准判定,综合考虑了品种抗寒性、抗寒锻炼和土壤水分胁迫等多因子协同作用。基于模型改进,定义干旱强度指数、干旱损失指数和冻害强度指数、冻害损失指数等多维监测指标,并通过历史灾情数据确定等级划分阈值。独立样本检验表明:干旱监测回代与外推检验准确率均超过87%;冻害强度等级判定准确率达到87.2%。预警预测性能同样优异,提前1~5d的干旱和冻害等级预警准确率均稳定在90%和85%以上,满足业务应用需求。区域监测结果表明,黄淮海地区干旱高发区主要集中在河北中南部、山东西部及河南北部,而冻害易发区主要分布在江苏和安徽两省。以2010—2011年黄淮海特大干旱为例,CAMM3.0准确模拟了干旱由点状分布向面状扩展的全过程;对2023年2月黄淮海冻害过程的预测中,提前3~4d准确预警了中度冻害的空间分布。省级和站点尺度的分析进一步验证了模型对灾害过程的精细化捕捉能力。

#### ■ 完成中国农业气象模式(CAMM3.0)天擎云化改造,实现从传统架构向云原生架构转型,业务运行能力与技术支撑水平显著提升

依托天擎云平台算力,CAMM3.0实现了5km高空间分辨率的稳定业务运行。通过融合 CLDAS 大气驱动场、智能网格天气预报、CMA-CPS V3 气候预测等多源数据,生成包含发育进程、生物量、叶面积指数等35个监测预测变量,以及气象灾害、作物长势、产量趋势等17项定量评估产品,为农业生产提供了精细化、量化的科技支撑。完成数据库、自动任务、模型算法、服务接口的云化改造,7个核心自动任务全面部署至天擎加工流水线,通过容器化技术实现统一调度与高效并行计算。模式完成 Linux 环境适配,建立标准化数据服务接口体系。基于云化数据体系,CAMM 平台前端界面全面优化,新界面支持产品可视化展示与便捷下载,

显著提升了业务应用效率。与天镜监控系统深度对接,实现了从数据接入到产品生成的全流程监控,有效保障  $7\times 24$  h 业务连续稳定运行。目前,CAMM 云化产品已在国家级及多个省级农业气象业务部门推广应用,验证了其有效性和实用性。未来,随着平台的持续优化,将在作物种类覆盖、模型精度提升、服务场景拓展等方面发挥更大价值,为我国智慧农业发展和粮食安全提供更有力度的科技支撑。

### ■ 基于中国农业气象模式(CAMM)同化遥感数据提升作物产量预测精度

区域尺度作物产量的准确预测,对于优化农业管理、提前规划农产品市场、保障社会经济稳定至关重要。研究针对黄淮海平原夏玉米区域尺度产量预测需求,基于我院自主研发的中国农业气象模式(CAMM),利用集合卡尔曼滤波、四维变分数据同化技术研发区域尺度夏玉米产量预测框架。通过同化 S-G 滤波和升尺度处理后的 MODIS LAI 数据,夏玉米抽雄期和业务预测时段产量预测精度显著提升,其中相关系数提升  $0.17\sim 0.29$ ,归一化均方根误差降低  $8.4\%\sim 11.54\%$ 。对比不同预测时期的模型性能发现,随着预测时期的推迟,预测精度逐步提高。其中,未同化模拟的精度提升主要体现在六叶期至抽雄期、业务预测期至乳熟期;应用同化技术后显著提升时段主要集中在六叶期至抽雄期。在平衡产量预测时效性与精度的前提下,应用集合卡尔曼滤波同化算法的产量预测框架在抽雄期即可实现区域尺度夏玉米最终产量的较高精度预测(相关系数为  $0.6$ ,归一化均方根误差为  $20.3\%$ ),较未同化时在乳熟期的产量预测(相关系数为  $0.54$ ,归一化均方根误差为  $21.83\%$ )进一步提前了  $25$  d。综上,研究评估不同同化方法在产量预测中的性能,提出既能反映作物动态生长发育过程、又能平衡预测时效性与精度的方案。研究结果凸显了将作物模型与同化技术相结合在区域尺度作物产量预测中的巨大潜力。

### ■ 开展发育模式的理论修订与检验——以玉米为例

基于逆境生物学和表观遗传学取得的进展,将现有只考虑发育速率对环境响应机制的发育模式理论框架修订为考虑响应、适应与记忆机制的框架并进行验证。以适应机制为例,选择发育阶段始期的日序(DOY)作为表征适应性的因子,并与线性温度响应函数结合,构建耦合响应与适应机制的发育模式(RAM)。利用我国  $194$  个农业气象站玉米营养生长阶段(VGP)和生殖生长阶段(RGP)观测数据,验证了 RAM 模式的有效性。结果表明,DOY 对发育速率普遍呈正相关关系,且所有站点两个发育阶段的 DOY 与温度的共线性均在可接受范围内。与线性关系相比,RAM 模式在 VGP 和 RGP 阶段对观测数据的解释率分别提高  $0.213$  和  $0.274$ 。与经过充分校正的双线性 WOFOST 和非线性 Gao 模式相比,在参数校正时 RAM 可将 VGP 的均方根误差分别降低  $0.4$  和  $0.4$  d,RGP 的均方根误差分别降低  $1.6$  d 和  $0.7$  d。在参数验证时 RAM 可将 VGP 的均方根误差分别降低  $0.1$  d 和  $0.4$  d,RGP 的均方根误差分别降低  $1.1$  d 和  $0.4$  d。此外,RAM 模式还具有参数少、参数化过程简单等优点。新的发育模式

理论框架能以更少的假设实现更准的模拟,具有较好的理论发展和实际应用前景。

### ■ 识别夏玉米不同发育阶段的热害触发阈值,从气象和农业的视角评估夏玉米旱热复合灾害的危险性

针对玉米不同发育阶段对高温热害响应存在差异的现状,综合应用箱线图法、核密度估计与概率密度函数、ROC 曲线、约登指数等方法,识别黄淮海夏玉米不同发育阶段的热害临界阈值。研究表明:玉米热害临界阈值表现为随发育进程先升高后降低的特征,随机预留独立样本在各发育阶段验证的总体准确率均在 83% 以上;超过 97% 的观测站点热害累积度日和热害频次与玉米产量呈负相关,表明高温热害普遍导致玉米减产。引入前期累积效应因子改进强度振幅指数,量化干旱与热害叠加对作物的复合影响,采用最优 Copula 函数拟合复合灾害多变量特征的联合概率,构建气象干热害和农业干热害复合灾害危险性评估模型,对比分析夏玉米不同生育期气象干热害和农业干热害的演变特征。结果表明:气象干热害的气象干旱前期效应高于农业干热害的农业干旱及热害的前期效应,且两种复合灾害的危害程度均随着玉米发育进程的变化呈逐渐减弱的趋势;与气象干热害相比,农业干热害在夏玉米不同生育期发生频次更高和危害更大。

### ■ 系统分析黄淮海地区夏玉米气象和农业干旱时空特征及气候驱动因素

采用 10 d 时间尺度标准化降水指数和植被水分指数分别表征气象干旱和农业干旱,通过系统分析干旱强度、发生频率、干旱范围及重心迁移等多维度特征,阐明 2000—2020 年黄淮海地区夏玉米干旱过程中不同等级气象干旱和农业干旱时空演变规律,并结合 21 个气候指数,探究两类干旱重心不同迁移方向的气候驱动因素及贡献度。结果表明:夏玉米气象和农业干旱范围在 2000—2010 年呈下降趋势,2010—2020 年略有增加,且气象干旱范围通常略大于农业干旱范围;基于干旱日数百分比的三维结构显示,气象干旱持续时间较短,农业干旱持续时间相对较长。气象干旱和农业干旱重心的纬向变化分别受海温(贡献度为 58.39%)和中高纬度大气环流(贡献度为 58.39%)驱动,经向变化分别受中低纬大气环流(贡献度为 38.44%)和海温(贡献度为 52.73%)驱动,不同气候驱动因素共同塑造了两种类型干旱重心相同的迁移方向(总体上略向西南方向移动)。

### ■ 构建考虑恢复作用的夏玉米干旱累积效应量化方法

基于植被水分指数,提出夏玉米逐日干旱效应量化方法。该方法通过相对于轻、中、重度干旱阈值进行比例插值,计算逐日干旱效应,定量反映玉米所受干旱影响和作物恢复动态的演变。通过累加特定时段的干旱效应,评估考虑恢复作用的干旱累积效应对玉米的综合影响。此外,以关键需水期(V6-R3)和非关键需水期(V0-V6 和 R3-R6)的累积干旱效应、夏玉米像元比例及地理信息作为输入变量,分别采用线性、支持向量机、LightGBM 和随机森林等方法构建玉米产量模拟模型,其中随机森林模型产量模拟精度最高( $R^2 = 0.90$ , MAPE = 4.25%,

RMSE = 339.57 kg · hm<sup>-2</sup>)。SHAP 分析表明, V6-R3 阶段累积干旱效应对产量影响最大, 其次是 V0-V6 和 R3-R6 阶段累积干旱效应、夏玉米像元比例、纬度和经度。该方法将干旱的定性监测转变为具有生理学意义的定量评估, 实现了对作物干旱胁迫与恢复过程的动态量化。

### ■ 阐明气候与胁迫因素对夏玉米物候的影响机制, 基于多遥感指数识别黄淮海平原夏玉米物候的时空变化

玉米作为三大主粮作物之一, 准确提取其物候对于评估气候变化下的区域适宜性、优化田间管理、预测产量波动及保障粮食安全至关重要。通过对比验证了归一化植被指数、增强型植被指数、太阳诱导叶绿素荧光及核植被指数在提取夏玉米六叶期、抽雄期和成熟期的精度, 采用可解释机器学习方法, 阐明气候与胁迫因素对夏玉米物候的影响机制。结果表明: 与归一化植被指数和增强型植被指数相比, 太阳诱导叶绿素荧光和核植被指数更适用于夏玉米物候期提取。其中, 太阳诱导叶绿素荧光在夏玉米六叶期和成熟期的物候提取精度最高, 均方根误差分别为 7.86 d 和 8.22 d; 该植被指数在抽雄期的提取精度最优, 均方根误差为 5 d。SHAP 分析发现, 温度和辐射是研究区影响玉米物候变化的主要气象因素; 胁迫因素方面, 干旱与热胁迫会延迟成熟期和抽雄期物候, 而成熟期前的热胁迫则会加速夏玉米成熟。综上, 研究揭示了新兴植被指数在玉米物候提取中的应用潜力, 为区域作物适应性评估提供了数据与理论支撑。

### ■ 研发黄淮海冬小麦逐日干旱指数, 为作物干旱发生、发展、恢复过程的逐日监测、预警及实时动态评估技术的研制提供支撑

创建考虑前效影响的作物逐日干旱指数, 是研制作物干旱灾变逐日动态监测、预警技术的基础。以黄淮海平原冬小麦干旱为例, 利用逐日气象数据、冬小麦干旱灾情史料和冬小麦发育期数据, 厘定冬小麦不同发育阶段干旱前效影响系数, 冬小麦越冬前、越冬期、返青-拔节期、抽穗-灌浆期和乳熟-成熟期干旱前效影响系数分别为 0.93、0.88、0.81、0.92 和 0.95, 0.90 为冬小麦全生育期的最佳前效影响系数值, 即对冬小麦整个生长阶段而言, 前 42 d 的干旱均会对当日干旱产生影响。构建可反映冬小麦干旱动态特征的逐日干旱指数, 在该指数的有效性检验中, 预留独立样本检验准确率为 88.40%, 典型站点(山东济阳站)冬小麦干旱样本与无灾记录年份各发育期干旱指数呈显著性差异, 典型年份(2014—2015 年)冬小麦干旱的记录点均分布于干旱指数的低值区域。以 2022 年 4—5 月冬小麦干旱为例, 干旱指数可有效反演单站点和区域冬小麦干旱灾变逐日动态过程。研究结果可为作物干旱逐日监测、预警及实时动态评估技术的研制提供支撑。

### ■ 研究避灾稳产的马铃薯播期调控技术, 提升作物产量和气候变化适应性

我国马铃薯种植面积和总产位居世界第一, 但受种植制度和农艺管理等的影 响, 实际生产中存在单产水平低和产量年际变异大等特点。调控播期是提升作物产量和适应气候变化的重要途径之一。基于充分验证的 APSIM-Potato 模型和历史逐日气象观测数据, 在我国不同马

铃薯主产区选择 26 个代表性站点,通过全年逐日设定播期的方式定量不同地区马铃薯潜在产量和雨养产量,以产量高于逐日播期模拟产量的中位数和第 90 百分位所对应的播期时段确定为不同地区马铃薯的安全播种窗口和适宜播种窗口。结果表明:30°N 是马铃薯能否周年种植并获得一定产量的纬度界限,西北地区(新疆、宁夏、青海等)4 月下旬至 5 月上旬播种马铃薯潜在产量最高,雨养马铃薯产量南方高于北方。马铃薯安全播种窗口和适宜播种窗口均随纬度升高而变窄,北方单作区、中原二作区、西南混作区和南方冬作区马铃薯的安全播种窗口时长分别为 79 d、125 d、143 d 和 200 d。适宜播种窗口内不同马铃薯主产区的产量较常规播期下可提升 8%~136%。北方单作区和中原二作区马铃薯平均适宜播种窗口开始时间较常规播期分别提前 22 d 和 58 d,西南混作区和南方冬作区马铃薯平均适宜播种窗口开始时间较常规播期分别推迟 131 d 和 132 d。研究成果对马铃薯产量提升具有重要意义。

### ■ 确定新一轮马铃薯气候区划及气候适宜度

我国是马铃薯种植面积和总产量最高的国家,马铃薯产量的稳定对保障粮食安全具有重要作用,而当前尚未发布全国范围内的马铃薯气候区划结果。基于历史气象数据、作物模型和气候适宜度指数,确定我国马铃薯的气候区划结果,更新不同地区种植马铃薯的气候适宜性,为马铃薯“主粮化”政策确定潜在扩张区和保障马铃薯稳产增产提供科学参考。结果表明:相比于 1961—1990 年,马铃薯多季和冬季种植区面积在 1991—2020 年代分别增加 93% 和 6.3%,不可种植区和单季种植区面积减少 18% 和 8%,青海、西藏部分地区由不可种植区转为单季种植区,新疆、河北和山西部分地区由单季种植区转为多季种植区。马铃薯温度适宜度由高到低依次为单季种植区、多季种植区和冬季种植区;西北地区种植马铃薯的光照适宜度最高,华南地区最低;东北和华南地区种植马铃薯的降水适宜度高于其他地区,西北地区最低。1991—2020 年种植马铃薯的综合气候适宜性较 1961—1990 年小幅增加,单季种植区种植马铃薯的综合气候适宜性最高,其次为多季种植区和冬季种植区。

### ■ 确定马铃薯潜在扩张区及其多重效益

基于农业数据、管理数据、作物数据、作物模型和生命周期影响评估模型,在厘定主粮作物小麦、水稻和玉米低产区的基础上,比较了马铃薯作为替代作物在主粮作物低产区种植的产量、温室气体排放量、温室气体排放强度和经济收益等,确定了马铃薯的潜在扩张区。研究结果表明:水稻、玉米和小麦的低产区面积分别为  $3 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 、 $1.6 \times 10^6 \text{ hm}^2$  和  $1.1 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,主要分布在西南地区、陕西和甘肃南部、华南丘陵地区、新疆中部和内蒙古自治区东部等地区。马铃薯在水稻、小麦和玉米低产区种植的潜在产量较原作物可提升 119%、41% 和 2%,雨养条件下产量可提升 19%~89%。潜在和雨养条件下主粮作物低产区种植马铃薯的平均经济收益分别为每公顷 3500 元和 1600 元;马铃薯在玉米低产区种植时潜在和雨养条件下可分别减少 39% 和 31% 的温室气体排放量,在水稻低产区种植时可减少 82% 和 75% 的温室气体排放

量,马铃薯在小麦低产区种植时潜在条件下可减少 12% 的温室气体排放,但雨养条件下在小麦低产区种植会比原作物增加 6% 的温室气体排放;同时,马铃薯在主粮籽粒作物低产区种植时可实现更低的温室气体排放强度和更高的生态效率。基于此,主粮籽粒作物在减少不到 3% 种植面积的情况下,可使马铃薯的种植面积增加 39%。

## 1.7 海洋气象研究

### 1.7.1 成功开展黄渤海海雾观测综合研究暨人工消减雾科学试验

海雾综合观测试验由青岛海洋气象研究院联合青岛市气象局、中国气象局气象探测中心、中国气象科学研究院及成都信息工程大学、国防科技大学等多方单位,在青岛黄岛协同实施,重点突出了在观测装备协同与集成应用上的创新。试验依托各团队在海洋观测、垂直探测、大气成分及装备研发等方面的专业优势,整合岸基、海事与空基多种先进探测设备,构建了“岸-海-空”一体化立体观测平台。通过统一规划装备布局与数据标准,实现了对海雾过程中大气海洋条件、边界层精细结构和云雾微物理等多参数同步观测,显著提升了数据的多维性与协同观测能力。项目共获取 30 次海雾过程的高质量综合数据集,支撑了机理研究与消雾效果评估,同时探索了多源装备协同观测的新模式。该试验在跨单位装备整合、技术协同与数据共享方面的创新实践,为今后开展综合性气象观测与研究提供了可推广的合作范本,获得了相关单位及主流媒体的广泛关注,央视新闻、《光明日报》《人民日报》《中国气象报》《半岛都市报》进行了专题报道。



2025 年海雾实验现场观测

### 1.7.2 开展全球多圈层耦合实时预报系统的研发与应用

在国家重点研发计划“全球海洋气象灾害监测预报预警技术及示范应用”项目的支持下,

青岛海洋气象研究院联合中国气象局地球数值预报中心,开展了全球公里级海-浪-气-陆-冰耦合技术研发,实现了我国自主研发的非结构化网格大气模式(Global-Regional Integrated forecast System,GRIST)与海洋、海浪模式的耦合并稳定运行。研究表明:耦合模式能更好地描述台风等极端天气中复杂的海-气-浪相互作用,尤其海浪模式耦合过程的加入,显著改善了台风的强度模拟。基于此建立了变分辨率区域千米级海-浪-气-陆-冰耦合模式的实时示范性预报系统。该系统在西北太平洋局地加密到 3 km 的高分辨率,逐步过渡到其他区域的 60 km 分辨率,实现了局地云分辨率模拟及计算效率的平衡。示范预报系统已成功部署于国家超算天津中心,2025 年 7 月初开始,实现了每日自动化运行,提供 7 d 的耦合预报产品。耦合模式对 2025 年多次台风的路径和强度预报表现良好,统计的台风路径和强度预报误差和当前的业务台风模式相当。针对 2025 年第 26 号超强台风“凤凰”,项目组制作了台风路径、强度、大风、降水、海温、海浪等多圈层要素实时预报产品,提供给中央气象台台风和海洋预报中心作为参考。上述结果展现了我国自主研发的变分辨率多圈层耦合模式在业务化应用的潜力。

### 1.7.3 多源数据融合提升海上强风反演技术

#### ■ 多源地基遥感联合,高精度反演台风边界层风廓线结构

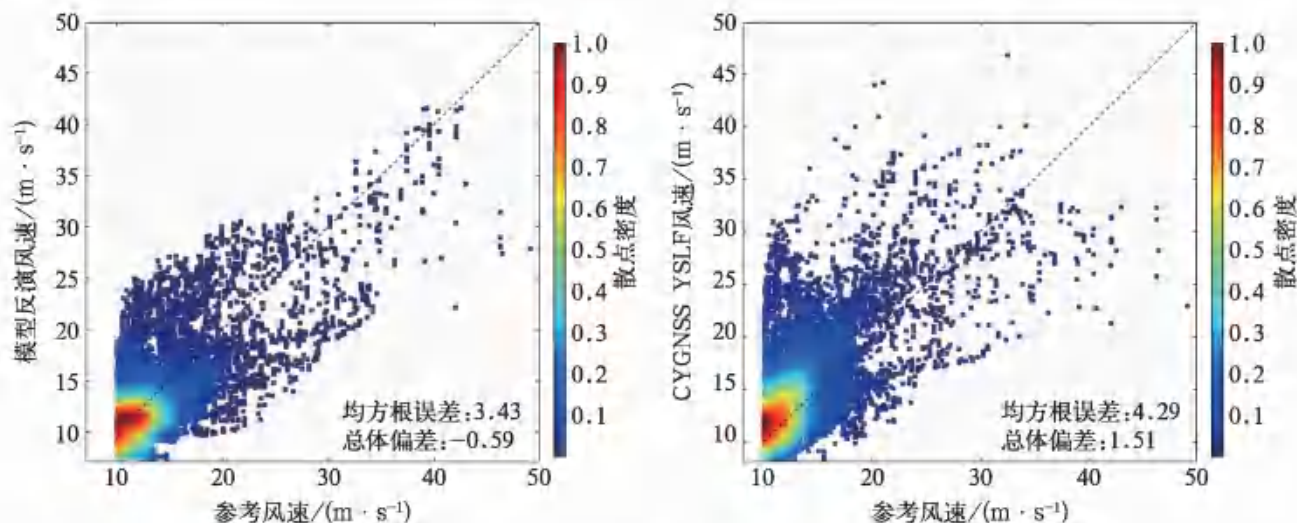
准确监测台风边界层内风的水平和垂直结构对于台风监测和预报至关重要,也是现有观测体系中的技术难点和瓶颈问题。青岛海洋气象研究院在台风边界层多源观测及数据融合方面取得新突破。基于风廓线雷达、测风激光雷达及地面站联合观测,研究提出了一种多源数据融合方法,实现了覆盖完整边界层的风廓线高精度反演,并应用于 2023 年第 5 号超强台风“杜苏芮”观测,获取了台风过境期间风场的完整演化特征,捕捉到最大风速为  $52.34 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。相较于传统速率模型,该方法克服了不同观测仪器在风雨观测中的局限,拓宽了风场探测阈值并提升了反演精度。相关技术在台风边界层研究及应用方面具备较好的应用前景。成果已发表在 *Atmospheric Measurement Techniques*。

#### ■ 开展基于 GNSS-R 的台风海面风速智能反演研究

针对台风下海面风速反演精度不足的难题,提出一种融合物理知识引导与观测相对风暴中心坐标信息的人工神经网络反演新方法。该方法充分利用全球导航卫星系统反射测量技术(Global Navigation Satellite System-Reflectometry,GNSS-R)全天候、低成本的优势,融合多源观测参数特征,包括 GNSS-R 观测数据、相对台风中心位置、海表温度与盐度等信息。通过特征选择确定最优输入变量,并基于极化双向反射分布函数模型,将散射方位角优化为一阶余弦表达形式进行建模。

结果表明:该方法在独立测试中显著提升了海面风速反演精度,整体偏差为  $-0.59 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,均方根误差为  $3.43 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。尤其在风速大于  $35 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  的高风速区间,其反演性能明

显优于美国旋风全球导航卫星系统未完全发育海洋模型(Cyclone Global Navigation Satellite System-Young Seas with Limited Fetch, CYGNSS YSLF)业务基准产品。敏感性分析进一步表明,引入相对台风中心位置信息对模型性能提升具有关键作用,其贡献度超过物理知识引导机制的优化效果。本研究为台风场景下的高精度海面风速遥感监测提供了有效技术路径,相关成果已发表在 *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*。

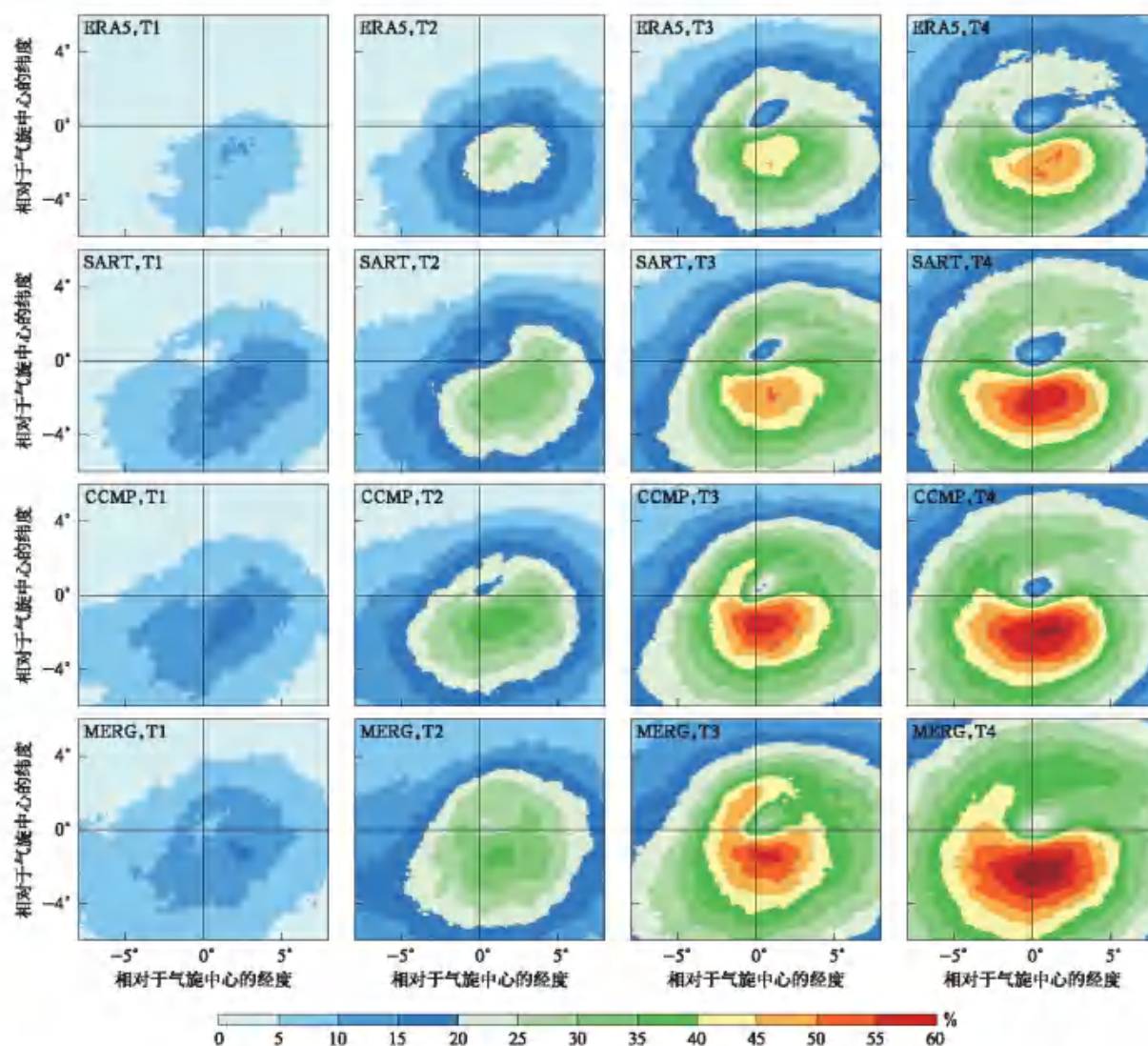


基于参考风速的模型反演风速与CYGNSS YSLF基准产品散点密度对比

### ■ 基于多源数据认识爆发性气旋海上大风分布特征

针对爆发性气旋海上大风观测与预警的难点,本研究基于多源卫星数据融合提出创新方法,通过融合10颗星载微波辐射计与反射计的风场产品,构建2019—2023年全球 $0.1^\circ$ 逐6h的高分辨率洋面风融合数据集。经验证,融合数据集在刻画气旋中心附近风场方面优于欧洲中期天气预报中心第5代再分析数据(European Centre for Medium-Range Weather Forecasts the fifth generation reanalysis dataset, ERA5)与多平台交叉校正洋面风场产品(the Cross-Calibrated Multi-Platform, CCMP)数据集。

研究利用融合数据集分析了北半球中纬度爆发性气旋的大风分布与演变特征。结果表明,气旋发展前期大风主要位于中心东南侧(暖输送带影响),后期则转移至南侧与西南侧(冷输送带影响)。该融合数据集的创新性在于显著改善了气旋爆发最强阶段对其西南侧大风的低估问题,更准确地刻画了冷输送带大风的初始强度,从而更好地揭示气旋成熟阶段更强、更广的洋面大风结构。该方法为提升爆发性气旋伴随大风的监测与预警能力提供了重要数据支持。相关成果已发表在《应用气象学报》。



基于大量爆发性气旋个例统计得到的不同发展阶段(初始、爆发最强、最后爆发、成熟时刻)气旋中心附近的气旋大风事件发生概率的分布图

#### 1.7.4 利用机器学习技术提升海上台风大风预报能力

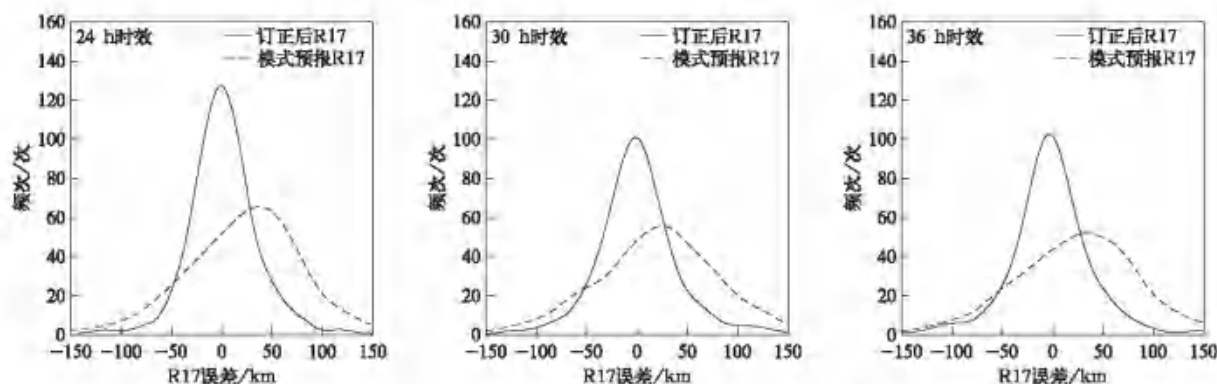
##### ■ 研发基于贝叶斯层次模型与前馈神经网络相结合的历史台风大风重构技术

本研究基于前期发展的用于台风随机事件的全路径模拟多变量函数型数据分析的机器学习方法,成功构建台风生命史的各种属性,如中心坐标、强度和活跃日期等联合协同统一的一体化模型,据此实现了台风全路径多要素的同步随机模拟。成功描述西北太平洋及我国近海台风时空分布和极值特征,建立不同大洋间台风强度、大风和强降水的风险评估技术,首次将贝叶斯层次模型与前馈神经网络相结合,并应用于大气科学中具有多层次物理过程的问题,为解决此类问题提供了一种有效的框架方法。创新性地将上述方法用于具有一波不对称性的修正 Rankine 涡旋模型中参数的估计,为得到台风风场参数的协调一致的估计提供了全新途径。

提出仅基于台风最佳路径资料即可进行大规模台风长序列随机模拟风场重构的高效算法,适用于全球各海域,为台风风险评估提供了有效技术支撑。该模型具有极高的建模效率,在台风巨灾风险评估方面表现出重要应用潜力。相关成果获得专利1项。

### ■ 利用机器学习技术订正业务台风大风预报技术

通过对中国气象局区域台风数值预报系统(CMA-TYM)在台风尺度(尤其是8级风R17、10级风R26、12级风R33和最大风半径RMW)的预报能力进行全面评估,揭示CMA-TYM在初始涡旋尺度,尤其是RMW上存在系统性偏大的问题,并量化其误差特征及其对后续预报的影响。将最强时间序列预测算法(long short-term memory, LSTM)应用于台风尺度(R17)预报的误差订正中,构建具有较高稳定性和泛化能力的订正模型。该模型能有效利用模式初始尺度、强度、预报信息等多源数据,显著降低R17的预报误差(24 h预报误差降低46.8%)。研究验证了CMA-TYM能较好地模拟台风尺度与强度变化的协同关系(约71.8%的样本符合“强度增强则尺度扩大”的规律),与观测结果(77.6%)接近。提出“初始尺度误差与后期预报误差”间的定量关系,为理解模式误差来源提供了新视角。相关成果已发表在《应用气象学报》,并获评《应用气象学报》2025年度优秀论文。

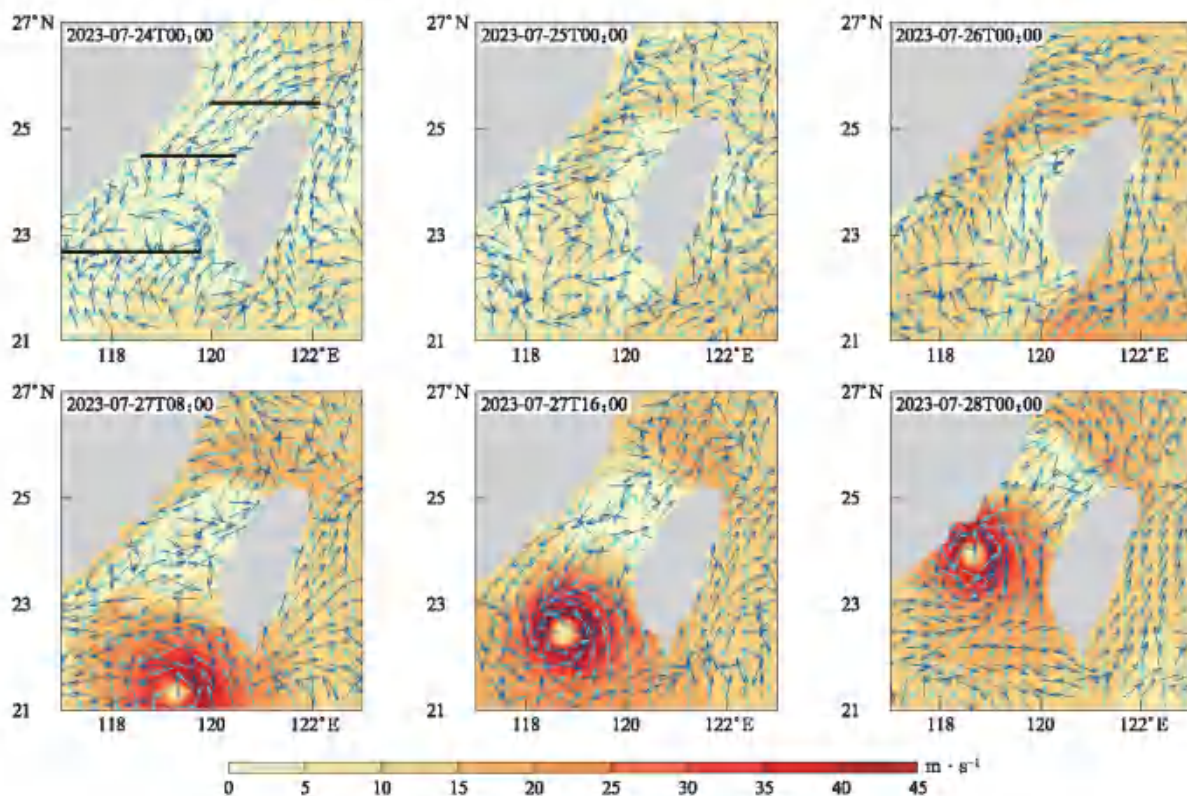


不同时效 R17 预报订正前后误差分布

### ■ 开展台风对台湾海峡风场、波浪和海流影响机理研究

以2023年第5号超强台风“杜苏芮”为例,分析台风对台湾海峡风场、波浪和海流的影响。结果表明:当台风距离台湾海峡约为1000 km时,福建沿海及台湾岛北端海域出现东北大风,风速超过 $15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;台湾海峡内海流方向转为西南向,流速达到 $1.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;海峡南北端的有效波高由1 m增至5 m,涌浪占比显著(涌高为3 m,风-浪夹角为 $60^\circ$ 和 $90^\circ \sim 135^\circ$ )。台风进入台湾海峡时,因狭管效应其核心缩紧;台风右象限南风受台湾岛中央山脉阻挡,在台湾海峡内形成南北分异的高风速区;强风作用下海流速度增至 $2.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,波浪受地形限制有效波高增至10 m,显著低于开阔海域同风速区域的有效波高。台风登陆后,台湾海峡内受西南风主导,海流恢复为东北向,受压力梯度和潮流叠加影响台湾岛北端流速加强( $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ )。研究

揭示台风影响过程中台湾海峡风场、波浪和海流的响应,可为防灾减灾及海洋工程安全提供参考。相关成果已发表在《应用气象学报》。



10 m 风速方向(青色矢量)、大小(填色)和海表面流方向(蓝色矢量)  
(黑色线段为选取的 3 个截面)

### 1.7.5 开展船舶导航关键技术研究

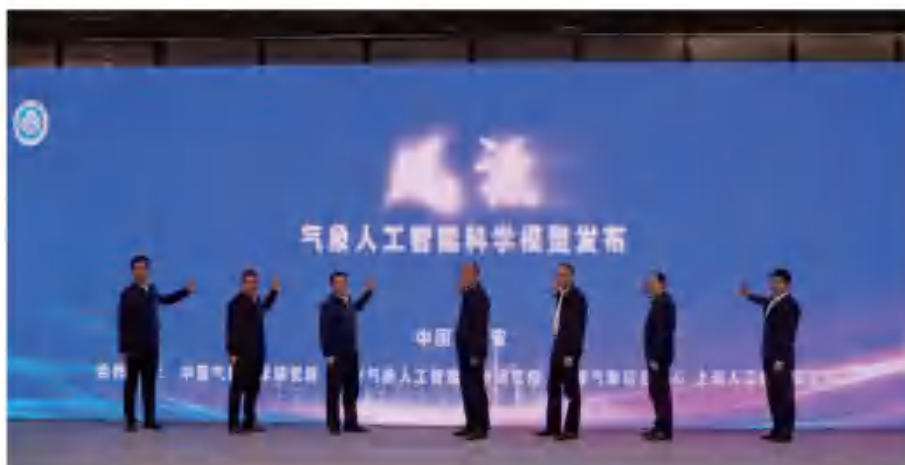
开展利用最近邻算法(cKDTree)规划渔船躲灾避险最佳路径航线的技术研究。采用基于空间索引的最近邻算法(cKDTree),以山东半岛的港口位置作为避险关键节点,以实时渔船坐标为基础数据,构建高效的空间邻近查询模型。通过计算每艘渔船与其最近港口之间的欧氏距离,结合地理约束条件,规划理论上的最短避险路径。该方法将复杂的全局路径搜索问题转化为局部最优邻接匹配,显著提升了计算效率,确保在灾害应急场景下能够快速生成以港口为目标的放射状航线网络,兼顾路径可行性与时间紧迫性。在气象灾害状况突发及紧急情况时,本研究可为渔业部门提供可靠的避险航线,目前该技术已在山东经纬海通科技有限公司部署应用。

## 1.8 人工智能气象应用研究

### 1.8.1 研发完成端到端气象人工智能科学模型“风源”V1.0

12月19日,由中国气象科学研究院牵头,联合雄安气象人工智能创新研究院、国家气象

信息中心和上海人工智能实验室共同研发的端到端气象人工智能科学模型“风源”(Fengyuan)在雄安新区正式发布。“风源”V1.0可直接基于多源观测数据开展全球气象预报,初步构建了具有自主知识产权的端到端气象人工智能模型底座。



“风源”气象人工智能科学模型发布现场

“风源”模型采用分阶段训练策略,分别构建预报模型与同化模型,并通过“同化-预报”循环机制实现协同优化。其中,预报模型(Fengyuan-Weather)基于 Swin Transformer 架构,由编码器、处理器和解码器组成,实现气压层与地面多要素的多模态特征编码、高维潜在特征提取以及经纬度网格化预报映射。模型引入邻域注意力机制和相对位置编码,以增强对空间结构特征的刻画能力,并采用气压层和地面要素加权的 L1 损失函数进行训练。评估结果表明:该模型在全球尺度上的预报性能与主流气象人工智能模型总体相当,在东亚区域表现出一定优势。

同化模型(Fengyuan-DA)采用融合 CNN 与 Swin Transformer 的多模态输入架构,综合利用站点观测数据和大模型背景场信息,通过自注意力与交叉注意力机制实现观测数据与背景场的深度融合,显著提升了分析场质量。其在多个气象要素上的分析结果与 ERA5 再分析数据高度一致,整体性能优于 Fengwu-ADAS 同化模型。

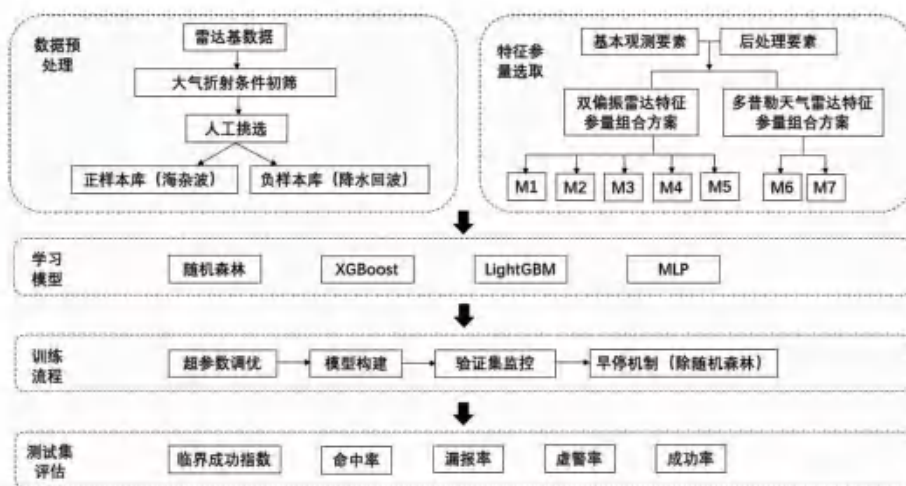
通过同化与预报模块的耦合,“风源”形成了完整的端到端气象人工智能预报系统,其整体预报性能与 ERA5 再分析驱动条件下的“风源”模型基本持平,并优于传统 ECMWF 数值预报结果。

### 1.8.2 开展人工智能在天气现象识别方面的应用

围绕典型天气现象的智能识别问题,开展多项应用研究。在海杂波识别方面,采用随机森林、XGBoost、LightGBM 和多层感知机(MLP)等机器学习方法,针对双偏振雷达和多普勒雷

达构建多种海杂波识别模型,并设置不同特征组合开展对比试验。结果表明:极化相关系数是区分海杂波与气象回波的重要特征参数,各类模型均表现出良好的识别能力。

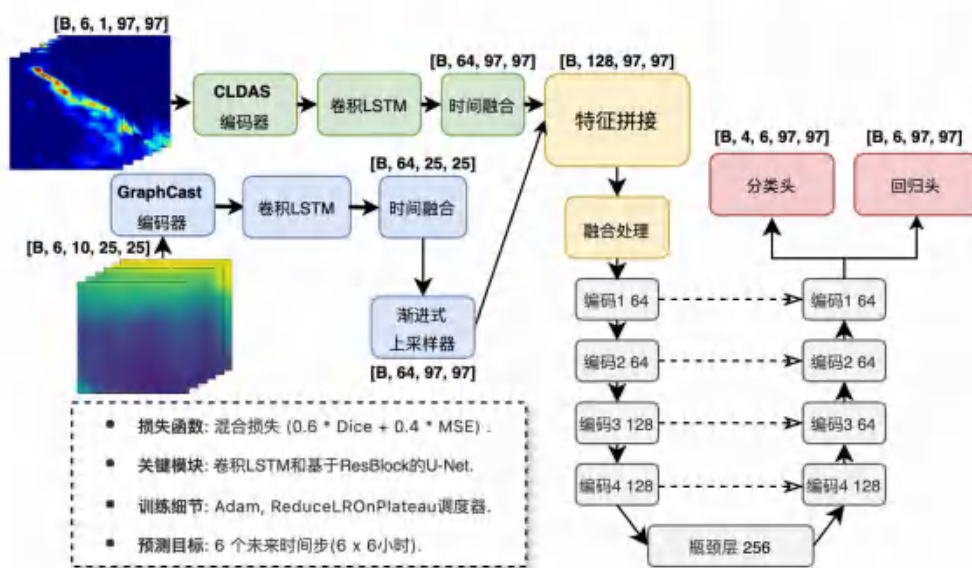
在海表风反演方面,基于风云卫星观测数据开展了深度学习研究方法研究,对模型适用性及多源观测特征敏感性进行了系统评估,为卫星遥感数据在海洋气象业务中的智能化应用提供技术支持。



机器学习方法识别海杂波技术架构

### 1.8.3 深化人工智能在极端天气预报预测中的应用

针对短时强降水预报需求,研发了融合高分辨率观测与大模型预报信息的短时降水预测模型 SynQPF-Net。该模型采用双流编码器结构,分别提取 CLDAS 高分辨率局地观测数据和



SynQPF-Net 模型结构

GraphCast 全球预报数据的特征,并引入 ConvLSTM 单元进行时序特征建模,结合基于 Res-Block 的 U-Net 结构实现空间特征重构。通过构建混合损失函数,平衡降水强度回归与空间分布精度,模型在短时降水预报性能上显著优于 GraphCast 基线模型,尤其在强降水预报方面表现突出。

此外,首次将时空信息转换(Spatial-to-Temporal Information Transform, STI)方法引入气象领域,构建气象数据的时空信息转换分析框架。通过延迟嵌入技术重构相空间吸引子,并利用 stPCA 方法解耦系统的平移与增强模式,成功提取了表征对流不稳定性的临界信号和动力学状态切换信号。结合卫星亮温、雷达反射率和温度平流等多模态数据的交叉验证,结果表明该方法能够提前捕捉强对流发生前的临界状态,为高维气象数据向低维、可解释动力学指标转化提供了新的技术路径。

#### 1.8.4 开展人工智能在气候变化方面的应用

在气候变化机理分析方面,提出基于深度学习的分析框架,用于定量识别热力和动力过程对降水变化的相对贡献。结果表明:全球变暖背景下,热力效应对全球降水变化的贡献约为



我国夏季降水季节预测的智能相似误差订正方法(DAEC)框架

20%，整体促进了全球降水增加，但在非洲西部等区域，热力效应加剧了区域变干趋势。

针对季风-复杂地形区动力气候模式存在的系统性偏差问题，提出改进我国夏季降水季节预测的智能相似误差订正框架(DAEC)，验证了“物理约束+深度学习”混合范式在复杂季风气候预测中的应用潜力。同时，提出两阶段偏差订正框架，对 ECMWF-S2S 次季节总降水预报进行订正，通过全球尺度与区域尺度特征的分级提取与迭代整合，有效提升了预测性能。

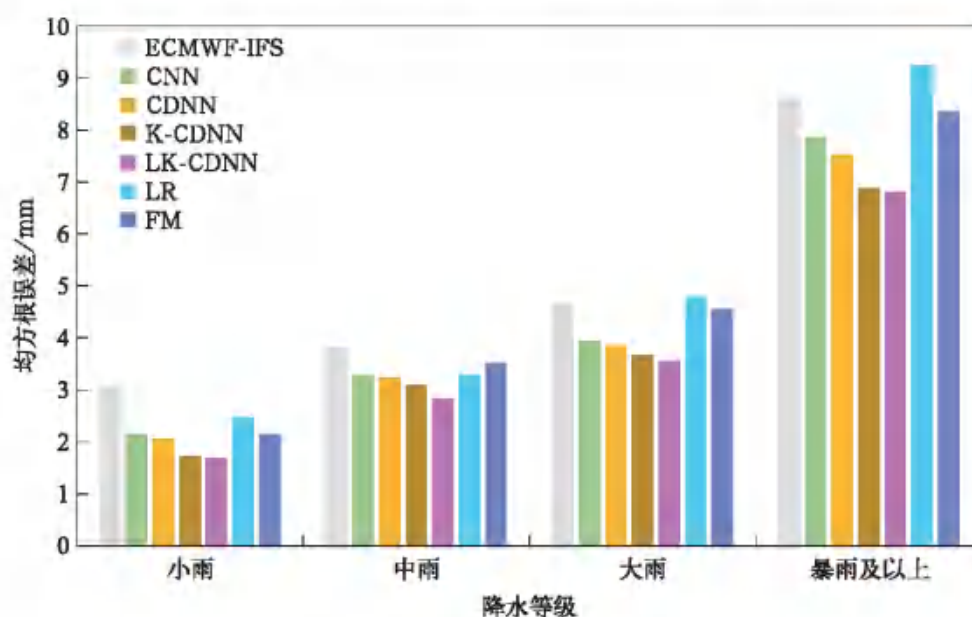
在温室气体监测方面，基于轨道碳观测卫星 2 号(OCO-2)的 XCO<sub>2</sub> 观测数据，融合多源环境因子，采用 XGBoost 模型构建 2015—2024 年中国区域 5 km 分辨率、逐日无缝隙 XCO<sub>2</sub> 数据集，为气候变化研究与全球气候治理提供了重要数据支撑。

### 1.8.5 开展人工智能辅助数值预报精度提升与业务应用

围绕降水数值预报改进问题，系统开展了多项人工智能辅助研究。在前期树突卷积神经网络(CDNN)基础上，引入 K-means 聚类标签与标记标签相结合的方法(LK-CDNN)，有效缓解了样本不平衡问题。结果表明：该方法显著降低了不同量级降水预报的均方根误差，在 TS 评分、偏差、漏报率和空报率等指标上均取得提升。

在分区暴雨概率预报方面，基于 ECMWF-EPS 和 ECMWF-IFS 模式在我国东部区域的预报性能差异，构建了分区神经网络训练与优选方案。评估结果显示，各区域最优模型在整体评分和典型暴雨事件预报中均优于 ECMWF-EPS 模式。

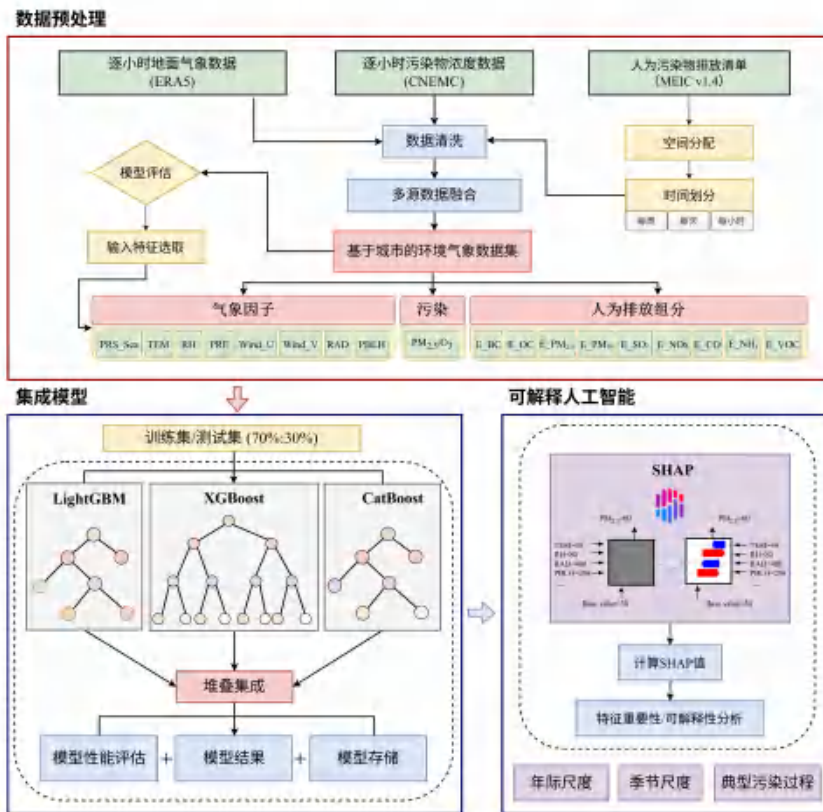
同时，与天津市气象科学研究所合作，构建了天津地区百米级地面气象要素订正模型，并已在天津市气象局投入业务运行，为上合组织峰会气象保障提供了有力技术支撑。



标签模型、ECMWF-IFS 模式和统计订正法降水预报均方根误差

### 1.8.6 持续推进人工智能在环境气象、能源气象等方面的应用

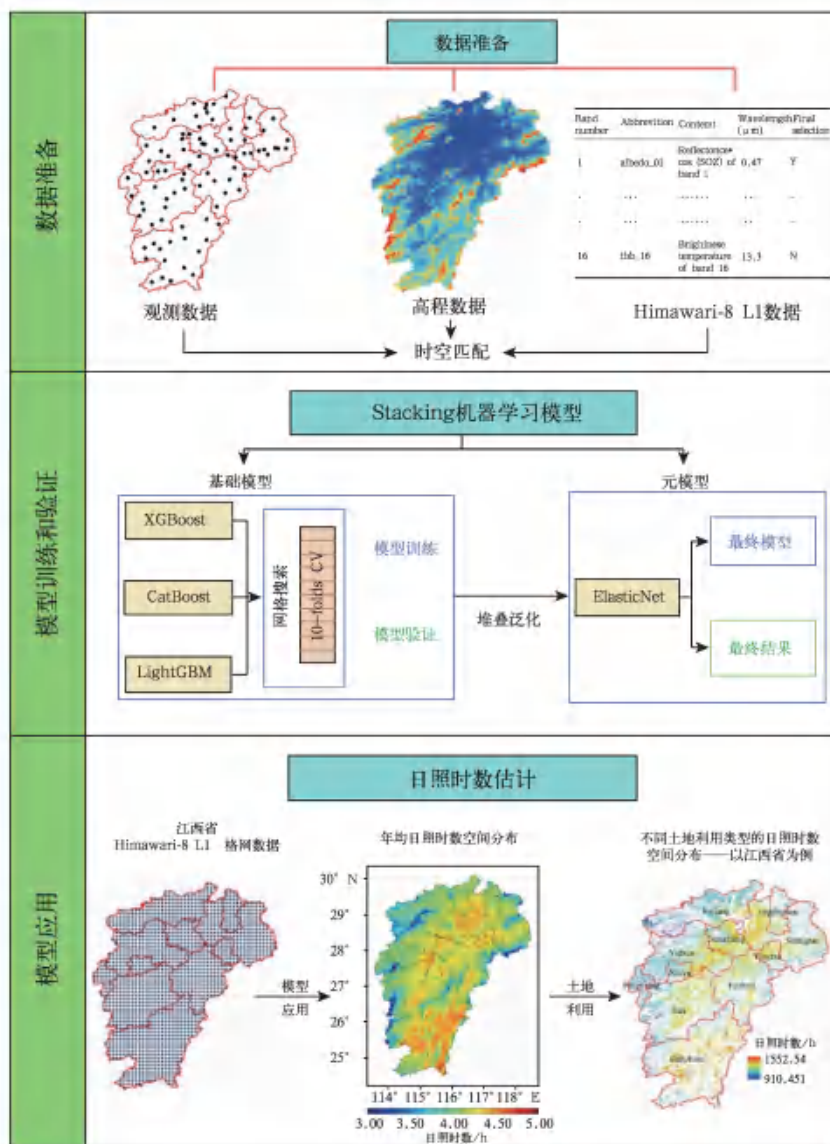
在环境气象方面,开展了基于机器学习的我国北方沙尘地表浓度多模式集合预报与订正研究,在 3~72 h 预报时效内,集合模型整体性能显著优于传统单一模式和集成方法。基于 Stacking 模型对我国稀疏黑碳观测站点进行逐小时估算与空间扩展,有效弥补了观测不足问题。



快速多尺度污染量化评估系统(RMT-PAS)框架图

研发的自动化空气质量预报系统(AI-Air)在业务化测试中显著改善了不同城市 PM<sub>2.5</sub> 与 O<sub>3</sub> 浓度预报的系统性偏差,整体预报性能优于现有雾-霾数值预报系统。快速多尺度污染量化评估系统(RMT-PAS)进一步扩展至全国 337 个城市及六大重点区域,为减排驱动下空气质量改善的定量归因与成效评估提供关键支撑。

在气象要素精细化反演方面,开展基于多源数据融合的高时空分辨率体感温度反演研究,形成了 5 km、逐小时分辨率的体感温度产品;同时,首次融合葵花 8 号卫星与地形等多源信息,构建了高精度无缝隙日照时数反演框架,为农业、能源和区域规划提供了可靠数据支持。



江西省高精度无缝隙日照时数智能监测平台模型构建示意图

### 1.8.7 基于 UNet-GAN 融合架构与 Radarcells 编码的短时临近预报取得新突破

短时临近预报多基于雷达回波外推，而回波的生消变化是云团与气象要素多种热力、动力相互作用的结果。基于 UNet 和 GAN 网络的多通道雷达回波外推架构(UNet and GAN with Radarcells Network, UGR)，构建综合加权均方根误差和二分类交叉熵损失的自定义损失函数并引入 GAN 网络的惩罚项改进模型训练。使用北京快速更新循环数值预报系统(CMA-BJ)的 4 种物理量与雷达组合反射率因子拼图数据融合编码为 4 种雷达单元(Radarcells)；将 Radarcells 作为输入，基于 UGR 架构训练得到 20 个模型，实现逐 6 min 滚动的 120 min 的回波外推。结果表明：融入天气背景信息的 UGR 模型在回波强度大小范围和时空演变上，对强回波外推更为准确。

### 1.8.8 开展极端降水初生人工智能临近预报技术研究

基于江苏省及周边区域的葵花 8/9 静止卫星和地面雨量站观测,开发多分支全卷积神经网络模型,由编码器、转换器和解码器 3 个模块构成,采用全卷积模块可自适应任意分辨率。在编码器中引入空间注意力机制从静止卫星多光谱通道和地面雨量站观测中提取多尺度空间特征,在转换器中提取多光谱亮温观测和降水的时间演变特征,并在解码器中引入通道注意力机制自适应加权融合多尺度高维特征,实现了 0~2 h 极端降水初生的临近预报。

### 1.8.9 开展基于自监督深度学习的定量降水估计方法研究

基于江苏省及周边地区的新一代双偏振天气雷达和地面雨量站观测,开发了基于掩码自编码的自监督定量降水估计方法。通过在模型输入中融入双偏振微物理参量,提供更丰富的粒子形态和云水含量信息,实现物理增强,同时在输入中考虑地面雨量站观测,充分考虑周围信息影响,实现了千米级和分钟级的网格化定量降水估计。评估结果表明:自监督定量降水估计方法的相关系数达到 0.79,平均绝对误差为 0.7 mm, $Z-R$  关系的降水估计相关系数为 0.62,平均绝对误差为 1.22 mm,自监督定量降水估计方法明显优于传统的  $Z-R$  关系。

### 1.8.10 开展基于深度学习模型的 FY-4A/AGRI 在杂散光污染期间的中波红外波段生成研究

我国风云四号(FY-4A)气象卫星搭载的先进静止轨道辐射成像仪(AGRI)能够提供覆盖从可见光到红外的多通道观测数据,具有广泛的应用潜力。然而,在春分或秋分前后 1~2 个月的午夜,FY-4A/AGRI 的中波红外(MWIR)波段( $3.75 \mu\text{m}$ )常受到杂散光的污染,影响观测数据质量。为解决上述问题,提出一种基于 U-Net 深度学习模型的方法,通过 FY-4A/AGRI 的长波红外波段数据生成高质量的 MWIR 波段数据。基于正常观测的验证结果表明,深度学习算法生成的 MWIR 与 FY-4A/AGRI 观测数据高度吻合,平均绝对误差为 1.48 K,均方根误差为 2.39 K,相关系数达 0.99。该算法应用于杂散光污染时段,MWIR 波段中的异常亮温得以有效消除。本研究为需要在午夜使用 MWIR 观测的科学应用(如雾/低层云的识别)提供了重要数据支撑。

### 1.8.11 开展基于生成扩散模型的葵花 8 号/AHI 的全天候大气可降水量反演研究

基于葵花 8 号静止卫星热红外观测数据与 ERA5 水汽产品,结合深度学习中的扩散模型,构建初步的全天候大气可降水量反演模型,利用无线电探空仪观测得到的大气可降水量数据,借助机器学习算法对上述模型反演的结果进行进一步订正,获得最终的反演结果。评估表明:所提出的方法(TPWDiff-CB)反演的大气可降水量与探空观测结果高度一致,相关系数高达 0.98,平均绝对误差为 3.21 mm,均方根误差为 4.51 mm。在有云条件下,其精度接近晴空条件下的表现,成功克服了云层对大气可降水量反演的难题。此外,与基于机器学习方法的 RF-CB 模型对比表明,扩散模型能够有效捕捉水汽分布的空间结构特征,在时空反演中展现出更

强的稳健性,因此能够更可靠地捕捉长期大气可降水量的变化趋势,并在不同站点的长时间序列上具有较好的表现。

### 1.8.12 开展基于静止卫星的高分辨云物理特性集合反演研究

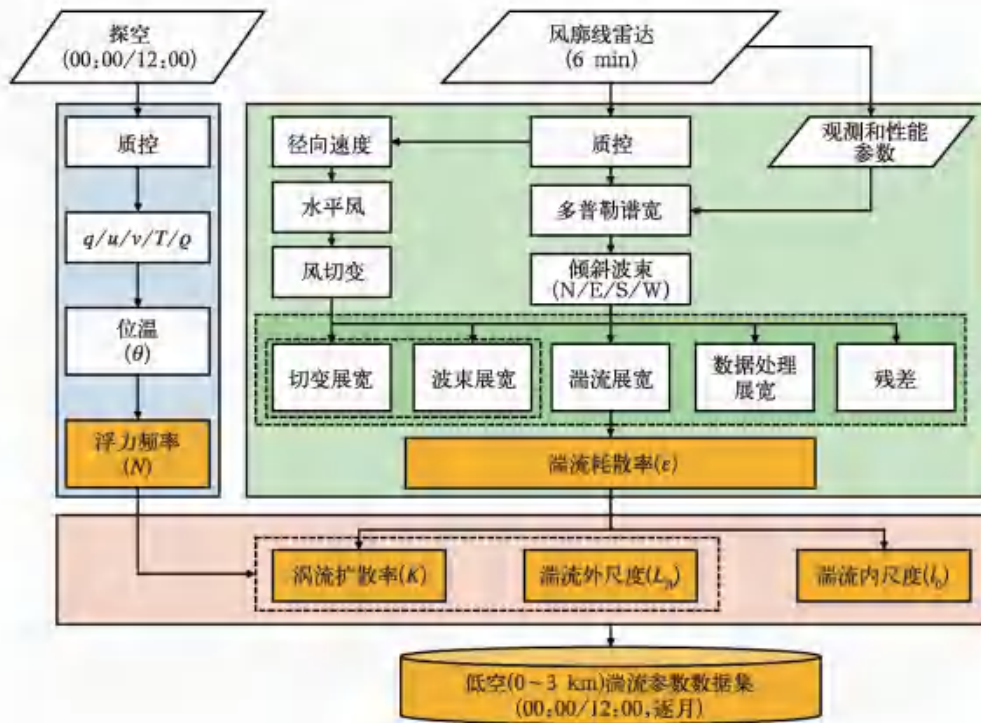
提出一种基于生成扩散模型的云物理特性反演新方法——CloudDiff。该方法基于生成扩散模型,利用葵花 8 号卫星(Himawari-8)先进成像仪的热红外亮温数据,实现了 1 km、10 min 高时空分辨率的全天时云参数反演。与现有的确定性反演方法不同,CloudDiff 能够从潜在概率分布中生成多个可能样本,从而提供多种合理的反演结果。该特性不仅实现了对反演结果不确定性的有效量化,也使得模型在处理台风等复杂极端天气时表现出好的鲁棒性与可信度。为了验证模型在极端天气条件下的应用潜力,进一步将 CloudDiff 应用于 2021 年第 6 号台风“烟花”个例进行分析。在台风发展的强盛阶段,CloudDiff 生成的 1 km 分辨率云属性场不仅有效重构了台风眼及眼墙区域的精细形态结构,且相比于确定性反演结果,生成的样本纹理更为清晰,能够捕捉到台风结构特征。此外,CloudDiff 利用集合样本的标准差定量刻画了反演参数的空间不确定性分布,为极端天气系统的监测与预报提供了新的视角。

## 1.9 专项气象保障技术研究

### 1.9.1 边界层及低空经济气象

#### ■ 基于多源协同廓线观测,构建我国首套低空湍流关键参数数据集

湍流特征参数的估算有助于提升短时临近天气预警的准确性,但由于缺乏连续观测数据,低层大气湍流结构的深入研究仍较匮乏。本研究基于全国 29 个风廓线雷达与探空同址站点的观测数据,采用多普勒谱宽法估算低层大气湍流关键参数,包括 Brunt Vaisalā 频率平方( $N^2$ )、湍流耗散率( $\epsilon$ )、内尺度( $l_0$ )、浮力长度尺度( $L_B$ )及垂直涡流扩散率( $K$ ),研制 2023 年我国台站尺度 0.12~3.0 km 高度的湍流特征参数数据集,并探究了湍流特征参数的多尺度演变特征。结果表明:①空间分布上,低层湍流呈现显著地理变异性,与华南相比,西北和华北地区的  $N^2$  与  $l_0$  较低,而  $\epsilon$ 、 $L_B$  和  $K$  较高,表明西北和华北湍流更强。西北和华北以裸地为主、土壤湿度低,感热通量高于植被覆盖度高、土壤湿度大的华南,促进了向边界层的热量输送,形成更不稳定层结和更强湍流活动。②垂直方向上, $\epsilon$ 、 $L_B$  和  $K$  随高度递减,而  $N^2$  与  $l_0$  随高度递增。 $\epsilon$  和  $K$  的概率密度函数符合对数正态分布, $l_0$  和  $L_B$  近似服从 Gamma 分布。③时间维度上,湍流参数季节变化明显,春夏季湍流较强,秋冬季较弱;此外,12:00(世界时,下同)的湍流强度显著强于 00:00,主要归因于该时段大气层结更不稳定,且梯度理查森数小于 0.25 的出现频率更高。



00:00 和 12:00 低层大气湍流相关数据集的生成示意图

### ■ 基于风廓线雷达中尺度网的高精度动力参数反演及对流监测预警应用

大气低层辐合和涡旋运动是影响暖季中纬度斜压对流产生和发展的重要因素。由于缺乏高时空分辨率动力参数垂直廓线的观测,中尺度对流系统的精细动力演变过程还未被完全探索。作为新一代地基遥感观测手段,风廓线雷达可连续观测具有较高时间和垂直分辨率的对流层低层三维风场。研究基于北京6部风廓线雷达组成的中尺度三角形网络,计算三角形面积平均散度、涡度的垂直廓线,可刻画对流层低层精细的动力结构。利用实测动力参数对ERA5、NCEP等天气学分析中使用较为广泛的再分析数据进行评估。结果表明:即使在无降水发生的天气背景下,相比于风廓线雷达中尺度网反演的高精度动力参数垂直廓线,再分析数据对动力参数的量级仍存在严重低估,难以表征环境中潜在的气流运动。由于再分析数据模型中缺乏我国高层风剖面测量的同化,因此对高层水平风和动力参数量级的低估更加明显。

此外,再分析数据受时间分辨率限制,无法识别对流系统的快速发展和传播并提供降水发生前1h的实时信号。在此情况下,风廓线雷达中尺度网可填补再分析和探空数据对于对流临近观测预警的空白,反演的高时空分辨率散度和涡度垂直廓线可以为判断降雨事件的发生提供参考。统计结果表明:在风暴到达前1h,在近地面和对流层低层可能出现辐合和气旋性涡度并随时间进一步增强,为对流降雨的开始提供有利的动力条件。综上所述,借助风廓线雷达提供的高时空分辨率垂直观测能够更精细地刻画风暴前大气动力环境的演变,有助于提高中尺度对流临近观测预警能力。

### ■ 揭示区域尺度气溶胶对低云发生频次的影响机制

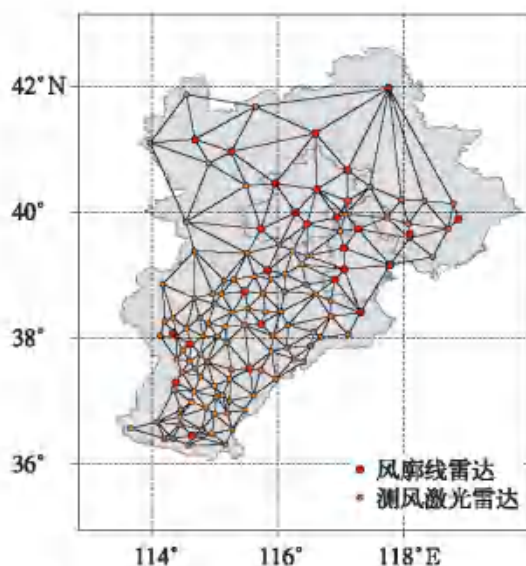
低云对区域乃至全球的天气和气候系统有着重要影响。然而,目前有关低云发生频次随高度的分布特征及其影响机制仍不清楚,尤其是在区域尺度上。基于2018—2019年高分辨率垂直探空观测数据的分析结果发现,我国东部的低云发生频次( $13.5 \pm 6.4\%$ )比美国东部( $17.0 \pm 4.5\%$ )低21%。同时,单一站点的云雷达观测也证实了该结果。且上述两地区的气溶胶光学厚度的空间分布刚好相反,即我国东部的气溶胶光学厚度平均值比美国东部高约207%。

分析表明:我国东部较高的气溶胶光学厚度会降低大气边界层高度,同时较低的地表相对湿度,有助于抬高抬升凝结高度。大气边界层高度降低与抬升凝结高度升高共同作用,减少了气团达到凝结高度的概率,从而导致低云发生频次偏低。相关性分析进一步揭示,气溶胶光学厚度对低云发生频次的影响与地表湿度条件密切相关。当相对湿度较低(小于0.4)时,气溶胶光学厚度对低云发生频次影响不显著;而当湿度较高(大于0.7)时,气溶胶光学厚度表现出明显的负效应。例如,在美国东部,低云发生频次随气溶胶光学厚度增加显著下降,相关系数达-0.90;在我国东部,当气溶胶光学厚度大于0.4时,低云发生频次亦随气溶胶光学厚度上升而下降,相关系数为-0.80。上述结果有利于加深对区域尺度气溶胶对低云发生频次影响机制的认识,有助于减少未来气候变化预估中低云发生频次模拟的不确定性。

### ■ 开展大气边界层关键动力参数组网反演

基于风廓线雷达观测,研发了基于三角形组网的水平散度、垂直涡度和垂直速度等中尺度动力参数的实时反演算法。该技术能够实时监测局地辐合辐散特征,捕捉强对流发生前的动力信号,能够有效助力对流触发环境的监测及强对流预警。

利用京津冀地区108部测风激光雷达,设计了京津冀地区测风激光雷达和风廓线雷达联合加密组网方案。



京津冀地区风廓线雷达和测风激光雷达联合组网

## ■ 揭示反气旋驱动型热浪增强北京城市边界层湍流

在全球变暖背景下,热浪频率、强度和持续时间显著增加,其通过尚未充分明确的机制调制行星边界层湍流,对城市热胁迫管理构成挑战。热浪引发的健康风险、航空安全隐患及环境问题具有更强的社会影响,对精细化热浪预报与风险防控的需求更为迫切。然而,当前北京地区区域尺度上时空连续的边界层湍流观测数据稀缺,热浪与湍流的相互作用规律尚未明确,针对超大城市复杂下垫面的相关研究尤为薄弱。

基于高精度观测数据,研究系统分析了不同类型天气系统对热浪的影响。以2023年夏季(6—8月)区域性热浪的热点——北京(平均热浪日数达16 d)为研究区域,研究依托3个站点的风廓线雷达高分辨率观测(时间分辨率为6 min,垂直分辨率为120 m),首次量化了反气旋驱动型热浪(AC型,占比40%)对城市行星边界层湍流耗散率( $\epsilon$ )的影响特征。基于T-PCA方法对500 hPa位势高度场分类,北京夏季热浪主要由反气旋控制,其引发的晴空条件最大化地表太阳加热。研究发现热浪期间行星边界层内 $\epsilon$ 平均达 $10^{-2.96} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$ ,较非热浪条件( $10^{-2.15} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$ )增强约55%,证实热力强迫对湍流的放大效应。进一步剖析其驱动机制,发现热力与动力过程表现为清晰的解耦特征。地-气温差主导行星边界层低层湍流生成,而垂直风切变控制高空机械混合。云在此过程中发挥双向调制作用,在通常条件下增强垂直风切变诱导的湍流,但在热浪期间抑制热力驱动的湍流。以上发现为极端高温下城市行星边界层中天气尺度的热-动力解耦提供了首个观测证据,成果对提升空气质量预报精度及制定热浪韧性策略具有重要机理价值。

## ■ 长时间序列探空观测揭示中国巡航高度湍流更强且更频繁

湍流是威胁航空安全的关键气象灾害,由于缺乏持续、高分辨率的直接观测数据,中国区域湍流的长期变化趋势及其与气候系统的关联机制尚未得到充分阐明。为此,本研究基于2010—2022年全国120个高分辨率探空观测,采用Thorpe分析方法,反演飞机巡航高度(200 hPa)的湍流耗散率,并综合ERA5再分析数据中多种湍流诊断指数进行交叉验证,旨在揭示中国区域湍流的时空演变规律及其动力成因。

研究发现,中国中纬度地区( $30^{\circ}$ — $40^{\circ}$ N)的湍流强度与发生频率均呈显著增强趋势,且具有明显的季节与空间分异,夏季及南方地区更为突出。该趋势在探空观测与ERA5再分析数据诊断中表现一致。进一步机理分析表明,湍流的增强与全球变暖背景下中纬度大尺度环流的变化密切相关:气候变暖导致该区域经向温度梯度增大,依据热成风平衡,高空西风急流及其伴随的垂直风切变增强,最终促进更多由风切变诱发的动力不稳定与湍流活动。

该研究基于全国高分辨率探空观测数据,为中国区域巡航高度湍流的长期变化提供了基于直接观测的定量证据,并从动力机制上建立了其与大规模气候背景变化之间的物理联系,对深入理解湍流的气候演变规律及其对航空安全的潜在影响具有科学参考价值。

## ■ 构建江苏全域百米分钟级预报系统

针对低空经济气象保障中对于低空气象要素精细化预报的需求,完成江苏数值预报业务模式 PWAFS4.0 版本升级,增强边界层解析能力,提升低空近地层物理过程描述能力,新系统运行稳定,保障了江苏省气象台、服务中心等单位业务和服务产品的无缝隙切换。基于此构建的江苏全域百米分钟级预报系统,利用人工智能方法融合实时观测数据、数字地形高程等数据,形成空间分辨率最高达 500 m、未来 72 h 逐 30 min 滚动更新的低空分析与预报产品。目前已在南京、苏州、盐城响水等地区实现本地化应用,有效支撑了低空飞行等场景的精细化气象预报服务。



百米分钟级预报系统示意图

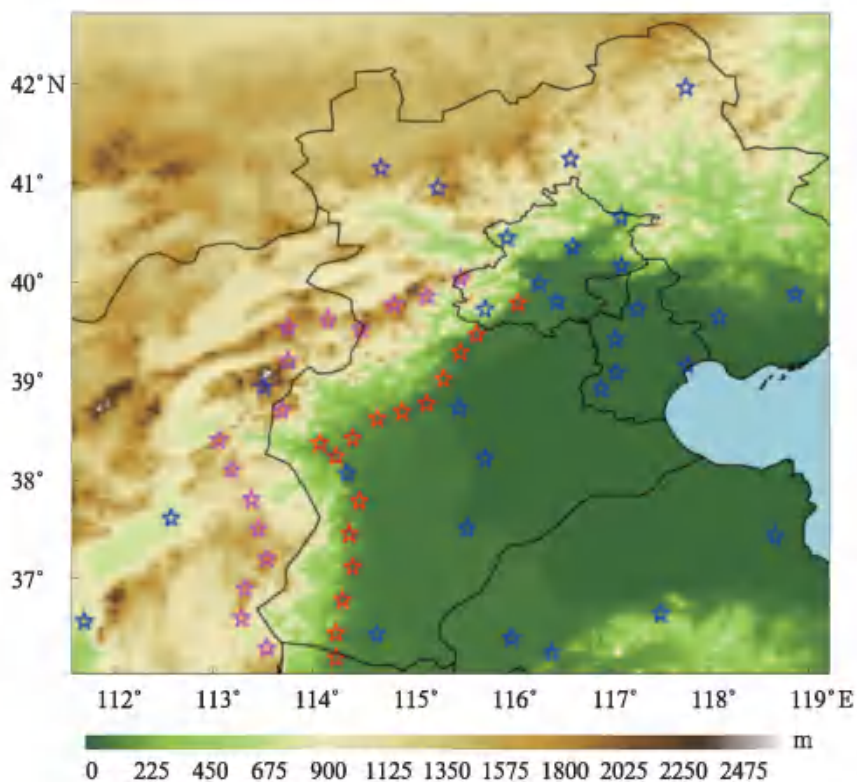
### 1.9.2 面向强对流的适应性观测技术

#### ■ 评估京津冀不同风廓线雷达站网布局方案对强降水预报的影响

风廓线雷达站点布网在针对复杂地形区降水预报的最优空间布局尚不明确。本研究采用观测系统模拟试验(OSSE),通过三维变分同化系统将模拟的风廓线雷达风场数据同化至 WRF 模式中,针对京津冀地区三次西南型强降水过程,设计了无同化背景试验(NoDA)及 4 种不同站网的同化试验:仅同化现有业务站网、额外增加山前站点、额外增加山脊站点及同时同化业务、山前与山脊站点。

结果表明:山前站点与山脊站点试验在降水落区、分布方向及风暴形态等方面展现更高的预报技巧,这得益于同化风廓线雷达数据后对中尺度风场分析的改善。尤其是山脊风廓线雷达站网的数据同化显著减小了复杂地形区域(如北京上游太行山地区)的风场误差,改善了中尺度天气系统的刻画,这些区域对于北京及其周边地区的对流触发具有关键作用。多个个例的客观评分统计结果也证实,结合山脊、山前及业务风廓线雷达观测数据的山前与山脊站点试验,在短时降水预报中表现最优,山前站点和山脊站点试验相较于仅采用业务风廓线雷达站网

也具有明显正贡献。此外,敏感性同化试验结果表明,风廓线雷达的垂直探测高度对预报效果具有关键影响,探测高度越高,预报改进越显著。总体而言,在太行山山前与山脊地带布设风廓线雷达观测网,对于提升京津冀地区短时定量降水预报具有重要意义,将为京津冀地区风廓线雷达观测网的科学布局设计提供参考。



模拟区域内风廓线雷达业务站点(蓝星标记),以及沿太行山山麓(红星标记)和山脊(紫红星标记)的风廓线雷达站点分布  
(填色表示地形高度,海洋区域以浅蓝色标示)

### 1.9.3 专项气象保障前沿技术

#### ■ 开展基于高分辨率观测的边界层-云耦合判识

边界层过程是强降水触发的重要环节。为实现强降水前期信号识别,研究边界层对对流触发的潜在影响,云-边界层耦合过程至关重要。然而,由于云下边界层观测的缺失,难以精细捕捉从晴空到成云致雨的连续过程。因此,研究计划发展边界层-云耦合判识方法,判别强降水触发过程中,边界层过程对云发展的影响,为云下边界层过程的解析奠定坚实基础。

利用风廓线雷达实现有云边界层的大气折射率结构常数及边界层高度反演。研究利用风廓线雷达等设备,反演得到大气折射率结构常数和边界层高度等高时空分辨率产品。研究发现,大气折射率结构常数在边界层顶附近通常达到最大值,其日变化与太阳辐射加热密切相关,午后边界层高度最高可达 3 km,夜间则稳定在 1 km 左右。这些参数为定量判别边界层与

云底的耦合状态、识别对流发生前的湍流和热力结构异常提供了关键指标。

研究融合湍流耗散率、大气折射率结构常数、归一化信噪比,进行边界层高度的反演,并通过毫米波云雷达基数据进行质量控制,反演了较为可靠的云底高度,可用于判别云-边界层耦合状态。该算法为后续云-边界层耦合过程中高影响天气过程的理解提供了有效途径。

### ■ 提出“锚定探空”识别雷暴大风前期信号新方法,揭示我国干湿雷暴前期信号演变特征

雷暴大风的精准预报一直是业务难点。传统预报面临的核心瓶颈在于风暴发生前大气环境的演变极其迅速且复杂,而基于“追风”式观测(追逐风暴并释放探空)的传统模式难以捕获这种快速、连续的预演变过程。这导致对雷暴大风触发机制的理解不足,特别是对“干”(无降水)和“湿”(有降水)两类雷暴大风在形成机制和致灾特性上截然不同的事件,缺乏有效的区分依据和预报指标。

为解决上述雷暴大风预报中的核心难题,摒弃传统的追风观测思路,研究提出“锚定探空”的新方法。基于2016—2023年我国无线电探空网120个L波段探空站的高分辨率探空数据,通过严格时空匹配,将大量雷暴大风事件发生前约40 min内的探空数据作为“快照”进行合成分析,构建雷暴大风爆发前关键环境参数(如对流有效位能、大气可降水量等)连续、系统的演变序列,揭示有别于传统强对流大风理论范式的风暴前期热动力特征演变路径。

湿性强对流大风事件表现为剧烈的能量循环过程:对流有效位能在20 min内快速耗散,同时伴随15%的水汽激增,且中层气旋式旋转结构出现瓦解。干性强对流大风事件则表现为独特的两阶段动能衰减特征:在风暴发生前40 min至20 min,5 km至2 km高度的风能率先向下传输,随后近地面下沉气流迅速加速。

从物理机制看,湿性强对流大风的强度源于水汽增幅作用下的深厚对流不稳定能量释放,驱动对流剧烈发展;干性强对流大风则由浅薄不稳定能量通过脉冲式下沉气流释放形成,阵风强度相对较弱。机器学习归因分析(SHAP值大于0.24)表明:可降水量是区分两类强对流大风的主导因子(湿性事件的可降水量大于48 mm,干性事件的可降水量小于40 mm)。上述风暴前期特征对强对流大风的临近预报具有重要指导意义。

### ■ 改进基于静止卫星的对流云团追踪算法

强对流是产生强降水的重要天气系统,为了研究强降水触发的前期信号,利用静止卫星开发了基于红外亮温的强对流识别与追踪系统,从而确定对流触发的位置及其发展演变特征。研究发展了基于静止卫星数据的自适应动态对流云团追踪系统ADCTS(Adaptive Dynamic Convective cloud Tracking System),以FY-4A/4B等静止卫星红外通道亮温(不大于235 K)为对流云团初始识别依据,通过云团面积及重叠率,自适应选择面积重叠或卡尔曼滤波算法进行对流云团追踪。实现强对流系统从初生→发展→成熟→消散的全过程定量刻画。

该算法进一步改进了以往算法中利用单位格点平均风场进行轨迹初值设定的方法,对格

点中无法求解平均风场的云团进行等速外推,增加可有效识别的云团数量,可获取更丰富的云团轨迹结果。算法的输出轨迹包含热力学参数(最大/最小/平均亮温)与形态学特征(几何中心位置、云团面积、偏心率、轴长、周长、方向等)。该系统将云的发展与下垫面边界层过程进行关联分析,为研究边界层-云耦合的触发机制提供了重要的技术工具。

### ■ 揭示梅雨期两类对流触发的对流热动力环境特征

夏季季风活动形成了复杂的对流环境,引发大量对流系统。这些系统包括触发于梅雨雨带内部的镶嵌型对流和不受梅雨雨带影响的孤立对流。然而,对于两者触发条件的差异,目前尚未形成一致认识。研究利用我国江淮流域大量雷达和自动气象站地面观测,结合 ERA5 再分析数据,建立时间长度为 6 年的梅雨季对流触发个例集,分析两类对流触发的时空分布,并利用随机森林算法对比两类对流触发的热动力对流环境。

结果显示,两类对流触发存在显著的时空分布和对流环境差异,其中热力型环境变量是区分两类对流触发环境的主导讯号。镶嵌型对流触发存在昼夜双峰值,且空间分布更广,对流发生前期边界层之上多存在暖湿结构和动力抬升讯号,更易发生高架触发事件,预报难度更大;孤立型对流触发以受辐射日变化引起的大气热力不稳定和地形的动力抬升机制为主导,多发于日间地形处,对环流变化的敏感性较低。

### ■ 研究北京地区不同环流背景下冰雹强对流的触发特征

聚焦频繁引发重大人员财产损失的冰雹强对流,基于 2011—2021 年暖季经过质量控制的灾害数据集、L 波段无线电探空仪、地面自动气象站及全球再分析数据的直接冰雹观测数据,以典型特大城市北京为对象,探究不同环流型下北京大都市区冰雹强对流事件的精细空间特征及其环境条件。

通过客观分类方法识别为 4 种主导环流型:脊前西北气流型、平直西风型、冷涡型及槽前型。结果表明:虽然弱天气强迫型(西北气流型/平直西风型)的对流有效位能较高,但更有利于局地性冰雹事件;强天气强迫型(冷涡型/槽前型)更易引发大范围冰雹事件,尤其在垂直风切变显著时更为突出。研究区域存在两大冰雹热点——北部山区与城市核心区,二者的环境控制机制各异。在所有环流型下,地形-气流相互作用及相对较薄的融化层共同促使北部山区更易发生冰雹。相比之下,城市冰雹分布则表现为天气尺度依赖性:当低层弱的西到西南气流配合强西北气流(西北气流型/冷涡型)带来的中高层冷空气时,冰雹事件倾向于集中在城区,该区域地表暖空气与有组织的风场辐合有利于风暴在东南移动过程中生成和增强;当低层强南风主导北京地区且西风偏弱(平直西风型/槽前型)导致中高层大气偏暖时,强对流往往向东移动,并通过地形抬升作用更易在北部山区产生冰雹,而非城区。上述结果表明:北京地区冰雹强对流受复杂下垫面和多尺度环流的共同调控,凸显了在北京地区及类似具有复杂地形的大都市区域,跨尺度相互作用对准确预报对流性灾害天气的重要性。

## ■ 开发面向不同场景的精细化预报产品

针对全国第十五届冬季运动会赛场气象服务,研发百米级分钟级预报系统,结合高分辨率中尺度数值预报技术,基于地形修正的 FRI 空间降尺度技术,以及基于站点观测的人工智能订正技术,使赛场区域的客观预报空间分辨率达到 100 m,时间分辨率达到 10 min,同时预报误差相较于数值模式的直接输出大幅降低。面向低空经济需求,研发了低空精细分层的水平风场、垂直速度、水平能见度、垂直风切变、雷达反射率因子、水平风切变和晴空颠簸指数等预报产品。研究辽宁玉米穗粒期渍涝风险规律及预报方法,基于 SCS-CN 水文经验模型,将智能网格降水量预报数据与土壤、遥感等多源数据相融合,构建辽宁地表径流深度智能网格预报方法,初步实现辽宁渍涝灾害等级的预报。

## ■ 开发四维变分同化新技术改进数值模式

对 CMA-GFS 四维变分同化系统中现有的 NSAS 积云对流参数方案切伴随模式代码进行分析和优化,相关代码已经加入 CMA-GFS 四维变分同化系统中,实现了业务化。在 NSAS 积云对流参数方案中加入尺度自适应部分功能,即升级为 SASAS 积云对流参数方案,编写切线性和伴随代码,实现了同化系统的正常运行。使用基于 WRFDA 的降水观测四维变分同化对 SASAS 积云对流参数方案进行评估,修改 WRFDA 使其具有同化对数降水的能力,针对 SASAS 未考虑雨水蒸发、水平风线性化、浅对流等的不足,在 SASAS 中增加雨水蒸发过程,调试蒸发效率参数,确定在蒸发效率小于或等于 0.15 时,SASAS 方案近似线性,增加了水平风的线性化,正在进行浅对流线性化。开发 FY-4B/GIIRS 辐射率和 FY-3E/MWTS-3 辐射等卫星数据在区域模式的同化技术,改进了模式在东北冷涡对流性降水的预报能力。

## 1.10 大气综合探测及相关研究

### 1.10.1 大气综合探测

#### ■ 揭示星载雷达 FY-3G/PMR 探测能力优于 GPM-CO/DPR,降雪反演前景可期

持续推进新型探测设备的性能验证与评估工作,开发基于回波顶高的星载雷达灵敏度量化方法,实现了中国 FY-3G/PMR 和美国 GPM-CO/DPR 雷达探测性能的直接对比评估。结果表明:PMR 在两个波段的探测灵敏度均优于 DPR,在 Ka 波段的灵敏度优势更为明显。在探测能力方面,与 GPM-CO/DPR 相比,FY-3G/PMR 在 Ka 波段显著避免了将融化层识别为回波顶,表明 FY-3G/PMR 的降雪探测能力优于 GPM-CO/DPR,在降雪反演中的潜力值得期待。

#### ■ 构建西南复杂地形区 S/C 波段雷达定标方法,赋能精准短时强降水监测预警

我国西南复杂地形区 S/C 波段雷达受地形遮挡严重、监测范围有限,近年补盲部署的 X 波段双偏振雷达又因定标难题导致数据一致性差,难以发挥组网融合效益。为此,创新地提出基于星载雷达的多波段地基雷达复杂地形定标方法,以天基雷达为基准改善西南地区雷达网

的数据一致性。该方法将两部星载雷达 GPM/DPR 与 FY-3G/PMR 组成星座,有效提高西南地区的天基雷达的重访周期,并针对星地雷达分辨率的不同和复杂地形的空间匹配调整了数据匹配的策略。将新方法用于 2023—2024 年四川雷达网所有地基雷达(共 643 个有效匹配个例),结果表明:降低了因加入 X 波段雷达增大的雷达网系统误差(0.29 dBZ)和减小了 94.6% 的随时间波动。经星载雷达定标后,多波段雷达网的数据一致性得到提高,未来能够输出一致性更好、覆盖范围更广的多波段雷达降水融合产品,增强复杂地形区的短时强降水监测预警效果。

### ■ 首次实现铁路平台气象垂直动态探测

由于高空气象探测时空密度低、空间代表性有限,难以有效捕捉中小尺度灾害天气的精细结构特征,在一定程度上制约了灾害天气监测预报预警能力的提升。覆盖全国乃至全球的铁路网为气象精密监测提供了重要平台。利用覆盖范围广、安全平稳、低成本的铁路平台及微波辐射计全天时、全天候、穿云能力强、时空密度高等探测优势,设计并研制了适用于铁路平台的气象垂直动态探测系统,完成了振动冲击、结构强度、电磁兼容-发射、电磁兼容-抗干扰等静态安全测试,解决了列车振动对微波辐射计测量精度影响的技术难题。

2023 年 11 月—2024 年 12 月在国家铁道试验中心实施基于综合巡检车平台的气象垂直动态探测系统安全试验,首次实现了铁路沿线高空气象实时移动观测,填补了国际上基于铁路平台的气象垂直动态探测领域空白。获取环形铁路沿线大气垂直廓线原始观测数据共计 56005 条,重点分析探测系统在接入电源、信号干扰、列车刹车、高速运动等多个技术环节的安全性和稳定性及列车运行速度、线路平纵断面、隧道、沙尘等因素对探测系统的影响,采用 RT-TOV-gb 辐射传输模型及探空、固定微波辐射计观测数据,充分论证了铁路平台气象垂直动态探测系统的可靠性,为后续开展基于实际铁路的气象垂直动态探测应用试验研究奠定了坚实基础。

此外,为定量评估基于铁路网的气象垂直动态探测廓线数据对暴雨预报的潜在影响和贡



基于综合巡检车的气象垂直动态探测系统安全试验

献,采用 WRFDA 同化系统和 Hybrid OSSE 方法,定量评估了华北地区火车站温湿度廓线虚拟数据同化对“21·7”河南极端暴雨预报的潜在影响和贡献,同化后暴雨和大暴雨 24 h 降水预报 TS 评分分别提高 13% 和 18%,显著提升了河南暴雨预报能力。

#### ■ 研发双阶矩规范化雨滴谱反演方法

雨滴谱模型中的约束关系使得雨滴谱反演方法存在局限性,例如在“约束性 Gamma(C-G)模型”雨滴谱反演方法中统计形状因子-斜率因子( $\mu$ - $\Lambda$ )关系时,剔除部分数据,得到的  $\mu$ - $\Lambda$  关系并不能代表所有降水的特性。为此,团队提出新的雨滴谱反演方法——双阶矩规范化雨滴谱反演(M6M7)法。针对广东两次降水过程,采用模拟试验,得到的地面观测和高空反演等结果验证了方法的可行性。从不同雨强和不同粒径分段,与之前方法(C-G 方法和 M3M6 方法)对比,发现该方法整体效果优且稳定性好。结合 M3M6 方法在大到暴雨中的反演优势,形成综合算法,进一步提升雨滴谱反演精度,这为精细化降水微物理研究和定量降水估测提供了更可靠的工具。

#### ■ 开展风云四号气象卫星数据同化在强对流预报中的关键技术研发

依托国家重点研发计划“风云四号卫星数据同化在强对流预报中的关键技术研发”青年科学家项目,系统性建立了复杂地表情况下影响强对流触发前大气低层热力结构的卫星同化技术,不同于当前国内外所采用的平面平行辐射方案,新的次像元地形辐射观测算子从理论上考虑了卫星视场内地形起伏对红外辐射的遮挡和发射效应,亮温模拟偏差降低 60%,模型计算效率高,突破了复杂地形卫星同化瓶颈,关键技术获中国气象局成果应用。针对强对流天气适应性问题,研制了结合人工智能方法的自适应同化技术,并通过构建薄云和厚云条件的差异化同化方式有效提升云区卫星数据利用率。成果入选科技部“重大自然灾害防控与公共安全”重点专项 2025 年度亮点成果。

#### ■ 开展水平湍流与边界层-浅对流一体化方案在 CMA-MESO 模式中集成应用

在国省统筹数值预报统一研发框架下,针对 CMA-MESO 对强对流云体模拟能力不足问题,将自主研发的尺度自适应水平湍流方案(Hgrad 方案)和边界层-浅对流一体化方案(MY-NN-EDMF)引入 CMA-MESO 模式系统。前者对对流云体相关的湍流通量进行优化,次网格湍流通量不像传统方案那样仅受标量场控制,而是由标量场和运动场间的非线性项调控,可表征强对流相关的逆梯度水平输送;后者在同一物理框架下考虑边界层湍流和浅对流、浅积云的发展过程,避免了传统多方案组合时分层、分类处理而带来假设不兼容、耦合作用不直接的问题,有利于减小对流发展阶段的模拟误差。

#### ■ 开展强对流科学观测支撑数值模式关键技术研发

以中国气象局阜宁强对流野外科学试验基地为核心,联合盐城、连云港、淮安等江淮关键区域,围绕致灾强风暴的低层精细结构、动力-微物理演变机制及预警预报技术,系统开展了多平台协同野外观测与科学研究。基于观测试验构建了多波段天气雷达对流精细监测网络,发

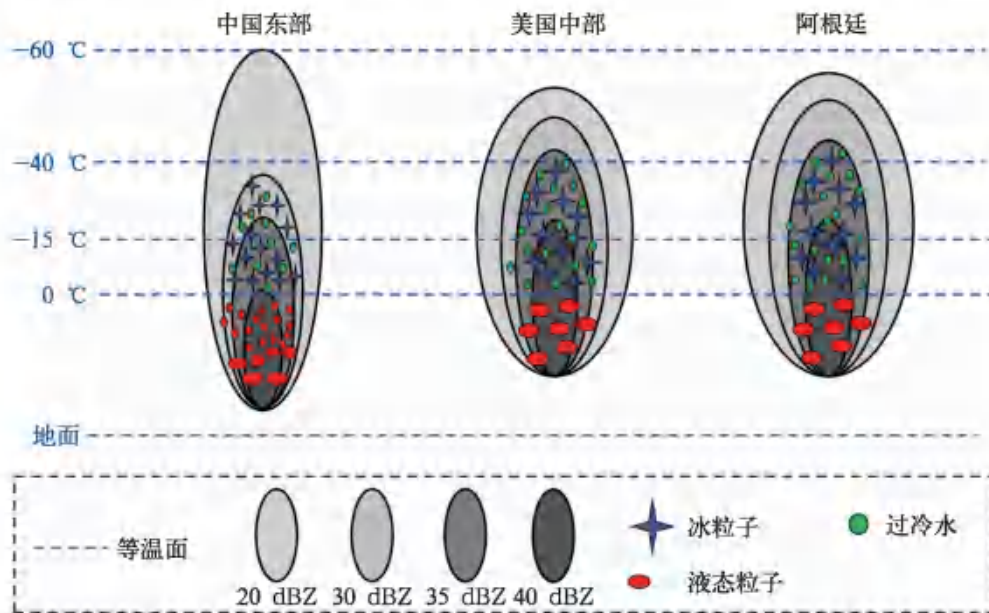
展基于 ENKF 的雷达偏振量同化技术,实现 S+X 多波段偏振雷达的组网同化应用。偏振量  $Z_{DR}$  和  $K_{DP}$  的同化增强了对流区域的垂直运动强度,X 波段雷达数据进一步改善了低层热动力结构,使预报强对流的位置与强度更贴近实况。针对江淮地区典型强对流过程,共组织实施了 6 次加密观测试验(IOP),获取从环境背景场到中小尺度对流系统演变全过程的精细探测数据。通过融合天气雷达、微波辐射计及涡动通量等多源数据并实施质量控制,初步建成强风暴过程前后大气低层关键物理量数据集。基于近地层湍流涡动观测对高分辨率区域模式的评估表明:模式能较好地再现局地热对流发生前的地表加热、感潜热通量增强及不稳定能量积累,以及降水发生后气温下降、比湿回升这一“能量积累-触发-响应”的物理链条,但在关键转折时序及强度极值模拟上仍存在不足,为下一步模式物理过程优化提供了明确方向和观测数据支撑。

■ 揭示粗细模态气溶胶对降水的差异化影响机制

粗模态(海盐气溶胶)气溶胶污染条件下,云内暖雨碰并过程占主导地位(贡献度为 74.1%),近地面雨强更强;细模态气溶胶(硫酸盐等)通过抑制碰并增长,使云体垂直发展增强 0.8~1.2 km,但地表降水效率降低 35%,雨滴谱呈双峰窄分布(中值直径平均值为 1.14 mm,相比粗模态尺度下降 8%)。该发现为气溶胶-云降水相互作用的正负反馈机制提供了新的观测证据。

■ 开展基于星载降水雷达的大地形下游飊线微物理结构及其机制研究

针对中国东部(青藏高原下游)、美国中部(落基山脉下游)和阿根廷地区(安第斯山脉下游)飊线的微物理结构及大地形对其影响机制,利用星载雷达和再分析数据,研究发现相比于



中国东部、美国中部和阿根廷地区飊线微物理结构示意图

美国中部和阿根廷地区,我国东部飊线的冰相微物理过程较温和,粒子浓度大、暖云深厚,暖雨过程活跃,可在地面产生更多强降水。西南季风气流在青藏高原和云贵高原提供的动力作用(绕流和爬升)下,为我国东部飊线的独特微物理过程提供充足的暖湿条件。

#### ■ 实现微波大气温湿度垂直廓线反演,为天气监测提供技术支撑服务

基于风云气象卫星微波探测仪,融合对大气温湿度敏感的多频点亮温和海洋卫星微波辐射计对海表状态和大气水汽敏感的频点亮温,克服单一传感器反演时因参数间相互干扰导致的误差,在统一的最优化框架下,通过多源信息互补,在变分迭代过程中分步计算不同入射角的观测增量,利用同一地理位置不同入射角观测信息的大气和海洋的关键参数反演,显著提高大气和海表参数有效获取能力,实现空天地基数据同化系统所需的高精度、高时空一致性的环境参数产品生成。大气温湿度垂直廓线产品集成到江苏预报业务一体化平台进行业务应用。

#### ■ 开展全球微波地表发射率数据集构建与模拟研究

基于国产风云气象卫星微波成像仪数据,融合晴空与晴/全空混合地表发射率产品,构建旬/月尺度全天空/全地表新数据集 New\_FY3D,并结合 14 类地表地球物理参数,通过 XGBoost 模型实现 10.65~89.0 GHz 频率范围 MLSE 瞬时模拟。结果显示,New\_FY3D 亮温模拟精度优于 TELSEM2 等国际主流产品,XGBoost 模型在晴空和阴天条件下决定系数分别超过 0.92 和 0.88,均方根误差均低于 0.023,基于该模型的 FY-3F 亮温模拟标准差仅为 6.6 K。研究突破了传统 MLSE 产品局限,为卫星数据同化与数值天气预报提供关键技术支撑。成果发表在 *Advances in Atmospheric Sciences*。

#### ■ 研发基于静止卫星红外观测的台风内核尺度反演算法和数据集

由于缺少常规的飞机观测,西北太平洋台风尺度的确定仅能依靠静止卫星红外反演和极轨卫星微波探测。基于合成孔径雷达的评估表明,联合台风警报中心最佳路径数据集中尺度估计的不确定性高达 30%~50%,最大风速半径最甚。团队基于高时空分辨率的静止卫星红外观测和高精度的合成孔径雷达台风风场产品,分别针对有眼台风和无眼台风建立新的内核尺度估计算法。无论是有眼台风还是无眼台风,新算法偏差均较联合台风警报中心数据集降低 40%以上。算法具备业务化运行的条件,用户仅需提供台风中心位置和是否有眼两个关键信息,即可由红外云图得到最大风速半径信息。在此基础上,团队建立了台风内核尺度数据集(2016—2024 年,时间分辨率为 0.5 h),可用于分析台风尺度变化特征。

### 1.10.2 交通气象技术与应用

#### ■ 开展基于物理平衡关系的雾数值产品释用和集合预报

基于 Zhou Binbin 开发的雾物理平衡诊断模型,完成江苏、河北等地的本地化适配。该模型可接入 WRF、ECMWF、CMA-GFS、CMA-MESO 等多源数值预报产品,实现雾与能见度的诊断预报。雾及海雾个例验证表明,其预报性能优于 ECMWF 默认能见度预报,兼具计算高

效、存储占用低的优势。同时,研究发展了多物理扰动与随机物理扰动结合的雾集合预报技术,较常规确定性预报显著提升雾的时空分布及生消时间预报精度,实测显示 ETS 评分提升约 0.20,雾生时间偏差减小 0.7~2.9 h,雾消时间偏差降低 0.2~0.5 h。

### ■ 研发基于视频图像的冰雪天气灾害智能感知识别技术

针对高速公路雨季与融雪期的安全监测需求,将“积水”明确纳入核心识别类别,重点解决传统算法难以区分“路面潮湿”与“实质积水”的关键难题。通过建立严格的积水物理定义与判定基准,指导数据集的系统清洗与重标,显著提升样本标注一致性与物理合理性。针对积水样本稀缺且易受夜间反光、倒影等复杂光照影响的问题,开展定向数据增强,综合采用光照模拟、抗干扰处理及几何变换等策略,重点扩充多光照、多视角条件下的积水样本。在模型层面,针对积水与积雪“光照相似、纹理相异”的视觉特性,引入高效注意力协同机制,使模型在特征提取阶段自适应分离路面反光亮度与表面粗糙度细节,并优化下采样策略,保留关键语义信息的同时减少空间细节损失。进一步构建多维后处理决策优化框架,深度融合气象信息与时序特征,通过物理一致性校验、多源信息融合与时序平滑,有效抑制误检与误报,显著提升系统在极端天气和复杂工况下的稳定性与可靠性。



冰雪天气灾害智能感知识别技术

### ■ 推进路面低温结冰监测预警技术推广应用

服务交通强国建设,积极推进路面低温结冰监测预警技术在江苏省外(如浙江省相关部门)的推广应用。与嘉兴市气象服务中心合作,成功获批嘉兴市科技局社会发展专项项目“嘉兴快速公路路面低温冰情监测及预报研究”;与绍兴市快速路运营管理中心合作,深入开展基

于热谱地图技术的冬季快速路路面低温冰情监测设备及预警预报技术本地化研究；推进公路气象监测预警数字化交通强国建设试点任务，依托京雄高速开展基于人工智能技术的公路区域性交通气象风险模型研发，形成气象监测预警“一张图”、公路沿线热谱数据“一张图”及标准化公路监测数据“一张图”，预期形成系列专业服务产品，以有效支撑运营期智慧高速公路建设发展。



开展热谱地图科学观测试验

## 凌晨三点，高速公路上驶来一辆气象观测车

本报通讯员 陈晓颖 记者 叶奕宏

### 我在现场

12月19日，3时许，京雄高速公路上。

人冬以来华北的首场大范围降雪刚过，公路沿线的气温持续走低，路面湿滑的阴影在车灯下瑟瑟发光。空荡荡的路面上，一辆搭载着气象仪器的车孤独前行——这已是它第三次在同一个时段，同一路段重复往返。

“午后，低温、夜雨”正是交通气象服务中最需要重点研究和防范的场景。“天时”难测，我们要抓紧时间完成冬季交通气象外场观测试验。这样就能赶在新雪降到来前完成路面湿度监测部署，让那些高速公路低温结冰风险预警从公里级提升为20米级。”车后座上紧盯观测数据的朱为鹏表示。他与正在开车的杨华林，车前座上奋笔记录的徐靖远，都来自中国气象局交通

气象重点开放实验室（以下简称“实验室”）研究团队。

冬季夜间的雨雪、低温、低能见度，向来是道路安全的“隐形杀手”，即便气象部门联合相关部门将大部分地区的交通气象观测站网加密至公里级，仍难以完全洞悉复杂路况下的气象风险。比如首次参与试验的徐靖远就发现，如果两个站点中间有桥梁，结冰风险会升高——这是平时接触的定位观测数据无法察觉的变化。

自2016年起，江苏气象部门自主研发路况感知移动观测技术，利用车载仪器捕捉路旁及近地层气象要素，检测空间分辨率达20米的高速路网热谱地图，实现逐公里级实时反馈，助力开展精细化低温冰冻监测预警。随着气象与交通运输、公安部门合作不断深化，如今这项技术愈发成熟，并在山东、河南、贵州等地推广。此次京雄高速公路上的试验，正是部门深化

合作的又一实践。

实验室主任刘继田表示，京雄高速是交通强国试点建设路段之一，自建以来受交通运输部与气象部门密切联动，着力提升道路交通安全保障能力。今年以来，两部门已在京雄高速及相关区域开展过多次观测，积累了扎实的数据和技术基础，但缺少冬季外场观测这一关键环节。得知路况天气符合试验要求后，实验室迅速组建专班，杨华林、徐靖远三人带着自主研发的车载交通气象观测设备赶赴雄安新区。

自12月18日起，三人白天探路、调试观测设备，并对观测数据进行初步处理，夜间根据交通、气象条件，择机于0时至3时往返于雄安新区与总仓村收费站之间开展试验。每天深夜，200多公里的行程量，司机需将车速精准控制在每小时80公里左右，以保持数据采集频率；另外两人，一人要实时监测数据质量，调整设备状态，另一

人则负责记录天气、路况和交通情况，为后续数据分析提供支撑。

此刻，距试验完成仅剩下3公里，三人都在与疲惫奋笔对仗，却没人再碰手边保温杯里的咖啡。“喝多了要上厕所。试验一旦中断，数据连续性就破坏，之前的努力就会白费了。”杨华林说着摇摇头，零下5℃的寒风刺骨灌入。三人同时打了个激灵，谁也没敢闭眼歇口气。

车灯掠过路面，残雪的积雪逐渐变薄，监测屏幕上，路面温度、路面状态分布、近地层气温等数据跳动不停。四种数据，时间虽显格外漫长，三个人不敢有丝毫懈怠，密切关注着数据，现在的一分坚持，都是在为未来添一分平安。

车辆缓缓驶离最后一个观测路段，天空仍是一片墨色，但试验车辆收集到的气象数据，已如夜空的繁星点点，照亮了冬季行车安全的方向。

《中国气象报》报道京雄高速等开展交通气象观测试验

## ■ 发布国家标准《道路结冰高影响路段排查规范》并绘制风险地图

联合公安部、交通运输部等多部门共同编制的国家标准《道路结冰高影响路段排查规范》正式发布。该标准构建综合评估模型，通过融合致灾因子、孕灾环境、承灾体及灾情等多源数据计算道路结冰风险指数，并兼顾路段防灾减灾能力，建立科学统一的道路结冰高影响路段识别技术体系，是对公安部、交通运输部、中国气象局连续多年共同推进的“恶劣天气高影响路段优化提升”工作的深化与落实，为跨部门协同开展隐患路段排查、交通气象监测设施建设、提示及

警示设施布设、防御管理与应急处置等工作提供统一的标准化技术支撑和决策依据。基于中国气象局公共气象服务中心、公安部收集的 2022—2024 年相关数据,承担了长三角区域高速公路(12 条)道路结冰风险地图的绘制工作,并参与撰写《2025 年试点高速公路交通气象灾害风险地图绘制报告》。



道路结冰风险等级分布图

### ■ 开展高速铁路沿线雷击危险性分析及跳闸计算

聚焦江苏省 13 条高速铁路沿线雷击特征,通过历史灾害数据梳理及雷电探测数据分析,厘清沿线雷击时空分布规律、强度等级及雷电流幅值拟合等核心特征。在此基础上,基于 EGM 模型构建接触网雷击仿真分析,计算避雷装置布设前后接触网的直击雷跳闸率,以及因此引起的反击跳闸率,通过对比分析布设前后的防护效果差异,探究雷电防护系统对接触网的防护效能,为优化江苏省高速铁路接触网防雷防护方案,保障高速铁路安全稳定运行提供科学依据与技术支撑。

### ■ 改进融合多因子特征的地基微波辐射计探测热动力反演优化方法

围绕交通气象精细化观测需求,针对地基微波辐射计(MWR)温湿度廓线反演精度偏低的问题,系统开展了基于探空数据的反演误差评估与模型订正研究。通过构建包含 2632 对地基微波辐射计-探空匹配样本的高质量数据集,综合应用卡尔曼滤波、随机森林、神经网络等多种方法开展订正试验,显著提升了辐射计温湿度廓线的可靠性和稳定性。研究结果表明:改进的时间标签神经网络模型表现最为突出,可将温度和湿度的均方根误差分别降低至 2 K 和

20%以内,最大改进幅度达到60%,同时有效增强了廓线在不同高度的时空一致性,明显改善了原始辐射计在低层暖偏差、高层湿度误差大的不足。

### ■ 构建雾/能见度多源多模态智能识别与反演关键技术

构建融合多源观测与多模态特征的雾/能见度智能识别与反演技术体系。综合利用静止气象卫星、岸基能见度激光雷达、沿海气象站及视频监控等数据,建立时间长度为8年的江苏沿海海雾数据集,形成952张像素级标注的大雾样本。基于此,发展双分支特征融合雾检测算法:主分支输入卫星三通道假彩色图像及前6时刻序列,刻画雾的时空演变特征;辅助分支引入通道差、纹理特征及海表温度等物理信息以增强判识能力,算法命中率达到0.753、临界成功指数为0.604,性能优于对比方法,并已在业务平台应用。同时,提出多模态能见度反演框架,采用影像视觉分支与气象要素分支并行处理,通过特征融合实现实时影像与气象观测能见度的端到端反演,可支撑业务化能见度预警。该技术体系实现了雾区识别与能见度定量反演的协同融合,为沿海雾情监测、预警和精细化服务提供了可靠的技术支撑。

## 1.11 科研平台建设及观测试验

### ■ 复杂地形区数值预报与短时临近预警关键技术研发

开展适用于青藏高原复杂地形的数值模拟技术研发。引入考虑次网格地形信息的天空视域因子作为30 m地形平滑的权重,保留更多的地形坡度信息,有效改善模式对小尺度地形区地表温度刻画。结合青藏高原云系特征调整云滴数浓度及淞附、凝华等冰相过程参数,发展基于CNOP方法协同优化云微物理和边界层参数的方法,改进模式对于青藏高原强降水的空报。通过地形、陆面-边界层-云微物理的一体化集成应用,显著提升了模式对复杂地形强对流和降水的模拟能力。通过构建面向红原外场观测的单柱模式试验平台,为外场观测与模式改进建立桥梁,形成了“模式模拟-外场观测-评估优化”的应用闭环。

构建支持星-地微波观测联合直接同化的技术框架。面向青藏高原新型遥感观测业务应用需求,在西南区域业务预报系统引入地基微波辐射计晴空区亮温直接同化技术,强降水过程预报评分提升5.2%,填补了地基微波辐射计亮温观测定量化业务应用空白。针对云区同化难题,研发地基微波辐射计云区亮温直接同化技术,为提升新型遥感观测应用水平提供了关键技术支撑。发展基于机器学习的风云卫星微波湿度计观测算子优化及全天空同化技术,近地层通道同化数量提升2%~13%,构建星-地协同的微波观测同化框架,拓展了青藏高原新型遥感观测数据的同化应用空间。

建成新一代西南区域数值预报系统。面向西南复杂地形灾害性天气防御和重大活动保障需求,集成多项物理过程改进和新型多源数据同化方案,建成新一代SWC-WINGS V2.0。模式引入高分辨率地形处理、次网格辐射、最大熵增(MEP)陆面热通量、双参数云微物理和城市

冠层等关键物理过程方案,实现四川及周边多源雷达数据快速同化,前 12 h 降水预报性能平均提升 3%以上,模式运行效率提升 2%以上,为西南区域强降水预报以及 2025 年 8 月成都世界运动会等重大活动提供了高时空分辨率客观预报产品。

开展青藏高原气象监测预警技术研发。基于四川盆地雷达回波组网数据,引入 Flex-TRKR 全球 MCS 追踪算法,构建适用于高分辨率雷达数据的 MCS 识别与追踪算法。首次将基于图网络的人工智能预报模型在四川复杂地形区的区域化迁移尝试应用,目前已搭建基础模型,完成数据流搭建和模型前期测试。研发了基于变分自编码器的雷达预训练模型、基于预训练的多层雷达回波预报模型、基于高斯泼溅的雷达预训练模型、DBMSVSM(双分支 Mamba 时序视觉状态模型)。研发人工智能短临外推模型等技术,并集成国内最先进预报技术,建成短时临近预警平台,并应用于雅安、甘孜、绵阳气象部门,为复杂地形区域 2025 年度汛期强降水县域自主预警工作提供了有力技术支撑,约 50%的强降水过程实现了预警信号发布的提前,平均时间提前了 36.5 min,其中甘孜州最长提前时间达到 79 min。

#### ■ 设计实施青藏高原降水过程综合科学试验

2025 年,青藏高原气象研究院围绕青藏高原降水过程,设计并统筹实施了多平台协同低涡观测试验、模式物理过程单柱观测试验和地形影响综合观测试验。

开展多平台协同低涡观测试验。7 月 20 日—8 月 10 日,在高原低涡主要活动和影响区开展“地-空-天”多平台协同低涡观测试验。在青藏高原东部 250 km 间距的业务探空站基础上,新增阿坝、松潘、马尔康、若尔盖 4 个临时探空站,构成 100 km 间距的空间加密高空观测站网,15(1)个探空站的观测频次加密至每天 4(8)次。商调中国气象局大型无人机利用下投探空对低涡系统进行了 11 架次跟踪观测。依托风云四号气象卫星获取分钟级、百米级扫描观测的数据。研发红原站与天全站地基多波段雷达(X/Ku/K 波段雷达)的数据交叉验证和质控算法,并改进了青藏高原夏季水凝物相态识别方法。试验获取的低涡流场、热力场和水汽分布三维数据,为科研业务及服务应用提供了关键支撑。试验被央视新闻报道。

开展模式物理过程单柱观测试验。在多平台协同低涡观测试验期间,以红原探空站为中心站点,构建 30 km 间距的加密站网,布设自动气象站、自动旋翼无人机、风廓线雷达、激光测风雷达等 10 余型设备,实现了 C 波段天气雷达和移动 X 波段双偏振雷达自动协同组网,成功获取红原附近大气柱内的各类气象要素(风速/风向廓线、空气温度、相对湿度廓线、云顶/云底高度、降水粒子尺度谱、数浓度谱、雨强和雨量)和能量通量(太阳短波辐射、地表长波辐射、近地面感热、潜热、动量通量)等 40 类变量,获取了可用于大气单柱物理过程研究的完备数据。试验期间多次捕捉青藏高原高影响天气过程,为评估和改进模式物理过程在不同天气条件下的表现提供了观测依据。



央视新闻报道青藏高原东部降水过程多平台综合观测试验

开展地形影响综合观测试验。2025年在青藏高原东南延伸区持续推进地形影响综合观测试验。在大理山地气象立体综合观测网基础上进一步加密布局,在苍山西侧漾濞站、山顶洗马潭站、北侧洱源站、东侧山腰白雀寺站、东侧大理国家气候观象台及洱海西岸龙龕站等关键位置增设微小型 X 波段天气雷达、Ka 波段测云仪、微雨雷达、雨滴谱仪等多类型设备,形成覆盖山体迎风坡-山顶-背风坡-湖岸的综合观测断面,成功捕捉到 18 次强降水过程,系统获取大气温湿廓线、三维动力场、云微物理特征等观测数据,为揭示复杂地形降水机理和提升强降水精细化预报能力提供了高质量观测支撑。

#### ■ 成功开展东北冷涡无人机观测试验,提升强对流天气预报能力

中国气象局东北冷涡研究重点开放实验室联合辽宁省气象局和中国气象局气象探测中心开展了东北冷涡大型无人机机动观测试验。海燕 II 型无人机搭载下投探空系统等多源载荷,并在葫芦岛附近渤海海域投放 4 次下投探空。本次试验还启用多套垂直遥感观测设备进行协同观测。实验室全程负责试验方案的制定,试验敏感区、试验时间、飞行路线的确定。接收到试验观测数据后,实验室第一时间启动东北区域快速循环同化数值模式,对比分析试验观测数据对模式预报的影响,结果当日反馈项目组。试验结果证明,精准的无人机下投探空数据对于深化对东北冷涡复杂结构及其伴随强对流机制的认识具有重要意义,同化观测数据试验显示垂直观测数据的同化对改进模式降水预报有较好的作用。本次试验和复盘为开展更大规模东北冷涡强天气观测试验奠定基础。

#### ■ 研发的 RAPASS\_1.0 强风暴偏振雷达快速分析系统赋能防灾减灾新高度

科研创新需落脚于业务应用,转化为防灾减灾的实际能力。基于全国组网的 S 波段双偏振雷达数据,研发 RAPASS\_1.0 强风暴偏振雷达快速分析系统业务化。基于全国 S 波段双偏振雷达数据,开发面向强对流风暴实时监测的 RAPSS\_1.0 系统,实现双偏振量快速空间耦合

分析,以及强风暴快速识别、分析和预警发布。该成果已经在中央气象台、山东省气象台、江西省气象台业务化运行,河南省气象台测试运行,为防灾减灾决策提供更加及时、有力的科技支撑。

#### ■ 华北强降水机理研究取得新进展

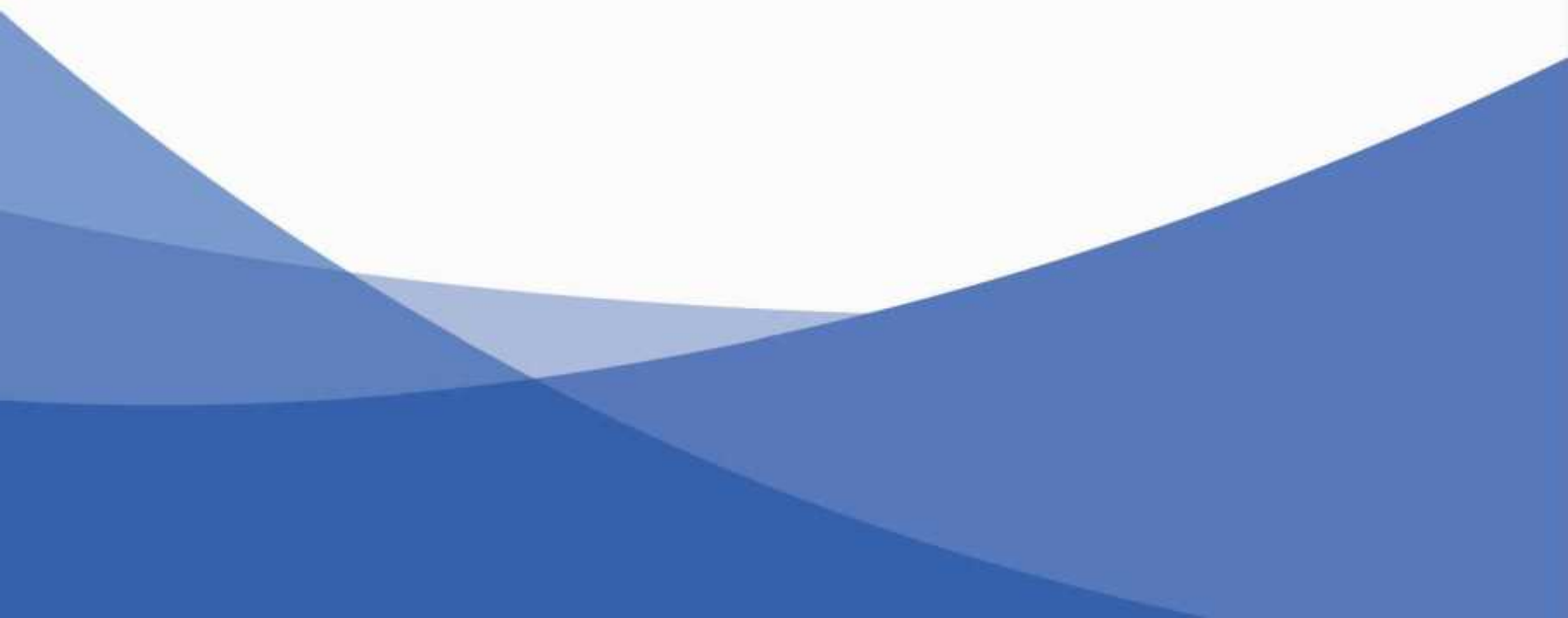
继续开展“华北暴雨综合科学试验”,该试验为国内首次针对地形-海陆-复杂下垫面影响下对流系统发展机理的外场试验。结合试验数据,深入研究对华北地区季风涌影响强降水机制和东移下山的对流系统产生短时强降水机制及可预报性。相关成果对 2025 年 7 月京津冀强降水事件的预报工作提供了指导。

#### ■ 近海深圳地区对流边界层与台风边界层湍流特征的综合观测研究

对流边界层尤其是台风边界层的垂直结构和特征湍流尺度缺乏深入的观测研究。通过分析深圳 356 m 气象塔和多普勒风激光雷达的协同观测数据,研究对流边界层和台风边界层条件下的边界层湍流。结果表明:利用 6 波束法与超声风速仪得到的水平方差和湍流动能(TKE)间的偏差随高度增高而增大。在台风条件下,增强的风切变改变了边界层湍流动能的垂直廓线,出现湍流动能随高度增加的现象,表明台风边界层中高层的风切变仍然可以产生较强的湍流。多普勒雷达捕捉到大气边界层从稳定边界层快速过渡到近中性台风边界层的现象(时间不到 1 h)。湍流谱分析揭示湍流主导尺度的缩小,湍流能量从对流边界层中的千米尺度转移到台风边界层中的较小尺度。

# 第 2 章

## 科研项目





## 2.1 新增项目

2025 年我院获批立项科技部国家科技重大专项项目 1 项、课题 1 项、科技基础资源调查专项项目 1 项；国家自然科学基金重点项目 1 项、联合基金 3 项、专项 1 项、国际(地区)合作与交流项目 2 项、面上项目 14 项，青年科学基金项目 A 类 1 项、B 类 1 项、C 类 16 项；作为核心成员参与卓越研究群体项目 B 类 1 项；中国工程院项目 1 项，中国科学技术协会项目 2 项，国家统计局项目 1 项，中国气象局项目 24 项，地方科技项目 13 项，企业科研项目 1 项，开放课题类 35 项。

序号	项目来源	项目分类	名称	主持人
1	科技部	国家科技重大专项项目	京津冀精细化无缝隙环境气象智能感知与预报关键技术研发	王亚强
2	科技部	国家科技重大专项课题	海上雷电多参量三维活动监测预警技术研究	姚雯
3	科技部	科技基础资源调查专项项目	中国人工影响天气飞机多源探测数据集研制及示范应用	张朝林
4	国家基金委	卓越研究群体项目 B 类 (核心骨干)	大气成分变化与碳中和	车慧正
5	国家基金委	重点项目	西北太平洋台风-季风跨尺度相互作用对华北年最强降水的影响机理和次季节尺度预报研究	祝从文
6	国家基金委	联合基金项目	川藏地区地形和典型天气系统协同影响下的强降水过程演变机理	徐祥德
7	国家基金委	联合基金项目	卫星遥感-智能化大气垂直综合探测平台试验应用研究	车慧正
8	国家基金委	联合基金项目	AI 驱动的我国东部地区关键环境气象要素高精度无缝感知与协同预报关键技术研发	李论
9	国家基金委	专项项目	战略研究类:构建我国气候变化研究独立叙事战略研究	张小曳
10	国家基金委	国际(地区)合作与交流项目	大气深对流夹卷率廓线反演、参数化及在气候模式中的应用	郭建平
11	国家基金委	国际(地区)合作与交流项目	赴港参加大气环境、极端天气与健康国际会议	陈阳
12	国家基金委	面上项目	登陆台风雨带对流动力和微物理耦合结构及其对降水影响机制观测研究	王明筠
13	国家基金委	面上项目	我国东部平原暖季大气波涌形成机制及其对强对流发生发展的影响机理研究	张树时
14	国家基金委	面上项目	基于卫星遥感的台风尺度变化特征和“对流加热”机制研究	诸葛小勇
15	国家基金委	面上项目	青藏高原及下游区域中尺度对流系统精细化特征与公里尺度模拟研究	李普曦
16	国家基金委	面上项目	东亚夏季风次季节环流型对 ENSO 多维变率的响应机理研究	蒋宁
17	国家基金委	面上项目	过去千年大西洋多年代际变率的驱动机制研究	左萌
18	国家基金委	面上项目	干旱影响下玉米叶绿素荧光和光合生产力的多尺度协同响应和关联机制及模拟	蔡福
19	国家基金委	面上项目	青藏高原不同干湿状态的极端温度事件年际变化的局地 and 遥相关调制因子研究	鲁萌萌

序号	项目来源	项目分类	名称	主持人
20	国家基金委	面上项目	陆地高海拔地区高能闪电击穿事件占比更高的原因和机理研究	郑 殊
21	国家基金委	面上项目	渗流理论在北极平流层-对流层耦合中的应用研究	马 旋
22	国家基金委	面上项目	夏季东北冷涡的次季节可预测性研究	房一禾
23	国家基金委	面上项目	青藏高原复合极端高温-降水事件的检测归因及物理机制研究	周佰铨
24	国家基金委	面上项目	基于主-被动遥感观测的气溶胶组分三维分布协同反演技术及其气候环境效应研究	李 雷
25	国家基金委	面上项目	间歇性起沙过程中的湍流作用及参数化方案研究	李晓岚
26	国家基金委	青年科学基金项目(A类)	极地气象与冰冻圈	丁明虎
27	国家基金委	青年科学基金项目(B类)	多尺度气溶胶变化与环境气象影响	桂 柯
28	国家基金委	青年科学基金项目(C类)	大气河极端事件对南极半岛冰川物质平衡线迁移的影响研究	于亦宁
29	国家基金委	青年科学基金项目(C类)	东南极冰盖下降风对沿岸边界层逆温逆湿的调控机制研究	张 雷
30	国家基金委	青年科学基金项目(C类)	北京地区下山雷暴前期信号及演变机制的观测研究	郭晓冉
31	国家基金委	青年科学基金项目(C类)	吸湿性对气溶胶关键光学参数和辐射效应影响的研究	胡昕尧
32	国家基金委	青年科学基金项目(C类)	气溶胶冰核效应对华北降雪影响的模拟研究	张文杰
33	国家基金委	青年科学基金项目(C类)	华北农田 NO <sub>x</sub> 通量观测及其对臭氧的影响研究	刘雨思
34	国家基金委	青年科学基金项目(C类)	京津冀地区云覆盖边界层湍流:反演算法、精细结构及演变机制	孟德利
35	国家基金委	青年科学基金项目(C类)	海雾生消过程的湍流激光雷达遥感观测技术与动力学参数化研究	王筱晔
36	国家基金委	青年科学基金项目(C类)	基于微波遥感的热带气旋热力结构反演产品的多源融合和订正技术研究	李文钰
37	国家基金委	青年科学基金项目(C类)	热带太平洋海面温度-降水偏差归因与耦合反馈研究	靳 维
38	国家基金委	青年科学基金项目(C类)	主粮作物次适宜区种植马铃薯的产量-收益-环境效应研究	李 扬
39	国家基金委	青年科学基金项目(C类)	江淮暖季暴雨对流尺度协同扰动及集合预报订正技术研究	张 璐
40	国家基金委	青年科学基金项目(C类)	闪电混合型击穿过程放电特征和关键影响因子的数值模拟研究	郑天雪
41	国家基金委	青年科学基金项目(C类)	大扫描角情况下的卫星红外高光谱辐射传输算法研究	谢琬琳
42	国家基金委	青年科学基金项目(C类)	基于深度学习融合微物理约束的双偏振雷达资料间接同化研究	崔志强
43	国家基金委	青年科学基金项目(C类)	黑潮延伸体海区亚中尺度过程对其近海表风场的影响	王青玥
44	中国工程院	科技战略咨询课题	工程院战略咨询项目	张小曳
45	中国科学技术协会	青年科技人才培养工程博士生专项计划	青年科技人才培养工程博士生专项计划	张展豪
46	中国科学技术协会	青年科技人才培养工程博士生专项计划	青年科技人才培养工程博士生专项计划	张栩滔
47	国家统计局	重大统计专项	先进技术在国家及省级碳源汇准实时监测中的应用研究	王德英
48	中国气象局	创新发展专项	北极航通通航风险与通航能力评估与预估	魏 婷
49	中国气象局	创新发展专项	我国典型区域雪崩灾害机理与风险评估	赵守栋
50	中国气象局	创新发展专项	复合极端灾害事件特征、成因及社会经济系统风险预估关键技术研究	余 荣
51	中国气象局	创新发展专项	农业气象试验站区域联合试验-2025	宋艳玲

序号	项目来源	项目分类	名称	主持人
52	中国气象局	创新发展专项	中医“因时制宜”理论下大气环境与气象敏感性疾病的关系及风险预报技术研究	孙兆彬
53	中国气象局	创新发展专项	基于测风激光雷达协同观测的全边界层大气湍流变化研究	王寅钧
54	中国气象局	创新发展专项	金融气象系列指数研发及有效性评估	陈思宁
55	中国气象局	创新发展专项	基于 AI 降尺度的北京地区百米级三维风场预报技术研究	胡志群
56	中国气象局	创新发展专项	大气成分与天气气候相互作用关键理化过程的观测与模拟研究	沈小静
57	中国气象局	创新发展专项	基于深度学习的双偏振雷达变量临近预报技术	吴 琳
58	中国气象局	创新发展专项	华北平原玉米高温干旱试验研究	周怀林
59	中国气象局	创新发展专项	空中引雷试验及其双向先导观测研究	樊艳峰
60	中国气象局	创新发展专项	东北冷涡极端持续性强降水预报技术	李得勤
61	中国气象局	创新发展专项	东北冷涡背景下分钟级强降水对流分辨尺度预报技术	刘 静
62	中国气象局	创新发展专项	城市复杂下垫面条件下典型航路低空飞行适航条件论证及示范应用	慕熙昱
63	中国气象局	创新发展专项	基于综合观测资料的江苏沿海海雾识别和短临预报方法研发	王宏斌
64	中国气象局	创新发展专项	基于 AI 扩散模型的近地面气象要素模拟和集合预报系统	王文兰
65	中国气象局	创新发展专项	全球变暖背景下青藏高原春季不同相态降水变异研究及预测	韩双泽
66	中国气象局	创新发展专项	科研项目管理体系研究	郑 竞
67	中国气象局	揭榜挂帅项目	江西省动力廓线融合产品研发和低空航危天气智能预警研究	郭建平
68	中国气象局	气候变化专题	南极极端气候事件变化机制	王 赛
69	中国气象局	气候变化专题	青藏高原高寒草地生态系统演变及其对气候变化的响应	汲玉河
70	中国气象局	数值预报统筹研发专项	面向西南区域 FY4B-GIIRS 资料同化的偏差订正研究	郑 青
71	中国气象局	数值预报统筹研发专项	青藏高原东部边界层参数化方案评估与优化研究	高笃鸣
72	地方科技项目	北京市自然科学基金青年项目	可解释 AI 驱动的 PM <sub>2.5</sub> /O <sub>3</sub> 复合污染多尺度归因评估	柯华兵
73	地方科技项目	北京市自然科学基金面上项目	基于高山观测和大涡模拟研究气溶胶活化对地形云微物理过程和降水的影响	刘 全
74	地方科技项目	江苏省科技厅面上项目	东亚地区混合相云宏观特征、相变机制和降水效应的卫星观测	姚 彬
75	地方科技项目	辽宁省科学技术计划自然科学基金面上项目	东北黑土农田生态系统碳通量变化特征及其模拟研究	温日红
76	地方科技项目	辽宁省科学技术计划自然科学基金面上项目	基于 ConvLSTM-UNet-WGAN 的东北冷涡强降水临近预报系统研究	田 莉
77	地方科技项目	辽宁省省政府	沈阳农业与生态气象研究院建设专项	陈力强
78	地方科技项目	领军人才智用汇聚计划	黄渤海海域及沿岸致灾性大风危险性评估技术与预警应用研究	徐 晶
79	地方科技项目	青岛市科技计划项目	青岛海洋气象研究院建设二期	徐 晶
80	地方科技项目	山东省自然科学基金气象创新联合基金项目	黄渤海海域及沿岸致灾性大风危险性评估技术与预警应用研究	徐 晶
81	地方科技项目	沈阳市政府	沈阳农业与生态气象研究院筹建市级配套项目一期建设	陈力强
82	地方科技项目	四川省科技赋能防灾减灾“揭榜挂帅”项目“二次榜单”	复杂地形降水短临预报预警关键技术研究及应用	蒋兴文

序号	项目来源	项目分类	名称	主持人
83	地方科技项目	四川省自然科学基金项目面上项目	川西北高原复合高温干旱事件风险及对植被的影响研究	陈超
84	地方科技项目	四川省自然科学基金项目面上项目	川西暴雨过程中小尺度前兆特征与发生发展机理研究	陈功
85	企业科研项目	中铁大桥局集团有限公司 甬舟铁路	甬舟铁路西堠门公铁两用大桥台风风廓线特征研究	宋丽莉
86	开放课题	上海台风研究基金项目	碳中和约束下西北太平洋热带气旋生成环境的变化及其对近海风电布局的影响	于晓超
87	开放课题	中国气象局高影响天气(专项)重点开放实验室	面向高影响天气的强对流智能预报预警关键技术研究	陈丹丹
88	开放课题	东北地质科技创新中心基金	“红海滩”湿地植被固碳能力及降水、潮汐对固碳的影响研究	贾庆宇
89	开放课题	东北地质科技创新中心基金	基于耦合大气传输模型的富锦市人为源碳排放反演技术研究	刘宁微
90	开放课题	海洋动力-物理环境与智能感知全国重点实验室项目	面向海上多源观测网的耦合同化方案	李江玉
91	开放课题	淮河流域气象开放研究基金	淮河流域强降水下击暴流研究与预警技术开发	孙康远
92	开放课题	淮河流域气象开放研究基金	江淮地区暖季暴雨的精细结构及成因分析	陈浩
93	开放课题	江苏省气象局科研项目	基于深度学习的边界层辐合线识别算法研究	郑玉
94	开放课题	江苏省气象局科研项目	弱天气强迫下短时强降水的物理过程影响研究	梅海霞
95	开放课题	江苏省气象局科研项目	非传统地表平滑方案对边界层气象要素的影响	李逸
96	开放课题	江苏省气象局科研项目	南京风场对低空飞行安全的影响及风险评估	张然
97	开放课题	江苏省气象局科研项目	超级单体风暴中闪电活动与云微物理过程的关系	姜苏麟
98	开放课题	辽宁省农业气象灾害重点实验室基金	辽宁省梗稻气候品质区划技术研究	王傅玉
99	开放课题	辽宁省农业气象灾害重点实验室基金	农业气象实验室平台建设	邹旭东
100	开放课题	辽宁省农业气象灾害重点实验室基金	锦州农田生态系统碳通量数据质量控制	温日红
101	开放课题	辽宁省农业气象灾害重点实验室基金	气候生产力变化对东北农林生态系统植被生产力的影响	李丽光
102	开放课题	辽宁省农业气象灾害重点实验室基金	春玉米高温干旱灾害精细化预报及动态风险评估技术研究	陈妮娜
103	开放课题	辽宁省农业气象灾害重点实验室基金	基于多源遥感数据的水稻发育期精细化遥感监测技术研究	谢艳兵
104	开放课题	辽宁省农业气象灾害重点实验室基金	东北黄金玉米带风云卫星产品的空-地多尺度协同验证及其像元级参考值反演研究	王宏博
105	开放课题	辽宁省气象局基金项目	滨海湿地海气通量数据质控技术及降水、潮汐对数据影响分析	谢艳兵
106	开放课题	四川省气象局揭榜挂帅项目	若尔盖国家公园四川片区生态气候风险监测评估技术研发	吕晓敏
107	开放课题	浙江临安大气成分本底国家野外科学观测研究站	基于高山观测研究气溶胶-云相互作用对云滴谱分布的影响	刘全
108	开放课题	智慧长江与水电科学湖北省重点实验室开放研究基金	基于改进深度学习的长江流域季节降水预测研究	朱寿鹏
109	开放课题	中国电子科技集团公司第二十二研究所	X波段天气雷达标定方法研究	吴琳

序号	项目来源	项目分类	名称	主持人
110	开放课题	中国科学技术协会战略发展部软科学	我国北方极端强降水增多原因分析、趋势预测与风险应对战略	卓文
111	开放课题	中国气象局大气化学重点开放实验室开放课题	黄海海雾微物理化学特征的观测研究	张德强
112	开放课题	中国气象局东北冷涡重点开放实验室开放基金	逐小时区域四维变分同化系统的改进研究	杨森
113	开放课题	中国气象局东北冷涡重点开放实验室开放基金	辽宁地区 S 波段偏振雷达资料的降水微物理反演研究	公颖
114	开放课题	中国气象局东北冷涡重点开放实验室开放基金	多源观测数据驱动的深度降水临近预报方法研究	田莉
115	开放课题	中国气象局高影响天气(专项)重点开放实验室开放课题	融入双偏振微物理参量的短时强降水临近预报方法研究	李扬
116	开放课题	中国气象局高原与盆地暴雨旱涝灾害四川省重点实验室开放研究基金	基于多元融合资料和人工智能对四川盆地洪涝灾害前兆信号的识别与预测	刘欣
117	开放课题	中国气象局秦岭和黄土高原生态环境气象重点开放实验室青年项目	中国北方地区植被对复合干旱事件的敏感性及其响应阈值研究	赵思文
118	开放课题	中国气象局生态系统碳源汇重点开放实验室基金项目	大气湍流间歇性特征及其对陆-气相互作用的影响研究	李晓岚
119	开放课题	中国气象局雄安大气边界层重点开放实验室	城市绿化对减缓臭氧污染的机理研究	于森
120	开放课题	中国气象局智能气象观测技术重点开放实验室	触发危险性天气的边界层辐合线智能识别与业务转化	徐芬

## 2.2 结题项目

2025 年我院获准结题科技部第二次青藏高原综合科学考察研究任务 1 项、专题 1 项、国家重点研发计划课题 1 项；国家自然科学基金重点项目 1 项、优秀青年科学基金项目 1 项、面上项目 9 项、青年科学基金项目 18 项；中国气象局项目 8 项，地方科技项目 6 项，中国气象服务协会项目 2 项，企业科研项目 2 项，开放课题 22 项。

序号	项目来源	项目分类	名称	主持人
1	科技部	第二次青藏高原综合科学考察研究任务	西风-季风协同作用对亚洲水塔变化的影响	徐祥德
2	科技部	第二次青藏高原综合科学考察研究专题	高原气候资料稀缺地区气候变化及其影响与应对	温敏
3	科技部	国家重点研发计划课题	森林草原火灾救援现场三维风场探测及预警技术与关键装备研究	王改利
4	国家基金委	重点项目	青藏高原异常降水与孟加拉湾风暴影响的机制研究	李英
5	国家基金委	优秀青年科学基金项目	极地气象与冰冻圈	丁明虎
6	国家基金委	面上项目	基于大气气溶胶数谱和吸湿性观测改进低能见度参数化方案的研究	沈小静
7	国家基金委	面上项目	基于水凝物粒子群轨迹追踪的云微物理过程研究	尹金方

序号	项目来源	项目分类	名称	主持人
8	国家基金委	面上项目	云内融化起电物理过程的分档模拟研究	徐良韬
9	国家基金委	面上项目	杭州市大气过氧乙酰基硝酸酯(PAN)及其同系物 PPN 和 MPAN 观测与模拟研究	张 根
10	国家基金委	面上项目	尺度自适应大气边界层参数化方案研究	彭新东
11	国家基金委	面上项目	西南复杂地形区不同源地的区域降水事件高分辨率模拟偏差评估	陈昊明
12	国家基金委	面上项目	华北平原冬小麦种植面积调减和节水增效研究	房世波
13	国家基金委	面上项目	强覆冰形成机理及输电线路覆冰特征参数研究	宋丽莉
14	国家基金委	面上项目	基于 GRAPES-CUACE 伴随模式的二次污染物优化调控方法研究	安兴琴
15	国家基金委	青年科学基金项目	北极 B-K 海周边地区与华北地区森林动态同步性及其与北极快速变化的关系	赵守栋
16	国家基金委	青年科学基金项目	近 2000 年来北极与青藏高原多时间尺度温度变化对比研究	祁 威
17	国家基金委	青年科学基金项目	冬季大气内部变率对北极-欧亚地区温度异常型的影响	王 骥
18	国家基金委	青年科学基金项目	不同 ENSO 和 AMO 位相下火山气溶胶对全球季风降水的影响	左 萌
19	国家基金委	青年科学基金项目	青藏高原地形对 ENSO 影响的耦合模式模拟研究	苏宝煌
20	国家基金委	青年科学基金项目	BSISO 与青藏高原对川滇地区次季节降水的联合作用及其机理	杨琳韵
21	国家基金委	青年科学基金项目	基于时空综合分型的 ENSO 多样性对北极海冰影响研究	王 润
22	国家基金委	青年科学基金项目	基于卫星精细追踪的京津冀地区对流云时空特征及其与气溶胶的关系研究	陈国萌
23	国家基金委	青年科学基金项目	基于被动微波遥感的热带气旋垂直结构物理约束变分反演方法研究	胡 皓
24	国家基金委	青年科学基金项目	气溶胶-云相互作用及其辐射叠加效应对霾污染的影响机制研究	郑 宇
25	国家基金委	青年科学基金项目	双波段云雷达和双偏振雷达联合反演雨滴谱垂直分布的研究	张 扬
26	国家基金委	青年科学基金项目	多尺度天气系统降水预报的尺度自适应集合概率匹配方法研究	乔小溪
27	国家基金委	青年科学基金项目	极端干旱对中国北方森林、草地生态系统水分利用效率的影响研究	黄萌田
28	国家基金委	青年科学基金项目	中国冬季区域性冷暖急转事件变化的归因及预估	廖 刚
29	国家基金委	青年科学基金项目	改进黑潮延伸体模态转变预报的目标观测网设计	耿 雨
30	国家基金委	青年科学基金项目	江淮平原暖季大气波涌时空特征及形成机理研究	张树时
31	国家基金委	青年科学基金项目	基于卫星主动遥感和客观天气分型的青藏高原云特征及其辐射强迫研究	宇 路
32	国家基金委	青年科学基金项目	强对流系统中水平次网格湍流特征及其参数化方案改进研究	孙世玮
33	中国气象局	创新发展专项	中国气象局交通气象重点开放实验室运行维持-2024	杨华栋
34	中国气象局	创新发展专项	中国气象局金坛交通气象野外科学试验基地运行维持-2024	祖 繁
35	中国气象局	揭榜挂帅项目	京津冀强对流天气触发短临预警产品研制	郭建平
36	中国气象局	揭榜挂帅项目	青海省全天候无缝隙多大气污染物参数近实时联合反演技术研发及应用	桂 柯

序号	项目来源	项目分类	名称	主持人
37	中国气象局	揭榜挂帅项目	基于双偏振雷达等多源观测和深度学习算法的江淮流域极端雨强预警技术	陈刚
38	中国气象局	决策服务专项重点项目	国际极地领域信息监测与决策咨询服务研究	丁明虎 吴秀平
39	中国气象局	气象软科学	气象发展“十五五”规划预研:“十五五”气象重大科研项目和科技创新平台发展专题研究	李建黄 黄玮
40	中国气象局	气象软科学	基于气象部门体制特征与管理特点的财会监督体系构建与协同机制研究	闫丽华 徐玉德
41	地方科技项目	北京市自然科学基金北京市科技新星计划	科技新星-孙激	孙激
42	地方科技项目	北京市自然科学基金面上项目	露水演变过程对大气 HONO 浓度的潜在影响	徐婉筠
43	地方科技项目	北京市自然科学基金面上项目	北京干、湿环境下雷暴大风特征和产生机制的对比研究	夏茹楠
44	地方科技项目	辽宁省科学技术计划自然科学基金面上项目	覆盖还田下玉米秸秆覆盖度空谱融合遥感反演方法研究	武晋雯
45	地方科技项目	四川省科技计划项目重点研发项目	气候变化对成渝地区经济增长的影响评估技术研究	庞艳梅
46	地方科技项目	四川省中央引导地方科技发展专项	基于雷达观测的西南低涡暴雨宏微观特征及地形影响机制研究	董元昌
47	中国气象服务协会	气象科技创新平台项目	基于全边界层组网观测的对流天气临近预警产品研发与应用示范	郭建平
48	中国气象服务协会	气象科技创新平台项目	面向保险需求的精细化光水耦合发电气候资源互补性评估研究	陈思宁
49	企业科研项目	北京宇航系统工程研究所装备重大基础研究项目	飞行物体和多点支撑体人工诱发雷电技术和放电过程机理研究	张阳
50	企业科研项目	中国铁路总公司国铁集团科研开发计划课题	基于铁路平台的气象综合动态探测技术研究	程兴宏
51	开放课题	北极阁基金	基于海温与物理过程扰动的江苏近岸海雾集合预报研究	严殊祺
52	开放课题	川西南(雅安)暴雨实验室科技发展基金项目青年专项	不同环流型下川西南地区夜间暴雨的云微物理特征研究	高志博
53	开放课题	风云卫星应用先行计划	基于风云四号干涉式红外大气垂直探测仪的对流潜势监测	姚彬
54	开放课题	风云卫星应用先行计划	基于静止轨道微波探测仪的台风关键参数变分反演	董佩明
55	开放课题	风云卫星应用先行计划	陆地植被生态系统服务功能评估和气象贡献分析	汲玉河
56	开放课题	江苏省气象局科研项目	基于多源资料的江苏及近海雷暴的云特征及临近预报技术研究	陈凤娇
57	开放课题	江苏省气象局科研项目	基于多任务学习的 0~2 小时闪电密度临近预报方法研究	李扬
58	开放课题	江苏省气象局科研项目	海气相互作用对江苏极端天气的影响机制研究	杨婷婷
59	开放课题	江苏省气象局科研项目	闪电通道熄灭及多种击穿过程的数值模拟研究 2	郑天雪
60	开放课题	江苏省气象局科研项目	极端高温过程对城市热岛及高速交通的影响效应研究	吴昊
61	开放课题	江苏省气象局科研项目	数值模式地面大风预报偏差关键微物理过程原因分析与改进	朱科峰
62	开放课题	江苏省气象局科研项目	定点精准大气垂直廓线观测试验与研究	吴泓
63	开放课题	连云港市气象局课题	江苏沿海海雾识别和临近预报方法研究	王宏斌

序号	项目来源	项目分类	名称	主持人
64	开放课题	南信大气象灾害重点实验室开放课题	超强台风“利奇马”双眼墙长期维持的数值模拟及机理分析	秦南南
65	开放课题	南信大气象灾害重点实验室开放课题	基于多源闪电资料的分类强对流天气预警研究	刘 岩
66	开放课题	智慧地球实验室开放课题	大数据驱动的大雾监测预报技术研究	慕熙昱
67	开放课题	中国科学技术协会战略发展部决策咨询专家团队(软科学)	气象科技强国关键指标和实现路径研究	张朝林
68	开放课题	中国气象局城市气象重点实验室开放课题	长三角地区细颗粒物空间不均匀性对城市温度结构的影响研究	吴 昊
69	开放课题	中国气象局航空气象重点实验室开放研究课题	基于全闪和静止卫星多通道观测的海上强对流联合判识技术	张文娟
70	开放课题	中国气象局雷电重点实验室开放课题	基于扩散模型的闪电集合概率预报方法研究	李 扬
71	开放课题	中国气象局气候资源经济转化重点实验室开放研究课题	复杂地形区太阳能资源精细化评估及价值转化研究与实践——以中国西南地区为例	廖荣伟
72	开放课题	中国气象局上海台风研究所基金	高空强迫对西北太平洋热带气旋次眼墙形成的影响	王一凡

## 第 3 章

# 科研基础条件平台



### 3.1 野外科学观测研究站与野外试验基地

我院现有 2 个国家野外科学观测研究站(河北固城农业气象国家野外科学观测研究站和青海瓦里关大气成分本底国家野外科学观测研究站)。我院作为第一依托单位,共建设 4 个中国气象局野外科学试验基地(中国气象局固城农业气象野外科学试验基地、中国气象局雷电野外科学试验基地、中国气象局庐山云雾物理与化学野外科学试验基地、中国气象局极地大气野外科学试验基地)。我院分院作为第一依托单位,另建设 4 个中国气象局野外科学试验基地(中国气象局阜宁强对流野外科学试验基地、中国气象局黄渤海海洋气象野外科学试验基地、中国气象局东北地区生态与农业气象野外科学试验基地、中国气象局高原陆气相互作用野外科学试验基地)。其中,庐山云雾物理与化学野外科学试验基地、极地大气野外科学试验基地、阜宁强对流野外科学试验基地和黄渤海海洋气象野外科学试验基地为 2025 年新增中国气象局野外科学试验基地。同时,现有大气边界层与区域污染相互作用野外科学试验基地和青藏高原边界层综合观测野外科学试验基地 2 个中国气象科学研究院野外科学试验基地。

#### 3.1.1 河北固城农业气象国家野外科学观测研究站(暨中国气象局固城农业气象野外科学试验基地)

河北固城农业气象国家野外科学观测研究站的目标定位是粮食安全气象保障。以华北平原主要粮食作物生产的农业气象问题为研究对象,充分发挥固城基地的区位优势,重点开展玉米和小麦生产的气象条件与农田生态系统的野外监测和试验,旨在阐明农业气候承载力及其优化布局、发展农业气象灾变监测评估预警技术,提出粮食提质增效生态的气候资源高效利用和定向调控对策措施。

固城基地的学科方向为农业气象,主要研究内容包括:①农业气候资源与农田生态系统结构和功能,②农业气象灾害与风险管理,③农业对气候变化的响应与适应。

2025 年固城基地围绕粮食安全气象保障,完成了背景信息、常规地面气象观测等长期定位观测,累计 10 年以上的长期观测数据集 10 个;牵头部署区域分期播种联合试验和农田固碳耗水联网监测评估试验 2 项全国性大型观测试验和科学研究,以及 9 项站点试验。编写出版了《国家野外科学观测研究站观测技术规范》丛书《大气科学与气候变化观测规范》分册,指导领域国家观测站建设。固城基地的观测数据和仪器等资源与 100 余家单位实现了开放共享,汇交国家气象信息中心数据集产品 22 项,涵盖固城基地 2005—2024 年的常规地面气象、农田小气候、陆-气通量、水土环境、农业气象灾害、作物植被特征 6 个方向的 198 个指标。大气-土壤-植被干旱链监测预警业务系统、中国农业气象模式、生态气象云服务平台、大气科学与气候变化观测技术规范等研究成果在气象科研业务、服务及管理决策中的实际应用与支撑成效显著,在农业气象监测、研究、试验、示范、教学和科普领域起着引领和示范作用。

### 3.1.2 青海瓦里关大气成分本底国家野外科学观测研究站

青海瓦里关大气成分本底国家野外科学观测研究站是中国唯一的全球大气本底基准观象台,其长期观测的温室气体数据为联合国政府间气候变化专门委员会评估报告及国际气候变化谈判提供依据。目前,研究站已建成覆盖温室气体、气溶胶、反应性气体的综合业务体系,拓展 160 余项观测要素,整体观测体系覆盖了世界气象组织推荐要素的 80% 左右。

2025 年研究站温室气体、气溶胶、反应性气体、臭氧、辐射及常规气象等多要素观测系统持续稳定运行,各类观测数据到报率均保持在 98% 以上,其中酸雨到报率 100%,自动气象站和温室气体在线观测系统到报率分别为 99.74% 和 98% 以上,数据连续性、完整性和可靠性有效满足业务运行和质量考核要求。围绕大气成分监测、温室气体评估和碳排放反演等重点方向,基地持续产出示范性科研和业务成果。年内发布碳监测评估相关地方标准 2 项,主持和承担省部级及以上科研项目 8 项、经费 184.6 万元;发表核心及以上论文 4 篇,完成中国气象局科技成果登记 1 项,实现成果业务转化 16 项,在气候变化评估和“双碳”决策支撑中的基础性作用持续增强。

### 3.1.3 中国气象局雷电野外科学试验基地

中国气象局雷电野外科学试验基地以提升气象灾害预警和防御能力为指导方针,坚持为我国雷电监测、雷电预警预报、雷电防护业务提供科技支撑,努力发展成集雷电科学试验、技术研发和测试于一体的基础性、开放型的国际一流大气电学综合试验基地。

雷电基地主要研究方向包括:①雷电探测新技术、装备和系统研发,②雷电物理过程及其机制研究,③雷暴电学及多源气象资料融合应用技术研究,④雷电预警预报技术、方法和系统研发,⑤雷击机理和雷电防护技术研究。

2025 年度雷电团队在中国气象局雷电野外科学试验基地成功开展了第 20 年度的雷电野外综合观测试验,承担了多项基于触发闪电的雷电防护试验任务。对广州塔雷电流直接测量系统进行改造和升级,开展高建筑物雷电综合观测试验,获得丰富的高建筑物雷电个例;基于闪电成像阵列、连续干涉仪及实时低频全闪探测阵列,开展华南地区多频段的兼顾雷暴及闪电个例的三维全闪观测;最终形成 2025 年度人工引雷、高建筑物雷电、雷电防护以及雷暴全闪多频段观测数据集,多项试验支撑了雷电物理、雷暴电学、雷电防护研究,并服务于雷电相关业务。

### 3.1.4 中国气象局庐山云雾物理与化学野外科学试验基地

中国气象局庐山云雾物理与化学野外科学试验基地由 6 个不同海拔高度的观测站点组成,力求通过发展云雾立体观测新技术新方法、云雾模拟技术和云雾催化技术,建设成为国内领先、国际一流的云雾物理与化学野外科学试验基地,深化云雾理化演变机理、云雾-气溶胶-降水相互作用机理、云雾催化理论、地球关键圈层影响云雾机制等认识,为数值天气预报、气候

变化评估、人工影响天气等国家重大需求提供科技支撑。

### 3.1.5 中国气象局极地大气野外科学试验基地

中国气象局极地大气野外科学试验基地联合呼伦贝尔气象局和阿勒泰气象局,搭建覆盖南北极关键区域与国内类极地环境(图里河、阿勒泰)的立体观测外场。以冰冻圈与极地气象观测技术为主要手段,聚焦多圈层相互作用、极端天气机理等前沿领域,通过自主研发的低温观测设备,支撑南北极全域气象监测和探测。该基地着力构建“观测-研究-服务”闭环,为全球气候治理、北极航道保障等国家重大战略提供科技支撑,成为“认识、保护、利用极地”战略目标的重要科技平台。

### 3.1.6 中国气象局阜宁强对流野外科学试验基地

中国气象局阜宁强对流野外科学试验基地基于“一主多辅”的建设模式,主站位于盐城市阜宁县,辅站包括周边国家级及区域级观测站。针对强对流灾害性天气,基于多类型特种观测设备、固定观测站网及移动观测平台,开展协同观测科学试验。通过建立系统性、长时间序列的协同观测数据集,加强外场观测与强对流数值预报的融合,基地重点开展强对流天气发生发展过程、多尺度精细结构特征及相互作用过程研究,深化对强对流天气演变机制和致灾机理的认识,加强预警预报技术研发。

### 3.1.7 中国气象局黄渤海海洋气象野外科学试验基地

中国气象局黄渤海海洋气象野外科学试验基地以青岛黄岛、烟台长岛和天津滨海三个岸基观测站、一个固定式海上综合观测平台为核心,构建科学目标明确、布局合理、功能完备的海洋气象岸-海-空-天一体化协同观测体系。基地围绕我国北方中纬度海洋气象科技发展和业务保障服务的需求,开展海洋气象新型装备应用测试,海洋气象灾害观测试验、科学研究、监测预报和海洋气象服务核心技术攻关,为落实海洋强国战略和防灾减灾等重大部署提供科技支撑,为黄渤海沿岸海洋强省(市)建设和海洋经济发展作出气象贡献。

### 3.1.8 中国气象局东北地区生态与农业气象野外科学试验基地

中国气象局东北地区生态与农业气象野外科学试验基地面向国家粮食与生态安全,发挥野外试验、研究、技术示范与业务服务功能,实现对东北区域现代农业与生态气象业务发展的科技支撑。基地主要开展典型生态系统陆-气相互作用关键过程研究;推进农业与生态气象灾害致灾机理及风险防控研究;开展气象灾害和气候变化对典型生态系统影响评估;研发黑土地保护、高标准农田建设等适用技术。

2025年,东北地区生态与农业气象野外科学试验基地围绕国家重大需求,在运行管理、科技创新、业务应用与人才交流等方面取得显著成效。开展中国东北区域陆-气跨圈层立体精细化协同观测,相关数据在国家生态科学数据中心使用超过300次。基于星-地协同多源遥感数据的东北黑土区土壤有机质与秸秆覆盖度一体化反演研究,研究成果将在盘锦、营口市生态环

境局转化应用。持续推进陆面-作物模式耦合的实现及其单点测试和改进工作。成功开展东北冷涡无人机观测试验,提升强对流天气预报能力。基地 92 台大型仪器实现外网共享并与国家、省级平台互联互通,获评“辽宁省 10 家重点共享机构”,省市建设资金和科研项目经费合计 599.7 万元,为基地稳定运行提供保障。

### 3.1.9 中国气象局高原陆气相互作用野外科学试验基地

中国气象局高原陆气相互作用野外科学试验基地的科学目标为:揭示青藏高原及周边地区典型下垫面陆气相互作用及其对天气气候的影响机理,优化高原陆气相互作用过程相关参数化方法,提升高原天气气候模拟能力。功能定位为:针对青藏高原典型或代表性区域,开展气象、积雪、冻土、陆气相互作用、温室气体、辐射及对流层常规探空观测试验研究,开展地球系统各圈层之间物质和能量交换、大气三维结构等形成机理及数值预报模式改进观测试验与检验研究。

2025 年度,中国气象局高原陆气相互作用野外科学试验基地组织实施了多平台协同低涡观测试验、多尺度模式物理过程单柱观测试验、复杂地形综合观测试验、高原东坡冬春季云-降水观测试验及多波段雷达组网协同观测试验。在试验中研发创建大型无人机机动观测科学决策指挥与评估系统、浅积云 4D 相机观测技术、多波段雷达协同组网观测技术;开展复杂地形星地多波段雷达资料质量评估、地基遥感垂直观测资料质量评估与应用研究。观测试验数据实时进入国省两级业务平台,既支撑高原陆气相互作用研究,也为天气预报业务和成都第 12 届世界运动会等重大活动提供坚实观测保障,数据共享有效支撑多个科研项目及国家重大工程。定期面向社会公众开放。

### 3.1.10 中国气象科学研究院大气边界层与区域污染相互作用野外科学试验基地

大气边界层与区域污染相互作用野外科学试验基地主要研究大气成分理化、辐射特性与区域重污染形成机理和气溶胶-云雾形成相互作用机理。通过本野外科学试验基地的大气成分综合理化观测研究,阐明京津冀和长三角地区大气边界层污染的垂直耦合机理,揭示边界层影响区域污染发展过程的动力、物理和化学机制,量化城市地表-边界层-自由对流层的物质交换规律及其对污染过程的影响;揭示城市人为气溶胶的多相转换机制,提升气溶胶-云-气候相互作用理论的认识,为云微物理模型提供直接观测数据支持。开展大气成分观测新技术、新方法的研究,逐步构建观测、研究和示范的野外观测台站新范式。

2025 年,基地观测团队利用自主研发的云雾滴和气溶胶自动切换集成进气系统,依托大明山雷达气象站系统开展了气态前体物-气溶胶-云雾相互作用的综合观测实验,构建了涵盖不同季节的高时间分辨率的气体-气溶胶-云微物理参数数据集,揭示了气溶胶理化特性对云微物理结构的影响。基地观测平台大明山雷达站承担了“十四五”国家重点研发计划重点专项项目“我国东部复杂地形和特大城市大气边界层与污染过程生消相互影响机制研究”的重要观

测任务,顺利开展多季节观测,保障项目顺利通过中期评估。

### 3.1.11 中国气象科学研究院青藏高原边界层综合观测野外科学试验基地

青藏高原边界层综合观测野外科学试验基地依托青藏高原气象研究院发展规划,在已建的7个和待建的1个观测站点基础上成立。基地围绕“规范运行—数据汇交与质控—科学试验与研究产出一林芝站建设推进—开放交流与学术治理”主线有序开展工作。

2025年完成了现有基地运行维护信息整合、观测数据收集整理与质量控制流程建设,团队内部开展了数据初步可视化与过程分析;推进林芝气象观测科学试验站场地建设与设备购置准备;召开1次基地科学指导委员会中期会议并组织学术交流活动;完成可视化平台相关设备采购,形成边界层数据质控方案1套。科研方面,以站点观测为依托取得阶段性进展:完成改则站通量观测数据质控与能量闭合诊断分析,推进浅积云双目重构算法应用并定量刻画晴天浅积云宏观特征,利用红原站地基激光雷达系统评估 ERA5 云底高度产品偏差,为高原边界层与云过程研究提供观测约束。经费与条件保障方面,成功获批中央改善科研条件专项项目“青藏高原林芝气溶胶-云雾-降水相互作用观测基地建设”,完成设备采购与首期拨款,为林芝试验站场地建设及设备部署调试提供关键支撑。

## 3.2 实验室

### 3.2.1 中国气象局雷达气象重点开放实验室

中国气象局雷达气象重点开放实验室通过集中优势研发力量,提高天气雷达探测理论和技术水平,探索灾害天气的结构和演变规律,解决雷达资料业务应用的关键科学和技术问题。围绕雷达探测理论和新技术、灾害天气结构和演变规律、雷达资料同化和预报应用等方面开展深入研究。

实验室围绕雷达气象,主要包括以下研究方向:①天气雷达探测理论和技术,②典型天气致灾机理分析,③模式物理参数化与人工智能。

本年度中国气象局雷达气象重点开放实验室围绕雷达探测理论和新技术、灾害天气结构和演变规律、雷达资料同化和预报应用等方面开展深入研究,在国内外高水平期刊发表学术论文27篇,其中1篇入选JGR期刊封面。针对业务中冰雹算法空报率高和强降水临近预报精度偏低等问题,构建基于双偏振雷达的冰雹识别算法、研发与强降水相态和微物理特征相关的临近预报技术,在中国气象局2025年度组织的气象科技成果评价中获得“优秀二等”,雷暴大风智能识别与外推等相关产品集成到雷圣-P系统,在国省气象业务部门推广应用。实验室完成基于回波顶高的星载雷达灵敏度量化方法的科研成果,开发基于回波顶高的星载雷达灵敏度量化方法,首次实现了中国FY-3G/PMR和美国GPM-CO/DPR雷达探测性能的直接对比评估。实验室发展了双偏振雷达数据质控方法;系统揭示了我国强对流的复杂微物理形成机

理;构建了基于双偏振雷达的冰雹识别算法,研发了与强降水相态和微物理特征相关的临近预报技术。

### 3.2.2 中国气象局大气化学重点开放实验室

大气化学重点开放实验室成立于1989年,是中国气象局最早成立的部门重点开放实验室之一。实验室在大气成分前沿研究、关键技术研发及集成、科技成果转化等方面做了大量的工作,在中国气象局大气成分研究业务发展过程中发挥了重要作用。

实验室目标定位:①探讨由于人类活动及自然过程引起的各种痕量气体和气溶胶等大气成分排放、生成及其迁移、转化规律;②研究大气成分变化所导致的气候和环境变化及其影响,并在此基础上研究相应的对策和措施,为政府提供生态环境保护和调控决策,以及为解决有关国际争端提供科学依据。

2025年,实验室完成了题为大气气溶胶-云雾微物理结构综合数据集的科研成果,采用团队自主研发的云雾滴和气溶胶自动切换集成进气系统,依托大明山雷达气象站系统开展了气态前体物-气溶胶-云雾相互作用的综合观测实验,构建了涵盖不同季节的高时间分辨率的气体-气溶胶-云微物理参数数据集,揭示了气溶胶理化特性对云微物理结构的影响。实验室还突破了气溶胶-气象时空耦合预报关键技术瓶颈,研制了全球首个13亿参数的气溶胶-气象耦合预报AI大模型(AI-GAMFS)。该模型已在世界气象中心(北京)早期预警业务支撑平台及多个省市级气象部门投入业务试运行,作为核心成果入选2024年度中国生态环境十大科技进展、遥感领域十大事件,并得到多个权威媒体广泛报道。

### 3.2.3 中国气象局雷电重点开放实验室

中国气象局雷电重点开放实验室成立于2022年11月,2024年5月正式纳入中国气象局重点开放实验室序列。雷电实验室总体定位是重点围绕雷电精密监测、雷电精准预警预报、雷击机理和防护、雷击风险评估的共性关键技术开展攻关,致力于打造科研与业务融合、项目推进与人才培养相辅相成,开放共享、国际一流的雷电科技创新和应用示范基地。

2025年,实验室通过承担气象联合基金、自然科学基金及部委重大研究计划等项目,围绕雷电探测、雷电物理、雷暴电学、雷电模式、雷电预警预报以及雷电防护等方面开展了系统研究工作,并取得一系列研究成果,科技创新能力建设再上新台阶。完成基于高时空分辨率雷电观测揭示正地闪先导精细放电过程与侧击雷闪击特征的科研成果,首次发现正地闪先导阶段存在针状放电及其多次闪烁现象,并建立其闪烁活动与反冲先导及通道电晕鞘结构演变的直接关联,为正先导的径向击穿机制及其与电荷结构的耦合过程提供了关键观测证据。成果综合利用独特的城市高塔观测优势,从微观放电机制与宏观建筑雷击特性两个层面推进雷电物理学的发展,相关发现为理解闪电多尺度物理过程和优化高层建筑防雷设计提供了重要的科学依据。实验室还围绕雷电高影响行业雷电安全保障服务开展技术研究,尤其是针对不同行业

的雷电安全风险监测预警技术,基于不同场景的雷电安全风险有针对性地为企业提供便捷、快速、高效的分级预警,使其能及时安全规避雷击风险,从而有效降低我国雷击人员伤亡和财产损失。

### 3.3 大型仪器设备

2025年,我院持续强化大型科研仪器设备的统筹规范管理,推动大型仪器设备在气象防灾减灾、生态文明建设、气候变化等领域持续发挥效能,积极承接外单位测试委托,为外单位科技创新提供支撑,助力提升外单位气象业务服务水平,取得显著的社会经济效益。

#### 3.3.1 支撑本单位科研业务优秀案例

##### ■ 优秀案例 1

基于固城站自动气象站、便携式高级光合测量系统、地物光谱仪等大型设备,研发大气-土壤-植被干旱链监测预警业务系统,揭示干旱灾变机制,创建大气-土壤-植被系统干旱指数,明确干旱致灾成灾阈值,实现了国省两级业务应用,全国旱情监测精度较 MCI 干旱指数平均提高 20.0% 以上,多份决策服务材料被中共中央办公厅、国务院办公厅采用,有力支撑了国家抗旱减灾决策。该成果获 2025 年中国气象服务协会科学技术奖气象科技创新奖一等奖。

##### ■ 优秀案例 2

基于固城站自动气象站、便携式高级光合测量系统、地物光谱仪等大型设备开展观测试验,研发了植物物候变化的生理生态机制与全气候生产要素影响模拟模型,该模型基于植物光合作用为最主要的物候影响因子,提出以决定植物生产能力的全气候生产要素作为驱动因素模拟物候的新途径和新思路,建立植物物候变化的全气候生产要素模拟模型,明确物候全气候生产要素触发阈值,解决了现有物候模型仅考虑单一或少数几个气候因子的不足。模型被用于生态气象业务系统的植被生态质量对气候变化响应的评估。成果获评 2025 年中国气象局气象科技成果“优秀一等”。

##### ■ 优秀案例 3

提升高时间分辨率闪电观测能力,支撑海上风电雷击风险研究,依托数字式高速运动分析仪、高速分析仪、数据采集瞬态记录仪提供的雷击过程高精度观测能力,支撑我院与武汉大学等多家单位联合申请智能电网国家科技重大专项,获得一项课题和一项专题资助,经费共 782.66 万元。

##### ■ 优秀案例 4

建设 CAMS 三频移动雷达平台,支撑多个观测试验和科研项目。依托 W 与 KA 毫米波双频共面垂直指向偏振云雷达系统、C 波段调频连续波垂直探测雷达组成的 CAMS-/C/Ka/W 三频雷达系统,构建我国气象局唯一一套三频段雷达移动观测系统。雷达团队先后牵头在

山东烟台开展我国东部冷流雪观测试验、西藏墨脱开展藏东南云降水观测试验,采集海量第一手云降水高分辨率廓线数据。该设备支撑雷达团队成员主持的基金委面上项目 2 项,院基本科研业务费课题重点项目 1 项。相关观测结果先后被《中国气象报》、央视新闻客户端、CCTV 新闻直播间等多家媒体报道。形成了以冰晶凝附三频雷达特征、冰晶繁生触发关键机制、分档雨滴粒径三频反演算法为代表的最新科学成果,1 篇论文被 *Atmospheric Chemistry and Physics* 接收并被选为研究亮点。基于该仪器形成的雷达功率谱数据质量控制算法应用于我国南极长城站微降水测量雷达数据质量控制,有效提高该型雷达的杂波抑制能力。

#### ■ 优秀案例 5

聚焦青藏高原陆气相互作用关键科学问题,支撑西藏气象事业稳步发展。针对西藏自治区科技厅重大科技计划课题“青藏高原西藏地区灾害天气机理研究”和中国气象科学研究院基本科研业务费重点项目“青藏高原边界层综合观测野外科学试验基”中的科学问题,利用改则站边界层梯度通量观测系统涡动相关、净辐射与土壤热通量等连续观测资料,系统开展地表能量收支与能量不闭合特征分析,建立通量质量控制与闭合评估流程,识别并量化不同季节、风向及稳定度条件下的系统性偏差来源。相关成果提升了改则站感热/潜热通量与蒸散估算的可靠性,为青藏高原陆气相互作用机理研究、再分析/陆面模式评估与参数改进,以及区域水热过程监测与业务化应用提供了稳定、高质量的观测支撑。

#### ■ 优秀案例 6

科学支撑利用 Pandora 2S 光谱仪验证风云卫星大气成分观测产品的精度。Pandora 2S 光谱仪作为成熟稳定的大气紫外-可见-近红外光谱观测设备,具备太阳散射光与直射光观测能力,可获取臭氧、水汽、二氧化碳、甲醛等大气成分的廓线及柱总量信息,其反演算法经过充分验证、性能可靠。该设备服务于“风云四号 02 批气象卫星工程地面应用系统”项目,利用 Pandora 2S 光谱仪开展地基高精度观测,系统验证风云气象卫星大气成分产品在青藏高原区域的准确性与可靠性,为国产卫星观测数据的科学应用提供重要支撑。深化青藏高原天气系统认知,利用验证后的卫星数据,研究大气气溶胶浓度与分布对青藏高原辐射及天气过程的影响,揭示高原涡、西南涡等系统发生发展机制,深化对青藏高原降水物理过程及相关天气气候过程的理解。推动观测技术协同与应用创新,结合 FY-4 气象卫星高时空分辨率观测、第三次青藏高原科学试验及下游野外试验等多源协同数据,系统分析青藏高原天气系统对下游的连续影响过程,探索卫星新型观测手段在天气系统识别与追踪方面的应用潜力。

#### ■ 优秀案例 7

提供科学数据,支撑南极中山大气本底站成为国家大气本底站。2025 年,一氧化二氮和一氧化碳监测仪持续在南极中山国家大气本底站稳定在线运行。作为国家大气本底站观测序列的重要组成部分,该设备的稳定运行为《极地气候变化年报》提供了精准、可靠的一氧化二氮

和一氧化碳浓度数据。这些数据是分析极地大气中温室气体变化趋势、评估极地生态环境对气候变化响应的关键依据,为制定应对气候变化的政策和措施提供科学支撑。同时,设备的稳定运行也有力支撑了南极中山大气本底站成为国家大气本底站观测序列的重要一环,提升了我国在极地大气监测领域的影响力和话语权,为我国参与全球气候变化研究和国际合作提供了坚实的数据基础。

### 3.3.2 对外共享服务优秀案例

#### ■ 优秀案例 1

基于固城站自动气象站、物候观测系统等观测数据,支撑开展气候变化背景下玉米新品种选育,与定兴县玉米研究所合作开展国家级、省级正规试验和联合体及绿色通道试验,选育较对照增产品种 382 个,且品种均表现出抗病、抗倒、丰产性好等优良特性。2025 年晋级试验品种 5 个,通过河北省审定品种 1 个,2024 年审定 3 个品种,已实现成果转化,2025 年 3 个品种累计推广面积约为  $8 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,农民较往年增产增收累计约 2000 万元,助力乡村振兴。

#### ■ 优秀案例 2

聚焦交叉研究,推进陆地植被监测。涡度观测系统支撑了中国科学院空天信息创新研究院国家重点研发青年科学家项目“塔基生态遥感观测的多载荷长光程大气校正技术研究”和基金委面上项目“华北农村地区霾与光化学污染之间多种反馈机制对过氧乙酰硝酸酯生成的影响研究”“华北农田生态系统植被露水、吐水和土壤对大气亚硝酸通量及二次污染的影响”等项目开展小麦/玉米叶绿素荧光光谱长时序观测研究和地表植被的液相化学反应、土壤排放等过程与大气光化学和霾污染之间的耦合机制。同时,作为 10 个农田站之一,支撑我国日光诱导叶绿素荧光长期观测网络开展长期的日光诱导叶绿素荧光测量,促进我国光学遥感与通量塔通量观测之间的合作研究,推动全球生态系统和碳循环研究。

#### ■ 优秀案例 3

填补业务观测缺口,支撑云降水科学研究。依托 W 与 Ka 毫米波双频共面垂直指向偏振云雷达系统、C 波段调频连续波垂直探测雷达组成的 CAMS-C/Ka/W 三频雷达系统,获取冷流雪关键垂直结构,形成冷流云到冷流雪转化的廓线探测能力。观测数据被中央气象台会商采用 2 次,向北京大学、中国科学院大气物理研究所、国防科技大学、山东省气象局等单位开放共享。依托三频雷达观测平台,国防科技大学牵头(我院参与)获批国家基金委气象联合基金 1 项(261 万元),山东省气象局牵头(我院参与)获批山东省气象联合基金 1 项(80 万元)。同时,向安徽省气象局共享质量控制后的 W/Ka 雷达数据产品,支撑安徽省气象科学研究所开展安徽省气象联合基金项目研究(50 万元),向中国科学技术大学共享质量控制后的 W/Ka 雷达数据产品,支撑其开展中国气象局揭榜挂帅项目研究(50 万元)。

#### ■ 优秀案例 4

秉持“人民至上、生命至上”核心理念,充分彰显气象防灾减灾第一道防线的关键效能。依托布设于墨脱国家气候观象台的 X 波段相控阵天气雷达,科研团队创新搭建强对流天气识别及临近预报系统,攻克复杂地形下强对流特征精准捕捉、短时临近预警响应等技术难点,形成“雷达监测-智能识别-快速预警”的灾害防御技术体系;在 2025 年 7 月 8 日凌晨泥石流地质灾害处置中,该系统支撑墨脱县气象局快速触发“叫应”机制,助力当地成功转移涉险群众 3 户 10 人,实现零伤亡避险,为提升极端天气灾害防御能力、筑牢生命安全屏障提供了技术示范。

#### ■ 优秀案例 5

提升高时间分辨率闪电观测能力,支撑海上风电雷击风险研究。依托数字式高速运动分析仪、高速分析仪、数据采集瞬态记录仪提供的雷击过程高精度观测能力,支撑我院与武汉大学、长江三峡集团江苏能源投资有限公司、南方电网科学研究院有限责任公司、中国科学院电工研究所、北京金风科创风电设备有限公司、中国科学技术大学、华南理工大学及华北电力大学联合申请智能电网国家科技重大专项“面向深远海风电的雷电监测防护关键技术及装备”,总项目获批国拨经费 2860 万元,配套经费 16850 万元,总计 19710 万元。

#### ■ 优秀案例 6

提升洱海湖泊生态系统综合监测能力,为洱海水生态保护工作提供有力的科学数据支撑。我院与大理市气象局共同推进洱海海东双波长通量观测系统建设,聚焦洱海湖泊生态系统,主要对区域尺度的感热、潜热通量、大气湍流强度等生态要素开展实时监测,并获取洱海湖泊蒸发量及能量平衡特征数据,是为洱海生态环境长远规划与报护专项设立的基础性综合监测设施,并在防灾减灾、生态环境保护与修复、生态旅游等多个领域发挥气象保障作用。双波长通量观测系统与大理市气象局洱海海东水上监测平台涡度相关系统形成对比观测,共同为大理国家气候观象台提供数据支撑。

#### ■ 优秀案例 7

在青藏高原边界层天气气候关键区组网观测,弥补青藏高原边界层综合观测站网空白。边界层梯度通量观测系统站网由我院和西藏自治区气象局、青海省气象局等合作共建,由西藏林周站、嘉黎站、申扎站、改则站和青海沱沱河站共同组成。参与国家重点研发计划“青藏高原致灾气象过程发生机理及预报方法研究”项目,与中国气象局成都高原气象研究所合作,共同组建青藏高原致灾气象过程综合观测平台,实现青藏高原主体边界层关键气象要素综合观测,获取青藏高原复杂地形区域不同下垫面陆面过程季节循环和年际特征的连续资料和用于模式物理过程驱动和检验变量的观测数据。面向青藏高原气象科研及业务保障服务工作,该系统服务于“风云四号 02 批气象卫星工程地面应用系统”项目,为气象卫星数据的检验评估提供地

基协同观测数据,揭示气象卫星在青藏高原地区天气要素特征及天气过程特征的应用效果。

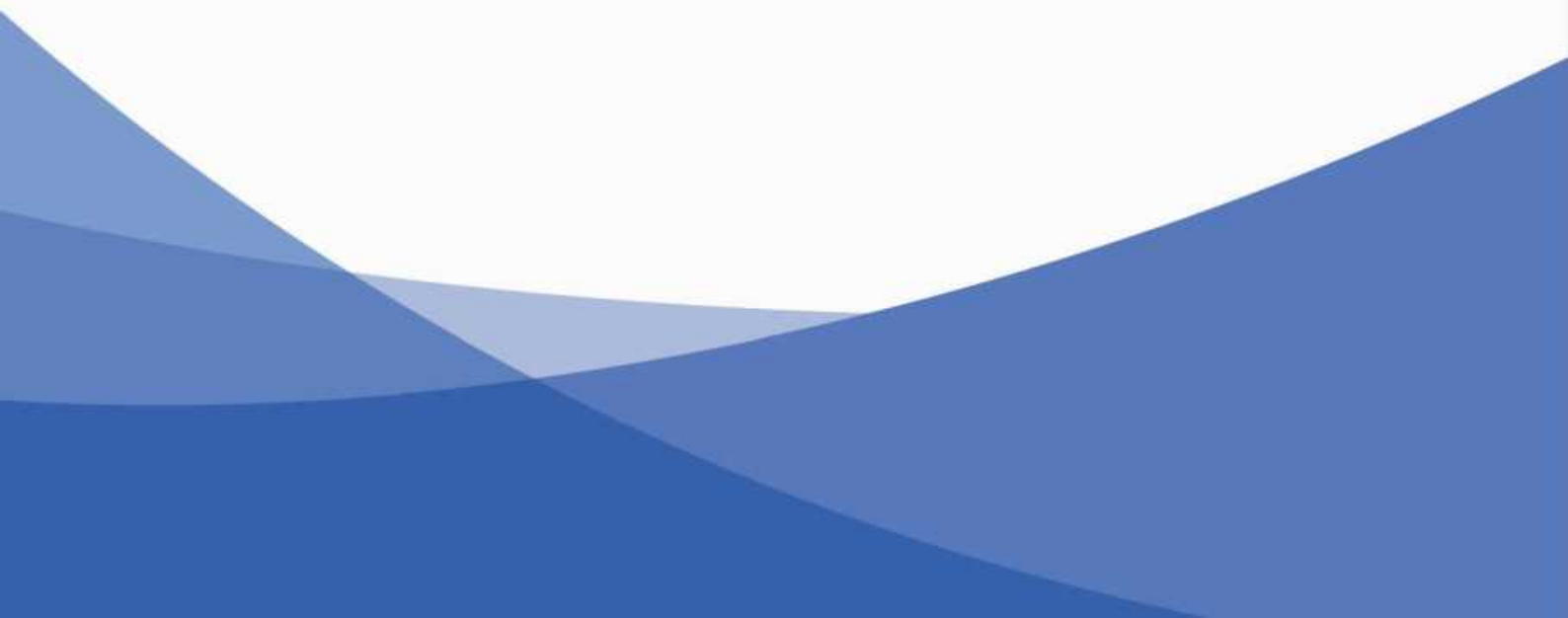
#### ■ 优秀案例 8

共享科学观测数据,提升我国在南极气象监测领域的影响力。依托南极中山站太阳辐射和光度计观测平台,持续获取极地辐射与气溶胶光学特性序列,相关数据已纳入国际光度计和辐射对比平台的数据共享体系。相关数据纳入《极地气候变化年报》并支撑模式验证与辐射强迫分析。



# 第4章

## 科研成果与应用





## 4.1 专利、软件著作权、标准

### 4.1.1 专利

2025 年我院累计获得专利授权 98 项, 涵盖 83 项发明专利、14 项实用新型专利和 1 项外观设计专利。

序号	专利号	专利名称	专利类型	发明人
1	US12332377B2	Method, System and Apparatus for Correcting Satellite Observation Data	发明专利	Xu Xiangde, Wang Yi, Wang Le, Liu Ruixia, Zhao Runze, Gu Weihao, Liu Duanyang, Zhang Shengjun, Cai Wenyue, Sun Haiduo, Zhang Kai, Hou Jun
2	ZL202411420122.6	一种基于 AI 和多源融合数据对海气交界面动力交换系数进行估算和预测的方法、介质及程序产品	发明专利	刘欣, 徐洪雄, 赵大军, 王慧, 刘璐
3	ZL202111214368.4	综合质量指数在联合雷达和自动站估测降水上的应用方法	发明专利	张扬, 刘黎平, 吴翀
4	ZL202510934407.X	基于机器学习的光度计探测温度修正方法及系统	发明专利	郑宇, 车慧正, 朱吉彪, 桂柯, 李雷, 赵恒恒, 赵胡箭, 梁苑新, 张馨丹, 尚楠轩, 张栩滔, 刘术辉, 张浩灵, 彭诗雅
5	ZL202411340803.1	基于云雷达和双偏振雷达的雨滴谱反演确定方法和装置	发明专利	张扬, 刘黎平
6	ZL202510803620.7	一种基于图像序列亮度变化信息的闪电快速识别方法	发明专利	马颖, 吕伟涛, 姚雯, 王飞, 樊艳峰, 张阳, 齐奇, 武斌
7	ZL202410341383.2	基于多源数据融合和 AI 的气象质量数据分析方法及系统	发明专利	车慧正, 桂柯, 李雷, 郑宇, 张栩韬, 赵胡箭, 梁苑新, 要文瑞, 赵恒恒, 尚楠轩, 王鹏, 夏祥鳌, 朱君, 宋京京, 王玉鹏, 朱吉彪, 魏焱
8	ZL202510011298.4	一种台风 MPI 多因素协同计算评估方法、介质及程序产品	发明专利	王慧, 赵大军, 徐洪雄, 刘欣
9	ZL202410899631.5	一种基于 AI 气象模型的台风远距离暴雨快速识别方法、存储介质及计算机程序产品	发明专利	徐洪雄, 赵大军, 王寅钧
10	ZL202510066134.1	一种基于雷达历史观测数据的地物影响区识别方法、装置及设备	发明专利	吴翀, 罗雨彤, 刘黎平, 吴蕾, 李瑞义, 张扬, 苏爱芳
11	ZL202510813791.8	一种用于极端降水事件区域模拟的 AI-NWP 三维闭环双向动态反馈耦合方法、系统及程序产品	发明专利	徐洪雄, 陈锐, 刘欣
12	ZL202310006370.5	一种甲基丙烯酸酯多孔层开管毛细管柱及其制备方法和应用	发明专利	刘蕾, 桂柯
13	ZL202510444858.5	基于人工智能的气溶胶预测方法及系统	发明专利	桂柯, 车慧正, 张栩滔, 郑宇, 李雷, 赵恒恒
14	ZL202511404500.6	一种地形干扰后台风双眼墙结构再建判定与维持时长的数值模拟预测方法、系统及介质	发明专利	王慧, 赵大军, 徐洪雄, 刘欣

序号	专利号	专利名称	专利类型	发明人
15	ZL202511492114.7	一种多源地基遥感垂直观测的湍流信号协同反演方法及系统	发明专利	郭建平,孟德利,杨荣芳,郭晓冉,徐慧,刘立辉,陈田萌,张震,孙玉萍
16	ZL202411784602.0	一种基于 LES 模拟优化改进 TCBL 灰区尺度感知相似性函数的方法、介质及程序产品	发明专利	王寅钧,徐洪雄,刘欣,陈锐
17	ZL202310157787.1	一种基于模式误差算子线性反演与订正的气候预测方法	发明专利	任宏利,王琳,高丽,吴捷,李景鑫,王润,周辰光,刘景鹏
18	ZL202510787018.9	基于机器视觉的雪花识别方法及其计算机设备	发明专利	丁明虎,李浩然,杨堤益,田彪,张文千
19	ZL202111524373.5	一种中尺度大气动力参数星地同步反演方法	发明专利	郭建平,郭晓冉
20	ZL202411783186.2	一种面向灰区参数化的 TCBL 风场高分辨率 LES 模拟方法、介质及程序产品	发明专利	王寅钧,徐洪雄,刘欣,陈锐
21	ZL202411755297.2	一种基于深度学习并融合 IDII 指数的内陆地区台风远距离极端降水预测方法、介质及程序产品	发明专利	赵大军,于玉斌,徐洪雄,王慧,刘欣
22	ZL202510377086.8	具备自清洁功能的面阵降水微物理测量仪及其控制方法	发明专利	丁明虎,李浩然,杨堤益,田彪
23	ZL202311661482.0	一种卫星闪电成像仪探测性能的一对一评估方法、装置	发明专利	张阳,邹猛进,樊艳峰
24	ZL202510143690.4	一种高速公路沿线高时空分辨率的光伏资源预测系统	发明专利	程兴宏,刘端阳,朱道明,陆春松,严殊祺,刘建栋,徐忠峰
25	ZL202510343508.X	雷达的回波衰减订正方法、装置、电子设备、介质及产品	发明专利	胡志群,张远康,郑佳锋
26	ZL202510857030.2	一种基于 AI 初始场驱动 NWP 区域模式并融合涡旋动力初始化的台风强度预测方法、介质及计算机程序	发明专利	徐洪雄,陈锐,刘欣,渠鸿宇
27	ZL202510940762.8	基于云计算和时空特征的环境数据监测方法及系统	发明专利	车慧正,罗文蓉,李雷,桂柯,郑宇,赵恒恒,赵胡笛,梁苑新,张馨丹,高楠轩,朱吉彪,张翎滔,刘术辉,张浩灵,彭诗雅
28	ZL202510571142.1	一种基于 6 波束地基光量子测风激光雷达 DBS 扫描模式的大气边界层湍流统计量反演方法、系统、介质及程序产品	发明专利	王寅钧,徐洪雄,霍彦峰,张春生,阮征,黄勇
29	ZL202510053314.6	雨滴谱重构方法、装置、电子设备及存储介质	发明专利	张扬,曾静
30	ZL202410187376.1	船舶航速预测模型的构建方法、装置、设备及存储介质	发明专利	金铸钰,徐晶,黄萧霖,张浩,赵伟
31	ZL202410928696.8	基于贝叶斯模型的台风风场重建方法、装置及介质	发明专利	徐晶,杨赤,金铸钰
32	ZL202411202888.1	用材竹林砍伐时间点、生长时长和地上生物量的遥感估算方法	发明专利	周广胜,王树东,汲玉河
33	ZL202510460253.5	风云卫星观测资料同化方法、装置、电子设备及存储介质	发明专利	张浩鑫,孙波,郑青,任宏利,衡志伟,郑衍欣

序号	专利号	专利名称	专利类型	发明人
34	ZL202511014472.7	基于大气-化学双向耦合的化学天气模式预报方法及系统	发明专利	张小曳,王宏,沈学顺,黄丽萍,彭玥,张文杰,庄照荣,韩晨,贾文星
35	ZL202310037243.1	辐亮度确定方法、装置、计算机设备及可读存储介质	发明专利	朱自强,翁富忠,杨俊
36	ZL202510322823.4	一种基于双 AI 模型架构及台风不对称性特征的台风初生识别方法、介质及程序产品	发明专利	刘欣,李昀英,徐洪雄,赵大军,王慧
37	ZL202411599153.2	基于 AI 和物理特性的 TC 路径与强度预测方法、设备及介质	发明专利	刘欣,徐洪雄,冯佳宁,赵大军,谢衍新,李昀英
38	ZL202510934516.1	一种基于物理诊断模型的大气能见度预测方法	发明专利	严殊祺,陆春松,刘端阳,李文晴,陈子轩,朱毓颖,周林义,严文莲,李美琪,王宏斌,朱寿鹏,慕熙昱,吴昊,杨华栋,曾燕
39	ZL202410406838.4	基于多维偏差的独立区域气象要素预报误差评估方法	发明专利	慕熙昱,曾明剑,徐琪,刘国庆,胡相林,代刊,吴长慧,朱寿鹏,曾燕,严殊祺,吴昊,杨华栋,刘岩,朱承瑛,张志薇
40	ZL202411730237.5	一种高速铁路雷电灾害致灾因子综合分析方法	发明专利	刘岩,张蕾,李征,徐伟,吕凡超,曾燕,慕熙昱,丁道华,郑天雪,严殊祺,姜苏麟
41	ZL202511015539.9	一种基于小波相干和梁氏克里曼信息流的特征分析方法、系统、设备及存储介质	发明专利	周林义,任苗苗,吴香华,朱寿鹏,朱承瑛,祖繁,吴泓
42	ZL202411698203.2	基于数值模式融合深度学习的路面温度预报方法	发明专利	朱寿鹏,朱承瑛,周林义,祖繁,朱延和,董甫,周红梅,王宏斌,吴泓,慕熙昱,刘端阳
43	ZL202411777755.2	一种基于物理约束的高速公路路面温度预报方法	发明专利	朱承瑛,王可心,杜良永,朱寿鹏,魏晓奕,祖繁,周林义,何琰,单婵,吴泓,张振东,慕熙昱,曾燕,吴昊,严殊祺
44	ZL202410455978.0	适用于卫星红外亮温模拟的冰云散射特性分段式计算方法	发明专利	刘洲坤,李昕,杨全,吉璐莹,吴阳,庄园,徐徐,唐飞,刘伟光,李逸
45	ZL202411464317.0	基于风云静止卫星红外高光谱的对流潜势监测方法及系统	发明专利	姚彬,郑玉,诸葛小勇,吴晓京,唐飞,阙瑰琳,宇路,蔡凝昊,吴荣华,陈凤娇,陈浩,廖蜜
46	ZL202411606319.9	AGRI 受杂散光污染期间的中红外波段生成方法	发明专利	肖海霞,诸葛小勇,唐飞,郑玉,朱毓颖,李扬,张方健,张然,张备
47	ZL202411589294.6	融合精细地形特征的延伸期降水连续分布概率预报方法	发明专利	朱寿鹏,吕阳,张玲,范怡,智协飞,吉璐莹,祁海震,王玉虹,周红梅,季焱,董甫,朱延和
48	ZL202510735416.6	基于水平次网格通量的线状对流预报订正方法	发明专利	孙世玮,杨全,史文茹,缪昊,徐晓齐,朱科锋
49	ZL202510294253.2	基于长短记忆网络的静止卫星雷暴云团动态监测识别方法	发明专利	陈凤娇,宇路,诸葛小勇,白觉乎措,唐飞,陈浩,姚彬,阙瑰琳,李扬,温华洋,金素文,赵莉颖
50	ZL202411273864.0	基于对象的集合概率匹配平均方法	发明专利	朱科锋,俞碧玉

序号	专利号	专利名称	专利类型	发明人
51	ZL202510622540.1	基于 stacking 集成的 KNN-Attention-LSTM 冬季路表温度预测方法	发明专利	周林义,李婉婷,吴香华,任苗苗,朱寿鹏,吴泓,朱承瑛
52	ZL202111105077.1	一种闪电宽带磁场信号探测天线系统	发明专利	吕凡超,秦子龙,陆高鹏
53	ZL202510805198.9	基于遗传算法的中尺度对流参数优化方法及系统	发明专利	王文兰,于星,宋佳欣,蒋建堂,张备
54	ZL202510805197.4	结合遥感与地面观测的气象要素三维分析方法	发明专利	王文兰,郑玉,刘嘉华,张备,张方健
55	ZL202411795533.3	基于风廓线雷达的低空大气风切变和湍流监测方法	发明专利	孙康远,慕瑞琪,慕熙昱
56	ZL202511054747.X	融合数值预报的 AI 气象台站数据质量控制方法	发明专利	王文兰,张方健,张备,姚彬,郑玉,刘嘉华
57	ZL202411673710.0	基于山地辐射效应的静止卫星陆上窗区通道资料同化方法	发明专利	吴阳,李昕,黄安宁,顾春雷,蔡舒心,刘洲坤,庄园,李逸,吉璐莹,徐徐
58	ZL202411551204.4	基于强对流识别的集合同化成员构建方法及系统	发明专利	武天杰,刘洲坤,崔志强,徐徐,吉璐莹,李昕
59	ZL202210297114.1	一种车载式公路交通气象综合探测系统	发明专利	祖繁,朱承瑛,周林义,王宏斌,刘端阳,吴泓,靳晓丽,王强
60	ZL202411719345.2	一种城市局地环境气温效应特征分析方法	发明专利	曾燕,邱新法,谢志清,陈兵,林依宁,薛顺奎,刘凯,王珂清,许金萍
61	ZL202411121612.X	一种基于 WRF-Chem 的户外运动健康风险预测方法	发明专利	吴昊,曹阳,游嘉伟,王体健,曲雅微,高丽波,严殊祺,杨华栋,刘岩,曾燕,慕熙昱
62	ZL202510874271.8	一种弓状回波伴生对流预警方法	发明专利	张树时,黄泓,徐昕,黄龙
63	ZL202510534876.2	一种 X 波段相控阵雷达分钟雨量降水估测方法	发明专利	周聪,张成宏
64	ZL202511461355.5	基于气象数据的生态牧场奶牛繁殖与健康管理方法及系统	发明专利	罗晓春,史潇,王慧利,田雨,李胜利
65	ZL202511450714.7	基于气象数据的生态牧场碳储量动态预测方法及系统	发明专利	史潇,罗晓春,田雨,王慧利,李胜利
66	ZL202411545752.6	一种数值天气预报产品气候态自适应订正方法	发明专利	常俊,张述文,任星露,冉津江
67	ZL202410775325.0	基于云分辨尺度数值预报模式的飞机积冰过冷水预报方法	发明专利	罗丽萍,朱科峰,赵定池,臧增亮,朱俊泽,朱穆峰,王渊,庄园
68	ZL202510830725.1	一种面向冰雹湿增长过程的云微物理模型优化与数值验证方法	发明专利	罗丽萍,于海婷,庄园,朱科峰,李昕,张怡
69	ZL202411607058.5	基于多源模态融合深度学习的高分辨雨情分析生成方法	发明专利	张玲,朱寿鹏,王琳,刘佳伟,郭准,智协飞,季焱,范怡,蔡佳熙
70	ZL202410398519.3	一种基于多尺度 Retinex 算法的深度学习光伏板识别方法	发明专利	朱晓晨,刘楠,曾燕,艾丽菲热·吾马尔
71	ZL202311791798.1	基于辛几何-mcODM 的闪电电磁脉冲信号识别及分类方法	发明专利	马子龙,郑天雪,蒋如斌,马达,刘敏芝,华亮,汪凌,蒋雨卉
72	ZL202210948583.5	降水概率预报方法	发明专利	冯勇,衡志炜,蒋兴文,张佩文,郑青,赵旋,伍清,董元昌,屠妮妮,张利红,宋云帆,李英
73	ZL202411550232.4	一种降水场空间降尺度方法	发明专利	张成宏,张世纪,董元昌,蒋兴文,李熠

序号	专利号	专利名称	专利类型	发明人
74	ZL202511279583.0	无人机下投探空数据同化方法、装置、电子设备及介质	发明专利	范鹏, 衡志炜, 郑衍欣, 张涛
75	ZL202411732676.X	基于多仰角子空间编码的雷达回波数据处理方法及系统	发明专利	张成宏, 陈治鹏, 蒋兴文, 董元昌, 张涛, 邹涛, 周学云
76	ZL202411727329.8	无人机机动观测场的敏感性分析方法、装置、电子设备及存储介质	发明专利	郑衍欣, 孙澈, 郑青, 衡志炜
77	ZL202510417347.4	一种面向地基微波辐射计的直接同化方法	发明专利	郑青, 孙澈, 衡志炜, 冯勇, 张涛, 韦玮
78	ZL202510765052.6	用于大气化学气溶胶资料同化的三维变分同化方法及系统	发明专利	庄照荣, 沈学顺, 田伟红, 王皓, 洪佳, 韩威, 黄丽萍, 王宏, 张小曳
79	ZL202411493556.9	一种高建筑物区域闪电密度分析方法和装置	发明专利	陈绿文, 庄燕洵, 吕伟涛, 颜旭, 马颖, 陈绍东, 杨敢
80	ZL202111413244.9	一种根系图像处理方法	发明专利	贾庆宇, 刘向培, 谢艳兵, 温日红
81	ZL202411115611.0	基于数据驱动的水稻低温冷害模型构建方法	发明专利	武晋雯, 纪瑞鹏, 于文颖, 冯锐, 孙龙曦, 姜丽霞, 王昌华, 王秋京, 刘宁徽, 李嘉宁
82	ZL202410615843.6	对流风暴轮廓特征识别及未来时刻位置预测方法	发明专利	李玄, 李鹏, 董元昌, 王汉涛, 赵南山, 张慧, 陈翠华, 蒋兴文
82	ZL202411683991.8	一种风光抽蓄电站气象灾害预警方法及系统	发明专利	王汉涛, 刘光静, 尹晔, 蒋兴文, 董元昌, 徐泉阳, 张慧, 陈翠华
84	ZL202421450228.6	轨道交通接触网覆冰视频监控装置	实用新型专利	吴泓, 李永, 朱寿鹏, 周林义, 朱承瑛, 曾燕, 刘端阳, 吴昊
85	ZL202420613073.7	一种道路热谱地图采集系统的太阳能供电装置	实用新型专利	周林义, 朱寿鹏, 祖繁, 朱承瑛, 吴泓, 吴昊, 刘端阳
86	ZL202520038677.8	一种鸟类携带气象传感器	实用新型专利	吴泓, 刘端阳, 李永, 周林义, 朱寿鹏, 朱成瑛, 曾燕, 吴昊
87	ZL202323310985.1	航空飞行气象文件自助服务立式一体终端	实用新型专利	慕熙昱, 张强, 于洁, 徐琪, 张辉, 常飞, 朱华东, 饶赛, 杨声
88	ZL202520062082.6	一种植被覆盖度测量装置辅助支架	实用新型专利	孙龙曦, 冯锐, 纪瑞鹏, 张博宇, 崔森, 孙雪, 张桂月, 武晋雯, 于文颖, 赵先丽, 王倩玉, 张诗, 金楚恒, 华乐乐
89	ZL202323604238.9	一种地表温度计安装架	实用新型专利	宋云帆, 赵兴炳, 杜韬, 王鸽, 彭骏, 赵旋
90	ZL202520001806.6	一种 GNSS 定位终端用安装结构	实用新型专利	宋云帆, 赵兴炳, 王圆圆, 余佩沛, 彭骏, 杜韬
91	ZL202422929488.8	一种气象显示屏的外屏清洁装置	实用新型专利	李雁, 温壮风, 房小怡, 张硕, 程宸, 于灏
92	ZL202420892352.1	一种玉米种植用灌溉施肥装置	实用新型专利	陈妮娜, 纪瑞鹏, 米娜, 李鸣钰, 张淑杰, 武晋雯, 冯锐, 于文颖, 赵思文, 王倩玉
93	ZL202421018918.4	一种颗粒物与臭氧协同监测装置	实用新型专利	洪也, 王扬锋
94	ZL202420570546.X	一种自动化玉米遮阴实验棚	实用新型专利	冯锐, 纪瑞鹏, 王培娟, 武晋雯, 于文颖, 尹艳华, 张慧, 李党红, 陈妮娜, 吴航, 金楚恒, 华乐乐, 刘英杰, 米娜, 张淑杰, 王倩玉, 赵思文

序号	专利号	专利名称	专利类型	发明人
95	ZL202322918842.2	一种适用于极地的臭氧观测站	实用新型专利	田彪,丁明虎,孙维君,王欣,杨堤益,邹小伟,季凯程,汤洁
96	ZL202520132907.7	一种基于铁路冷藏车平台的气象综合动态探测系统	实用新型专利	程兴宏,徐祥德,朱道明,张志国,于永杰
97	ZL202520248213.X	一种雪地硬度测量装置	实用新型专利	丁明虎,温海焜,田彪,任志敏,杨堤益,张毅,邵骏
98	ZL202530166278.5	测云雷达	外观设计专利	李浩然,齐锐,阮征,刘黎平,吴良,杨雷,罗寅

#### 4.1.2 软件著作权

2025年我院作为著作权人,在农业气象、健康气象、极端降水等领域,累计完成8项计算机软件著作权登记。

序号	软件名称	登记号	完成人	颁证日期
1	青裸冠层光合作用模拟系统	2025SR0687048	刘建栋,宋艳玲	2025-04-27
2	中国农业气象模式单机运行系统[简称:CAMM_SA] 1.0	2025SR1166018	马玉平,王培娟,杨建堂,俄有浩,邹定荣,霍治国,孙爽,王旗,韩典辰,李扬,张源达	2025-07-04
3	原位降雪传感器的雪花识别算法库软件	2025SR1244683	李浩然,丁明虎,田彪,张文千	2025-07-14
4	多模式集合降水分级概率预报可视化软件 V1.0	2025SR1557714	刘伯奇,郦钰函	2025-08-18
5	耦合物候学参数与 XGBoost 算法的 WRF-Chem-Pollen 花粉模式预报系统 V1.0	2025SR1673058	李江涛,安兴琴,刘哲	2025-09-02
6	基于物候学与随机森林算法的夏秋季花粉排放模型构建系统 V1.0	2025SR1673054	李江涛,安兴琴,刘哲	2025-09-02
7	“农灾警”农业气象灾害综合信息开放共享服务平台	2025SR2293518	孙擎,张祎	2025-11-27
8	极端降水次季节确定性预报技巧可视化软件 V1.0	2025SR2512078	刘伯奇	2025-12-29

#### 4.1.3 标准

2025年我院牵头发布国家标准1项,行业标准3项;参与发布国家标准4项,行业标准10项。

序号	类别	发布号	标准名称	气科院第一起草人	起草人	起草单位
1	国家标准	GB/T 46252-2025	道路结冰高影响路段排查规范	祖繁	祖繁,朱承瑛,刘端阳,张迪,李英伟,杨峰,孙广林,闫明月,杨文臣,齐晨,吴泓,王宏斌,张振东,韩晖,江春,周建平,索晨,郑敏	南京气象科技创新研究院,公安部道路交通安全研究中心,交通运输部路网监测与应急处置中心,云南省交通规划设计研究院股份有限公司,江苏省气象服务中心,北京中交华安科技有限公司,安徽省公共气象服务中心,中国电建集团重庆工程有限公司

序号	类别	发布号	标准名称	气科院第一起草人	起草人	起草单位
2	国家标准	GB/T 33588.4 2025	雷电防护系统部件(LPSC)第4部分:导体紧固件的要求	马颖	王业赋,鞠晓雨,张秀春,赵淳,汤亮亮,李涛,马颖,王伟,吴昊天,黄会忠,杨清,高攀亮,谢吴稼	安徽省气象灾害防御技术中心,中国电力科学研究院有限公司,国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司,中国气象科学研究院,中国南方电网有限责任公司超高压输电公司贵阳局,中国标准化协会,云南电网有限责任公司昆明供电局,浙江华甸防雷科技股份有限公司,上海华云防雷科技股份有限公司,中科天际科技股份有限公司,合隆新材料科技(江苏)有限公司
3	国家标准	GB/T 45795 2025	大气颗粒物 PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 质量浓度观测 光散射法	孙俊英	张晓春,马芳,王耀华,李维民,薛学琴,孙志于,杜波,赵亚南,高健,荆俊山,刘雯,王焱,于丽群,李雅楠,王静雷,潘志东,周志斌,司书春,王强,李小凡,陈文亮,沈超峰,孙俊英	中国气象局气象探测中心,太原罗克佳华工业有限公司,北京维迫科技发展有限公司,中国气象科学研究院,中国环境科学研究院,中国气象局气象干部培训学院,北京象元气象观测技术研究院,云南省大气探测技术保障中心,杭州微智兆智能科技有限公司,浙江恒达仪器仪表股份有限公司,山东诺方电子科技有限公司,南昌攀藤科技有限公司,河北先河环保科技股份有限公司,江苏省精创电气股份有限公司,天津同阳科技发展有限公司,浙江大学,湖北省气象信息与技术保障中心,国家气象信息中心,北京市气象探测中心,新疆维吾尔自治区气象技术装备保障中心
4	国家标准	GB/T 46251 2025	浓雾高影响路段排查规范	祖繁	江春,周建平,张迪,虞丽云,李英伟,尹曦辉,索晨,吴晓峰,丁国香,姚叶青,苗开超,纪磊,葛进军,陶寅,祖繁,朱承瑛,刘端阳	安徽省公共气象服务中心,公安部交通管理局,交通运输部路网监测与应急处置中心,公安部道路交通安全研究中心,安徽省公安厅交通管理总队,南京气象科技创新研究院

序号	类别	发布号	标准名称	气科院第一起草人	起草人	起草单位
5	国家标准	GB/T 45975 2025	陆地生态气象应用数据格式	毛飞	乌兰巴特尔,金红伟,庄立伟,师春香,鲜超,毛飞,黄敬峰,王连喜,孙忠富,赵国强,何清,黄彬香,胡树贞,李新建,冯民学,唐红艳,马瑞升,孙涵,陈鹏斐,花卫东,苗百岭,李嘉洁,余凌翔,扎多	内蒙古新天元防灾减灾研究院,内蒙古自治区气象学会,航天新气象科技有限公司,国家气象中心,国家气象信息中心,北京思湃德信息技术有限公司,中国气象科学研究院,浙江大学,南京信息工程大学,中国农业科学院,中国农业大学,中国气象局气象探测中心,河南省气象局,中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所,新疆兴农网信息中心,广西壮族自治区气象科学研究所,内蒙古自治区生态与农业气象中心,江苏省气象灾害防御技术中心,云南省气候中心,山南市气象局
6	行业标准	QX/T 788 2025	天气指数农业保险可行性评估	赵艳霞	赵艳霞,陈思宁,张祎,孙擎,刘莉,姜伟平,吴利红,任义方	中国气象科学研究院,新昌县气象局,浙江省气候中心,江苏省气候中心
7	行业标准	QX/T 748 2025	区域高分辨率模式降水强度特征检验指标	陈昊明	陈昊明,李普曦,陆天舒,周佰铨,杨琳韵	中国气象科学研究院
8	行业标准	TY/T 2005 2025	高山滑雪冰状雪赛道技术要求	丁明虎	丁明虎,张东启,效存德,孙维君,王飞腾,赵守栋,田彪,李新,吴隆兴,王东海,杜文涛,王树军	中国气象科学研究院,山东师范大学,中国科学院西北生态环境资源研究院,北京师范大学,北京斯尔隆兴滑雪场规划设计有限公司,哈尔滨体育学院,北京国家高山滑雪有限公司,黑龙江省亚布力体育训练基地
9	行业标准	QX/T 768 2025	市县国土空间规划气候可行性论证技术导则	房小怡	杜昊鹏,轩春怡,邢佩,杨若子,党冰,房小怡,刘勇洪,程宸,熊飞麟,白孟鑫,赵丹,贺健,高雅,李婧	北京市气候中心,中国气象科学研究院,中国气象局地球系统数值预报中心,北京市城市规划设计研究院,中国城市规划设计研究院
10	行业标准	QX/T 759 2025	气象观测资料质量控制 海表	廖荣伟	张冬斌,曹丽娟,赵琦,陈丽凡,廖志宏,廖荣伟,张雷	国家气象信息中心,中国气象科学研究院,天津市气象信息中心
11	行业标准	QX/T 770 2025	大气亚硝酸观测系统技术要求 湿式长光程吸光度法	吴玲燕	葛茂发,王炜罡,廉超凡,项往,吴玲燕	中国科学院化学研究所,中国气象科学研究院

序号	类别	发布号	标准名称	气科院第一起草人	起草人	起草单位
12	行业标准	QX/T 745 2025	山岳景区爬山湿滑指数等级划分	宋丽莉	慕建利,王丽娟,宋丽莉,李云峰,谢静芳,姚叶青,张永红,曹倩,李文静,邓美玲,张鑫鑫,杨如意	中国气象局公共气象服务中心,中国气象科学研究院,吉林省气象信息网络中心,安徽省气象服务中心,陕西省渭南市气象局,华风气象传媒集团
13	行业标准	QX/T 776 2025	组网天气雷达覆盖率和贡献度计算方法	吴翀	尹春光,陈玉宝,柳云雷,张涛,吴翀,王国荣,张持岸,李林,张福贵,秦建峰	中国气象局上海气象装备保障中心,中国气象局气象探测中心,云南省大气探测技术保障中心,中国气象科学研究院,浙江宜通华盛科技有限公司,华云敏视达雷达(北京)有限公司,北京市气象探测中心,成都信息工程大学,武汉市气象局
14	行业标准	QX/T 764 2025	太阳紫外光谱辐射表	郑向东	孙立新,郑峰,刘丽莹,花卫东,边泽强,崇伟,李倩,徐晋,郑向东,夏祥鳌,代彩红,吴志峰,李玲,王彦飞,杨礼艳,李晖,顾平月,徐毅刚,朱静,王忆如,王爽	航天新气象科技有限公司,中国气象局气象探测中心,中国科学院大气物理研究所,中国气象科学研究院,中国计量科学研究院,杭州远方光电信息股份有限公司,中国科学院安徽光学精密机械研究所
15	行业标准	QX/T 767 2025	Ka 波段全国固态测云雷达/仪技术要求	刘黎平	魏艳强,周亭亭,冯凯,王志锐,李萍,刘宏宇,刘黎平,陶法,胡树贞,刘丽华,冯双平,陈岩,王刚,国厦	航天新气象科技有限公司,北京无线电测量研究所,中国气象局气象探测中心,中国气象科学研究院,西安华腾微波有限责任公司
16	行业标准	JT/T 714 2025	道路交通气象环境能见度检测器	祖繁	赵丽,张利,王汝健,祖繁,高兰达,吴梦怡,刘砚玥,李斌,郝亮,项煜,李振华,傅志明,么新鹏,陈昊瑞,李方芳,李炳林,刘志妍,王新科,吕晨阳,王体彬,魏国栓,沙广军,孟易,崔琦,文娟,张云	交通运输部公路科学研究所,北京中交国通智能交通系统技术有限公司,山东高速集团有限公司创新研究院,南京气象科技创新研究院,浙江交投高速公路运营管理有限公司,江西省交通监控指挥中心,凯迈(洛阳)测控有限公司,洛阳云感科技有限公司,上海励光电子科技有限公司,河南省高速公路联网监控收费通信服务有限公司,青海省公路局公路养护应急保障中心
17	行业标准	QX/T 753 2025	气象数字对象标识符 气象数据码	王轩	杨和平,温华洋,陈楠,曹磊,姜筱玮,张志强,翟晴飞,陈东辉,杨笛,元永刚,王轩,金素文,朱华亮,王亚东	国家气象信息中心,安徽省气象信息中心,辽宁省气象信息中心,国家卫星气象中心,中国气象科学研究院,上海气象信息技术保障中心

序号	类别	发布号	标准名称	气科院第一起草人	起草人	起草单位
18	行业标准	QX/T 752-2025	气象数字对象标识符 气象数据服务追溯码	王轩	温华洋,朱华亮,金素文,杨和平,陈楠,邱康俊,杨笛,张苗苗,吴奇生,陈凤娇,唐怀瓩,赵莉颖,王静,王易阳,亓永刚,马京津,陈云刚,刘巍,王轩	安徽省气象信息中心,国家气象信息中心,中国电子技术标准化研究院,北京数聚万维科技有限公司,北京弘象科技有限公司,国家卫星气象中心,中国气象科学研究院

## 4.2 成果评价

在 2025 年度中国气象局气象科技成果评价中,我院 3 项成果评价等级为“优秀一等”,3 项成果评价等级为“优秀二等”。

序号	成果名称	第一完成人	全部完成人	全部完成单位	评价等级
1	两类 ENSO 现象的动力学机理、气候影响与预测方法研究	任宏利	任宏利,张文君,王润,左金清,陆波,刘明兹,耿新,王琳	中国气象科学研究院、南京信息工程大学、国家气候中心	优秀一等
2	碳源汇监测核校支持系统(CCMVS)研发	张小曳	张小曳,郭立峰,仲峻霆,王德英,李佳迎,吴崇源	中国气象科学研究院	优秀一等
3	植物物候变化的生理生态机制与全气候生产要素影响模拟模型	周广胜	周广胜,吕晓敏,王焕炯,林少植,于鸿堂,刘二华,顾文杰,胡明新,周莉,周梦子,宋兴阳,汲玉河	中国气象科学研究院、中国科学院地理科学与资源研究所	优秀一等
4	东北地区气溶胶光学特性的时空演变规律及其驱动耦合机制研究	赵胡箭	赵胡箭,桂柯,王东东,朱铁明,王扬锋,刘宁徽,李晓岚,赵梓淇,温日红,郑宇,李雷	中国气象局沈阳大气环境研究所、中国气象科学研究院、辽宁省人工影响天气办公室	优秀二等
5	短时极端暴雨快速加强的多向雨水输送理论和观测证据	尹金方	尹金方,梁旭东,夏茹娣,李明鑫,李浩然,宝兴华,孙继松,李丰,高小雨,谢衍新,原新鹏	中国气象科学研究院	优秀二等
6	基于双偏振雷达等多源资料的降水相态识别和预警技术研究与应用	杨吉	杨吉,陈刚,黄浩,樊利强,郑媛媛,陈凤娇,吕凡超,曾明剑,李熠,葛瑞琪,吕迎辉,孙康远,刘青元,王明筠,郑天雪	南京气象科技创新研究院、国家气象中心、南京大学	优秀二等

## 4.3 科技成果应用与转化

2025 年,我院(含分院)共有 59 项成果转化应用至气象部门各级科研业务单位及行业外

单位。其中“中国气象局区域化学天气数值预报系统 CMA-CW V1.0”经预报司批准,正式进入国家级气象业务应用。“东北亚区域数值预报系统”等5项成果进入省级业务应用。各项成果分别在灾害天气预报预警、生态遥感评估、农业气象灾害预报等多个业务工作中发挥科技支撑作用。

序号	完成人	成果名称	应用单位
1	刘伯奇, 郝钰函, 马双梅, 蒋宁, 祝从文	北京地区多模式集合次季节降水分级概率预报	北京市气候中心
2	刘伯奇, 郝钰函, 马双梅, 蒋宁, 祝从文	多模式集合次季节降水分级概率预报	上海市气候中心
3	邹定荣, 吴门新, 王培娟, 杨建堂, 马玉平, 霍治国, 王春乙, 韩典辰	基于多模式集成的发育期算法	国家气象中心
4	孙兆彬	花粉浓度及其健康影响的格点化预报技术	陕西省榆林市气象局
5	赵俊芳	基于 FORCCHN 模型的森林生态气象多尺度监测评估与预估技术	国家气象中心
6	周广胜, 吕晓敏, 汲玉河	美丽青藏建设气象条件贡献率评价系统 V1.0	西藏高原大气环境科学研究所, 青海省气象科学研究所, 四川省阿坝州气象局
7	孙焱, 高丽娜, 周奕珂, 刘志权	基于控制变量自适应框架的卫星气溶胶光学厚度观测直接同化技术	国家气象信息中心
8	张阳, 吕伟涛, 樊艳峰, 郑栋, 陈绍东, 马颖, 颜旭, 姚雯, 陈绿文, 王飞, 武斌, 齐奇, 杨敢, 张义军	实时低频全闪探测及人工引雷, 高建筑物雷电观测试验	中国气象局气象探测中心
9	马玉平, 徐敏, 王培娟, 邹定荣, 霍治国, 俄有浩, 张源达, 杨建堂, 王旗, 孙爽, 李扬	基于中国农业气象模式的冬小麦冻害定量监测预测技术	江苏省气候中心
10	马玉平, 杨建堂, 王培娟, 霍治国, 邹定荣, 王旗, 孙爽, 李扬, 张源达, 俄有浩	基于中国农业气象模式的水稻生长过程定量监测预测技术	江西省气象科学研究所
11	马玉平, 霍治国, 俄有浩, 王培娟, 邹定荣, 杨建堂, 王旗, 孙爽, 李扬, 张源达	基于中国农业气象模式的冬小麦数字化气象监测预报技术	安徽省灾害预警和农业气象信息中心
12	马玉平, 王旗, 王培娟, 孙爽, 俄有浩, 邹定荣, 张源达, 杨建堂, 李扬, 霍治国	基于中国农业气象模式的春玉米生长过程定量监测预测技术	吉林省气象科学研究所
13	王培娟, 马玉平, 邹定荣, 杨建堂, 王旗, 孙爽, 李扬, 张源达	中国农业气象模式 CAMM 在玉米涝渍灾害监测预测中的应用	国家气象中心
14	桂柯, 车慧正, 张树滔	全球气溶胶 AI 预报大模型系统 (AI-GAMFS)	甘肃省兰州中心气象台, 宁夏气象台
15	王培娟, 马玉平, 邹定荣, 杨建堂, 王旗, 孙爽, 李扬, 张源达	中国农业气象模式 CAMM 在东北玉米涝渍灾害监测预测中的应用	辽宁省生态气象和卫星遥感中心, 辽宁省沈阳市生态与农业气象中心
16	周广胜, 汲玉河, 周莉	生态气象云服务平台	中国气象局
17	张小曳, 王宏, 彭玥, 张文杰, 仲峻鑫, 贾文星, 桂柯, 王志立, 王德英, 刘洪利, 王亚强, 汪洋	中国气象局区域化学天气数值预报系统 CMA-CW V1.0	各省(区、市)气象局, 各直属单位

序号	完成人	成果名称	应用单位
18	吴翀,刘黎平	S波段双偏振雷达分钟级短临系统	江苏省气象台
19	李火青,依斯拉木·吾拉音,张磊,刘宗会,买买提艾力·买买提依明,曾康,刘军建,张海亮,艾力亚尔·艾海提,李曼,嵇陈相,马玉芬,艾丽菲热·吾马尔,王敏仲,李霞,霍文	新疆沙尘-环境预报系统-V1.0	新疆维吾尔自治区气象局
20	李浩然	基于天气雷达的降水微物理廓线分析软件	山东省气象局
21	苏爱芳,马建立,罗丽,武静雅,史一丛,张杨,吴翀,刘瑞婷,吴剑坤	多波段双偏振组网雷达分级降水估测技术	河南省气象台,河南省南阳市气象局
22	张芳华,陶亦为,赵威,曾明剑,陈博宇,储海,张博,胡宁,梁旭东,尹金方,李扬,陈刚,聂续,马建立,吕楠,郑玉,李丰,罗丽,林中曦,杨忠林,张扬,李熠,苏爱芳,郑媛媛,符娇兰,胡艺,任宏昌	极端强降水预报示范系统	国家气象中心
23	桂柯,车慧正,张栩滔	沙尘暴智能预报系统	吉林省气象科学研究所
24	朱科锋,梅海霞,曾明剑,李昕,史文茹	数值模式大风精细预报产品	江苏省气象服务中心
25	李熠,郑玉,郑媛,王宏斌,孙康远,杨吉	江苏及沿海雷暴大风临近预报算法	江苏省气象台
26	徐徐,李昕,唐飞	风云四号B星AGRI亮温资料在PWAFS系统中的业务同化应用	江苏省气象台
27	刘洲坤,李昕,杨全,刘伟光,唐飞,周嘉陵,梅海霞,张冰,崔志强,李逸	基于江苏区域数值模式的风云四号卫星云区亮温模拟技术及应用	江苏省气象台
28	刘青元,曾明剑,宋金杰,李昕,吴海英,秦南南,梅海霞,宋如东,王易,李杨	一种基于模式特性和观测优化的阵风预报技术	江苏省气象服务中心
29	李扬,郑玉,陈刚,李熠,朱科锋,郑媛,朱毓颖,肖海霞,张备,张然,张方健	基于物理增强的生成式极端降水短临预报算法	江苏省气象台,河南省气象台,安徽省气象台
30	李扬,王宏斌,郑玉,陈刚,郑媛,孙康远,朱毓颖,肖海霞,张备,张然,张方健	极端雨强初生临近预报算法	江苏省气象台
31	郑玉,李扬,陈刚,李熠,朱科锋,郑媛,朱毓颖,肖海霞,张备,张然,张方健	0~12小时极端降水短时预报算法	江苏省气象台,河南省气象台
32	唐飞,李昕,刘伟光,胡皓	基于地表温度观测信息约束的风云四号红外成像仪地表发射率反演算法	中国气象局地球系统数值预报中心
33	吴阳,李昕,王皓	考虑次网格地形长波辐射效应的风云四号卫星红外成像仪同化观测算子	中国气象局地球系统数值预报中心
34	陈凤娇,金素文,华连生,诸葛小勇,赵莉颖,唐飞,陈浩,姚彬,阙瑰琳,宇路	风云3号降水雷达强对流雨团结构实时监测技术	安徽省气象信息中心
35	李扬,郑天雪,李特,郑玉,朱毓颖	一种闪电频次临近预报方法及系统	湖南省气象台
36	曾明剑,杨吉,孙康远,史文茹,梅海霞,张冰,周嘉陵,姜荣升,史潇	基于对流参数的极端雨强分级潜势预报技术	江苏省气象台

序号	完成人	成果名称	应用单位
37	陈凤娇, 诸葛小勇, 唐飞, 杜刚, 姚彬, 陈浩, 阙琬琳, 宇路	风云四号中尺度对流系统云团识别及其宏观特征实况分析产品	淮河流域气象中心
38	吴顺, 杜韬, 郑昊, 乔大雷, 蒲秀姝, 董元昌, 淡嘉	端到端的西南复杂地形短临风速预报技术	四川省气象服务中心
39	董元昌, 蒋兴文, 张成宏, 冯勇, 李建, 杨康权	西南涡全生命史自动识别追踪技术	国家气象中心
40	李跃清, 卢萍, 肖送祥, 熊燕琳, 刘思佳, 杨康权	高影响西南涡发展指数	四川省气象台
41	冯勇, 蒋兴文, 衡志炜, 陈超, 王建宇, 王慧美, 毛欣, 索朗塔杰	ERA-SWC-G 地面气象要素数据集(VL.0)	西藏高原大气环境科学研究所
42	董元昌, 蒋兴文, 蒋瑞西, 张成宏, 冯勇	支持县域强降水自主预警的短临预报预警平台	四川省资阳市气象局
43	杜韬, 吴顺, 吴亚平, 范江琳, 杜佳璟	高时间分辨率的气象预报生成算法	四川省雅安市气象局
44	衡志炜, 高笃鸣, 冯勇, 斯维	基于西南区域模式的百米尺度数值预报产品	云南省大理市气象局
45	冯勇, 衡志炜, 斯维, 郑衍欣, 范鹏	西南区域数值天气预报产品	青海省气象台
46	王扬锋, 李晓岚, 洪也, 王东东, 任万辉, 刘宁薇, 赵胡笛, 张云海	辽宁雾霾精细化数值预报系统	辽宁省气象台, 辽宁省鞍山气象台等
47	易雪, 杨森, 李得勤, 公颖, 潘晓, 田莉, 焦敏	应用积雪数据改进中尺度数值模式气温产品	辽宁省气象台
48	杨森, 易雪, 潘晓, 公颖, 王恕	东北亚区域数值预报系统	辽宁省气象台
49	杨森, 李得勤, 易雪, 潘晓, 公颖, 王恕	辽宁区域冷云四维变分同化技术	辽宁省气象台
50	刘丹, 冯锐, 宫丽娟, 张霞, 于成龙, 殷世平, 武晋雯, 纪瑞鹏, 于文颖, 陈妮娜, 李雨鸿, 王莹	东北黑土区土壤水力侵蚀变化方法	辽宁省本溪市气象局
51	冯锐, 张霞, 刘丹, 纪瑞鹏, 武晋雯, 于成龙, 于文颖, 丁松滔, 王为昊, 陈妮娜, 王敬宜, 宋昀地, 郭婷婷, 王莹, 史宇迪	基于高光谱数据的土壤有机质反演技术	黑龙江省气象科学研究所
52	刘丹, 宫丽娟, 冯锐, 陈长胜, 于成龙, 马云飞, 纪瑞鹏, 武晋雯, 于文颖, 张霞, 殷世平, 李秀芬, 郭立峰, 丁松滔, 王为昊, 金楚恒, 华乐乐	黑土区有机质含量与土壤侵蚀的监测评估	黑龙江省气象科学研究所
53	冯锐, 武晋雯, 陈鹏狮, 米娜, 于文颖, 韩典辰, 张源达, 陈妮娜, 公颖, 刘东明, 张慧, 纪瑞鹏, 寇思聪, 赵思文, 宋昀地, 华婧婧, 田莉, 张淑杰, 张玉书	水稻低温寡照复合灾害监测预警技术	辽宁省本溪市气象局
54	冯锐, 武晋雯, 陈鹏狮, 米娜, 于文颖, 韩典辰, 张源达, 刘东明, 陈妮娜, 公颖, 张慧, 纪瑞鹏, 寇思聪, 赵思文, 宋昀地, 华婧婧, 田莉, 张淑杰, 张玉书	水稻低温寡照、玉米干旱寡照复合灾害监测预警技术	辽宁省生态气象卫星遥感中心
55	王倩玉, 纪瑞鹏, 赵思文, 米娜, 陈妮娜, 吴航, 张淑杰, 冯锐, 武晋雯	辽宁省春玉米拔节-乳熟期干旱天气指数保险	辽宁省锦州市气象局
56	赵思文, 闫平, 徐士琦	东北冷涡型农业气象灾害数据库	吉林省气候中心

序号	完成人	成果名称	应用单位
57	赵思文, 闫平, 徐士琦, 张玉书, 王瞭瞭, 纪瑞鹏, 于文颖, 李俊乐, 刘德强, 武晋雯, 陈妮娜, 韩莹	东北冷涡型农业气象灾害风险评估技术	辽宁省抚顺市气象局
58	徐晶, 金铸钰, 黄萧霖	避台航线规划算法模型	北京全球气象导航技术有限公司
59	徐晶, 金铸钰, 黄萧霖	基于 A* 智能算法的渔船避风调度技术	山东经纬海通科技有限公司

同时, 我院通过技术开发、技术服务及技术咨询等方式完成科技成果转化合同 12 项。

序号	完成人	成果	转化单位
1	丁明虎, 田彪, 张文千	适用于极地超低温环境的电池系统及其控温方法	北京天诺基业科技有限公司
2	郑栋, 姚雯, 张阳, 王飞, 徐良韬, 张文娟	三维全闪实时定位算法和数据分析技术	广州心创科技服务有限公司
3	张小曳, 车蕊正, 桂柯, 郑宇, 缪育聪, 赵恒恒, 要文瑞, 尚楠轩, 贾文星, 王德英	大气污染与边界层气象双向反馈机制	合肥市生态环境局
4	徐晶	台风监测预报技术在防灾减灾中的应用研究	中国科学院空天信息创新研究院
5	程兴宏	气溶胶激光雷达观测资料同化方法	北京开云汽车有限公司
6	邹定荣, 霍治国, 王培娟, 王春乙, 马玉平, 杨建堂, 韩典辰	农作物发育期集成模拟方法	云众世纪(北京)科技有限公司
7	丁明虎	适用于极地超低温环境的电池系统及其控温方法	睿德扬信(武汉)科技有限公司
8	刘欣	中国气象科学研究院台风区域海气耦合预报系统	中国科学院软件研究所
9	高小雨	华南沿海强降水过程对流可分辨模拟与评估技术	南京翎英科技有限公司
10	丁明虎, 张文千, 朱孔驹, 凌昌贵, 田彪, 赵守栋, 张雷, 葛恩博, 邱艳, 毛瑞雪	适用于极地超低温环境的电池系统及其控温方法	澳大利亚南极局
11	赵艳霞, 孙擎, 刘莉, 张祯, 李牧原	适用于天气气候保险产品设计与应用评估的方法	陕西大气云科技有限公司
12	赵艳霞, 刘莉, 孙擎, 张祯, 李牧原	适用于农业保险产品定价与效果评价方法	陕西大气云科技有限公司

#### 4.4 业务准入数据

##### ■ 全国城市建筑气象参数产品 V1.0

主要完成人: 曹经福、李明财、赵玉娟、韩振宇、房小怡

天津市气象科学研究所联合国家气候中心、中国气象科学研究院、国家气象信息中心等单位, 建立全国城市建筑气象参数产品, 覆盖全国 2278 个县级及以上行政区, 通过中国气象局高价值产品业务准入, 落实中国气象局《建筑节能气象参数编制专项工作方案》, 可有效支撑我国

城市建筑节能设计,助力我国“双碳”目标实现。此外,部分产品算法纳入中国气象局 MAZU 平台早期预警服务专题,涵盖亚洲 43 个地区,积极为全球城市治理提供中国方案。

该产品以近 30 年全国 2390 个国家级气象观测站逐时和逐日尺度的气压、气温、相对湿度等作为源数据,依据相关国家标准、行业标准,利用标准中算法计算得到。产品包含常用建筑室外气象参数、多不保证水平的建筑气象参数、建筑能耗评估气象参数 3 个部分气象参数产品。常用建筑室外气象参数是确定建筑围护结构基本耗热量的基础,也是建筑暖通空调设计与设备选型的重要依据,可为全国不同建筑气候区县级及以上城市建筑设计、用能规划与安全运行提供精准的气象参数。多不保证水平的建筑气象参数为建筑供暖、夏季空调等不同室内环境舒适水平与耗能需求提供气象依据。此外,建筑能耗评估气象参数可评估建筑耗能水平,尤其是检验近零能耗建筑、超低能耗建筑和零碳建筑等设计、建设的科学性与合理性。

该产品相较于国内现行标准中的气象参数,精细化程度提升了近 10 倍,可满足全国范围县级及以上城市和地区建筑节能设计、运控与耗能评估的气象参数需求。目前,产品中粤港澳区域的气象参数已经应用于广东省地方标准《民用建筑节能气象参数》和湾区团体标准《民用建筑节能设计气象参数》,为广东省建筑科学研究院等 9 家单位工程项目提供了设计依据,直接用于建筑能耗模拟计算、热环境分析等,辅助优化建筑设计,降低能耗、提高舒适性。不仅如此,天津区域的气象参数已用于《天津市居住建筑节能设计标准》的编制,基于该数据的建筑能耗精准性得到明显提升,可有效降低建筑材料保温性能资金投入。

## 4.5 论文与论著

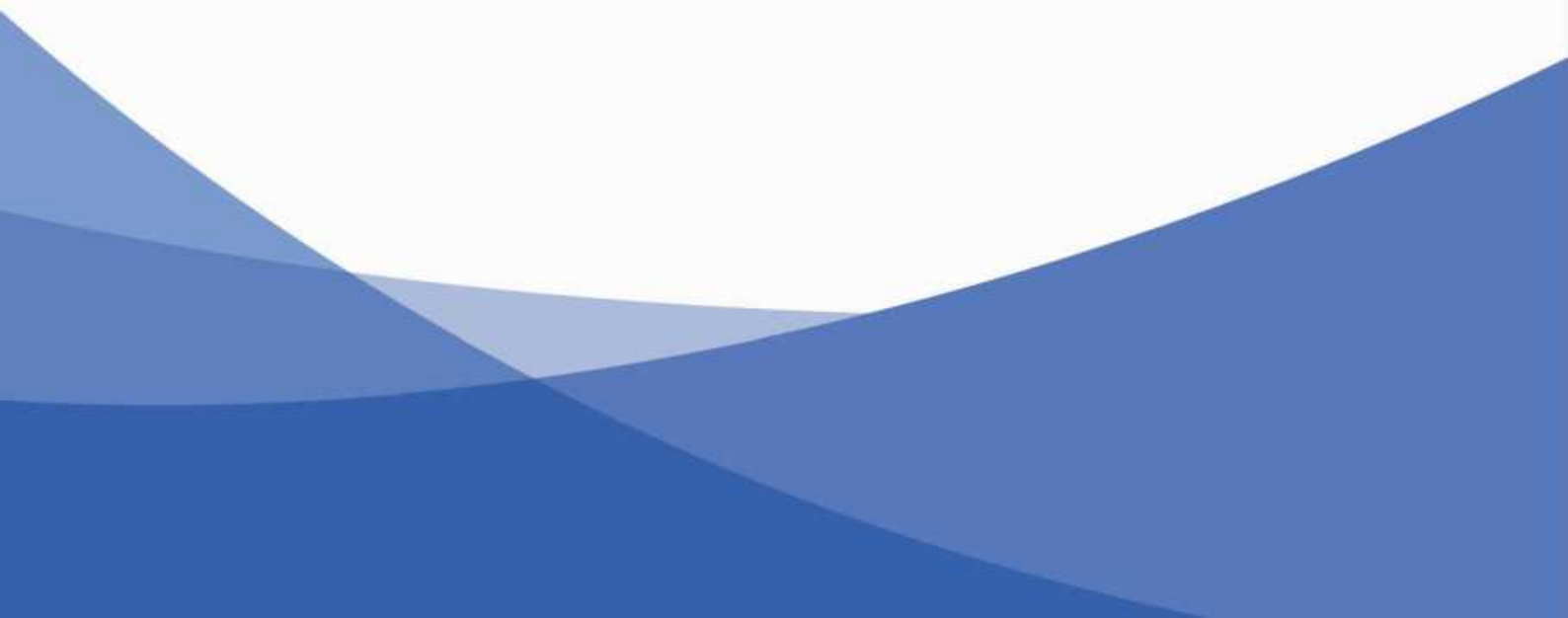
根据 2026 年 1 月 22 日国家图书馆提供的检索报告,2025 年,我院发表的学术论文,被 CSCD 数据库收录 162 篇,其中第一作者机构论文 91 篇(附录 A);被 SCI 数据库收录 634 篇,其中第一作者机构论文 239 篇(附录 B)。

2025 年,我院共出版论著 10 种(附录 C)。其中,科学出版社出版 7 种,气象出版社出版 3 种。



# 第 5 章

## 合作与交流





## 5.1 院开放合作情况

### 5.1.1 发挥全国气象科教融合联盟作用

组织完成 2024 年度中国十大气象科技进展评选活动。协助完成海洋气象领域科教融合交流活动、全国大气科学类本科生天气预报技能竞赛等联盟活动。落实《气象科教融合创新行动方案(2025—2027 年)》有关任务,协助科技司开展局校合作相关工作。

### 5.1.2 拓展国内合作

进一步强化主动互动联动,加强与国家级业务单位和省级气象部门的合作。与国家气象信息中心、南京信息工程大学(续签)、首都医科大学附属北京世纪坛医院、呼和浩特市第一医院、呼和浩特市气象局、中国农业大学资源与环境学院、中国科学院东北地理与农业生态研究所和吉林省气象局签署合作协议。推动已有合作协议顺利实施,全方位参与云南省气象局“一中心两基地”建设,双方联合申报的中国气象局弥勒云贵准静止锋野外科学试验基地成功获批;与天津市气象局联合获批科研项目支持十余项,共同开展华北暴雨、黄渤海海雾科学试验;与中国气象局人工影响天气中心、南京信息工程大学和多个省局深度合作,牵头申请科技部科技基础资源调查专项项目,取得历史性突破,扎实推进庐山云雾物理与化学野外科学试验基地建设;申请成为中国气象局邢台大气环境野外科学试验基地共建单位。梳理“十四五”期间对西藏、新疆及四川等涉藏工作重点省对口支援工作成效,对接受援单位明确“十五五”援藏援疆工作规划。

### 5.1.3 推进有组织的国际科技合作

大力推进亚洲-澳洲-非洲季风国际大科学计划筹备工作,与科技司、国际司联合组建亚澳非季风国际大科学计划筹备工作组,我院成立项目秘书处,支撑计划筹备及预研工作。国际、国内多途径争取认可,成功纳入世界气象组织(WMO)亚洲区协工作计划,以国际会议宣介、组织座谈等多形式积极推动其纳入 WMO 研究战略框架,承办自然科学基金委双清论坛共研亚澳非季风科学问题,形成内参材料提供政策、研究支撑。积极参与中阿气象高质量发展合作论坛和智慧气象展、第 4 届中国-东盟气象合作论坛,不断强化国际协作,助力区域气象高质量发展。组织开展国家国际科技合作基地重新认定申报,2025 年成功获批并挂牌。推荐 3 名国际合作后备人才库候选人,推荐 3 名 WMO 科学咨询组专家候选人。与国家气象中心、内蒙古自治区气象局联合承办 WMO 沙尘暴预警咨询与评估系统亚洲指导组第 11 次会议。组织开展与芬兰、沙特阿拉伯、俄罗斯、斯里兰卡、南非等国双边气象科技合作工作。加强外事管理,修订《中国气象科学研究院因公临时出国(境)管理办法》,完成 1988 年以来 1417 份外事文件归档工作。组织完成 107 人次赴 28 个国家和地区参加学术会议和交流访问任务,15 人次外国工作专家来访任务。

## 5.2 国际学术会议

### ■ 世界气象组织第 11 届沙尘暴预警咨询与评估系统亚洲区域指导委员会会议暨沙尘暴早期预警国际研讨会(2025 年 9 月 23—25 日,内蒙古鄂尔多斯)

2025 年 9 月 23—25 日,WMO 第 11 届沙尘暴预警咨询与评估系统(简称 SDS-WAS)亚洲区域指导委员会会议暨沙尘暴早期预警国际研讨会在鄂尔多斯召开。来自中国、美国、塞尔维亚、日本、韩国、蒙古、乌兹别克斯坦等 15 个国家和地区的气象水文部门代表和专家学者参加会议。

会上,相关国家和地区气象水文部门、高校的专家分享了沙尘暴多源观测、数值模式研发、人工智能应用、早期预警平台建设等方面的最新成果,围绕“沙尘暴预警咨询与评估系统全球科学与跨学科合作进展”“整合气候与环境预警以实现多重效益”“东亚沙尘时空演变驱动因子与智能预测方法研究”“中国沙尘暴监测及应急处置”等领域开展实践。展示了 SDS-WAS 亚洲区域指导委员会的工作进展,讨论沙尘暴研究领域的重要科学问题和未来的工作重点,以及如何持续提升“亚洲沙尘暴预报区域专业气象中心(北京)”业务指导能力。

会议期间,与会代表还赴内蒙古防沙治沙示范区实地调研,观摩了解中国在生态修复与沙尘源治理方面的成功经验。大家对鄂尔多斯“生态+能源+科技”协同治理路径表示高度认可,认为其见证了中国北方生态治理与绿色能源融合发展的创新实践,为全球沙尘暴防治提供了可复制的示范方案。

会议达到了集聚各方智慧,深化创新合作,推动新技术和新产品更好地服务亚洲沙尘暴灾害早期预警和荒漠化防治工作的效果。

本次会议由 WMO 和中国气象局联合主办,国家气象中心、中国气象科学研究院和内蒙古自治区气象局承办。



### 5.3 国内学术会议

#### ■ 1月11日在上海召开金融气象专业委员会第一届学术年会

1月11日,金融气象专业委员会第一届学术年会召开,并发布中国金融气象指数与服务平台 V2.0。该平台由我院联合国家气象信息中心,依托中国气象局金融气象重点创新团队研发。来自气象、金融、农业、能源、电力、交通等多个领域专家、学者参会。

中国科学院院士张人禾、中国工程院院士舒印彪分别就碳中和中涉及的大气科学问题及电力系统实现能源转型与气象的关系作特邀报告。此外,来自中国气象局、中国工商银行、清华大学、上海期货交易所等单位、高校的专家作特邀报告,深入探讨气候变化给金融系统带来的巨大风险,提高相关领域抵御气象风险和气候适应的能力。

会议还设置多个分会场,主题涵盖保险与气象、银行与气象、巨灾保险与气象以及期货与天气衍生品(气象指数期货)等,与会专家围绕这些主题展开深入讨论和交流,并在圆桌研讨环节就金融气象的发展与应用进行广泛探讨。

本次年会由中国气象学会主办,中国气象科学研究院、上海市气象局、上海期货交易所、郑州商品交易所、中再巨灾风险管理股份有限公司、中国人寿财产保险股份有限公司、招商期货有限公司协办。



#### ■ 6月17—18日在河北雄安新区召开第九届气科院-南信大 S2S 联合研究中心学术年会暨第一届副热带 S2S 预测理论与方法研讨会

6月17—18日,第九届气科院-南信大 S2S 联合研究中心学术年会暨第一届副热带 S2S 预测理论与方法研讨会在河北雄安新区召开。本次会议由气象学会、中国气象科学研究

院、南京信息工程大学、中国气象学会副热带气象专业委员会及中国气象局雄安气象人工智能创新研究院联合举办。

中国气象学会领导刘文泉、副热带气象专业委员会挂靠单位上海市气象局副局长雷小途、雄安气象人工智能创新研究院副院长刘作挺出席会议并致辞指导。来自夏威夷大学、北京大学、上海交通大学、中山大学、国防科技大学、北京师范大学、中国科学院大气物理研究所、中国科学院南海海洋研究所等国内外知名高校科研院所,以及中国气象局下属科研业务单位的 80 余位专家学者齐聚一堂,展开深度学术交流。会议汇聚“中高纬季节内振荡”“AI 模型预报技巧”“台风-海洋相互作用”等前沿议题,尤其是《人工智能在南亚季风降水预报中的应用》《基于可解释深度学习的海洋热浪预测研究》等报告,充分展现传统气象科学与人工智能、海洋科学的交叉融合创新态势。

在当前全球气象灾害频发背景下,以 S2S(次季节至季节)预测为核心,推动预报时效从周尺度向月尺度突破,已成为国际气象科研与业务发展的前沿方向。国内外研究团队已在此领域取得丰硕成果,并持续推动 AI 技术与数值模式的深度融合。本次研讨会中,来自气科院-南信大 S2S 联合研究中心、上海市气象局、雄安气象人工智能创新研究院等机构的专家学者,围绕多尺度相互作用、可预测性机理、AI 技术赋能及业务落地应用等关键议题展开深度研讨。与会学者的思想交融不仅激发了跨学科创新灵感,更为副热带 S2S 预测的技术突破与业务化应用筑牢了重要基础。



#### ■ 8月22日在山西大同召开第七届全国中尺度气象学研讨会

8月22日,第七届全国中尺度气象学研讨会在山西省大同市开幕。该研讨会由北京大学、南京大学、南京信息工程大学和国防科技大学共同发起,旨在聚焦中尺度气象观测、理论与预报技术的创新发展,提升灾害性天气预警预报能力,进一步推动中尺度气象学术前沿与

相关领域学者的合作交流,实现融合发展。本届研讨会由南京气象科技创新研究院主办,灾害天气科学与技术全国重点实验室、中国气象科学研究院、江苏省气象局、山西省气象局、中国气象学会天气学专业委员会、中国气象学会雷电专业委员会、中国气象学会交通气象专业委员会共同协办。会议吸引了来自全国高校、科研院所、业务单位和企业等近 500 名中尺度气象学领域的专家学者参加。

研讨会开幕式由国防科技大学费建芳教授主持,中国科学院院士、南京大学校长谈哲敏,大同市委副书记、市长刘俊义,中国气象科学研究院党委副书记、副院长张朝林,江苏省气象局党组书记、局长张晶,山西省气象局党组书记、局长胡博等出席并致辞,会议还邀请了世界气象组织台风委员会秘书长端义宏研究员。

研讨会开设分会场,围绕中小尺度灾害性天气的新型观测技术和外场观测试验、对流系统的多尺度结构及演变机制、灾害性天气发生发展及致灾机制、高分辨率数值天气预报关键技术与可预报性、人工智能在灾害天气监测预报中的应用、气候变暖背景下的极端天气事件、气象灾害与低空经济等专题开展学术研讨。研讨会共计安排大会报告 18 场、分会场报告 146 场和墙报交流 136 个。



### ■ 9月5—8日在安徽合肥召开第二届低空经济气象前沿科技研讨会

9月5—8日,第二届低空经济气象前沿科技研讨会在安徽省合肥市成功举办。会议由中国气象学会、中国气象科学研究院、中国气象局气象探测中心、国家气象中心、国家气象信息中心、安徽省气象局联合主办,聚焦低空经济气象保障国家需求,着力搭建产学研用协同交流平台,在首届基础上实现了全面突破。本次大会汇聚了 500 余位专家学者与行业领袖深度参与,共完成了 205 场高水平学术报告,并集中发布三项低空经济气象科技创新成果,实现了从概念探索到低空航天气感知-预警预报的全方位、多维度的创新进展,充分展现了低空经济的广阔前景对精密气象服务的迫切需求,彰显了我国气象科技工作者服务国家重大战略的使命担当与创新活力。

会议特别设置圆桌论坛,多方重要领导、顶尖气象专家与领军企业代表围绕低空经济气象

产学研用一体化机制与前沿科技问题展开高层次对话,提出了诸多前瞻性、建设性的观点与建议,进一步凝聚行业共识,为构建面向创新场景应用的协同发展新路径指明了方向。

会议集中发布“中国关键区域的全天候分钟级低空湍流特征参数数据集”“安徽江淮边界层大气参数数据集”“合肥低空经济气象服务平台”三项低空经济气象科技创新成果。其中,“中国关键区域的全天候分钟级低空湍流特征参数数据集”与“安徽江淮边界层大气参数数据集”均属全国首创。这两项数据集将有效解决降水前高精度边界层动力参数廓线观测资料的缺失难题,推动非管制空域航危天气“端到端”短临预警技术发展,从而解决低空航危天气感知难、预警时效短与精度不足等问题,提升中小尺度天气监测预警预报能力,为低空航路规划、飞行安全提供坚实气象科技支撑,助力低空经济高质量发展。会议发起人中国气象局边界层气象重点创新团队首席科学家郭建平研究员介绍,上述成果的取得,一方面可为飞行航路规划、低空安全飞行等提供坚实的气象科技支撑,助力低空经济高质量发展;另一方面,也将极大推动我国中小尺度天气监测预警预报能力提升。



#### ■ 9月18—19日在河北承德召开第二届北方暴雨学术研讨会

热河探雨,滦水问道。9月18—19日,来自全国气象部门、高校、科研院所的150余名专家学者齐聚河北承德,参加由中国气象学会、河北省气象局、中国气象科学研究院主办的第二届北方暴雨学术研讨会。

中国气象局党组成员、副局长熊绍员,承德市政府副市长崔万峰出席并致辞。中国气象局总工程师潘进军,中国科学院院士朱彤,以及来自中国科学院、复旦大学、南京信息工程大学、中国气象局相关内设机构和直属单位的专家、学者应邀参加。河北省气象局党组书记、局长薛春芳主持开幕式。

薛春芳表示,北方暴雨学术研讨会创办以来,汇聚了全国暴雨研究领域的专家、学者和前沿成果,搭建了协同共创、共享的交流平台,提升了对北方暴雨规律的科学认知和精准预报能

力,相信本届研讨会也将取得丰硕成果,有力推动北方暴雨研究水平和预报能力的提升。

熊绍员指出,提升北方地区暴雨预报的精准度,是保障人民生命财产安全的迫切需要,希望各位专家围绕北方暴雨的前沿科学问题和核心技术难题展开深入研讨,畅所欲言,共同推动北方暴雨研究和成果转化迈上新台阶。

在为期两天的学术研讨中,与会专家、学者围绕北方暴雨机理研究、预报技术、监测预警、灾害评估与风险预警等主题展开了深入交流。朱彤院士作了题为《高影响天气的健康风险》的报告,复旦大学周文教授探讨了新兴遥相关型对东亚夏季极端事件可预测性的增强作用,中国科学院大气物理研究所崔晓鹏研究员系统分析了近40年暖季华北及周边极端降水的统计特征与水汽溯源,雄安气象人工智能创新研究院副院长王亚强分享了人工智能技术在降水预报中的应用探索。此外,来自北京、天津、河北、吉林、辽宁等地气象部门的多位一线预报员在报告中针对今年北方极端强降水过程进行了多角度的复盘分析与预报难点探讨,涵盖成因机理、数值模式性能、可预报性等多个方面。他们分享了实践中的宝贵经验与剖析总结,为做好未来北方极端天气预报预警工作提供了重要参考与有益借鉴。



#### ■ 9月19—22日在广州从化召开第十九届防雷减灾学术交流会暨广东雷电野外综合观测试验20年学术研讨会

9月19—22日,第十九届防雷减灾学术交流会暨广东雷电野外综合观测试验20年学术研讨会在广州从化隆重举行。本次大会由中国气象学会和中国气象科学研究院联合主办,汇聚了来自全国气象、电力、科研等领域的数百名专家学者。雷电基地学术委员会主任委员沈学顺院士致辞,中国气象局政策法规司张永刚副司长、科技司石雪峰副司长、中国气象科学研究院王金星副院长、广东省气象局谭浩波副局长受邀参会并致开幕辞。

会议围绕雷电基础理论与应用研究,聚焦雷电机理、探测预警、防护技术等前沿议题,中国气象科学研究院吕伟涛研究员对广东雷电野外综合观测试验20年进展做了全面的回顾,来自中国科学院大气物理所、中国电力科学研究院有限公司、复旦大学、中国科学技术大学、华南理工大学、国家卫星气象中心等单位10位专家分别针对我国大气电学研究和创新平台发展、电

网雷电监测技术研究、风云四号气象卫星闪电成像仪探测及检验技术、防雷计算方法的应用等问题,进行了精彩的报告并展开交流。

本次交流会通过 46 场精彩的口头报告和 56 张展示墙报,全面展示了近些年雷电领域的新技术和新成果,如多频段雷电探测定位、基于盘古大模型的雷电预报技术、新场景(大跨度桥梁、海上风电、新能源汽车充电站)防雷技术方案等,共有 8 篇论文荣获优秀论文奖。

此次会议恰逢广东雷电野外综合观测试验开展 20 年,举办方特别组织与会人员实地参观了野外试验平台。截至目前,雷电基地在人工引雷试验、闪电综合探测、闪电放电过程机理研究、雷电防护试验设计和测试等科研和应用领域取得了丰硕的成果,完成了从起步到成熟,从薄弱到坚实的过程,更在国际舞台上实现了从跟跑到并跑领跑的跨越。基地已逐步形成以强化气象服务能力、建设气象现代化创新平台为指导,以科技支撑和引领雷电防御工作为目标,集试验、业务和科研于一体的特色发展道路。本届学术交流会既共享了最新研究成果与实践经验,也搭建起跨界合作的坚实桥梁。



■ 9 月 24 日在北京召开第 427 期双清论坛“亚洲-澳洲-非洲季风的协同变化以及全球变暖对季风区极端天气气候的影响”

9 月 24 日,国家自然科学基金委第 427 期双清论坛“亚洲-澳洲-非洲季风的协同变化以及全球变暖对季风区极端天气气候的影响”在北京召开。本次论坛由国家自然科学基金委地球科学部、国际科研资助部和计划与政策局联合主办,中国气象科学研究院承办。论坛主席由复旦大学张人禾、自然资源部第二海洋研究所陈大可、中国科学院青藏高原研究所陈发虎共同担任。国家自然科学基金委党组成员、副主任兰玉杰,论坛主席张人禾,中国气象科学研究院副院长张朝林在开幕式上致辞。地球科学学部常务副主任姚玉鹏主持开幕式。

兰玉杰指出,本次论坛聚焦亚澳非季风系统协同演化及全球变暖对极端天气气候的影响这一前沿领域,须通过跨学科协同研究,解析地球系统物质、能量和动力过程,揭示季风作为有机整体的变化规律,为国家防灾减灾、应对气候变化及“一带一路”建设提供科学支撑。希望与会专家凝练亟需解决的关键科学问题,提升对季风相关极端气候事件的监测和预测能力,并积

极推动亚澳非季风研究的国际合作,提升我国在全球气候治理发挥的作用。

张朝林介绍了中国气象局在相关方面的前期工作及国际合作进展。他表示,季风研究既是科学前沿,也是服务国家的重大需求,我国已在世界气象组织(WMO)框架下推动相关计划,获得广泛关注和支持。未来将依托强大的地球系统观测体系及国际合作网络,系统研究季风多圈层相互作用机制,为人类命运共同体建设提供科技支撑。

张人禾代表论坛主席团阐述了会议背景及我国主导国际大科学计划的战略意义。他指出,大气科学具有无国界合作的天然优势。通过中国气象局及中国气象科学研究院的积极推动,亚澳非季风国际大科学计划已获得国际科学界认可,拟纳入 WMO 研究计划,标志着我国从参与者向引领者的角色转变。

本次论坛围绕“亚澳非季风多时间尺度气候变异及其对极端天气气候事件的影响”“全球变暖背景下海-陆-气相互作用及其与亚澳非季风变异和极端天气气候事件的联系”“人类活动对亚澳非季风区极端天气气候事件变化的调制作用”和“亚澳非季风区极端天气气候事件的监测、模拟和预测”4个议题,安排了1个大会报告、4个主题报告和8个专题报告。与会专家深入分析了亚澳非季风多尺度协同变化的研究现状和发展趋势,系统梳理了极端天气气候事件研究的科学目标与战略意义,凝练了人类活动和多圈层相互作用影响亚澳非季风变异的重要基础科学问题,并就亚澳非季风国际大科学计划的未来研究方向、政策支撑等方面提出建议。

南京信息工程大学王会军、兰州大学黄建平等相关领域的50余名专家学者,以及国家自然科学基金委相关部门工作人员参加本次论坛。



#### ■ 10月18日在甘肃敦煌召开中国遥感应用协会生态气象遥感2025年学术年会

10月18日,中国遥感应用协会生态气象遥感2025年学术年会在甘肃敦煌召开。此次会议由中国遥感应用协会生态气象遥感专业委员会主办,中国气象科学研究院、甘肃省气象学

会、中国气象局兰州干旱气象研究所、敦煌市气象局承办，成都远望未来雷达科技股份有限公司等科技创新平台协办，沈阳农业与生态气象研究院生态与农业气象大模型团队协办。会议以“发展生态气象遥感大模型，培育绿色创新增长动能”为主题，高度关注当前全球气候变化和生态环境保护的紧迫需求，响应生态文明建设的战略部署。来自 90 家单位的 187 位代表参加。

与会专家学者围绕中国风云气象卫星、国产高分卫星及国外卫星在气象、农业和生态环境方面的应用技术和前沿研究成果开展了汇报和研讨，由房世波研究员、薛晓萍研究员、岳平研究员、黄敬峰教授、何永坤研究员、王润元研究员、崔春光研究员、张万诚研究员等专家分别主持。

本次学术年会的成功举办，深化交流了生态气象遥感领域的最新成果，精准追踪了生态、气象及遥感科技的前沿发展，拓展了与会学者的学术视野，有效促进了本领域健康、全面与科学的进步。年会既集中呈现前沿科研成果，也促进跨学科合作交流，为生态环境保护、气候变化应对及遥感技术创新发展提供了新思路与方向指引。



#### ■ 10 月 25—27 日在南京召开农业灾害与气候韧性论坛

为深入贯彻党的二十届三中全会精神，落实《加快建设农业强国规划（2024—2035 年）》要求，加快推进农业全面绿色转型，分享农业绿色发展与防灾减灾典型案例经验，加强“政产学研用”合作与交流，2025 农业绿色发展论坛暨第三届中国农业绿色技术产业大会于 2025 年 10 月 25—27 日在江苏省南京市召开。由我院霍治国研究员担任主任委员的农业防灾减灾专委会承办农业灾害与气候韧性分论坛，来自中国气象科学研究院、中国农业大学、南京信息工程大学、全国多个省（区、市）气象局和农业科研院所的 100 多名代表参加了农业灾害与气候韧性论坛。

围绕“农业灾害与气候韧性”主题,我院霍治国研究员作了题为《基于机器学习的冬小麦春季低温灾变指标构建》的学术报告,马玉平研究员围绕中国农业气象模式,介绍了模式的数字化架构与应用产品。成果为推动农业绿色发展和提高农业防灾抗灾能力提供了重要的思路和借鉴。

为鼓励农业防灾减灾领域青年学者学术创新,通过专家评议,农业灾害与气候韧性论坛共评选出 18 篇具有较高科研学术价值的学术论文。我院与南京信息工程大学联合培养的博士研究生张丰寅获一等奖,我院硕士研究生王懿获二等奖。

专委会主任委员霍治国研究员表示,未来将进一步深化落实中共中央、国务院关于农业绿色发展的重大决策部署。本次专题论坛的顺利举行,进一步促进了农业、气象领域最新成果的交流,开阔了与会学者们的视野,推动了农业气象与防灾减灾产学研用的深度融合和健康发展。



#### ■ 10月30—31日在湖南岳阳召开2025年国家气候观象台高质量发展学术交流会

10月30—31日,2025年国家气候观象台高质量发展学术交流会在湖南岳阳召开。交流会旨在推动国家气候观象台高质量建设与发展,强化气象部门在应对气候变化工作中的基础性、先导性、科技支撑作用,拓展地球气候系统多圈层观测能力。

会议围绕“国家气候观象台高质量发展”主题,探讨了观象台在应对气候变化、实现碳达峰碳中和、提升气象服务能力和促进经济社会可持续发展中的重大作用。对观测技术前沿、数据融合应用、生态—气候互动、服务能力提升等关键议题共同开展深入交流。

会议邀请中国气象局国家气候观象台科学指导委员会主任、中国工程院院士徐祥德作题为《气候变化背景下观象台技术及其理论应用的认知》的报告。中国科学院亚热带农业生态研究所副所长谢永宏作题为《洞庭湖湿地结构和生态功能演变》的报告。

会议还设置了学术交流与分组讨论环节。与会代表一致认为,国家气候观象台是构建地球系统全景观测体系的关键支撑,更是服务国家战略、应对气候变化、保障生态安全的前沿阵地。当前,全球气候变暖背景下极端天气气候事件频发重发,经济社会系统对气象影响的敏感性和关联性日益增强。各相关单位需坚持“观测即服务”理念,推动观测数据在防汛抗旱、生态



保护、温室气体监测、湿地预警等领域的深度融合与业务转化,要让观测紧密对接发展需求,让数据支撑科学决策与服务民生。

本次交流会由中国气象科学研究院主办、湖南省气象局承办、岳阳市气象局和岳阳市气象学会协办。岳阳市委副书记、市长李挚,湖南省气象局党组书记、局长郑宏翔,中国气象局综合观测司副司长王建凯出席开幕式并致辞。

#### ■ 11月12—13日在浙江宁波召开2025年全国农业气象技术交流会

为促进农业气象科研与业务工作深度融合,更好地服务于国家粮食安全与乡村振兴战略,11月12—13日,由中国气象学会主办,国家气象中心、中国气象科学研究院、浙江省气象学会共同承办的2025年全国农业气象技术交流会在浙江宁波成功举办。来自全国各级气象部门、科研院所、高校及相关企业的近200位专家学者与技术骨干参加了本次学术交流会。

大会特邀报告由中国气象科学研究院王金星副院长主持,共邀请了来自中国科学院地理科学与资源研究所、中国科学院空天信息创新研究院、中国农业大学、中国气象科学研究院、国家气候中心、国家气象中心、中国气象局气象干部培训学院、甘肃省气象局、河北省气象科学研究所等单位的十位专家,报告内容涵盖农业气象灾害监测预警、作物模型开发与应用、智慧农业气象服务等前沿领域。我院王培娟研究员以《集成作物模型、遥感数据同化和机器学习算法的夏玉米产量模拟与预报方法研究》为题作了大会特邀报告。

会议设立了分会场报告与墙报交流环节,与会代表围绕农业气象观测、评估、预报、服务等关键技术进行了广泛而深入的交流。我院房世波研究员、赵俊芳研究员和李扬助理研究员在不同的分会场作交流报告。经组委会评审,共8篇报告荣获“优秀报告奖”,2篇墙报荣获“优秀墙报奖”,我院李扬助理研究员荣获“优秀报告奖”。

此次会议的成功举办,为全国农业气象工作者搭建了高水平的学习交流平台,有效促进了

科研与业务的紧密互动与协同创新,对凝聚发展共识、突破关键技术、提升我国农业气象业务服务能力具有重要意义,将为保障国家粮食安全、全面推进乡村振兴提供更加坚实的气象科技支撑。



### ■ 11月18—20日在四川成都召开2025年高原气象学术研讨会

11月18—20日,2025年高原气象学术研讨会在四川成都举办。本届研讨会以“高原与复杂地形气象前沿理论、核心技术与应用实践”为主题,由中国气象学会、中国气象科学研究院、四川省气象局、成都信息工程大学共同主办,中国气象学会高原气象学专业委员会、青藏高原气象研究院、成都市气象局、高原与盆地暴雨旱灾害四川省重点实验室等单位承办,川西南(雅安)暴雨实验室和《高原气象》编辑部等单位协办,汇聚了近300名来自全国气象部门、高校、科研院所及业务单位的专家学者、科研骨干与青年学子,共商高原气象前沿问题,共谋气象科技协同创新。

研讨会开幕式由中国气象学会四级职员刘文泉主持。中国气象局科技司副司长周国兵,中国气象科学研究院副院长张朝林,四川省气象局党组书记、局长彭军和成都信息工程大学副校长舒红平等领导嘉宾出席并致辞。

本届研讨会围绕高原与复杂地形下的大气科学试验、天气、气候、数值模式技术研发与应用、气象监测与预警预报技术、生态环境演变与防灾减灾技术等六个方面开展深入交流。会议邀请到20位专家作分会场特邀报告,共有108个口头报告和80个墙报参与分会场交流,充分展示了高原气象学科最新研究进展。经各分会场推荐,本次会议共表彰12个优秀口头报告和6个优秀墙报。《高原气象》结合2025年高原气象学术研讨会核心主题方向,开设高原气象学术研讨会专题专栏,集中收录高原气象领域高质量研究成果。

本次高原气象学术研讨会主题鲜明、内容充实,既聚焦高原气象理论难点,也关注业务服务中的实际问题,体现了我国高原气象科研与业务紧密结合的良好态势,是我国高原气象领域一次高水平、广覆盖、深影响的学术盛会。会议的成功举办,将有效促进全国高原气象科技资源的整合与协作,为提升高原地区天气气候预报预测能力、增强生态安全与灾害风险防控水平提供有力的科技支撑,为推动气象高质量发展、服务国家战略注入新的动能。



## ■ 12月9日在深圳召开中国气象局粤港澳大湾区低空经济无人航空气象保障野外科学试验基地学术委员会第一次会议

12月9日,中国气象局粤港澳大湾区低空经济无人航空气象保障野外科学试验基地(简称基地)在深圳举行揭牌仪式,并同步召开基地学术委员会第一次会议。中国气象局科技司副司长周国兵,中国气象科学研究院党委副书记、副院长张朝林,广东省气象局副局长熊亚丽,深圳市气象局局长刘德峰、副局长罗华明出席活动,学术委员会全体专家、基地骨干人员等参会。

基地于8月纳入中国气象局野外科学试验基地序列,依托深圳市气象局与中国气象科学研究院建设,由深圳市国家气候观象台牵头组织实施,中国气象科学研究院专项气象保障技术研究中心参与运行管理。基地将锚定边界层气象学科前沿,面向粤港澳大湾区发展与低空经济建设核心需求,针对边界层过程引发的湍流、风切变和强对流等低空航危天气,开展系统性野外科学试验,重点破解低空飞行“飞得高、飞得快,更要飞得安全”的核心科技难题,服务于“实况精准感知、预报提前预警、服务定制适配”目标,为大湾区乃至全国低空经济高质量发展提供气象科技支撑。

基地学术委员会由来自国内知名高校、科研院所的13名专家组成,中国科学院院士戴永久任主任,中国气象科学研究院党委副书记、副院长张朝林和深圳市气象防灾减灾学会会长毛夏任副主任。戴永久院士对基地揭牌成立表示热烈祝贺,期望基地秉承“开放合作、协同创新”理念,充分发挥科技创新平台作用,在低空经济科学研究与行业应用领域取得示范性成果。随后,与会专家听取了基地建设方案及科学研究试验计划汇报,围绕基地未来发展方向深入研讨、积极献策,在建设目标、观测规划、能力提升、人才队伍建设、成果示范应用等方面提出针对性指导意见。

副院长张朝林对各位领导、专家长期以来关心支持中国气象科学研究院事业发展表示衷心感谢,并提出三大发展方向:以学术引领破解核心难题,以协同创新激活平台效能,以服务大局彰显气象赋能价值。他表示,中国气象科学研究院将持续深化与广东省气象局、深圳市气象

局的合作交流,推动科技创新在基地落地生根,以气象科技为低空经济保驾护航,共同谱写粤港澳大湾区低空经济与气象科技深度融合的新篇章。



#### ■ 12月17—18日在南京大学召开灾害天气科学与技术全国重点实验室2025年度学术委员会会议暨学术年会

12月17—18日,灾害天气科学与技术全国重点实验室(简称全重实验室)2025年度学术委员会会议暨学术年会在南京大学召开。

南京大学谈哲敏校长出席并讲话,他指出,南京大学作为全重实验室的共建单位,将充分发挥学科与人才优势,全力支持和参与全重实验室建设,为筑牢气象防灾减灾第一道防线的国家重大战略、为保障气象领域高水平科技自立自强,做出代表国家水平的科学与技术支撑。

依托单位管理部门中国气象局科技司曾沁司长出席并讲话强调,全重实验室定位面向国家重大需求,聚焦关键核心科学技术问题,通过整合我国各方优势应对灾害天气研究挑战,不断提升灾害天气精准预报的能力和水平,有效支撑国家防灾减灾和应对气候变化的重大需求。

全重实验室主任张小曳院士报告指出,实验室将聚焦“灾害天气触发演变理论及无缝隙预报、天气气候一体化数值预报、人类活动影响的化学天气数值预报及同化再分析理论与方法”三大主攻方向,构建“基础研究—技术突破—系统构建—成果应用”的完整创新链条,全力攻克精准预报“硬骨头”,打造国际前沿高地、科技创新源地与优秀人才聚集地,2025年三大主攻方向均取得了高水平的研究和业务成果。谈哲敏院士、沈学顺院士、张小曳院士分别就全重实验室三大主攻方向的年度进展和亮点成果作报告。

学术委员会主任宋君强院士主持学术委员会会议,副主任张小曳院士、沈学顺院士,委员秦大河院士、张人禾院士、陈发虎院士、谈哲敏院士、张强院士、张绍晴教授、王建民教授、周天军教授、丁爱军教授、林岩鉴教授出席会议,对全重实验室的建设和发展提出了重要的咨询建

议。宋君强院士总结强调,全重实验室建设直接对标国家安全气象、资源气象、公共气象三大领域的重大需求,扎实做好全重实验室的建设与运行管理工作,将有力推动我国在防灾减灾、应对气候变化等关键领域的战略需求落地,为气象事业高质量、可持续发展提供坚实的科技支撑。

建设单位中国气象科学研究院副院长张朝林、中国气象局地球系统数值预报中心主任龚建东、南京大学校长助理丁爱军等全重实验室管理委员会、实验室领导班子出席会议。

会议围绕“更好地预警”“更准确的短期预报”“长时效精准预测”“人类活动影响下的化学天气及未来变化”等专题开展了系统的学术交流报告和深入交流研讨。张朝林研究员、龚建东研究员、吴统文研究员、车慧正研究员、丁爱军教授、崔春光研究员、赵坤教授、梁旭东研究员、杨修群教授、王志立研究员分别主持了各主题专场报告。

灾害天气科学与技术全国重点实验室 2025 学术委员会会议暨学术年会,是立足全球气候变化背景下极端天气频发重发态势的关键学术盛会,具有多重战略意义与实践价值,对推动基础研究—技术开发—系统构建—业务应用的深度融合,形成灾害天气科学与技术的国家战略科技力量必将发挥重要作用。



#### 5.4 科技创新大讲堂

科技创新大讲堂由我院统筹管理,2025 年聚焦灾害天气监测预报预警、气候预测与全球变化等前沿领域,深入开展人工智能气象应用、大气成分观测及金融气象等关键技术研讨,共开展 28 次活动。大讲堂持续拓展国际交流合作,来自英国伯明翰大学、牛津大学、芬兰气象研究所、芬兰气象局及巴西国家空间研究院等国内外知名高校与研究机构的专家学者来我院开展讲座与研讨;同时积极搭建青年学术交流平台,成功举办多场“《应用气象学报》青年编委学术交流”活动,有效激发了青年科学家之间的思想碰撞与合作潜能。在此基础上,通过深化协同创新与加强宣传推广,我院气象科技影响力得到全面增强。

序号	主题	报告专家	专家单位
1	面向降碳减污的超光谱精准遥感	刘诚	中国科学技术大学
2	气候变化科学前沿学术交流暨 IPCC AR7 评估报告大纲解读	Robert Vautard, Bart van den Hurk	IPCC 工作组
3	国内外 GPU 算力技术特点分析及气象应用	张鑫	北京瑞创联达
4	北极平流层极涡异常的全球气候效应及其预报	谢飞	北京师范大学
5	网络安全政策规范宣讲会	谭振	中国气象局预报与网络司
6	土壤的干旱化及其气候效应	左志燕	复旦大学
7	崇礼等地山地气象基本特征和冬季户外赛事气象预报服务特点	董全	国家气象中心
8	高价值气象数据产品研发与准入经验分享	张涛	国家气象信息中心
9	MJO Moisture Mode Dynamics and El Niño Intensity/Onset Diversity	Tim Li	夏威夷大学、南京信息工程大学
10	Extending the Utility of Connected Vehicles for Road Weather System	李永健	英国伯明翰大学
11	北极海冰平流与物质平衡	雷瑞波	中国极地研究中心
12	大气-海洋耦合辐射传输模式研发及其遥感应用	石崇	中国科学院空天信息创新研究院
13	面向强对流的夹卷率反演及参数化若干前沿问题学术研讨	陆春松, 王晓聪, 吴梦希	南京信息工程大学、中国科学院大气物理研究所、香港科技大学
14	台风快速增强的结构特征及风场模型	陶丹丹	南京大学
15	太阳辐射数据研发及其在光伏潜力评估与智能预报中的应用	唐文君	中国科学院青藏高原研究所
16	天气雷达和地基遥感垂直观测资料在强天气监测中的应用	姚聘	中国气象局气象探测中心
17	气象网络与数据安全建设思路与实践	陈东辉	国家气象信息中心
18	基于深度学习和风暴形态识别的台风强度估计研究	陈生	中国科学院西北生态环境资源研究院
19	气候变化背景下二十四节气的气象学阐释	胡琦	中国农业大学
20	Snow and Ice Thermodynamics in the Polar Ocean and Boreal Lakes	程斌	芬兰气象研究所
21	Importance of Initial Vortex Wavenumber-1 Asymmetries to Tropical Cyclone Intensification	吴立广	复旦大学
22	湍流与气溶胶对辐射雾宏微观特征影响的模拟研究	邵乃夫	天津市气候中心
23	GNSS 遥感水汽探测及其在气象预报中的应用	赵庆志	西安科技大学
24	Systematic Errors in Weather and Climate Models: Challenges and Opportunities in Complex Coupled Modeling Systems	Ariane Frassoni	巴西国家空间研究院
25	Quantifying Trends in Extreme Weather Risk Using Operational Ensemble Forecasting Systems	Myles Allen	牛津大学
26	Aerosol Research in and between the Arctic and Antarctica: Science and Personal	Aki Virkkula	芬兰气象局
27	巨灾风险与保险学术交流会	肖宇谷, 何小伟, 周俊华	中国人民大学, 对外经济贸易大学, 中国再保险(集团)股份有限公司
28	Wildfire Impacts on Power Networks-Risk Quantification, Mitigation and Adaptation	杨维嘉	牛津大学

## 5.5 出国(境)访问交流

序号	姓名	任务	出访地	出访性质
1	范慧怡	2025 年美国气象学会年会	美国	国际会议
2	丁明虎	北极冰川动力学和物质平衡会议	日本	国际会议
3	张庆林	北极冰川动力学和物质平衡会议	日本	国际会议
4	武斌	荷兰射电天文研究所学术访问	荷兰	考察访问
5	张小曳	政府间气候变化专门委员会(IPCC)气候变化与城市特别报告的第一次主要作者会议	日本	国际会议
6	任宏利	Wyrcki 2025 研讨会	美国	国际会议
7	王润	Wyrcki 2025 研讨会	美国	国际会议
8	刘明斌	Wyrcki 2025 研讨会	美国	国际会议
9	李健	波士顿大学访学	美国	考察访问
10	胡昕尧	2025ACTRIS-CAIS-ECAC-气溶胶原位观测课程	捷克	培训课程
11	马旋	2025 年北极科学峰会	美国	国际会议
12	徐晶	两岸台风暴雨及其后学术研讨会	中国台湾	国际会议
13	周春红	世界气象组织全球观测计划城市会议	瑞士	国际会议
14	张方健	大阪大学短期技术访问	日本	考察访问
15	陈阳	欧洲地球科学联合会(EGU)2025 学术年会	奥地利	国际会议
16	原新鹏	欧洲地球科学联合会(EGU)2025 学术年会	奥地利	国际会议
17	李普曦	欧洲地球科学联合会(EGU)2025 学术年会	奥地利	国际会议
18	诸葛小勇	欧洲地球科学联合会(EGU)2025 学术年会	奥地利	国际会议
19	严殊祺	欧洲地球科学联合会(EGU)2025 学术年会	奥地利	国际会议
20	朱寿鹏	欧洲地球科学联合会(EGU)2025 学术年会	奥地利	国际会议
21	韩晨	欧洲地球科学联合会(EGU)2025 学术年会	奥地利	国际会议
22	赵阳	欧洲地球科学联合会(EGU)2025 学术年会	奥地利	国际会议
23	刘端阳	欧洲地球科学联合会(EGU)2025 学术年会	奥地利	国际会议
24	李昕	欧洲地球科学联合会(EGU)2025 学术年会	奥地利	国际会议
25	王宏斌	欧洲地球科学联合会(EGU)2025 学术年会	奥地利	国际会议
26	张华	2025 年光学与电磁学研究进展国际会议	阿联酋	国际会议
27	房世波	第六届气候动态理论、机制与分层建模暑期学校	意大利	培训课程
28	王宏	德国科隆大学进行沙尘暴机制访学	德国	考察访问
29	周佰铨	爱丁堡大学学术访问	英国	考察访问
30	祝从文	访问马尔代夫气候变化环境与能源部	马尔代夫	考察访问
31	刘伯奇	访问马尔代夫气候变化环境与能源部	马尔代夫	考察访问
32	蒋宁	访问马尔代夫气候变化环境与能源部	马尔代夫	考察访问
33	郭建平	大气过程及其在气候中的作用重力波与精细尺度大气过程研讨会	韩国	国际会议
34	郑栋	第 13 届亚太雷电国际会议	印度尼西亚	国际会议
35	樊艳峰	第 13 届亚太雷电国际会议	印度尼西亚	国际会议
36	陈阳	第 31 届澳大利亚大气与海洋学会学术年会	澳大利亚	国际会议
37	张小曳	政府间气候变化专门委员会(IPCC)第六十九届主席团会议	瑞士	国际会议
38	任宏利	第 5 届气候、天气与水论坛	中国香港	国际会议
39	刘伯奇	第 5 届气候、天气与水论坛	中国香港	国际会议
40	李健颖	第 5 届气候、天气与水论坛	中国香港	国际会议
41	郦钰函	第 5 届气候、天气与水论坛	中国香港	国际会议

序号	姓名	任务	出访地	出访性质
42	王倩	第5届气候、天气与水论坛	中国香港	国际会议
43	陈阳	世界气候研究计划灯塔计划和大样本归因计划联合工作组会议	韩国	国际会议
44	丁明虎	第20届南极气象与气候研讨会和2025年釜山联合大会	韩国	国际会议
45	赵守栋	第20届南极气象与气候研讨会和2025年釜山联合大会	韩国	国际会议
46	葛恩博	第20届南极气象与气候研讨会和2025年釜山联合大会	韩国	国际会议
47	李浩然	莱比锡大学学术访问	德国	考察访问
48	张阳	2025年釜山联合大会	韩国	国际会议
49	李雷	2025年釜山联合大会	韩国	国际会议
50	刘璐	2025年釜山联合大会	韩国	国际会议
51	魏娜	2025年釜山联合大会	韩国	国际会议
52	刘啸捷	2025年釜山联合大会	韩国	国际会议
53	张小曳	政府间气候变化专门委员会(IPCC)气候变化与城市特别报告的第二次主要作者会议	肯尼亚	国际会议
54	翟盘茂	赴爱丁堡大学参加事件归因研讨会和英国气象局访问交流	英国	考察访问
55	陈昊明	第22届亚洲大洋洲地球科学学会(AOGS)年会	新加坡	国际会议
56	孙澈	第22届亚洲大洋洲地球科学学会(AOGS)年会	新加坡	国际会议
57	张扬	第22届亚洲大洋洲地球科学学会(AOGS)年会	新加坡	国际会议
58	陈田萌	第22届亚洲大洋洲地球科学学会(AOGS)年会	新加坡	国际会议
59	韩双泽	第22届亚洲大洋洲地球科学学会(AOGS)年会	新加坡	国际会议
60	王一凡	第22届亚洲大洋洲地球科学学会(AOGS)年会	新加坡	国际会议
61	肖海霞	第22届亚洲大洋洲地球科学学会(AOGS)年会	新加坡	国际会议
62	李颖芳	第22届亚洲大洋洲地球科学学会(AOGS)年会	新加坡	国际会议
63	陈莅佳	第22届亚洲大洋洲地球科学学会(AOGS)年会	新加坡	国际会议
64	黄萧霖	第22届亚洲大洋洲地球科学学会(AOGS)年会	新加坡	国际会议
65	马旋	2025年北极黄河站科学考察	挪威	考察访问
66	赵怡曦	2025年北极黄河站科学考察	挪威	考察访问
67	贾童	第45届国际地球科学与遥感研讨会	澳大利亚	国际会议
68	李音曦	第九届对流分辨气候模拟国际研讨会	中国香港	国际会议
69	丁明虎	冰冻圈与气候变化国际研讨会、访问阿尔弗雷德·魏格纳研究所、访问丹麦和格陵兰地质调查局	瑞典/德国/丹麦	国际会议
70	赵守栋	冰冻圈与气候变化国际研讨会、访问阿尔弗雷德·魏格纳研究所、访问丹麦和格陵兰地质调查局	瑞典/德国/丹麦	国际会议
71	张梓桓	冰冻圈与气候变化国际研讨会、访问阿尔弗雷德·魏格纳研究所	瑞典、德国	国际会议
72	徐婉筠	2025年欧洲气溶胶会议	意大利	国际会议
73	赵琳娜	2025年欧洲气象学会年会	斯洛文尼亚	国际会议
74	姜智娜	2025年欧洲气象学会年会	斯洛文尼亚	国际会议
75	陈阳	香港理工大学复合极端事件系列研讨会	中国香港	国际会议
76	李音曦	2025年国际山地会议	奥地利	国际会议
77	朱恩达	中韩人工智能气候科学研讨会	韩国	国际会议
78	李建	WMO 研究理事会第12届会议(RB-12)以及研究理事会和科学指导组(SAP)联席会议	瑞士	国际会议
79	高云	2025年世界气象大会特别届会	瑞士	国际会议
80	徐晶	2025年台风科学与技术研究中心第三届国际研讨会	日本	国际会议
81	张小曳	政府间气候变化专门委员会(IPCC)第六十三次全会	秘鲁	国际会议
82	李雷	政府间气候变化专门委员会(IPCC)第六十三次全会	秘鲁	国际会议
83	贾文星	政府间气候变化专门委员会(IPCC)第六十三次全会	秘鲁	国际会议
84	仲峻彦	政府间气候变化专门委员会(IPCC)第六十三次全会	秘鲁	国际会议

序号	姓名	任务	出访地	出访性质
85	吴春龙	中国第 42 次南极科学考察	南极洲	考察访问
86	李 明	中国第 42 次南极科学考察	南极洲	考察访问
87	李心豪	中国第 42 次南极科学考察	南极洲	考察访问
88	孙俊英	德国莱比锡气溶胶物理全球校准中心参加气溶胶观测设备的比对和校准试验	德国	合作研究
89	张 根	大气环境、极端天气与健康国际会议	中国香港	国际会议
90	陈 阳	大气环境、极端天气与健康国际会议	中国香港	国际会议
91	繆育聪	大气环境、极端天气与健康国际会议	中国香港	国际会议
92	于晓超	大气环境、极端天气与健康国际会议	中国香港	国际会议
93	孙 擎	COP30	巴西	国际会议
94	高小雨	精细天气预报技术和气象数据管理培训	英国	培训课程
95	张小曳	IPCC AR7 主要作者联席会议和 WCRP-IPCC 地球系统高影响事件、临界点及其重大影响研讨会	法国	国际会议
96	陈 阳	IPCC AR7 主要作者联席会议和 WCRP-IPCC 地球系统高影响事件、临界点及其重大影响研讨会	法国	国际会议
97	李 建	IPCC AR7 主要作者联席会议	法国	国际会议
98	王志立	IPCC AR7 主要作者联席会议	法国	国际会议
99	李 雷	IPCC AR7 主要作者联席会议	法国	国际会议
100	贾文星	IPCC AR7 主要作者联席会议	法国	国际会议
101	仲峻霆	IPCC AR7 主要作者联席会议	法国	国际会议
102	郭立峰	科技支撑碳达峰碳中和培训班	德国	培训课程
103	诸葛小勇	亚太经社会/世界气象组织台风委员会第 20 届综合研讨会/高层论坛	中国澳门	国际会议
104	任宏利	2025 年美国地球物理学会年会	美国	国际会议
105	王 润	2025 年美国地球物理学会年会	美国	国际会议
106	张浩鑫	2025 年美国地球物理学会年会	美国	国际会议
107	马洁茹	2025 年美国地球物理学会年会	美国	国际会议

## 5.6 专家在国际学术组织、机构任职情况

姓名	机构	任职
端义宏	联合国亚太经社会/WMO 台风委员会	秘书长
张小曳	政府间气候变化专门委员会(IPCC)	IPCC AR7 第一工作组联合主席
	WMO 研究理事会全球大气观测计划	国家联络人
	WMO 研究理事会沙尘暴预警评估咨询系统	组长
	WMO 基础设施委员会全球温室气体观测咨询组	成员
李 建	WMO 研究理事会	理事会成员
车慧正	国际 SKYNET 观测计划	成员
	WMO 研究创新司全球观测网计划(GAW) 气溶胶科学咨询组(SAG-AER)	成员
翟盘茂	WMO 气候服务常设委员会巴黎协定温度检测方法监测任务组	成员
周广胜	WMO 服务委员会农业服务常设委员会	常设委员会成员
赵 平	WMO 基础设施委员会冰冻圈研究组	成员
	WMO 基础设施委员会全球冰冻圈观测咨询组(AG-GCW)	成员
	WMO 基础设施委员会全球冰冻圈和极地观测专家组	副组长

姓名	机构	任职
丁明虎	WMO 执行理事会极地及高山观测、研究服务专家组	成员
	WMO 基础设施委员会南极咨询专家组(AntAG)	成员
	世界气象组织(WMO)冰冻圈咨询委员会(CRYORA)	成员
	WMO 服务委员会减灾和公共服务常设委员会灾害性天气、水、气候、环境和空间天气事件编目专家组	成员
	国际北极科学委员会(IASC)	大气工作组中国代表
	国际南极科学委员会(SCAR)	物理工作组中国代表
	国际冰冻圈科学协会(IACS)	副主席
	国际极地气象科学委员会(ICPM)	成员
任宏利	WMO 研究创新司世界气候研究计划(WCRP) 季节-年代际预测工作组(WGSIP/WCRP)	成员
吕伟涛	国际大气电学委员会	成员、秘书
龚山陵	世界气象组织(WMO)GURME 科学顾问委员会	成员
周春红	WMO 研究理事会应用科学咨询组(NRT APPs)	成员
	WMO 研究创新司全球观测网计划(GAW) 植被火和烟污染预警评估计划(WMO VFSP-WAS)	观察员
	WMO 研究创新司全球大气观测计划(GAW)和世界天气研究计划(WWRP) SDS-WAS 亚洲区域中心咨询专家组	成员
陈 阳	WMO 研究创新司世界气候研究计划(WCRP) 灯塔计划工作组	成员
刘端阳	国际雾与露协会(IFDA)理事会	理事
房世波	WMO 专业技术委员会农业专家委员会	成员
王亚强	WMO 研究创新司全球大气观测计划(GAW)和世界天气研究计划(WWRP) 国际沙尘暴预警咨询系统(SDS-WAS)亚洲区域中心	副主席
	政府间气候变化专门委员会(IPCC)	AR7 第一工作组技术支持
李 论	国际气象与大气科学协会青年工作组	成员
郭立峰	WMO 基础设施委员会全球温室气体观测模式任务组(TT-G3W-Modelling)	成员
米 娜	WMO 二区协农业服务组	成员
王 宏	WMO 研究理事会 WMO 全球空气质量预报与信息系统(GAFIS) 指导委员会	成员
	WMO 研究创新司全球大气观测计划(GAW)和世界天气研究计划(WWRP) 国际沙尘暴预警咨询系统(SDS-WAS)亚洲区域中心	成员



# 第 6 章

## 研究生教育及 博士后科研工作站





## 6.1 研究生教育

### 6.1.1 研究生院简介

中国气象科学研究院是国务院学位委员会批准的首批硕士学位授予单位并具有多年博士研究生培养经验,2024年获批成为博士学位授予单位。我院目前拥有气象专业博士学位授权点,年度招生指标12个;拥有大气科学、环境科学与工程2个一级学科硕士学位授权点,自然地理学和物理海洋学2个二级学科硕士学位授权点,气象专业硕士学位授权点,年度招生指标82个。与复旦大学、中国科学院大学、南京信息工程大学等高校联合培养学术型博士研究生,年度招生指标35个,现有在校研究生364人,其中博士130,硕士234人。截至2025年12月,共培养硕士1362人,博士354人,90%以上的毕业生在气象系统工作,在国家气象高层次人才培养方面发挥了重要作用。

建成了一支以中青年科研和业务骨干为主、来自于中国气象局直属业务单位和国家级气象科研院所的导师队伍,现有硕士生导师195人,博士生导师119人。

建立了较为完善的研究生培养体系。生源大多数来自双一流高校,重视思政和综合素质培养,教学的组织实施委托中国科学院大学和南京信息工程大学开展,严格培养环节的管理,论文质量较高并在抽检中从未出现过问题,毕业生就业率高,众多毕业生成为气象及相关行业骨干,得到用人单位高度评价。

### 6.1.2 中国气象科学研究院第十三届学位评定委员会

主 席:张朝林

副主席:秦大河 徐祥德 张小曳 沈学顺

委 员(按姓氏笔画为序):

丁明虎 王亚强 王改利 王劲松 王培娟

车慧正 吕伟涛 任宏利 孙 颖 李 建

李 俊 张 强 张 鹏 陆其峰 陈宝君

陈 静 苗世光 周广胜 郑永光 梁旭东

### 6.1.3 2025年毕业研究生与录取研究生

2025年,36人获得博士学位,76人获得硕士学位。

序号	姓名	专业	论文题目	指导教师	备注
1	易紫薇	气象学	东亚沙尘时空变化的驱动因素及智能预报方法研究	王亚强	博士
2	于奥园	气象学	北京城区亚微米气溶胶吸湿性与挥发性的同步观测研究	孙俊英	博士
3	古忠	气象学	风云三号扫描辐射计反射通道历史资料再定标及应用检验	张鹏	博士
4	叶佳馨	大气科学	夏季亚洲对流层中上层温度变化特征、成因及对区域气候的影响	赵平温之平	博士
5	李佳迎	气象学	基于多源 CO <sub>2</sub> 观测的碳源汇同化反演与碳中和影响分析	张小曳	博士
6	吴清源	气象学	东亚夏季极端高温机理研究及模拟评估	李清泉	博士
7	张楷文	大气科学	东北亚夏季地表气温年代际变化的成因分析	左志燕	博士
8	赵恒恒	气象学	中国大气 CO <sub>2</sub> 柱浓度时空变化驱动力及对气候变化的响应研究	车慧正	博士
9	韩佳昊	气象学	基于星地融合和水热平衡过程的生态干旱时空动态监测	房世波	博士
10	刘博	大气物理与大气环境学	FY-3G 双频降水测量雷达在轨定标及层状降水微物理反演研究	刘黎平	博士
11	刘昕	气象学	全球集合预报多尺度初值扰动方法及应用研究	陈静 刘永柱	博士
12	王建宇	气象学	中国极端温度和降水的区域变化及其约束预估	翟盘茂	博士
13	王秋萍	气象学	对流尺度集合预报分析约束初始扰动方法的研究	陈静 马旭林	博士
14	朱自强	气象学	先进的全偏振离散坐标辐射传输求解方案及卫星仿真应用	翁富忠	博士
15	樊晓婷	大气科学	孟加拉湾风暴对华南远距离降水的影响研究	李英 吴立广	博士
16	刘倍晓	气象学	孟加拉湾风暴影响下青藏高原水汽收支的异常特征研究	李英	博士
17	马瑞阳	大气科学	中国极端闪电活动雷暴的特征及其气象条件分析	郑栋 张义军	博士
18	王晨曦	气象学	不同尺寸冰雹事件的气象条件及雹暴结构和闪电特征研究	张义军 郑栋	博士
19	朱奕婷	大气科学	超强热带气旋 Patricia(2015)强度和结构变化机理的数值研究	王玉清 占瑞芬	博士
20	李争辉	气象学	华南大湾区一次暖区极端降水事件的对流发展机制及模拟不确定性研究	罗亚丽	博士
21	王皓	大气科学	近海台风精细结构演变及其预报	端义宏 王桂华	博士
22	周任然	气象学	藏东南水汽通道关键区云降水观测及对流降水模拟试验	刘黎平	博士
23	要文瑞	大气科学	中国北方沙尘气溶胶负荷时空特征及驱动力研究：历史变化和未来自估	车慧正 成天涛	博士
24	高妮	气象学	云贵准静止锋的精细化特征及其数值预报能力评估	李建	博士
25	张梦珂	气象学	横断山南段陡峭地形区降水精细化特征及机理研究	李建	博士
26	赵瑞瑜	大气科学	青藏高原东南缘夏季持续性强降水形成及变化机理研究	陈斌 高艳红	博士
27	米前川	气象学	基于根区土壤水分平衡模型的冬小麦干旱灾变监测预警	霍治国	博士
28	曹西凤	大气科学	二氧化碳柱浓度的星载主动激光雷达反演及其应用	张兴赢 成天涛	博士
29	韩典辰	气象学	集成过程模型和机器学习算法的夏玉米产量预报方法研究	王培娟	博士
30	张婷	气象学	海温和土壤湿度对青藏高原夏季气温的协同影响机制与未来自估	刘阿	博士
31	张小艺	大气科学	华北农田臭氧干沉降：观测、变化机制及农业影响	徐晓斌 陈建民	博士
32	王睿	大气科学	基于多源卫星数据的热带气旋云微物理特征分析研究	端义宏 王桂华	博士

序号	姓名	专业	论文题目	指导教师	备注
33	李 娇	大气科学	大尺度环流型影响华北汛期强降水的水汽输送与动力机制	赵 平 温之平	博士
34	李 琳	大气科学	西北太平洋副热带高压季节内和季节变率的年代际变化及其机理研究	封国林 张人禾	博士
45	李佳播	气象学	天气-气候一体化模式 GRIST 中云微物理方案改进及其与宏物理的相互作用	彭新东	博士
36	王 聪	大气物理与 大气环境学	不同太阳风状态下重离子的特性以及对磁鞘光学辐射特性的影响	张效信	博士
37	胡芝尧	大气科学	碳中和背景下人为源排放减少对光伏发电潜力的影响	王志立	硕士
38	李伟杰	大气科学	基于人工智能的中国黑碳气溶胶浓度反演方法及应用	王亚强	硕士
39	梁 博	大气科学	全球对流层和近地面臭氧浓度时空变化特征分析	何建军	硕士
40	宁慧琼	大气科学	东亚沙尘暴过程及其沙源贡献的数值模拟研究	王 宏 左志燕	硕士
41	陈婉仪	大气科学	一种垂直分层方案设计及其对边界层数值模拟的影响研究	徐国强	硕士
42	陈永妍	大气科学	基于尺度分析的降水检验技术研究	赵 滨	硕士
43	郭瑞琛	大气科学	基于机器学习方法的热带气旋尺度预报方法研究	徐 晶	硕士
44	洪志鹏	气象学	基于背景误差水平相关模型的多尺度三维变分同化研究	李兴良	硕士
45	冀 寅	大气科学	不同分辨率下网格均匀性对涡旋系统数值模拟的影响研究	彭新东	硕士
46	何泓霏	大气科学	中国南海冬季长期型冷涌的气候特征及青藏高原对其影响	李清泉	硕士
47	刘若于	大气科学	华北夏季持续性降水特征及其与 ENSO 的联系研究	龚志强	硕士
48	罗皓月	大气科学	中国初夏极端高温及热暴露的预估	孙 颖	硕士
49	王雯静	大气科学	中国沿海登陆台风灾害预评估 DSAEF_LTD 模型改进研究	任福民	硕士
50	肖若璐	大气科学	南亚高压在青藏高原建立和撤退的异常特征及其对高原降水的影响	李 英	硕士
51	张晨溢	大气科学	陆面过程对中国东部夏季极端降水的影响	李伟平 李清泉	硕士
52	张释文	大气科学	孟加拉湾风暴云系结构类型及其影响我国降水的差异特征	张大林 李 英	硕士
53	赵曦梅	大气科学	基于 Wyrki 指数减小两类 ENSO 周期预估的不确定性	陆 波	硕士
54	赵雨轩	大气科学	南海夏季风爆发与北太平洋经向型海温异常的关系及其年代际变化	封国林 吴志伟	硕士
55	周谔连	大气科学	红外高光谱观测中地表-大气辐射分离法及温湿廓线反演应用	李 俊	硕士
56	宋佳琳	大气科学	FY-4B AGRI 辐射率资料偏差的日变化特征分析及订正试验	韩 威	硕士
57	王思贤	大气科学	亚太地区高空臭氧多源观测研究	寿亦萱	硕士
58	王薪宇	大气科学	中蒙植被时空变化及影响因素分析	房世波	硕士
59	王一同	大气科学	星载风场测量雷达数射计定标因子计算方法优化研究	胡秀清	硕士
60	伍怡富	大气科学	20 世纪初以来东亚地区热带气旋频次重建和变化研究	王劲松	硕士
61	弓宇航	大气科学	人工智能模型与传统数值预报对极端天气的集合预报对比分析	陈 静	硕士
62	何淋彬	大气科学	加密探空资料同化对北京城市边界层数值模拟的影响	苗世光	硕士
63	彭玮怡	大气科学	FY-4B/GIIRS 在沙尘场景下反演大气温度廓线的算法研究	翁富忠	硕士
64	彭 雨	大气科学	长江流域夏季典型持续性极端事件的形成过程及机器学习预报方法研究	翟盘茂 袁嘉灿	硕士
65	魏昊旻	大气科学	华南前汛期广东省对流降水微物理特征研究	温 敏 张人禾	硕士
66	杨璐瑶	大气科学	基于自适应参数学习方法的高分辨率 CoLM 模式校准	李剑铎	硕士
67	钟 昕	大气科学	ENSO 对热带西太平洋夏季大气季节内振荡活动的影响	齐艳军	硕士
68	黄思莹	大气科学	华南与青藏高原雷暴个例电荷结构观测研究	郑 栋	硕士
69	李厚凝	大气科学	新型无人机探测资料及其在江淮对流性天气数值预报中的同化研究	李 昕	硕士

序号	姓名	专业	论文题目	指导教师	备注
70	龙玉燕	大气科学	祁连山地形云冰雪晶增长特征和谱分布的飞机观测研究	陈宝君	硕士
71	梅吉	大气科学	下行正地闪通道发展形态特征分析和模拟研究	吕伟涛	硕士
72	王美慧	大气科学	华北日间型和夜间型强降水特征对比研究	郑永光	硕士
73	张悦淑	大气科学	云贵高原及周边地区中尺度对流系统降水特征分析与预报评估	陈昊明	硕士
74	张云开	大气科学	台风场景卫星被动遥感海面风场反演与融合	徐娜	硕士
75	张芷柔	大气科学	冬季从北大西洋进入北极的极涡气旋形成原因及其对海冰的影响	吕俊梅	硕士
76	何蕊	大气科学	FY-3G降水测量雷达PMR资料星地校验及应用初探	李泓	硕士
77	高云义	大气科学	基于AI降尺度的天气雷达探测技术研究	王改利 胡志群	硕士
78	李承胤	大气科学	强对流降水的 $\gamma$ 中尺度云动力过程机制探究	高文华	硕士
79	李宁	大气科学	基于风廓线雷达观测的我国低空急流及其对夜间降水的影响	郭建平	硕士
80	石哲璇	大气科学	X波段相控阵雷达径向风资料同化对热带气旋预报的影响研究	端义宏	硕士
81	杨慧鑫	大气科学	北京暖季雷暴大风的统计特征和环境条件研究	夏茹娣	硕士
82	张成一	大气科学	华东地区一次梅雨期极端降水事件的对流可分辨集合预报评估	罗亚丽	硕士
83	张泽群	大气科学	火箭增雨与声波增雨作业效果的综合检验和对比分析	姚展予	硕士
84	陈鹏	大气科学	基于深度注意力网络的风云四号降水定量估计研究	陈林	硕士
85	范荣峰	大气科学	北极对流层和平流层大气温度层结变化及其机制研究	魏婷	硕士
86	贾佳佳	大气科学	南极中山站至冰穹A断面地表太阳辐射与反照率估算研究	丁明虎	硕士
87	李利君	大气科学	海南岛白天对流触发分布成因及单体移动特征研究	梁钊明	硕士
88	梁倩	大气科学	京津冀地区山脉对山前平原热量和臭氧累积过程的影响机制研究	缪育聪	硕士
89	刘哲	大气科学	GRAPES-CUACE伴随模式在PM <sub>2.5</sub> 和O <sub>3</sub> 双高污染控制中的应用	安兴琴	硕士
90	孙一峰	大气科学	大气过氧酰基硝酸酯类物质监测方法的改进及应用	张根	硕士
91	谭小凤	大气科学	风云三号黎明星太阳辐射度光谱仪光谱定标方法研究	张鹏	硕士
92	杨佳钰	大气科学	基于AI的复合污染智能预报及影响因素量化解析	龚山波	硕士
93	张桐滔	大气科学	基于人工智能驱动的中国近地面能见度与颗粒物时空智能感知	车慧正 桂柯	硕士
94	兰钧涵	大气科学	青藏高原夏季水汽输送模态与降水的低纬水汽源贡献诊断	陈斌	硕士
95	李韵佳	大气物理学 与大气环境	全球本底大气观测站近地面臭氧年季变化特征研究	马建中	硕士
96	李乔	大气科学	东亚冬季气温季节循环异常及其与气温季节内振荡的联系	刘伯奇	硕士
97	李玥婕	大气科学	华西秋雨降水时间非均匀性的变化及其可能成因	施晓晖	硕士
98	梁需妍	大气科学	两类青藏高原切变线的客观识别及发生发展机制	李论	硕士
99	潘昊	大气科学	我国南方型夏季降水的次季节两种尺度传播的对比研究	任宏利	硕士
100	闫妮琦	大气科学	东亚夏季风次季节变率对北方极端强降水的影响	祝从文	硕士
101	韩明钰	大气科学	季风变异与森林砍伐对GPP时空变率区域异质性影响及其机理分析	张勇	硕士
102	蒋晓雯	大气科学	基于机载通量观测系统的典型下垫面CO <sub>2</sub> 通量观测研究	周广胜	硕士
103	刘欣莉	大气科学	ECMWF次季节预报模式对东亚极端低温事件预报技巧	苏京志	硕士
104	肖峰	大气科学	青藏高原东南部春季拉山夏季小时降水特征及机制研究	姚秀萍	硕士
105	冯煜涵	大气科学	7-8月青藏高原西风急流及其南北位置变化与高原降水的联系	南素兰 刘炯	硕士
106	胡霞	大气科学	冬季天气时间尺度上北极海冰快速减少期间的大气温度变化特征和机制	姜智娜	硕士
107	黄睿茜	大气科学	基于LSTM模型的黄淮海冬小麦春季低温灾害监测预测与风险评估	赵俊芳	硕士
108	蒋雨茜	大气科学	针对甲烷点源卫星遥感探测的性能研究	张兴鑫	硕士
109	李东宇	大气科学	基于遥感数据的河南省冬小麦早春灌溉时空信息提取方法研究	王培娟	硕士
110	王晋	大气科学	"一带一路"区域夏季复合高温干旱极端事件及其风险未来预估	徐影	硕士
111	王浩然	气象学	西北太平洋热带气旋强度、频次与局地环境因子的统计分析	赵平	硕士
112	莫欣妍	大气科学	华北"23·7"极端降水数值预报误差特征及主要影响因素分析	梁旭东	硕士

2025年,录取博士研究生40名,录取硕士研究生87名。

序号	姓名	专业	指导教师	备注
1	弓宇航	气象学	陈 静	博士
2	李利君	气象学	梁钊明	博士
3	梁红丽	气象学	陈 林	博士
4	梁颖琳	气象学	房世波	博士
5	刘海知	气象学	王亚强	博士
6	王美玲	气象学	翁富忠	博士
7	魏昊旸	气象学	温 敏	博士
8	袁 潮	气象学	郑永光	博士
9	张瑞杰	气象学	张兴赢	博士
10	张云开	气象学	徐 娜	博士
11	李昊雨	气象学	祝从文	博士
12	徐笑颖	气象学	陆其峰	博士
13	蒋怀旭	气象学	孙俊英	博士
14	张 琦	气象学	郭建平	博士
15	高涵婧	气象学	任宏利	博士
16	董心雨	气象学	任宏利	博士
17	范荣峰	气象学	李清泉	博士
18	黄思莹	气象学	吕伟涛	博士
19	李 宁	气象学	郑永光	博士
20	王 璐	气象学	沈学顺	博士
21	张栩滔	气象学	车慧正	博士
22	张玉霞	气象学	李清泉	博士
23	李承胤	气象学	高文华	博士
24	李美萱	气象学	王培娟	博士
25	李效鹏	气象学	周广胜	博士
26	任 璐	气象学	左金清	博士
27	谭小凤	大气物理学与大气环境	张 鹏	博士
28	肖若瑶	气象学	李 英	博士
29	杨婧媛	大气物理学与大气环境	徐 娜	博士
30	余慧婕	气象学	周广胜	博士
31	何凯旋	大气科学	韩 威	博士
32	姚鹏展	大气科学	郭建平	博士
33	郭瑞霖	大气科学	徐 晶	博士
34	贾佳佳	大气科学	丁明虎	博士
35	雷弘佳	大气科学	封国林	博士
36	李伟杰	大气科学	车慧正	博士
37	李雨萌	大气科学	任宏利	博士
38	刘 哲	大气科学	安兴琴	博士
39	伍怡茜	大气科学	王劲松	博士
40	于欣宏	大气科学	郑 栋 张义军	博士
41	白明鑫	大气科学	胡 皓	硕士
42	白梓剑	大气科学	姜智娜	硕士
43	蔡雨萌	大气科学	翁富忠	硕士
44	曾 鑫	大气科学	吴 翀	硕士
45	陈 颖	大气科学	杨 俊	硕士

序号	姓名	专业	指导教师	备注
46	陈雨菲	大气科学	李普曦	硕士
47	戴凤菁	大气科学	夏茹娣	硕士
48	范仁杰	大气科学	吴玲燕	硕士
49	傅泾华	大气科学	刘黎平	硕士
50	龚宇乐	大气科学	杨学胜	硕士
51	郭成焯	大气科学	陈昊明	硕士
52	郭家旭	大气科学	郭建平	硕士
53	韩轩昂	大气科学	桂柯	硕士
54	胡亚楠	大气科学	祝从文	硕士
55	黄慧玲	大气科学	张兴赢	硕士
56	贾怡萍	大气科学	徐国强	硕士
57	解知非	大气科学	陈宝君	硕士
58	李娉伶	大气科学	诸葛小勇	硕士
59	李晨乐	大气科学	郑永光	硕士
60	李丹丹	大气科学	郭建平	硕士
61	李林欣	大气科学	李健颖	硕士
62	李湘楠	大气科学	刘奇俊	硕士
63	李伊伊	大气科学	左金清	硕士
64	刘晨阳	大气科学	李论	硕士
65	刘海霖	大气科学	吴捷	硕士
66	刘雅琪	大气科学	高小雨	硕士
67	刘怡	大气科学	张文娟	硕士
68	卢望楠	大气科学	武斌	硕士
69	陆益康	大气科学	王赛	硕士
70	吕占昊	大气科学	刘伯奇	硕士
71	马静瑶	大气科学	吴佳	硕士
72	马乐	大气科学	马占山	硕士
73	马荣悦	大气科学	徐婉筠	硕士
74	潘彦华	大气科学	王亚强	硕士
75	庞斯竞	大气科学	路屹雄	硕士
76	乔冰昕	大气科学	缪育聪	硕士
77	秦天意	大气科学	尹金方	硕士
78	秦新月	大气科学	温敏	硕士
79	任雨	大气科学	王志立	硕士
80	邵清颖	大气科学	宝兴华	硕士
81	沈卓萱	大气科学	边宇轩	硕士
82	石瑞华	大气科学	宋艳玲	硕士
83	唐甜甜	大气科学	赵俊虎	硕士
84	汪洋	大气科学	苏京志	硕士
85	王仕巧	大气科学	沈小静	硕士
86	王薇	大气科学	张根	硕士
87	王瓊楠	大气科学	王政利	硕士
88	王云晴	大气科学	王培娟	硕士
89	毋邦杰	大气科学	梁旭东	硕士
90	毋彦妍	大气科学	王飞	硕士
91	夏逸洋	大气科学	冯璇	硕士
92	信阳	大气科学	李建	硕士

序号	姓名	专业	指导教师	备注
93	徐小琴	大气科学	赵大军	硕士
94	颜照如	大气科学	郑 栋	硕士
95	杨浦蓉	大气科学	李 昕	硕士
96	杨苏渲	大气科学	高 丽	硕士
97	余 涛	大气科学	丁明虎	硕士
98	俞梓悦	大气科学	魏 伟	硕士
99	袁梓宁	大气科学	孙兆彬	硕士
100	张 丁	大气科学	宋林焯	硕士
101	张俊超	大气科学	徐良韬	硕士
102	赵文宇	大气科学	汲玉河	硕士
103	赵玺源	大气科学	刘永柱	硕士
104	钟 棋	大气科学	安兴琴	硕士
105	周宜霏	大气科学	梁钊明	硕士
106	宗嘉慧	大气科学	李 英	硕士
107	邹谢若萌	大气科学	李 建	硕士
108	何 颖	环境科学与工程	张 根	硕士
109	童 彤	环境科学与工程	吕伟涛	硕士
110	王 津	环境科学与工程	杨建堂	硕士
111	熊宇豪	物理海洋学	任宏利	硕士
112	朱彼丘	物理海洋学	徐 晶	硕士
113	朱 狄	物理海洋学	张 扬	硕士
114	范良玉	自然地理学	董立新	硕士
115	孙庆桦	自然地理学	丁明虎	硕士
116	王晓阳	自然地理学	孙 劭	硕士
117	李岩松	气象学	张 鹏	硕士
118	马亿喆	气象学	魏 婷	硕士
119	田润梓	气象学	李清泉	硕士
120	韦睿源	气象学	张 阳	硕士
121	武开元	气象学	邓 国	硕士
122	王国超	大气科学	房世波	硕士
123	张茹婷	大气科学	陈 阳	硕士
124	汤希雅	大气科学	任宏利	硕士
125	黄欣	大气科学	肖 栋	硕士
126	金字轩	大气科学	韩 威	硕士
127	贾晋华	大气科学	陈丽娟	硕士

## 6.2 博士后科研工作站

中国气象科学研究院博士后科研工作站于2002年经国家人事部批准设立,多年来紧密围绕气象事业发展的科技前沿和核心攻关问题招收博士研究生,工作站于2010年、2015年、2020年在国家人力资源和社会保障部组织的博士后科研流动站、工作站评估工作中连续获得“全国优秀博士后科研工作站”称号。

为了进一步吸引和激励优秀博士毕业生进站科研,我院于2020年开始加大对优秀博士后

的奖励力度,获得优秀博士后可得到一次性的奖励。同时,工作站积极加强与博管会、中国气象局人事司等单位沟通,不断提高博士后待遇、改善博士后住宿条件等,营造良好的工作和生活氛围,为气象高质量发展人才培养积极贡献力量。目前,工作站已独立培养出站 95 名博士后,共发表高水平论文 200 余篇,申请获批博士后科学基金、自然科学基金等项目 60 余项,多项研究成果在解决气象事业发展的关键技术难题中发挥了重要作用。

2025 年,1 名博士后出站。

姓名	专业	论文题目	合作导师
刘二华	大气科学	半干旱区草原植被枯黄期对气候变化及极端事件的响应	周广胜

2025 年,博士后科研工作站招收 2 名博士后。

序号	姓名	专业	研究领域	合作导师
1	韦丹	大气科学	气候变化对作物生产系统的影响	王培娟
2	邱威腾	大气科学	气候动力学及海气相互作用	任宏利

### 6.3 研究生国家奖学金获得者

李清,中国气象科学研究院-南京信息工程大学联合培养 2023 级博士研究生,指导老师王培娟研究员,研究方向为复合灾害识别与影响评估。通过融合气象、灾情与作物产量等多源数据,识别高温干旱复合灾害的类型及时空演变特征,量化其对产量的影响差异并优化作物模型,提升极端气候下产量模拟精度与农业风险预警能力。以第一作者在 *European Journal of Agronomy*、*Agricultural Water Management* 等期刊发表论文 3 篇,申请发明专利 2 项,主持江苏省研究生科研创新计划卓越工程师项目 1 项。曾获南京信息工程大学优秀奖学金、学业奖学金一等、三好研究生标兵等荣誉。



杨婷婷,2023 级硕士研究生,指导教师翟盘茂研究员和周佰铨副研究员,研究方向是青藏高原气候变化预估。系统开展了青藏高原温度与降水的气候变化研究,结合 CMIP6 模式数据与多种观测资料,利用各类约束预估方法,提升了青藏高原未来气候变化的预估精度。以第一作者在 *International Journal of Climatology* 发表论文 1 篇,以第二作者在 *Journal of Meteorological Research* 发表论文 1 篇,同时参与导师多个项目研究,构建了深度学习降水预报模型和次季节降水概率预报模型。任研究生会副主席,组织并参



与多项文体与志愿活动,独立完成 *The Cloudspotter's Guide* 一书的翻译工作,译稿已交付出版社。

艾蓉,2023 级硕士研究生,指导教师龚志强研究员和吴统文研究员,研究方向是次季节尺度的降水预测偏差订正。发展基于预测与误差正相关关系的非均匀误差订正法,实现逐日非均匀调整,预测性能显著改善,并适用于多种模式。以第一作者在 *Atmospheric Research* 发表论文 1 篇,以第三作者在 *International Journal of Climatology* 发表论文 1 篇。



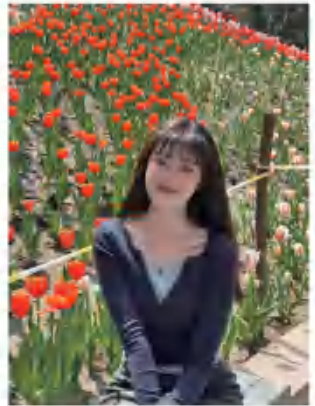
刘虹好,2023 级硕士研究生,指导教师梁钊明研究员,研究方向是海南岛夜间对流触发时空分布特征及其成因。运用对流触发识别算法及 PCT 客观分型算法,构建海南岛夜间对流触发数据集,并全面解释了关键因素对夜间对流触发的作用机制。以第一作者在 *Geophysical Research Letters* 发表论文 1 篇。参与完成了“海南岛强对流触发的关键边界层过程及其作用机理研究”面上项目的研究工作。获中国科学院大学校级“三好学生”等荣誉。



阮文玺,2023 级硕士研究生,指导老师安兴琴研究员和孙兆彬研究员。研究方向为基于机器学习和动力学模型的流感模拟预测研究,构建“动力+机器学习”混合预测模型,开展了全国代表性城市流感模拟预测,同时阐明我国七大地理区域气象因子对流感传播的空间差异。以第一作者和共同第一作者在 *npj Climate and Atmospheric Science* 和 *Aerosol and Air Quality Research* 各发表论文 1 篇。获 2024—2025 年度“华云优秀成绩”二等奖,并连续两年获学业一等奖学金。



唐娜,2023 级硕士研究生,指导教师郭建平研究员。聚焦高温热浪对城市边界层湍流的研究空白,依托风廓线雷达数据开展边界层精细尺度观测及参数反演,协同多源数据量化并揭示反气旋型热浪对边界层湍流的影响及热-动力调控机制;瞄准国家低空经济发展核心气象需求,将制约低空飞行安全的关键气象指标转化为对飞行性能的精确量化,为飞行器安全运行提供气象科学支撑。硕士研究生在读期间以第一作者在 *Geophysics Research Letters* 发表论文 1 篇,以共同作者发表论文 2 篇。



#### 6.4 优秀博士后

薛晓颖,中国地质大学(武汉)博士,博士后合作导师徐祥德院士。研究方向为青藏高原积雪变化及其机理,主要通过优化变分订正技术同化多元数据,建立高分辨率青藏高原积雪数据集,揭示青藏高原积雪的年代际变化及区域差异性机制,阐明青藏高原积雪变化的海拔依赖性。以第一作者发表 SCI 论文 3 篇,主持国家自然科学基金青年基金项目 1 项,参与西藏重大科技专项等项目多项。

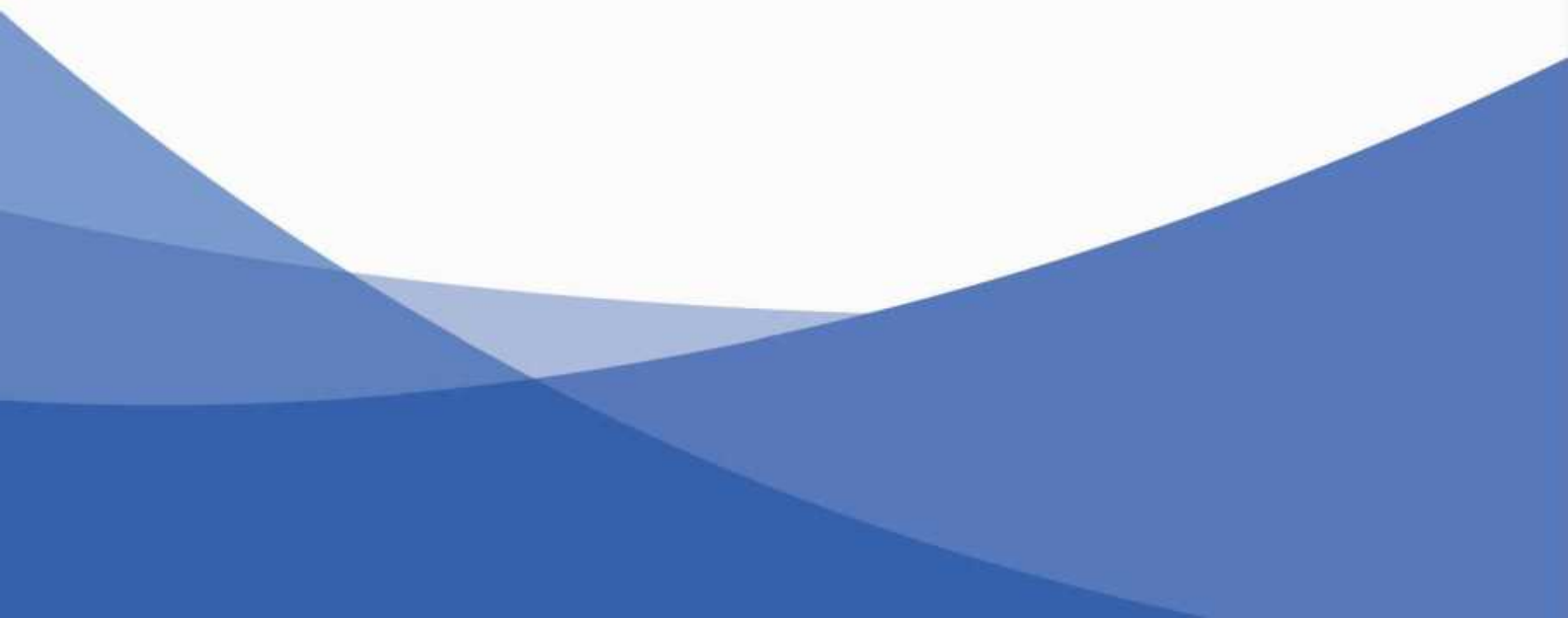


刘二华,复旦大学博士,博士后合作导师为周广胜研究员。在站期间,聚焦内蒙古半干旱区草原植被枯黄期对气候变化的响应研究,揭示典型草原植被枯黄期与干旱的非线性关系及响应阈值;阐明近 20 年该区域草原植被枯黄期受季前温度和降水影响的气候背景调控规律;指出复合极端气候事件较单一极端事件对枯黄期异常的影响更显著,明确极端干旱与复合干热事件对枯黄期异常的作用方向受气候背景调控,相关成果深化了关于半干旱区草原植被枯黄期对气候变化及极端气候事件响应的认识。在站期间以第一作者在 *Remote Sensing*、*Frontiers in Plant Science* 等期刊发表 SCI 论文 4 篇,参与国家自然科学基金重点项目。



# 第7章

## 获奖与表彰





## 7.1 成果获奖

2025 年我院 20 项成果获奖。

序号	奖励名称	成果名称	气科院 第一获奖人	获奖等级	院排名
1	2025 年 WMO 青年科学家研究奖	通过全球变分辨率模型探索气候变化中的极端降水变化	孙激	其他	
2	2024 年度辽宁省科学技术奖励自然科学奖	东北地区气溶胶污染与大气边界层相互作用影响机制	赵胡笛	三等奖	第一单位
3	2024 年度辽宁省科学技术奖励科学进步奖	东北冷涡影响下的暴雨预报关键技术及应用	李得勤	二等奖	第一单位
4	2024 年度辽宁省科学技术奖励科学进步奖	农业干旱高时效精准监测评估、预报关键技术与应用	张淑杰	三等奖	第一单位
5	西藏自治区科学技术奖	高原山地滑坡灾害“遥感+北斗”融合智能感知关键技术及应用	宋云帆	二等奖	第十单位
6	2024 年度中国生态环境十大科技进展	环境气象多要素智能感知及大模型预报系统的研制与应用	车慧正	其他	第一单位
7	2024 年度中国十大气象科技进展	自主发展的中国气象局区域化学天气数值预报系统(CMA-CW v1.0)率先建成	张小曳	其他	第一单位
8	2024 年度中国十大气象科技进展	云微物理方案的改进及在天气与气候模式中的应用	王宏	其他	第四单位
9	2024 年度遥感领域十大事件	环境气象多要素智能感知及大模型预报系统预报精度领先全球	车慧正	其他	第一单位
10	2024 年度江苏省行业领域十大科技进展(基础研究领域)	基于多源卫星数据的沿海灾害天气监测预警技术	诸葛小勇	其他	第一单位
11	2024 年度江苏省行业领域十大科技进展(基础研究领域)	云微物理过程及其参数化关键技术与应用	徐晓齐	其他	第二单位
12	气溶胶青年科学家奖		李雷	其他	
13	中国气象服务协会气象科技创新奖	大气-土壤-植被干旱链的监测预警关键技术及业务应用	周广胜	一等奖	第一单位
14	中国气象服务协会气象科技创新奖	保险业气象灾害风控服务关键技术研究及平台应用	陈思宁	二等奖	第三单位
15	中国气象服务协会气象科技创新奖	公里级分钟级精细化雷电风险预警技术及行业应用	姚雯	二等奖	第三单位
16	中国气象服务协会气象科技创新奖	农业气象灾害风险智能评估关键技术研发及其保险应用	赵艳霞	二等奖	第三单位
17	“未来之星”气象青年学者创新挑战赛优秀奖	基于雷达的烤烟冰雹人工防雹效益精准评估	孙擎	优秀奖	
18	国家级优秀海洋图书特别奖	北极海冰与航道-现代演变与未来预估图集	魏婷	其他	
19	气象软科学 2025 年主题征文	对气候变化背景下北极航道气象服务发展的思考	张雷	优秀报告	
20	气象软科学 2025 年主题征文	航空气象服务的俱乐部产品经济学特征及其供需分析	慕熙昱	优秀报告	

## 7.2 党建类表彰

2025年,各党支部结合实际开展“人民至上 生命至上”主题实践活动、落实“三联促三动”工作机制,不断提升组织力,聚焦主业推动党建业务深度融合,党支部和广大党员在推动气象科技事业高质量发展实践中充分发挥战斗堡垒和先锋模范作用,涌现出一批先进典型。

1个支部被命名为中央和国家机关“四强”党支部,3人被评为中央和国家机关“四好”党员。2个支部被命名为中国气象局直属机关“四强”党支部,9人获中国气象局直属机关“四好”党员称号。5人获“光荣在党50年”纪念章。53人获院“四好”党员称号,1个团支部获院“2023—2024年度优秀团支部”称号,51位同志获院“2023—2024年度优秀团员”称号;4位同志获院“2023—2024年度优秀团干部”称号。1人获评九三学社全国优秀社务工作者。

中央和国家机关“四强”党支部名单

序号	支部
1	气科院党委办公室(人事处)党支部

中央和国家机关“四好”党员名单

序号	姓名	支部
1	金啟华	博士(博士后)党支部
2	李 论	青藏高原气象研究所党支部
3	石爱丽	科技管理处与合作发展处党支部

中国气象局直属机关“四强”党支部名单

序号	支部
1	党委办公室(人事处)党支部
2	人工智能气象应用研究所党支部

中国气象局直属机关“四好”党员名单

序号	姓名	支部
1	金啟华	博士(博士后)党支部
2	李 论	青藏高原气象研究所党支部
3	石爱丽	科技管理处与合作发展处党支部
4	黄萌田	全球变化与极地研究所党支部
5	郭建平	灾害天气研究所党支部
6	赵 妍	人工智能气象应用研究所党支部
7	王 媛	中国气象学会秘书处党支部
8	曾庆国	退休职工第五(散居)党支部
9	廖荣伟	气象影响与风险研究中心党支部

“光荣在党50年”纪念章名单

序号	姓名	支部
1	王顺生	原中尺度研究所高级工程师
2	杨连英	原人工影响天气研究所高级工程师

序号	姓名	支部
3	吴建志	原中国气象学会秘书处科学技术普及部主任
4	殷建国	原华创升达公司工程师
5	黄锡成	原中国气象学会秘书处综合协调部主任

院“四好”党员名单

序号	姓名	支部
1	王 慧	灾害天气研究所党支部
2	孙 激	灾害天气研究所党支部
3	张 扬	灾害天气研究所党支部
4	陈田萌	灾害天气研究所党支部
5	周逸辉	灾害天气研究所党支部
6	郑 栋	灾害天气研究所党支部
7	郭建平	灾害天气研究所党支部
8	程兴宏	灾害天气研究所党支部
9	王志立	大气成分与环境气象研究所(碳中和监测与评估中心)党支部
10	王德英	大气成分与环境气象研究所(碳中和监测与评估中心)党支部
11	刘 蕾	大气成分与环境气象研究所(碳中和监测与评估中心)党支部
12	孙俊英	大气成分与环境气象研究所(碳中和监测与评估中心)党支部
13	赵 妍	人工智能气象应用研究所党支部
14	曾昭亮	人工智能气象应用研究所党支部
15	王培娟	生态与农业气象研究所党支部
16	宋艳玲	生态与农业气象研究所党支部
17	霍治国	生态与农业气象研究所党支部
18	李 论	青藏高原气象研究所党支部
19	陈 航	青藏高原气象研究所党支部
20	鲁萌萌	青藏高原气象研究所党支部
21	安 宁	全球变化与极地研究所党支部
22	姜智娜	全球变化与极地研究所党支部
23	黄萌田	全球变化与极地研究所党支部
24	任宏利	气象影响与风险研究中心党支部
25	廖荣伟	气象影响与风险研究中心党支部
26	王 媛	中国气象学会秘书处党支部
27	王金凤	中国气象学会秘书处党支部
28	张 德	中国气象学会秘书处党支部
29	王皓哲	办公室(计划财务处)党支部
30	郭 响	办公室(计划财务处)党支部
31	石爱丽	科技管理处与合作发展处党支部
32	苗荣华	退休职工第二(南区)党支部
33	孟昭阳	退休职工第三(八里庄)党支部
34	曾庆国	退休职工第五(散居)党支部
35	丁 君	博士(博士后)党支部
36	古 忠	博士(博士后)党支部
37	李江涛	博士(博士后)党支部
38	易紫薇	博士(博士后)党支部
39	金啟华	博士(博士后)党支部
40	郝 帅	博士(博士后)党支部

序号	姓名	支部
41	韩雪峰	博士(博士后)党支部
42	彭誉葆	博士(博士后)党支部
43	曾 瑶	博士(博士后)党支部
44	兰钧涵	2022 级硕士研究生党支部
45	刘 哲	2022 级硕士研究生党支部
46	李伟杰	2022 级硕士研究生党支部
47	张悦淑	2022 级硕士研究生党支部
48	黄睿茜	2022 级硕士研究生党支部
49	王丽燕	2023 级硕士研究生党支部
50	李昊雨	2023 级硕士研究生党支部
51	赵 晨	2023 级硕士研究生党支部
52	赵基成	2023 级硕士研究生党支部
53	徐笑颖	2023 级硕士研究生党支部

院“2023—2024 年度优秀团支部”称号名单

序号	支部
1	气科院联合团支部

院“2023—2024 年度优秀团员”名单

序号	姓名	支部
1	丁佳丽	2023 级研究生
2	弓宇航	2022 级研究生
3	马文玥	2023 级研究生
4	王雯静	2022 级研究生
5	王薪宇	2022 级研究生
6	艾 蓉	2023 级研究生
7	龙玉燕	2022 级研究生
8	叶如锦	2023 级研究生
9	田 洁	2023 级研究生
10	仝红飞	2023 级研究生
11	兰钧涵	2022 级研究生
12	任如意	院办公室(计划财务处)
13	刘术辉	2023 级研究生
14	刘 沛	2023 级研究生
15	刘欣莉	2022 级研究生
16	刘虹妤	2023 级研究生
17	刘晓飞	2023 级研究生
18	李利君	2022 级研究生
19	李玥婕	2022 级研究生
20	李昊雨	2023 级研究生
21	李厚凝	2022 级研究生
22	李禹诺	2023 级研究生
23	杨婷婷	2023 级研究生
24	杨慧鑫	2022 级研究生
25	邹奕含	2023 级研究生
26	张成一	2022 级研究生

序号	姓名	支部
27	张泽萍	2023 级研究生
28	张梓桓	2023 级研究生
29	陈 秘	2023 级研究生
30	陈 鹏	2022 级研究生
31	邵欣然	2023 级研究生
32	范荣峰	2022 级研究生
33	周雨葳	2023 级研究生
34	赵基成	2023 级研究生
35	赵 晨	2023 级研究生
36	赵曦梅	2022 级研究生
37	胡昕尧	大气成分与环境气象研究所
38	洪志鹏	2022 级研究生
39	莫欣妍	2022 级研究生
40	贾佳佳	2022 级研究生
41	徐淑霖	2023 级研究生
42	唐 娜	2023 级研究生
43	黄思莹	2022 级研究生
44	黄睿茜	2022 级研究生
45	梁 倩	2022 级研究生
46	梁霏妍	2022 级研究生
47	葛恩博	全球变化与极地研究所
48	蒋晓雯	2022 级研究生
49	韩雪峰	2022 级研究生
50	程 曦	2023 级研究生
51	潘 昊	2022 级研究生

院“2023—2024 年度优秀团干部”名单

序号	姓名	部门
1	李伟杰	2022 级研究生
2	张悦淑	2022 级研究生
3	徐笑颖	2023 级研究生
4	喻安格	党委办公室(人事处)

九三学社全国优秀社务工作者名单

序号	姓名	部门
1	袁凤杰	退休职工

### 7.3 其他表扬

- 刘伯奇获中国气象局 2024 年政务信息工作优秀信息员。
- 《应用气象学报》《气象学报(英文版)》《气象学报》荣获中国知网“2025 中国国际影响力优秀学术期刊”。
- 钟鑫获评中国气象局气象宣传科普工作先进个人。



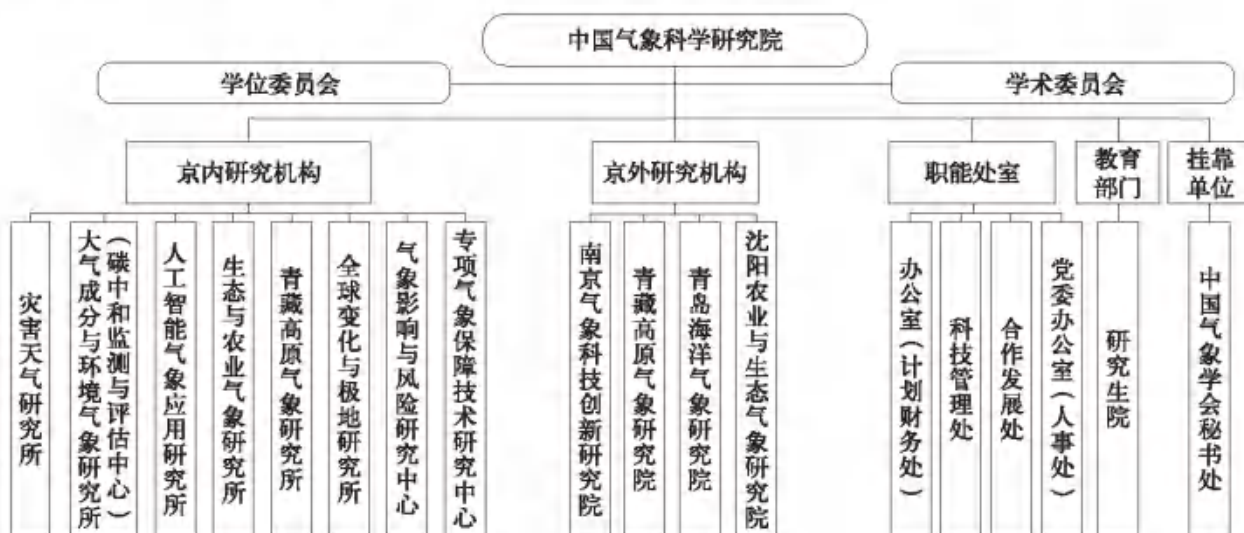
# 第 8 章

## 组织保障



## 8.1 组织机构

我院现有 14 个内设处级机构,以我院管理为主的京外分院 4 个,不定机构规格;挂靠我院的中国气象学会秘书处下设 4 个处级机构。2025 年 3 月,根据重点科研院所开展使命导向管理改革试点工作授权,向上级备案灾害天气国家重点实验室更名为灾害天气研究所调整事项,重新梳理机构职责,加强灾害天气科学与技术国家重点实验室建设运行管理。



## 8.2 干部队伍情况

### 8.2.1 院领导

党委副书记、副院长 张朝林

副院长 高云

副院长 王金星

纪委书记 费文革

副院长 李建

副院长 车慧正

中国气象学会秘书长 张柱

四级职员 刘文泉

### 8.2.2 院属各单位主要负责人

灾害天气研究所

所长 梁旭东

大气成分与环境气象研究所(碳中和监测与评估中心)

所长 王志立

副所长(正处级) 王德英

副所长 王轩

人工智能气象应用研究所

所长 王亚强

副所长 赵妍

副所长 陈军明

生态与农业气象研究所

所长 王培娟

副所长 宋艳玲

副所长 张祎

青藏高原气象研究所

副所长 李论

全球变化与极地研究所

所长 丁明虎

副所长(正处级) 王欣

副所长 陈阳

气象影响与风险研究中心

主 任 任宏利

副主任 陈思宁

南京气象科技创新研究院

院 长 吕伟涛

党委书记 罗晓春

副院长 刘端阳

副院长 诸葛小勇

青藏高原气象研究院

院 长 李 建(兼任)

常务副院长 蒋兴文

副院长 李 论

青岛海洋气象研究院

院 长 王金星(兼任)

常务副院长 徐 晶

副院长 刘曙光

副院长 吴玲燕

沈阳农业与生态气象研究院

院 长 车慧正(兼任)

常务副院长 陈力强

副院长 王培娟

办公室(计划财务处)

主 任 闫丽华

副主任 王皓哲

副主任 牛彦元

科技管理处

处 长 石爱丽

副处长 邓海滨

合作发展处

处 长 温 敏

副处长 郑 竞

党委办公室(人事处)

主任 于 飞

副主任(正处级) 赵春梅

专职纪委副书记 梁玉英

副主任 曾庆国

研究生院

院 长 车慧正(兼任)

常务副院长 金啟华

副院长 王 强

中国气象学会秘书处

综合协调部处长 白静玉

学术交流部主任 张伟民

科学技术普及部主任 张 德

文献期刊部处长 伊 兰

### 8.2.3 院第十二届学术委员会

主任 穆 穆

副主任 张朝林

委员(按姓氏笔画排序)

丁爱军 王劲松 车慧正 朱 彤 孙福宝

李 建 何建新 沈学顺 张 强 张 鹏

张人禾 张小曳 陆日宇 陈宝君 陈海山

金荣花 郑 华 孟宪红 赵春生 姜 明

费建芳 席北斗 谈哲敏 黄建平 康世昌

薛向辉 戴永久

咨询委员(按姓氏笔画排序)

丁一汇 王会军 丑纪范 刘文清 刘丛强

许健民 宋君强 陈 飞 陈大可 陈发虎

陈联寿 周秀骥 秦大河 徐祥德 郭正堂

龚山陵 崔 鹏 傅伯杰 端义宏

秘 书

温 敏

### 8.2.4 干部锻炼交流

根据气象部门 2025 年度干部挂职交流工作总体安排,2025 年,李建挂职任重庆市气象局党组成员、副局长,宋艳玲挂职任中国气象局沈阳大气环境研究所(沈阳区域气象科技创新中心)副所长(副主任)。

根据《中国气象局人事司关于选派姜晓飞等 21 位青年专家参加“春雨”行动的通知》(气人函[2025]35 号),2025 年,唐飞赴安徽省气象科学研究所服务锻炼,刘明竑赴西藏自治区气象科学研究所服务锻炼。

根据中国气象局党组关于雄安气象人工智能创新研究院建设有关要求,经推荐选派,刘小煦为第二批赴雄安气象人工智能创新研究院工作人员。

## 8.3 人才队伍

中国气象科学研究院现有一支老中青相结合、以科技人员和高学历人员为主体的实力较为雄厚的研究队伍。拥有中国科学院院士 2 名,中国工程院院士 3 名;国家级人才计划、项目获得者 20 人,气象“十百千”人才计划入选者 42 人。在职职工 335 人,其中,正高级专家 107 名,副高级专家 139 名,硕士研究生及以上学历 309 人。

### 8.3.1 高层次人才和青年人才

院士

周秀骥 陈联寿 徐祥德 张人禾 张小曳

国家杰出青年科学基金项目获得者

张小曳 周广胜 车慧正 李 建 郭建平 任宏利 丁明虎

国家“万人计划”领军人才、“百千万”人才工程入选者

张小曳 周广胜 孙俊英 张朝林

国家级青年人才称号和项目获得者

李 建 丁明虎 吕凡超 缪育聪 李 昕 桂 柯

任宏利 郭建平 陈 阳 何建军 李 雷

中国气象局气象战略科技人才

周广胜 车慧正

中国气象局科技领军人才和首席气象专家

车慧正 李 建 孙俊英 任宏利 梁旭东 吕伟涛 祝从文 郭建平

徐 晶 李 英 王亚强 丁明虎 刘端阳 蒋兴文 刘洪利

专业技术二级岗位专家

周广胜 车慧正 李 建 郭建平 任宏利 孙俊英 丁明虎 梁旭东 吕伟涛

祝从文 徐 晶 李 英 王亚强 郑 栋 孙继松 王培娟 霍治国 马建中  
安兴琴 任福民

中国气象局青年气象英才

陈 阳 何建军 刘伯奇 李 论 丁明虎 沈小静 缪育聪 张文娟 诸葛小勇  
马双梅 张 根 李普曦 梁钊明 李 雷 徐洪雄 魏 婷 孙 激 李牧原  
桂 柯 黄萌田 雷亚栋 陈思宁 马洁茹 朱恩达 孙兆彬 李浩然 徐婉筠

院科技领军人才培养计划

李 论 李 雷 张文娟 陈 阳 缪育聪 刘 全 孙兆彬 赵大军 梁钊明  
魏 婷 李普曦 张 根 桂 柯 徐洪雄 尹金方

院科技骨干培养计划

于 森 王 赛 孙 爽 孙 激 余 荣 陈凤娇 郑 宇 姚 彬 黄萌田  
蒋 宁 鲁萌萌 朱寿鹏 仲峻霆 李健颖 李浩然 赵 寅 曾昭亮 雷亚栋  
马洁茹 左 萌 朱恩达 周怀林 秦南南 贾文星 鄢钰函

### 8.3.2 高级职称晋升人员名单

2025年,我院刘璐等4人获得研究员资格,陈凤娇1人获得正高级工程师资格;胡学林等15人获得副研究员资格。

序号	姓名	单位	专业技术职务资格
1	刘 璐	灾害天气研究所	研究员
2	武 斌	灾害天气研究所	研究员
3	樊艳峰	灾害天气研究所	研究员
4	吕凡超	南京气象科技创新研究院	研究员
5	陈凤娇	南京气象科技创新研究院	正高级工程师

序号	姓名	单位	专业技术职务资格
1	胡学林	灾害天气研究所	副研究员
2	于晓超	大气成分与环境气象研究所 (碳中和监测与评估中心)	副研究员
3	柯华兵	人工智能气象应用研究所	副研究员
4	李 扬	生态与农业气象研究所	副研究员
5	卓 文	生态与农业气象研究所	副研究员
6	田 彪	全球变化与极地研究所	副研究员
7	张 雷	全球变化与极地研究所	副研究员
8	姜继兰	青藏高原气象研究院	副研究员
9	桑英涵	青藏高原气象研究院	副研究员
10	张浩鑫	青藏高原气象研究院	副研究员
11	高志博	青藏高原气象研究院	副研究员
12	孙世玮	南京气象科技创新研究院	副研究员
13	刘伟光	南京气象科技创新研究院	副研究员

序号	姓名	单位	专业技术职务资格
14	郑天雪	南京气象科技创新研究院	副研究员
15	贾 童	青岛海洋气象研究院	副研究员

### 8.3.3 新增职工名单

2025 年,我院新增职工 25 人。

序号	姓名	性别	部门
1	张梦珂	女	灾害天气研究所
2	林翔宇	男	灾害天气研究所
3	赵恒恒	男	大气成分与环境气象研究所(碳中和监测与评估中心)
4	李佳迎	女	大气成分与环境气象研究所(碳中和监测与评估中心)
5	王锡津	男	全球变化与极地研究所
6	吴清源	男	全球变化与极地研究所
7	吴 怡	女	全球变化与极地研究所
8	曾俊涵	男	气象影响与风险研究中心
9	朱雨楠	女	气象影响与风险研究中心
10	陈啸龙	男	办公室(计划财务处)
11	赵 辛	女	中国气象学会秘书处
12	姜继兰	女	青藏高原气象研究院
13	叶德超	男	青藏高原气象研究院
14	赵瑞瑜	女	青藏高原气象研究院
15	杜佳璟	女	青藏高原气象研究院
16	韩林君	女	青藏高原气象研究院
17	叶佳馨	女	青藏高原气象研究院
18	樊晓婷	女	青藏高原气象研究院
19	杨洪卿	女	青藏高原气象研究院
20	陈雨潇	男	青藏高原气象研究院
21	罗雨涵	女	青藏高原气象研究院
22	韩典辰	男	沈阳农业与生态气象研究院
23	卓 文	男	沈阳农业与生态气象研究院
24	李卓忆	女	沈阳农业与生态气象研究院
25	吕 恒	男	沈阳农业与生态气象研究院

### 8.3.4 退休职工名单

2025 年,我院 4 人退休。

序号	姓名	性别	原工作部门
1	刘黎平	男	灾害天气研究所
2	张 华	女	灾害天气研究所
3	牛 涛	女	大气成分与环境气象研究所(碳中和监测与评估中心)
4	周凌晔	女	全球变化与极地研究所

## 8.4 党的建设

2025年,院党委在中国气象局党组领导下,以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,聚焦落实巡视整改政治责任,持续加强党的创新理论武装,不断完善党委自身建设,夯实基层党建工作基础,深化党建业务融合“一支部一品牌”活动,扎实开展深入贯彻中央八项规定精神学习教育等重点任务,持之以恒以高质量党建引领保障气象科技事业高质量发展。



深化党建业务融合,以高质量党建引领气象科技高质量发展。以政治建设为统领,持续强化理论武装。严格落实“第一议题”制度,及时跟进学习。召开中心组学习会、党委常委会、党建工作领导小组会等深入开展理论学习,组织中心组学习扩大会议5次,深入学习贯彻党的二十大和二十届历次全会精神,学习习近平总书记关于气象工作重要指示精神及关于科技创新的重要论述,深化交流研讨。组织参加局直属机关党的二十届四中全会精神述学讲学交流会。开展深入贯彻中央八项规定精神学习教育,强化政治机关意识教育和对党忠诚教育,以党建引领推进气象科技高质量发展取得新成效。党委主要负责人张朝林同志学习文章《深化改革攻坚激活力 协同创新聚力谋发展》在《中国气象报》刊登。

落实主体责任,以巡视整改实效提升工作质效。制定年度党建工作要点和党委领导班子及班子成员和各单位主要负责人及党支部书记全面从严治党责任清单,层层压实主体责任。结合院领导分工,调整优化党委党建工作领导小组,召开党建工作情况专题汇报会,开展党建述职评议考核,定期研究部署党建工作。坚持问题导向,标本兼治,压实巡视整改政治责任。

建立落实“两周一会”工作机制,召开16次巡视整改工作领导小组会,制定整改方案,检查整改进展,研究解决突出问题,健全长效机制,制定修订制度6项,扩大巡视整改成效。抓实党建问题整改,深化常态化学习教育,将党史、党纪学习内容常态化纳入党委会、中心组学习会。推动党建业务融合,强化跨系统跨部门联学联建,党委联合基金委、科技司开展主题党日,联合高校、外部委、有关行业单位开展联学联建联创22次,开展“一支部一品牌”创建活动。将“人民至上 生命至上”主题实践活动与服务群众相结合,建立年度办实事措施清单,妥善解决分院人员养老保险参保事宜,以整改成效推进高质量发展。

夯实基层基础,持续提升党组织政治功能和组织功能。调整优化基层支部工作联系点,修订加强和规范重大事项请示报告工作制度,制定“四强”党支部和“四好”党员评选办法,制定深化党建业务融合“一支部一品牌”创建活动方案,专题研究精神文明建设和统战工作,完善党委工作机制。建立支部换届台账,开展组织生活制度落实情况自查,组织党员暨党务干部教育培训,组织上好“同上一堂课”。组织院“四好”党员评选,召开“七一”表彰大会,开展“四好”党员事迹宣讲宣传,开展干部职工思想动态调查。以“三联促三动”机制为抓手,持续开展“人民至上 生命至上”“守正创新 奉献气象”弘扬新时代科学家精神主题实践活动,组织支部全覆盖开展弘扬科学家精神主题党日活动,聚焦主责主业党建业务深度融合,科研文化内涵不断丰富,党建保障作用更加凸显。

## 8.5 老干部工作

截至2025年底,全院离退休干部284人,其中离休干部5人,退休干部279人;离退休党员129人。有5名老党员获得“光荣在党50年”纪念章,1人获得“九三学社全国优秀社务工作者”称号,退休职工党总支1名党员获得局直属机关党委“四好”党员称号。老干部政治待遇、生活待遇有效落实,老干部队伍保持稳定。

以政治建设为统领,强化理论武装。通过开展中央八项规定精神学习教育,组织老同志学习《习近平谈治国理政》第五卷、党的二十大及历次全会精神等内容,不断筑牢思想根基。常态化的理论学习,让老同志深刻领会党的创新理论和重大决策部署,进一步增强了政治认同、思想认同、理论认同、情感认同,引导老同志退休不褪色、离岗不离党,始终在思想上、政治上、行动上同以习近平同志为核心的党中央保持高度一致,继续弘扬党的光荣传统和优良作风。

规范党建工作,提升党建质效。在党建工作中狠抓“三个常态化”,创新“听、说、看”活动形式。一是推动“第一议题”学习常态化,及时跟进学习习近平总书记重要讲话精神及党中央决策部署,确保老同志紧跟党的理论创新步伐;二是推动党史学习教育常态化,通过学习《改革开放简史》等文献,重温党的光辉历程,增强党性修养;三是推动党纪学习教育常态化,组织学习《中央和国家机关党员工作时间之外政治言行若干规定》,开展警示教育,引导老同志严守纪律

规矩。在活动形式上,注重“听、说、看”相结合:7月,老党员聆听费文革同志讲授“深入贯彻中央八项规定精神 为强国建设提供顽强作风保障”专题党课;组织老同志交流学习党的二十届四中全会精神;4月,组织前往中国科学家博物馆开展“弘扬科学家精神”主题党日活动,通过沉浸式体验强化思想引领。

坚持以人为本,提升为老服务温度。牢固树立精准服务理念,加强与老同志的经常性联系,及时掌握其退休生活状况和实际需求。一是积极开展定期与不定期走访慰问。春节、“七一”等重要节日,由院领导带队走访慰问离休干部、老领导、老专家、老党员等;不定期对高龄、失能、空巢及家庭困难等特殊群体进行关怀帮扶;老同志生病住院时,工作人员第一时间前往看望慰问,切实把组织的关怀和温暖送到老同志心坎上,全年共计走访慰问140余人次。二是关爱身心健康,丰富精神文化生活。组织老干部参加年度健康体检,协同工会开展健康知识讲座;举办老干部通报会、重阳节集体祝寿、春秋游等活动,根据老同志兴趣爱好开办舞蹈兴趣班、老年合唱队等,为他们增进交流、陶冶情操、加深友谊搭建平台。

聚焦价值导向,发挥优势作用。围绕气象科技能力现代化和社会服务现代化目标,充分发挥老同志的政治优势、经验优势和威望优势。依托“气象老党员直播间”等特色平台,组织老同志讲述气象事业发展的奋斗故事,传承弘扬气象人精神,积极为改革发展点赞喝彩、建言献策。按照中组部统一部署,开展“学回信精神·助改革发展”专题调研活动,激励老同志继续发光发热。持续推进文化养老,广泛组织老同志参与老干部大讲堂等活动,营造崇尚学习、乐享生活的良好氛围。

## 8.6 工会工作

2025年,院工会在院党委领导和局工会指导下,坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,深入学习贯彻党的二十大及历次全会精神、中国工会十八大精神和习近平总书记在庆祝中华全国总工会成立100周年大会上的重要讲话,紧紧围绕工会工作主责主业,充分发挥组织优势和桥梁纽带作用,持续以“实干指数”提升职工“幸福指数”,团结引领全院职工为我院高质量发展贡献力量。

强化思想政治引领,筑牢思想根基。院工会把理论武装作为首要政治任务,将学习贯彻党的二十大及历次全会精神与习近平总书记在纪念中华全国总工会成立100周年重要讲话精神贯穿工会工作全过程、各方面,推动党的创新理论走进职工心里、走进工作实际。院工会召开会议专题学习二十届四中全会精神,在深刻领会其重大意义的基础上,将思想与行动统一到党中央决策部署上来,把学习成效转化为履职实效,做到学思用贯通、知信行统一。

立足岗位做贡献,激发干事创业激情。院工会坚持围绕中心、服务大局,积极开展全国五一劳动奖、全国工人先锋号、全国五一巾帼标兵岗(标兵)及中央和国家机关五一劳动奖的推荐

工作。持续深化“中国梦·劳动美”主题宣传教育,组织职工聆听“全国气象部门优秀女职工先进事迹讲述会”、全总“喜迎工会百年华诞·三个精神使命在肩”主题宣讲会,积极派员参加全国气象部门文艺展演,通过一系列活动引导广大职工立足岗位、建功立业,在业务攻坚、科研创新、服务一线中争当先锋,为推动气象事业高质量发展贡献智慧和力量。

做优职工服务,提升精准普惠服务质效。院工会践行以职工为中心的工作导向,扎实开展“工会服务暖心行动”,坚持普惠服务与精准帮扶有机结合,做细做实困难职工帮扶救助、节日福利发放、劳模慰问、单身职工婚恋服务等工作,开展多层次常态化关心关爱。持续深化消费帮扶助力乡村振兴,积极履行社会责任。组织开展“恒爱行动——百万家庭亲情一线牵”公益活动,传递社会温暖。组队参加局工会羽毛球赛、篮球赛等文体赛事,展现职工昂扬风采。院工会精心举办春节联欢会、“三八”国际妇女节香薰DIY活动、中医义诊及健康讲座、职工荣休仪式等,各分工会积极开展春秋游等文体活动,不断丰富职工精神文化生活,营造和谐温馨“职工之家”氛围。

规范工会工作,提升工作水平。为进一步规范工会工作,院工会采取了以下措施:一是严格执行“先申请、后审批、再使用”的经费管理流程,大额经费支出由院工会委员会集体研究决定,确保经费使用规范、安全;二是制定出台《中国气象科学研究院工会文体协会管理办法》,加强协会制度化、规范化建设;三是积极向北京市总工会申请,在局工会的协助下顺利完成新一届工会法人证书换发工作。通过以上工作,为规范工会工作奠定了坚实基础,推动工会工作向前发展。

## 8.7 团委工作

2025年,共青团中国气象科学研究院委员会(简称团委)坚决贯彻落实习近平总书记关于青年工作的重要思想和局党组关于加强年轻干部教育培训的决策部署,切实履行职责,引导青年在全面深化改革、推进气象科技高质量发展中历练成长、岗位建功。

为党育人,抓实青年理论武装。协助党委建强用好青年理论学习小组,以学习领会党的四中全会精神为重点,跟进学习党的创新理论,落实“风云青年学习汇”学习要求,广泛宣传青年学习收获,向《风云青年》投稿17篇,6篇被选用。组织开展青年大讨论、青年干部八项规定精神专题学习暨警示教育会等集体学习活动。与结对子单位开展联学联建活动3次,被旗帜网、气象报社报道。10人次青年列席党委中心组学习。通过组织“五四”专题讲座、院士报告、国家安全主题团日等活动,引导青年坚定理想信念,明责担当。

深化实践,提升大局贡献度。制定并完成青年干部培养提升工程年度重点任务22条,促进青年成长成才。推荐青年参与“根在基层”贵州调研实践,组织“筑梦新气象”青年调研团,围绕高标准农田建设开展调研并申报工委“关键小事”活动。组织青年积极参加局团委主题学

习、调研实践展示会、风云青年大讲堂等活动。广泛组织青年积极参加气象日、科普进校园等重要科普志愿活动,2位青年科学家入选中国气象局青年宣讲团。1人入选中国青年科技工作者协会。2人获批国家青年科学基金,5人入选局气象青年英才。强化青年科技人才和优秀年轻干部培养锻炼,遴选12名高层次人才培养对象,选派2名“春雨”行动专家下基层,1人赴雄安气象人工智能创新研究院工作。选送2人参加革命传统教育训练营,选派3名管理岗青年到上级部门以干代训。

心系青年,努力为青年办实事。结合民主生活会座谈、职工思想动态调研掌握青年动态,制定办实事清单。院团委及时分享学车、育儿知识等相关资讯资源,力所能及地为青年排忧解难。举办第十三届青年跳绳比赛,100余位青年参与。以青年理论小组为载体配备导师。支持研究生开展“开学第一课”、研学沙龙、文创比赛和毕业歌会等丰富多彩的活动。

夯实基础,持续提升组织力。严格落实中央八项规定精神、团中央“六条规定”要求,推进规范化建设。完成联合团支部、学生团支部换届及优秀团支部、优秀团员、优秀团干部评选工作。加强团干部队伍建设,推荐1名团干部参加履职能力提高培训班。完善基础团务管理,做好“智慧团建”录入、统计、团费收缴使用管理。

# 第9章

## 大事记



## 1月

1月2日,中国气象局党组第一巡视组向院党委反馈巡视情况。中国气象局党组成员、副局长熊绍员出席会议,对巡视整改提出要求,中央纪委国家监委驻农业农村部纪检监察组副组长熊燕出席会议。



1月10—11日,第二次青藏高原综合科学考察研究“西风-季风协同作用及其环境效应”专题综合绩效评价会议在北京召开。来自中国气象科学研究院、中国科学院青藏高原研究所、北京大学、南京大学和兰州大学等22个单位的40多位专家学者出席会议。



1月11日,金融气象专业委员会第一届学术年会召开,并正式发布中国金融气象指数与服务平台V2.0。该平台由我院联合国家气象信息中心,依托中国气象局金融气象重点创新团队研发。



1月11日,由我院牵头承担的国家重点研发计划“重大自然灾害防控与公共安全”专项“青藏高原致灾气象过程发生机理及预报方法研究”项目2024年度进展交流会在北京召开。项目责任专家、咨询专家及项目组成员等60余人参加此次会议。



1月20日,我院召开2025年工作会议。会议传达2025年全国气象工作会议精神,通报2024年度受表彰情况,部署2025年工作重点。中国气象局党组成员、副局长熊绍员出席会议。会议总结2024年工作,全面落实2025年全国气象工作会议精神,为加快实现气象高水平自立自强注入动力。



## 2月

2月14日,院党委召开巡视整改专题民主生活会暨2024年度民主生活会,党委副书记、副院长张朝林主持会议。中国气象局党组成员、副局长熊绍员参加并指导,中央纪委国家监委驻农业农村部纪检监察组副组长熊燕列席,中国气象局党组第九督导组刘厚堂、吴杨出席并指导。



2月24—28日,政府间气候变化专门委员会第七次评估周期(IPCC AR7)第62次全会在浙江省杭州市召开。



### 3月

3月4日,气候变化科学前沿学术交流会暨IPCC AR7评估报告大纲解读会议在中国气象局召开。会议由IPCC AR7第一工作组联合主席张小曳院士主持,开启IPCC新一轮评估周期撰写评估报告进程。



3月11—13日,“青藏高原气候变化特征、机理、影响及应对研究与技术集成示范”项目启动前期工作汇报会在西藏自治区林芝市召开,西藏自治区科技厅、中国气象科学研究院、中国气象局科技司、西藏自治区气象局等单位参会。



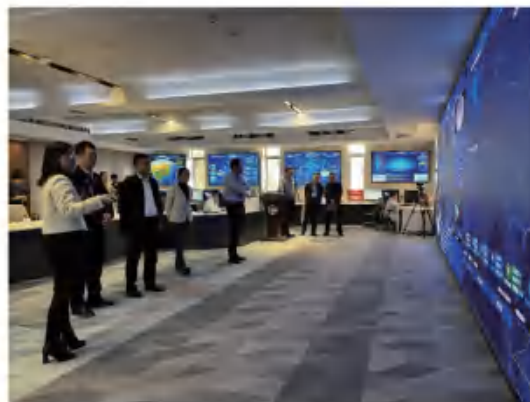
3月17日,灾害天气科学与技术全国重点实验室建设方案专家咨询会在中国气象局召开。中国气象局党组成员、副局长熊绍员出席。党委副书记、副院长张朝林主持开幕式。



3月18日,国家自然科学基金委员会地球科学部、管理科学部、国际合作局党支部党员同志赴中国气象局,与中国气象局科技与气候变化司党支部、中国气象科学研究院党委联合开展“气候变化研究与家国情怀”联学联建主题党日活动。其间,中国气象局党组书记、局长陈振林会见国家自然科学基金委党组成员、副主任兰玉杰一行,就推动科技创新、人才培养、国际合作等深入交流。局党组成员、副局长熊绍员参加。在联学联建中,中国工程院院士张小曳结合参与气候变化研究切身经历,就做好气候变化工作与弘扬新时代科学家精神讲党课。



3月21日,党委副书记、副院长张朝林率队前往中国气象局探测中心进行交流。双方围绕雷达质量控制与短时临近预报、低空经济气象服务应用、机动观测业务、大气成分观测及南极中山站业务、农气生态观测技术等关键领域展开深入交流。



3月23日,我院围绕2025年世界气象日的主题,开放一楼科普展厅,接待公众来访,并在操场设置科普展棚。中国气象局党组书记、局长陈振林同志率局领导班子成员,参观我院展棚。党委副书记、副院长张朝林,党委常委、副院长王金星同志陪同参观。



中国气象局直属机关工会批复了我院第八届工会换届选举结果——《关于同意中国气象科学研究院工会选举结果的批复》(气工发〔2025〕7号)。为了更好地衔接工作,3月24日,院工会召开换届交接工作会。



3月31日,我院召开汛期气象服务动员会,传达学习2025年全国汛期气象服务动员会议精神,部署我院汛期气象服务工作。会议由党委常委、副院长王金星主持,在京院领导、院属各单位主要负责人现场参会,京外分院负责人线上参会。



## 4月

4月11日,中国气象局党组成员、副局长熊绍员到青藏高原气象研究院调研指导工作。熊绍员一行先后来到青藏高原气象研究院办公楼外围、观测设备展示区、学术报告厅了解办公环境改造优化、观测设备应用研发应用、学科布局等情况,并听取青藏高原气象研究院工作情况汇报。



4月12日,由我院牵头承担的国家重点研发计划“重大自然灾害防控与公共安全”重点专项“京津冀强降水适应性观测和预报预警关键技术”项目启动暨实施方案论证会在京顺利召开。



4月18日,黄渤海海雾综合观测研究及人工消雾科学试验(2025年度)在山东青岛启动。青岛海洋气象研究院联合青岛市气象局、成都信息工程大学人工影响天气团队、中国气象局气象探测中心海洋观测团队、中国海洋大学、中国气象科学研究院气象垂直动态探测团队和大气成分与环境气象团队、国家气象中心台风海洋气象预报中心、日照市气象局、山东省气象科学研究所等,共同开展黄渤海海雾综合观测研究及人工消雾科学试验。



## 5月

5月9—10日,由国家科技基础条件平台中心主办,河北固城农业气象国家野外科学观测研究站和国家气象科学数据中心承办的大气科学与气候变化领域国家野外科学观测研究站观测技术规范培训会在河北雄安召开。全国7个大气科学与气候变化领域国家野外科学观测研究站、中国气象局和有关高校的野外科学试验基地/观象台/野外试验站的站长、副站长及监测和数据管理人员等近100名代表参加此次会议。



5月20日,我院与南京信息工程大学签署战略合作协议,南京信息工程大学校长陈海山、副校长刘佳,我院党委副书记、副院长张朝林,纪委书记费文革出席签约仪式。未来,双方将大力推进研究生联合培养,加强气象类本科专业人才培养,共同推进有组织的高水平科技攻关,联合打造高层次气象科技创新平台,共同支持培育气象交叉学科,构建人员“互兼互聘”交流常态机制,共享软硬件资源等。



## 6月

6月9日,中国气象科学研究院2025年度研究生毕业典礼暨学位授予仪式举行。中国气象局党组书记、局长陈振林出席并鼓励青年学子,始终胸怀天下、志存高远,脚踏实地、笃行不怠,勇于创新、敢于突破,心系人民、无私奉献,将今日所学所悟转化为明日推动气象科技自立自强、服务国家和人民的不竭动力。中国气象局党组成员、副局长熊绍员出席。



6月12日,由中国科学院主办,青藏高原气象研究院等单位承办的防灾减灾国际科技合作圆桌会议在成都召开。此次会议作为第二届“一带一路”科技交流大会的重要组成部分,吸引了多国机构和知名专家的参与。与会专家围绕“气候变化与灾害风险防范”主题开展圆桌研讨,分享各自在防灾减灾领域的最新研究成果和实践经验,为建立国际合作新机制和新模式提供了宝贵的思路和建议。



6月17—18日,第九届气科院-南信大 S2S 联合研究中心学术年会暨第一届副热带 S2S 预测理论与方法研讨会在河北雄安新区召开。来自国内外知名高校科研院所,以及中国气象局下属科研业务单位的 80 余位专家学者齐聚一堂,展开深度学术交流。



## 7月

7月4日,中国气象局总工程师潘进军一行赴我院深入调研推进气象高质量发展和进一步全面深化改革工作情况。潘进军对我院各方面工作给予充分肯定并指出,要锚定 2035 年建成科技强国的奋斗目标和《气象高质量发展纲要(2022—2035 年)》目标任务,在气象服务国家服务人民大局中找准工作着力点,结合“十五五”规划编制,统筹谋划新时期进一步全面深化改革和高质量发展工作。



7月7日,全国首家低空气象实验室——成都低空气象实验室在四川成都揭牌成立,旨在助力低空经济实现“快起步、飞得起、管得住、发展好”的良好局面,为全国低空气象服务贡献“成都方案”。



7月17日,院党委隆重召开“七一”表彰大会。会议由院党委常委、副院长王金星主持,全体院领导、2025年“光荣在党50年”纪念章获得者代表、各级表彰的集体和个人代表,以及全院处级领导干部、党支部书记、在职党员、青年理论学习小组组长和研究生代表参会。



7月23—26日,由我院作为项目牵头单位,联合项目参与单位河北省气象台、北京市城市气象研究院、天津气象雷达研究试验中心及中国华云气象科技集团有限公司,在京津冀平原地区(河北唐县)和海岸带(天津滨海)等两种不同典型下垫面成功开展2025年夏季京津冀强降水适应性观测野外科学试验。此次试验的初步成果和后续分析,将直接服务于京津冀地区强降水预报预警能力的提升,为保障区域经济社会发展和人民生命财产安全提供更有力的科技支撑。



7月24日,自然资源部第二海洋研究所副所长陈建芳一行到访我院,双方围绕学科协同创新、人才培养及科研合作开展调研座谈。



7月25日,我院与上海市气象局在上海联合组织召开了亚洲-澳洲-非洲季风国际大科学计划(IP-TAM)倡议研讨会。张人禾院士对提出IP-TAM倡议的重要意义、面临的挑战、战略目标及计划框架进行了详细介绍。



## 8月

8月6日,我院圆满完成2025年度中国北极黄河站科学考察任务。在此次科考中,我院现场任务主要包括维护地面气象梯度观测系统、更换臭氧监测仪、获取和拷贝数据等3个部分,以确保气象观测的稳定性和连续性。



8月11日,中国气象局公布了13个新建中国气象局野外科学试验基地,我院(含分院)作为依托单位的6个基地成功获批入选,分别为中国气象局庐山云雾物理与化学野外科学试验基地、中国气象局极地大气野外科学试验基地、中国气象局阜宁强对流野外科学试验基地、中国气象局弥勒云贵准静止锋野外科学试验基地、中国气象局粤港澳大湾区低空经济无人航空气象保障野外科学试验基地、中国气象局黄渤海海洋气象野外科学试验基地。

8月22日,第七届全国中尺度气象学研讨会在山西大同开幕。研讨会旨在进一步推动中尺度气象学术前沿与相关领域学者的合作交流,实现融合发展。来自全国高校、科研院所、业务单位和企业等近500名中尺度气象学领域的专家学者参加此次会议。



8月22日,应世界气象组织(WMO)秘书处世界天气研究计划处(WWRP)邀请,我院与其就亚澳非国际大科学计划(IP-TAM)倡议展开工作座谈。会议由WWRP处长Estelle de Coning主持,副院长高云出席会议。



8月27日下午,北京市政协副主席郭延红一行赴中国气象局开展调研。中国气象局党组成员、副局长张祖强陪同调研。在我院调研期间,党委常委、副院长车慧正全程陪同。



8月28—29日,第七届中国-阿拉伯国家博览会气象高质量发展对接交流活动在宁夏回族自治区银川市举办。在中国气象局副局长曹晓钟的陪同下,世界气象组织(WMO)主席、阿联酋国家气象局局长阿尔曼杜斯,阿拉伯国家气象部门官员,WMO区域办公室官员以及其他中外代表、院士专家参观我院展区。



## 9月

9月5—8日,第二届低空经济气象前沿科技研讨会在安徽合肥召开。会议由中国气象学会、中国气象科学研究院、中国气象局气象探测中心、国家气象中心、国家气象信息中心、安徽省气象局联合主办,聚焦低空经济气象保障国家需求,着力搭建产学研用协同交流平台,在首届基础上实现了全面突破。500余位专家学者与行业领袖参与此次会议,共完成205场高水平学术报告,并集中发布3项低空经济气象科技创新成果,实现了从概念探索到低空航路危险天气感知-预警预报的全方位、多维度的创新进展。



9月8日,中国气象局副局长曹晓钟在听取我院工作汇报时指出,要始终坚持面向国家重大需求和业务导向,系统性、持续性优化完善科研体系。科技司班子成员、我院全体领导班子成员、有关处室负责同志参会。



9月19—22日,第十九届防雷减灾学术交流会暨广东雷电野外综合观测试验20年学术研讨会在广州从化举行。雷电基地学术委员会主任委员沈学顺院士致辞,中国气象局政策法规司副司长张永刚、科技司副司长石雪峰、副院长王金星、广东省气象局副局长谭浩波受邀参会并致开幕辞。



9月24日,国家自然科学基金委第427期双清论坛“亚洲-澳洲-非洲季风的协同变化以及全球变暖对季风区极端天气气候的影响”在北京召开。本次论坛由国家自然科学基金委地球科学部、国际科研资助部和计划与政策局联合主办,中国气象科学研究院承办。论坛主席由复旦大学张人禾、自然资源部第二海洋研究所陈大可、中国科学院青藏高原研究所陈发虎共同担任。国家自然科学基金委党组成员、副主任兰玉杰、论坛主席张人禾、副院长张朝林在开幕式上致辞。地球科学部常务副主任姚玉鹏主持开幕式。



9月23—25日,世界气象组织(WMO)第11届沙尘暴预警咨询评估系统(SDS-WAS)亚洲区域指导委员会会议暨沙尘暴早期预警国际研讨会在内蒙古鄂尔多斯市召开。来自中国、日本、韩国、蒙古、哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦等15个国家和地区,以及WMO等国际组织的专家学者和政府代表,通过线上线下等形式,围绕多源沙尘暴观测、数值模式发展、人工智能应用和早期预警系统建设等展开了深入交流和研讨。



9月26日,我院召开专题会议,传达学习人民气象事业创建80周年座谈会和2025年全国气象工作研讨会议精神,部署贯彻落实工作。会议由党委副书记、副院长张朝林同志主持,全体院领导出席。



## 10月

10月15日,由我院张小曳院士团队承担的国家统计局重大统计专项“先进技术在国家 and 省级碳源汇准实时监测中的应用研究”开题会议召开。国家统计局能源司副司长张剑、碳排放处处长易超、中国气象局科技司副司长周国兵、气候变化处处长余建锐、副院长高云等领导 and 专家出席会议。



10月17日,中国气象科学研究院研究生院2025—2026学年秋季学期“开学第一课”开讲。中国工程院院士、博士生导师张小曳出席活动并作特邀报告,百余名师生在现场聆听报告。



10月18日,中国遥感应用协会生态气象遥感2025年学术年会在甘肃敦煌召开。此次会议由中国遥感应用协会生态气象遥感专业委员会主办,中国气象科学研究院、甘肃省气象学会、中国气象局兰州干旱气象研究所、敦煌市气象局承办,成都远望未来雷达科技股份有限公司等三家科技创新平台协办。会议以“发展生态气象遥感大模型,培育绿色创新增长动能”为主题,来自90家单位的187位代表参加。



10月24日,世界气象组织(WMO)执行理事会特别届会宣布,我院副研究员孙激获2025年度世界气象组织青年科学家研究奖。其获奖论文为《基于全球变分辨率模拟探究气候变化影响下的极端事件》。



10月27日,政府间气候变化专门委员会(IPCC)第六十三次全会(P63)在秘鲁利马启幕。中国气象局副局长曹晓钟率团出席。IPCC第一工作组(WGI)联合主席、中国气象科学研究院灾害天气科学与技术全国重点实验室主任张小曳院士,带领支撑小组(TSU),推进核心议程。



10月30日,为深入贯彻落实中国气象局青年干部培养提升工程,推动青年理论学习走深走实,青年“结对子”单位中国气象科学研究院、中国气象局人工影响天气中心与广西壮族自治区气象局团委联合开展联学联建活动。党委常委、纪委书记费文革一行结合工作调研,与广西壮族自治区气象局党组成员、纪检组组长高峰在广西会场参会。



## 11月

11月1日,第十五届全国气溶胶大会在杭州举行。我院大气成分与环境气象研究所(碳中和监测与评估中心)李雷副研究员因其在气溶胶组分定量遥感及其天气气候环境影响研究领域的创新成果和重要贡献,荣获“中国颗粒学会气溶胶青年科学家奖”。



11月12—13日,为促进农业气象科研与业务工作深度融合,更好地服务于国家粮食安全与乡村振兴战略 2025年全国农业气象技术交流会在浙江宁波成功举办。来自全国各级气象部门、科研院所、高校及相关企业的近200位专家学者与技术骨干参加此次学术交流会。



11月18—20日,2025年高原气象学术研讨会在四川成都召开。近300名来自全国气象部门、高校、科研院所及业务单位的专家学者、科研骨干与青年学子参会,共商高原气象前沿问题,共谋气象科技协同创新。



11月21日,中国气象局副局长曹晓钟一行到江苏检查指导南京气象科技创新研究院工作,围绕气象科技创新、高层次人才培养、体制机制改革等内容开展座谈。观测司司长方翔、科技司司长曾沁、副院长张朝林、江苏省气象局纪检组长陈卫东和副局长解令运陪同调研并参加座谈。



## 12月

12月4—5日,2025年面向冰冻圈科学行动十年和第五次国际极地年学术会议在中山大学珠海校区召开。会议旨在响应联合国“冰冻圈科学行动十年(2025—2034)”倡议以及“第五次国际极地年”,推动我国在极地与冰冻圈科学领域的学术交流与行动规划。



12月9日,中国气象局粤港澳大湾区低空经济无人航空气象保障野外科学试验基地在深圳举行揭牌仪式,并同步召开基地学术委员会第一次会议。中国气象局科技司副司长周国兵,我院党委副书记、副院长张朝林,广东省气象局副局长熊亚丽,深圳市气象局局长刘德峰、副局长罗华明出席活动。学术委员会全体专家和基地骨干等人员参会。



12月17—18日,灾害天气科学与技术全国重点实验室2025年度学术委员会会议暨学术年会在南京大学召开。会议围绕“更好地预警”“更准确的短期预报”“长时效精准预测”“人类活动影响下的化学天气及未来变化”等专题开展了系统的学术交流报告和深入交流研讨。本次会议是立足全球气候变化背景下极端天气频发重发态势的关键学术盛会,具有多重战略意义与实践价值,对推动基础研究—技术开发系统构建—业务应用的深度融合,形成灾害天气科学与技术的国家战略科技力量必将发挥重要作用。



12月19日,中国气象局在河北雄安新区发布气象人工智能科学模型“风源”。中国气象局副局长曹晓钟表示,中国气象局把气象人工智能放在国家战略全局中谋划,推进人工智能赋能气象高质量发展。“风源”标志着气象部门拥有了自主知识产权的端到端科学模型底座,在关键环节实现了技术自主可控,具备了持续迭代、滚动演进的工程基础。



“风源”由中国气象科学研究院、雄安气象人工智能创新研究院联合国家气象信息中心、上海人工智能实验室、南京气象科技创新研究院、江西省气象台研发。

---

# 第 10 章

## 规章制度



目前我院现行规章制度 129 项,其中行政管理制度 20 项,财务管理制度 14 项,科技管理制度 20 项,人才管理制度 23 项,党建、纪检、审计、群团等规章制度 34 项,研究生教育相关制度 18 项。2025 年发布 23 项。

序号	行政管理制度名称
1	中国气象科学研究院贯彻落实中央八项规定及其实施细则精神若干规定(气院发[2025]113号)
2	中国气象科学研究院印章管理规定(气院发[2025]92号)
3	中国气象科学研究院公务用车管理办法(气院发[2025]62号)
4	中国气象科学研究院领导接待日实施办法(气院发[2025]45号)
5	中国气象科学研究院宣传工作管理办法(气院发[2024]107号)
6	中国气象科学研究院院长常务会议事规则(气院发[2024]59号)
7	中国气象科学研究院工作规则(气院发[2024]58号)
8	中国气象科学研究院受理办理信访事项工作规程(气院发[2024]45号)
9	中国气象科学研究院综合考评办法(气院发[2024]36号)
10	中国气象科学研究院公文处理工作办法(气院发[2023]38号)
11	中国气象科学研究院气象灾害应急预案(气院发[2023]28号)
12	中国气象科学研究院档案管理办法(气院办发[2022]26号)
13	中国气象科学研究院媒体阵地管理办法(气院办发[2021]35号)
14	中国气象科学研究院督查督办工作管理办法(气院发[2021]4号)
15	中国气象科学研究院证件管理规定(气院办发[2020]41号)
16	中国气象科学研究院特种专业技术车辆使用管理暂行办法(气院办发[2019]47号)
17	中国气象科学研究院周转公寓租住分配使用办法(气院办发[2018]62号)
18	中国气象科学研究院突发事件应急处置预案(气院办发[2018]45号)
19	中国气象科学研究院办公用房电子门锁门卡管理办法(气院办发[2015]40号)
20	中国气象科学研究院公务接待管理暂行办法(气院办发[2014]26号)

序号	财务管理制度名称
1	中国气象科学研究院严格执行出租车费和车辆租赁费报销规定(气院发[2025]44号)
2	中国气象科学研究院科研会议费管理办法(气院发[2024]109号)
3	中国气象科学研究院低值易耗品管理办法(试行)(气院发[2023]39号)
4	中国气象科学研究院固定资产管理办法(气院办发[2023]32号)
5	中国气象科学研究院预算管理规程(气院财发[2023]3号)
6	中国气象科学研究院试点科研项目经费使用“包干制”管理规定(试行)(气院发[2022]12号)
7	中国气象科学研究院无形资产管理办法(试行)(气院发[2022]1号)
8	中国气象科学研究院采购管理办法(气院财发[2022]20号)
9	中国气象科学研究院科研项目间接费用管理办法(试行)(气院发[2021]21号)
10	中国气象科学研究院关于调整承担国家自然科学基金在研项目间接费用的通知(气院财发[2021]38号)
11	中国气象科学研究院高值易耗品管理办法(试行)(气院发[2020]39号)
12	中国气象科学研究院差旅费管理办法(试行)(气院发[2020]33号)
13	中国气象科学研究院科研劳务费管理办法(气院发[2020]20号)
14	中国气象科学研究院财务网上报销与审批管理办法(试行)(气院财发[2018]59号)

序号	科技管理制度名称
1	中国气象科学研究院大型科研仪器开放共享后补助资金使用管理办法(气院发[2025]102号)
2	中国气象科学研究院促进科技成果转化管理办法(气院发[2025]65号)
3	中国气象科学研究院因公临时出国(境)管理办法(气院发[2025]51号)
4	中国气象科学研究院科技发展基金项目管理办法(气院发[2025]13号)

序号	科技管理制度名称
5	中国气象科学研究院科研项目结余资金管理办法(气院发[2025]3号)
6	中国气象科学研究院合同管理办法(气院发[2024]38号)
7	中国气象科学研究院极地考察管理办法(试行)(气院发[2024]103号)
8	中国气象科学研究院气象保障服务管理办法(气院合发[2023]34号)
9	中国气象科学研究院野外科学试验基地建设管理办法(气院合发[2023]33号)
10	项目(课题)对外委托合同经费使用承诺书(气院科发[2023]29号)
11	中国气象科学研究院大型科研仪器开放共享管理办法(气院科发[2023]38号)
12	中国气象科学研究院大型科研仪器开放共享收费管理办法(气院科发[2023]39号)
13	中国气象科学研究院改善科研条件专项资金管理实施细则(气院科发[2022]22号)
14	中国气象科学研究院关于调整基本科研业务费管理咨询委员会委员的通知(气院发[2022]33号)
15	中国气象科学研究院气象科技成果评价实施细则(试行)(气院科发[2022]21号)
16	中国气象科学研究院计算和存储资源管理规定(试行)(气院科发[2021]27号)
17	中国气象科学研究院科研项目直接经费预算调剂管理规定(气院科发[2021]32号)
18	中国气象科学研究院基本科研业务费专项资金管理办法(气院科发[2021]33号)
19	中国气象科学研究院气象数据管理实施细则(试行)(气院科发[2021]36号)
20	中国气象科学研究院横向项目管理办法(气院科发[2020]14号)

序号	人才管理制度名称
1	中国气象科学研究院专业技术岗位管理办法(气院发[2025]87号)
2	中国气象科学研究院选派到分院长期工作职工的支持保障办法(试行)(气院发[2025]47号)
3	中国气象科学研究院咨询评审活动专家遴选及专家库管理办法(气院发[2024]101号)
4	中国气象科学研究院优秀青年奖评选办法(气院发[2024]39号)
5	中国气象科学研究院临时聘用退休干部规定(气院人发[2023]27号)
6	中国气象科学研究院关于接收应届毕业生和博士后人员办法(试行)(气院人发[2020]27号)
7	中国气象科学研究院高层次人才协议工资实施办法(试行)(气院人发[2019]63号)
8	中国气象科学研究院科技人才与成果专项奖励办法(气院人发[2019]62号)
9	中国气象科学研究院科技创新团队建设管理办法(气院人发[2019]45号)
10	中国气象科学研究院高层次人才培养计划实施办法(气院人发[2019]44号)
11	中国气象科学研究院现职处级干部和高退休厅(局)级干部因私出国(境)管理办法(气院人发[2018]51号)
12	中国气象科学研究院职工工作纪律暂行规定(气院人发[2018]50号)
13	中国气象科学研究院处级干部选拔任用工作细则(气院人发[2018]49号)
14	中国气象科学研究院绩效工资分配办法(气院人发[2015]25号)
15	中国气象科学研究院考核办法(气院人发[2015]24号)
16	中国气象科学研究院客座研究岗位聘用管理办法(气院人发[2014]29号)
17	中国气象科学研究院优秀青年科技人员出国交通暂行办法(气院人发[2012]33号)
18	中国气象科学研究院关于加强聘用人员工资管理的通知(气院人发[2011]17号)
19	中国气象科学研究院优秀人才引进管理办法(气院人发[2010]34号)
20	中国气象局直属事业单位公费医疗报销(气发[2009]97号) 中国气象局直属事业单位公费医疗费用报销结算实施细则(气发[2009]97号文附件)
21	中国气象科学研究院编制外用工管理办法(气院人发[2009]33号)
22	中国气象科学研究院科技骨干与国家级业务单位交流实施办法(气院人发[2009]14号)
23	中国气象科学研究院职工继续教育管理办法(气院人发[2001]71号)

序号	党建、纪检、审计、群团等规章制度名称
1	中共中国气象科学研究院委员会关于进一步加强和规范重大事项请示报告工作的通知(气院党发[2025]27号)
2	中共中国气象科学研究院委员会关于进一步加强党委领导班子成员基层党支部工作联系点工作的通知(气院党发[2025]21号)

序号	党建、纪检、审计、群团等规章制度名称
3	中国共产党中国气象科学研究院纪律检查委员会工作规则(气院纪发[2025]4号)
4	中国气象科学研究院工会文体协会管理办法(试行)(气院工发[2025]1号)
5	中共中国气象科学研究院委员会关于修订印发《中国气象科学研究院党委常委会议事规则》的通知(气院党发[2024]40号)
6	中共中国气象科学研究院委员会关于修订印发《中国气象科学研究院党委工作规则》的通知(气院党发[2024]39号)
7	中共中国气象科学研究院委员会关于修订印发《中国气象科学研究院党委党建工作领导小组工作规则》的通知(气院党发[2024]35号)
8	中共中国气象科学研究院委员会关于印发《中国气象科学研究院处级及以下党员廉政档案管理办法(试行)》的通知(气院党发[2023]41号)
9	中共中国气象科学研究院委员会关于进一步加强基层党支部工作联系点工作的通知(气院党发[2022]61号)
10	中共中国气象科学研究院委员会关于强化职能监督的通知(气院党发[2022]54号)
11	中国气象科学研究院继续深化科研文化建设实施方案(气院党发[2022]39号)
12	中国气象科学研究院党员民主评议办法(试行)(气院党发[2021]31号)
13	中国气象科学研究院党委党费收缴使用管理办法(气院党发[2021]14号)
14	中国气象科学研究院党委全面从严治党责任清单(气院党发[2021]3号)
15	中国气象科学研究院党委理论学习中心组学习办法(气院党发[2020]57号)
16	中国气象科学研究院“党员先锋岗”评选办法(气院党发[2020]29号)
17	中共中国气象科学研究院委员会关于加强基层党支部工作联系点工作的通知(气院党发[2020]25号)
18	中国共产党中国气象科学研究院纪律检查委员会工作规则(气院纪发[2020]1号)
19	中国气象科学研究院党支部工作考核评价办法(气院党发[2019]40号)
20	中国气象科学研究院党支部工作细则(修订)(气院党发[2019]31号)
21	中国气象科学研究院纪委委员联系党支部工作制度(气院纪发[2019]1号)
22	中国气象科学研究院优秀分工会、优秀工会积极分子和工会干部评选办法(气院工发[2019]4号)
23	中国气象科学研究院优秀团支部、优秀团员、优秀团干部评选表彰办法(试行)(气院团发[2019]2号)
24	中国气象科学研究院内部审计工作管理办法(试行)(气院发[2018]32号)
25	中国气象科学研究院“两优一先”评选办法(试行)(气院党发[2018]20号)
26	中国气象科学研究院纪委关于处级干部选拔任用等事项征求院纪委会意见暂行办法(气院纪发[2018]4号)
27	中国气象科学研究院纪律检查委员会学习制度(气院纪发[2018]3号)
28	中共中国气象科学研究院纪委党风廉政建设信息报送办法(气院纪发[2018]2号)
29	中共中国气象科学研究院党委关于加强党建和党风廉政建设工作组织体系建设的实施措施(气院党发[2017]15号)
30	中共中国气象科学研究院党委关于重申规范劳务费和专家咨询费支领的通知(气院党发[2017]14号)
31	中共中国气象科学研究院党委聘请党风廉政监督员工作实施办法(气院党发[2017]6号)
32	中国气象科学研究院关于深化文明单位创建活动的实施办法(气院党发[2017]5号)
33	中国气象科学研究院纪委谈心谈话办法(气院纪发[2017]3号)
34	中共中国气象科学研究院党委关于落实党风廉政建设主体责任的实施细则(气院党发[2014]11号)

序号	研究生教育相关制度名称
1	中国气象科学研究院研究生安全生产管理办法(气院研发[2025]1号)
2	中国气象科学研究院导师共同承担研究生培养费用管理办法(气院发[2025]108号)
3	中国气象科学研究院研究生学业奖学金管理办法(修订)(气院发[2025]96号)
4	中国气象科学研究院研究生学籍管理规定(修订)(气院发[2025]85号)
5	气象硕士/博士专业学位研究生培养方案(气院发[2025]82号)
6	中国气象科学研究院学位评定委员会章程(气院发[2025]81号)
7	中国气象科学研究院增选专业学位研究生行业导师实施办法(试行)(气院发[2025]59号)
8	中国气象科学研究院研究生国家奖学金评审实施细则(气院发[2024]91号)

序号	研究生教育相关制度名称
9	中国气象科学研究院博士后科研工作站管理实施细则(气院发[2024]96号)
10	中国气象科学研究院研究生导师管理办法(气院发[2024]24号)
11	中国气象科学研究院增选研究生导师实施办法(2023年8月11日第十二届学位评定委员会第四次会议审议通过)
12	中国气象科学研究院研究生兼职辅导员工作暂行办法(气院研发[2022]38号)
13	中国气象科学研究院研究生困难补助管理办法(试行)(气院研发[2022]24号)
14	中国气象科学研究院研究生奖助学金发放办法(气院研发[2022]23号)
15	中国气象科学研究院研究生创新能力培养计划管理办法(气院研发[2019]60号)
16	中国气象科学研究院全国大气科学领域优秀大学生夏令营优秀营员选拔办法(气院研发[2019]54号)
17	中国气象科学研究院研究生学位论文抽检、评议实施办法(气院研发[2017]44号)
18	中国气象科学研究院研究生社会实践管理办法(气院函[2014]128号)

# 附录



## 附录 A CSCD 收录论文

- [1] 白嘉怡,魏伟,张宏昇,等. 基于机器学习的大气边界层高度预测方法研究. 大气科学学报,2025,48(3):404-416.
- [2] 车慧正,张晓春,王剑琼,等. 瓦里关 30 年大气本底观测研究回顾和展望. 气候变化研究进展,2025,21(2):186-197.
- [3] 陈昊明,李建,李普曦,等. 中国数值模式评估方法的研究进展综述. 气象学报,2025,83(3):566-581.
- [4] 陈李静,张雷,余勇,等. 极区气溶胶光学厚度研究现状与展望. 极地研究,2025,37(2):327-341.
- [5] 陈莅佳,徐晶,陈丽凡,等. 基于多源数据的爆发性气旋海上大风分布特征. 应用气象学报,2025,36(6):641-653.
- [6] 陈龙光,陈斌,赵瑞瑜,等. 基于天气分型的四川盆地西侧极端强降水事件环流异常配置与演变特征. 大气科学,2025,49(2):491-506.
- [7] 陈绿文,吕伟涛,马颖,等. 广州塔对不同类型回击辐射场增强效应的差异. 应用气象学报,2025,36(5):530-541.
- [8] 陈琪,张华,柳丽婷,等. 排放物气候效应指标 GWP 和 GTP 的研究进展. 气候变化研究进展,2025,21(1):69-77.
- [9] 陈思宁,赵艳霞,宫婷,等. 基于中国台风巨灾模型风眼的台风定量损失评估. 热带气象学报,2025,41(4):468-475.
- [10] 陈思宁,赵艳霞,任义方,等. 基于日光温室黄瓜低温冷害风险的天气指数保险设计. 中国农业气象,2025,46(1):14-22.
- [11] 陈涛,李嘉睿,许先煌,等. 海葵台风残涡极端暴雨的对流组织特征及成因. 大气科学学报,2025,48(1):77-92.
- [12] 陈雨焯,王培娟,张源达,等. 基于 SIF 指数干旱等级动态阈值分析东北春玉米干旱时空特征. 中国农业气象,2025,46(7):1012-1025.
- [13] 程宸,房小怡,张硕,等. 极端暴雨过程对海河流域暴雨分布特征的影响. 大气科学学报,2025,48(2):289-299.
- [14] 董心雨,施晓晖,温敏,等. 北半球春季海洋大陆对流的年际变化及热带海温对其的可能影响. 大气科学,2025,49(5):1439-1455.
- [15] 方巍,付海燕,罗京佳,等. 深度学习在 ENSO 预测中的应用研究. 大气科学学报,2025,48(3):429-437.
- [16] 郭建平. 作物生长模型发展及应用中的问题探讨. 应用生态学报,2025,36(5):1579-1589.
- [17] 郭建平,张玮,周博闻,等. 低空经济气象前沿科技问题研究进展与展望. 气象,2025,51(11):1455-1476.
- [18] 郭强,刘雨宁,王新,等. 基于静止轨道红外高光谱观测的辐射基准传递方法. 遥感技术与应用,2025,

40(3):610-620.

- [19] 郭瑞琛,徐晶,王玉清,等.热带气旋尺度预报性能评估及订正技术.应用气象学报,2025,36(1):1-13.
- [20] 郭振敏,汲玉河,周广胜,等.基于机器学习的兴安落叶松生态系统在不同时间尺度的碳通量模拟及影响因素分析.生态学报,2025,45(16):8139-8153.
- [21] 侯雅,李伟平,左金清,等.土壤冻融过程中的水热参数化方案研究进展.高原气象,2025,44(1):1-15.
- [22] 胡杰,杨堤益,邹小伟,等.东南极地区 WRF 模式 3 种边界层参数化方案的评估.极地研究,2025,37(1):11-25.
- [23] 蒋晓雯,周广胜,宋兴阳,等.机载通量观测系统在芦苇湿地 CO<sub>2</sub> 通量观测中的应用.应用生态学报,2025,36(4):1189-1196.
- [24] 金铸钰,张浩,徐晶,等.基于海洋气象信息的邻域自适应航速预测模型.应用气象学报,2025,36(6):654-664.
- [25] 黎跃勇,江涤非,郭海峰,等.湖南油茶冻害天气指数保险构建:以辰溪县为例.中国农业气象,2025,46(1):101-111.
- [26] 李东宇,王培娟,李扬,等.基于光学遥感提取农业灌溉信息的研究进展.中国农业气象,2025,46(6):895-906.
- [27] 李厚凝,李昕,李煜斌,等.江淮夏季不同对流过程的无人机边界层观测特征分析.大气科学学报,2025,48(1):136-151.
- [28] 李欣,王培娟,唐俊贤,等.江南华南茶树早热复合灾害指标及时空特征.应用气象学报,2025,36(3):282-295.
- [29] 李玥婕,施晓晖,温敏,等.华西秋雨时间非均匀性的年代际演变与降水结构变化.气象学报,2025,83(2):257-269.
- [30] 李韵佳,马建中.新冠病毒爆发对全球本底大气地表臭氧的影响.应用气象学报,2025,36(3):364-374.
- [31] 梁旭东,周海光,罗义,等.多普勒天气雷达反演风场综述.气象学报,2025,83(3):855-872.
- [32] 刘杰,汲玉河,周梦子,等.基于 TEM 的千烟洲森林生态系统碳动态模拟.生态科学,2025,44(3):95-103.
- [33] 刘莉,赵艳霞,肖宇谷,等.风险减量视角下的天气指数保险设计研究——基于序贯残差学习算法.气象学报,2025,83(6):1462-1473.
- [34] 刘蔚琴,唐力生,谢礼江,等.广东台风灾害风雨灾损分离方法.中国农业气象,2025,46(1):80-88.
- [35] 刘勇洪,翁富忠,何文英,等. LandEM 模式的改进及在青藏高原地区初步应用.气象学报,2025,83(1):61-79.
- [36] 吕伟涛,陈绍东,郑栋,等.广东雷电野外综合观测试验 20 年进展.应用气象学报,2025,36(5):513-529.
- [37] 马豪然,汲玉河,周广胜,等.生态系统碳收支动态遥感评估方法研究.生态科学,2025,44(4):119-129.

- [38] 马怡轩,徐国强.不同分辨率和云微物理方案对四川盆地一次暴雨过程模拟的影响分析.大气科学,2025,49(1):185-196.
- [39] 梅吉,吕伟涛,齐奇,等.不同极性下行地闪通道光学二维形态特征差异.应用气象学报,2025,36(1):90-98.
- [40] 梅吉,吕伟涛,齐奇,等.基于随机先导模型的正地闪通道形态特征模拟.应用气象学报,2025,36(5):609-617.
- [41] 彭成祥,端义宏,冯佳宁,等.2019年超强台风利奇马外雨带降水精细结构分析.中国海洋大学学报(自然科学版),2025,55(3):1-12.
- [42] 彭玮莹,黎跃勇,谭诗琪,等.基于降水因子的湖南省财货险理赔风险指数模型.应用气象学报,2025,36(1):14-23.
- [43] 彭晓枫,房世波,韩佳昊,等.华北平原地下水储量变化及多源影响因素分析.遥感学报,2025,29(3):677-688.
- [44] 邵欣然,武斌,吕伟涛,等.广州下行正地闪先导通道发展速率时空变化特征.应用气象学报,2025,36(5):598-608.
- [45] 施晓晖.广西北海一次强降水天气过程中的东亚季风低压活动特征.气象学报,2025,83(1):20-32.
- [46] 石哲璇,冯佳宁,吴翀,等.不同高度 X 波段雷达径向风同化对台风预报影响.中国海洋大学学报(自然科学版),2025,55(11):27-41.
- [47] 苏宝煌,孙咏,吴海斌,等.MarsCAM 模拟的火星地形对地表温度影响机制研究.第四纪研究,2025,45(4):839-849.
- [48] 孙擎,赵艳霞,张祎,等.基于雷达外推的烤烟人工防雹效益评估方法研究.气象学报,2025,83(6):1441-1452.
- [49] 唐渤,谭涌波,郑天雪,等.基于自持电中性闪电放电参数化模型研究云闪通道中沉积电荷的变化特征.气象学报,2025,83(1):129-141.
- [50] 唐圣钧,张阳,邹猛进,等.基于闪电连续干涉仪定位的风机雷击过程.应用气象学报,2025,36(5):542-552.
- [51] 田梦,刘姝,孟丽红,等.环渤海地区一次特强浓雾的观测分析与数值模拟研究.海洋预报,2025,42(4):60-73.
- [52] 王彬,胡江凯,崔应杰,等.CMA 数值预报模式在线交互式试验管理系统.应用气象学报,2025,36(1):110-120.
- [53] 王晨曦,郑栋,张义军,等.0427 广州强龙卷超级单体雹暴结构与闪电特征.应用气象学报,2025,36(5):618-629.
- [54] 王婧卓,陈静,马若赓,等.基于再分析数据和集合预报产品的对流潜势评估.应用气象学报,2025,36(2):218-232.
- [55] 王美慧,郑永光,李典南,等.华北日间型与夜间型强降水过程特征对比研究.气象学报,2025,83(5):1186-1201.

- [56] 王倩,翟盘茂,张强,等. 1961 年以来中国区域性气候与极端事件变化格局. 气象学报,2025,83(4): 980-989.
- [57] 王晓蕾,黄亦龙,等. 基于 Google Earth Engine 和干旱改进型遥感生态指数的青海省生态环境质量评价. 生态学报,2025,45(20):10008-10020.
- [58] 王薪宇,房世波,韩佳昊,等. 基于 NDVI 的植被光学厚度统计降尺度方法. 应用气象学报,2025,36(1):33-42.
- [59] 王赢,罗亚丽,刘希,等. 南京双偏振雷达 2020—2022 暖季观测极端降雨的对流云宏微观特征. 热带气象学报,2025,41(3):427-439.
- [60] 王志立,胡芝尧,雷亚栋,等. 全球人为源排放减少对中国光伏发电潜力的影响. 大气科学学报,2025, 48(6):881-893.
- [61] 邬定荣,王春乙,高静,等. 发育模式的理论改进与检验——以中国玉米为例. 气象学报,2025,83(1): 156-167.
- [62] 吴筱雯,陈静,王婧卓,等. 东亚季风区集合预报扰动增长的时空不均匀特征分析. 热带气象学报, 2025,41(2):270-287.
- [63] 武斌,邵欣然,吕伟涛,等. 正地闪先导和回击阶段针状结构特征差异. 应用气象学报,2025,36(5): 585-597.
- [64] 武晋雯,纪瑞鹏,孙龙或,等. 基于熵权法与网格搜索优化的水稻延迟型冷害指标构建. 农业工程学报, 2025,41(14):91-101.
- [65] 席闻阳,何建军,王智麟,等. 基于多层感知机模型的长三角水稻种植区净生态系统碳通量模拟. 高原 气象,2025,44(1):191-200.
- [66] 夏梦,刘莉,熊涛,等. 引入标准化降水蒸散指数(SPEI)的区域产量保险定价研究. 中国农业气象, 2025,46(1):62-70.
- [67] 向怡衡,彭涛,殷志远,等. 基于多模式降水与水文模型的径流预报不确定性分析. 水科学进展,2025, 36(4):621-633.
- [68] 肖雪,黄荫田,周佰铨,等. 2022 年青藏高原复合高温干旱事件对区域植被的影响. 气候变化研究进 展,2025,21(6):777-788.
- [69] 熊希颖,王秀明,俞小鼎,等. 弱垂直风切变下江苏下击暴流统计特征. 气象,2025,51(1):43-56.
- [70] 徐祥德,蔡雯悦,孙婵,等. 亚洲水塔大气水分循环及其全球效应. 气象学报,2025,83(4):873-886.
- [71] 许长义,章丽娜,肖现,等. 华北平原一次破纪录大风事件的  $\gamma$  中尺度涡旋特征分析. 大气科学,2025, 49(4):1195-1211.
- [72] 杨建莹,霍治国,王懿,等. 黄淮海冬小麦干旱指数构建及应用. 应用气象学报,2025,36(6):719-730.
- [73] 杨雪,杨磊,袁潮,等. 基于相控阵雷达的东北冷涡背景下  $\gamma$  中尺度涡旋对合并型弓状回波的影响研 究. 气象,2025,51(2):191-206.
- [74] 姚森,薛霖,马腾飞,等. 海上风电发电量指数保险设计. 中国农业气象,2025,46(1):48-61.
- [75] 易雪,杨森,李涛,等. 积雪初始场对辽宁省冬季气温影响的模拟研究. 冰川冻土,2025,47(1):111-

125.

- [76] 于晓超,张华,王秋艳,等. 能量收支框架下从辐射强迫-气候反馈到气候敏感度的研究进展. 气候变化研究进展,2025,21(2):169-185.
- [77] 袁宇锋,廖圳,周佰铨,等. 全球气候变暖加剧背景下中国高影响区域性极端事件及归因研究进展. 气候变化研究进展,2025,21(1):44-55.
- [78] 张德强,邢蕊,张蕾,等. 不同边界层参数化方案对台风“杜苏芮”(202305)路径和强度模拟的影响. 海洋预报,2025,42(6):65-82.
- [79] 张蕾,徐晶,刘欣,等. 台风杜苏芮(2305)引起的台湾海峡风浪流变化. 应用气象学报,2025,36(6):665-680.
- [80] 张扬,曾静,刘黎平,等. 一种双阶矩规范化雨滴谱反演方法的初步验证. 气象学报,2025,83(2):389-402.
- [81] 赵强,郑永光,井宇,等. 我国短时强降水研究进展. 地球科学进展,2025,40(1):21-38.
- [82] 赵欣,王改利,文稼齐,等. 基于广义 Gamma 模型的完整雨滴谱分布拟合方法. 应用气象学报,2025,36(3):328-338.
- [83] 郑宇豪,尹金方,许先煌,等. 利用地面格点 Nudging 改进华南前汛期暖区强降水的数值预报. 大气科学,2025,49(2):587-602.
- [84] 周佰铨,杨婷婷,周波涛,等. 中国区域气候变化预估研究进展. 气象学报,2025,83(3):716-728.
- [85] 庄照荣,田伟红,陈雨潇,等. 青藏高原观测对 2020 年长江中下游地区梅雨降水过程预报的影响. 大气科学学报,2025,48(2):217-228.
- [86] He Lingli, Weng Fuzhong. Effects of ocean wave spectra on the polarized bidirectional reflectance distribution function matrix at Ku-band and its implications on satellite backscattering simulations. *Atmos Ocean Sci Lett*, 2025, 18(3). DOI:10. 1016/j. aosl. 2024. 100518.
- [87] Jiang Song, Zhu Congwen, Jiang Ning, et al. Impacts of the annual cycle of background SST in the tropical Pacific on the phase and amplitude of ENSO. *Atmos Ocean Sci Lett*, 2025, 18(1). DOI:10. 1016/j. aosl. 2024. 100496.
- [88] Liu Xinli, Su Jingzhi, Peng Yihao, et al. High-skill members in the subseasonal forecast ensemble of extreme cold events in East Asia. *Atmos Ocean Sci Lett*, 2025, 18(6). DOI:10. 1016/j. aosl. 2025. 100610.
- [89] Liu Zhe, An Xingqin, Wang Chao, et al. Sensitivity analysis of  $PM_{2.5}$  and  $O_3$  co-pollution in Beijing based on GRAPES-CUACE adjoint model. *J Environ Sci*, 2025, 158:461-475.
- [90] Luo Wenrong, Che Huizheng, Miao Shiguang, et al. Simulation of  $CO_2$  flux and evaluation of carbon neutrality potential at the neighborhood scale in Beijing with multi-source data. *Advances in Climate Change Research*, 2025, 16(5):1070-1086.
- [91] Tian Meng, Wen Ying, Meng Libong, et al. Impact of the Changbai Mountains' topography on spring fog over the Bohai Sea. *Atmos Ocean Sci Lett*, 2025, 18(4). DOI:10. 1016/j. aosl. 2024. 100571.

## 附录 B SCI 收录论文

- [1] Ai Rong, Liu Ruoyu, Yao Chenwei, et al. Non-uniform error correction for daily precipitation forecasting in Eastern China on the S2S model. *Atmos Res*, 2025, 315. DOI: 10. 1016/j. atmosres. 2024. 107878.
- [2] An Ning, Chen Yang, Liao Zhen, et al. Trans-seasonal vegetation-land-atmosphere interactions explained record-breaking cascading extremes in the upper reaches of the Yangtze River. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(10). DOI: 10. 1029/2024GL114165.
- [3] An Pengchao, Li Ying, Ye Wei, et al. Impacts of terrain resolution on an extreme snowstorm process over the Southern Tibetan Plateau; Spatial distribution and cloud microphysical processes. *Atmos Res*, 2025, 322. DOI: 10. 1016/j. atmosres. 2025. 108117.
- [4] Bu Yaqin, Sun Zhaobin, Tao Yan, et al. Assessing cold exposure risk during cold waves in Beijing using high spatiotemporal resolution population data and temperature variations. *Environ Int*, 2025, 203. DOI: 10. 1016/j. envint. 2025. 109773.
- [5] Cai Wenyue, Xu Xiangde, Liu Yanju, et al. Northward propagation of Hadley Cell in the South Asian monsoon region driven by active convection over the Qinghai-Tibet Plateau triggered by sea surface temperature warming of the North Atlantic. *npj Clim Atmos Sci*, 2025, 8(1). DOI: 10. 1038/s41612-025-01075-z.
- [6] Chen Bin, Zhao Ruiyu, Zhang Wei, et al. Modulation of anomalous moisture uptakes on weather-type-based daily extreme precipitation events over the southeastern edge of the Tibetan Plateau. *J Hydrometeor*, 2025, 26(6): 781-799.
- [7] Chen Gang, Hua Shaofeng, Li Xin, et al. Evaluating raindrop self-collection and breakup parameterizations in heavy rainfall using double-moment bulk microphysics schemes. *Mon Wea Rev*, 2025, 153(5). DOI: 10. 1175/MWR-D-24-0088. 1.
- [8] Chen Gang, Wen Long, Chen Xingchao, et al. Contrasts in microphysical characteristics between the Meiyu warm-sector and frontal heavy rainfall in East China. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(18). DOI: 10. 1029/2025GL117902.
- [9] Chen Haoming, Li Jian, Li Puxi, et al. A review of research progress on numerical model verification and evaluation in China. *J Meteor Res*, 2025, 39(3): 608-624.
- [10] Chen Junming, Li Jianduo, Wu Tongwen, et al. Implementation and evaluation of a dynamic root water uptake scheme in the Beijing climate center climate system model. *Clim Dyn*, 2025, 63(10). DOI: 10. 1007/s00382-025-07883-6.
- [11] Chen Lijing, Zhang Lei, She Yong, et al. Measurement report: Analysis of aerosol optical depth variation at Zhongshan Station in Antarctica. *Atmos Chem Phys*, 2025, 25(2): 727-739.

- [12] Chen Peng, Chen Lin, Wang Gang, et al. Comparison of reflectivity consistency between spaceborne precipitation radar and ground-based weather radar in China and the United States. *Adv Atmos Sci*, 2025, 42(7): 1376-1394.
- [13] Chen Peng, Chen Lin, Wu Qiong, et al. Analysis of satellite-ground radar reflectivity consistency: First evaluation results of FY-3G and GPM precipitation radar. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(13). DOI:10.1029/2025GL115785.
- [14] Chen Wanyi, Dai Guangfeng, Wang Yongqing, et al. Impact of improving radar reflectivity assimilation schemes in high-resolution models and their combined application with convective environment parameters on severe convective weather forecast. *J Trop Meteor*, 2025, 31(2): 212-222.
- [15] Chen Yueli, Xie Yun, Duan Xingwu, et al. Gridded rainfall erosivity(2014–2022) in mainland China using 1 min precipitation data from densely distributed weather stations. *Earth Syst Sci Data*, 2025, 17(3): 1265-1274.
- [16] Cheng Chen, Fang Xiaoyi, Li Mingcai, et al. Research on a method of generating future meteorological parameters for building HVAC design. *Energy Build*, 2025, 345. DOI:10.1016/j.enbuild.2025.116064.
- [17] Cheng Xi, Rong Xinyao, Zhang Yi, et al. Climatological characteristics of tropical cyclones simulated in the Global-regional Integrated Forecasting System (GRIST) model. *Clim Dyn*, 2025, 63(11). DOI:10.1007/s00382-025-07916-0.
- [18] Cheng Xinghong, Xu Xiangde, Ma Siying, et al. Impacts of virtual train-based atmospheric vertical profile data assimilation on the forecast of the “21. 7” Zhengzhou rainstorm. *J Trop Meteor*, 2025, 31(2): 133-150.
- [19] Dai Yifei, Wang Bin, Wei Na, et al. Impact of Victoria mode on late-season tropical cyclone genesis over the Western North Pacific. *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130(3). DOI:10.1029/2024JD041154.
- [20] Ding Minghu, Ji Kaicheng, Huai Baojuan, et al. Risk of glacier collapse in the Southeast Tibetan Basin. *npj Clim Atmos Sci*, 2025, 8(1). DOI:10.1038/s41612-025-00981-6.
- [21] Ding Minghu, Wang Xin, Bian Lingen, et al. State of polar climate(2024). *Adv Clim Chang Res*, 2025, 16(5): 885-899.
- [22] Fan Rongfeng, Zhang Lei, Chen Junming, et al. Comprehensive assessment of AIRS, TSHS, and VASS temperature profile products in the Arctic land region. *Adv Atmos Sci*, 2025, 42(7): 1499-1512.
- [23] Fan Xiaoting, Zhao Dajun, Li Ying, et al. Exploring synoptic patterns contributing to extreme rainfall from landfalling tropical cyclones in China. *Weather Clim Extremes*, 2025, 48. DOI:10.1016/j.wace.2025.100768.
- [24] Fan Yanfeng, Zhang Yang, Lyu Weitao, et al. Measurements of unusual precursors during the very initial stage of rocket-triggered lightning. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(17). DOI:10.1029/2025GL118071.

- [25] Feng Yuhan, Nan Sulan, Liu Ge, et al. The Tibetan Plateau westerly jet stream during July–August and its linkage with precipitation in the Tibetan Plateau. *Int J Climatol*, 2025, 45 (7), DOI: 10.1002/joc. 8811.
- [26] Gao Xiaoyu, Sun Jisong, Yin Jinfang, et al. Thermodynamic effects of terrain on the summer monsoon surge and extreme rainfall over North China. *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130(18). DOI:10.1029/2025JD043742.
- [27] Gao Xiaoyu, Yin Jinfang, Yun Yuxing, et al. On the mechanism of the Hainan Island modulating extreme rainfall along the South China coast via thermodynamic forcing. *Clim Dyn*, 2025, 63(3). DOI: 10.1007/s00382-025-07584-0.
- [28] Gu Zhong, Chen Lin, Sun Ling, et al. Singular spectrum analysis to correct the seasonal variation in the FCDR of FY-3A/B/C VIRR reflective solar bands. *J Meteor Res*, 2025, 39(5); 1330-1345.
- [29] Guo Xiaoran, Guo Jianping, Meng Deli, et al. A high-resolution divergence and vorticity dataset in Beijing derived from radar wind profiler mesonet measurements. *Earth Syst Sci Data*, 2025, 17(7); 3541-3552.
- [30] Han Dianchen, Wang Peijuan, Tang Junxian, et al. Enhancing crop yield forecasting performance through integration of process-based crop model and remote sensing data assimilation techniques. *Agric For Meteor*, 2025, 372, DOI:10.1016/j. agrformet. 2025. 110696.
- [31] Han Jiahao, Fang Shibo, Lin Xiaomao, et al. Half-day (daytime and nighttime) precipitation extremes in China: Changes and attribution from 1981 to 2022. *Glob Planet Change*, 2025, 245. DOI: 10.1016/j. gloplacha. 2025. 104696.
- [32] Han Shuangze, Ren Hongli, Sun Jianqi, et al. Connection of autumn north Asian snow with mid-winter Tibetan Plateau snow. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(20). DOI:10. 1029/2025GL118606.
- [33] Han Xuefeng, Zhao Ping, Ye Jiabin, et al. The impact of warming Tibetan Plateau on the 2020 summer unprecedented Northeastern Pacific marine heatwave. *npj Clim Atmos Sci*, 2025, 8(1). DOI: 10.1038/s41612-025-00979-0.
- [34] Heng Hongfei, Li Qingquan, Ding Yihui, et al. Effects of a secondary circulation over the Eastern Tibetan Plateau on long-lived cold surges over the South China Sea in boreal winter. *J Clim*, 2025, 38(8). DOI:10. 1175/JCLI-D-24-0435. 1.
- [35] Hu Xia, Jiang Zhina, Yao Yao, et al. Arctic Sea ice decline whiplash modes in winter investigated from a Pan-Arctic viewpoint: Atmospheric drivers and feedbacks. *Environ Res Commun*, 2025, 7 (8). DOI:10. 1088/2515-7620/adf949.
- [36] Hu Xia, Jiang Zhina, Zhong Linhao, et al. Changes of atmospheric warming associated with rapid sea ice loss events on the synoptic time scale in winter. *Atmos Res*, 2025, 322. DOI:10. 1016/j. atmosres. 2025. 108129.
- [37] Hu Xuelin, Li Jian, Chen Haoming. Revisiting summertime nocturnal rainfall over the western Si-

- chuan Basin in relation to near-surface winds. *Int J Climatol*, 2025, 45(9). DOI:10.1002/joc.8860.
- [38] Hu Zhiyao, Wang Zhili, Guo Zhun, et al. Impacts of abatement in anthropogenic emissions in the context of China's carbon neutrality on global photovoltaic potential. *npj Clim Atmos Sci*, 2025, 8(1). DOI:10.1038/s41612-025-01005-z.
- [39] Huang Mengtian, Zhai Panmao. Protracted vegetation recovery after compound drought and hot extreme compared to general drought. *Environ Res Lett*, 2025, 20(2). DOI:10.1088/1748-9326/ada4c3.
- [40] Huang Mengtian, Zhai Panmao, Wang Chenpeng. The predominant compound extreme events inhibiting vegetation growth in China during the past two decades. *Int J Climatol*, 2025, 45(12). DOI:10.1002/joc.70028.
- [41] Huang Siying, Zheng Dong, Zhang Yijun, et al. Evolution of charge structure in a thunderstorm over South China. *Atmos Res*, 2025, 322. DOI:10.1016/j.atmosres.2025.108142.
- [42] Ji Luying, Ji Yan, Zhi Xiefei, et al. Probabilistic forecasting of summer wind speed in China using multimodel ensembles. *Earth Space Sci*, 2025, 12(4). DOI:10.1029/2024EA003850.
- [43] Ji Luying, Zhi Xiefei, Luo Qixiang, et al. Hierarchical multimodel ensemble probabilistic forecasts for precipitation over East Asia. *Meteor Appl*, 2025, 32(2). DOI:10.1002/met.70035.
- [44] Jia Jijia, Zeng Zhaoliang, Tian Biao, et al. The construction of 20-year daily surface albedo along PANDA transect, Antarctica. *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130(5). DOI:10.1029/2024JD042863.
- [45] Jia Tong, Xu Jing, Weng Fuzhong, et al. Retrieval of sea surface wind speed from CYGNSS data in tropical cyclone conditions using physics-guided artificial neural network and storm-centric coordinate information. *IEEE J Sel Top Appl Earth Observ Remote Sens*, 2025, 18, 6746-6759.
- [46] Jiang Ning, Zhu Congwen, McPhaden Michael J, et al. Atypical warming pattern of strong 2023-24 El Niño boosts global temperatures to new 1.5 °C record. *Commun Earth Environ*, 2025, 6. DOI:10.1038/s43247-025-02971-1.
- [47] Jiang Ning, Zhu Congwen, Hu Zengzhen, et al. El Niño and sea surface temperature pattern effects lead to historically high global mean surface temperatures in 2023. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(2). DOI:10.1029/2024GL113733.
- [48] Jiang Sulin, Lyu Fanchao, Cummer Steven A, et al. A case study on the vertical distribution and correlation between low-frequency lightning sources and hydrometeors during a thunderstorm. *Remote Sens*, 2025, 17(15). DOI:10.3390/rs17152676.
- [49] Jiang Yuhan, Zhang Lu, Zhang Xingying, et al. Instrument performance analysis for methane point source retrieval and estimation using remote sensing technique. *Remote Sens*, 2025, 17(4). DOI:10.3390/rs17040634.
- [50] Ke Huabing, Li Zhongyuan, Liu Zhaohua, et al. Satellite-ground data fusion for hourly 5-km gridded human-perceived temperature estimation in the Yangtze River Basin, China. *Remote Sens*, 2025,

- 17(18). DOI:10.3390/rs17183260.
- [51] Lan Junhan, Ren Hongli, Ma Jieru, et al. Primary interannual variability modes of summer moisture transports in the Tibetan Plateau. *Remote Sens*, 2025, 17(9). DOI:10.3390/rs17091508.
- [52] Lei Yadong, Wang Zhili, Zhong Juntao, et al. Aerosol reductions boost near-term warming rate in a plausible net-zero transition. *Sci Bull*, 2025, 70(24):4161-4164.
- [53] Li Chengyin, Gao Wenhua, Chen Yu, et al. Meso- $\gamma$ -scale dynamic and thermodynamic mechanisms in an extreme rainfall event in Zhengzhou, China. *Mon Wea Rev*, 2025, 153(11):2313-2332.
- [54] Li Di, Zhang Ting, Liu Ge, et al. Modulation of preceding Tibetan Plateau tropospheric thermal anomaly on summer temperature anomalies in the Yangtze and Huaihe River Valleys. *Int J Climatol*, 2025, 45(4). DOI:10.1002/joc.8733.
- [55] Li Dongpu, Liu Hongli, Duan Guo. High-resolution anthropogenic emission inventory for China(2015—2024): Spatiotemporal changes and environmental application. *Atmos Environ*, 2025, 361. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2025.121495.
- [56] Li Jiabo, Peng Xindong, Li Xiaohan, et al. Comparison of the RWD6 and MG microphysics schemes in precipitation simulation with the GRIST model. *Earth Space Sci*, 2025, 12(9). DOI: 10.1029/2025EA004388.
- [57] Li Jiangtao, An Xingqin, Sun Zhaobin, et al. Construction and application of a pollen emissions model based on phenology and random forests. *Atmos Chem Phys*, 2025, 25(6):3583-3602.
- [58] Li Jianying, Xu Ke, Chen Yang, et al. Interaction of 25—60-day intraseasonal variabilities between subtropical and polar regions nonlinearly amplifies and prolongs the extreme temperature over Northeast China. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(14). DOI:10.1029/2025GL116758.
- [59] Li Jiaying, Zhang Xiaoye, Guo Lifeng, et al. Research on China's carbon footprint accounting based on a high-precision CO<sub>2</sub> emission inventory. *Sustainability*, 2025, 17(6). DOI:10.3390/su17062647.
- [60] Li Lun, Zhang Renhe, Su Jingzhi. Early burst of Tibetan Plateau vortices increases extreme precipitation over Tibetan Plateau in early spring. *npj Clim Atmos Sci*, 2025, 8(1). DOI:10.1038/s41612-025-01094-w.
- [61] Li Meixuan, Huo Zhiguo, Mi Qianchuan, et al. A dynamic monitoring framework for spring low-temperature disasters affecting winter wheat: Exploring environmental coercion and mitigation mechanisms. *Agronomy-Basel*, 2025, 15(2). DOI:10.3390/agronomy15020337.
- [62] Li Mingxin, Zhang Fan, Yin Jinfang, et al. Synoptic control and surface conditions of hail events over the Beijing metropolitan region in warm seasons. *Int J Climatol*, 2025, 45(11). DOI:10.1002/joc.70002.
- [63] Li Qing, Wang Peijuan, Li Yang, et al. Identifying trigger thresholds for heat damage at different growth stages of summer maize: A case study of the Huang-Huai-Hai Plain, China. *Eur J Agron*, 2025, 170. DOI:10.1016/j.eja.2025.127729.

- [64] Li Weijie, Wang Yaqiang, Zeng Zhaoliang, et al. Hourly estimation of black carbon in China based on sparse observation data and stacking model. *Atmos Environ*, 2025, 350. DOI:10.1016/j.atmosenv.2025.121164.
- [65] Li Xiaopeng, Zhou Guangsheng, Zhou Li, et al. Multi-source and multitemporal urban and rural settlement mapping under spatial constraint: Qinghai-Tibetan Plateau case study. *Remote Sens*, 2025, 17(3). DOI:10.3390/rs17030401.
- [66] Li Xin, Zou Xiaolei, Xu Xu, et al. Impacts of vertical resolution and diurnally varying background error covariance on FY-4A/AGRI data assimilation over land. *Mon Wea Rev*, 2025, 153(5):763-790.
- [67] Li Yang, Wang Jing, Wang Peijuan, et al. Safe and optimal transplanting windows for high yield of potato in China. *Crop Pasture Sci*, 2025, 76(9). DOI:10.1071/CP25015.
- [68] Li Yang, Wang Jing, Wang Peijuan, et al. Climatic zoning and suitability assessment for potato cultivation in China: An integrated climatic suitability index and crop model approach. *J Meteor Res*, 2025, 39(5):1365-1378. DOI:10.1007/s13351-025-5028-y.
- [69] Li Yi, Sun Jisong, Zheng Yuanyuan, et al. How are supercells with extreme flash heavy rainfall different from other severe supercells in the Yangtze-Huai River Region?. *Atmos Res*, 2025, 325. DOI:10.1016/j.atmosres.2025.108229.
- [70] Li Yingfang, Wang Zhili, Lei Yadong, et al. Satellite-based climate effects of photovoltaic plants in China. *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130(11). DOI:10.1029/2025JD044085.
- [71] Liang Peiyan, Li Lun. The genesis and maintenance mechanisms of two types of shear lines over the Tibetan Plateau. *Theor Appl Climatol*, 2025, 156(3). DOI:10.1007/s00704-025-05385-3.
- [72] Liao Rongwei, Liu Ge, Liu Huaiyu. Characteristics and causes of July extreme rainfall events in the Sichuan-Chongqing-Shaanxi Region, China. *Theor Appl Climatol*, 2025, 156(8). DOI:10.1007/s00704-025-05672-z.
- [73] Liao Rongwei, Zhao Ping, Liu Ge. Daily Asian-Pacific oscillation and associated rainfall anomalies in central-Northern China and precursory atmospheric signals. *Atmos Res*, 2025, 324. DOI:10.1016/j.atmosres.2025.108165.
- [74] Liu Erhua, Zhou Guangsheng. Response of the end of the growing season to extreme climatic events in the semi-arid grassland of Inner Mongolia. *Agronomy-Basel*, 2025, 15(9). DOI:10.3390/agronomy15092018.
- [75] Liu Erhua, Zhou Guangsheng, Zhou Huailin. The nonlinear drought response and its critical threshold of *Stipa krylovii* roshev. typical steppe phenology. *Int J Biometeor*, 2025, 69(9):2209-2224.
- [76] Liu Fei, Han Wei, Li Haoran, et al. Unraveling high-resolution temporal-spatial variability of rain-drop size distributions in extreme rainfall events with dual-polarization radar optimal estimates. *IEEE Trans Geosci Remote Sensing*, 2025, 63. DOI:10.1109/TGRS.2025.3588966.
- [77] Liu Hongyu, Liang Zhaoming, Li Lijun, et al. What locks the position of nighttime convection initia-

- tion center in Hainan Island?. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(20). DOI:10.1029/2025GL118097.
- [78] Liu Jiandong, Zhou Guangsheng, Du Jun, et al. Common calibration of solar radiation and net long-wave radiation is the key to accurately estimating reference crop evapotranspiration over the Tibetan Plateau. *Appl Sci-Basel*, 2025, 15(23). DOI:10.3390/app152312449.
- [79] Liu Lu, Wang Hui, Liu Xin, et al. Effect of tropical cyclone size on its movement as TC approach the coastline. *Acta Oceanol Sinica*, 2025, 44(6):54-68.
- [80] Liu Minghong, Ren Hongli, Wang Lin, et al. Unraveling impact of North Indian Ocean on Tibetan Plateau summer precipitation from its pattern diversity. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(20). DOI:10.1029/2025GL118116.
- [81] Liu Qiaohua, Yao Xiuping, Huang Yifei. Rainfall events of different durations over the Tibetan Plateau in boreal summer as revealed by the GPM data. *J Clim*, 2025, 38(11):2623-2639.
- [82] Liu Quan, Shen Xiaojing, Sun Junying, et al. Characterization of fog microphysics and their relationships with visibility at a mountain site in China. *Atmos Chem Phys*, 2025, 25(5):3253-3267.
- [83] Liu Weiguang, Li Xin, Shi Wenru, et al. Assessment of km-scale rainfall forecasts over Eastern China by GRIST: Intercomparison of explicit and parameterized convection. *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130(13). DOI:10.1029/2024JD042811.
- [84] Liu Xiaojie, Zheng Dong, Zhang Yijun, et al. Structural characteristics of thunderstorms associated with negative triggered lightning flashes. *Adv Atmos Sci*, 2025, 42(10):2053-2066.
- [85] Liu Xin, Liu Lu, Wang Hui, et al. Indicative effect of steering flow and ventilation flow on the motion of nearshore and landfalling tropical cyclone. *Meteor Appl*, 2025, 32(5). DOI:10.1002/met.70121.
- [86] Liu Yan, Li Zheng, Jing Xiao, et al. Characteristics of lightning strikes on high-speed rail corridors in Jiangsu Province, China. *Meteorol Appl*, 2025, 32(5). DOI:10.1002/met.70095.
- [87] Liu Yu. Impact of turbulence on the autoconversion rate from cloud droplets to raindrops. *Sci China-Earth Sci*, 2025, 68(9):2949-2956.
- [88] Liu Yusi, Zhang Yang, Yang Fan, et al. Huge challenges of improving ozone pollution in China: High regional background ozone concentrations calculated from observational data. *Environ Pollut*, 2025, 373. DOI:10.1016/j.envpol.2025.126162.
- [89] Liu Zhe, An Xingqin, Wang Chao, et al. Sensitivity analysis of PM<sub>2.5</sub> and O<sub>3</sub> co-pollution in Beijing based on GRAPES-CUACE adjoint model. *J Environ Sci*, 2025, 158:461-475.
- [90] Long Yuyan, Hou Tuanjie, Chen Baojun, et al. Aircraft observations of ice-phase microphysical characteristics in stratiform clouds over the Qilian Mountains in Northwestern China. *Adv Atmos Sci*, 2025, 42(9):1931-1946.
- [91] Long Yuyan, Hou Tuanjie, Chen Baojun, et al. Ice particle size distributions and secondary ice production in stratiform clouds over the Qilian Mountains in northwestern China. *J Geophys Res At-*

- mos*, 2025, 130(15). DOI:10.1029/2025JD043608.
- [92] Lu Mengmeng, Ren Hongli. Linkage between Southeast and South Asian summer monsoons: Relative roles the Pacific-Japan pattern and El Niño-Southern Oscillation. *J Clim*, 2025, 38(6): 1421-1433.
- [93] Lu Mengmeng, Zhang Haoxin, Ren Hongli. Interannual variability of winter extreme cold days over the Tibetan Plateau: Modulations by Northern Hemispheric polar vortex and ENSO. *J Clim*, 2025, 38(24): 7589-7601.
- [94] Luo Haoyue, Sun Ying, Zhang Yuxia. Projected increase in extreme heat exposure for vulnerable groups in late spring in China. *Adv Clim Chang Res*, 2025, 16(5): 1032-1043.
- [95] Ma Jieru, Ren Hongli, Cai Ming, et al. Skillful seasonal predictions of continental East-Asian summer rainfall by integrating its spatio-temporal evolution. *Nat Commun*, 2025, 16(1). DOI:10.1038/s41467-024-55271-1.
- [96] Ma Jieru, Ren Hongli, Cai Ming, et al. Skillful seasonal forecasting of spatiotemporal rainfall anomalies over high mountain Asia. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(14). DOI:10.1029/2025GL117001.
- [97] Ma Shuangmei, Zhu Congwen. Severe 2023/2024 winter subseasonal weather extremes over Eastern China: Two pathways of ENSO impacts. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(22). DOI:10.1029/2025GL119268.
- [98] Ma Yanan, Chen Jing, Wang Jingzhuo, et al. Impacts of the initial perturbation scale and magnitude on convection-allowing ensemble forecasts over Eastern China. *J Meteor Res*, 2025, 39(1): 132-153.
- [99] Meng Deli, Guo Jianping, Chen Juan, et al. Low-level atmospheric turbulence dataset in China generated by combining radar wind profiler and radiosonde observations. *Earth Syst Sci Data*, 2025, 17(8): 4023-4037.
- [100] Miao Yucong, Liang Qian, Zhang Gen, et al. Semi-confined terrain concurrently amplifies heat stress and ozone pollution in Northern China. *iScience*, 2025, 28(11). DOI:10.1016/j.isci.2025.113653.
- [101] Mu Xiyu, Zhou Yufeng, Xu Qi, et al. An intelligent visibility retrieval framework combining meteorological factors and image features. *J Trop Meteor*, 2025, 31(5): 545-555.
- [102] Nan Ruiqi, Tian Biao, Ling Xinfeng, et al. Concentration changes of atmospheric F-gases and analysis of their potential sources at Zhongshan Station, Antarctica, 2021. *Earth Syst Sci Data*, 2025, 17(11): 6097-6111.
- [103] Ning Huiqiong, Wang Hong, Kang Ping, et al. Effects of the southwest vortex on the vertical structure of ozone in the Sichuan Basin in China. *Atmos Pollut Res*, 2025, 16(8). DOI:10.1016/j.apr.2025.102546.
- [104] Pan Hao, Ren Hongli, Ma Jieru, et al. Contrasting northward and southward propagations of intraseasonal precipitation under the southern China summer rainfall pattern. *Atmos Res*, 2025, 314.

- DOI:10.1016/j.atmosres.2024.107808.
- [105] Pan Weijun, Gong Sunling, Ke Huabing, et al. Development of an automated photolysis rates prediction system based on machine learning. *J Environ Sci*, 2025, 151: 211-224.
- [106] Peng Shiya, Zheng Yu, Li Lei, et al. Long-term variations in aerosol optical properties in Beijing: Insights from diurnal and nocturnal continuous measurements. *Atmos Environ*, 2025, 360. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2025.121416.
- [107] Peng Weiyi, Weng Fuzhong. Impacts of aerosol scattering and absorption on FY-4B geostationary interferometric infrared sounder (GIIRS) observations. *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130(14). DOI: 10.1029/2024JD042657.
- [108] Peng Weiyi, Weng Fuzhong, Ye Chengzhi. The impact of MERRA-2 and CAMS aerosol reanalysis data on Fengyun-4B geostationary interferometric infrared sounder simulations. *Remote Sens*, 2025, 17(5). DOI: 10.3390/rs17050761.
- [109] Qi Qi, Wu Bin, Lyu Fanchao, et al. Striking distance characteristics of lightning flashes striking at and below the top of the Canton Tower. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(9). DOI: 10.1029/2025GL115339.
- [110] Qi Yanjun, Zhong Ting. Multi-timescale variability of tropical convection in the Indo-western Pacific Ocean. *Dyn Atmos Oceans*, 2025, 109. DOI: 10.1016/j.dynatmoce.2024.101508.
- [111] Qin Nannan, Liu Qingyuan. Long-lived concentric eyewalls in numerically simulated Typhoon Lekima(2019). *Geophys Res Lett*, 2025, 52(12). DOI: 10.1029/2025GL116192.
- [112] Qin Ting, Ren Hongli, Zhao Shuo, et al. Climatic characteristics and interannual influencing factors of extreme cyclones in the arctic cold season. *Clim Dyn*, 2025, 63(7). DOI: 10.1007/s00382-025-07762-0.
- [113] Qin Xianjing, Li Jian, Li Nina. Fine-scale spatiotemporal distribution characteristics of precipitation in the Dabie Mountains Region. *J Appl Meteor Climatol*, 2025, 64(12): 1803-1817.
- [114] Ruan Wenxi, Liang Yinglin, Sun Zhaobin, et al. Climate warming and influenza dynamics: The modulating effects of seasonal temperature increases on epidemic patterns. *npj Clim Atmos Sci*, 2025, 8(1). DOI: 10.1038/s41612-025-00968-3.
- [115] Sang Yinghan, Ren Hongli, Li Mei. Delayed impacts of spring soil moisture in the Tibetan Plateau on early-summer air temperature in the Northern East Asia. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(16). DOI: 10.1029/2025GL116361.
- [116] Shen Xiaojing, Liu Quan, Sun Junying, et al. Measurement report: The influence of particle number size distribution and hygroscopicity on the microphysical properties of cloud droplets at a mountain site. *Atmos Chem Phys*, 2025, 25(11): 5711-5725.
- [117] Shi Chen, Zhai Panmao, Li Shangfeng. Contribution of the Northeast China cold vortex to the persistent extreme precipitation events over the Yangtze-Huaihe River Basin. *J Clim*, 2025, 38(10):

2357-2373.

- [118] Shi Yining, Yang Jun, Han Wei, et al. Development of a fast radiative transfer model for ground-based microwave radiometers (ARMS-gb V1.0): Validation and comparison to RTTOV-gb. *Geosci Model Dev*, 2025, 18(6): 1947-1964.
- [119] Shi Zhexuan, Feng Jianing, Wu Chong, et al. The impact of assimilating X-band phased array and S-band radar data on the forecast of tropical cyclone Saola (2023). *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130(17). DOI: 10.1029/2024JD042898.
- [120] Shu Qian, Li Zechun, Tang Jie, et al. A conservative positive-definite multi-moment center-constrained finite volume transport model on cubed sphere. *J Meteor Res*, 2025, 39(4): 974-988.
- [121] Song Heyang, Sun Ying. Anthropogenic influence on fixed threshold-based heatwave in China and constrained future projection. *Environ Res Lett*, 2025, 20(9). DOI: 10.1088/1748-9326/adfaa5.
- [122] Song Jinjie, Klotzbach Philip J, Wang Yifan, et al. Seasonality in the ENSO-independent influence of tropical Indian Ocean sea surface temperature anomalies on Western North Pacific tropical cyclone genesis. *J Meteor Soc Jpn*, 2025, 103(2): 257-278.
- [123] Su Baohuang, Sun Yong, Zhou Mengzi. Orbital-accelerated transient simulations of glacial-interglacial climate cycles for the last 800000 years. *Sci Data*, 2025, 12(1). DOI: 10.1038/s41597-025-05297-x.
- [124] Sun Shiwei, Zhu Kefeng, Zhou Bowen, et al. Evaluation of 3D subgrid-scale fluxes in kilometer-scale simulations of an idealized squall line. *Mon Wea Rev*, 2025, 153(10): 1987-2005.
- [125] Sun Wanyi, Zhu Congwen, Jiang Ning, et al. A super cluster of extreme rainfall event over North China in July 2023; Role of typhoon-monsoon interaction. *Environ Res Commun*, 2025, 7(5). DOI: 10.1088/2515-7620/add654.
- [126] Sun Wanyi, Zhu Congwen, Liu Boqi, et al. Phase- and amplitude-locking of annual maximum rainfall events in North China with the annual cycle of the East Asian summer monsoon. *Adv Atmos Sci*, 2025, 42(8): 1608-1619.
- [127] Sun Wei, Yu Rucong, Li Jian, et al. The teleconnection between rainfall over the northeastern slope of the Tibetan Plateau and downstream regions; Insights from 20 years of heavy rainfall events. *Adv Atmos Sci*, 2025, 42(2): 327-341.
- [128] Sun Yuping, Guo Jianping, Chen Tianmeng, et al. Long-term high-resolution radiosonde measurements reveal more intensified and frequent turbulence at cruising altitude in China. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(4). DOI: 10.1029/2024GL114076.
- [129] Tan Xiaofeng, Qi Jin, Li Zhanfeng, et al. Analysis and correction of on-orbit spectral drift of FY-3E solar spectral irradiance monitor visible band. *Spectrosc Spectr Anal*, 2025, 45(7): 2054-2060.
- [130] Tang Na, Guo Jianping, Chen Juan, et al. Anticyclone driven heat waves intensify Beijing's urban boundary-layer turbulence. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(11). DOI: 10.1029/2025GL115800.

- [131] Tian Biao, Nan Ruiqi, Zhao Yixi, et al. Potential sources of black carbon during CHINARE summer shipborne surveys in the Arctic Ocean. *J Environ Sci*, 2025, 158: 907-919.
- [132] Tian Biao, Zhao Peng, Zhao Pusheng, et al. Insights into the morphology, composition, and sources of atmospheric particulate matter on Mount Qomolangma (Everest). *J Environ Sci*, 2025, 155: 889-900.
- [133] Tu Chaofan, Gao Xiaoyu, Zhang Shuqin. Thermodynamic structures in the low-level atmosphere during extreme rainfall events over the South China coast. *J Ocean Univ*, 2025, 24(6): 1670-1682.
- [134] Wang Bingjie, Sun Ying, Zhang Xuebin, et al. Constrained projections of extreme low temperatures in Eastern China. *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130(6). DOI: 10.1029/2024JD042741.
- [135] Wang Deying, Wang Jizhi, Yang Yuanqin, et al. Sudden pollution incidents around Beijing on a crisp October day: Insights from capturing pollution conveyor belts. *J Atmos Sol-Terr Phys*, 2025, 269. DOI: 10.1016/j.jastp.2025.106461.
- [136] Wang Hui, Wang Yuqing, Xu Hongxiong, et al. The wind-dependent surface drag coefficient contributes to the secondary eyewall formation in tropical cyclones: A case study of Typhoon Gaemi (2024). *Geophys Res Lett*, 2025, 52(13). DOI: 10.1029/2025GL117521.
- [137] Wang Hui, Zhao Dajun, Xu Hongxiong, et al. The role of WISHE in the rapid intensification of super Typhoon Hinnamnor (2022). *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130. DOI: 10.1029/2024JD041864.
- [138] Wang Jingxuan, Zhang Yang, Fan Yanfeng, et al. A fast and fine-resolution location method for lightning channels based on time series segmented feature of low frequency signal. *Earth Space Sci*, 2025, 12(3). DOI: 10.1029/2024EA003896.
- [139] Wang Luyao, Zhang Lei, Wang Gehui, et al. Notable radiative effects of brown carbon in China haze. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(17). DOI: 10.1029/2025GL118037.
- [140] Wang Qi, Guo Jianping. Developing a universal framework for estimating soybean leaf area index growth. *Agronomy-Basel*, 2025, 15(9). DOI: 10.3390/agronomy15092231.
- [141] Wang Qian, Zhai Panmao, Zhang Qiang. Regional patterns of climate change and extreme events in China since 1961. *J Meteor Res*, 2025, 39(3): 688-697.
- [142] Wang Qian, Zhao Dajun, Wang Hui, et al. Observed eccentric eyewall structure in super Typhoon Doksuri (2023) and its potential impact on intensity change. *Environ Res Lett*, 2025, 20(5). DOI: 10.1088/1748-9326/adc826.
- [143] Wang Shizhang, Min Jinzhong, Li Xin, et al. An atmospheric instability perturbation approach for ensemble forecasts and its application in heavy rain cases. *J Adv Model Earth Syst*, 2025, 17(3). DOI: 10.1029/2024MS004556.
- [144] Wang Sai, Li Guancheng, Zhang Zihuan, et al. Recent warming trends in Antarctica revealed by multiple reanalysis. *Adv Clim Chang Res*, 2025, 16(3): 447-459.
- [145] Wang Wenjing, Wu Caiming, Ren Fumin. Reconstructed county-level dataset of crop areas affected

- by typhoons in China's coastal regions(1980—2022). *Sci Data*, 2025, 12(1). DOI:10. 1038/s41597-025-05834-8.
- [146] Wang Xiaoye, Xu Jing, Wu Songhua, et al. Evolution of wind field in the atmospheric boundary layer using multiple-source observations during the passage of super Typhoon Doksuri(2305). *Atmos Meas Technol*, 2025, 18(14). DOI:10. 5194/amt-18-3305-2025.
- [147] Wang Yifan, Qiu Xin, Tan Zhemin. Investigating the environmental characteristics of intense tropical cyclones with concentric eyewalls over the Western North Pacific. *Mon Wea Rev*, 2025, 153(4): 717-733.
- [148] Wang Yinjun, Xu Hongxiong, Xu Xiangde, et al. Evaluating scale-aware boundary layer similarity functions and their mechanisms in tropical cyclone modeling using idealized large-eddy simulations. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(8). DOI:10. 1029/2024GL113337.
- [149] Wang Yujun, Gao Li, Ren Hongli, et al. Subseasonal extreme forecast index for high temperature based on the ECMWF S2S model data. *J Meteor Res*, 2025, 39(5):1299-1315.
- [150] Wei Ting, Dong Wenjie, Chen Yueli. Hysteretic response of western North American fire weather to CO<sub>2</sub> removal. *Theor Appl Climatol*, 2025, 157(1). DOI:10. 1007/s00704-025-05875-4.
- [151] Wei Ting, Dong Wenjie, Chen Yueli, et al. Asymmetric response of Arctic sea ice and navigation to carbon emissions. *Adv Clim Chang Res*, 2025, 16(6):1141-1149.
- [152] Wu Bin, Qi Qi, Lyu Weitao, et al. High-speed video observation of needles formed during the leader stage in a positive cloud-to-ground flash. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(12). DOI: 10. 1029/2025GL115892.
- [153] Wu Bin, Qi Qi, Lyu Weitao, et al. Effects of M-components on needle activity in positive cloud-to-ground lightning flashes. *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130(8). DOI:10. 1029/2024JD041797.
- [154] Wu Qingyuan, Li Qingquan, Hu Xiaoming, et al. Hotspots of summer heatwaves in East Asia and their associated radiative and dynamical forcing. *Environ Res Lett*, 2025, 20(11). DOI:10. 1088/1748-9326/ae0b96.
- [155] Wu Qingyuan, Li Qingquan, Zhang Tuantuan, et al. Quantitative attribution of 2013 and 2022 extremely hot events in China: Insights from a climate feedback-response perspective. *J Clim*, 2025, 38(17):4331-4349.
- [156] Wu Yang, Huang Anning, Lu Youyu, et al. Application of a three-dimensional coupled hydrodynamic-ice model for a large and deep dimictic lake over Tibetan Plateau: Thermo-hydrodynamic variations during 2007—2017. *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130(12). DOI:10. 1029/2025JD043846.
- [157] Wu Yihan, Mao Dongyan, Mao Tian, et al. A space weather approach for quasi-real-time assessment of satellite orbital decay during geomagnetic storms based on two-line element sets. *Space Weather*, 2025, 23(3). DOI:10. 1029/2024SW004289.
- [158] Xia Rudi, Ruan Yuqing, Sun Jisong, et al. Distinct mechanisms governing two types of extreme hourly

- rainfall rates in the mountain foothills of North China during the passage of a typhoon remnant vortex from 30 July to 1 August 2023. *Adv Atmos Sci*, 2025, 42(4): 761-779.
- [159] Xia Rudi, Wu Chong, Zhang Dalin, et al. On the multiscale processes leading to three heavy rainfall episodes over Beijing and its periphery in July 2016. *Meteor Atmos Phys*, 2025, 137(1). DOI: 10.1007/s00703-024-01051-x.
- [160] Xiao Haixia, Zhuge Xiaoyong, Tang Fei, et al. Expedient mid-wave infrared band generation for AGRI during stray light contamination periods using a deep learning model. *J Meteor Res*, 2025, 39(1): 211-222.
- [161] Xiao Ruoyao, Li Ying, Fan Xiaoting. The anomalous characteristics of the South Asian High during its establishment and withdrawal period over the Tibetan Plateau. *Adv Atmos Sci*, 2025, 42(11): 2318-2332.
- [162] Xu Ao, Xue Haile, Wu Ronghua, et al. An observation of the trapped lee waves using Fengyun-4 satellite images and a U-Net network. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(7). DOI: 10.1029/2024GL113858.
- [163] Xu Hongxiong, Zhao Yang, Zhao Dajun, et al. Exploring the typhoon intensity forecasting through integrating AI weather forecasting with regional numerical weather model. *npj Clim Atmos Sci*, 2025, 8(1). DOI: 10.1038/s41612-025-00926-z.
- [164] Xu Hui, Guo Jianping, Chen Tianmeng, et al. Do aerosols induce the differences in low cloud frequency between eastern China and eastern United States?. *Atmos Res*, 2025, 318. DOI: 10.1016/j.atmosres.2025.107994.
- [165] Xu Wenwen, Ren Hongli. Distinct changes in the vertical structure of QBO amplitude due to tropical upwelling and wave forcing. *Environ Res Lett*, 2025, 20(3). DOI: 10.1088/1748-9326/adb2a7.
- [166] Xu Xiangde, Zhang Tianshu, Zhao Runze, et al. Understanding clouds and precipitation over the Mount Qomolangma: How does the aerosol activation effect exist?. *Sci Bull*, 2025, 70(21): 3649-3658.
- [167] Xu Xiaoying, Ni Zhuoya, Lu Qifeng, et al. A diagnostic analysis of the 2024 Beijing May 30 gale simulation based on satellite observation products. *Remote Sens*, 2025, 17(8). DOI: 10.3390/rs17081378.
- [168] Yan Jiapeng, Wu Chong, Song Xingtao, et al. Time-extended Bayesian retrieval of dual-polarization radar data enhancing short-term precipitation forecasts. *Remote Sens*, 2025, 17(24). DOI: 10.3390/rs17244003.
- [169] Yan Xiaolu, Konopka Paul, Ploeger Felix, et al. Transport into the polar stratosphere from the Asian monsoon region. *Atmos Chem Phys*, 2025, 25(2): 1289-1305.
- [170] Yan Yuhan. Unveiling shifts in Eurasian annual temperature cycles under anthropogenic warming. *Sci Rep*, 2025, 15(1). DOI: 10.1038/s41598-025-30316-7.

- [171] Yan Yuhan, Liu Boqi, Zhu Congwen. Constraining subseasonal forecast skill for spring 2024 extreme rainfall in South China by extratropical atmospheric initial conditions. *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130(11). DOI: 10.1029/2025JD043738.
- [172] Yan Yuhan, Su Jingzhi, Liu Boqi, et al. Subseasonal prediction skill in the CAMS-CSM subseasonal-to-seasonal forecast system. *Adv Atmos Sci*, 2025, 42(6): 1212-1229.
- [173] Yan Zhiqi, Sun Wanyi, Zhu Congwen. Precursor of Okhotsk blocking high in the cold vortex induced rainfall event over North China: A case study in July 2017. *Geosci Lett*, 2025, 12(1). DOI: 10.1186/s40562-025-00401-w.
- [174] Yan Zhiqi, Sun Wanyi, Zhu Congwen, et al. Remote impact of Typhoon In-Fa on the catastrophic flood over Henan, inland of China in July 2021. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(10). DOI: 10.1029/2025GL115122.
- [175] Yang Diyi, Ding Minghu, Zou Xiaowei, et al. Surface energy balance and temperature inversion at Dome Argus, the summit of the East Antarctic ice sheet. *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130(18). DOI: 10.1029/2025JD044304.
- [176] Yang Huixin, Xia Rudi, Li Feng, et al. Statistical characteristics, circulation patterns, and environmental features of severe convective wind events in Beijing. *Atmos Res*, 2025, 318. DOI: 10.1016/j.atmosres.2025.107996.
- [177] Yang Ji, Wen Long, Wen Jing, et al. Modulation of warm-season heavy precipitation microphysics by synoptic patterns in the Yangtze-Huaihe River Basin: Insights from GPM-DPR and principal component classification. *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130(23). DOI: 10.1029/2025JD045076.
- [178] Yang Ji, Zeng Mingjian, Wen Long, et al. Synoptic patterns of hourly extreme precipitation events over the Yangtze-Huaihe River Basin in China. *Atmos Res*, 2025, 315. DOI: 10.1016/j.atmosres.2025.107913.
- [179] Yang Jiayu, Ke Huabing, Gong Sunling, et al. Enhanced forecasting and assessment of urban air quality by an automated machine learning system: The AI-air. *Earth Space Sci*, 2025, 12(1). DOI: 10.1029/2024EA003942.
- [180] Yang Linyun, Chen Haoming. Topographical influence on kilometer-scale hourly precipitation prediction during the 2021 Zhengzhou flood. *Nat Hazards*, 2025, 122(1). DOI: 10.1007/s11069-025-07790-3.
- [181] Yang Luyao, Li Jianduo, Dai Yongjiu, et al. Calibration of the high-resolution common land model in simulating the soil moisture over the northeastern China using an adaptive parameter learning method. *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130(8). DOI: 10.1029/2024JD043230.
- [182] Yang Luyao, Li Jianduo, Zhang Yanwu, et al. Implementation and evaluation of a dynamic root water uptake scheme in the Beijing climate center atmosphere-vegetation interaction model. *Clim Dyn*, 2025, 63(3). DOI: 10.1007/s00382-025-07615-w.

- [183] Yang Yahan, Zhai Panmao, Li Jianying, et al. Rainbelt properties of persistent heavy precipitation over the Yangtze River Basin and associated three-dimensional circulations. *Wea Forecasting*, 2025, 40(5): 689-702.
- [184] Yi Ziwei, Wang Yaqiang, Zeng Zhaoliang, et al. Decadal trends and drivers of dust emissions in East Asia: Integrating statistical and SHAP-based interpretability approaches. *Remote Sens*, 2025, 17(7). DOI:10.3390/rs17071313.
- [185] Yi Ziwei, Zeng Zhaoliang, Wang Yaqiang, et al. Improving short-term forecasting of surface dust concentration in Northern China: Integrating machine learning with multi-numerical models. *Atmos Pollut Res*, 2025, 16(6). DOI:10.1016/j.apr.2025.102480.
- [186] Yin Jinfang, Li Feng, Li Mingxin, et al. The unique features in the 4 d widespread extreme rainfall event over North China in July 2023. *Nat Hazards Earth Syst Sci*, 2025, 25(5): 1719-1735.
- [187] Yin Jinfang, Wang Liyan, Li Feng, et al. An investigation into the dominant cloud microphysical processes in extreme-rain-producing storms occurred on 7 May 2017 over Southern China. *Atmos Res*, 2025, 314. DOI:10.1016/j.atmosres.2024.107820.
- [188] Yin Jinfang, Xia Rudi, Li Mingxin, et al. The extreme short-term rainfall rate as caused by a convective storm under a beneficial dynamic pattern. *Q J R Meteor Soc*, 2025, 151(770). DOI:10.1002/qj.4968.
- [189] Yu Aoyuan, Lu Jiayuan, Shen Xiaojing, et al. Determination of the deposition of urban submicron aerosols in the human respiratory tract considering hygroscopic growth. *Atmos Environ*, 2025, 356. DOI:10.1016/j.atmosenv.2025.121289.
- [190] Yu Aoyuan, Shen Xiaojing, Ma Qianli, et al. Size-resolved hygroscopicity and volatility properties of ambient urban aerosol particles measured by a volatility hygroscopicity tandem differential mobility analyzer system in Beijing. *Atmos Chem Phys*, 2025, 25(6): 3389-3412.
- [191] Yu Miao, Guo Jianping, Tang Guiqian. Quantifying urban hydrological processes effects on urban climate: A perspective from a novel parameterization scheme. *Urban CLim*, 2025, 59. DOI:10.1016/j.uclim.2024.102232.
- [192] Yu Xiaochao, Lei Yadong, Wang Zhili, et al. Inhomogeneous aerosol forcing increasing tropical cyclone intensity in western North Pacific by weakening vertical wind shear. *Environ Res Lett*, 2025, 20(3). DOI:10.1088/1748-9326/adb766.
- [193] Yu Yining, Hui Fengming, Zhou Yu, et al. The interaction between thermokarst lake drainage and ground subsidence accelerates permafrost degradation. *Adv Clim Chang Res*, 2025, 16(1): 109-124.
- [194] Yue Xiaoyuan, Li Jian, Zhao Yin. The unevenness of warm-season precipitation over the steep terrain in North China and its related environmental conditions. *Int J Climatol*, 2025, 45(15). DOI:10.1002/joc.70128.
- [195] Yue Xiaoyuan, Li Jian, Zhao Yin. Decreasing spatial precipitation unevenness over mountainous ar-

- eas in Eastern China. *Atmos Sci Lett*, 2025, 26(10). DOI:10.1002/asl.1324.
- [196] Zhang Chengyi, Wu Mengwen, Luo Yali. Evaluation of WRF-based convection-permitting ensemble forecasts for an extreme rainfall event in East China during the Mei-yu season. *Adv Atmos Sci*, 2025, 42(10): 2102-2124.
- [197] Zhang Chengyi, Li Qingquan, Liang Xinzhong, et al. Impacts of land surface processes on summer extreme precipitation in eastern China: Insights from CWRF simulations. *Atmos Res*, 2025, 315. DOI:10.1016/j.atmosres.2024.107783.
- [198] Zhang Fan, Li Mingxin, Zhang Qinghong, et al. Differences in triggering conditions between embedded and isolated convection initiation during a Meiyu season in China. *Q J R Meteor Soc*, 2025, 151(768). DOI:10.1002/qj.4927.
- [199] Zhang Gen, Zhou Xiaoqi, Sun Yifeng, et al. Oxygenated volatile organic compounds in Beijing: Characteristics, chemical reactivity, and source identification. *Environ Pollut*, 2025, 373. DOI:10.1016/j.envpol.2025.126065.
- [200] Zhang Haoling, Li Lei, Zhang Xindan, et al. Assessment of WRF-Solar and WRF-Solar EPS radiation estimation in Asia using the geostationary satellite measurement. *Remote Sens*, 2025, 17(24). DOI:10.3390/rs17243970.
- [201] Zhang Haoxin, Ren Hongli, Lu Mengmeng. Significant May-to-June persistence of precipitation in the western Tibetan Plateau: Memory effect of local soil moisture. *Environ Res Commun*, 2025, 7(9). DOI:10.1088/2515-7620/ae0910.
- [202] Zhang He, Zhou Guangsheng, He Qijin. Effective combination of advancing transplantation date with high-yielding cultivars for paddy rice could increase the yield potential under climate warming in China. *Agronomy-Basel*, 2025, 15(1). DOI:10.3390/agronomy15010119.
- [203] Zhang Jiawei, Li Jian, Yu Rucong. Diurnal variations of Yungui quasi-stationary front and their relationship with cloud effect. *Clim Dyn*, 2025, 63(12). DOI:10.1007/s00382-025-07951-x.
- [204] Zhang Mengke, Li Jian, Li Nina. Steep orographic effects on local precipitation in the Hengduan Mountain Region: Insights from an idealized modeling perspective. *Q J R Meteor Soc*, 2025, 151(768). DOI:10.1002/qj.4931.
- [205] Zhang Mengke, Li Jian, Li Nina. A study of convection initiation over steep terrain under weak synoptic forcing: From kilometer-scale to hectometer-scale simulations. *Mon Wea Rev*, 2025, 153(12): 2705-2726.
- [206] Zhang Mengke, Li Jian, Li Nina, et al. Spatiotemporal characteristics and associated circulation patterns of warm-season precipitation in a complex terrain region of Southwest China. *Clim Dyn*, 2025, 63(2). DOI:10.1007/s00382-024-07581-9.
- [207] Zhang Shuo, Yang Shanshan, Fang Xiaoyi, et al. An empirical study on the optimization of building layout in the affected space of ventilation corridors-taking Shijiazhuang as an example. *Appl Sci*

- Basel*, 2025, 15(17). DOI:10. 3390/app15179783.
- [208] Zhang Shushi, Huang Hong, Parsons David B, et al. Long-lived atmospheric bores and their influence on daytime mesoscale convective systems. *Mon Wea Rev*, 2025, 153(9):1671-1686.
- [209] Zhang Shushi, Huang Long, Parsons David B, et al. Sunset bores over the southern North China Plain. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(24). DOI:10. 1029/2025GL119298.
- [210] Zhang Wenqian, Zou Xukai, Zhai Panmao, et al. Calculating the MCI drought index using short-term records of high-density meteorological stations: A feasibility study. *J Meteor Res*, 2025, 39(2):352-366.
- [211] Zhang Xiaoye, Zhong Juntao, Zhang Xiliang, et al. China can achieve carbon neutrality in line with the Paris Agreement's 2 °C target: Navigating global emissions scenarios, warming levels, and extreme event projections. *Engineering*, 2025, 44:207-214.
- [212] Zhang Xiaoyi, Xu Wanyun, Song Xiaorui, et al. Cross-regional horizontal and vertical transport pathways of carbon monoxide and its impact on air pollution in the Tibetan Plateau. *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130(5). DOI:10. 1029/2024JD041859.
- [213] Zhang Xutao, Gui Ke, Zhao Hengheng, et al. Real-time mapping of gapless 24-hour surface PM<sub>10</sub> in China. *Natl Sci Rev*, 2025, 12(2). DOI:10. 1093/nsr/nwae446.
- [214] Zhang Yuanda, Wang Peijuan, Li Yang, et al. Characterization of meteorological and agricultural drought for summer maize and its climatic drivers. *Atmos Res*, 2025, 326. DOI: 10. 1016/j. atmosres. 2025. 108329.
- [215] Zhang Yuanda, Wang Peijuan, Li Yang, et al. A quantification method for cumulative drought effects on summer maize yield incorporating recovery dynamics based on Vegetation Water Index. *Agric Water Manage*, 2025, 320. DOI:10. 1016/j. agwat. 2025. 109865.
- [216] Zhang Yueqiu, Chen Haoming, Li Puxi, et al. The characteristics of summer mesoscale convective systems with different moving paths over Southwest China. *Clim Dyn*, 2025, 63(1). DOI:10. 1007/s00382-025-07586-y.
- [217] Zhang Yunkai, Xu Na, Zhai Xiaochun, et al. A lightweight deep neural network for sea surface wind speed retrievals from the FY-3D/MWRI. *IEEE Trans Geosci Remote Sensing*, 2025, 63. DOI:10. 1109/TGRS. 2025. 3539992.
- [218] Zhang Zhanhao, Fang Shibo, Han Jiahao. A daily sunshine duration(SD) dataset in China from Himawari AHI imagery(2016–2023). *Earth Syst Sci Data*, 2025, 17(4):1427-1439.
- [219] Zhang Zihuan, Wang Sai, Chen Deliang, et al. Future sea surface temperature as a key driver of Antarctic Warming. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(24). DOI:10. 1029/2025GL118958.
- [220] Zhao Junfang, Huang Ruixi, Huang Yutao, et al. Integrated LSTM model and ground observation approach for evaluating the responses of winter wheat to spring freezing damage. *Theor Appl Climatol*, 2025, 156(10). DOI:10. 1007/s00704-025-05753-z.

- [221] Zhao Junfang, Peng Huiwen, Song Yunkun, et al. Refined evaluation of winter wheat drought and climate change implications. *J Clean Prod*, 2025, 537. DOI: 10.1016/j.jclepro.2025.147206.
- [222] Zhao Ruiyu, Chen Bin, Zhang Wei, et al. Upstream evaporative moisture sources anchor strong persistent heavy precipitation events over southeastern Tibetan Plateau. *Clim Dyn*, 2025, 64(1). DOI: 10.1007/s00382-025-07995-z.
- [223] Zhao Ruiyu, Chen Bin, Zhao Yang, et al. Rapid intensification of persistent extreme precipitation over the eastern periphery of the Tibetan Plateau after 2000: The role of southwest vortices. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(18). DOI: 10.1029/2025GL115511.
- [224] Zhao Shuo, Ren Hongli, Scaife Adam A, et al. Attributing phase asymmetry in dynamic synoptic eddy feedback on NAO based on storm track model experiments. *Clim Dyn*, 2025, 63(10). DOI: 10.1007/s00382-025-07826-1.
- [225] Zhao Ximei, Lu Bo. Uncertainty reduction in ENSO periodicity projection based on the Wyrski index. *Dyn Atmos Oceans*, 2025, 109. DOI: 10.1016/j.dynatmoce.2024.101516.
- [226] Zhao Yuxin, Sun Zhaobin, An Xingqin, et al. Assessing the impacts of climate anomalies on plague risk in China during 1754–1949. *Environ Int*, 2025, 201. DOI: 10.1016/j.envint.2025.109555.
- [227] Zhao Zuosen, Gao Li, Ren Hongli. Forecasting meridional swings of the Mei-yu rain belt and western Pacific subtropical high during 2020 summer extreme flood. *Wea Forecasting*, 2025, 40(9): 1645-1652.
- [228] Zhong Junting, Wang Deying, Guo Lifeng, et al. Downscaling top-down CO<sub>2</sub> emissions and sinks in China empowered by hybrid training. *npj Clim Atmos Sci*, 2025, 8(1). DOI: 10.1038/s41612-025-01071-3.
- [229] Zhong Junting, Zhang Xiaoye, Zhang Da, et al. Plausible global emissions scenario for 2 °C aligned with China's net-zero pathway. *Nat Commun*, 2025, 16(1). DOI: 10.1038/s41467-025-62983-5.
- [230] Zhou Baiquan, Yang Tingting, Zhou Botao, et al. Research advances in projections of regional climate change over China. *J Meteor Res*, 2025, 39(3): 698-711.
- [231] Zhou Chenguang, Ren Hongli, Xu Wenwen, et al. Seasonal predictability of the quasi-biennial oscillation based on the current dynamical models. *J Geophys Res Atmos*, 2025, 130(1). DOI: 10.1029/2023JD039991.
- [232] Zhou Guangsheng, Ren Hongrui, Zhang Lei, et al. Annual vegetation maps in the Qinghai-Tibet Plateau (QTP) from 2000 to 2022 based on MODIS series satellite imagery. *Earth Syst Sci Data*, 2025, 17(2): 773-797.
- [233] Zhou Huailin, He Qijin, Zhou Guangsheng, et al. Capability of photochemical reflectance index to track maize canopy radiation use efficiency and its drivers under soil drying. *J Agron Crop Sci*, 2025, 211(2). DOI: 10.1111/jac.70044.
- [234] Zhou Mengzi, Zhou Guangsheng, Zhou Li. Regional contributions to gross primary productivity changes

- across the Tibetan Plateau and climate attribution. *Sci China-Earth Sci*, 2025, 68(10): 3385-3394.
- [235] Zhou Ronglian, Di Di, Li Jun, et al. Enhanced moisture retrieval near boundary layer from satellite sounder data through atmospheric-surface radiance separation. *Geophys Res Lett*, 2025, 52(5). DOI: 10.1029/2024GL113404.
- [236] Zhou Yihui, Yu Rucong, Zhang Yi, et al. Sensitivity of a kilometer-scale variable-resolution global nonhydrostatic model to microphysics schemes in simulating a mesoscale convective system. *Adv Atmos Sci*, 2025, 42(7): 1333-1348.
- [237] Zhu Enda, Wang Yaqiang, Zhao Yan, et al. Improving long-term prediction of terrestrial water storage through integration with CMIP6 decadal prediction. *Atmos Res*, 2025, 313. DOI: 10.1016/j.atmosres.2024.107776.
- [238] Zhu Shoupeng, Lyu Yang, Fan Yi, et al. A novel multimodel pattern projection superensemble method: Experiments on subseasonal forecasts of surface air temperature. *Wea Forecasting*, 2025, 40(9): 1617-1629.
- [239] Zhu Shoupeng, Wu Hong, Li Yong, et al. Improving retrievals of temperature and humidity profiles from a microwave radiometer and the error analyses. *Adv Meteor*, 2025, 2025(1). DOI: 10.1155/adme/9303841.

## 附录 C 论 著

- [1] 车向红,冯敏,罗安,王勇,徐胜华,孙擎.干旱区湖泊遥感识别理论与方法——以亚洲中部地区为例.北京:气象出版社,2025.
- [2] 黄萌田,翟盘茂,龚道溢,陈阳,余荣,周佰铨.观测到的气候系统变化.北京:科学出版社,2025.
- [3] 郑秀书,吕伟涛,孙竹玲,等.青藏高原雷暴与闪电.北京:科学出版社,2025.
- [4] 徐祥德,徐柏青,马耀明,陆日宇,郭学良,周广胜,魏凤英.青藏高原气候变化科学分析.北京:科学出版社,2025.
- [5] 徐祥德,周广胜,吕晓敏,等.川藏交通廊道气象条件和灾害风险.北京:科学出版社,2025.
- [6] 张华,赵树云.辐射强迫与气候反馈.北京:科学出版社,2025.
- [7] 赵平,等.东亚副热带大气环流与季风.北京:气象出版社,2025.
- [8] 周广胜,任鸿瑞,张磊,周梦子,马俊兰,张迪.三北工程区陆地生态系统增汇潜力及风险评估.北京:气象出版社,2025.
- [9] 周广胜,周莉,马志强,聂玮,买买提艾力·买买提依明,等.国家野外科学观测研究站观测技术规范(第三卷)大气科学与冰冻圈:大气科学与气候变化.北京:科学出版社,2025.
- [10] 朱启疆,孙睿,高峰,吴骅,王培娟,唐世浩,谢东辉,帅艳民.遥感科学与技术通论.北京:科学出版社,2025.



# 务实开拓 创新求效



关注官方微信

ISBN 978-7-5029-8713-8



9 787502 987138 >

定价：128.00 元