



# 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

# 2024



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

# 2024

 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. 2024 / 《中国气象科学  
研究院年报》编委会编. — 北京:气象出版社, 2025.

6. — ISBN 978-7-5029-8548-6

I. P4—54

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025Z4P052 号

## 中国气象科学研究院年报 2024

Zhongguo Qixiang Kexue Yanjiuyuan Nianbao 2024

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](mailto: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:北京时尚印佳彩色印刷有限公司

开 本:889 mm×1194 mm 1/16

印 张:14

字 数:323 千字

版 次:2025 年 6 月第 1 版

印 次:2025 年 6 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  
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	3
1.1 灾害性天气研究	5
1.2 青藏高原多圈层研究	13
1.3 大气成分与环境气象研究	21
1.4 全球变化与极地研究	29
1.5 气象影响与风险研究	36
1.6 生态与农业气象研究	41
1.7 海洋气象研究	54
1.8 人工智能气象应用研究	60
1.9 大气综合探测及相关研究	65
1.10 科研平台建设及观测试验	73
第 2 章 科研项目	79
2.1 新增项目	81
2.2 结题项目	85
第 3 章 科研基础条件平台	89
3.1 野外试验基地	91
3.2 实验室	94
3.3 大型仪器设备	95
第 4 章 科研成果与应用	101
4.1 专利、软件著作权、标准	103
4.2 成果评价	106
4.3 科技成果应用与转化	108
4.4 业务准入数据	109
4.5 论文与论著	111

第 5 章	合作与交流	113
5.1	院开放合作情况	115
5.2	国际学术会议	115
5.3	国内学术会议	117
5.4	科技创新论坛	125
5.5	出国(境)访问交流	127
5.6	专家在国际学术组织、机构任职情况	130
第 6 章	研究生教育及博士后科研工作站	131
6.1	研究生教育	133
6.2	博士后科研工作站	140
6.3	研究生国家奖学金获得者	141
6.4	优秀博士后	142
第 7 章	获奖与表彰	145
7.1	成果获奖	147
7.2	党建类表彰	148
7.3	其他表扬	149
第 8 章	组织保障	151
8.1	组织机构	153
8.2	干部队伍情况	154
8.3	人才队伍	156
8.4	党的建设	160
8.5	工会工作	161
8.6	团委工作	162
第 9 章	大事记	165
第 10 章	规章制度	183
附 录		189
附录 A		191
附录 B		197
附录 C		214

## 概 述

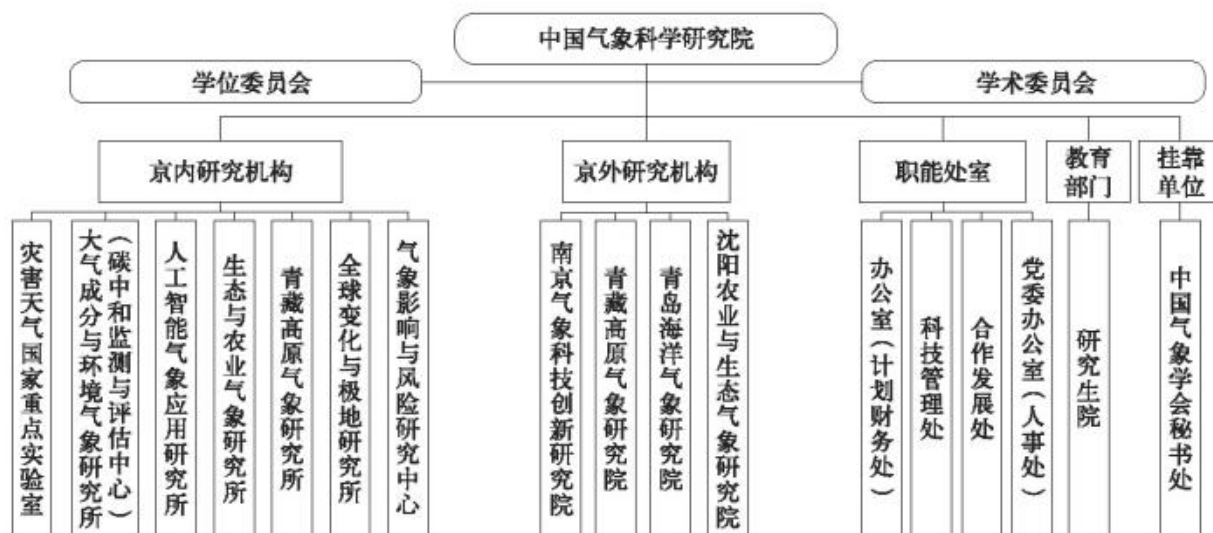
中国气象科学研究院是中国气象局直属科研单位,是国家社会公益类研究院。其既面向世界大气科学前沿,不断提升我国气象科技创新水平和影响力,也面向现代气象业务发展的重大核心科学和技术问题,围绕气象防灾减灾、应对气候变化及生态文明建设等国家需求,聚焦中国气象局核心攻关任务,开展综合性和前瞻性研究。

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,以应用基础研究和应用研究为主、同时兼顾基础研究和技術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。拥有中国科学院院士 2 名,中国工程院院士 3 名;国家杰出青年基金获得者 6 人,国家高层次人才特殊支持计划科技创新领军人才 2 人,国家海外高层次人才引进人才 4 人,国家“百千万计划”人才 2 人,国家优秀青年基金获得者 5 人。在职职工 326 人,其中,正高级专家 109 名,副高级专家 143 名,有博士和硕士学位的人员分别为 240 人和 68 人。中国气象科学研究院是中国气象局唯一研究生培养单位,是国务院学位委员会批准的首批硕士学位授予单位,2024 年获批博士学位授予单位。截至 2024 年年底,在校研究生共 350 人,其中博士研究生 127 人,硕士研究生 223 人;已培养博士 321 人、硕士 1287 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进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、青藏高原气象团队、农业气象团队、金融气象团队、边界层气象团队、人工智能气象科学大模型团队)、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 7 个京内研究机构,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 1 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 6 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。“十三五”以来,主持国家重点研发计划项目 23 项,涵盖重大自然灾害、大气污染防治、全球变化及应对、战略性科技创新合作、主要作物丰产等专项;牵头生态环境部大气重污染成因与治理攻关课题(总理基金)1 项,牵头第二次青藏高原综合科学考察研究任务 1 项,获得国家专利超过 100 项。

多年来,中国气象科学研究院努力提升支撑业务的能力,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、中国气象局数值预报系统(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作用。

中国气象科学研究院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、郑州“7·20”特大暴雨、新冠疫情等,为北京冬奥会、全国“十四运”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



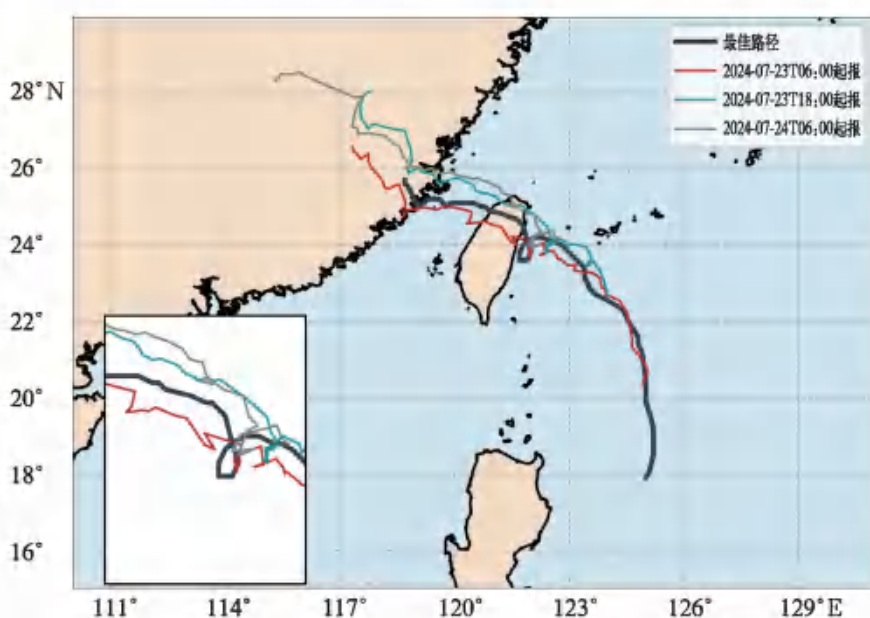
## 1.1 灾害性天气研究

### 1.1.1 台风

#### ■ AI 天气预报大模型驱动区域数值模式显著提升台风强度预报性能

AI 在全球天气预报领域的最新进展极大地提高了预报的准确性。然而,台风强度的准确预测依旧面临挑战,主要原因在于回归算法存在固有局限,且较低分辨率难以捕捉精细的天气过程。为弥补上述台风强度预测中的不足,提出一种创新方法,即将先进的 AI 天气预报系统“Pangu-Weather”与区域天气研究和预报(WRF)模式相结合(即 AI 驱动的 WRF 模式),并通过引入动力涡旋初始化进一步提升其预测能力。结果表明:“Pangu-Weather”在台风强度预测方面存在明显缺陷,而 AI 驱动的 WRF 模式则有显著改善,对台风“杜苏芮”(2305)和台风“天鸽”(1713)的预报准确性分别提高了 87% 和 63%。此外,与传统的全球数值模式驱动的 WRF 模式相比,AI 驱动的 WRF 模式对台风强度和台风结构的预报更为准确。分析显示:AI 天气预报大模型作为区域模式驱动的可行替代方案具有潜力,为气象学研究提供了新思路。

在台风“格美”(2403)和台风“派比安”(2404)活动期间,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)完成首次实时预报。检验表明:AI-TRANS 在中国气象局当前业务环境下能够稳定运行,并开展了西北太平洋及南海台风全生命史的高分辨率(2 km)实时预报。AI-



台风“格美”(2403)最佳路径与 AI-TRANS 不同起报时刻的预报路径对比

(左下角小图为台风在台湾岛东侧打转的实况及预报放大显示)

TRANS 在台风路径、强度、结构及风雨的精细化预报等方面表现出较好的预报能力,具有显著的业务转化应用潜力,并将为我院牵头研发的、目前正在业务运行的台风快速更新短时临近预报系统(TRANS V1.0)的业务升级提供强有力的技术支撑。

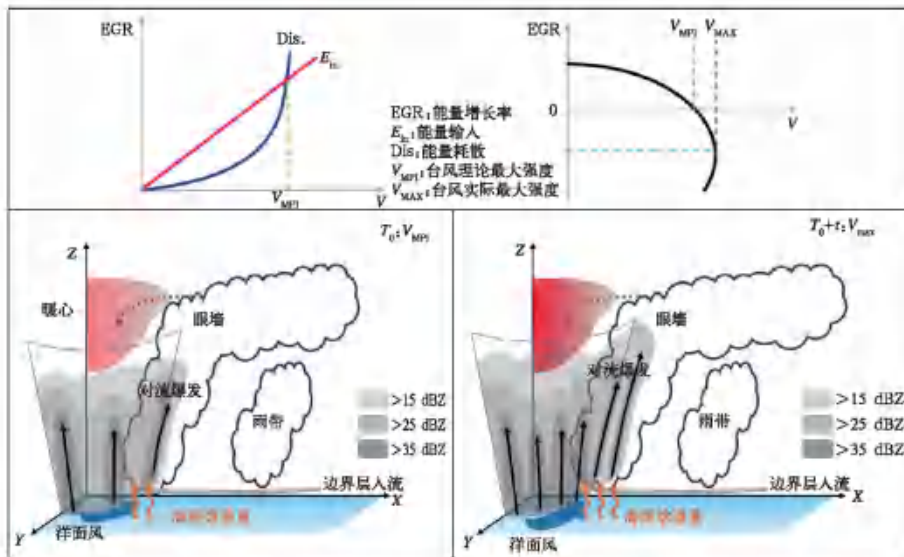
AI-TRANS 系统成功预报了台风“格美”(2403)的西北行路径。值得注意的是,多个主流全球模式以及区域模式和预报员的主观预报均未能预报出台风在台湾岛东侧的打转过程,而 AI-TRANS 系统较好地预报了该过程。

■ 揭示人类活动引起的增暖对台风“杜苏芮”(2305)残涡极端降水的影响机理

利用 PGW(pseudo-global warming)方法和集合对流可分辨模拟,探讨了“23·7”京津冀地区极端降雨事件中,人类活动引起的变暖对本次极端降水的落区及强度的可能影响。揭示全球变暖对台风“杜苏芮”(2305)残涡的路径影响不大,却使其强度显著加强。聚焦本次极端降水事件的精细化空间分布及演变特征,首次提出该次极端降水事件中南北两个子区域对增暖信号的非均匀响应特征,南部子区域的 72 h 降水量增加约 22.0%,而北部子区域的降水量减少 34.2%。机理分析指出,全球变暖使得台风“杜苏芮”(2305)残涡内核区对流加强,而外围雨带对流减弱是造成局地降水非均匀响应的主要原因。研究表明:人类活动引起的变暖作为一种全球背景信号,直接影响特定天气系统的强度和结构,而不是局部降水。因此,一个高影响的极端降雨事件并不能简单地归因于气候变暖使特定区域的每个局地地点的降水均增强。

■ 揭示台风强度变化的海气相互作用新机制

2022 年西北太平洋发生了 3 个连续北上台风(“轩岚诺”(2211)、“梅花”(2212)和“南玛都”(2214)),短时间内接连登陆朝鲜半岛、中国和日本。研究发现,考虑前序台风导致的海表



台风最大强度发展与涡旋结构发展示意图

降温,后序台风路径会向北和向右偏移,但强度改变不明显。

利用数值模式研究了 WISHE(风引起的地面热交换)在热带气旋快速增强过程中所起的作用。在超强台风“轩岚诺”(2211)发展期间,随着气旋快速增强,其能量增长率持续升高。超强台风“轩岚诺”(2211)达到最大强度后,尽管其能量增长率略有减弱,但仍保持在相对较高水平。若没有外部环境(如热带低压)的影响,其最大强度本会远高于实际最大强度(110 knot<sup>①</sup>),WISHE 效应逐渐减弱,对流爆发次数逐渐减少。这反过来又导致暖心相应减弱,使内核轴对称化的起始时间延迟,进而影响涡旋的增强速率以及最终的最大强度。因此,快速增强的起始时间也相应推迟。

### ■ 揭示低纬度系统对台风远距离降水的影响机制

通过对比研究,明确了双台风效应对台风降水显著增强的影响机制;双台风中的伴随台风通过直接作用或与大尺度环境场协同作用,为主导(降水)台风输送额外水汽;双台风效应显著减缓主导台风的移速,延长降水持续时间;主导台风的向岸暖湿气流在地形作用下,形成强辐合上升运动,导致局地极端降水中心的形成。分析中国台风远距离降水空间分布特点,识别川陕、渤海北部沿岸、黄海沿岸和华南沿海 4 个关键区。揭示了低纬度系统对台风远距离降水影响机制,主要表现为 J 型和 S 型两种:J 型的水汽转运为台风主导型,受到台风的影响明显强于季风,台风像一个水汽泵,通过其东北侧的东南风将水汽向西北输送,遇到地形、冷空气或其他抬升作用之后水汽凝结而形成降水;S 型的水汽转运为季风-台风共同作用型,台风在水汽转运中的作用像一根水管,季风加强向“水管”的水汽供应,台风影响水汽输送位置,通过其东侧的外围环流将水汽输送至中纬度地区,在与副热带高压(简称副高)的共同影响下,这支水汽被输送向西北方向进而转向东北。

#### 1.1.2 暴雨

##### ■ 系统研究“23·7”华北极端暴雨过程

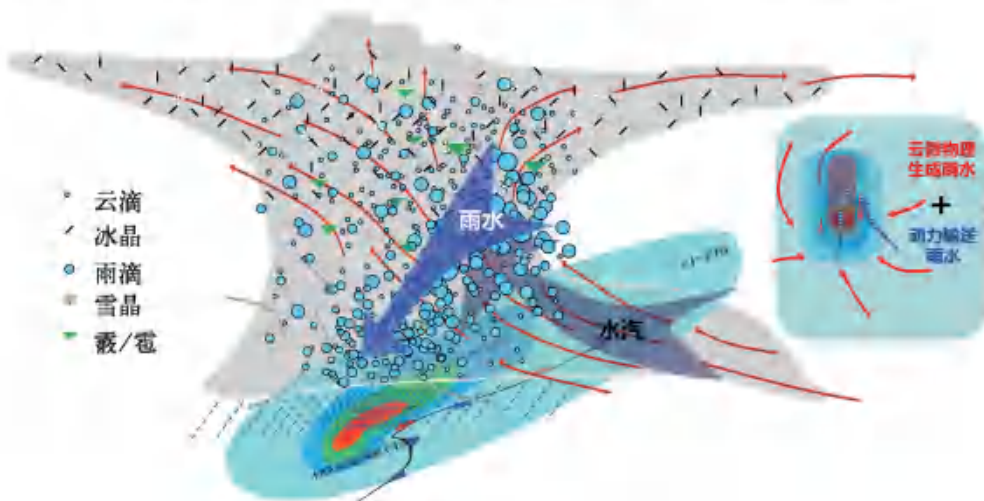
针对“23·7”华北极端暴雨事件,开展系统性多尺度研究,相关成果在国内外高质量期刊共发表 SCI 论文 5 篇,其中 1 篇以封面论文发表在 *Journal of Meteorological Research*。基于高分辨率降水分析表明,总降水主要集中于海拔 200 m 以上、沿东北—西南走向的太行山山脉区域。风暴在东南风低空急流的作用下沿东南风向西北传播,因山体阻塞在太行山东坡发生强迫抬升,形成持续降雨中心;平原区则常因水平风切变和中尺度对流单体作用出现小时级强降水。与“96·8”华北暴雨相比,两次典型暴雨均处于双台风环流背景下,但驱动机制存在显著差异。“23·7”华北极端暴雨主要为暖区暴雨,由太行山东麓暖湿空气抬升引起,降水系统内部净水汽通量较强;“96·8”华北暴雨则以锋面降水为主,降水中心处于冷暖气团辐合区,

<sup>①</sup> 1 knot = 1 n mile · h<sup>-1</sup> = (1852/3600) m · s<sup>-1</sup> ≈ 0.514 m · s<sup>-1</sup>。

层结更不稳定,小时降水强度更大。数值模拟结果显示:在山区和平原交界区域,因热力差异及地形阻挡作用,东风速度减缓,形成明显的山风效应,从而增强上升气流和降水量。

### ■ 揭示短时极端暴雨的形成机制

基于天气学和大气动力学基本理论,提出“多向雨水输送”理论,合理解释了对流内部局地极端降水形成的物理机制。该理论认为,在对流风暴内,多方向的雨水输送和云微物理过程产生的雨水叠加,显著增强局部降水。利用双偏振雷达观测数据,构建  $K_{DP}$  和  $Z_{DR}$  空间分布与风暴结构的耦合模型,证明叠加作用引起降水放大效应。该研究成果为短时极端暴雨的定点、定量预报提供了全新理论依据,入选 2020—2024 年全国暴雨科技重大进展。



短时极端暴雨的形成机制示意图

### ■ 揭示大地形下游降水日变化的重力波机制

重力波是地形影响大气的重要能量和动量载体,深入开展地形重力波研究有助于理解和模拟与地形强迫有关的天气气候现象。在地形热力强迫重力波的影响下,全球许多大地形下游均存在降水日峰值向地形下游传播的现象。这种规律性的降水传播现象不仅影响地形下游天气,还能通过长时间、周期性的加热产生气候效应。由于缺少适用于描述大地形热力强迫的重力波理论模型,以往对该现象背后的重力波机制认识不足。研究基于线性理论构建描述大地形热力强迫的重力波理论模型,证明由地形相关热力强迫产生的重力波的确可以解释这种传播现象,并通过调整热源垂直结构,发现产生这种波动的热力强迫可能与地形上空的非绝热加热有关。研究成果丰富了对重力波观点的认识,为大地形下游降水日变化的重力波机制提供了理论依据。

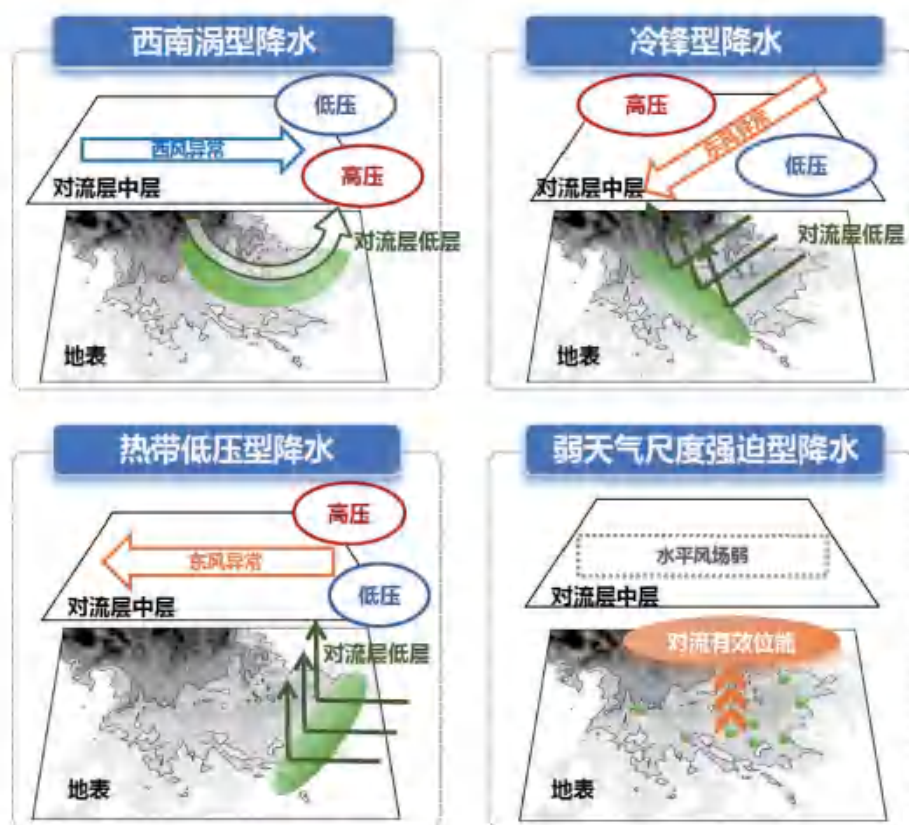
### ■ 揭示我国西南地区不同移动路径中尺度对流系统演变特征

按照中尺度对流系统(MCS)时空特征分类有助于理解不同 MCS 强降水过程的演变特征。研究指出,我国西南地区 MCS 主要生成于大地形下游,MCS 降水日峰值时刻呈现明显的

区域差异。夜间初生的 MCS 产生的降水更强,而午后弱 MCS 降水发生频率更高。依据移动路径分为东移型(EM-MCS)和西移型(WM-MCS)强降水系统两类。EM-MCS 和 WM-MCS 初生位置明显不同,且 EM-MCS 强降水的夜间峰值明显,而 WM-MCS 强降水的午后至傍晚的峰值更突出。与 WM-MCS 相比,EM-MCS 具有更长的持续时间、更快的移动速度、更长的移动距离、更大的云区面积、更高的云顶温度和更强的降水。基于对观测特征的理解评估不同 MCS 降水的预报能力,发现千米尺度业务预报模式 CMA-MESO(3 km)对西南区域的 MCS 强降水过程预报合理,但模式存在高地形处预报的强降水偏多、降水系统强度偏强、持续时间和雨区面积偏小的特征。对比不同移动路径的 MCS 强降水预报发现,EM-MCS 强降水的主要预报偏差表现为雨区面积偏小、强度偏强,WM-MCS 在山地坡前高地形处的空报明显。

### 厘清横断山区夏季降水的主导环流及地形作用差异

开展对横断山脉夏季降水主导天气系统的客观识别研究,根据对夏季总降水量及强降水的贡献,确定低涡型、冷锋型、热带低压型、弱天气尺度强迫型 4 种横断山脉夏季降水的主导天气系统。低涡影响下的降水落区与气旋性环流及水汽辐合区吻合较好;冷锋型影响下,东北气流受西北—东南走向山脉阻挡,降水落区沿高海拔地形呈线性分布,锋区内为“下暖上冷”的不稳定层结,降水频率高、强度大;热带低压型降水主要受到太平洋西行台风影响,低压北部的东



不同天气型主导下强降水关键影响系统配置的示意图

风给横断山脉带来充沛的水汽,暖湿气流受到云贵高原向西升高地形的阻挡、抬升,最终降水集中在横断山脉东缘海拔约 1500 m 处;弱天气尺度强迫型与上述 3 类环流明显不同,此时横断山脉受深厚高压控制,没有明显的天气尺度系统影响,但大气不稳定能量高,降水落区较为分散,多为地形热力作用影响下的局地降水过程。当对流层中层为大尺度西风异常时(如低涡型),横断山脉降水以持续时间较长的夜雨事件为主;而当对流层中层为东风异常时(如弱天气尺度强迫型),增强的偏南风为横断山脉带来暖湿气流,引起大气不稳定能量增加,易发生峰值在傍晚的短时降水事件。

### 1.1.3 雷 电

#### ■ 完善雷电全过程探测和雷击防护试验平台

我院雷电研究团队依托中国气象局雷电野外科学试验基地和中国气象局雷电重点开放实验室,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,研发了先进的雷电探测技术,开展了以人工引雷为手段的真实条件下雷击防护试验,形成了雷电全过程探测和雷击防护试验平台。

平台的雷电精细化探测能力不断提升,并为业务闪电定位系统的探测性能进行评估。2021 年,针对闪电定位过程中复杂信号特征情况下放电类型鉴别错误率偏高的问题,提出基于卷积编码特征的放电分类方法,闪电类型识别准确率达到 97%,并将相关算法应用于自主研发的低频电场变化探测阵列。基于该阵列对全闪通道级别的高精度、高效率、高丰富度探测数据,客观评估了 FY-4A 闪电成像仪(LMI)探测性能:其相对探测效率为 17.6%,平均时间误差为 0.617 s,距离误差为 6.09 km,指出 LMI 白天和夜间探测效率和定位精度的差异,为卫星闪电成像仪数据的业务应用提供参考。以该阵列闪电定位数据为基准,完成了对气象部门业务闪电定位系统运行性能的评估,为雷电定位数据的可靠应用提供了客观依据。该阵列数据还应用于业务闪电探测新设备性能的测试和定量评估,为业务系统的升级改进提供了重要参考。

平台的人工引雷技术实现了对自然雷电放电过程最大程度的模拟,为雷电物理研究和雷击防护测试提供了关键工具。2021 年,人工引雷试验场扩建引雷试验平台,覆盖了分布式声学传感系统,进一步提升了雷电物理研究和雷击防护测试能力。成功触发闪电 15 次,以触发闪电为手段,开展了某型号目标测试物的电磁兼容试验、基于分布式声传感技术(DAS)的人工触发闪电探测试验、雷击接地体泄流试验、储油罐雷击测试,获取丰富的第一手观测数据;此外还获得 40 余次广州塔自然闪电全过程电流波形以及对应的光电磁及定位数据。2024 年,包括国家自然科学基金气象联合基金项目、中央军委装备发展部基础研究项目和国家自然科学基金项目在内的十余项科研项目在雷电野外科学试验基地开展观测和研究,合作单位包括北京宇航系统工程研究所、国网陕西省电力有限公司电力科学研究院、中国人民解放军防化研究

院、中国科学技术大学、华南理工大学等。合作试验内容涵盖了雷电放电过程机理研究、雷电电磁辐射特征研究、雷击安全防护技术研究等多个方面,支撑上述行业开展针对不同承载体的直击雷和雷电电磁脉冲感应两种雷电致灾机理防护测试需求,有效推动了多个领域雷电防护技术的进步。



中国气象局雷电野外科学试验  
基地人工触发闪电试验



部分雷击防护测试目标物及  
空中电场无人机测量

### ■ 揭示闪电先导连接及传输发展机制

闪电先导连接行为的研究对于科学理解雷击机理具有重要意义。从自然地闪的先导连接行为和人工触发闪电的双向先导发展等角度,揭示闪电放电先导过程中复杂的物理机制。在自然地闪方面,研究利用广州高建筑物雷电观测站(TOLOG)的雷电综合观测,针对闪电下行负先导和上行正先导的“侧面-头部”连接行为开展分析,对负地闪过程中先导连接行为的特征和物理机制提出了新的见解,从物理机制上阐述了负极性先导难以被正极性先导侧向连接的原因。研究认为,正先导头部连接的可能是负先导先前消失但保持导电性的分叉头部,所以实质上仍然是“头部-头部”连接,从而指出目前部分“侧面-头部”连接行为的观测记录可能并非真实情况。

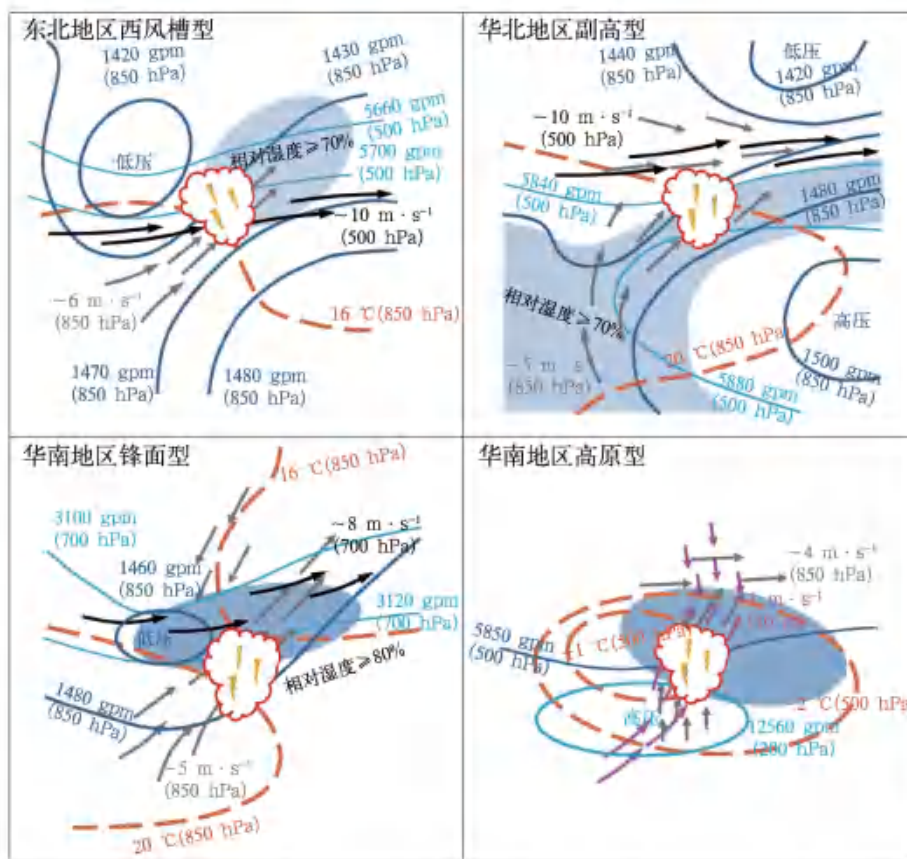
人工触发闪电方面,利用高灵敏度低-中频磁场天线、高速摄像和甚高频辐射定位技术,研究揭示了空中引雷的双向先导发展和电磁辐射特征。该研究首次将双向先导的发展形态与其辐射产生的磁场波形在时间和空间上进行了对应,明确了低-中频磁场辐射信号的来源。通过高速摄像提供的空间和时间信息,定量给出双向先导的产生高度、发展速度等特征参量,并揭示上行先导与下行先导之间相互促进的发展关系。研究还发现,即使是相似的放电过程,双向先导的低-中频与甚高频辐射之间的对应关系也存在显著差异,进一步证实了低-中频辐射和

甚高频辐射机制的差异。

■ 开展中小尺度到气候尺度的雷暴和闪电活动特征研究

研究发现,闪电分形、尺度特征等受雷暴动力强度特征的影响。青藏高原雷暴结构和闪电时空尺度参量的时空分布特征研究发现,青藏高原闪电长度与雷暴对流强度在统计学上具有正相关关系,这不同于两者在其他地区的负相关,体现了弱对流条件下闪电尺度和闪电密度同步增长的特点。针对精细化闪电通道形态的分叉结构研究发现,具有复杂通道形态的闪电以及闪电通道分叉和转弯往往发生在湍流耗散率较大的区域,这不仅揭示了闪电通道形态和雷暴动力的关系,也为应用通道级闪电定位数据指征雷暴动力特征提供了新方法。

天气尺度上,研究将雷暴闪电聚集区内闪电频次位于样本前 1% 的雷暴定义为极端闪电活动雷暴(TELA),分析了我国极端闪电活动雷暴的结构特点,并揭示极端闪电活动雷暴发生的大气环流和气象参数的异常特征。研究发现,产生极端闪电活动雷暴的天气系统存在区域性的差异,其中东北地区极端闪电活动雷暴主要发生在西风槽(包含冷涡)的槽前位置;华北地区的极端闪电活动雷暴主要对应西风槽型和副高边缘型天气系统;华南地区主要以锋面型极



东北地区西风槽型、华北地区副高型、华南地区锋面型和高原型极端闪电活动雷暴对应天气形势配置概念图

端闪电活动雷暴为主;青藏高原极端闪电活动雷暴主要产生于高原低涡天气系统中。研究发现极端闪电活动雷暴通常位于对流有效位能正异常和水平通量散度负异常中心的附近,且伴随着温度和风速的明显增大。在我国华北、东北以及华南地区,极端闪电活动雷暴通常位于气压的正、负异常中心之间(500 hPa 等压面),即气压水平变化梯度最大的位置,而在青藏高原,极端闪电活动雷暴则位于气压负异常中心。该研究为极端雷暴天气的预警预报提供了重要参考。

在气候尺度上,研究揭示了全球变暖对我国南海及周边海洋性大陆地区闪电发生率的影响。基于多年卫星闪电观测及再分析数据,建立表征长期闪电活动的诊断指标,并利用 CMIP6 气候模式产品在气候变化背景下预估我国南海及周边地区未来闪电活动的变化。研究揭示了我国南海地区闪电活动与降水的反向变化趋势,指出到 21 世纪末,南海及周边地区的闪电活动预计将在 SSP245 和 SSP370 情景下分别增加 10% 和 12%。南海闪电活动的长期变化主要受到赤道太平洋海表温度梯度、赤道印度洋潜热通量以及局地气溶胶等因素的影响。该研究为深入理解全球变暖将如何影响闪电活动的未来变化提供了有价值的视角。

## 1.2 青藏高原多圈层研究

### 1.2.1 实施青藏高原天-空-地一体化综合观测

#### ■ 拓展青藏高原关键区天-地-空一体化综合观测试验,推进青藏高原大气水分循环综合观测平台建设

推进青藏高原关键区天-地-空一体化综合观测系统建设。依托建设的海洋水汽源通道“隘口”——墨脱雷达超级站,开展综合观测试验,填补雅鲁藏布江区域典型复杂河谷地形水分循环及云降水结构特征综合探测的空白;构建雅鲁藏布江沿江大拐弯区域天-地-空一体化综合观测试验;建设珠穆朗玛峰(简称珠峰)北侧雷达超级站,布设 X 波段相控阵雷达,首次获取珠峰地区连续的云降水雷达观测数据;建立珠峰气溶胶激光雷达观测系统,开展气溶胶-云降水双雷达联合观测试验研究;构建高分卫星与风云静止气象卫星联动监测系统。基于上述综合观测试验,截至 2024 年底,建立青藏高原关键区 54 个多圈层多源综合观测与分析数据集,其中实地观测数据集 20 个、卫星遥感及多源融合产品数据集 30 个、再分析数据集 4 个,总数据量为 82.2 TB。

#### ■ 首次在青海、西藏无人区实施两次无人驾驶移动立体探测平台野外试验

分别于 2024 年 5 月和 9 月实施两次野外科学试验,外场观测路线分别为青海西部格尔木—茫崖等无人区以及改则—尼玛—班戈—那曲等双湖无人区。两次试验在移动垂直探测数据质量控制与跨省远距离传输等技术系统的成功实施标志着移动探测网观测业务“卡脖子”的问题得以破解,可满足高原恶劣条件下长续航连续观测需求。无人区、荒漠等地形复杂,气候

环境恶劣不易建站地区,地基大气垂直探测几乎为空白,也一直是我国大气垂直探测与地基综合观测最薄弱地区,可称为观测盲区。以观测盲区仅有的探空基站为支点与多个车载平台综合探测优化组网,拓展卫星遥感观测与车载微波辐射计、探空基站组网观测,通过探空基站观测校正车载微波辐射计移动观测,并利用校正后的车载微波辐射计移动观测以及探空基站观测校正卫星遥感观测,以降低卫星遥感观测误差。



无人驾驶移动立体探测平台野外试验

## ■ 实施人工增雪补冰气候应对科学工程

气候变暖背景下,冰川退缩明显,如何应对气候变化成为最大难题。目前,青藏高原正在经历暖湿化,从年代际尺度以及古气候尺度,基于降水对冰川“增”“补”理论研究,提出借用气候变化暖湿化区域差异推进气候应对工程,缓解气候变化对冰川的影响,实施人工增雨雪补冰气候应对工程,从理论上、技术上、应用上保护三江源头水资源及生态环境安全。为应对气候变化、助力国家生态文明高地建设、提高空中云水资源开发利用效率,在“第二次青藏高原综合科学考察研究”项目支持下,我院联合中国气象局人工影响天气中心、西藏自治区气象局等单位实施青藏高原无人机人工增雨(雪)试验,即人工影响天气增雪补冰气候应对科学工程试验,先后在三江源、一江两河等青藏高原典型地区开展了以大型无人机为主的人工增雨(雪)试验。试验成功实施了一江两河流域作业云降水探测和空地协同立体式人工催化作业,验证了大型无人机在高原地区开展增雨(雪)作业的可行性,成功增雨(雪)作业填补青藏高原空中作业空白,初步形成了针对青藏高原地区的以大型无人机为主的人工增雨(雪)技术,填补了西藏自治区空中人工影响天气作业的空白。试验成果在人工影响天气业务平台得到了实际应用,扩展了青藏高原地区人工增雨(雪)作业保护范围,并提升了青藏高原人工影响天气的保障能力。

### 1.2.2 揭示青藏高原暖湿化特征及全球气候变化中能量、水分循环响应

#### ■ 青藏高原与全球能量水分循环相互影响

研究揭示 1991 年后青藏高原大气总能量变化与暖湿化(中北部降水增多)存在相似的年代际特征。青藏高原大气总能量与太平洋、印度洋海洋上空的大气总能量呈显著正相关,赤道

太平洋西部、西南太平洋、南印度洋的海温异常引发上空大气能量异常,海表温度升高伴随局地比湿变化异常,且呈高湿趋势,将海洋上空的水汽伴随大气能量输送至青藏高原中北部。青藏高原暖湿化区域的降水与大气总能量输送通量相关矢分析可描述来自赤道西太平洋、西南太平洋、南印度洋大气能量伴随水汽输送至青藏高原地区,其与上述各海域的海温与大气能量相关矢结构十分吻合。在对流层中,西南太平洋到青藏高原北部有一清楚的高相关通道,高相关区域(达到0.1显著性水平)由西南太平洋跨赤道向青藏高原北部地区扩展,描绘了横跨南北半球的青藏高原大气总能量和全球比湿之间的关系,其中3个海洋区域大气总能量对青藏高原暖湿化降水贡献分别为西南太平洋相对贡献率为54%,其大气总能量是贡献最为显著的区域;其次是赤道太平洋西部,相对贡献率为37%,而南印度洋的贡献率仅为9%。该研究结果深化了南北半球水分循环及其能量输送、交换新认知;对青藏高原暖湿化及其对全球气候变化与能量、水分循环响应的理解具有重要意义。

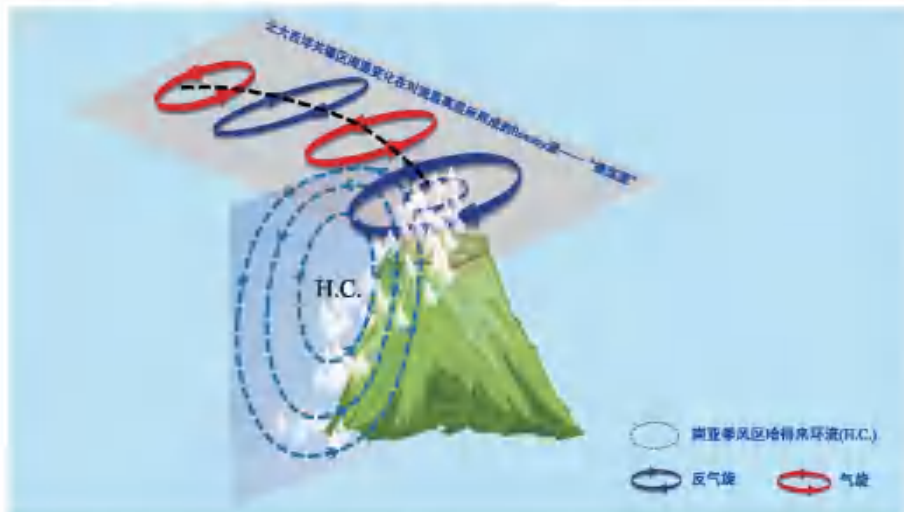
### ■ 深化青藏高原核心区三江源暖湿化成因认识

基于一系列高分辨率拉格朗日模拟和大气水汽源诊断技术,分析1980—2017年三江源地区水汽源的长期变化,特别是从水汽源变化的角度加深对三江源暖湿化的理解。结果表明,到达三江源地区水汽的水分来源变化与其区域夏季降水密切相关。三江源夏季降水的干湿转变受多个运输时间尺度(1~10 d)水分来源变化的调节,这可能是由于水分来源的贡献增强。尽管水汽源跨越了多个运输时间尺度,但青藏高原相对较短的运输距离和稳定的贡献(持续1~10 d)突显了加强的局地降水循环过程在干湿转变中的重要性。进一步分析表明,分别以丝绸之路指数和印度洋-太平洋暖池指数为代表的中纬度经向风和低纬度海表温度变化,在夏季起着将水分来源的变化与降水增强联系起来的“桥梁”作用。

#### 1.2.3 发现北大西洋海表增暖诱发青藏高原对流活跃驱动南亚季风区哈得来环流北移动力机制

海表增暖诱发青藏高原对流活跃,进而驱动南亚季风区哈得来环流结构北移。这种相互作用机制凸显了西风与季风汇聚过程中,青藏高原在低纬度-中高纬度系统大气能量与水分循环过程中的“枢纽”效应。北大西洋关键区海温变化在对流层高层所形成的 Rossby 源——“振荡源”是青藏高原对流年代际变化的重要“热驱动源”,其(北大西洋中高纬度关键区海表)增温(1991—2020年)/降温(1961—1990年)所激发的纬向遥相关波列结构呈反位相。北大西洋关键区海表增温阶段所激发的从北大西洋传播到青藏高原的 Rossby 波列在青藏高原高空(200 hPa)为显著反气旋结构(强辐散),有利于青藏高原对流活跃;反之,则抑制青藏高原对流活跃。1961—1990年和1991—2020年两阶段,北大西洋多年代际振荡(AMO)虽然存在显著年代际正负位相反转,但由于AMO与北大西洋高影响区定义范围存在差异,导致AMO位相变化与高影响区海温冷暖变化所激发的纬向遥相关波列结构及其影响存在显著差异。另外,

北大西洋关键区海表增温阶段青藏高原对流活动加强所凝结释放的潜热可增强青藏高原“热泵”效应,导致南亚季风区哈得来环流结构北移,进而触发高原对流与南亚季风区哈得来环流互反馈机制。综合上述年代际响应特征,本研究提出北大西洋关键区海表增暖诱发高原对流活跃,进而触发青藏高原对流与南亚季风区哈得来环流双向反馈的综合物理图像。



北大西洋关键区海温变化在对流层高层所形成的 Rossby 源是青藏高原对流年代际变化的重要“热驱动源”

#### 1.2.4 提出气候变化背景下青藏高原冰冻圈变化的新认知

##### ■ 气候变暖背景下季节性冻土影响三江源径流机制及应对建议

基于多源数据与站点观测的长期记录,分析近 60 年三江源季节冻土和降水与径流变化特征的响应关系,揭示气候变暖下青藏高原水资源转变的新格局。研究发现冻土深度不仅受气温滞后 1 个月的调控作用,还与季风期降水紧密相关。季风期降水为冻土年代际变化提供“补给”,这一补给效应在减缓冻土退化中扮演重要角色。气候变暖背景下,过去 60 年的观测数据显示三江源地区降水和径流量均呈增加趋势,而季节冻土的最大冻结深度呈减少趋势。尤其是近 30 年黄河和长江流域的降水对径流变化的贡献显著增加,而澜沧江流域的降水贡献略有下降,表明夏季径流对降水的响应呈“南降北增”新格局。相比之下,冻土融水量对径流年代际变化的贡献显著减小。青藏高原持续升温加剧季节冻土退化,季节冻土融化逐渐失去对三江源径流“水资源”的补给作用,径流对降水的依赖性持续增强。这不仅预示着三江源径流分布格局的转变,也显示了该地区水资源系统的脆弱性。未来三江源水资源可能面临更大挑战,因为曾经缓冲径流波动的冻土随着气候变暖正在逐渐退化。由此建议“暖湿化加剧青藏高原冻土退化 专家建议关注对三江源水资源与生态系统影响”,已由中国气象局上报国务院办公厅、国家安全委员会办公室。

## ■ 探讨青藏高原冬季暖湿化雪盖变化特征及其成因

研究指出,青藏高原暖湿化对冬季降雪亦有明显影响,并发现青藏高原冬季积雪日数也呈年代际变化及其显著区域性特征,青藏高原西部冬季雪盖以  $2.65 \text{ d} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$  显著增加,偏北部呈弱增加趋势,偏南部呈显著减少趋势;基于青藏高原冬季月积雪日数与降水呈显著区域关联性特征,采用卫星产品积雪日数作为冬季月降雪量的指标,探讨青藏高原冬季积雪对暖湿两因子双重响应及其区域贡献程度,注意到青藏高原西部和西南部,变暖(负贡献)影响起主要作用,青藏高原主体以降水(正贡献)影响为主。综合追踪分析高原冬季雪盖远距离水汽输送源,剖析变暖海温升温高影响区(中东太平洋和中印度洋)对青藏高原冬季积雪水汽输送源贡献程度,注意到中东太平洋水汽输送的影响占主导地位,西风带中东太平洋海表增温变化诱发大气波列,是青藏高原冬季雪盖年代际变化不可忽视的水汽影响源动力因素。

### 1.2.5 揭示出孟加拉湾风暴对青藏高原异常降水的影响机理

围绕孟加拉湾风暴对青藏高原异常降水的影响机制开展研究,获得了孟加拉湾风暴影响下青藏高原降水从季节到小时多时间尺度的异常特征,以及孟加拉湾风暴引发青藏高原极端降水的概率和贡献;揭示孟加拉湾风暴影响下青藏高原复杂地形的动热力环流结构异常特征,以及水汽爬上青藏高原的动力机制;剖析孟加拉湾风暴与南支槽、高原低涡、锋面等降水系统相互作用过程及其引发青藏高原大范围降水和极端降雪的物理机制。



初夏孟加拉湾风暴影响下青藏高原水汽输送概念模型图

### 1.2.6 揭示青藏高原东北坡降水的远距离传播过程及其机制

青藏高原作为地球的“第三极”,在区域乃至全球气候调节中发挥着重要作用,对下游周边地区天气过程也有着显著影响。研究针对青藏高原东北坡 369 个强降水事件分析发现,青藏

高原东北坡降水存在两条远距离传播路径。第 1 条路径为降水从青藏高原东北坡向东传播至华北地区,该类事件在西部高层冷异常、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,受高层辐散、低层辐合、深厚湿层以及垂直上升气流控制。第 2 条路径为降水从青藏高原东北坡沿东缘向东南方向移动至四川盆地,环流结构同样受上游高层冷异常与下游高层暖异常主导,但环流结构呈顺时针旋转,随着环流系统向东南方向移动,降水集中在暖中心周围的反气旋性环流上游,并沿其东缘向东南方向传播移动。

### 1.2.7 揭示物理参数化方案对青藏高原东移中尺度对流降水模拟的影响

基于国内自主研发的全球变分辨率模式,设计青藏高原及其下游加密的千米级变分辨率网格,通过国际研究项目 CORDEX 的 CPTP(Convection-Permitting Third Pole)科学试验中的中尺度对流系统算例,测试变分辨率模拟性能,并分析降水系统模拟对千米尺度变分辨率模式物理过程方案的敏感性。结果显示,采用不同云微物理方案的变分辨率模式均可基本模拟出青藏高原东移中尺度对流系统降水演变特征。相较于两个单参方案(Lin 和 WSM6),双参方案(Morrison)减小了降水正偏差,与其较弱的垂直上升运动相对应。相较于使用对流参数化方案,模式在显式对流配置下更好地捕捉到中尺度对流系统降水中心传播特征,双参方案和单参方案间降水强度等模拟结果的差异也有所减小,试验结果验证了显式对流配置对减小模式不确定性的作用。

### 1.2.8 设计实施第四次青藏高原大气科学试验预试验

2024 年,围绕青藏高原降水过程,青藏高原气象研究院青藏高原气象观测团队在青藏高



第四次青藏高原大气科学试验预试验

原东部关键区开展了第四次青藏高原大气科学试验预试验,包含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。

### ■ 多平台协同低涡观测试验

2024年7月11—30日,通过无线电探空、新一代天气雷达和大型无人机机动观测,实现了对高原低涡的协同观测。在青藏高原东部250 km间距的12个业务探空站基础之上,新增阿坝、马尔康、若尔盖、松潘4个探空站,构成100 km间距的加密高空站网,16个探空站观测频次加密至每日1次,其中1站每日8次。在红原、天全部署移动X波段双偏振天气雷达,与红原查真梁子、雅安周公山的C波段天气雷达构成协同观测网。当C波段雷达扫描超过设定阈值时,控制对应的移动X波段双偏振天气雷达对高原低涡系统进行持续跟踪观测。在气象机动观测科学决策与评估应用系统的支持下,大型无人机利用下投探空在青藏高原东部地区对低涡系统进行了3次跟踪观测。通过试验获得9次高原低涡过程的观测数据,为高原低涡的流场、热力场和水汽的精细结构研究积累了观测数据。

### ■ 模式物理过程单柱观测试验

2024年7月11—30日,以青藏高原东部的红原站为中心站点,在其周边部署3个边界层廓线观测站作为边界站点,形成约30 km间距的局地观测网格,针对大气柱状况、云微物理过程、陆气交换过程开展单柱观测试验。通过自动气象站、无线电探空、自动旋翼无人机、微波辐射计、激光雷达、云雷达、X波段双偏振天气雷达、二维雨滴谱仪、地表能量收支系统等大型设备,获得青藏高原典型下垫面影响下物理过程研究所需的较为完备的数据集,包括感热/潜热通量、近地面至平流层的温/湿/压/风/臭氧垂直廓线、云宏微观参数、雨滴谱等观测数据。

## 1.2.9 青藏高原天气研究取得新进展

### ■ 开展青藏高原及其东部降水研究

基于观测试验数据揭示青藏高原夏季强降水过程的宏微观特征及对流触发机理,揭示复杂地形对系统性降水的增幅机制与大地形下游降水日峰值传播的重力波机制,阐明青藏高原极端降水多尺度变化特征。发现青藏高原东北部极端小时降水具有低频-高强度特征,东南部则以高频-高强度特征为主,持续性极端降水事件主要发生在青藏高原东南部,青藏高原东北部存在次大值区。揭示湿度和风场扰动对青藏高原东坡多尺度地形下极端强降水的影响,指出对流辐合是强降水阶段出现大风的原因之一。发现夏季风对四川盆地降水日变化的调节使得盆地东部和西部降水日峰值时段趋于统一。基于西南地区双偏振雷达三维组网产品,揭示四川盆地暖季不同区域强降水的对流和微物理特征差异。

### ■ 开展青藏高原天气系统研究

发现双西南涡共存现象,揭示四川盆地西部涡主要受对流潜热加热驱动,四川盆地东部涡主要受850 hPa低空急流驱动。阐明青藏高原东部边缘侵入四川盆地的冷空气强度变化对西

南低涡发展强度的影响。指出东部强大西伸的西太平洋副高是川渝地区西南涡稳定少动的重要阻滞因子。基于高原低涡客观识别技术,揭示高原低涡生成时状态和其后续活动特征间的联系,以及移出型高原低涡移出青藏高原前的状态与移出后活动特征间的联系。发现青藏高原地区最快的低平流层重力波相对相速度发生在夏季,青藏高原南侧的重力波相对相速度明显快于青藏高原北侧的相速度。

### ■ 研发青藏高原区域数值模式技术

发展 30 m 高分辨率地形处理技术,生成覆盖青藏高原复杂地形区静态地形数据,引入考虑地形坡度的高斯滤波核函数,提升了模式地形精细化特征描述能力。引入新的两步保形平流方案,减少了低层水汽输送与地形区降水高估,有效改进了陡峭地形区降水预报效果。通过云微物理过程在青藏高原地区的适用性研究,发现云滴数浓度改变对对流发展不同阶段的影响。发展风云静止/极轨气象卫星联合应用方案,建立空间非均匀观测误差模型,提升极轨卫星观测在青藏高原地区同化应用数量与质量,改善模式初始场。发展基于机器学习的地基微波辐射计偏差订正方法,在同化全链条中构建地基微波辐射计亮温观测数据直接同化,初步建立了面向外场观测试验的单柱模式试验平台。

以上进展为青藏高原气象研究提供了丰富的数据和理论基础,显著提升了青藏高原天气监测和预报的能力,为区域气象业务和防灾减灾工作提供了有力支撑。面向国家级业务支撑,自主研发的气象机动观测科学决策与评估应用系统在中国气象局气象探测中心应用,支撑了国家级机动观测业务。面向区域气象业务支撑,新一代快速更新同化数值预报系统持续优化,西南区域数值天气预报系统数值预报产品入选中国气象局 2021 年度高价值气象数据产品;西南区域延伸期天气预测系统准业务化运行,实现逐日滚动未来 15 d 的天气变化预测。开展次千米级成都区域模式研发,“蓉城·夔牛”短时临近预报产品在四川省地市气象局推广应用。

### 1.2.10 青藏高原气候变化及其影响研究取得新成果

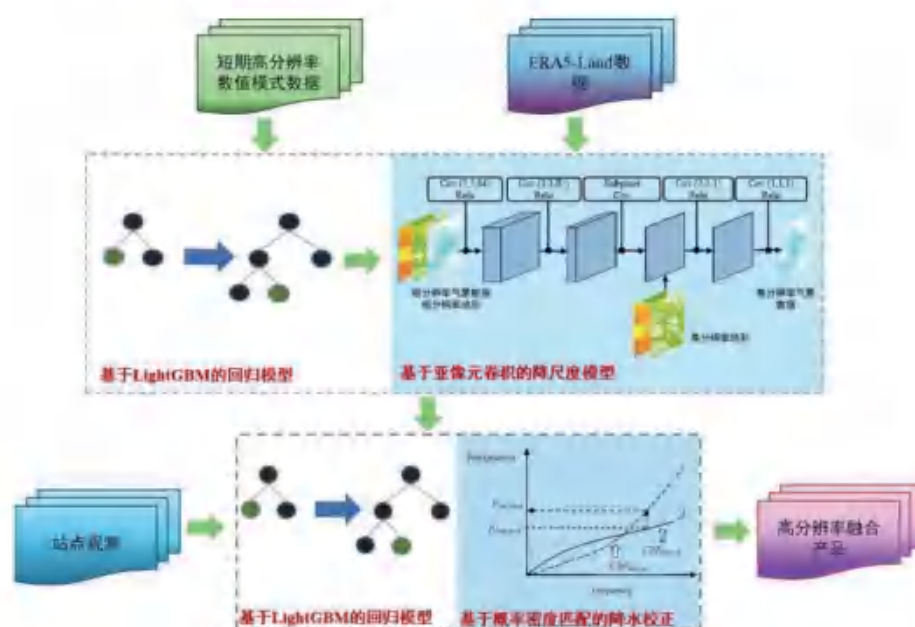
#### ■ 开展青藏高原气候多尺度变化归因与预估

揭示人类活动强迫是 2022 年 8 月青藏高原东部破纪录异常暖事件的重要原因,并指出在中等排放情景下,类似的极端暖事件在 21 世纪末可能频繁出现。揭示青藏高原不同地区降雪、降雨、低温的气候变化特征,阐明东欧土壤湿度和黄海—日本海海温异常协同影响青藏高原夏季气温多尺度变化的机制,发现青藏高原东部、西部和印度西北部三地夏季降水具有协同联动特征。揭示青藏高原东部春季非绝热加热季节内变化的时空特征及形成机制,阐明季节内尺度上低纬度和中纬度波列通过冷暖平流和降水协同影响青藏高原春季热源的物理过程。

#### ■ 研制高分辨率气候变化数据集

完成青藏高原高分辨率历史气候变化数据研制,形成近 30 年高分辨率(3 km)的逐小时地面气象数据,该数据集的所有要素较 ERA5-Land 和其他同类数据具有更高的精度。完成

青藏高原高精度长时序逐日无云积雪数据的研制,该数据可近实时更新,精度接近 0.95,不同时间变化和积雪深度情况下的质量稳定。



高分辨率气候变化数据集示意图

## ■ 开展青藏高原气候变化影响研究

指出近 60 年青藏高原东南部草地地上部生物量呈显著增加趋势,草地脆弱性以中度及以下等级为主。发现近 20 年若尔盖草原湿地表现为碳汇区,且年均碳汇能力呈上升趋势,碳汇能力变化的决定因子是自然因子,人类活动对之起次要的干扰作用;青藏高原植被生态质量的空间分布表现为由东南向西北逐渐递减的趋势,降水、人类足迹、气温、海拔高度是青藏高原植被生态质量变化的关键影响因子。揭示夏季降水量的增加和气温下降共同抑制了冰川消融。

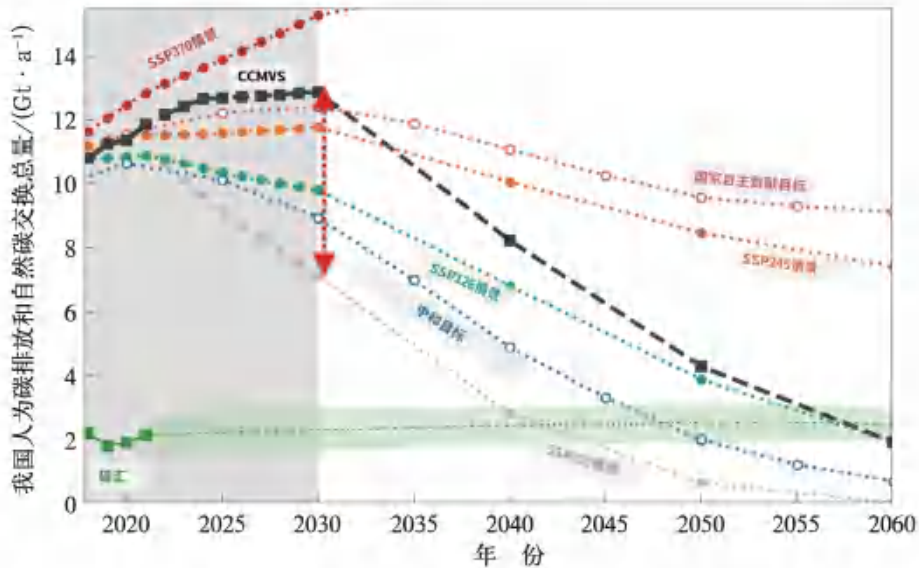
## 1.3 大气成分与环境气象研究

### 1.3.1 开展碳源汇监测核校支持系统的研发及气候变化应对研究

当前,全球气候变化形势严峻。各国承诺达成碳中和以限制升温、规避气候风险。我国作为负责任大国,其碳减排目标对自身发展和全球气候变化意义重大。如何平衡减排与发展、规避潜在的气候风险是我国面临的关键问题。为此,我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牵头设计了基于中国碳源汇监测核校支持系统(CCMVS)结果的中国 2℃ 目标碳中和路径及情景,量化了全球和中国陆地以及海洋碳源汇分布情况,针对性分析了世界不同地区实现碳中和对 CO<sub>2</sub> 浓度的影响,研制了全新的温室气体质量控制-拟合一体化处理系统及适配 CO<sub>2</sub> 数据集,预估未来情景下太阳能潜在气

候风险的供-需不平衡关系特征。

与 1.5 °C 极低稳定化路径及情景(SSP1-1.9)相比,我国走《巴黎协定》2 °C 目标路径实现碳中和更具可行性,对全球排放、未来变暖水平和极端事件预估将产生重要影响。2 °C 目标碳中和路径(SSP2-com)预计中国将于 2028—2029 年实现碳排放达峰,于 2060 年实现碳中和,无需早期大规模依赖负排放技术。中国实现碳中和的进程将有助于减缓全球温室气体排放,降低气候“临界点”风险,理论上也会减少极端天气事件,但气候系统的复杂性使气候风险在短期内难以完全消除。SSP2-com 路径的提出为讨论气候变暖损失评估方法、碳中和公平性以及甲烷减排等问题提供了新思路,并对未来研究方向提出新设想,包括探索更现实的碳排放情景、开发更精确的模型等。SSP2-com 路径同时也指明我国实现双碳目标面临的不确定性。



2 °C 目标下中国实现碳中和目标的代表性碳排放路径和碳汇变化的时间序列

通过在全球碳同化模式中应用地基和卫星数据联合的多源观测数据,获得不确定性更小的全球陆地及海洋碳源汇分布情况,从而提高科学界对全球和中国陆地生态系统碳源汇空间分布格局的认知,为 CCMVS-R 区域碳同化反演系统提供更加精确的边界和初始条件。利用 CCMVS 系统获得的后验陆地生态系统以及海洋碳通量驱动 TM5 全球化学传输模式,研究发现 2019—2021 年全球先验陆地生态系统和海洋碳通量的平均值分别为  $-1.71 \text{ Pg} \cdot \text{a}^{-1}$  和  $-3.76 \text{ Pg} \cdot \text{a}^{-1}$ ,反演后的陆地生态系统和海洋碳通量的平均值为  $-3.40 \text{ Pg} \cdot \text{a}^{-1}$  和  $-2.90 \text{ Pg} \cdot \text{a}^{-1}$ 。同化后,非洲中部地区、南美洲北部和东南部地区、澳大利亚、南亚和中纬度海洋区域的碳汇有所减少,北美洲、欧洲、北亚和东亚地区的碳汇明显增加。总之,在该时期内,对于全球碳循环,北美洲、欧洲、亚洲和非洲为碳汇地区,大洋洲是碳源地区,南美洲趋向于自然碳平衡。在海洋中,热带海洋是碳源地区,而中纬度海洋则是碳汇地区。

通过分别去除中国、北美洲、欧洲以及全球的碳通量,定量分析不同地区达到碳中和对于当地以及全球  $\text{CO}_2$  浓度的影响。结果显示,中国达到碳中和使世界各地  $\text{CO}_2$  浓度均存在不同程度下降。其中,中国  $\text{CO}_2$  浓度降幅最大,尤其在东部地区,北半球同纬度其他地区次之,南半球  $\text{CO}_2$  浓度的降幅相对较少。定量结果表明:去除中国碳通量后,全球整层  $\text{CO}_2$  平均浓度下降  $5.8 \times 10^{-7}$ ,中国  $\text{CO}_2$  浓度下降  $7.1 \times 10^{-7}$ ,北美洲和欧洲分别下降  $6.6 \times 10^{-7}$  和  $6.5 \times 10^{-7}$ 。这些结果说明,中国陆地生态系统、海洋、化石燃料和火烧通量对全球  $\text{CO}_2$  浓度均存在贡献,对中国  $\text{CO}_2$  浓度的贡献最大。

北美洲达到碳中和后,美国  $\text{CO}_2$  浓度降幅最大,尤其是美国东南部地区(化石燃料排放高值区)。此外,与北美洲处于同纬度的北半球其他地区  $\text{CO}_2$  浓度也有明显下降,可能归因于气象传输作用。定量结果表明:去除北美洲碳通量后,全球整层  $\text{CO}_2$  平均浓度下降  $2.2 \times 10^{-7}$ ,中国下降  $2.5 \times 10^{-7}$ ,北美洲下降  $2.3 \times 10^{-7}$ ,欧洲下降  $2.4 \times 10^{-7}$ 。欧洲达到碳中和后, $\text{CO}_2$  浓度降幅最大的地区为欧洲,尤其是西欧,北半球其他地区也出现了明显下降。从数量上看,去除欧洲通量后,全球整层  $\text{CO}_2$  平均浓度下降  $1.0 \times 10^{-7}$ ,中国下降  $1.0 \times 10^{-7}$ ,北美洲下降  $1.2 \times 10^{-7}$ ,欧洲下降  $1.2 \times 10^{-7}$ 。

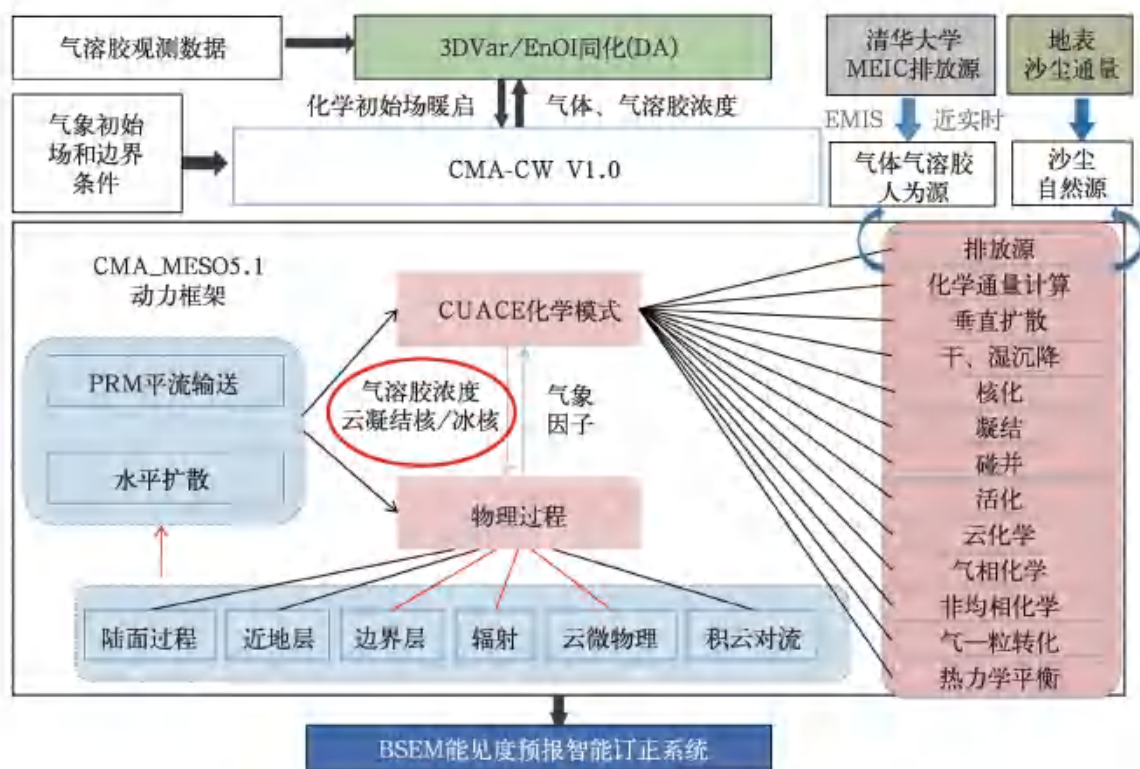
面向碳同化反演需求,团队开发了多物种、多型号温室气体在线观测质量控制、筛分及拟合一体化处理系统,形成一套标准化处理、分级质量控制、适配同化需求的国家温室气体观测网  $\text{CO}_2$  数据集。基于 CCMVS 对各省拟建的温室气体观测站进行评估,通过考虑拟建站所处的地形、海拔和站点分布,以及从未来中国气象局碳源汇监测核校支撑系统(CCMVS)需求的角度分析,确保其在地理上的合理分布,并最大程度地提高碳源汇评估效果,能更好地服务国家“双碳”战略需求。

基于能源需求和太阳能补给潜力,团队构建了历史和未来不同排放情景下能够描述太阳能潜在气候风险的供需不平衡指数(SDI),准确再现了历史时期由于供需不平衡导致的太阳能干旱事件,为碳中和路径下能源安全评估提供了一个新的度量指标。基于SDI指数,给出历史时期太阳能干旱事件的全球非均匀空间分布以及主要驱动类型(66%为高能源需求类型,34%为低能源补给类型)。同时,基于不同强迫驱动下的多模式模拟结果以及最优指纹方法,揭示历史时期人为源排放驱动的气候变化显著增加了全球范围太阳能干旱事件。在未来不同排放情景下,太阳能干旱事件发生频率和强度均持续上升,尤其在热带地区。该研究被美国地球物理学会(AGU)会刊 *EOS* 选为研究亮点(Research Spotlights),并以“Solar Power Shortages Are on the Rise”为题进行报道,同时也被国际能源媒体以“Rising Demand and Climate Change Drive Solar Power Shortages”为题报道。

### 1.3.2 开展化学天气数值预报系统研发与应用

针对中国气象局当前业务运行的沙尘暴和雾-霾预报系统气象驱动模式老旧、水平和垂直

分辨率偏低、预报效果亟待提高等现状以及人类活动对传统天气预报的影响需要量化等问题，我院大气成分与环境气象研究所(碳中和监测与评估中心)模式研发团队自 2021 年开始着手区域化学天气耦合模式系统的研发工作。2024 年基于中国气象局区域天气预报模式更新业务版本 CMA-MESO V5.1 和大气化学模式 CUACE 在线耦合，建立第 1 版中国气象局区域化学天气数值预报系统 CMA-CW V1.0。该系统包含近实时排放源更新系统(EMIS)、化学天气耦合快速循环同化系统(DA)、耦合模式系统(CMA-MESO V5.1/CUACE)和基于机器学习的能见度预报订正系统(BSEM-VIS)4 部分，能够进行雾-霾(能见度和  $PM_{2.5}$ )和沙尘暴( $PM_{10}$ 和沙尘浓度)的 120 h 以上预报。模式通过实时预报的气溶胶浓度，建立了基于 Goddard 短波辐射方案的气溶胶-辐射相互作用(ARI)机制和基于 Thompson 云微物理方案的气溶胶-云相互作用(ACD)机制，即化学-天气的全耦合，实现了模式中化学反应与天气过程的双向反馈，使得该模式在物理机制上与国际同类主流模式相当。与此同时，模式引入包含九种反应的非均相化学机制，减小了模式对二次无机气溶胶预报的不确定性，使得雾-霾过程中硫酸盐、硝酸盐、铵盐预报有大幅提升， $PM_{2.5}$  组分的时空分布更接近实际观测；开发针对该模式系统和基于集合最优插值(EnOI)方法的大气成分同化系统，显著降低化学初始场的不确定性。此外，在模式中建立大气消光新算法，改善模式对低能见度、 $PM_{2.5}$ 、相对湿度的依赖关系描述，改进能见度的分级预报。



中国气象局区域化学天气数值预报系统 CMA-CW V1.0 结构框架

基于该区域化学天气模式开展了大气成分与大气宏微观过程的双向反馈研究及其对数值天气预报的影响评估。其结果显示:①ARI机制能够通过加强低层垂直环流和削弱低层水平输送两种机制,放大华北地区山地地形驱动下的有利于严重霾污染发生和维持的局地环流对污染物的累积效应,揭示该地区在这种典型环流和ARI叠加作用下霾污染进一步加剧的物理机制;②模式通过耦合ACI机制,普遍改善了云液态水路径和云光学厚度的低估,并在一定程度上减小了降水、温度、相对湿度的预报偏差,尤其在云水含量较高的地区和时期;③同时包含ARI和ACI的化学-天气全耦合机制能够明显改进雾-霾预报,特别是严重雾-霾期间5 km和3 km低能见度预报,并整体改善了从地面到高空的天气要素预报。

团队正在将大气化学数值模式CUACE完全在线耦合到全球尺度数值天气预报模式CMA-GFS中,形成新一代中国气象局全球化学天气数值预报模式。目前,已在模式中建立了平流层化学模块,完成了对流层到平流层的跨越,实现了对流层和平流层臭氧的垂直交换。主要技术攻克包括:平流层化学模块的编译;化学模块中平流层化学机制接口调用;气候背景场数据的读取及水平和垂直分辨率的匹配;模式数组循环转换等。在全球化学天气数值预报模式中添加了平流层后,臭氧主要分布在平流层,与美国标准大气臭氧垂直廓线数据对比,臭氧的极值主要分布在1~10 hPa高度范围内,随着预报时效的增加,对流层和平流层的臭氧垂直交换逐渐趋于稳定,预报时效可达10 d。

2024年CMA-CW V1.0进入业务化评估阶段,进行了2016—2024年冬季全国,分区域和城市尺度的多次雾-霾过程预报以及春季全国区域多次沙尘天气过程的综合检验评估。结果表明:①雾-霾数值预报检验结果显示,CMA-CW V1.0总体上能够很好地再现 $PM_{2.5}$ 和能见度的时空变化。月、过程、个例平均、日平均及小时 $PM_{2.5}$ 和能见度模拟值与观测值在空间分布和时间变化上均较为一致,体现了模式良好的预报性能。与现有业务数值预报模式CMA-CUACE/Haze-Fog V3.0相比,CMA-CW V1.0对 $PM_{2.5}$ 浓度和能见度的预报准确率整体有所提升,尤其在雾-霾污染严重的京津冀和长三角地区,改善更加显著。②基于机器学习的BSEM-VIS能见度预报订正方法整体改善了我国各区域能见度空间分布和模拟精度,全国平均误差减小可达14%~54%,特别是对于模式预报相对较差的珠三角和四川盆地,能见度订正系统对低能见度系统性高估的改进效果尤为显著。③沙尘暴数值预报检验结果显示:CMA-CW V1.0对我国春季发生的沙尘天气过程具有很好的预报性能,能够显著改进中国气象局现有沙尘暴业务模式存在的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,与WMO SDS\_WAS平台KMA、JMA等国外业务模式预报水平相当,模式在72~120 h沙尘暴天气预报中表现出明显优势。2024年11月CMA-CW V1.0模式系统通过了业务化准入评审,并开始业务系统的部署工作,预计2025年正式投入业务应用。

### 1.3.3 开展大气成分变化机理及其与天气气候相互作用研究

广泛开展大气成分外场观测并结合地球系统模式、人工智能等多种手段,揭示典型区域及生态系统的大气成分形成与转化新机理、气溶胶强迫对夏季青藏高原水汽收支及区域气候的调制作用,研发地基太阳光度计温度校正新方法,发布全球长时间、高精度气溶胶组分地基遥感数据产品,构建我国关键环境气象要素的时空无缝智能感知框架。

大气成分观测团队发展 ECD 负压检测 PANs、湿法与光化学交互标定新技术,研发国产化大气 PANs 高精度在线分析仪,实现我国典型城市、农村及高原地区全天候大气 PAN、PPN 和 MPAN 同步高频在线精准监测,相关研究成果入选 2023 年度中国生态环境十大科技进展;探明沿海大气中甲醛及其他羰基化合物的海洋来源,证实甲醛通过与海洋生物分解产物的光化学反应,对臭氧的生成和自由基的形成具有重要作用,为了解海-气相互作用下反应性气体的来源及相互转化机制提供了新的视角。



典型区域大气反应性气体成因及转化机制研究

基于露水和大气同步观测证实植被露水和吐水是大气的活性氮气体的关键夜间储库和白天快速排放源,揭示不同季节露水和土壤 HONO 排放绝对和相对贡献差异,及其对大气氧化性和大气二次污染生成的影响;基于雾观测揭示二氧化氮( $\text{NO}_2$ )和五氧化二氮( $\text{N}_2\text{O}_5$ )在间隙气

溶胶液态水中的水解反应导致硝酸盐( $\text{NO}_3$ )显著生成的机制,尽管雾滴含水量更大,但其贡献并不明显;基于松弛累计涡旋技术自主研发臭氧通量测量系统,并基于小麦生长季的观测揭示臭氧干沉降强度的演变规律及其受大气摩擦速度、土壤湿度、光合有效辐射等环境气象要素及作物生长过程影响的机制。

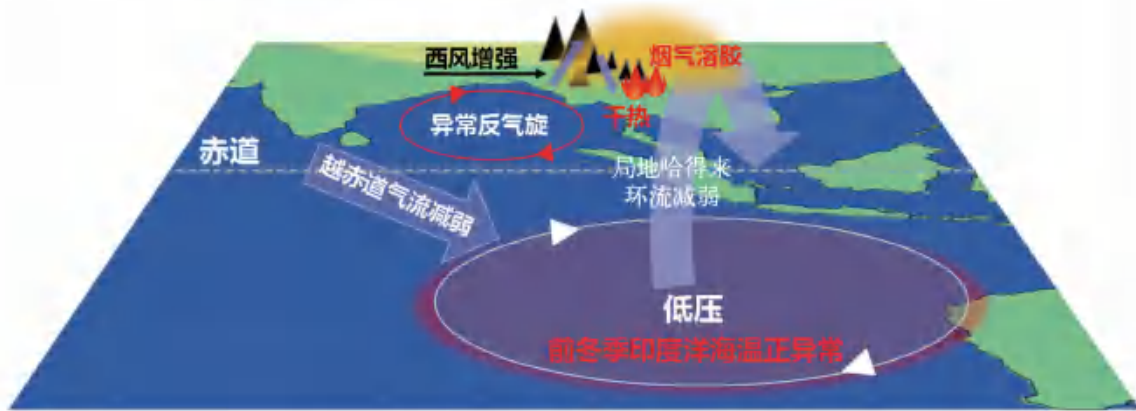
大气成分观测团队在华北平原、长三角等典型区域开展多次大气气溶胶理化特性和云微物理特性外场观测试验。观测结果揭示我国背景区域大气新粒子生成机制及其对云凝结核的贡献,指明硝酸盐对北京冬季黑碳气溶胶的包裹厚度和光吸收增强的重要作用,对光吸收增强的相对贡献为 52%;首次获得实际大气中亚微米气溶胶有效密度随着空气动力学直径的变化规律;阐明气溶胶粒径及吸湿性对云滴微物理特性的影响。

利用国际耦合模式比较计划(CMIP6)中多个全球气候模式不同强迫因子分离的试验数据以及大气再分析数据,大气成分与气候变化团队量化了温室气体、气溶胶、自然强迫和内部气候变率对 1979 年以来青藏高原夏季水汽收支长期变化的影响,揭示欧洲气溶胶减少和中国东部气溶胶增加形成的人为气溶胶时空演变格局通过减弱青藏高原东部对流层中上层的西风气流,导致青藏高原东边界水汽输出显著减少,最终主导青藏高原夏季净水汽收支的年代际增加的影响机制。该成果发表于国际期刊 *Nature Communications*,为认识青藏高原水汽收支及水循环变化提供了新的科学视角。



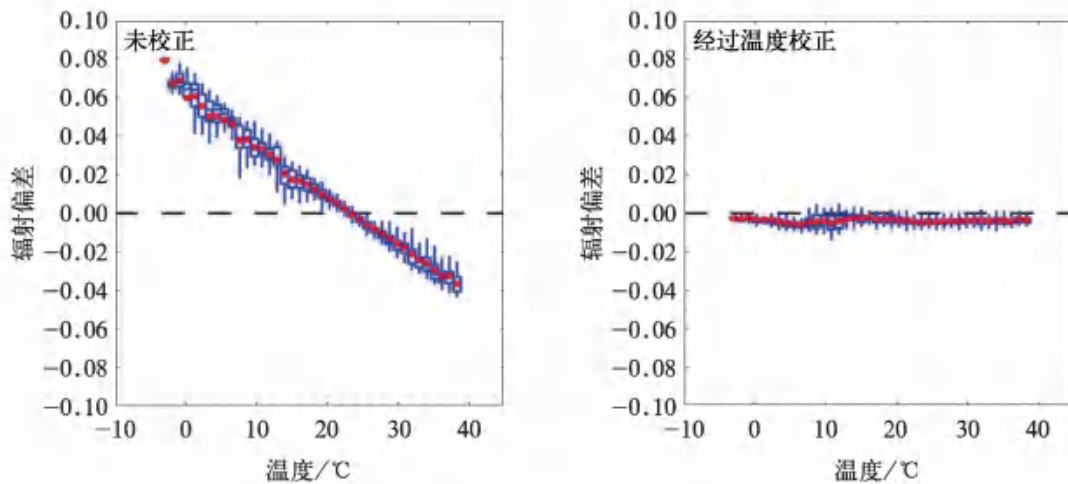
通过对比 2021 年和 2023 年强沙尘活动事件的环流触发因子,发现 2021 年东亚北部地表风速增加受到北大西洋增暖和赤道中东部海温冷却的共同影响,而 2023 年东亚北部地表风速增加则主要受到北大西洋增暖的影响;该发现进一步明确了北大西洋暖海温异常是影响东亚北部地表风速及沙尘活动的关键因子;相关结果被写入 2024 年《WMO 浮尘公报》。开展春季

中南半岛上空烟气溶胶对印度洋海温年际变化的响应的研究,揭示冬季印度洋东南部海域偏暖年通过削弱越赤道气流和西南水汽输送,在山区焚风效应共同影响下,对中南半岛局地干热条件的调制作用。研发基于深度学习的野火气溶胶-气候动态关联建模与智能预估技术,研究发现不同变暖情景下,2015—2100年西伯利亚东南部春季野火燃烧面积较1982—2014年预计将增加47%~62%,未来西伯利亚野火气溶胶排放存在升级风险。



中南半岛春季烟气溶胶年际变化的印度洋海温异常调控机制示意图

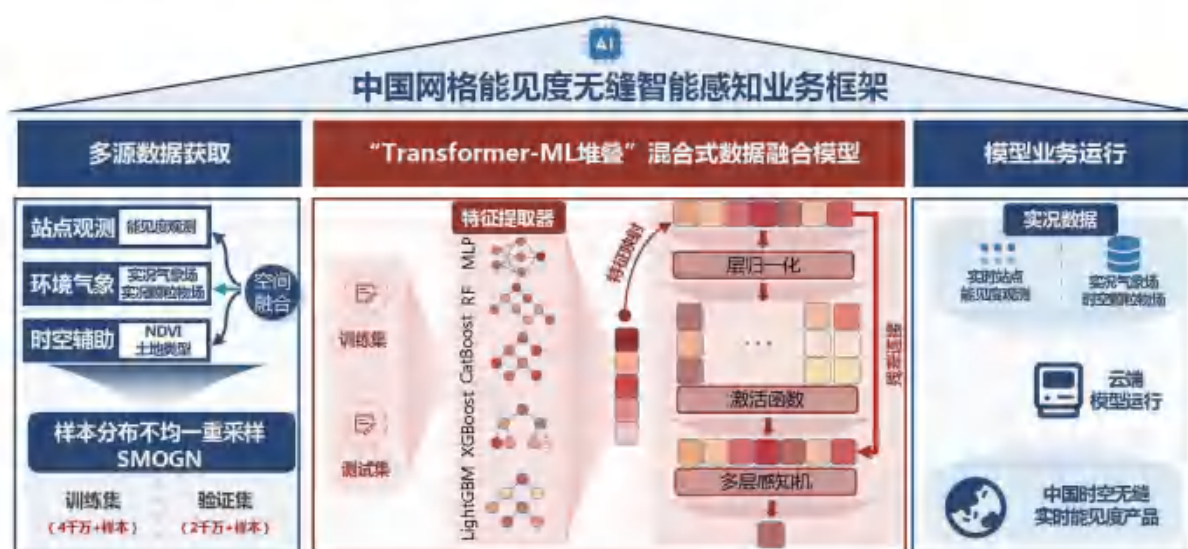
在气溶胶光学-辐射特性地基观测研究中,受观测仪器多波段光度计探测器材料影响,光度计在1020 nm和1640 nm红外波段的探测结果与环境温度呈显著相关,导致观测精度降低。为了提高气溶胶光学厚度(AOD)反演的精度,大气成分观测团队使用线性模型和指数模型分析了光度计的1020 nm和1640 nm波段辐照度比和温度之间的相关性,获取了辐射温度校正系数。对比验证表明:利用温度校正系数优化后,探测结果与标准机观测数据具有优秀的一致性,有效提高了太阳光度计近红外通道AOD的反演精度。



未校正和经过温度校正的1020 nm波段的辐射测量偏差

通过耦合气溶胶组分识别参数化方案,解决了传统气溶胶遥感反演技术无法对不同组分定量贡献精细化表征的难题。基于全球 AERONET 长时间地基遥感观测数据(空间范围包含约 1000 个站点,时间跨度近 30 年,1770791 条观测),研制了包括黑碳、棕碳、吸收性沙尘、散射性沙尘/有机碳等高精度气溶胶关键组分浓度气候学数据产品,并向全球公开共享。

针对高分辨率环境气象多源数据融合难题,研发了基于大数据与人工智能的我国环境气象智能感知框架。该框架以 1 h、6.25 km 的高时空分辨率,实现我国地面能见度与主要大气污染物( $PM_{2.5}$ 、 $PM_{10}$  和  $O_3$ )浓度全天候无缝隙覆盖的精准实时监测,为大气污染监测与溯源、大气环境与气候变化研究以及交通安全等提供关键数据支持。



我国关键环境气象要素的时空无缝智能感知框架及其应用

## 1.4 全球变化与极地研究

### 1.4.1 冰冻圈天气气候监测与预测

完成冰冻圈站网建设和科学试验。2024 年共 13 人次参加中国第 40 次南极科学考察、中国第 14 次北冰洋考察、中山大学极地号北冰洋考察、黄河站考察,组织实施了北极格陵兰科学考察、青藏高原冰川/冻土/积雪考察、新疆阿勒泰冰雪考察。团队成员还参加了俄罗斯科学院和彼得罗扎沃茨克国立大学联合组织的俄罗斯白海海冰现场考察、中国-智利南极联合科考。

在风云气象卫星的极地遥感应用方面开展科技攻关。开展极地冰雪参数与微波相互作用机理研究,利用全球首款双频散射计 FY-3E WindRAD,深入探究极地冰雪参数与微波的相互作用,并系统评估双频探测体制在极地遥感反演中的优势。基于FY-3FGNOS-II 观测的

DDM 波形特征。利用 FY-3D MWRI 微波辐射计的多通道特征亮温组合因子,开展北极海冰冰速的关键技术研究。完成 FY-3F MWRI 海冰密集度产品(继承类产品)和 FY-3F GNOS-II 海冰厚度产品(新研类产品)的原型算法研发、优化、工程算法移植测试及工程上线评审。推动 FY-3E WindRAD 海冰参数产品和 FY-3B/C/D MWRI 海冰密集度数据集两类高价值产品的申请和示范应用。

开展冰冻圈陆面过程及其对大气的影 响研究。融合 Himawari-8 卫星的多通道亮温, DEM、ERA5 和气象观测等多源数据,构建时空轻量级梯度提升机(Geo-LightGBM)地表温度反演框架,实现复杂地形(青藏高原)区域高分辨逐小时地表温度智能反演。基于多种再分析产品,发现南极海冰和冰盖对逆温的不同调制作用。揭示欧亚大陆春季积雪影响南疆极端降水的新机理。

开展极地气候变化及其对全球的影响研究。定量评估冻土对碳排放的响应和可逆性,发现多年冻土及其热力学因子对二氧化碳变化的敏感性在二氧化碳下降阶段普遍低于上升阶段。揭示冬季暖北极-冷欧亚模态对东亚寒潮影响的条件性,系统分析阻塞对南极降水的影响。

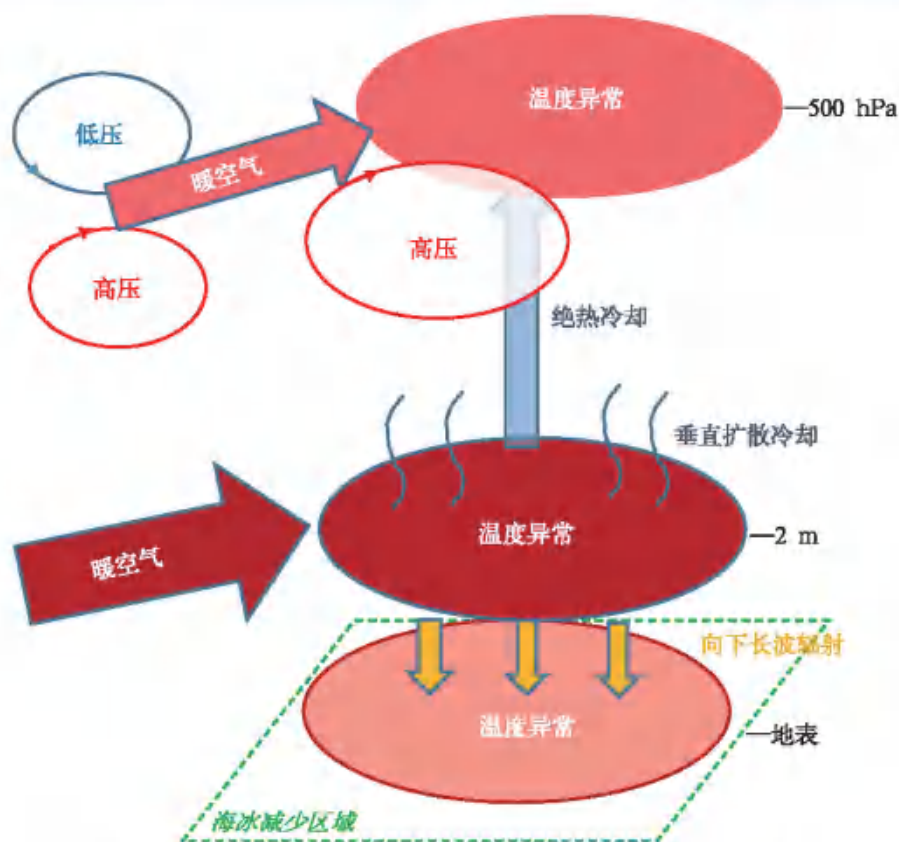
开展冰冻圈灾害的防治与应对研究。研究气候变暖背景下山地冰川动力过程的快速转变机理,构建适用于冰崩过程的三维高精度冰川动力学模式;对亚洲高山区典型冰崩事件(色东普冰崩)进行模拟。开展三江源地区季节冻土脆弱性评估。

#### 1.4.2 发现南极冰穹地区的爆发性增温事件成因

率先对 2022 年 3 月 18 日南极冰穹 C 地区发生的破纪录爆发性增温事件开展分析,发现该地半数以上的爆发性增温事件是由位于威尔克斯地的阻塞高压驱动所致,且爆发性增温强度取决于阻塞高压的环流强度。此外,还系统研究了阻塞对东南极地区降水的影响与贡献,发现阻塞对东南极地区降水的贡献由沿岸向内陆地区递减,并揭示东南极阻塞频率的年际变异受南极环流模态位相变化的影响。相关研究成果发表于 *Science Bulletin* 和 *Journal of Climate* 等期刊。

#### 1.4.3 揭示天气时间尺度上海冰快速减少期间,对流层温度呈底部放大的暖异常结构

基于热力学方程,定量分析各个因子对温度异常的影响。指出异常风对气候温度的水平平流是对流层(包括近地面)暖异常的主导因素,否定了以往定性认为向下长波辐射是近地面主要作用因子的认知,完善了天气时间尺度上海冰快速减少的物理机制。向下长波辐射是地表增温的主要因素,也是海冰快速减少的主要能量来源。该工作在 *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 发表。



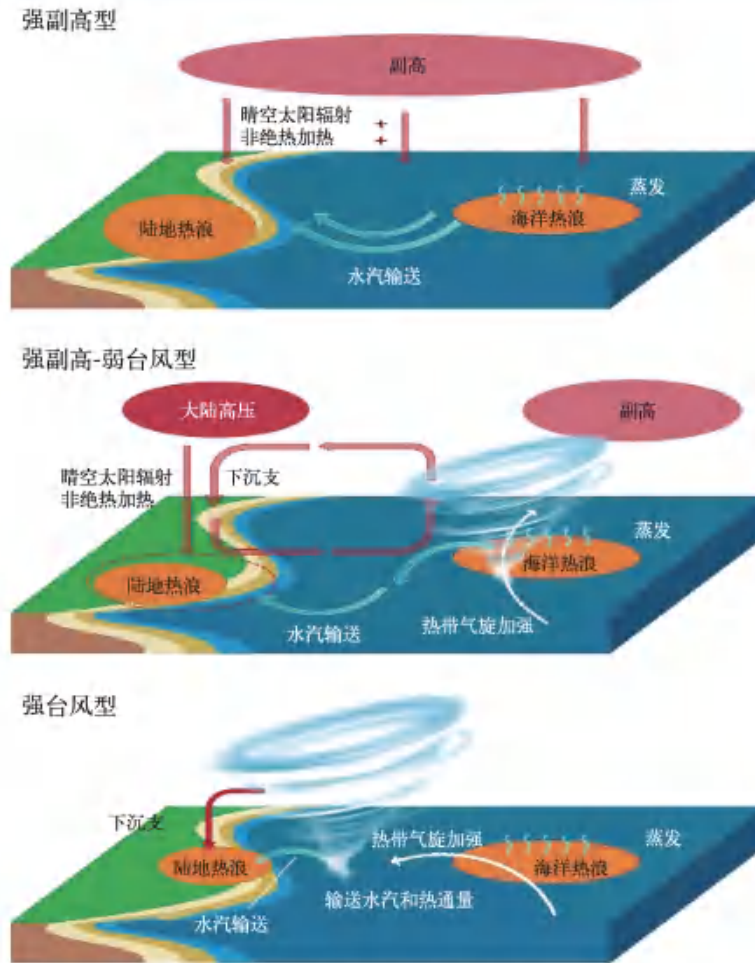
海冰快速减少期对流层温度呈现底部放大的暖异常示意图

#### 1.4.4 阐明海洋热浪影响陆地热浪形成和变性(湿度)的途径

基于拉格朗日空气质点追踪方法,识别海洋热浪空气质点登陆最频繁的区域;通过合成分析和典型个例分析,建立强副高同时控制型、强副高-弱台风共同影响型、强台风主导型的海-陆复合热浪形成机理概念模型;证实海洋热浪可以改变陆地热浪的温湿属性。相关论文发表在 *Journal of Meteorological Research* 上,并被选为封面论文。

#### 1.4.5 揭示复合型高温热浪高发地区及成因

1979—2022年6—8月共出现46次持续时间3 d以上的复合型高温热浪。统计结果表明,长江中下游的日-夜气温均具有显著的10~30 d振荡特征,且复合型高温热浪基本都发生在日-夜气温10~30 d振荡的峰值位相锁相期间。日-夜气温10~30 d峰值位相的锁相来源于东亚沿岸对流层高层的10~30 d偶极型位涡结构。基于位涡反演理论,该准双周偶极型位涡造成长江中下游地区的异常下沉运动,使人射短波辐射以及下沉运动有关的绝热增温增加,引起白天的极端高温。同时,下沉运动造成的低层辐散在我国东南沿海地区引起异常反气旋性环流,加强了来自南海的水汽输送。持续性的低层水汽积累削弱了夜间的长波辐射冷却,有利于夜间极端高温形成。此外,上述水汽和温度的准双周垂直结构变化还使对流层低层的大



海-陆复合热浪成因概念模型  
(强副高型、强副高-弱台风型、强台风型)

气稳定度增加,造成下沉运动持续控制长江中下游地区,有利于白天和夜间的极端高温维持,进而形成复合型高温热浪。

研究还发现,上述准双周的偶极型位涡模态,一方面造成长江中下游的复合型高温热浪,使当地电力需求显著增加;另一方面显著削弱了北部的太阳能资源量,不利于跨区输送的电力供应,加剧了该极端事件情景下的电力供需失衡风险。

#### 1.4.6 揭示 2000 年后华南地区热浪高发,且近 10 年由干热浪主导转变为湿热浪主导

在湿热浪期间,华南地区表现为中等强度的温度上升及大幅湿度上升的叠加,造成显著的热应力增加,严重威胁人体健康。功率谱分析发现,华南地区温度和湿度存在显著的 10~30 d 振荡,是造成湿热浪的重要因子。华南地区的湿热浪来源于热带和中高纬度大气准双周振荡的协同作用。在湿热浪期间,热带 10~30 d 对流异常呈显著的偶极结构,表现为抑制对流异常位于南海—热带西太平洋,活跃对流异常位于长江—日本以南的带状区域。同时,欧亚大陆中高层出现 10~30 d 正压的涡旋性波列。二者协同作用一方面导致水汽在长江以南汇聚,另

一方面使异常下沉运动被锚定在华南沿岸地区,在与下沉运动有关的绝热增温、与水汽累积有关的长波辐射增暖共同作用下形成了湿热浪。

#### 1.4.7 指出降雨侵蚀力对陆面相关的灾害具有指示作用

研究显示未来气候变化情境下,亚洲高山区的降雨侵蚀力呈显著增加趋势,其中新疆增加速率显著高于西藏。该结果表明,亚洲高山区未来降水相关灾害可能会进一步增多。

研制近 10 年我国降雨侵蚀力数据集,该数据产品显示:西部区域降雨侵蚀力空间分布差异显著,西藏多年平均降雨侵蚀力显著高于新疆地区。

#### 1.4.8 揭示海-陆-气相互作用造成东亚副热带夏季风区极端气候异常关键机制

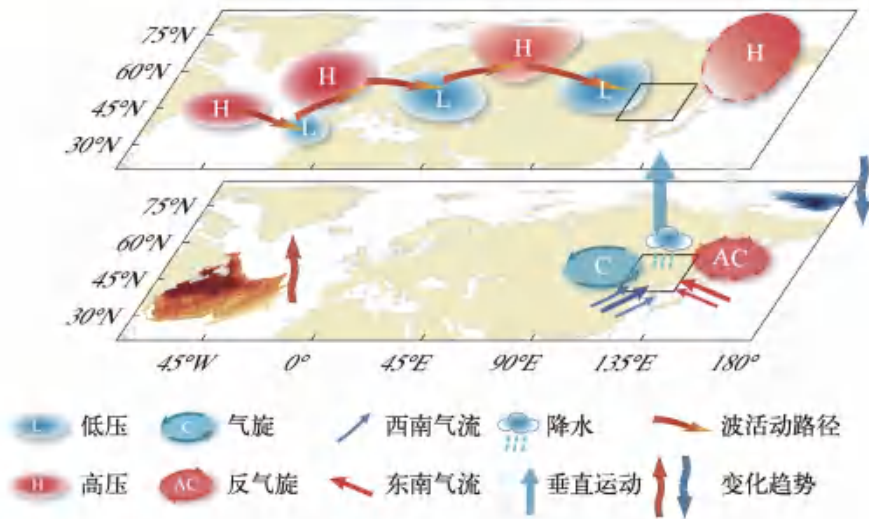
2023 年 6 月中旬至 7 月,我国华北地区经历了极端热浪事件,其特点是近地面气温显著升高,伴随着局地气温季节循环峰值位相的提前。不同于经典的“热穹”模式,异常的对流层高层冷涡活动先于热浪极端事件发生。在此过程中,印太暖池的海温异常纬向梯度首先抑制了印度夏季风的对流活动,进而通过热带-副热带遥相关激发上述高空冷涡。该环流异常加剧局地陆-气热力对比,导致局地感热增加和土壤湿度降低。干燥的土壤条件进一步维持并增强了地表感热,令地表气温迅速升高并维持,最终导致此次极端热浪。尽管欧洲中期天气预报中心(ECMWF)的次季节至季节(S2S)预测系统能够描述上述海-陆-气反馈机制,但由于对土壤湿度异常的预测偏差,依然低估了热浪强度。该研究明确了提高东亚副热带夏季风区极端热浪事件次季节预测能力的方向。

#### 1.4.9 开展厄尔尼诺活跃期全球破历史纪录的温度预测和风险预估研究

大气次季节波动作为极端事件的关键媒介,其可预报性受到初始条件和边界条件的共同影响,增加了预测时效的难度。为此,采取从年循环出发的策略,建立一套从年际到次季节的分层预测方法。针对不同时间尺度设计预测模型,并利用全球年际温度预测模型进行实证分析。结果显示:ENSO 和气候系统记忆性对全球温度年际变化的贡献最大,分别达到约 13.7% 和 11.2%。该模型能够提前 1 年准确预测全球温度分布,可为决策者提供宝贵的信息。该项成果填补了现有动力模式在年际预测方面的空白,及时预测了 2023 年 7 月—2024 年 6 月全球温度破纪录的可能性以及各地区可能面临的气候风险。该研究成果获得包括中国气象报、中新社、时代周刊(TIME)、AGU 会刊 EOS、CNN、镜报、卫报在内的 70 多家国内外媒体和多种语言的深度报道。

#### 1.4.10 揭示年循环异常对 2000 年以来东北亚夏季风增强的影响机制

东北夏季降水的季节预测是我国气候预测的难点和重点。2000 年以来,东北亚地区夏季降水表现为 7—8 月降水量增加和 9 月雨季结束时间推迟的线性趋势。研究发现,7—8 月蒙古气旋和 9 月千岛群岛上空的反气旋增强是导致该地区夏季风增强的直接原因,北大西洋海表温度变暖和东西伯利亚海冰量减少是驱动东北亚夏季风增强的主要因子。该研究预示,

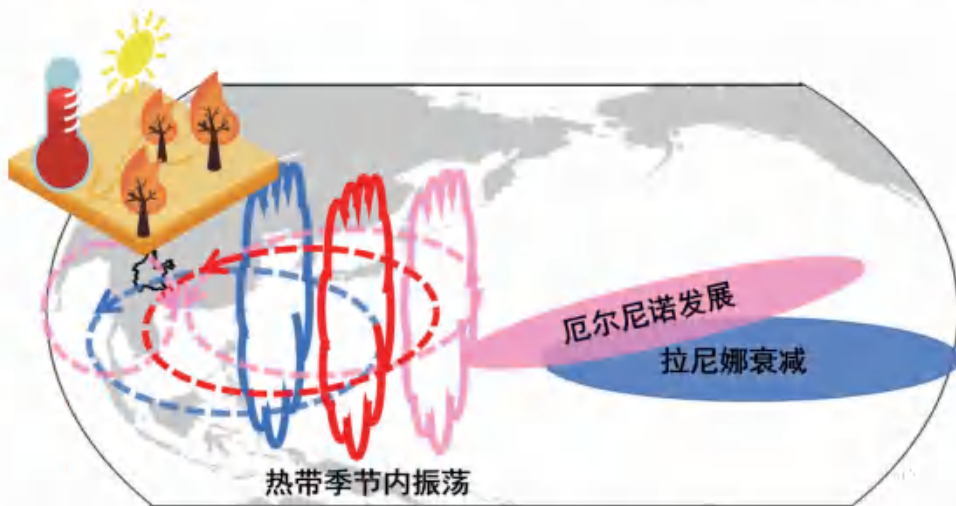


北大西洋海温异常和东西伯利亚海冰异常对东北亚夏季降水影响示意图  
(红色表示海温正异常,蓝色表示东西伯利亚海冰负异常)

全球变暖正在通过海温和海冰的趋势变化,改变东亚季风的季节循环,从而导致东北雨季变化。上述变化增强了东北亚夏季风季节可预报性,为预测我国东北夏季降水提供了新视角。

#### 1.4.11 揭示 ENSO 位相转化对我国西南地区冬春连旱事件的影响机制

2023 年 1—5 月我国西南地区出现冬春连旱,其中云南较为严重,致使云南省当地水资源供应、电力供应和生产力遭受严重破坏。此次极端干旱的发生和持续与拉尼娜向厄尔尼诺的相位转变同时发生。研究结果指出,此次严重干旱事件部分归因于拉尼娜和厄尔尼诺演变的接力影响。与成熟拉尼娜相关的西太平洋异常增强的气旋引发了西南地区异常下沉运动和水



接连发生的拉尼娜衰减和厄尔尼诺发展对 2023 年西南地区冬春连旱的接力影响示意图  
(蓝色表示拉尼娜衰减引起的对流异常和反气旋异常,粉色表示厄尔尼诺发展对应的对流异常和气旋-反气旋异常对,红色表示 MJO 活动引起的反气旋异常)

汽供应减少,从而导致干旱的发生。随着拉尼娜衰减,西太平洋异常气旋在冬末春初逐渐减弱。此外,厄尔尼诺发展使西太平洋异常气旋向东移动,并在该地区维持异常偏北风。前冬的拉尼娜有利于春末热带西太平洋的季节内振荡活动延长,这再次加强了西太平洋异常气旋,并加剧了云南的干旱。此次西南冬春重旱事件是东南亚整体干旱的局部极端现象,是对拉尼娜状态向厄尔尼诺状态过渡的一种响应,显示几个月的可预测性。历史上拉尼娜位相向厄尔尼诺位相过渡期间出现类似极端干旱情况进一步夯实了这一观点。

#### 1.4.12 揭示气候变暖背景下北京主汛期降水季节内变化机制

北京地区汛期降水是东亚副热带夏季风季节循环的关键过程之一,也是我国气候预测业务的重点任务。研究表明:北京地区汛期降水的季节循环异常具有4种独立类型,包括“持续旱涝”和“旱涝急转”两种典型特征,占比分别为45.2%和54.8%,其直接原因是日本海上空的具有相当正压结构的环流异常。在持续旱涝年,当日本海上空出现高压(低压)异常时,中纬度蒙古气旋和高空南亚高压异常耦合联动,局地盛行低空北风(南风)异常,抑制(促进)了来自西北太平洋的水汽输送,令降水持续偏少(偏多)。而在旱涝急转年,当7月日本海上空盛行低压(高压)异常、西太平洋副高异常南移(北抬)时,北京地区降水异常偏少(偏多);8月,伴随着蒙古气旋的异常加强(减弱),日本海上空转变为高压(低压)异常,北京地区降水随之异常偏多(偏少)。进一步研究表明:持续旱涝型异常和热带外海温存在显著相关,而旱涝急转型异常不仅与热带 ENSO 事件联系紧密,还与局地降水显著的10~30 d 季节内振荡信号有关。

#### 1.4.13 发展边界层参数化方案,研究城市热岛对云降水的影响

发展基于单变量函数的灰区边界层方案。针对“边界层灰区”参数化难题,发展了灰区自相似理论,构建随高度和稳定度变化的组织化结构尺度,将多变量函数转换为单变量函数,简化了函数构造难度,提升了准确性。在此基础上研发了一套适用千米级天气预报模式尺度自适应边界层方案。揭示城市边界层内风热环境特征。在雄安新区容东片区开展多尺度模拟试验,通过耦合中尺度模式 WRF 和微尺度 CFD 模式 PALM,风速模拟精度提升42%。刻画风热湿环境的非均匀时空特征。研究城市水文过程与热岛效应对气候的影响。发现热浪期间城市水文过程可显著降低最高气温,提高舒适度,但对平均气温影响不明显。水文过程还使降水空间分布更分散,得益于潜热对城市热岛强度的缓解及行星边界层的稳定作用,与地面绿化相比,屋顶绿化展现出更强的降温优势。

#### 1.4.14 提供西南区域延伸期气候预测及决策气象服务

研发的西南区域延伸期天气预报系统实现准业务化运行,实现逐日滚动未来15 d的天气变化预测,并向成都市气象局提供数据产品;针对西南区域完成了预测系统参数化方案组合的试验和评估。完成了中国气象局信息专报“暖湿化背景下若尔盖草原湿地生态环境状况向好,

但仍要关注水资源短缺的风险”、我院决策服务信息专报“暖干化背景下西南高山地区林火风险加剧,亟待增强复杂地形下林火衍生灾害防控能力”,并报送中共中央办公厅。

## 1.5 气象影响与风险研究

### 1.5.1 开展气象为大金融服务关键技术研究

紧密围绕金融强国战略需要与经济社会应对天气气候风险的现实需求,针对气象为大金融领域服务缺乏的问题,开展了一系列创新性研究,研发中国金融气象指数系列,推出中国金融气象指数与服务平台。针对气象为金融服务面临双向数据壁垒的困境,开创性地提出金融气象解决方案,研发金融气象指数。金融气象指数以金融领域及气象敏感型行业的气象服务需求为导向,基于中国基本气象数据与产品共享服务目录和参与世界气象组织全球通信系统(GTS)的国际交换站观测数据,筛选与金融市场波动相关性强的气象要素进行建模,形成由温度、降水、风速和能见度等4类基本气象要素及其衍生产品构成的、体现不同气象风险敞口的指数系列,为我国金融机构(银行、保险、期货、证券等)管控自身风险以及气象敏感行业(农业、能源、电力、交通等)趋利避害提供度量气象风险的标尺。在此基础上,探索气象为金融更具时效性、安全性、可持续性的服务模式,与国家气象信息中心合作,基于数-算一体的气象大数据云平台(天擎)开展多源数据整合、质量控制、时空插补、多要素指数算法调度等,研发了中国金融气象指数与服务平台(简称中气指平台),于2024年9月1日面向社会公开发布。中气指平台上线71种金融气象指数,并提供指数极值查询、多时间尺度统计、趋势图表显示、指数预报预测以及定制化产品制作等服务功能。该平台的推出,不仅为金融及气象敏感型行业管控气象风险、趋利避害、提升决策能力等提供便捷、有效的工具,也引领了金融气象服务工作,为国省市县气象部门对接金融行业提供了重要的工具与途径。目前已发布平台2.0版本,新增保



中国金融气象指数与服务平台



黄淮海冬小麦冻害指数展示



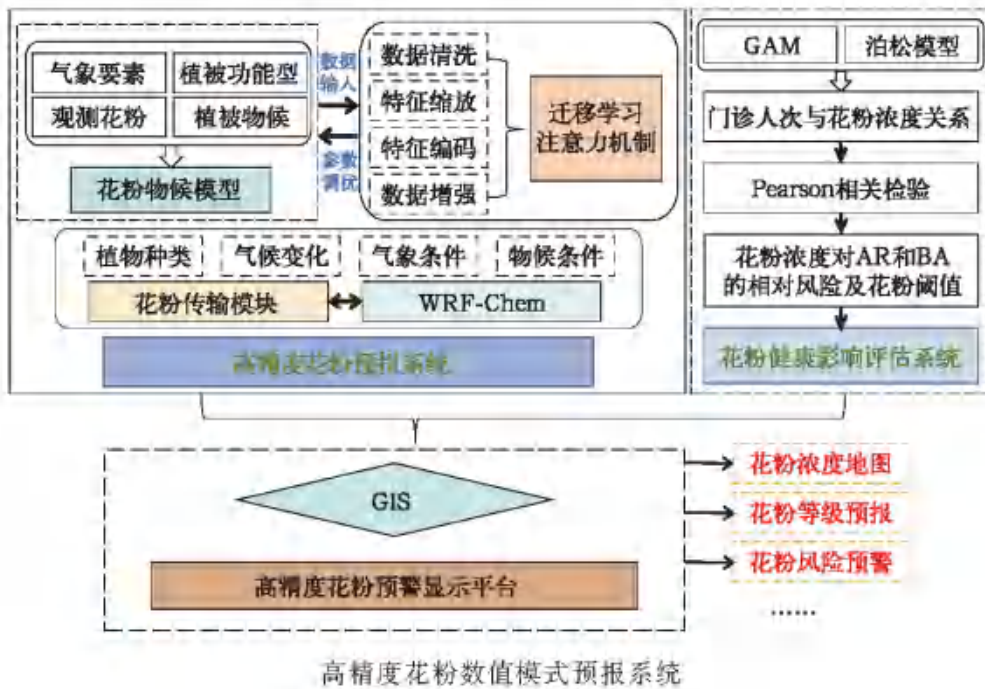
中气指平台金融服务专区

险证明、气候贷、风险减量、巨灾保险、ESG 及风险披露服务专区等,可为金融行业提供专业化的金融气象服务。

### 1.5.2 开展高精度花粉预报预警研究

聚焦国内花粉数值预报领域的技术空白,通过集成人工智能与数值模式,在 WRF-Chem 大气化学模式中嵌入花粉传输模块,构建高精度花粉预报预警系统。系统全面考虑风速、降水、湿度等气象因素对花粉排放和扩散的影响,模拟花粉从源头排放到大气扩散、沉降的全过

程。结合先进的机器学习算法,实现对花粉浓度的高精度预测。其精细化网格化预报能力,能够捕捉不同区域的花粉浓度差异。提出“气候健康红利期”,其被定义为温度对健康的净影响呈下降趋势的时期。考虑适应能力和人口变化后,揭示不同地区气候健康红利期的时空演变规律,其中,中部和西部地区的红利期已经结束或即将结束,东北地区将在 21 世纪 50 年代前结束,东部地区的红利期将延续至 21 世纪末。研究凸显了在红利期即将结束地区采取紧急行动的必要性。基于传染病动力模型开展流感模拟预测,揭示季节尺度、年际尺度等多时间尺度,气候变暖对流感流行传播影响的规律。通过建立地理时空加权回归模型,明确持续高温和白天降水减少对臭氧污染的影响机制在于不仅直接促成臭氧生成,还间接增加臭氧前体物异戊二烯的排放的影响机制,进一步促进臭氧的高污染事件。阐明近 5 年来高温热浪对臭氧时空变化特征的作用,为臭氧污染控制提供重要的科学依据。



### 1.5.3 开展基于地块的通风潜力研究

针对城市微观尺度上建筑的布局和形态对局地通风的影响,开展基于地块的通风潜力研究。通过计算流体力学(CFD)模拟和现场观测试验,找出建筑参数与通风指数之间的定量关系,提出实际街区复杂建筑形态下有利于通风的建筑形态和布局控制指标建议。

在石家庄通风廊道规划研究成果、城市建筑形态以及现状气候环境分析的基础上,选取石家庄某一条二级通风廊道上的多个典型地块作为研究对象,进行不同建筑高度、建筑密度、建筑布局方案(100 个典型个例)的 CFD 模拟。根据模拟得到的高度及形态参数变化下,典型地块内部及周边不同高度层流场、风速放大系数的空间分布,利用回归分析确定建筑高度、密度、

排列布局与通风指数之间的关系。依据建立的各项参数与风速、通风潜力系数的定量关系,总结建筑密度与风速衰减速度、建设布局与其背风区风速、建筑高度与不同高度流场的影响,给出不同建筑形态和布局对通风潜力及地块微气候时空变化影响的评价。最后,以参数调控后的行人层平均风速值达轻风风力下限( $1.6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ )为原则,计算对应的高度及形态参数合理控制范围,作为有利于通风的建筑高度及空间形态参数控制指标及阈值,给出优化空气流通能力的建筑形态和布局控制指标建议。在以上模拟研究基础上,进一步开展现场观测试验验证。现场调研石家庄实际建筑形态,考虑建筑高度、排列形态、建筑面宽及布局方向,选取老旧低矮/新式高层、点式/行列式/围合式建筑布局、建筑面宽大/面宽小的4个典型地块小区作为观测对象。利用便携式气象观测站,在典型地块的迎风面、内部、背风面选取特征点位,开展20个典型日的风速、风向、气温、湿度同步观测。对不同观测点风速、风向观测结果进行分析,得到真实街区环境下不同建筑高度、排列形态、朝向和面宽等对地块风环境的影响。将观测结

### 不同建筑高度风环境影响



上风向观测到的平均风速最大,内部次之,下风向平均风速最小

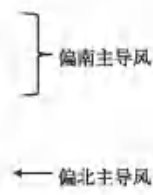
上风向的舒适风区占比最高,下风向普遍最差,尖岭小区的舒适风区减小更加明显

内部平均风速最小,且舒适风区占比最低,万达小区内部舒适风区占比减小程度更加明显

静风出现的频率:偏南风背景下,尖岭小区内部和下风向都高于万达小区,偏北风背景下,两个小区各观测点出现静风的频率都很低

尖岭小区内部观测到的主导风向和上风向处较为统一,万达小区内部观测点风场转向更加明显

地块/小区的通风环境不仅受建筑高度影响,还受建筑布局、密度及间距等一系列因素的影响,并非建筑高度增加必然导致通风能力降低,与一期项目的研究结论一致



### 不同建筑面宽及布局方向影响



G点虽在该地块的上风向,平均风速却最小,H点和I点平均风速相近且偏大

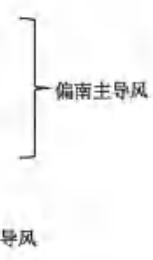
天山九峰小区整体建筑布局方向顺应主导风方向,为东南—西北走向,且建筑面宽较小,H点和I点舒适风区占比较大(25%~41%),盛邦花园6区建筑物布局为东西方向,面宽较大,建筑布局方向与主导风存在一定夹角,对偏南气流的阻隔作用较大,G点舒适风区占比较小(12%~13%)

H点和I点舒适风区占比较大

静风出现的频率:东北风背景下,各点观测到的静风频率普遍较东南风和西北风背景下偏高

建筑布局顺应主导风方向,且建筑面宽较小,地块内部和下风向通风环境和舒适度都较好

建筑布局方向与主导风存在一定夹角,使得背风面风速减小,夹角越大、面宽越大,小风区增大的效果越明显,与一期项目的研究结论一致



不同建筑高度、建筑面宽及布局方向对地块风环境的影响

果与数值模拟结果进行综合比对分析,进一步验证有利于局地环境流通的合理的建筑高度、布局及形态参考值,提出优化空气流通能力的地块/小区设计建议和指引。

#### 1.5.4 研究低空经济气象监测预报关键技术,开展通航气象风险评估

研发通航气象预报产品。通过整合 ECMWF、CMA CPEFS 等多源产品,结合动力学及统计学方法,成功研发出一套全面的航空气象服务产品体系,共计 3 大类 32 种产品,为典型机场、进近区和航路危险天气精准预警预报服务,为通航安全提供有力支持。

发展边界层湍流动能收支反演新算法。利用相干多普勒测风激光雷达,发展一套直接测量大气湍流标度率特征垂直分布算法,并首次给出边界层湍流标度率的时空分布图。针对湍流动能收支的廓线探测难题,提出湍流动能收支探测新方法。开展湍流颠簸统计分析,借助机载 X 波段多普勒相参气象雷达开展强降雨、湍流、风切变探测算法研究。

提出通航敏感气象因子风险评估标准。通过实地调研通航机场和飞行员,结合民航飞行气象条件指标及文献研究等方法,确定降水量、云、能见度、风等 4 类高敏感气象因子风险等级阈值,将目视飞行气象风险分为 4 级:绿(低风险)、黄(较高风险)、橙(很高风险)、红(极高风险)。该研究解决了通航目视飞行气象风险评估技术问题,可为低空通航飞行提供指导。

#### 1.5.5 建立南京轨道交通气象观测设备研发和暴雨积涝、雷击风险评估模型

针对南京地铁接触网覆冰导致的地铁运行事故,研发基于多光谱测量和图像分类技术的轨道交通接触网覆冰识别实时监测设备,通过提取图像亮度、清晰度等特征数据,融入深度学习算法对电线积冰过程进行观测为电线结冰业务观测提供另一套可行、可靠的自动观测方法。观测设备已在南京地铁和贵州地区应用。

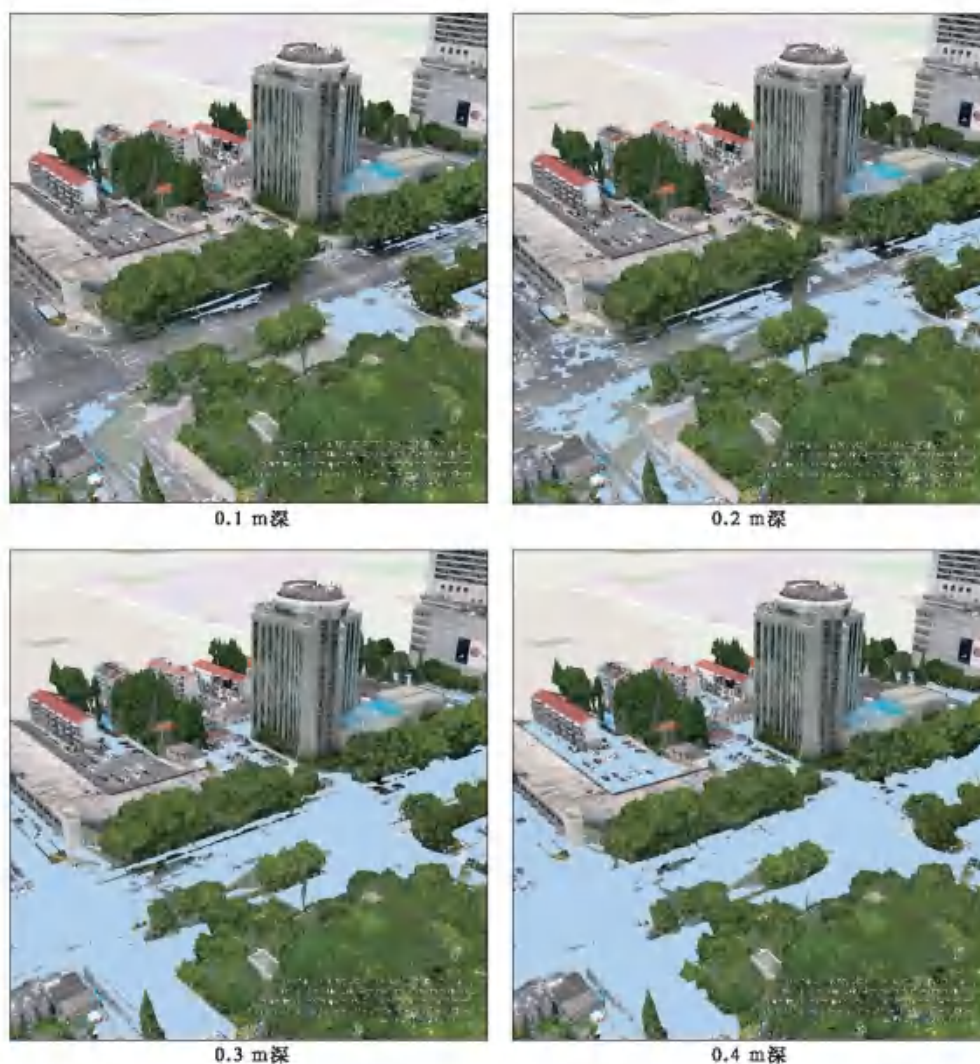
结合地下轨道交通设计规范及相关文献,构建城市轨道交通暴雨积涝风险评估指标体系,



地铁接触网观测设备及实地安装

并以南京轨道交通为承灾体,完成暴雨积涝风险定量化评估。模型实现了情景模拟下暴雨积水和轨道交通风险的精细化评估,为城市防涝和轨道交通灾害管理提供科学依据。

面向高铁运输气象需求,针对江苏地区 13 条高速铁路线路的雷击跳闸风险,构建高时空分辨率的高速铁路走廊雷击数据库,分析沿线地闪密度特征及雷电流幅值累计概率密度函数,以此为基础,研究高速铁路走廊的雷电危险分区,并通过改进的电气几何模型(EGM),构建接触网雷击跳闸计算模型,分析避雷线对直击雷跳闸率的影响。



南京市地铁 1 号线玄武门站 100 年一遇降雨积涝过程三维动态可视化

## 1.6 生态与农业气象研究

### 1.6.1 中高纬度地区天气气候预报预测与风险

#### ■ 揭示东北冷涡对东北地区极端冷事件的影响机制

研究东北冷涡对东北地区冬季极端冷事件的影响,发现强东北冷涡与其南部高空槽诱导

强冷空气南下影响我国地区,形成极寒天气。对流层深冷空气自北极地区产生后,由于对流层顶持续扰动的存在,经平流作用可将冷空气自西北向东南方向输送到我国东北地区,进而产生极寒天气,东北冷涡是对流层深冷空气平流过程的产物。

### ■ 研发区域冷云四维变分同化预报系统

依托国省统筹数值预报项目,开展 FY-4B GIRS 晴空和全空辐射数据在 CMA-MESO 中的同化研发。建立全空辐射“等价云量参数”(CA),进而建立全空对称观测误差模块,实现 CMA-MESO 对 FY-4B GIRS 全空辐射数据的直接同化应用;同化晴空条件和全空条件下 GIRS 辐射数据后,能够直接调整改进冷涡热力结构,进而改进降水预报。建立区域冷云四维变分同化系统,逐小时同化地面观测、雷达径向风、反射率因子和降水数据,逐小时同化预报 36 h,使用 MRI(多分辨率增量,同化分辨率 45 km)同化技术大大减少了四维变分同化运行时间。国际上首次成功编写了应用于四维变分同化的包含冰相的冷云微物理过程的切线性和伴随模式,并发布在 WRF V4.5 版本中,实现了雷达发射率和降水数据的直接同化,于 2024 年实现业务运行,同化预报效果优于三维变分系统。

### ■ 阐明东北冷涡对东北地区玉米延迟型冷害的影响特征

东北地区春玉米延迟型低温冷害主要由东北冷涡主导,低温冷害年对应东北冷涡在夏季更为频繁,东移型冷涡(1类路径)及东南长距离移动型冷涡(2类路径)活动偏多。合成的环流异常进一步说明东移型冷涡向东南移动发展,东北中南部降温幅度较大,会导致东北南部玉米减产,东南长距离移动型冷涡活动区域偏北,导致东北地区产生大幅降温,北部区域玉米减产较为显著。

## 1.6.2 农业与生态气象观测试验

### ■ 构建精细化立体协同观测系统,开展东北地区典型生态系统陆-气立体观测

在东北地区开展森林、农田、湿地和草地等生态系统的陆气交换通量与小气候特征、物候、



森林生态系统立体协同观测试验

土壤温湿度、植被覆盖、积雪当量、边界层风廓线和微波辐射等协同观测;开展干旱胁迫控制试验,进行植被叶片光合作用特征、叶面积指数、无人机搭载高光谱和激光雷达等空-地结合科学试验;建立农田和湿地等生态系统植被形态、生理生态特征等立体观测数据集;分析不同下垫面的微波辐射亮温及其极化差(垂直-水平)随观测角度变化特征,构建微波辐射信号下垫面识别模型;开展辽河三角洲芦苇湿地、小兴安岭森林和锡林浩特草原的碳通量特征和时空变化规律分析,揭示不同生态系统的固碳能力机制。

#### ■ 持续发挥河北固城农业气象国家野外科学观测研究站示范引领作用,龙头作用日益凸显

由固城农业气象国家野外科学观测研究站牵头编写的“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,将用于指导大气科学与气候变化方向的国家野外科学观测研究站建设。在辽宁铁岭、河北保定、宁夏吴忠建设3个高标准农田科技成果转化示范基地,服务国家粮食安全。该站入选科技部国家科技基础条件平台中心野外台站优秀案例。

#### ■ 构建 2015—2024 年东北地区典型生态系统高质量陆气通量数据集

在东北原始红松林、黑土地水稻、松嫩平原旱作农业、辽西北半干旱作物、滨海盐碱水稻以及辽河口湿地等典型生态系统,建立长期稳定的陆气通量监测网络,采用国际标准的开路式涡度相关观测技术,实现了 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 通量、感热通量、潜热通量和湍流交换等塔基陆气通量数据高精度、高频次监测。数据处理采用包括降水剔除、异常值剔除、摩擦风速阈值过滤、MDS缺失插补等国际通用质量控制流程,确保数据集的可靠性和完整性。该数据集时间为2015—2024年,已通过中国气象局预报司业务准入评审,即将融入气象大数据云平台,实现科研数据向业务应用转化,为生态系统碳汇评估、农业生产管理和气候变化应对策略制定提供坚实的数据支撑。

### 1.6.3 农业气象灾害与气候韧性

#### ■ 揭示气候变暖背景下干旱灾变过程影响玉米叶片、冠层的碳氮代谢机制,建立干旱早期预警模型

围绕干旱灾害监测预警,以气象干旱、土壤干旱和作物耐旱能力密切相关的叶片水分为切入点,采用定位观测、模拟试验、原位控制试验、区域调查与遥感监测等方法,获取不同品种玉米不同发育期对不同水分胁迫与持续时间响应的观测数据,揭示玉米干旱灾变机制,指出干旱改变叶片/冠层碳氮代谢,干旱过程中玉米叶片性状存在权衡现象,玉米干旱具有空间稳定性与叶龄保守性,验证“干旱首先影响光合作用,其次影响叶片形态,最终影响产量”的观点,解决不同叶位叶片受旱指标相同的科学问题;提出基于光合生理受损的干旱致灾识别方法,明确不同玉米品种的干旱致灾阈值的叶片水分均为75.5%,解决玉米干旱指标与干旱早期预警的阈值难题;研发考虑大气干旱、土壤干旱和作物耐旱能力综合影响的作物水分亏缺指数(CWDI)

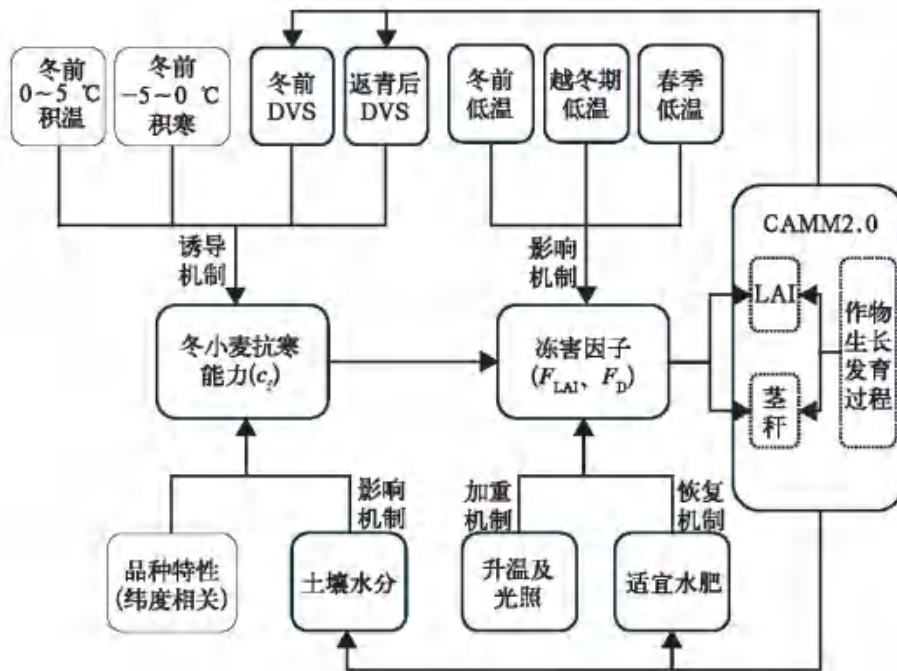
模拟模型,结合下垫面水分亏缺指数(WDI)和土壤水分胁迫指数(SWSI),构建玉米干旱灾变早期预警模型,给出玉米受旱程度分级,有效提升玉米干旱灾变监测预警水平。获中国气象局2024年度气象科技成果评价优秀等级。

### ■ 阐明气候变暖与品种更新对作物产量的影响机理

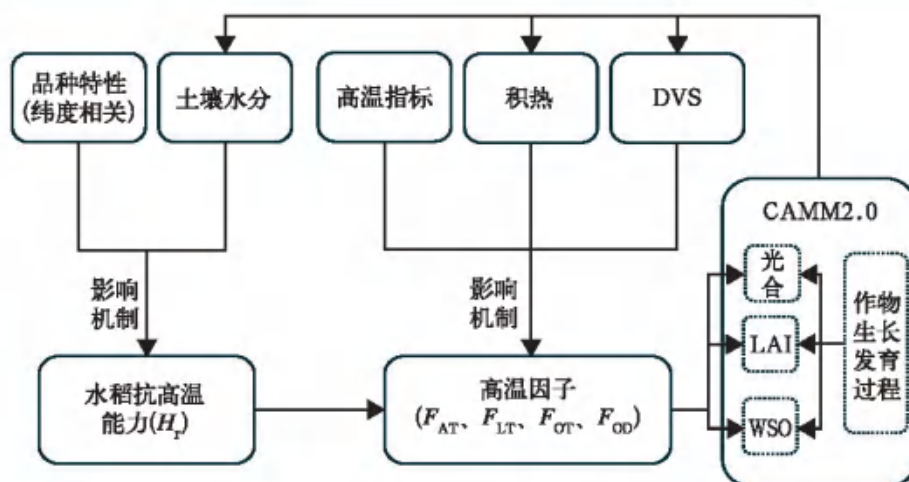
人工培育的良种是实现冬小麦高产稳产的基石。不同年代培育出的品种,反映了当时社会对小麦生产的特定需求。研究选用20世纪60年代到21世纪初培育的10个冬小麦品种,历经多年的“2因子×2水平”田间试验,成功区分气温升高与施肥措施对冬小麦产量的影响。试验结果表明,升温未对不同品种冬小麦产量产生显著的负面影响。进一步分析发现,在不施肥条件下,升温带来的产量增幅随着品种育成年代的推移而逐渐递减;而在施肥条件下,升温带来的增产效益则随着品种育成年代的推移而逐渐递增。此外,升温 and 施肥处理间产量数据的相关性,亦随着品种育成年代的推移而逐渐增强。本研究不仅揭示了不同年代冬小麦品种对气候变暖的响应差异,还证实了冬小麦育种进程被动适应了气候变暖的趋势,即所育成的品种逐渐适应了气温升高的环境。这一结论对气候变暖背景下的冬小麦育种工作提供了极具价值的参考。

### ■ 明晰突发型气象灾害对作物生长发育与产量形成过程的影响机理

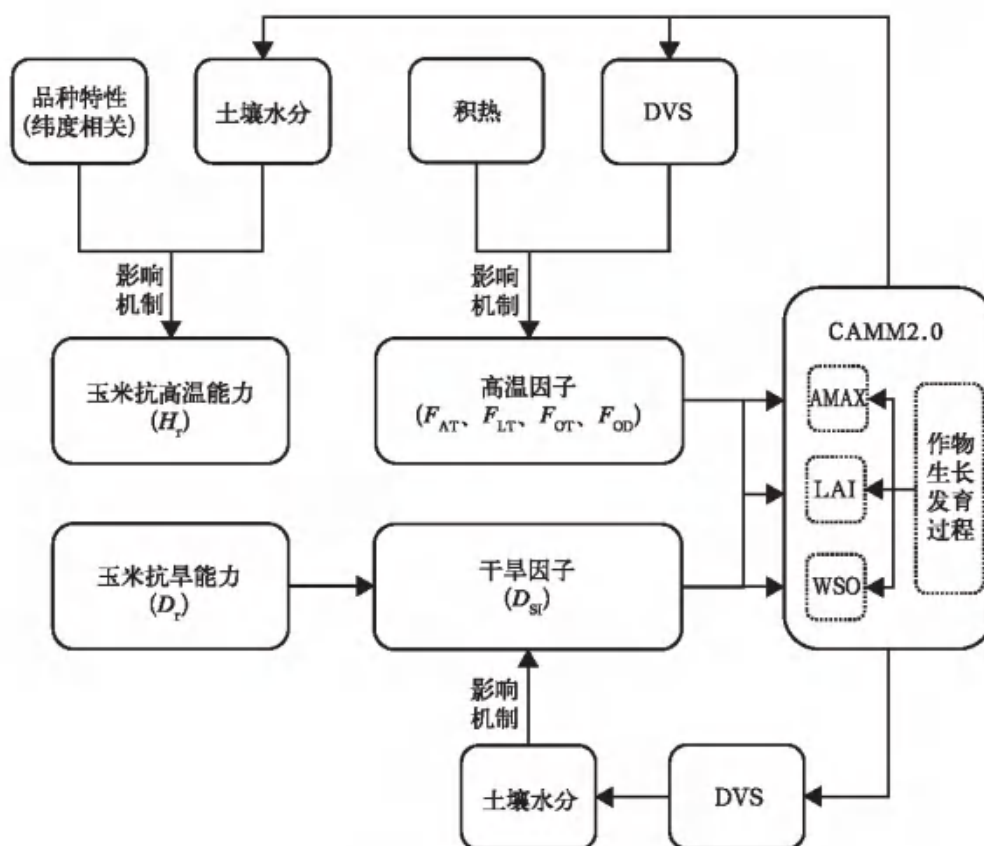
融合大田试验、Meta分析、先验知识筛选等多元方法,深入探究并明确了冬小麦低温冻害、玉米高温干旱、水稻高温热害等主要气象灾害对作物生长发育过程中光合作用、干物质分配、叶面积扩展等关键环节的全链条灾害影响机制。综合考虑作物自身抗低温的能力以及低



冬小麦低温冻害影响机制



水稻高温热害影响机制



夏玉米高温干旱影响机制

温因子的影响,构建冬小麦低温冻害机理模型;兼顾作物的抗高温能力和高温因子的影响,构建水稻高温热害机理模型;结合干旱和高温的影响机理过程,构造玉米高温干旱模型。通过耦合上述几种灾害模型,本研究发展完善中国农业气象(灾害)模式,形成了全新的 CAMM 3.0

版本,并检验了中国冬小麦、玉米和水稻的模拟性能。检验结果表明:全国多站点模拟的生物量及产量的相对误差均约为 15.0%,该成果显著提升了当前农业气象模式在描述气象灾害致灾机理以及预测其影响方面的准确性和可靠性。

基于中国农业气象(灾害)模式 CAMM3.0,开展 2024 年夏秋粮食作物长势监测和产量预测,在国家气象中心及吉林、辽宁、河南、安徽、江苏、江西 6 个粮食主产省业务应用,支撑业务和决策服务材料 8 份,其中 1 份上报中共中央办公厅。

### ■ 构建夏玉米干旱潜伏期和发展期逐日动态监测方法

依据作物干旱发生发展机理,将气象干旱的发生定义为夏玉米干旱过程的胁迫点,将农业干旱的发生和恢复定义为夏玉米干旱过程的致灾点和恢复点,据此将夏玉米干旱过程划分为潜伏期(胁迫点-致灾点)和发展期(致灾点-恢复点)。研究发现,10 d 尺度的逐日标准化降水指数(SPI10)和逐日植被水分指数(VWI),分别是玉米干旱潜伏期和发展期的最佳监测指数,进而构建了夏玉米干旱过程逐日动态监测方法 DMMD(dynamic monitoring of the maize drought process)。基于该方法,系统分析了 2000—2020 年黄淮海夏玉米气象及农业干旱日数百分比三维结构,从时间、空间和强度等多个维度,实现了玉米主产区干旱发生发展致灾过程及产量损失的动态监测与定量评估。

### ■ 解析马铃薯产量和商品薯率的协同提升效应,定量评估发育期温度和降水对马铃薯产量及商品薯率的影响程度

基于 5 年雨养马铃薯大田试验数据,确定不同水热年型下马铃薯产量、商品薯率和经济收益最高的适宜播期和品种耦合方式。研究发现,暖湿年份适宜种植中熟品种早播和中播,暖干年份适宜种植早熟和中熟品种早播;基于线性相关揭示马铃薯块茎总产量和商品薯率之间的协同提升效应;马铃薯块茎形成期的降水和有效积温(GDD)、块茎形成期前降水及块茎形成期后降水与平均气温的交互作用可解释 77%的马铃薯块茎总产量变异;而商品薯率(MTR)主要受播种至块茎膨大后 10 d 的降水、块茎形成期的高温及块茎形成期前降水与气温交互作用的影响。

### ■ 评估不同模式在气候变化条件下模拟玉米发育期的表现

系统梳理物候模式在变化气候条件下的表现,重点评估 9 个模式在模拟历史气候变化下玉米的营养生长期和生殖生长期的能力,其中,7 个模式基于常数积温假设,2 个模式基于非常数积温假设。大多数模式均能较好地模拟玉米的开花期和成熟期,基于非常数积温假设的模式均方根误差较低。在两个阶段中,自主研发的 RAM 模式表现最优,在略高于下限温度时仍具有较高发育速率的模式(RAM, Beta, CERES, NGD, MAIS)在生殖生长期的均方根误差较低。部分模式存在系统偏差,在营养生长期,具有灵活温度响应曲线的模式(EPIC, MCWLA, WOFOST, Beta, CERES, RAM)模拟开花期的偏差较小;在生殖生长期,只有 RAM 和 NGD

的均方根误差与平均生长期温度相关不显著。研究表明:需要进一步研究低温对生殖生长期发育速率的影响,并研发具有灵活响应曲线的模式,以减小气候变化条件下模式的系统偏差。

#### ■ 系统梳理大豆气候区划指标,构建考虑气候条件和气象灾害、病虫害等影响的大豆种植气候区划智能模型

系统梳理大豆气候区划指标体系,编制春大豆气候区划图以及主要气象灾害区划图,发现受气候变暖影响,我国内蒙古东北部、黑龙江西北部春大豆可种植区扩大,西南东部寡照区增加,西北地区降水亏缺;东北及内蒙古东部地区春大豆开花期低温日数减少,全国春大豆高温热害范围扩大,干旱高发区空间分布发生变化,黄淮海、西南地区干旱加剧。利用人工智能 LightGBM 模型方法分析大豆单产与气象条件、气象灾害、病虫害等因子的关系,并对模型进行训练及检验,构建大豆种植气候区划智能模型,编制全国春大豆种植气候区划图,发现在气候变暖背景下,东北地区大豆可种植区向西扩展,大豆适宜种植区向北扩展。

#### ■ 研发的多项农业气象灾害监测与风险评估技术投入业务应用

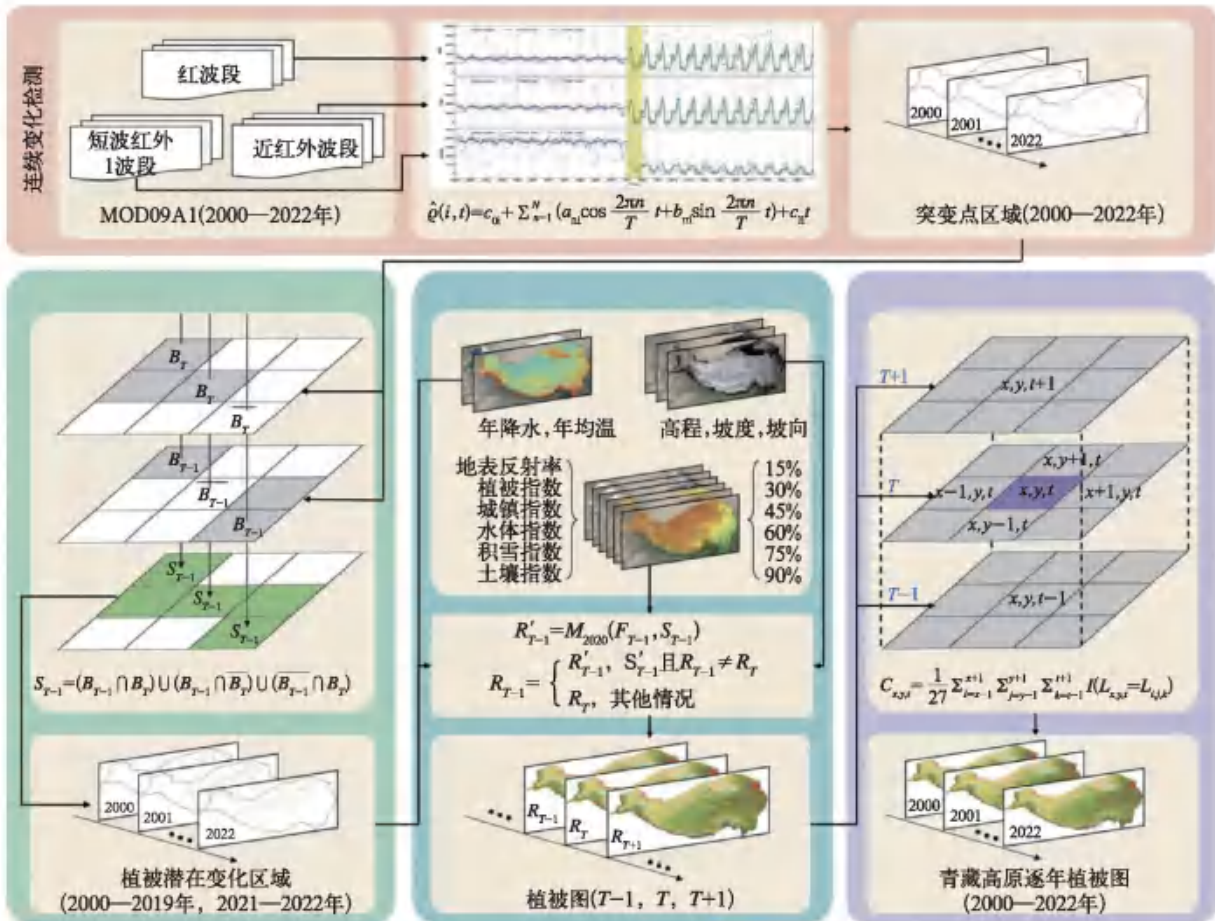
基于自然灾害综合风险理论,从干旱危险性、脆弱性和暴露性 3 个方面,结合实时观测数据和未来 1~10 d 逐日的智能网格天气预报数据作为气象驱动数据,开展全国玉米干旱风险评估和预估。目前全国玉米干旱风险评估和预估技术已通过预报司业务准入评审,融入国家气象中心 CAgMSS 云平台业务系统。

针对农业干旱动态化、定量化和精细化影响评估和预测预警服务等核心问题,创建和发展了农业干旱过程、干旱事件和产量损失的动态定量评估技术方法和指标体系,并将相关成果集成建立软件系统平台,实现了农业干旱致灾过程连续监测、受灾程度、产量损失的动态定量评价和预报,形成了气象为农服务的“监测-评估-预报-服务”技术体系。农业干旱动态定量评估与预报技术已在东北地区省、市、县三级气象部门业务应用,并被纳入辽宁和吉林省气象部门农业气象服务一体化平台,借助网站等媒体发布决策服务产品,为高时效精准开展农业干旱预警及影响评估夯实基础,显著提升农业气象业务服务能力和水平。在内蒙古突泉县成果推广的过程中获得中国气象局领导的批示认可,获中国气象局科技成果评价“良好”等级,获辽宁省气象局科技成果一等奖和成果评价优秀等次,该成果被纳入中国气象局《农业气象适用技术汇编》,在全国推广应用。

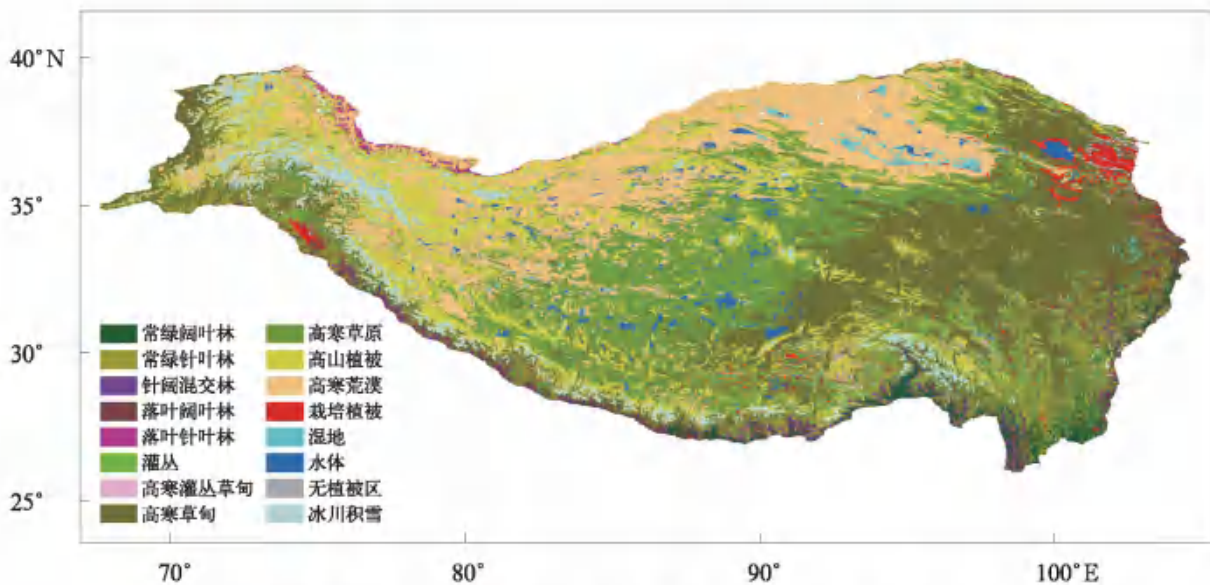
#### 1.6.4 气候变化的生态响应与适应

##### ■ 创建融合多源数据与机器学习方法的生态环境高时空分辨率监测技术,绘制青藏高原生态环境高时空分辨率多源数据动态监测图集

青藏高原被誉为地球“第三极”,其独特的地理位置和气候条件,孕育了丰富的生物多样性和复杂的生态系统,是全球气候调节、生物多样性保护以及区域社会经济发展的关键。受气候变暖和人类活动影响,青藏高原植被地理分布与生态功能近年来正在经历深刻变迁,植被生产



2000—2022年青藏高原500 m分辨率植被制图技术路线



2020年青藏高原500 m分辨率植被类型及空间分布

力和碳汇功能显著增加。研究提出一种结合参考植被图与年度动态更新的长时序植被制图方法,并利用遥感、地形和气象数据,绘制 2000—2022 年青藏高原逐年 500 m 分辨率植被图。

基于实地调查和现有的青藏高原植被分布数据,利用纯净度指标构建植被类型样本库,并通过随机森林模型绘制青藏高原 2020 年植被图。在此基础上,利用长时序 MODIS 遥感数据、地形和气象数据,结合连续变化检测(CCD)、潜在变化区域识别、真实植被类型识别和时空约束等方法,绘制青藏高原 2000—2022 年逐年植被图。研究结果弥补了青藏高原长时序植被分布数据的缺失,并为全球气候变化背景下的植被动态监测和生态系统管理提供重要的科学依据。

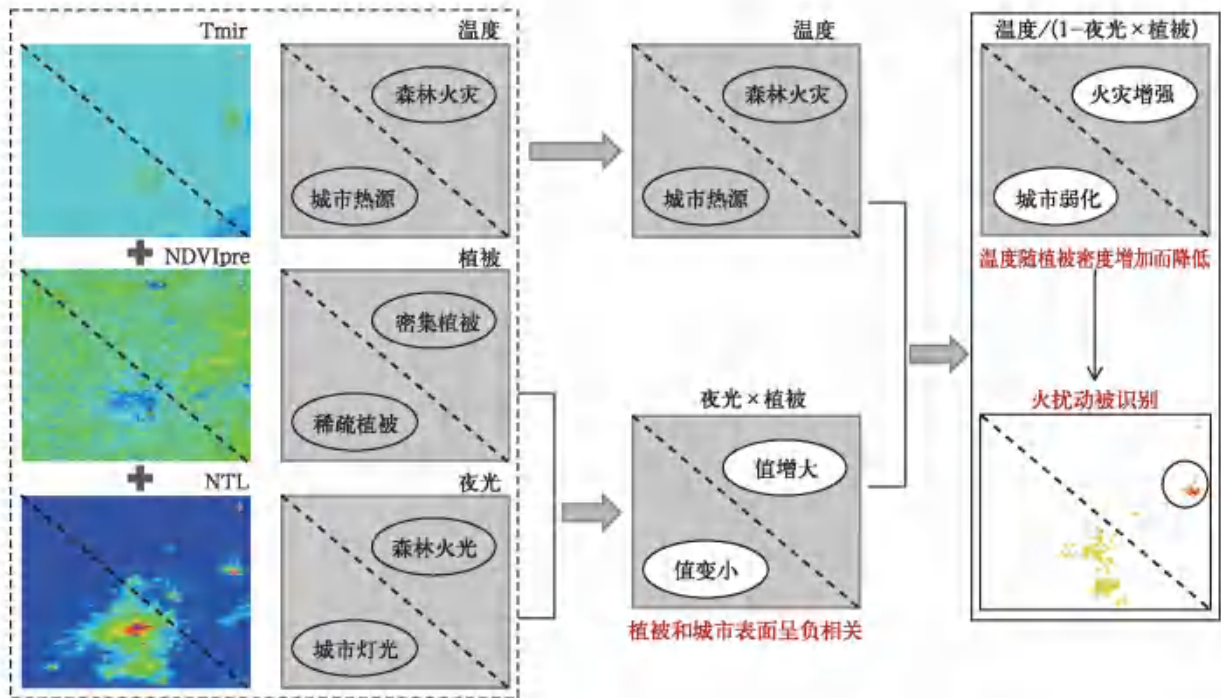
### ■ 揭示非均匀增温对温带地区植被物候的影响机制

探讨分析冬春季非均匀增温对温带地区植被物候的影响,系统总结了冬春季非均匀增温、积雪和光周期变化对春季物候的影响,以及这些影响存在的物种特异性、位置特异性以及季节补偿效应等,指出当前非均匀增温对植被物候影响研究存在的问题和不足,提出未来在星-地-空多尺度协同观测、新型控制试验、模型模拟、非均匀增温及其对植被影响机理机制研究等方面亟需努力的方向。研究成果可为气候变化季节影响评估研究提供科学参考,为有效改进全球植被固碳模型提供重要科技支撑。基于研究成果撰写的服务材料被评选为 2023 年度中国气象局优秀气象科技前沿动态研究报告。

### ■ 研发首颗风云黎明星数据的干旱和火灾监测算法

考虑东北地区玉米、大豆不同发育期,将干旱监测分为 5 个时段,构建干旱遥感监测指数集,建立分时期农田土壤湿度反演模型,比全时期模型精度提高 10%~25%;比较分析径向基函数神经网络(RBF)、随机森林、XGBoost、LightGBM 4 种机器学习土壤相对湿度反演模型,发现随机森林模型监测精度高于其他 3 种模型,达到 82%以上;加入黎明星数据,土壤相对湿度反演模型精度均超过 90%,平均精度为 95.12%,模型精度最高达到 97.4%,监测准确率提高了 8%以上,监测分辨率从 1 km 提高至 250 m。基于地表温度随植被密度增加而降低的原理,以及植被和城市表面呈负相关的程式化事实,首创森林火灾微光遥感识别指数——增强夜光火灾扰动指数(ENFDI),可以增强森林火灾与城市灯光之间的光谱特征差异,提高微光条件下森林火灾识别能力,森林火灾 ENFDI 在 1.073 以上,明显高于城市灯光区域 ENFDI (0.840~1.073),能够有效降低微光数据(NTL)易饱和的影响,ENFDI 与中远红外亮温差相关系数高达 0.94~0.97,明显高于 NTL 与中远红外亮温差的相关性(0.82~0.83),森林火灾识别精度达到 81%以上,与 NPP/VIIRS 主动火灾产品(VNP14IMG)具有良好对应关系,定位偏差不超过 628 m。利用中国首颗晨昏轨道卫星(FY-3E)数据,首次实现了融入黎明和黄昏时段业务气象卫星数据提升土壤湿度反演精度,首创了半定量火灾遥感监测指标,为推动我

国首颗黎明星数据在地方遥感应用奠定基础,推动了风云晨昏卫星数据在省级气象部门的业务化。



增强夜光火灾扰动指数(ENFDI)构建的理论基础示意图

### ■ 创建基于风云气象卫星的植被生态系统服务功能评估技术

融合 FY-3D NDVI、气候和地形数据(包括高程、坡度和坡向),构建了卫星遥感-气候信息联合驱动的植被净初级生产力(NPP)模型和植被覆盖度(FVC)模型,反演得到 2021—2022 年中国区域植被净初级生产力和植被覆盖度。

结合优化的陆-气耦合区域气候模式(WRF),设计 3 组试验方案:①采用 WRF 模式默认植被覆盖度和土地利用数据作为控制试验(CTL);②采用 2001—2020 年逐年逐月 MODIS-NDVI 数据制作的植被覆盖度(VEG);③采用 2001—2020 年逐年 MODIS 土地利用数据(LU),发展了东北地区植被气候调节功能(水源涵养、土壤保持、防风固沙)评估技术。评估 2000 年以来三北工程区的水源涵养、防风固沙等生态功能,研究发现植被覆盖度增加可以明显降低平均气温,植被覆盖度增加幅度不同,降温幅度也不同,植被覆盖度增加越多,降温效果越明显,且降温幅度与植被覆盖度增加幅度空间分布基本一致。

### ■ 研究叶绿素荧光与光合作用的关联机制及其干旱响应

基于玉米营养和生殖生长期干旱试验,开展不同高度叶片、叶片不同位置光合参数和荧光参数的观测,株高和叶面积观测,以及光合有效辐射吸收比率(FPAR)参数观测,目前已获取第 2 年试验数据。基于观测数据研究玉米不同生长阶段干旱状况下光合生理参数(净光合速



光合作用和主被动叶绿素荧光观测

率、蒸腾速率、光能利用效率、气孔导度等)、荧光参数(光能转化效率、荧光效率、非光化学猝灭(NPQ)等)和日光诱导叶绿素荧光(SIF)的动态变化特征以及光合作用与叶绿素荧光之间的关系。

利用 SIF 卫星遥感数据,通过分析 SIF 与标准化降水蒸散指数(SPEI)间的关系,探明近 20 年辽宁区域春玉米 SIF 对干旱的响应敏感性、SIF 对玉米光合能力的反映,探讨利用 SIF 作为监测玉米干旱指标的可行性。结果表明:①月尺度上,SIF 负距平与干旱一致的比例为 77%,SIF 正距平与非干旱事件一致的比例为 67%。说明干旱条件下的 SIF 对 SPEI 的响应比非干旱条件下更敏感。②将近 20 年的干旱分为 4 类:Ⅰ类为干旱且严重减产,Ⅱ类为干旱且一般减产,Ⅲ类为多月干旱但不减产,Ⅳ类为单月干旱不减产。选择 4 个年份(2015 年、2020 年、2018 年、2016 年)分别作为 4 类干旱年的代表,分析 8 d 尺度上 SIF 对干旱发生发展过程的响应。干旱程度越重,SIF 对干旱的响应越迅速,SIF 对干旱的响应呈现 0~64 d 的滞后性不等。严重干旱年,SIF 对干旱响应的极其敏感和显著滞后时段为 0~24 d。SIF 对干旱响应的滞后性日数与干旱持续时间、干旱程度以及前期干旱程度均有关。③在吐丝和乳熟关键期阶段,玉米若遭遇干旱,其 SIF 比其他时期更难以恢复,更易导致减产。近 20 年 8 月平均 SIF 与玉米单产相关性最高,而此时正处于吐丝和乳熟关键期。因此,SIF 不仅可以为干旱提供早期预警,也有潜力作为产量损失预估指标。

#### ■ 系统分析不同生态系统蒸腾蒸散比的变化特征及驱动因素

针对东北地区森林、农田、湿地 3 类生态系统,利用遥感、再分析等多源数据,分析不同生态系统近 20 年蒸腾蒸散比的时空变化特征以及驱动因素。近 20 年,森林、农田、湿地 3 类生态系统蒸腾蒸散比的年际变化呈现微弱上升趋势,上升速率分别为每年 0.0006、0.0037、

$0.0009 \text{ mm} \cdot \text{mm}^{-2}$ 。蒸腾蒸散比在生长季表现为单峰状态,即 5 月开始上升,7—8 月达到较高水平,9 月开始下降。森林、农田、湿地 3 类生态系统蒸腾蒸散比在空间上表现为上升趋势的区域分别占比 59.70%、84.70%、55.13%。在生长季各月,东南部森林生态系统、中部农田生态系统、南部湿地生态系统蒸腾蒸散比均高于其他地区同类生态系统。3 类生态系统蒸腾蒸散比变化的主导生物驱动因子均为总初级生产力(GPP)、SIF,而不同生态系统的环境驱动因子存在差异。森林、湿地生态系统中,相对湿度、降水、最低温度的解释力高于其他环境因子;农田生态系统中,饱和水汽压差、相对湿度、降水对蒸腾蒸散比变化的影响更显著。GPP 与相对湿度是 3 类生态系统生物因素与环境因素交互作用后解释力最强的组合。

### ■ 研发的“生态气象云服务平台”面向公众开放,用户量超过 1600 户

研发的“生态气象云服务平台”于 2024 年 11 月正式向全国用户开放,截至 12 月 31 日注册用户量已超过 1600 个,任务订单累计超过 2 万条。中国科学报、科学网、全国气象科教融合创新联盟等媒体相继报道和转载了“生态气象云服务平台”向全国用户开放的信息。

该平台集成人工智能(AI)、大数据、云计算、5G 和 GIS 等先进技术,创建一系列服务新模式,包括数据处理自动化、数据递送快速化、数据深度分析人性化、模型模拟简单化、生态要素变化速率及显著变化区识别自动化、批量制图自动化、生成报告多样化与智能化,用户“专有服务系统”构建便捷化等,开创生态气象智能化服务新模式。

该平台已经用于中国气象局生态气象服务业务,服务内容涵盖气候变化评估、生态质量监测、生态风险识别、环境影响评估、气象贡献率、生态修复成效评估、碳源汇动态监测等。平台还可应用于生态环境部、自然资源部、应急减灾部、水利部等部门,以及生态监测、科研、环评、教育、科普等群体。该平台作为中国气象局气象科技成果业务化应用的优秀案例,促进了科学研究-技术创新-业务应用深度融合,显著提升业务服务水平。

### ■ 发布《气候变化对中国植被生态质量影响评估报告》蓝皮书

2024 年 10 月发布农业应对气候变化蓝皮书《气候变化对中国植被生态质量影响评估报告(No. 1)》,阐明 2000 年以来全国和“三区四带”的植被生态质量时空演变特征,指出 2000 年以来全国植被生态质量显著提升主要原因在于气候变化和生态工程建设。该蓝皮书为我国生态保护与恢复工程的科学规划以及应对气候变化提供重要决策依据。

#### 1.6.5 农业与生态气象大模型及应用

##### ■ 研制大模型所需的 2016—2023 年全国高精度逐日 5 km 日照时数数据集

当前日照时数反演与估算领域,普遍面临着观测站布局不完善、缺乏大范围格点化数据等挑战。为解决这些难题,以 Himawari-8/9 卫星光学遥感短波辐射数据和高密度日照时数台站数据为核心数据,生成针对不同日序数(DOY)的 Ångström-Preseott 模型参数查找表;使用

100 折交叉验证方法,获得每个 DOY 的最佳模型参数  $a$  和  $b$ 。利用 2016 年和 2023 年的地面观测日照时数数据进行评估验证,结果显示相关系数高达 0.88,证明了最佳模型参数  $a$  和  $b$  在每个 DOY 下均具有出色的泛化能力。基于此,进一步生成 2016—2023 年逐日 5 km 分辨率的日照时数数据集。首次构建国内高时间、空间分辨率的日照时数数据集,为依托大模型进行作物生长状况和产量监测预测提供重要的数据支持。

### ■ 研制大模型所需的 2015—2021 年全国高精度逐日 $0.1^\circ$ 微波地表温度数据集

在当前地表温度监测与应用领域,存在时间连续性差和时间分辨率低等突出问题,这在一定程度上限制了其在作物产量预测等关键领域的广泛应用。为了解决该问题,以 FY-3C/3D 微波遥感数据和高密度地表温度台站数据为核心数据,同时引入辐射传输方程作为约束机制,融合了包括气候驱动因素(如相对湿度、风速、云量、长波辐射、短波辐射、潜热通量和显热通量)、人为活动信息(如夜间灯光数据、地表利用类型、比辐射率、反射率)、地理信息(如高程、坡度、坡向)以及植被指数在内的多源数据。在模型选择与评估方面,对比了 U-Net 系列模型(包括 U-Net、U-Net++ 和 U2-Net),从时间和空间两个维度对模型的模拟结果进行评估。结果显示,逐日微波地表温度数据集的精度约为 3 K。基于上述方法,生成 2015—2021 年逐日  $0.1^\circ$  微波地表温度数据集。与国内现有的其他同类数据集相比,该数据集在提高微波地表温度时间分辨率和精度方面取得显著进展,且为依托大模型进行作物产量高质量预测提供重要的数据支持。

### ■ 系统分析盘锦水稻田碳通量变化特征

利用 2018—2020 年盘锦市水稻农田生态系统观测站净碳交换量(NEE)观测数据,分析盘锦市水稻田 NEE 年变化、日变化特征;将 NEE 和风、净辐射进行对比;分析植被总初级生产力(GPP)日变化、季节变化等;按季节对比地温对生态系统呼吸的影响,并计算生态系统呼吸温度敏感性( $Q_{10}$ )。结果表明:NEE 的年总量都为负值,表现为碳汇,其中 2018 年 NEE 总量最大,为  $-574.09 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。NEE 的年变化与风速呈正相关,与日照呈负相关;NEE 的日变化为“U”形,GPP 的日变化为倒“U”形,中午达到峰值,日变化值在夏季最大;NEE 高值对应的风向是 W、WSW、SW 和 NE、ENE;NEE 低值对应的风向是 SSE、S 和 NNW、NW;NEE 绝对值随净辐射的增加而增大,有时出现 NEE 峰值滞后于净辐射。GPP 年值呈下降趋势,生态系统呼吸年际变化较小,夏季生态系统呼吸比其他季节偏高 2~6 倍;2019 夏季生态系统呼吸强度随地温增值达到  $0.85 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ , $Q_{10}$  值达到 4.84。2018 年夏季平均气温较高、温度日较差较小、风速较大共同促成 NEE 在 2018 年出现高值,而 2020 年 6—7 月降水量偏少造成 2020 年 NEE 值偏低。生态系统呼吸与土壤温度存在明显的指数关系, $Q_{10}$  在夏季最高,是其他季节的 1.9~2.6 倍。

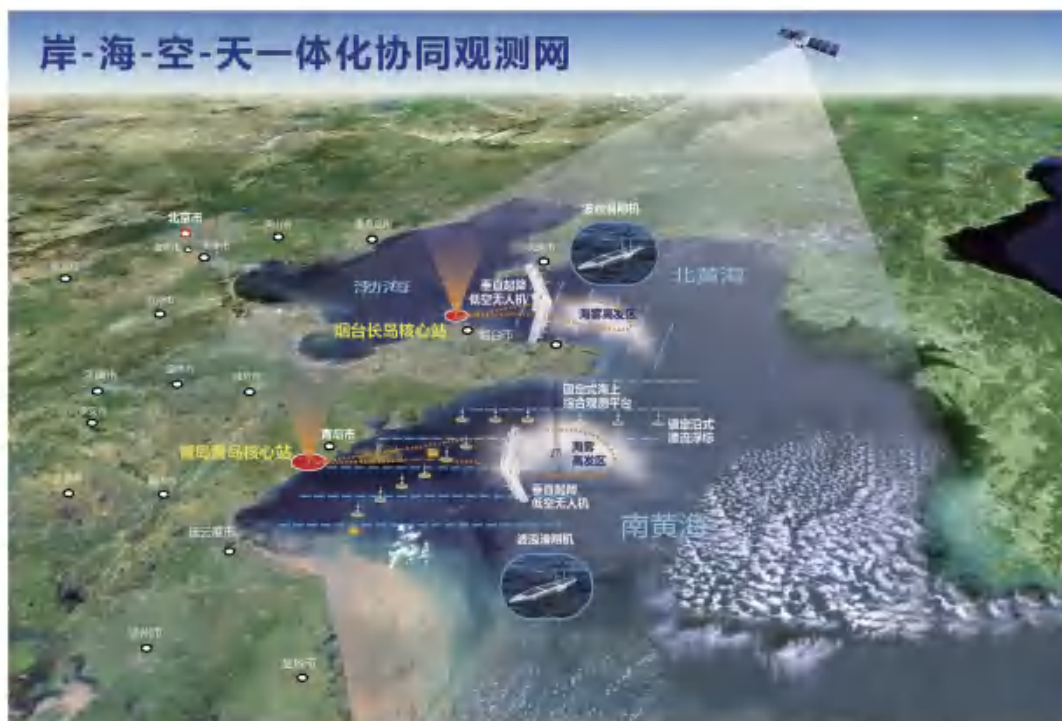
## 1.7 海洋气象研究

### 1.7.1 开展黄海海雾联合观测试验,推进野外科学试验基地建设

#### ■ 野外科学试验基地建设

青岛海洋气象研究院联合山东省气象局和青岛市气象局,积极推进黄渤海(青岛)海洋气象野外科学试验基地建设。完成基地建设规划设计,并列入海洋气象规划。落实中国气象局和青岛市政府协议,超前谋划设计黄渤海(青岛)海洋气象野外科学试验基地,基地定位为国内领先、国际一流的国家级海洋气象综合试验场,试验基地以青岛黄岛和烟台长岛岸基综合观测站、海上试验场为核心、沿海和海上机动观测为辅,建设岸-海-空-天一体化的海洋气象协同观测体系。

与青岛海检集团海上试验场达成合作意向。通过与青岛海检集团沟通,与青岛海上综合试验场有限公司签署战略合作协议。双方拟通过合作共建国家工程研究中心、成立联合实验室等手段建立合作机制,并就合作共建科学试验基地、开展海洋气象科学试验、合作共建海洋气象装备试验测试与质量技术体系、推进海洋气象装备产业化工作、推进面向海洋特色低空经济保障服务平台构建、合作开展服务青岛的碳中和技术研究以及联合开展人才培养及合作等方面进行深入合作。



黄渤海(青岛)海洋气象野外科学试验基地总体布局

## ■ 黄海海雾观测科学试验

2024年4—8月在青岛市黄岛区组织开展黄海海雾综合观测试验,通过联合青岛市气象局、中国气象局气象探测中心,中国气象科学研究院大气成分团队、中国海洋大学激光雷达团队等多个团队,在常规业务观测基础上,增加激光雷达、毫米波云雷达等新型雷达用于边界层关键过程观测,增加雾滴谱仪、粒径谱仪等设备用于雾滴的微物理化学特征观测。

春夏雾季观测期共捕捉17次海雾过程,开展了海雾生消演变的物理化学过程研究:①获取黄海春夏季不同类型海雾过程中的边界层动力场和气溶胶宏微观特性综合观测数据集。②对试验中的多源观测数据进行初步处理以及质控订正,分析评估海雾条件下各种搭载平台和观测设备的环境适应性和观测数据可靠性。③针对典型海雾过程,基于从天气尺度到微观尺度的多源观测数据,分析研究黄海海雾的生消演变机理,重点分析边界层的湍流混合过程对于海雾生消演变及微物理化学特性变化的影响;通过分析海雾生消演变过程中大气成分的变化,总结归纳海雾过程对气溶胶粒径分布和颗粒物数浓度的作用。



黄海海雾综合观测试验观测设备布局

基于多源观测重点分析7月24—25日的海雾过程。能见度观测表明:24—25日间断性出现5次海雾过程(F1~F5),其中F1和F5事件对应两次持续时间较长的浓雾过程,能见度不足100 m。由温度和相对湿度可知,该次海雾符合黄海夏季海雾的基本特征,与春季海雾不同的是近地面的降温和增湿均促进了海雾的生成,两次能见度增加均与边界层日变化(近地面辐射增温)造成的增温和降湿相关;风速基本小于 $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,F1和F2期间风向以东北风为主,F3至F5转向东南风。

海雾的生消演变对边界层的动力过程非常敏感。在海雾生成阶段,从信噪比的观测结果可以明显捕捉到气溶胶聚集→沉积→形成低云→低云下沉→低云接地→形成海雾这一过程。成雾过程中伴有明显的风速风向切变,垂直速度观测结果表明云内湍流混合较强(层顶强下沉气流/层底上升气流);在海雾维持阶段,边界层内下沉气流强,风速低且以南风/东南风主导。边界层动力过程的改变(风向转变、风速增加、上升气流增强)对海雾演变影响很大,在海雾消散阶段,风速急剧增大与强上升气流最终导致海雾消散,雾层抬升形成低云。

### 1.7.2 开展全球和区域耦合实时预报系统的研发与应用

#### ■ 开展全球海-浪-气-陆-冰多圈层耦合实时预报系统研发和评估

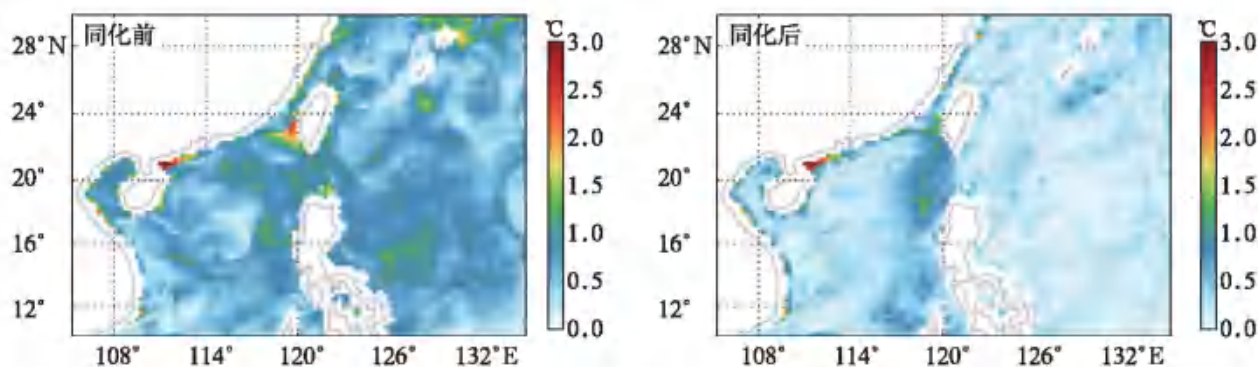
依托国家重点研发计划重点专项,研制基于 GRIST-MOM 海洋、大气、陆面、海冰耦合系统,利用 NCEP GFS 业务分析场生成大气初始场,提供未来 7 d 全球耦合多要素预报,并针对台风、海雾开展实时预报试验。该系统大气采用变分辨率网格,在西北太平洋区域分辨率为 3 km,逐步过渡到其他区域 60 km 分辨率。自 2024 年 6 月 1 日起,该系统进行了近 5 个月的实时预报试验。对模式预报效果进行初步检验表明,模式对台风路径、结构及海雾雾区范围预报效果较好。

通过对比卫星可见光云图观测结果和模式预报的最低层云液水含量的初步对比评估模式针对海雾的预报效果。由可见光云图可以看到黄渤海雾区,但卫星观测海雾会受到中高云的干扰。数值模式预报的最低层云液水含量可以指示海雾雾区,可以看到和卫星观测的雾区位置和范围大致吻合(图略)。

以台风“贝碧嘉”(2113)为例,数值模式的台风路径预报和观测吻合较好。从风场预报和合成孔径雷达(SAR)的反演结果对比可知,风场结构和观测吻合较好,但台风强度预报较 SAR 反演结果偏弱,原因有两方面:一方面,海气耦合模式一般会低估台风强度;另一方面,SAR 的反演结果在近岸区域可能存在偏差,其结果较最佳路径数据给出的最大风速明显偏大。

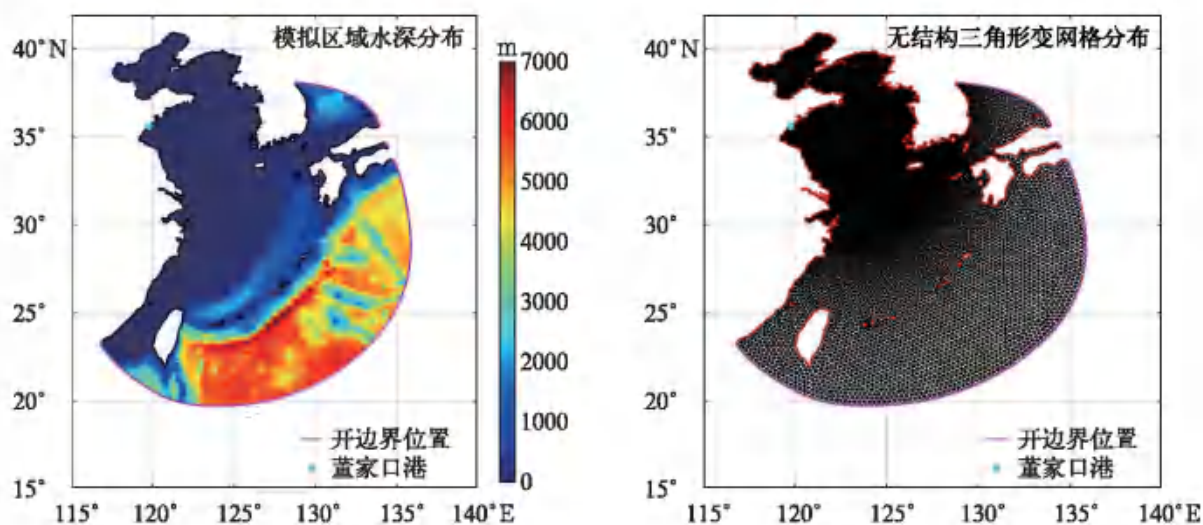
#### ■ 研发区域多圈层耦合数值预报系统并进行效果评估

建立西北太平洋海洋四维变分同化预报系统并进行效果评估。基于四维变分同化技术同化卫星海表温度、海表高度和 Argo 浮标等海洋观测数据,实时提供西北太平洋区域分辨率不低于 9 km 的温度、盐度、海流、海表高度等海洋要素预报产品。该模式对黑潮、中尺度涡、台湾暖流、南海环流等西北太平洋主要环流系统都有较好的模拟和预报效果。对模式的检验评估效果表明:0~7 d 的海表温度预报误差约为 0.4~0.7 °C,1500 m 以内的垂向温度预报误差约为 0.58 °C,表明该系统的预报性能和国内外先进水平相当。该系统已经通过技术服务合同在多家单位实现落地。



同化前后海表面温度均方根误差

建立区域 ADCIRC-SWAN 耦合预报系统并开展台风影响下的风浪潮复合灾害研究。该系统采用大气强迫驱动浪潮耦合数值模式 ADCIRC-SWAN, 针对当前高分辨率浪潮耦合数值模拟运算效率较低的问题, 该系统采用如下图所示的无结构三角形变网格, 网格分辨率在近岸海域设置为 1 km, 逐渐过渡到 15 km 的远洋海域。



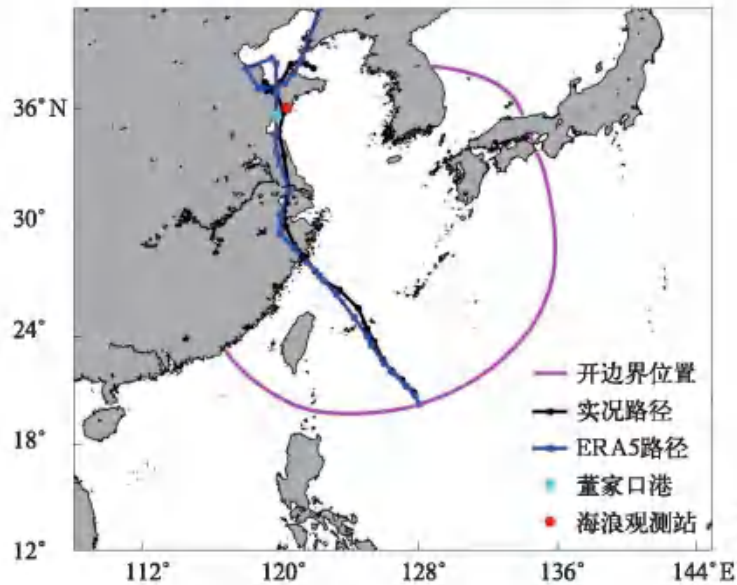
ADCIRC-SWAN 耦合数值模拟区域水深和无结构三角形变网格分布

利用该系统模拟超强台风“利奇马”(1909)影响期间的海浪和风暴潮, 并与观测进行对比, 结果表明, 模式能较好地模拟山东半岛附近海域的海浪。

### 1.7.3 开展船舶导航关键技术研究及示范应用

成功将船舶避台算法应用于北京全球气象导航公司的导航系统操作平台, 为船舶导航安全提供更为可靠的支持。该算法通过分析气象数据、船舶参数以及航线规划等多方面信息, 能够准确预测台风路径和强度对船舶的危险程度, 并为船员提供避台建议, 目前已实现台风前变速、台风后变速、台风前变向和台风后变向的避台策略, 使导航平台具备强大的智能辅助功能,

帮助船舶船员在复杂的海上环境中做出正确决策。目前,算法已在北京全球气象导航有限公司导航创新平台部署,实现业务试运行,同时申请专利两项。



超强台风“利奇马”(1909)移动路径

### ■ 基于邻域自适应的船舶航速预测研究

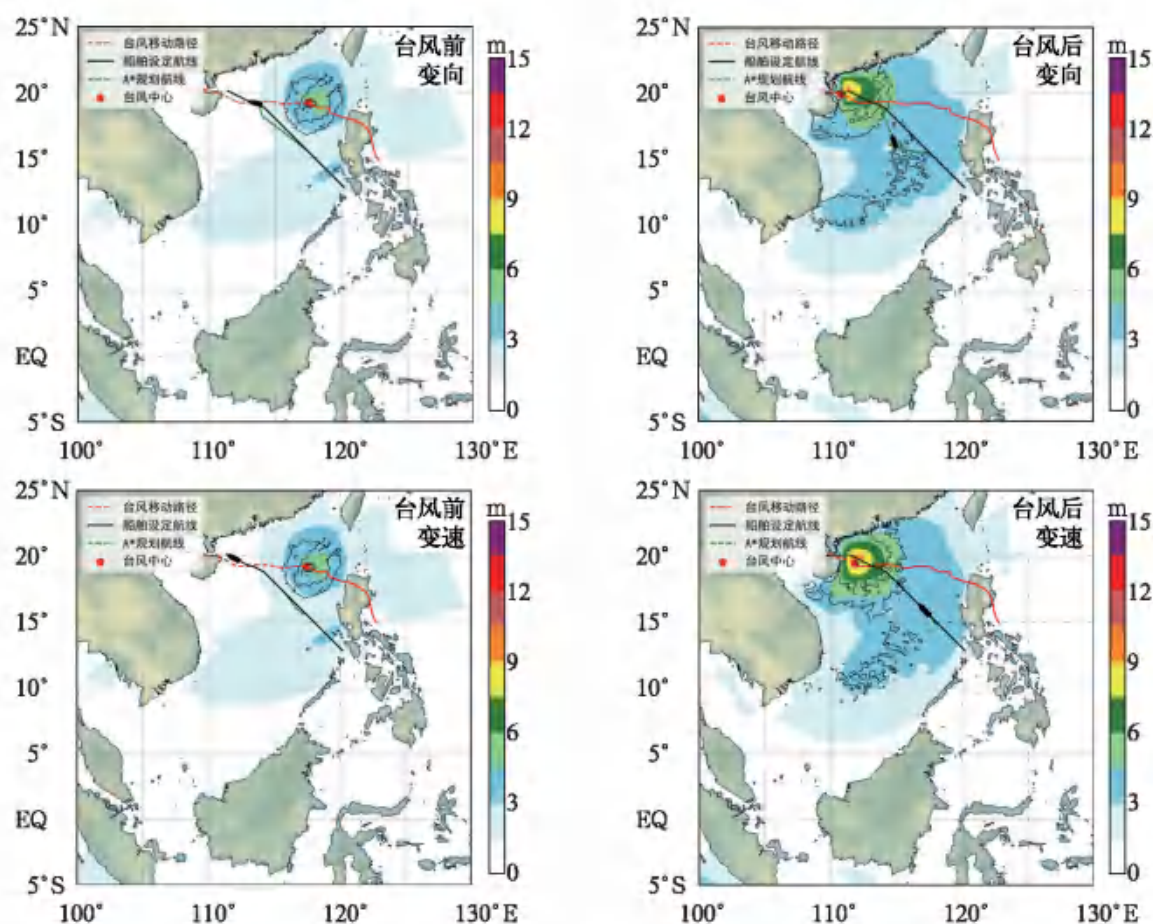
船舶在远洋航行时,受通信带宽限制,船舶主机转速、吃水深度等信息获取存在失真、缺失的情况,使岸端对在航船舶航速预测面临挑战。利用北京全球气象导航中心“中国—东南亚”航线航行的 87 条远洋散货船 1101 条航次的 145 万样本量信息,建立基于海洋气象信息驱动的船舶航速预测模型。

采用集成学习算法作为训练模型,并选用 Optuna 框架对模型参数进行自动调节,以适应不同训练集的特点。应用迁移学习中的经典算法——邻域自适应(Domain Adaptation, DA)算法对训练数据进行特性空间优化,使训练集与测试集的气象数据分布特征趋于一致,提高模型在全新测试数据上的鲁棒性。试验结果表明:基于 DA-LightGBM 模型航速预测结果的均方根误差较传统经验方程提升 42%,较 LightGBM 模型提升 13.8%,有效提升航速预测的准确性。

### ■ 基于 A\* 算法的避台策略研究

通过对传统的 A\* 算法进行改进,集成全球气象数据、海流数据、台风路径预报数据及船舶 AIS 数据,构建海洋气象环境模型;本研究将 A\* 算法应用在“大圆航线”上,并通过改进启发式函数、限制搜索范围和优化数据读取模块等方式,提升算法效率,同时引入船舶失速模型,提升路径规划的真实性。以安全性(规避恶劣海况时长)、经济性(燃油消耗与航程)、时效性(航时)和环保性(CO<sub>2</sub> 排放)为目标的多种目标避台策略,建立帕累托最优解集生成算法,通

过权重分配和非支配排序,输出兼顾多目标的避台策略(台风前/后变向、台风前/后变速)。根据船舶类型设定距台安全距离,结合载重吨位和主机功率优化油耗计算模型,提升策略针对性。最终以我国南海至澳大利亚航线为对象,模拟船舶在东海遭遇台风时的避台过程。试验结果表明:合理选择策略可节省航时 25 h,减少航程 56 n mile<sup>①</sup>,燃油消耗降低 9.1%,CO<sub>2</sub> 排放减少 8.9%以上,路径规划效率较传统 A\* 算法提升 30%,有效验证了避台策略的可靠性和经济性。



4 种避台策略(填色表示浪高)

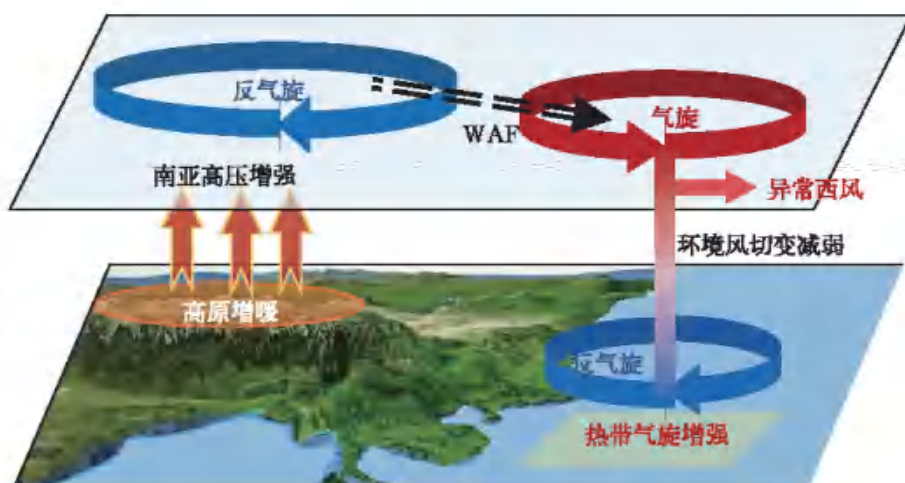
#### 1.7.4 开展气候变化影响下影响热带西北太平洋台风强度变化机理研究

在全球变暖背景下,西北太平洋台风强度呈现增强趋势已经是公认的事实,台风“海燕”(1330)、“鲇鱼”(1617)、“山竹”(1822)和“杜苏芮”(2305)等超强台风对经济社会相继造成重要

<sup>①</sup> 1 n mile=1852 m。

影响。台风对人类活动的影响已经成为科学和社会的焦点。以往研究表明:在全球变暖背景下,增暖的海面温度和增大的次表层海洋热含量可以使台风强度有更大的增强空间。然而,实际上热带海表温度已经足够暖,台风是否继续加强值得关注。青岛海洋气象研究院和青藏高原气象研究院联合国家气候中心、中国海洋大学和香港城市大学等经过两年攻关发现,近30年夏季热带西北太平洋台风以  $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$  的速度增强,但该海域的海温和次表层海洋热含量并未发生明显变化,甚至在年际尺度上表现出显著的反相关。事实上,台风增强的真正原因是环境大气垂直风切变减弱,它为台风发展提供了更有利的大气环境条件,在未来场景下这种趋势还会持续。

进一步分析表明:西太平洋热带环境大气垂直风切变的减弱很可能归因于变暖的青藏高原,它造成南亚高压向东发展,通过激发出热带西太平洋大气波动,使环境大气垂直风切变减小,最终导致台风加强。因此,青藏高原影响是最近30年西北太平洋台风强度增强的重要推手。相关成果在 *Nature Communications* 上发表。



青藏高原加热影响夏季热带西北太平洋台风强度的示意图

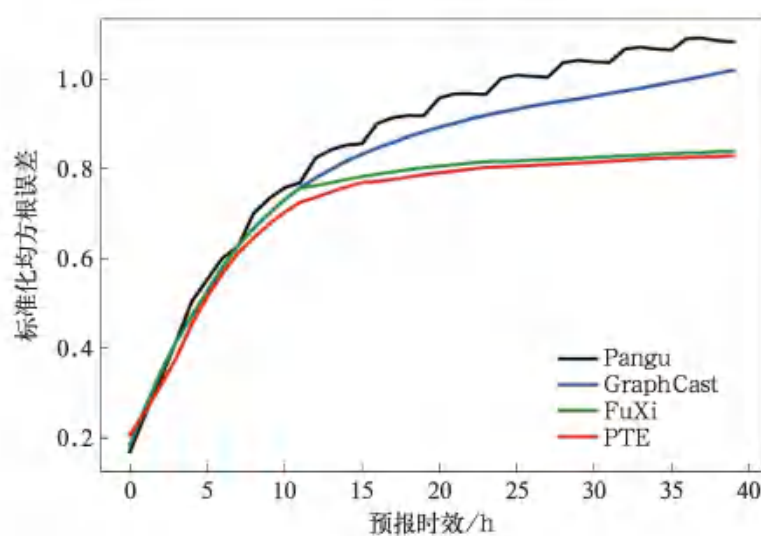
## 1.8 人工智能气象应用研究

2024年,我院人工智能气象应用研究所牵头开展端到端人工智能气象预报大模型“风源”的研发,积极参与雄安气象人工智能创新研究院的建设。与上海人工智能实验室联合牵头组建中国气象局气象科学大模型重点创新团队,以开发观测驱动、海陆气耦合、融合物理机制的端到端气象预报大模型为核心任务,2024年度是创新团队组建首年,在双方团队原有基础上,集合来自国家气象信息中心、南京气象科技创新研究院、江西省气象台的科技力量,在气象科

学基础大模型研发、基于人工智能的全球数据同化模块研发,以及无缝隙预测大模型探索等方面均取得显著进展。此外,持续推进人工智能方法在天气气候环境各研究领域应用,取得一系列成果。

### 1.8.1 气象科学基础大模型研发

提出一种新的气象预报模型的自回归预报策略。基于目前已有气象预报大模型的自回归预报策略,提出一种集合逐步微调、冷启动和多帧组合预报等特点的新的自回归预报策略(PTE),解决气象预报模型受预报时刻之前和之后误差增长过快的问题,评估结果显示该策略优于目前气象预报大模型的预报策略,正应用于构建气象科学基础模型。



预报偏差随预报时效变化

提出一种高低空分离再组合预报策略。鉴于高空环流和地面要素演变规律差异,提出一种高空和地面要素分离再组合的预报策略,从而达到高空和地面要素预报各自最为优化的组合预报策略,该策略已通过试验结果评估并将应用于气象科学基础模型的构建。

### 1.8.2 完成一种基于深度学习的数据同化算法研发

完成近 10 年全球地面与卫星观测数据集的收集和整理。研制一套开展多源观测数据处理流程算法,自动化处理和整合不同来源和格式的数据,确保数据集在时间和空间上的连续性和一致性,提高数据处理的效率和准确性,为后续开展基于真实数据同化模型提供数据支持。

基于人工智能的同化算法研究取得进展。完成一种基于深度学习(ResUnet + Swin Transformer)的数据同化算法,该算法在模拟观测的同化试验中得到验证,试验结果初步显示该算法具有实现同化的能力。提出用于任意分辨率数据同化的傅里叶神经过程模型(FNP),进一步解决需要事先插值观测带来的信息损失问题,可以无需插值直接同化各种分辨率的原始观测,实现性能和泛化性的显著提升,使观测数据经低分辨率训练后直接应用于高分辨率成

为可能,极大地节省了计算资源的消耗并有望解决超高维数据带来的挑战。

### 1.8.3 评估多种气象预报大模型

评估多种大模型在东亚区域预报能力,对比分析 Pangu、FuXi 和 GraphCast 等 3 个大模型东亚区域天气预报能力,定量分析表明 FuXi 模型在 500 hPa 位势高度、2 m 气温和 10 m 风速的预报中展现出较高的预报技巧,在降水预报 TS 评分中模型 FuXi 和 GraphCast 展现出与数值天气接近的预报能力。此外,定性评估结果表明 3 个大模型均可以有效刻画热力-动力过程,但模型 FuXi 对副热带异常加热响应较弱,而模型 Pangu 和 GraphCast 对其响应较强。

应用 4 个大模型框架对温度、降水以及典型预报案例进行江西本地化回溯;对各个大模型预报性能进行检验对比。在回溯“75·8”特大暴雨降雨预报中,对比模型降水预报性能发现,3 种纯数据驱动大模型,降水量预报易偏小;而动力方程和神经网络结合的模型,预报效果明显更优。

### 1.8.4 深化人工智能在极端天气预报预测中的应用

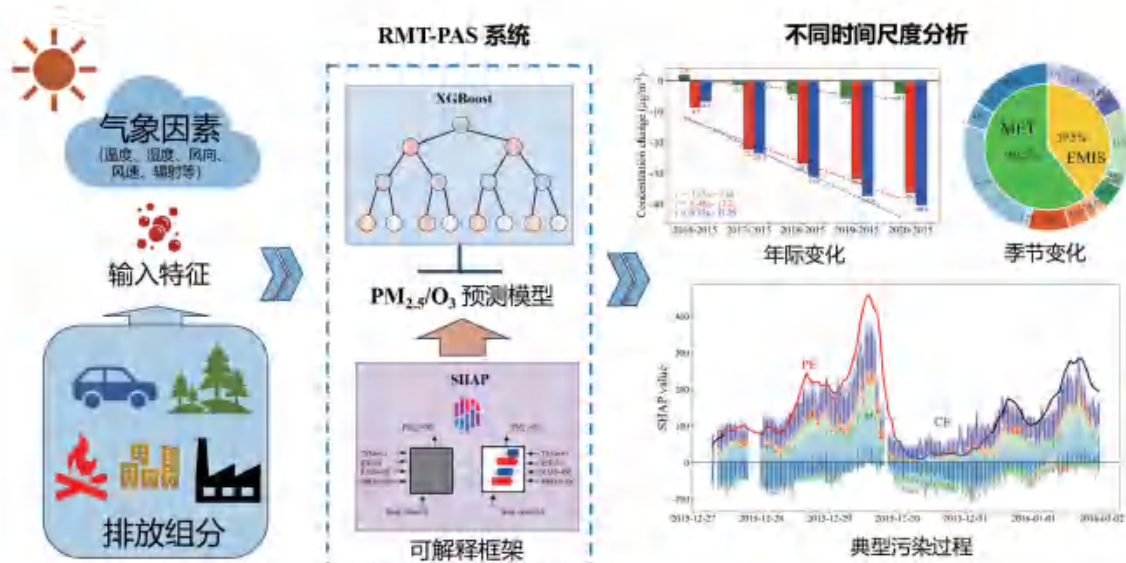
针对极端降水预报问题构建 DualInput 双分支网络框架,将在计算机视觉领域广泛应用的双流网络用于多源异构气象数据的融合,一个分支处理卫星观测数据以及 CLDAS 3.0 再分析降水数据,另一个分支处理气象大模型 GraphCast 的环流场预报数据,并将两个分支的输出融合以更全面地刻画强对流系统的生消演变过程;发展基于多源观测的雷达回波和闪电密度多任务优化卷积神经网络模型,首次实现基于人工智能的闪电密度预报,明显优于光流法,并准确预报了闪电密度强中心。

### 1.8.5 应用人工智能技术在环境气象、能源气象等研究方面取得进展

利用人工智能方法开展人类活动外强迫和初始条件对全球陆地水储量年代际预测的影响;基于时空随机森林模型构建了太阳总辐射虚拟监测网,形成长时序辐射数据集,发现中国区域太阳总辐射长期趋势为先减少后增加,中国夏季太阳总辐射受大气环流长期趋势变化影响;发展能源气象关键参数智能感知模型,对太阳总辐射相关影响因子( $PM_{2.5}$ 、负氧离子和地



表温度等)进行研究,构建时空轻量级梯度提升地表温度反演框架和无缝隙逐小时负氧离子浓度反演与监测框架;基于 XGBoost 机器学习模型构建不同区域气象要素和排放组分与  $PM_{2.5}/O_3$  复合污染的非线性响应关系的快速量化评估系统(RMT-PAS)。



RMT-PAS 框架示意图

### 1.8.6 人工智能辅助数值预报改进取得显著成效

基于堆叠集成学习模型,融合空间相关性信息和多模型预测结果,较大地提升了风速短期预报精度与准确性;基于卷积神经网络改进降水数值预报,引入树突模块,构建树突-CNN 混合模型 CDNN,通过变权重损失函数技术,克服了降水降本不平衡的问题,显著改善大雨及暴雨等级降水预报,同时使大雨的落区范围更接近观测。

### 1.8.7 开展基于旋转框目标检测算法的边界层辐合线识别方法研究

采用深度学习的目标检测算法,引入旋转候选框检测机制,结合特征金字塔网络(FPN)和旋转区域提议网络(R-RPN),显著提高阵风锋的检测精度。相较于传统 MIGFA 算法,R2CNN 在复杂雷达观测条件下的表现大幅提升,TS 评分达到 0.71,频率偏差控制为 0.98。

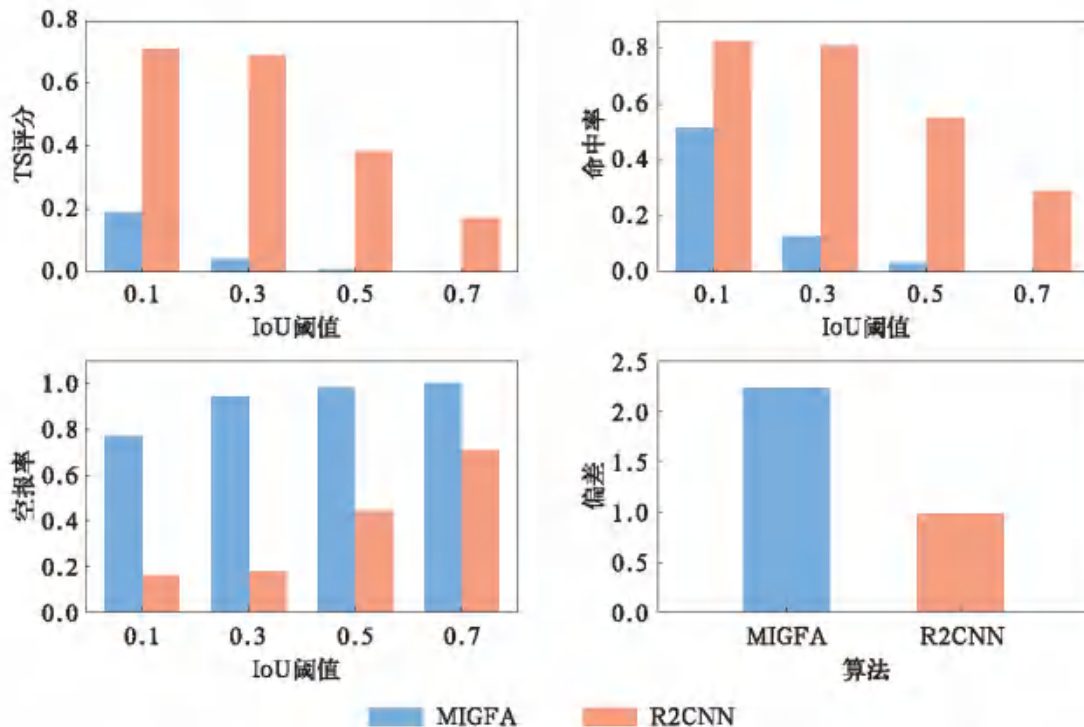
### 1.8.8 建立江苏省能见度预报模型 PhyDNet-ATT-VIS

该模型融合高时空分辨率地面观测数据和模式产品,实现空间分辨率为 3 km、时间分辨率为 1 h、预报时效为 6~18 h 的能见度预报,并且对模型结果进行检验评估。与欧洲中期天气预报中心(ECMWF)能见度产品相比,PhyDNet-ATT-VIS 预报的均方根误差和平均绝对偏差分别降低 201%和 310%;对于不同能见度等级,命中率显著提高,空报率显著降低,TS 评分显示预报技巧优势明显,但 15~18 h 低能见度预报仍存在很大提升空间。PhyDNet-ATT-

VIS 在观测站点密集区域的预报误差显著低于观测站点稀疏区域。在区域性雾过程和局地雾过程预报方面,PhyDNet-ATT-VIS 均能较准确地预报雾的落区、强度、生消等关键特征参数。研究为能见度短时临近预报技巧提升提供了新思路。

### 1.8.9 建立江苏气象灾害百米分钟级融合预报系统

该系统采集并整合了该区域数值预报产品、雷达回波数据、站点观测数据、数字地形高程和土地利用类型等,设计包含基于人工智能技术在内的各种降尺度算法,包括根据不同模式产品以及各气象要素的特点,融合下垫面信息,综合应用地形参数加权回归、风场诊断、微尺度数值模拟和数据同化技术,实现气温、相对湿度、风场要素的降尺度。同时,基于深度学习技术,综合地形高程信息,实现了雷达回波和降水要素的降尺度。在短时临近时段,采用外推、多要素 AI 模式订正模块与精细化预报无缝隙融合技术,提升灾害天气精细化预报水平。当前百米系统覆盖江苏全域及其周边( $30^{\circ}\sim 36^{\circ}\text{N}$ 、 $116^{\circ}\sim 122^{\circ}\text{E}$ ),水平分辨率为  $0.005^{\circ}$ ,时间分辨率为 30 min,预报时长为 3 d。百米级气象要素融合产品展示平台已完成建设,可实现地理信息、常规及非常规气象观测数据与千米级数值预报产品综合叠加,以及可视化分析交互展示等功能。



研发的识别算法(R2CNN)和现有算法(MIGFA)对阵风锋识别效果对比评估

## 神经网络模型、ECMWF-IFS 模式和统计订正法降水预报

平均均方根误差(单位:mm)

模式/模型	小雨	中雨	大雨	暴雨及以上
ECMWF IFS	3.06	3.81	4.66	8.61
FCNN	2.01	3.26	4.23	8.02
LSTM	2.54	3.21	4.19	8.14
LTS	2.13	3.29	3.93	8.05
CNN	2.15	3.27	3.95	7.85
CDNN	2.05	3.23	3.84	7.53
LR(线性回归)	2.47	3.28	4.79	9.24
FM(频率匹配法)	2.14	3.51	4.54	8.35

## 1.9 大气综合探测及相关研究

## 1.9.1 雷达观测及相关研究

■ 首次揭示和研究极端雨强“ $Z_{DR}$  反弧”现象,深化多方向雨水输送“叠加”理论

对流系统内上升气流导致的粒子分选效应和大雨滴的非球形特征会使双偏振量  $Z_{DR}$  和  $K_{DP}$  呈现显著的空间耦合。在超级单体的双偏振雷达观测中,这种耦合一般表现为成对出现的大粒子区( $Z_{DR}$  弧)和强降雨区( $K_{DP}$  足)。此时,大粒子区与强降雨区的连线方向与入流方向一致,强降雨区一般位于大粒子区的外环。针对“7·20”郑州特大暴雨过程,基于双偏振雷达观测,发现极端雨强区偏振量的空间耦合与  $Z_{DR}$  弧相反的现象。强降雨区位于大粒子区的内环,表明多方向入流沿着环状上升气流带指向环内,与  $Z_{DR}$  弧对应的偏振量空间耦合结构相反,该新现象被命名为  $Z_{DR}$  反弧。

采用 NSSL 双参微物理方案对  $Z_{DR}$  反弧的形成机理模拟研究。结果显示,环形上升气流带对  $Z_{DR}$  反弧的形成有重要作用。在环形上升气流带的驱动下,粒子分选效应导致环状强上升气流区以大粒子为主,中小粒径范围的雨滴被从多个方向输送至降雨中心。该观测结果揭示了动力作用(多方向入流)驱动下,短时极端降水的放大效应,为研究团队前期提出的多方向雨水输送叠加形成极端雨强理论提供了观测事实支持。该研究成果已发表在 *Geophysical Research Letters*。

## ■ 揭示华南前汛期南海夏季风爆发后大气环流与大气层结对对流降水的影响

利用 C 波段地面垂直指向雷达联合地面雨滴谱(DSD)观测数据,发展对流降水云中大气动力与降水微物理参数的反演算法,获得 2016—2020 年华南降水中心龙门地区前汛期浅层暖雨、中等混合以及深厚冰相 3 类对流降水云(CPFs)的地面及空中降水微物理的统计特征,并联合 ERA5 再分析数据分析前汛期南海夏季风(SCSM)爆发后大气环流与大气层结对前汛期对流降水的影响。南海夏季风爆发前,大气环流稳定、水汽来源相对局限,降水分布均匀、强度

弱。南海季风爆发后,对流降水占总降水量比例提升,平均降水时长和雨强增长,不同类型对流降水的降水强度、时长和发生频率均有变化,地面雨滴谱分布也趋近“类海洋性”。

### ■ 研制超高分辨率 W/Ka 双频雷达

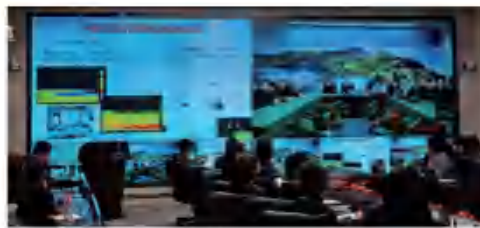
我院雷达团队和安徽四创电子股份有限公司联合研发的调频连续波 W/Ka 双频雷达完成验收。该型雷达采用调频连续波技术,系统结构简单,探测能力强。雷达团队解决了雷达的天线设计、观测模式设计以及信号处理中的关键功率谱算法。该雷达具备 5 m 超高分辨率观测能力。与世界上最先进的美国布鲁克海文实验室 3 m 分辨率 W 波段雷达相比,该雷达在两个波段上均做到了 5 m 分辨率,是国内最高分辨率的毫米波雷达探测系统。2024 年设备验收以来,已应用于第二次淮河流域大气科学试验、中国东部冷流雪观测试验等大型试验。



第二次淮河流域大气科学试验



中国东部冷流雪观测试验



W/Ka 雷达参与两次试验,观测结果被会商采用

### ■ 发展阵风锋识别算法,赋能灾害天气短时临近预警

提出一套基于雷达多仰角观测的 MIGFA 阵风锋识别算法。借助雷达低仰角数据融合,改进  $0.5^\circ$  仰角回波细线函数模板,设计较高仰角 ( $1.5^\circ/2.4^\circ$ ) 回波细线函数模板,引入  $1.5^\circ$  和  $2.4^\circ$  双层回波细线函数模板替代原空间差分反射率函数模板。结合弧度判断和阵风锋回波平坦度测试,使得阵风锋虚假警报率从 0.34 降至 0.16。

揭示区域极端强降水及其典型边界层特征。开展极端强降水及深对流云特征的个例及统计分析。通过对“21·7”“23·7”和“21·7”等极端暴雨过程深入分析,揭示低空急流、热浮力、低层垂直风切变、水凝物拖曳等对垂直加速度等要素在不同极端强降水系统中的定量贡献。利用多波段雷达组网数据,分别统计分析我国京津冀地区、中原地区、东南沿海地区等地的深对流云、对流单体的时空分布及演变特征,总结其发生频率、日变化特征及其与复杂地形下垫面的关系等。

揭示极端雷暴大风天气多尺度边界层结构特征及影响机制。聚焦 2021 年“4·30”南通极端雷暴大风事件,利用 8 台风廓线雷达组成的中尺度观测网,厘清雷暴大风边界层精细结构全生命周期演变特征,发现涡度拉伸对后侧流入增强起到关键作用,且水平动量下传可显著加速低层气流。而 2024 年河南“5·14”极端大风主要由伴随冷锋南下的豫北对流云线快速南下、冷锋迅速南压和冷池密度流叠加等多尺度共同作用所致。

### ■ 开展双偏振雷达数据质量控制、定量降水估测算法研究

首次使用我国双偏振升级后的天气雷达观测数据,通过长时间数据累积后的异常区确定地物影响的特征和范围,统计分析了地物影响在业务雷达中的比例、主要来源及其与雷达型号和观测模式的关系等,为天气雷达双偏振量的精细化质量控制提供了依据。在此基础上,研发的双偏振雷达定量降水估测关键技术应用于“天气雷达拼图系统 V3.0”,实时生成降水估测产品。该产品多次应用于强降水、台风等过程中,为灾害预警、公众服务等提供及时、可靠的气象信息支持。该项成果入选中国气象局 2024 年度气象科技成果并获得良好等级。

### ■ 研制森林草原火灾救援现场三维风场探测装备

针对森林草原火灾现场火场面积大、地形复杂,造成风场的非均匀性、局地性等特点,我院雷达团队和中国海洋大学联合研制了远探测距离、高精度、高时空分辨率的三维扫描型测风激光雷达,以及快速布放、高精度、高时空分辨率的可背负便携式垂直廓线型测风激光雷达。提出大功率激光发射与噪声抑制技术,开发基于激光雷达频谱信号的弱信号风速精度优化算法,从硬件技术与数据处理两方面实现探测距离的综合提升。相关成果有效支撑了“3·15”四川雅江森林火灾现场风场监测及预警,为火灾现场救援决策提供有力的科学依据。



研制的多普勒测风激光雷达在雅江火灾现场进行风场监测

### ■ 研发复杂地形天气系统监测技术与预警技术

研发一种基于雷达回波特征的强对流识别追踪算法,实现强对流系统的自动化识别追踪,高效捕捉对流新生-演变过程,特别能分辨对流系统的组织合并和分裂过程。针对复杂地形气

象监测数据量不足问题,提出小样本 AI 气温预报方法,未来 10 h 气温预报的均方根误差相较于目前先进的时序预报方法降低约 12%。通过自监督学习方法,构建能够同时捕捉多层三维雷达回波隐表征的大规模模型。研制四川省 S/C 波段多层、多仰角雷达回波数据集。

#### ■ 分钟级降水精细化预报系统投入辽宁省气象业务应用

聚焦对流分辨尺度降水预报关键问题,通过改进高分辨率数值预报订正能力和深化人工智能技术应用,基于雷达外推数据和东北区域数值预报产品,采用位置订正、动态重构和频率匹配等算法,研发辽宁省未来 12 h 内 10 min 间隔的降水预报产品,逐 10 min 滚动更新,在东北区域数值预报系统中实时显示,实现辽宁降水天气可预报性评估和分钟尺度预报。

#### ■ 开展强对流天气自动识别技术研究

提出基于 X 波段相控阵天气雷达中气旋和龙卷涡旋特征(TVS)识别方法,特别是正负径向速度的识别方法、水平和垂直一维矢量的配对方法、时间连续性分析方法,有效改进中气旋和龙卷涡旋识别的准确率、生命史的完整性,该方法在佛山市气象局和沈阳市气象局进行了试应用。提出基于 U-net 网络的阵风锋自动识别方法,该识别算法较传统算法的准确率明显提升。

#### ■ 强对流预警预报算法在江苏省及中国气象局气象业务平台测试应用

优化改进基于 X 波段双偏振雷达的下击暴流识别预警算法,在江苏省气象局预报一体化平台开展测试应用,发展基于通道注意力机制和残差卷积模型构建江苏沿海大风分级预警模型,提升沿海大风分级预报能力,算法在江苏省气象局预报一体化平台开展测试应用,基于江苏及周边的 26 部风廓线雷达进行中低层散度、涡度、垂直速度等动力参数的反演,产品集成到业务平台测试应用;基于模式特性和边界层相似理论并融合基于历史阵风观测数据的优化订正,发展一种适用于区域数值预报模式的阵风预报方法,提供 72 h 内逐 1、3、6、12、24 h 的阵风预报产品,集成到江苏省业务平台试运行。2021 年 5 月基于双线偏振雷达的冰雹识别算法通过中国气象局天气预报科技成果中试基地成果业务转化测试准入,在 2021 年 10 月通过中国气象局天气预报科技成果中试基地成果业务转化认证。

#### ■ 开展极端雨强人工智能短时临近预报技术研究

建立华北、黄淮和江淮近几年夏季极端降水过程多源数据集,开展特征分析,发展基于静止卫星多通道数据的强对流风暴初生预警算法,建立融合极端雨强微物理信息的两套多变量融合深度学习模型,实现双偏振雷达变量和极端雨强的 0~2 h 临近预报,发展基于深度学习模型和融合中尺度数值模式和地面降水数据的 0~12 h 强降水短时预报算法。

基于江苏省的新一代双偏振天气雷达组网产品,结合条件扩散生成模型,实现 0~2 h 微物理参量增强的极端雨强预报,评估结果表明:在输入中加入双偏振微物理参量,且同时优化微物理参量能够明显改进降水的预报技巧,尤其是超过 10 mm 的强降水;耦合双偏振微物理

参量的条件扩散生成模型能够准确预报极端雨强中心,但强度略有低估。

引入循环卷积的深度学习模型(PredRNNv2-AWS),将数值天气预报(NWP)输出与地面观测数据结合,进行短时强降水的概率预报,弥补了传统 NWP 在小时级强降水预报中的局限。在大于  $20 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$  降水强度下,Brier Skill Score(BSS)相较于基准 PWAFS 数值预报模式提升 0.35,表现出更强的泛化性和预报准确性。

### ■ 改进 CMA-MESO 江苏本地化物理过程

依托国省统筹和中国气象局揭榜挂帅项目,发展同化与物理过程协调一致方案,以解决 CMA-MESO 循环更新与同化预报中初始阶段降水偏强问题。在 CMA-MESO 中实现了基于双偏振雷达的云分析方案。相比 CMA-MESO 中基于反射率的云分析方案,新方案有效利用偏振雷达在相态识别等方面的优势,改进水凝物相态分类算法和水凝物定量反演,显著改善强对流混合相态区域分析精度。同时,在 CMA-MESO 中移植双参数 Morrison 方案,并针对模拟的雨滴粒子过大,数浓度偏少等问题,发展基于雨滴谱观测约束的 2.5 阶 Gamma 分布函数;植入云滴活化过程并实时更新云滴数浓度,以及云滴谱离散度的云水自动转化方案;植入云滴的夹卷混合参数化方案;优化云雨碰并参数化方案等。同时,针对评估过程中发现的 Morrison 方案雪粒子含量过渡预报问题,将雪凝华过程速率减半。改进后的微物理方案在偏振量和降水强度的模拟上更接近观测。

## 1.9.2 卫星遥感及相关研究

### ■ 改进云区卫星辐射亮温直接同化散射模型

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”项目,针对当前全空卫星数据同化中云雨区辐射传输模拟问题开展研究,提升云雨区辐射亮温的模拟精度。建立形状可变的冰晶粒子散射方案。该方案基于冰晶粒子的几何特征和单冰参数化方案中的湍化率假设,构建温度、湍化率与冰晶粒子长宽比之间的关系。将这一关系与冰晶粒子形状-散射特性库相结合,可利用模式微物理方案预报的温度和湍化率计算冰晶粒子的形状和散射特性,有效减少云区数据同化辐射传输计算的误差。建立符合模式微物理谱型假设的整体散射模型。该模型可实时诊断微物理方案中的冰粒子谱,并分段计算不同粒径范围内冰粒子对云整体散射特性的贡献,最后整合得到冰云的整体散射特性。进一步在形状可变的冰晶粒子散射方案基础上,结合符合模式微物理谱型假设的整体散射模型,发展粒子形状和谱型分布可变的冰云散射特性计算方案(beta 方案)。该方案同时考虑云水凝物含量和环境因素对粒子形状和尺寸分布的影响,减少模式微物理方案和快速辐射传输模式间的不一致性,改进辐射传输模式在强对流天气中云区红外亮温的模拟。

### ■ 研发高精度的微波气体吸收新方案

针对快速辐射传输模式中的气体吸收计算,改进水汽垂直插值方案以及普朗克函数的垂

直分布,并充分考虑臭氧、氮气的吸收过程,实现高精度微波气体吸收新方案研发;优化可见光波段压力坐标系回归算法中水汽预测因子,大幅度降低该波段的辐射传输模拟误差,实现可见光、近红外波段辐射模拟能力提升。与欧洲辐射传输模式 RTTOV 不同插值方案的对比表明,研发的新方案有效提升了可见光、近红外和微波波段的整体模拟能力。

### ■ 基于风云气象卫星,构建适用于复杂下垫面的地表发射率反演算法

基于风云三号气象卫星微波成像仪,构建适用于青藏高原复杂下垫面的微波地表发射率反演算法,填补青藏高原微波发射率数据的空白;构建基于融合地表观测的地表温度作为初猜场的风云四号气象卫星红外成像仪区域地表发射率数据集,为提高区域数值预报模式预报能力提供数据集支撑。

### ■ 创建的葵花卫星云特性数据集(V1.0)通过中国气象局业务准入

葵花卫星云特性数据集(V1.0)(简称 NJIAS HCFD)可提供 2016—2024 年的覆盖东亚和西北太平洋地区的云掩膜、云相态、云顶高度、云粒子半径和光学厚度、云分类等 23 种云参数。基于国际权威数据的评估表明,NJIAS HCFD 除  $2.3 \mu\text{m}$  粒子半径外其他所有云变量的精度都优于日本官方产品;夜间云检测、云顶高、云相态的精度甚至优于 MODIS 二级云产品。NJIAS HCFD 丰富了产品要素,并弥补了日本官方产品只有日间观测的不足。

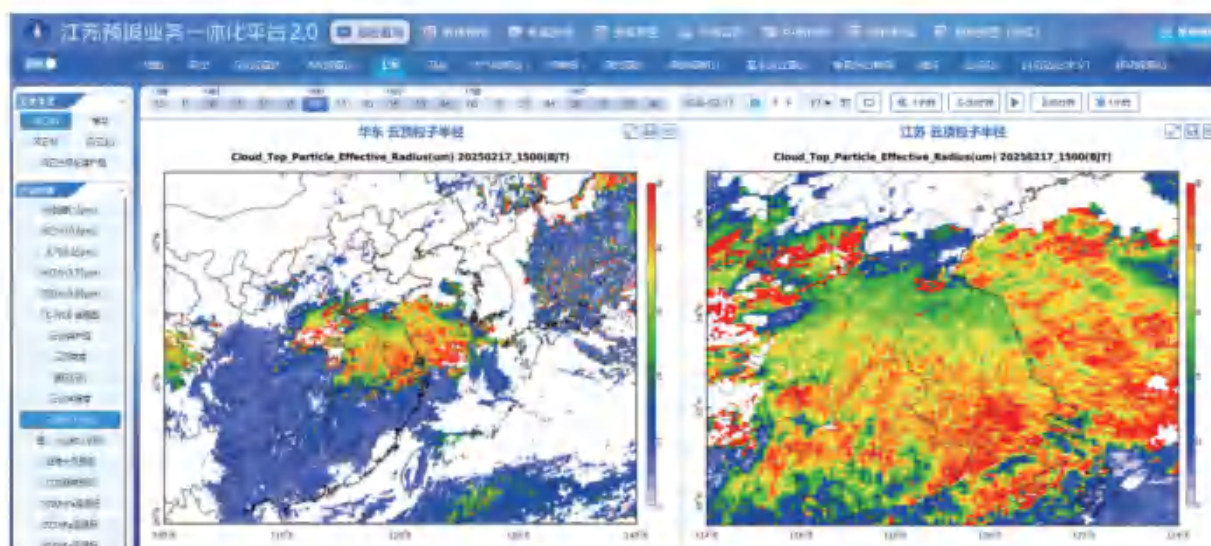


葵花卫星云特性数据集(V1.0)接入中国气象局天擎系统

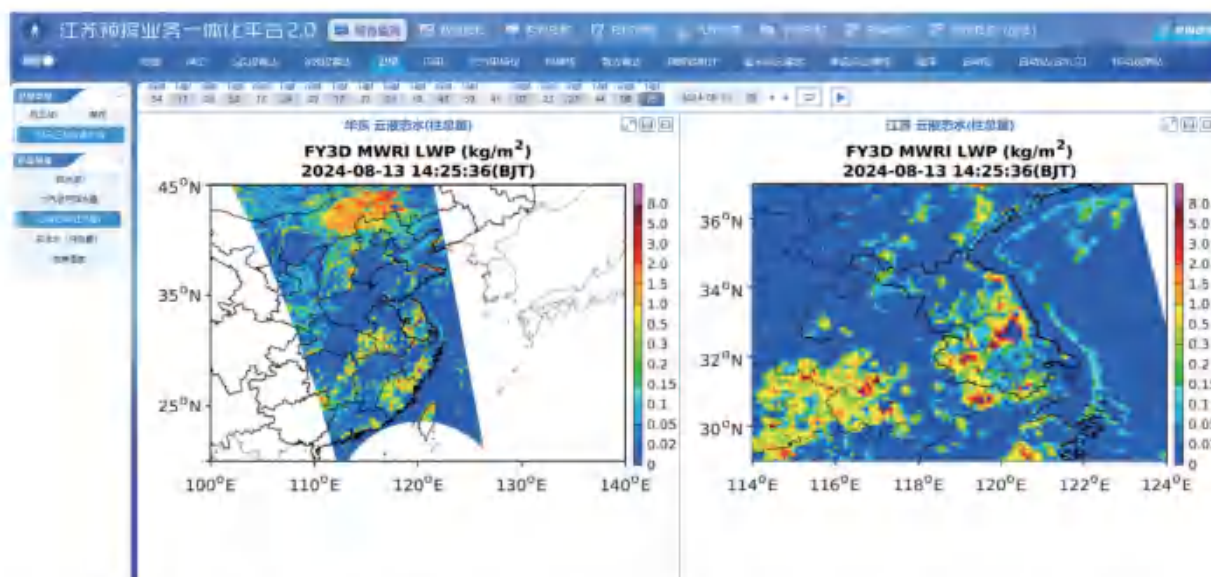
### ■ 风云四号气象卫星云属性反演系统、风云三号气象卫星大气和地表一体化反演系统、风云四号气象卫星对流潜势评估与概率预报模型等在江苏预报业务一体化平台运行

在 2024 年的服务中,基于集成观测和产品,对影响江苏的台风云和降水宏微观特征分布

进行了跟踪分析,为江苏省气象台在全国天气会商发言和开展台风路径、强度、降水落区预报提供技术支撑。2024年汛期“贝碧嘉”(2413)等3个台风连续影响江苏,通过应用风云四号气象卫星彩色(RGB)合成图及云产品,提升了弱台风的位置和强度的分析水平;应用风云三号气象卫星G星产品分析台风风场和降水场、台风中心温度分布和云层结构变化,有效判断了台风近海增强和强度维持的趋势,为气象防灾减灾能力提升提供了有利保障。



风云四号气象卫星云属性反演系统集成到江苏预报业务一体化平台



风云三号气象卫星大气和地表一体化反演系统集成到江苏预报业务一体化平台

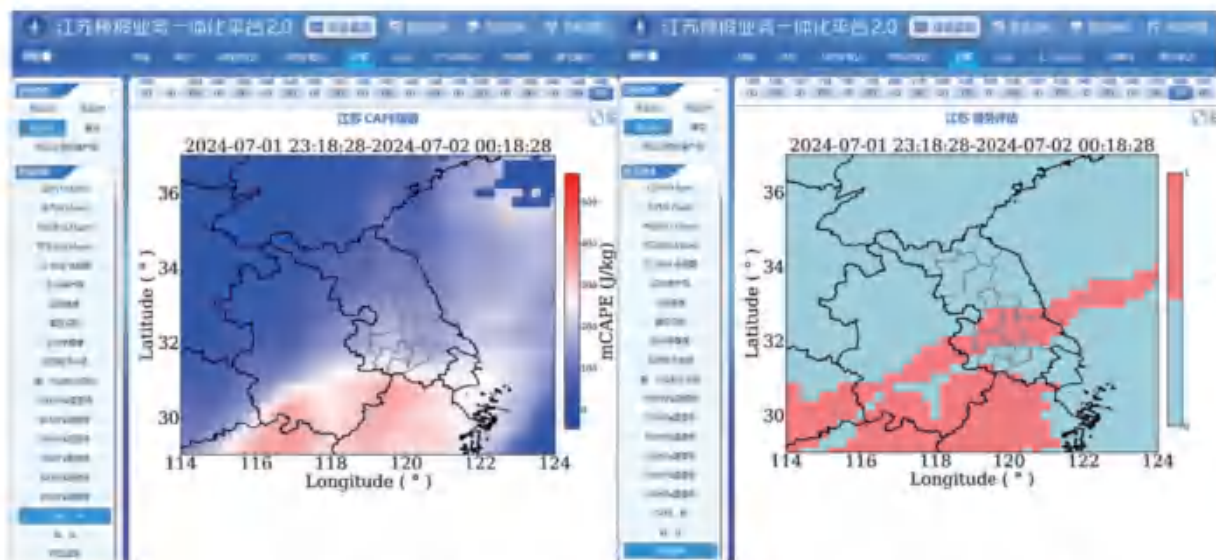
## ■ 开展针对微波成像仪的观测场景分类方法研究

针对卫星微波数据在云和降水反演中的应用,建立场景分类的变分反演算法,实现云液态

水和降水强度等产品的反演,并在强降水和台风等多个强天气过程中得到很好的示范应用。

### ■ 研发典型区域对流潜势监测模型和预警产品

利用风云四号气象卫星红外高光谱探测仪观测,在遥感大气温湿廓线基础上,研发修正的格点化大气稳定度参数,包括对流有效位能、沙氏指数、最大对流稳定度指数、强天气威胁指数等,进一步基于统计参数,筛选最优组合,实现不同典型区域对流潜势监测模型和预警产品的研发。



风云四号气象卫星对流潜势评估与概率预报模型集成到江苏预报业务一体化平台

### ■ 开展基于星载降水雷达的江淮深对流的降水结构和典型环境特征的研究

针对深对流和浅对流降水的微物理过程和热动力环境的复杂联系,在星载雷达识别深对流的基础上,结合再分析数据,研究发现高对流不稳定和高环境气温条件下,冰相层淞附过程释放的潜热进一步促进深对流的发展和强降水的产生。

### ■ 基于多源遥感数据系统分析我国东部中尺度对流系统(MCS)特征

综合应用卫星、雷达、闪电等数据,建立 MCS 识别算法和数据集。分析不同大尺度环流下 MCS 的季节变化、降水与闪电特征、发展与演变、风暴结构特征和差异。结果显示:华南暖季极端尺度的 MCS 主要与锋面系统相联系,小尺度的 MCS 则更多与弱天气尺度强迫相联系;与弱天气尺度强迫相联系的 MCS 比锋区 MCS 更易引发暴雨。比较冷涡背景与非冷涡背景下 MCS 演变特征差异,发现冷涡影响下的 MCS 具有生命史长、移动路径长、对流核较弱等典型特征。

## 1.10 科研平台建设及观测试验

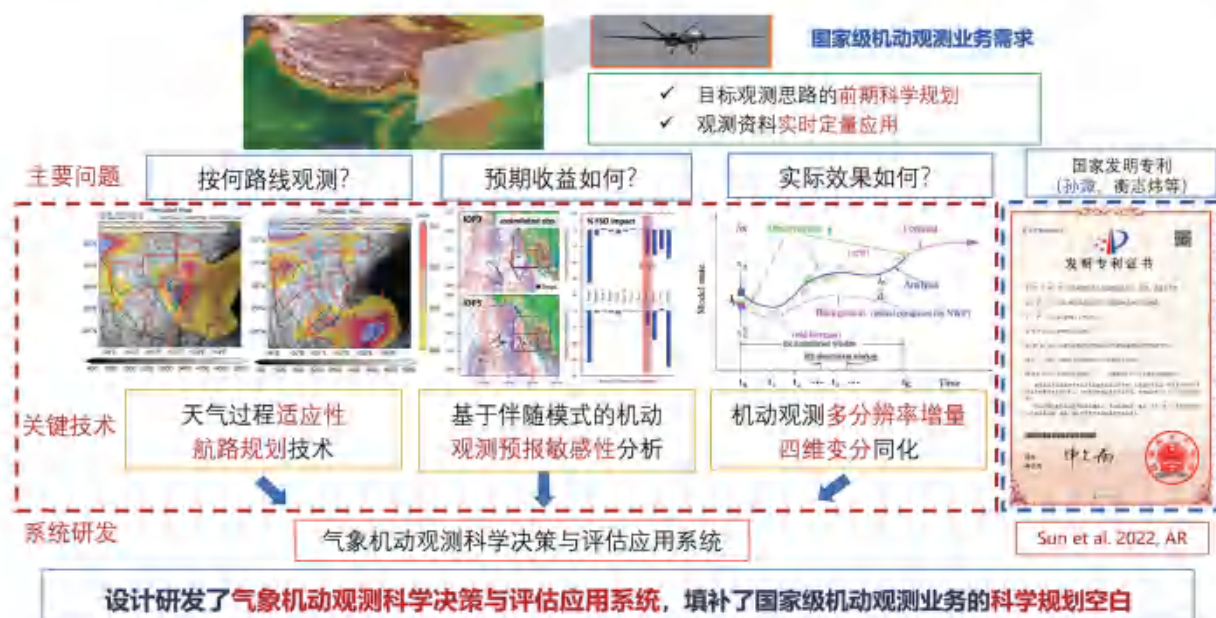
### 1.10.1 加强科研平台建设,促进跨领域协同创新和科技成果的快速转化

与南京大学加强“中国气象局雷达气象重点开放实验室”建设并取得显著成果;雷电培育实验室于2024年通过评估考核,并正式进入中国气象局重点开放实验室序列;吕伟涛创新工作室(雷电监测预警防护)获中国农林水利气象工会全国气象行业示范性劳模和专家人才创新工作室;圆满完成世界气象组织高影响天气项目国际协调办公室承办任务,获得世界气象组织来信表扬。



### 1.10.2 构建气象机动观测科学决策与评估应用系统

研发建立气象机动观测科学决策与评估应用系统,集成包括观测航路自适应规划、机动观测多分辨率增量四维变分同化、基于伴随的预报对机动观测敏感性分析等多项关键技术。该系统有力支撑2024年雅江林火应急救援气象保障任务、2023年第四次青藏高原大气科学试验(预试验)以及第31届世界大学生夏季运动会气象保障观测任务,为青藏高原灾害天气机理研究

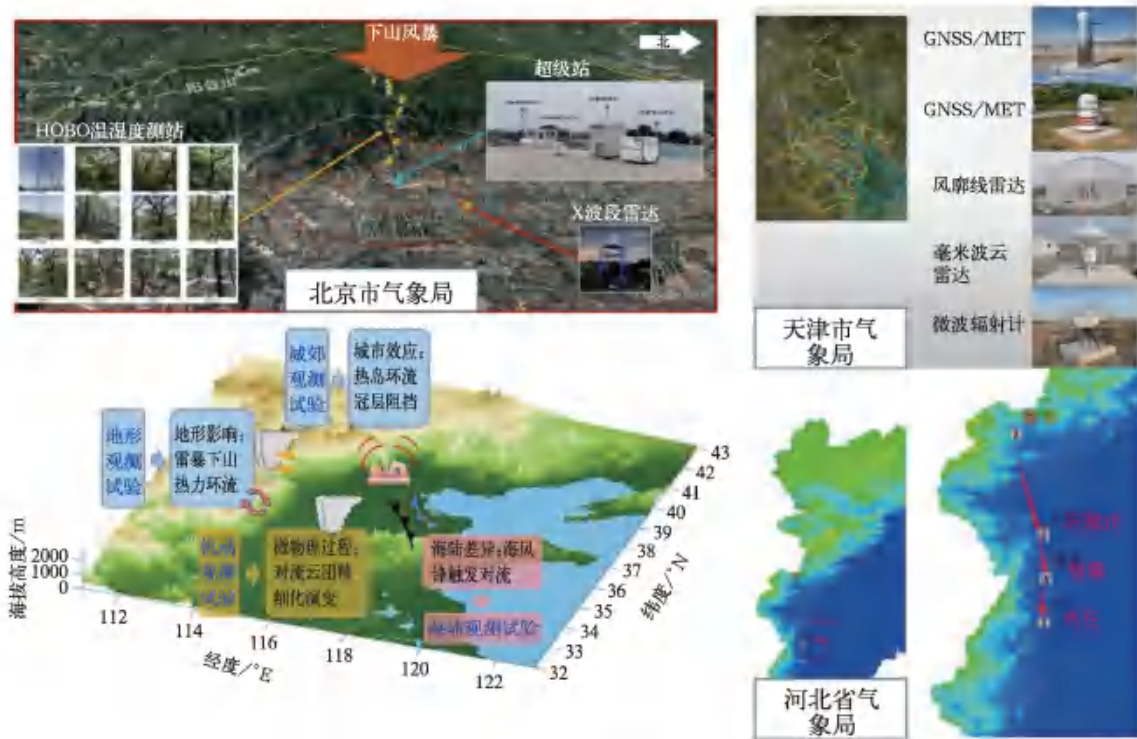


气象机动观测科学决策与评估应用系统的研发与构建

提供了理想的第一手数据,为国家级机动观测业务、世界大学生运动会重大活动保障提供了关键技术支撑。

### 1.10.3 开展华北暴雨综合科学试验(NCHREX)

2024年6—8月,联合河北省气象局、北京城市气象研究院、中山大学、国家气象中心、气象探测中心、天津市气象局、山西省气象局、武汉暴雨研究所,开展了华北暴雨综合科学试验(NCHREX)。华北暴雨试验从暴雨的预报业务需求出发,聚焦暴雨机制和预报技术中的多个研究方向,在太行山东麓、燕山南麓、北京阳台山和渤海沿岸地区假设并维护多个加密观测场,利用便携式气象站、风廓线雷达、微波辐射计、激光雷达、X波段天气雷达等观测手段记录对流系统在复杂地形和下垫面触发、发展演变的过程。2024年汛期,试验完整收集了8次主要降水过程、10次东移对流下山增强过程及2次海风锋与阵风锋的碰撞过程,为相关研究方向奠定了观测基础。



华北暴雨综合科学试验

### 1.10.4 开展中国东部冷流雪观测试验(ECHOES)

2024年11月—2025年3月,我院作为牵头单位,联合国防科技大学、山东省气象局、中国科学院大气物理研究所、北京大学等二十余家单位,在山东半岛北部开展中国东部冷流雪观测试验(ECHOES)。ECHOES试验综合利用地面多频段雷达遥感、粒子原位测量、飞机观测、物理化学组分测量等方式,研究冬季致灾暴雪的关键物理过程。初步观测结果表明:中国东部冷

流雪系统存在典型的浅对流特征,降雪系统中的上升气流强,过冷水丰沛,霰粒子和大雪花交替出现。观测结果两次被中央气象台会商采用,多次被央视新闻、中国气象报、昆崙观潮等媒体报道。

### 遥感观测系统布局:

中尺度:

S/C/X波段雷达网

云尺度:

C/Ka/W垂直+扫描雷达

粒子尺度:

雪花原位测量



中国东部冷流雪观测试验

### 1.10.5 地形影响综合观测试验

2024年6月20日—10月31日,在降水地形效应显著的云南大理苍山地区开展横断山区典型山地地形影响综合观测试验。为了获取对流触发前及降水系统发展过程中的大气温湿廓线、三维风场、云微物理参数等关键信息,在苍山山顶及东西两侧布设激光温湿雷达、激光测风雷达、Ka波段云雷达、X波段双偏振雷达、雨滴谱仪、微雨雷达等设备。在西南区域数值预报系统的预报支持下,完成对13次降水过程的加密观测,其中系统性降水过程7次、局地触发的对流过程6次,获取了复杂地形区风场、温湿廓线、雨滴谱等观测数据。

### 1.10.6 开展冬季雾霾综合外场观测试验

2024年1—3月,在江苏盐城射阳组织开展浓雾综合外场观测试验,获取浓雾过程的微物理和大气边界层结构等科学数据,形成针对浓雾灾害过程的综合立体观测和科学试验方案。开展的浓雾过程野外科学试验获取的数据主要包括浓雾过程及其前后的站点气象要素(温湿压风能见度)、雾滴谱数据、无人机及探空气球探测的大气边界层温湿压风廓线数据、风廓线雷达、微波辐射计和激光雷达等新型遥感观测数据、葵花8号和FY-4A气象卫星数据等,建立了浓雾宏微观物理结构数据集,用于研究雾过程的垂直廓线及其演变、雾微结构的水平分布、雾

形成的宏观天气条件与雾微结构配置、雾的爆发性增长机制等科学问题。相关试验被中国气象报报道。团队研发的浓雾识别和预警产品通过中国气象局揭榜挂帅项目在河北等地推广应用。

### 1.10.7 开展南京低空气象观测试验

2024年11月2日,南京低空气象观测试验启动会暨研讨会在浦口高新区举办。围绕低空气象示范区——南京的长江、夹江、城市、山地等典型场景等应用需求,针对当前气象基础观测网在低空1 km以下尤其是300 m以下的精细化、微观化的气象监测能力存在的明显不足,观测团队参与制定了南京低空飞行气象科学观测试验方案,开展低空无人机跨江飞行气象观测,收集0~1 km梯度气象



直翼气象无人机开展低空气象观测试验

数据,为低空经济基础设施建设规划和低空气象综合观测布局以及飞行气象观测仪器制造等提供科学依据,支撑建立低空适飞气象条件业务规范、研发基于多源数据融合的低空交通运行航路的精细化气象预报技术。该项工作对低空气象服务的全面开展将起到基础性、先导性作用。

### 1.10.8 实施强对流适应性观测试验,揭示对流前期信号

成功实施边界层微气象和强对流适应性观测野外科学试验。在河北邢台实施夏季强对流适应性观测试验,揭示车载移动观测平台廓线观测可显著改进降水预报技巧;与中山大学合作建成暖温带城市气候缩尺实验观测场,成功开展了树木绿化、冷性涂层和水体等模块的对比观测试验,为探索边界层内微尺度结构及演变机制提供重要试验平台。

揭示全天候边界层湍流廓线特征及影响机制。借助青藏高原6台风廓线雷达,分析白天晴空和有云条件下湍流耗散率垂直廓线日演变特征。揭示地气温差是影响边界层底部湍流发展主因,而地气温差和风切变共同影响边界层上部湍流发展。有云条件下,较小的地气温差和较弱的地表感热通量抑制边界层中的湍流运动,而由云层引起的强风切变增强了自由大气层湍流。

揭示下山雷暴和夜雨前期信号。发展北京下山雷暴强度变化的客观识别和分类方法,结合边界层动力参数组网观测结果,厘清动力在下山雷暴强度演变中的独特作用。基于太行山前风廓线雷达组网观测,厘清副热带高压外围西来槽天气影响下北京夏季夜雨前2 h低空急流精细垂直结构特征;结合理论分析和热动力诊断,发现夜雨前存在明显惯性振荡现象,降雨前30 min风速突增使得水汽辐合快速增强,进而导致夜雨触发,表明低空急流是触发夜雨的

重要因素。指出线状风廓线组网策略有利于预报北京夜间降雨。

量化边界层内湍流对雨滴微物理特性影响。发展雨滴三维形状反演新方法 with 湍流原位测量新技术,发现强湍流环境中雨滴形态显著偏离平衡态,大雨滴呈现变圆趋势,且摆动更剧烈、下落速度减慢。利用双偏振雷达观测,揭示极端暴雨中  $Z_{DR}$  反弧的形成机制,发现环形上升气流带对粒子分选过程的关键作用,促进降雨中心雨滴数浓度的显著增加,为极端降雨早预警提供了新视角。

#### 1.10.9 夯实交通气象综合观测试验基础

在连云港徐圩港南堤建成江苏第 1 台针对海雾观测的测雾雷达;在南京、淮安、射阳等地组织开展交通气象野外观测试验、低空气象观测试验、设备对比观测试验等,进一步夯实交通气象综合观测试验基础,为交通气象灾害监测和精细化预警预报技术研究积累科学试验数据,推动交通气象业务系统研发及科研成果推广应用。



在连云港徐圩港南堤建成江苏第 1 台针对海雾观测的测雾雷达

开展 G1516 宿淮盐高速淮安段热谱地图采集试验。升级优化道路热谱地图采集系统,开展极端高温过程中不同道面类型(路面、桥面、枢纽等站点)的路面高温特征分析,改进综合物理因子约束的人工智能路面温度预警产品,并在冰冻雨雪过程和高温过程中发挥应用价值。2024 年 1—2 月,江苏多地出现持续低温天气,部分高速公路路段路面温度低于  $0^{\circ}\text{C}$ ,团队运用自主研发的交通气象车载设备,连续多日夜间在 G1516 宿淮盐高速淮安段开展路温移动采集观测试验,获得低温天气下路面温度的精细化分布特征,绘制宿淮盐高速淮安段高分辨率的

热谱地图,并基于热谱地图及多源气象产品,构建高速全线 20 m 分辨率的低温冰情监测预警系统,为道路融雪除冰养护管理提供数据支撑。



交通气象车载监测设备在宿淮盐高速开展应用试验

# 第 2 章

## 科研项目



## 2.1 新增项目

2024 年我院获批立项科技部国家重点研发计划项目 1 项、课题 3 项,国家自然科学基金项目 34 项(包括国家杰出青年科学基金 1 项、联合基金 1 项等),中国气象局项目 24 项,人力资源和社会保障部项目 1 项,中国工程院项目 1 项,中国科学技术协会项目 1 项,中国气象服务协会项目 2 项,地方科技项目 15 项(包括西藏自治区科学技术厅重大科技专项 1 项等),企业科研项目 2 项,开放课题 35 项。

序号	项目来源	项目分类	名称	主持人
1	科技部	国家重点研发计划项目	京津冀强降水适应性观测和预报预警关键技术	郭建平
2	科技部	国家重点研发计划课题	致灾性极端天气过程月预测可预报性及预测模型	李 论
3	科技部	国家重点研发计划课题	平流层地球工程对中国极端天气气候事件的影响	陈 阳
4	科技部	国家重点研发计划课题	人工增雨作业效果评估和综合效益评价	周 莉
5	基金委	国家杰出青年科学基金	海气相互作用与气候预测	任宏利
6	基金委	联合基金项目	华北地区极端暴雨过程中的嵌入对流形成机制研究	尹金方
7	基金委	面上项目	华东强降水雨滴谱变化的形成机制及参数化改进研究	陈 刚
8	基金委	面上项目	川藏铁路沿线夏季极端强降水的大气水分循环异常“前兆”信号和关键物理过程识别研究	陈 斌
9	基金委	面上项目	夏季风日变化对我国登陆台风小时极端降水的影响研究	赵大军
10	基金委	面上项目	青藏高原东北坡 华北降水事件精细化演变特征与多尺度系统影响研究	孙 激
11	基金委	面上项目	华北山地 平原过渡区线状对流系统下山演变特征与机理研究	夏茹娣
12	基金委	面上项目	孟加拉湾风暴下游效应对华南暖区暴雨的影响机制研究	李 英
13	基金委	面上项目	东亚夏季风次季节变化和季节循环对华北夏季持续强降水峰值位相的协同影响	郦钰函
14	基金委	面上项目	基于冰 水直接转化思想的融化层粒子谱分布变化特征研究	李浩然
15	基金委	面上项目	基于空中引雷的双向先导发展、辐射及电荷传输特征与机制研究	樊艳峰
16	基金委	面上项目	雷暴高能云内脉冲的放电参数与活动规律研究	吕凡超
17	基金委	面上项目	雅鲁藏布大峡谷墨脱段水汽输送影响降水的机理研究	王改利
18	基金委	面上项目	高山站云滴残余颗粒和云间隙颗粒理化特性及其对气溶胶 云相互作用的影响	孙俊英
19	基金委	面上项目	青藏高原南缘大气边界层臭氧垂直廓线观测研究	程巳阳
20	基金委	面上项目	辽河三角洲芦苇湿地生态系统蒸散分配的驱动机制与模拟研究	于文颖
21	基金委	面上项目	气候变化下高温干旱复合胁迫对中国玉米产量影响	张 祎
22	基金委	面上项目	基于双偏振雷达云分析同化数据的机器学习云微物理参数化方案研发	朱科锋
23	基金委	面上项目	基于气象因子和集合预报技术协同优化的流感模拟预测研究	孙兆彬

序号	项目来源	项目分类	名称	主持人
24	基金委	面上项目	东北冷涡对我国东北地区边界层污染和气溶胶辐射效应的影响机理研究	赵胡筋
25	基金委	面上项目	黄淮海冬小麦拔节孕穗期霜冻害灾变机理解析及精准判识	赵俊芳
26	基金委	青年科学基金项目	青藏高原东坡降水日峰值高山传播的重力波机制研究	胡学林
27	基金委	青年科学基金项目	针对热带气旋强度预报的强耦合同化框架下新型海洋观测的布局策略研究	何志伟
28	基金委	青年科学基金项目	不同环流型下云贵高原东部热力强迫对四川盆地夜雨强度的影响研究	高志博
29	基金委	青年科学基金项目	台风外眼墙强迫的次级环流影响双眼墙长时间维持的机理研究	秦南南
30	基金委	青年科学基金项目	基于涌现约束的中国风能资源多模式统计降尺度预估	黄芳
31	基金委	青年科学基金项目	碳中和约束下半球间热力对比的演变对热带气旋生成环境的影响	于晓超
32	基金委	青年科学基金项目	基于动力-人工智能混合模型的人类活动影响下长江流域陆地水储量年代际预测研究	朱恩达
33	基金委	青年科学基金项目	长三角城市化和气溶胶对雾时空非均匀性的影响机制和定量贡献	严殊祺
34	基金委	青年科学基金项目	重污染期间湍流扩散项的建立及不确定性因素的影响研究	贾文星
35	基金委	青年科学基金项目	大豆骤旱指数适用性及灾害影响定量评估方法研究	孙擎
36	基金委	青年科学基金项目	复合高温与干旱对典型草原植物物候的影响机制与智能预测	吕晓敏
37	基金委	青年科学基金项目	遥感数据与数值模型双驱动下的南海东北部海洋潮致内波对台风的响应研究	贾童
38	基金委	国际(地区)合作与交流项目	第六届发展中国家水资源研讨会:水文气候模拟、信息工具和模拟技术	房世波
39	中国气象局	创新发展专项	碳中和背景下我国华北和长三角关键区域大气成分演化及其天气气候效应	孙俊英
40	中国气象局	创新发展专项	农业气象试验站区域联合试验	宋艳玲
41	中国气象局	创新发展专项	农业气象模式(小麦、玉米和水稻)业务应用关键技术	马玉平
42	中国气象局	创新发展专项	气象科技项目和成果管理研究及专业机构培育示范	温敬
43	中国气象局	创新发展专项	南京气象科技创新研究院科技成果展示与转化平台建设	周嘉陵
44	中国气象局	创新发展专项	中国气象局大气化学重点开放实验室运行维持 2024	车慧正
45	中国气象局	创新发展专项	中国气象局雷达气象重点开放实验室运行维持 2024	吴静
46	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
47	中国气象局	创新发展专项	野外科学试验基地管理服务平台运行维持 2024	张文华
48	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	祖紫
49	中国气象局	创新发展专项	基于动态海气浪环境的船舶多目标避险算法研究	黄萧霖
50	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发	郭建平
51	中国气象局	揭榜挂帅项目	基于双偏振雷达的同化和物理过程协同一致方案研发	朱科峰

序号	项目来源	项目分类	名称	主持人
52	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
53	中国气象局	揭榜挂帅项目	窄带甚高频闪电成像阵列实时通道定位关键技术研究	张阳
54	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
55	中国气象局	能力提升联合研究专项青年项目	东北冷涡和极涡对东北地区冬季极端冷事件的影响机理	焦敏
56	中国气象局	能力提升联合研究专项青年项目	东北冷涡背景下沙尘天气变化特征及影响机理研究	李晓岚
57	中国气象局	气候变化专题项目	黄淮海地区粮食安全气象保障关键技术研究	赵俊芳
58	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	李建贵 黄玮
59	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
60	中国气象局	气象软科学	金融气象指数期货上市机制及实现路径研究	赵艳霞
61	中国气象局	全国暴雨研究开放基金项目	中高纬30-60天季节内振荡在长江中下游持续性降水形成中的关键作用	李健颖
62	中国气象局	全国暴雨研究开放基金项目	基于陆面模式的城市洪水模拟及预测研究	朱恩达
63	人力资源和社会保障部	外国专家重点支撑计划	PM <sub>2.5</sub> 和O <sub>3</sub> 污染形成的天气耦合机制及协同控制原理	周春红
64	中国工程院	战略研究与咨询项目	广西林浆纸一体化产业链与适应气候变化、生态环境保护协同发展机制及政策研究	张小曳
65	中国科学技术协会	战略发展部决策咨询专家团队项目	气象科技强国关键指标和实现路径研究	张朝林
66	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制与应用示范	郭建平
67	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
68	地方科技项目	西藏自治区科学技术厅重大科技专项	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	徐祥德
69	地方科技项目	北京市自然科学基金青年项目	京津冀PM <sub>2.5</sub> 、O <sub>3</sub> 复合污染背景下边界层参数化方案的适用性、改进及不确定性研究	贾文星
70	地方科技项目	云南省科技厅科技计划课题	复杂地形下强降水预报偏差诊断评估	陈昊明
71	地方科技项目	江苏省科技项目基础研究计划自然科学基金青年基金项目	融入边界层物理参量的对流初生预报方法研究	李扬
72	地方科技项目	江苏省科技项目基础研究计划自然科学基金青年基金项目	基于静止卫星红外高光谱探测的海上强对流天气监测关键技术研究	阚珺琳
73	地方科技项目	江苏省科技项目基础研究计划自然科学基金青年基金项目	江苏地区城市热岛和气溶胶对雾消散时间的影响	严殊祺
74	地方科技项目	江苏省科技项目省基础研究专项基金省重点实验室建设	江苏省强对流灾害风险预警重点实验室	吕伟涛
75	地方科技项目	辽宁省科学技术计划面上项目	辽宁冬运会同期多尺度气象条件及积雪下垫面对气溶胶污染的影响研究	李晓岚
76	地方科技项目	辽宁省科学技术计划省博士科研启动基金计划项目	辽宁省东部地区持续性极端降水的多尺度特征及机制研究	李爽

序号	项目来源	项目分类	名称	主持人
77	地方科技项目	青岛市科学计划项目 战略科技立项提升专项	青岛海洋气象研究院建设一期	徐 晶
78	地方科技项目	山东省自然科学基金 基金青年基金	基于激光遥感的黄海海雾生消演变中的湍流混合及夹卷特性观测研究	王筱晔
79	地方科技项目	山东省自然科学基金 基金青年基金	基于海气耦合模式的北上热带气旋强度变化的集合敏感性研究	何志伟
80	地方科技项目	四川省科技计划 项目重点研发专项	基于大型无人机观测的灾害天气识别 关键技术研究与应用平台研发	衡志炜
81	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微观 特征及地形影响机制研究	董元昌
82	地方科技项目	四川省自然基金 面上项目	川渝地区大范围持续性高温热浪 事件成因及预测技术	周长艳
83	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
84	企业科研项目	国家电网河南电力公司 经济技术研究院科研项目	适应强对流大风的输电线路设计 关键技术研究及工程应用示范	宋丽莉
85	开放课题	南京气象科技创新 研究院北极阁基金	基于 AM CNN GCN 深度学习的数值模式 高速公路路面温度预报研究	朱寿鹏
86	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
87	开放课题	川西南(雅安)暴雨实验室 科技发展基金项目研究 型业务面上项目	川西南复杂地形 FY 4A 降水数据 精度评估与融合校正	宋云帆
88	开放课题	川西南(雅安)暴雨实验室 科技发展基金项目研究型 业务面上项目	基于风廓线雷达研究川西南地区大气风场特征	杜 韬
89	开放课题	川西南(雅安)暴雨实验室 科技发展基金项目重大专项	川西南复杂地形强降水数值预报技术研究	衡志炜
90	开放课题	川西南(雅安)暴雨实验室 科技发展基金项目重大专项	基于雷达预测训练大模型的短临预报算法研究	张成宏
91	开放课题	高原大气与环境四川省重 点实验室开放课题	青藏高原热力作用对海洋性大陆季风的影响	张祎玮
92	开放课题	河北省海洋动力过程与资 源环境重点实验室开放基金	台风和寒潮大风作用下渤海水动力 环境及悬沙分布的响应	张德强
93	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
94	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
95	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
96	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
97	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公路的影响效应研究	吴 昊
98	开放课题	交通大数据与人工智能 重点实验室开放课题	基于大数据的机器学习算法在高速铁路 雷电预警中的应用研究	刘 岩
99	开放课题	南海气象防灾减灾重点 实验室开放基金资助项目	海南省低空飞行危险天气监测预警产品研发	郭晓冉

序号	项目来源	项目分类	名称	主持人
100	开放课题	南京气象科技创新研究院北极阁基金	新型全闪观测资料在江淮地区灾害性天气监测预警中的应用	张文娟
101	开放课题	山东省气象局科学技术研究项目面上项目	台风期间青岛港精细化海浪数值模拟研究	李江玉
102	开放课题	山东省气象局科学技术研究项目青年专项	海气浪相互作用对台风强度的影响研究	张 蕾
103	开放课题	山东省气象局科学技术研究项目重点项目	基于气象化学模式及多源观测的海上能见度预报技术研究	徐 晶
104	开放课题	灾害天气国家重点实验室开放课题	雷暴电环境与闪电放电过程之间相互影响研究	郑天雪
105	开放课题	灾害天气国家重点实验室开放课题	高速铁路沿线雷电危险性分区及预警技术研究	刘 岩
106	开放课题	长岛国家气候观象台开放基金面上项目	基于静止卫星红外高光谱的黄渤海对流潜势评估研究	姚 彬
107	开放课题	长岛国家气候观象台开放基金项目	海效应降雪微物理廓线的雷达观测研究	李浩然
108	开放课题	长岛国家气候观象台开放基金项目	半岛地区对流初生自动识别与预报技术研究	胡志群
109	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
110	开放课题	中尺度灾害性天气实验室开放课题	影响双眼墙台风尺度的环境因子及其动力学机理	王一凡
111	开放课题	中国气象局阿克达拉大气本底野外科学试验基地开放课题	阿克达拉大气本底站人为源碳排放和生态系统碳收支的量化评估	刘宁微
112	开放课题	中国气象局发展规划院专项	面向低空飞行安全的气象服务场景工程化设计研究	吴 昊 朱寿鹏
113	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	雪微物理的三波段雷达反演研究	李浩然
114	开放课题	中国气象局航空气象重点开放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
115	开放课题	中国气象局雷达气象重点开放实验室开放课题	江淮气旋对流系统的精细结构特征及成因分析	陈凤娇
116	开放课题	中国气象局雷电重点开放实验室开放课题	基于扩散模型的闪电集合概率预报方法研究	李 扬
117	开放课题	中国气象局气候资源经济转化重点开放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
118	开放课题	中国气象局气溶胶与云降水重点开放实验室开放课题	Ku 和 Ka 频段融化层衰减定量反演研究	李浩然
119	开放课题	中国气象局气溶胶与云降水重点开放实验室开放课题	闪电通道熄灭及多种击穿过程的数值模拟研究 1	郑天雪

## 2.2 结题项目

2024 年获准结题科技部国家重点研发计划项目 2 项、课题 2 项和科技基础资源调查专项课题 1 项,国家自然科学基金项目 17 项,中国工程院项目 2 项,中国气象局项目 13 项,地方科技项目 2 项,企业科研项目 1 项,开放课题 20 项。

序号	项目来源	项目分类	项目(课题)名称	主持人
1	科技部	国家重点研发计划项目	人工影响天气技术集成综合科学试验与示范应用	陈莹君
2	科技部	国家重点研发计划项目	气象灾害监测预测与风险管理技术联合研发与示范	端义宏
3	科技部	国家重点研发计划课题	灾害天气公里级检验评估技术及标准	曾明剑
4	科技部	国家重点研发计划课题	两洋一海气象灾害自主可控监测预报技术研究	孙丞虎
5	科技部	科技基础资源调查专项课题	草地荒漠生态系统碳氮水通量数据整编与性状调查	周莉
6	基金委	国家杰出青年科学基金	气溶胶光学辐射特性及其气候环境效应	车慧正
7	基金委	重点项目	东亚夏季风次季节模态变化的关键物理过程、变化机理和可预报性研究	祝从文
8	基金委	面上项目	冬小麦越冬绿叶面积和地上生物量消长规律及其模式研究	谭凯茂
9	基金委	面上项目	华北地区环境气溶胶散射相函数变化特征的观测研究	边宇轩
10	基金委	面上项目	基于多频雷达多普勒速度谱差异的降水微物理参数反演研究及应用分析	阮征
11	基金委	面上项目	两类 ENSO 的动力学定量诊断及与年循环相互作用机制研究	任宏利
12	基金委	面上项目	技术进步对全球极端气候变化及其经济损失的模拟预估研究	魏婷
13	基金委	面上项目	下垫面变化对我国气溶胶浓度时空分布影响数值模拟研究	何建军
14	基金委	面上项目	云内快速正击穿放电特征及闪电始发机理研究	董万胜
15	基金委	青年科学基金项目	江淮流域短时强降水微物理特征的双偏振雷达观测分析和模拟评估	陈刚
16	基金委	青年科学基金项目	多波长拉曼激光雷达反演气溶胶微物理参数的新方法研究及应用	李建
17	基金委	青年科学基金项目	城市下垫面对冰雹降水影响物理机制研究	李明鑫
18	基金委	青年科学基金项目	印太海温增暖对南海夏季风爆发可预报性的影响研究	蒋宁
19	基金委	青年科学基金项目	热带太平洋海气 CO <sub>2</sub> 通量对中部型和东部型 ENSO 的响应及机理研究	王蕾
20	基金委	青年科学基金项目	东亚夏季降水雨团尺度精细化结构的对流解析模拟研究	李普曦
21	基金委	青年科学基金项目	青藏高原中部和东南部地区夏季云降水特征、差异性及其成因	常祎
22	基金委	青年科学基金项目	全球变暖对东亚降水季节循环的影响和未来预估	鄢钰函
23	中国工程院	战略研究与咨询项目	智慧交通气象保障工程发展战略研究	徐祥德
24	中国工程院	战略研究与咨询项目	海洋防灾减灾与应对气候变化	张小曳
25	中国气象局	创新发展专项	四大作物区域联合试验	宋艳玲
26	中国气象局	创新发展专项	星地闪电探测资料在灾害性天气预报中的应用	刘岩
27	中国气象局	创新发展专项	中国气象局大气化学重点开放实验室运行维持 2023	车慧正
28	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 2023	慕熙昱
29	中国气象局	创新发展专项	南京大气科学联合研究中心运行维持 2023	刘伟光
30	中国气象局	创新发展专项	中国气象局 南京大学雷达资料应用联合实验室运行维持 2023	吴翀
31	中国气象局	创新发展专项	基于大气臭氧浓度观测的排放及预报优化研究	张小曳
32	中国气象局	创新发展专项	碳通量与碳收支的生态气象联网研究 2023	周莉
33	中国气象局	创新发展专项	野外科学试验基地管理服务云平台运行维持 2023	高梅
34	中国气象局	创新发展专项	青岛海洋气象研究院运行维持 2023	王轩

序号	项目来源	项目分类	项目(课题)名称	主持人
35	中国气象局	揭榜挂帅项目	多波段天气雷达衰减订正及组网融合技术	吴 菲
36	中国气象局	揭榜挂帅项目	基于区域天气化学模式的臭氧、能见度预报系统应用示范	张小曳
37	中国气象局	气象软科学	数字孪生在气象防灾减灾决策中的应用前景探索	侯 青
38	地方科技项目	江苏省科技项目基础研究计划自然科学基金面上项目	新型无人机探测资料在江淮局地对流性天气数值预报中的同化研究	李 昕
39	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	缪育聪
40	企业科研项目	中国长江三峡集团有限公司	海洋水文气象多源观测资料质量控制方法研究	宋丽莉
41	开放课题	北极阁基金	基于人工智能的强降水定量估计算法研发	张方健
42	开放课题	风云卫星应用先行计划	FY 4B 和 FY 3E 卫星的新型观测仪器云物理开发及在人工影响天气中的应用研究	周毓莹
43	开放课题	风云卫星应用先行计划	FY 3E 和 FY 4B 卫星产品在环境气象中的应用	牛 涛
44	开放课题	风云卫星应用先行计划	基于 ARMS 的 FY 3E 和 FY 4B 辐射率资料同化关键技术研究	杨 俊
45	开放课题	风云卫星应用先行计划	FY 3E 微波探测仪大气廓线产品反演方案研究	胡 皓
46	开放课题	风云卫星应用先行计划	FY 3E 微光成像和 GNOS II 反射信号监测火点、洪涝和干旱	房世波
47	开放课题	风云卫星应用先行计划	基于 FY 数据的气象条件贡献率评价系统升级	周广胜
48	开放课题	江苏省气象局科研项目	基于流型辨识的暴雨预报决策支持系统研发	杨 吉
49	开放课题	江苏省气象局科研项目	基于星基和岸基遥感的江苏沿海及港口海雾临近预报技术研究	王宏斌
50	开放课题	江苏省气象局科研项目	适用于风云卫星的 ARMS 可见光波段观测算子研究	阚毓琳
51	开放课题	江苏省气象局科研项目	基于湖泊过程的 CMA MESO 模式性能评估与改进	吴 阳
52	开放课题	南京大学开放课题	基于星载双频降水雷达的江淮夏季雷暴雨团宏微观结构特征及闪电识别研究	陈凤娇
53	开放课题	山东省气象局科学技术研究项目青年专项	基于动态风浪环境的船舶避台算法研究	金铸钰
54	开放课题	中尺度灾害性天气实验室开放课题	影响双眼睛台风尺度的环境因子及其动力学机理	王一凡
55	开放课题	中国气象服务协会面上项目	城市轨道交通积涝风险评估研究	曾 燕
56	开放课题	中国气象局发展规划院专项	面向低空飞行安全的气象服务场景工程化设计研究	吴 昊 朱寿鹏
57	开放课题	中国气象局雷达实验室开放课题	江淮雷暴演变中微物理结构对闪电的影响研究	杨 吉
58	开放课题	中国气象局气象发展与规划院政策研究项目	新形势下气象部门国家级科研院所协同发展机制的研究	高 云
59	开放课题	中国气象局沙漠气象科学研究基金	基于 UNET 深度学习的新疆风场中短期预报研究	朱寿鹏
60	开放课题	自然资源部国土卫星遥感应用重点实验室开放课题	国产热红外卫星地表温度反演技术	宋云帆



## 第 3 章

# 科研基础条件平台



### 3.1 野外试验基地

我院现有 1 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),1 个中国气象局野外科学试验基地(中国气象局雷电野外科学试验基地),以及大气边界层与区域污染相互作用野外科学试验基地、极地大气科学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等 3 个中国气象科学研究院野外科学试验基地。各基地主要围绕粮食安全气象保障、气象灾害预警和防御能力、大气成分变化机理及其天气气候效应机理、极地气象、青藏高原天气气候等方面开展试验,支撑大气科学基础理论与关键技术研究。

基地级别	基地名称	负责人
中国气象局	固城农业气象野外科学试验基地	同广胜
	雷电野外科学试验基地	吕伟涛
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	沈小静
	极地大气科学野外科学试验基地	丁明虎
	青藏高原边界层综合观测野外科学试验基地	任宏利

#### 3.1.1 固城农业气象野外科学试验基地

固城农业气象野外科学试验基地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。

试验基地的学科方向为农业气象,主要研究内容包括 3 个方面: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。

2024 年主要成果包括“玉米干旱致灾阈值及灾变早期预警”,针对玉米不同发育期干旱致灾阈值及灾变早期预警关键科学问题开展研究,揭示玉米干旱灾变的碳氮代谢和水分利用效率保守性机制,该成果在中国气象局 2024 年度气象科技成果评价中获得优秀等级。“大气-土壤-植被干旱链的监测预警关键技术及业务应用”实现不同气候背景下降水的不同条件影响的气象干旱准确计算;构建的植被干旱指数不仅业务可操作性强,而且具有干旱敏感、多尺度和生物耐旱能力的代表性,确定客观辨识、监测干旱灾害发生发展的植被干旱致灾成灾阈值;建立短时间气象数据的长时间应用技术,开发千米级的大气-土壤-植被干旱链监测预警业务系统。

#### 3.1.2 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。

试验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数据融合应用技术研究，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。

主要成果包括试验基地的引雷和雷电综合观测试验支撑了国家业务雷电装备的定型和评估。建设雷击机理试验平台，自主研发及建设了多频段三维全闪探测网，开展人工引雷试验，实现对自然闪电实时、高效、高精度的三维定位。数据用于对气象局国家业务雷电定位系统的评估，推进业务闪电定位技术及装备的更新换代。“基于人工引雷和高塔雷电试验的雷击致灾机理研究”获得广东省气象局 2024 年度科技成果评价优秀等级，该成果多方式开展了地网反击和电磁耦合形成的浪涌冲击能量研究，形成结合闪电特征的雷电防护特色研究，首次发现由地闪多回击、长连续电流等特性引起的防雷器件在额定电流内的损坏现象。研究结果为高压测试部门的冲击设备升级，冲击方案完善提供了思路。

### 3.1.3 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。

2024 年主要代表性成果包括研制了一套能够根据实际气象条件判断有云/无云条件并自动切换的进样系统，应用于气溶胶-云雾综合观测。研究对云雾形成、数量、谱分布和寿命起关键作用的大气气溶胶特征要素，探究不同云雾类型对气溶胶粒径，成分及辐射的反作用。初步揭示云间隙和云残留气溶胶数谱分布和吸湿性对云雾滴微物理特性的影响；提出水汽过饱和比的估算方法。在气溶胶光学特性的高精度探测方法上，利用线性和多元指数模型改进温度校正算法，通过构建光学校准数据检测模型，可以自动从输入数据中提取特征并进行训练，从而实现对观测数据的自动校准处理，提高气溶胶光学厚度的反演精度。基于我院与佛爷顶平台观测试验，依托太阳光度计标定、数据质量控制及处理方法等技术获得发明专利 3 项。

### 3.1.4 极地大气科学野外科学试验基地

极地大气科学野外科学试验基地紧紧围绕国家在南北极的战略发展需求，立足国际大气科学前沿问题，开展技术研发，以极地综合观测站网和重大科学试验为支撑，重点开展多圈层相互作用和天气气候预测理论研究，揭示南北极地区天气气候变化机制及其全球效应，并及时

把研究成果向天气和气候相关业务转化,为北极航道气象保障、南极重大活动、我国极端天气预测预报、极地气候环境变化特别是临界点问题提供可靠的科学数据支撑和完善的研究服务产品,为全球气候治理和极地治理提供智力支持。

试验基地学科方向为冰冻圈与极地气象,主要研究方向包括:①冰冻圈与极地环境观测技术测试,②卫星与地面数据同化应用试验,③极端天气影响试验,④海-冰-气多圈层相互作用探测试验,⑤中国气象局业务发展所需的有关极地、冰雪、高寒过程试验,新城通讯试验,特种装备应用试验等等。

2024年度共13人次参加极地科考。围绕东南极冰气相互作用观测与模拟研究任务目标,开展南极冰穹A冰气相互作用探测试验。于泰山站开展了极地无人温室气体监测装置测试,结果验证了在南极冰盖实现无人值守自动化大气本底观测的技术方案的可行性。开发应用北极综合预报系统,通过海上安全信息系统面向北极航线开展气象服务测试,每日定时向天津海岸电台提供针对北极航线的高分辨率海冰实况信息和气温、风力预报信息。同时圆满完成南极7个业务站的观测和数据汇交。

### 3.1.5 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。试验基地主要完成青藏高原观测站网的观测维护和新建站点的建设运行维护工作,建立完整可靠的数据质量控制方案,搭建观测数据可视化展示和分析应用平台,揭示青藏高原不同下垫面对边界层参数影响的机理,提升试验基地科研能力、支撑能力和对外服务合作能力。

试验基地的学科方向为大气物理与大气环境,涉及边界层气象、高原天气、高原气候、气象观测及相关学科领域,收集整理青藏高原观测站的边界层数据并制定高标准质控方案;推动林芝气象观测科学试验站建设;搭建观测数据可视化平台;开展青藏高原多种下垫面对边界层的影响研究;最终建立成为一个高质量的、高科学性的青藏高原边界层综合观测野外科学试验基地。

2024年完成林芝基地的选址考察工作,于2024年6月与林芝市气象局签订建设合同,将于2025年春季开展林芝站的施工建设。

2024年独立完成3个方面的科学试验工作,包括边界层梯度通量观测、云南洱海潜热感热观测和青藏高原浅积云相机观测;另外,多名试验基地成员参与由青藏高原气象研究院组织开展的多尺度单柱野外观测试验、青藏高原冬季降雪试验以及第四次青藏高原大气科学试验预试验等。主要代表性成果包括在青藏高原开展浅积云四维结构的相机观测试验,利用人眼成像原理成功开发了相关反演算法。相关技术正在申请国家发明专利。

## 3.2 实验室

我院现有 3 个中国气象局重点开放实验室,分别为雷达气象重点开放实验室、大气化学重点开放实验室和雷电重点开放实验室。各实验室分别围绕雷达探测理论和新技术应用、大气成分与碳中和、雷电监测预警预报及防护等方面开展研究。

名称	责任单位	负责人
中国气象局雷达气象重点开放实验室	中国气象科学研究院 南京大学大气科学学院 中国气象局气象探测中心	赵坤
中国气象局大气化学重点开放实验室	中国气象科学研究院	车慧正
中国气象局雷电重点开放实验室	中国气象科学研究院 国网电力科学研究院武汉 南瑞有限责任公司	吕伟涛 谷山强

### 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,解决雷达数据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、雷达数据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。

主要研究成果包括 X 波段双偏振相控阵雷达网在灾害性天气监测和预警中的应用研究,实验室团队结合华南大湾区部署的 X 波段双偏振相控阵雷达(PAR)网,研究其在水凝物分类、定量降水估测以及龙卷等快速发展的对流系统的监测和预警等方面的应用能力。研究充分阐明 X 波段双偏振相控阵雷达网的应用潜力,并为提升雷达网络的观测效能和数据质量控制方法奠定了基础。研发登陆台风雷达监测和预警系统,该系统通过定量获取台风三维风场、降水分布、中心位置和强度变化等信息,显著提升对登陆台风的监测和预警能力,有力推动我国台风监测预警技术的发展。该套系统还在多个省气象台应用,产生显著的社会经济效益。

### 3.2.2 中国气象局大气化学重点开放实验室

中国气象局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。

2021年,实验室研制了全球高精度气溶胶组分地基遥感数据集,围绕解决行业或区域关键性科学问题。通过耦合气溶胶组分识别参数化方案,解决对不同组分定量贡献精细化表征的问题,基于全球长时间地基遥感官测数据,研制包括多种高精度气溶胶关键组分浓度气候学数据产品。建设中国气象局区域化学天气数值预报系统CMA-CW V1.0,其由区域天气预报业务模式和大气化学模式双向耦合构建。更新模式气象驱动及大气化学模式CUACE,研发了气溶胶-云-辐射相互作用物理过程,实现大气化学和天气在模式中的双向反馈。与现有雾-霾和沙尘暴业务系统相比,显著提升雾-霾、沙尘暴预报准确率,并通过量化人类活动与辐射、与云的相互作用,提高对降水、温度、风等天气要素的预报准确率。

### 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。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。

2024年,实验室形成对雷电放电物理过程和辐射特征的新认识,显著推动对雷电放电物理过程和辐射特征的认识水平。利用自研高灵敏度低-中频磁场天线,结合高速摄像和甚高频辐射定位结果,揭示闪电双向先导发展和多频辐射特征。利用极高分辨率的高速摄像观测数据,深化对闪电正、负先导连接行为的认识和理解。基于地面观测的闪电放电过程电磁波数据,改进射线理论模型,开发云内闪电高度计算方法,获得高能云内脉冲发生的位置信息。针对雷电放电过程高时空分辨率解析的需求,优化完善,显著增强对雷电发生发展过程的精细化闪电定位能力。近场雷电探测效率提升,有效解决高海拔、复杂地形、海岸沿线区域等特殊区域近距离组网探测效率偏低的问题。基于自研的高精度三维全闪监测系统,实现对业务用星基、地基闪电探测系统性能的评估。实验室通过雷电探测新技术的发展,实现雷电监测预警核心技术与关键设备国产化自主可控,并开拓“行业+公众”的应用模式,促进防雷共性技术的共享与应用,取得较好的应用效果。

## 3.3 大型仪器设备

2024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

聚焦全球气候变化治理,强化我国南极大气观测能力建设。2024年, $N_2O$ 和CO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,该设备持续输出高精度观测数据,为《极地气候变化年报》提供精准、可靠的 $N_2O$ 和CO浓度数据。这些数据不仅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科学依据,更是我国制定应对气候变化政策、参与国际气候规则制定的重要支撑,为深化全球气候变化研究和国际合作筑牢数据根基,巩固南极中山大气本底站的战略地位,提升我国在极地大气监测领域的影响力和话语权。

#### ■ 优秀案例 2

聚焦自主研发的遥感观测设备,深化对气溶胶气候与环境效应认识。依托太阳光度计等大型仪器建立亚洲最大的气溶胶地基遥感监测网,建立独立于欧美的辐射定标完整体系,构建了地基遥感监测网关键光学特性参数反演方案,使我国气溶胶地基遥感观测水平和产品质量达到国际先进水平;打破国外技术壁垒,自主研发气溶胶自动观测设备并实现量产和应用,为我国气溶胶遥感精密装备研发提供新途径,为我国行业部门开展气溶胶观测提供自主知识产权的仪器;突破气溶胶组分柱浓度定量遥感反演关键技术,研制基于卫星遥感观测的全球气溶胶组分柱浓度数据集,实现了卫星遥感由 $PM_{2.5}$ 浓度反演到光学组分详细刻画的跨越,相关成果荣获北京市科学技术进步二等奖。

#### ■ 优秀案例 3

聚焦农作物抗旱减灾,保障国家粮食安全。基于固城农业气象野外科学试验基地自动气象站、便携式高级光合测量系统、地物光谱仪等大型设备,针对玉米不同生育期干旱致灾阈值及灾变早期预警关键科学问题开展研究,构建玉米干旱灾变早期预警模型,揭示玉米干旱灾变的碳氮代谢和水分利用效率保守性机制,发展考虑大气干旱、土壤干旱和作物耐旱能力综合影响的作物水分亏缺指数模拟模型,发表SCI论文25篇,出版专著2部;获国家发明专利2项、实用新型专利2项;制定国家标准2项。相关成果在中国气象局2024年度气象科技成果评价中获得优秀等级,并成功应用于气象业务系统,为提升我国农业气象灾害防御能力、保障粮食生产安全提供关键技术支撑与科学依据,服务国家抗旱减灾决策,5份相关决策服务材料被有关部门采用。

#### ■ 优秀案例 4

聚焦青藏高原无人区移动探测网构建,守护青藏高原水资源与生态环境安全。2024年,微波辐射计作为核心观测设备,深度参与第二次青藏高原科考标志性科考活动守护世界屋脊“一原两湖三江”科考,首次在青海、西藏无人区进行两次无人驾驶微波辐射计移动立体探测平

台野外试验,获取探空观测受限区域白天全程高时空分辨率垂直探测数据。这两次试验在移动垂直探测数据质量控制与跨省远距离传输等技术系统的成功实施标志着移动探测网观测业务“卡脖子”的问题得以破解,可满足青藏高原恶劣条件下长续航连续观测需求,对精准捕捉灾害性天气、守护世界第三级水资源环境和生态安全具有重要战略意义。相关成果被中央电视台以两个专题形式多次报道。

#### ■ 优秀案例 5

依托我院自主研发的 X 波段相控阵偏振雷达,深度参与华南强对流天气联合观测试验,获取更高时空分辨率的强对流数据,检验新增双线偏振参数的可用性,验证该雷达的高灵敏度和高时空分辨率的优势,为气象联合基金项目“高密度 X 波段和 S 波段天气雷达组网方法及强降水和大风临近预报关键技术研究”顺利结题验收提供关键技术支撑;在中国气象局长沙雷达标校中心,开展金属球定标、太阳法定标,与其他雷达数据进行比较,分析该雷达观测数据的系统偏差,研究该雷达水平垂直偏振波束指向、波束宽度差异等对偏振量脉动和相关系数的影响,总结 X 波段相控阵偏振天气雷达机外定标方法,为 X 波段相控阵天气雷达硬件系统的定标和质量控制提供了有益参考,为今后 X 波段相控阵天气雷达数据应用提供了基础。

#### ■ 优秀案例 6

支撑第二次青藏高原科考项目,依托 X 波段相控阵双偏振天气雷达系统,研究复杂地形下 X 波段相控阵偏振天气雷达降水观测和反演方法,研究墨脱地区对流云的发生发展演变特征,并通过高速移动专线构建分钟级实时数据回传网络,结合该地区云降水日变化的特征,实现强降水的实时监测与临近预报,为墨脱地区滑坡、泥石流等地质灾害防御提供精准预警信息,为应急管理、交通管制等防灾决策提供高精度的空间定位支持,显著提升藏东南峡谷地带极端降水事件的应对能力,有效保障边境地区重大基础设施和居民生命财产安全。2024 年培养研究生 1 名,发表核心论文 2 篇,获批国家自然科学基金面上项目 1 项。

#### ■ 优秀案例 7

支撑第二次青藏高原科考项目,利用微雨雷达观测揭示青藏高原东南部墨脱地区不同季节降水粒子的微物理参数的垂直变化特征。研究发现该地区融化层存在明显季节性变化;冬季和季风后季节降水以小雨滴为主,而季风前和季风季节则以中等大小的雨滴为主。在中小尺度数值模式中,使用局地观测的雨滴谱特征修正模式中的雨滴谱特征能够提高对当地降水过程的模拟结果。该论文从雨滴微物理结构的空中变化特征展开研究,获取更加精细的空中雨滴谱分布特征,精细化分析雨滴下降过程中的微物理过程,对于改进数值预报模式的微物理参数化方案有重要意义。此外,对降水微物理过程的研究有助于理解该地区降水的触发和发展机制,提高对当地极端降水事件的预报能力。2024 年培养研究生 1 名,发表 SCI 论文 1 篇。

## ■ 优秀案例 8

W/Ka 双频雷达作为重要外场观测仪器多次参与重大观测试验,获取关键科学数据。2021年6—9月,参与第二次淮河流域大气科学试验,获取梅雨锋暴雨系统中的空气垂直运动、雨滴谱的等高时空分辨率观测数据,为认识梅雨锋系统的冰相和暖雨物理过程提供基础支撑。为支撑国家自然科学基金青年项目“基于冰-水直接转化思想的融化层粒子谱分布变化特征研究”中繁生冰晶探测和面上项目“强湍流条件下云雷达探测柱状冰晶方法研究”中融化层底部雨滴谱分布反演技术的顺利开展提供数据基础。2024年10月开始,作为骨干装备参与了我国东部冷流雪观测试验,获取冷流雪关键的垂直结构和微物理参数。2024年11月28日,《中国气象报》头版刊载了“中国东部冷流雪观测试验启动”的报道,并被央视新闻客户端转载报道。

### 3.3.2 对外共享服务优秀案例

#### ■ 优秀案例 1

聚焦极地大气垂直观测,提升我国在南极气象监测领域的话语权。我院部署在南极中山站的地基微波辐射计,是我国自主研发的高精度大气垂直探测设备,通过接收 22~30 GHz(水汽波段)和 51~59 GHz(氧气波段)的微波辐射信号,可实时反演 0~10 km 大气温湿度垂直廓线,垂直分辨率达 25 m(0~0.5 km)、50 m(0.5~2 km)和 250 m(2~10 km),亮温测量精度优于 0.5 K,填补了我国极地高空大气连续观测的技术空白。该设备自 2023 年投入业务运行以来,为南极地区提供了连续的大气积分水汽含量、液态水路径等关键数据,支撑了极地天气预报、气候模型验证及国际极地数据共享,其观测结果已纳入中国极地考察数据库,显著提升了我国在南极气象监测领域的话语权。

#### ■ 优秀案例 2

聚焦极地臭氧洞研究,实现全球数据共享,持续贡献中国极地观测力量。自 1993 年起,我院在南极中山站布设了当时最先进的臭氧和紫外光谱仪进行臭氧总量观测,建立并成为南极大陆常规的地基臭氧总量观测站点之一,至今该监测持续进行了 32 年。监测数据不仅为揭示极地臭氧变化规律提供关键科学支撑,还在南极臭氧洞期间每日向世界臭氧和紫外线辐射数据中心报送,监测数据向全球共享,为全球臭氧研究贡献了中国力量。

#### ■ 优秀案例 3

聚焦科技创新,促进科技成果应用。依托大气过氧乙酰基硝酸酯分析仪、高灵敏度氮氧化物分析仪,研发适用于我国复合污染背景下大气含氮化合物高精度同步在线分析方法,并基于此对我国典型地区如京津冀、长三角等典型城市和瓦里关、临安、龙凤山等大气本底区域含氮化合物的浓度水平、变化规律及源汇特征开展观测与模拟研究,支撑中国科学院生态环境研究中心、中国科学院化学研究所、中国科学院广州地球化学研究所、中国环境科学研究院等科研

机构在大气二次污染物形成关键机制和含氮化合物源汇等方面取得一系列有影响力的研究成果,为我国当前大气复合污染精准防控措施的制定提供重要科学依据,具有显著社会效益,成果入选 2023 年度中国生态环境十大科技进展——“大气活性氮国产化高精度在线分析仪研制及应用”。

#### ■ 优秀案例 4

聚焦交叉研究,推进陆地植被监测。涡度观测系统支撑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”和国家自然科学基金面上项目“环境因素对 SIF-GPP 定量关系的影响机理与建模研究”等项目开展小麦/玉米叶绿素荧光光谱长时序观测研究。同时,其作为 10 个农田站之一,支撑中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(SIF)测量,促进中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 5

融入国省气象科研业务基础能力建设,提供重要数据支撑,助力观测能力和水平提升。边界层梯度通量观测系统作为重要观测设备,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,共同组建高原致灾气象过程综合观测平台,为该项目研究提供数据支撑。与此同时,该系统参与国家卫星气象中心“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,揭示气象卫星在高原地区天气要素特征及天气过程特征的应用效果。此外,与西藏自治区气象局开展联合观测试验,为各站业务人员定期开展技术培训,提升西藏一线气象工作者观测水平和推动地方气象科研能力发展。

#### ■ 优秀案例 6

W/Ka 双频雷达作为项目申请的重要基础,支撑安徽省气象科学研究所牵头成功获批安徽省自然科学基金江淮气象联合基金“风云降水星的星地校验和应用技术研究”。同时,梅雨锋相关观测数据向北京大学大气与海洋科学系共享,已录用论文 1 篇,协助培养 1 名“强军计划”硕士研究生毕业。此外,该仪器在中国东部冷流雪观测试验中获取的观测数据已经向中国科学院大气物理研究所、北京大学、国防科技大学、航天科技 704 所等单位共享,支撑相关单位开展云降水物理、仪器标定等方面研究。该仪器获取的降雪数据填补了东北亚地区冬季典型灾害性天气冷流雪的宏微观特征观测空白,为国防科技大学开展冬季渤海海域灾害性天气预报保障提供了支撑。

#### ■ 优秀案例 7

支撑重点研发课题,2024 年 3 月 15 日,四川省甘孜藏族自治州雅江县呷拉镇白孜村附近突发森林火灾,火势凶猛,地形复杂,风场变化多端,给救援工作带来极大挑战。面对这一严峻

形势,我院灾害天气国家重点实验室雷达团队迅速响应,于3月17日携带先进的测风激光雷达奔赴雅江火灾现场,将测风激光雷达布设在火场关键区域,为指挥部提供全面的风场数据,为火灾现场救援工作的决策提供关键信息。应国家林业和草原局森林草原防火司邀请,2024年5月17—22日,我院灾害天气国家重点实验室雷达团队携带研制的测风激光雷达参加黑龙江省大兴安岭呼中林业局开展“空地协同”灭火综合演练,获取的观测数据驱动火灾火势突变预警系统,对火灾现场的风力、火势蔓延情况进行直观显示,为火灾救援决策指挥提供科学依据。从2024年7月开始,测风激光雷达架设在大理国家气候观象台,进行多模式组合观测,对复杂地形下的风场三维结构进行探测,揭示地形影响下的低层大气环流特征。2024年培养研究生1名,申请发明专利2项、软件著作权1项,发表论文3篇。

### ■ 优秀案例 8

我院依托高速分析仪、数字式高速运动分析仪、数据采集瞬态记录仪、高速示波器及网络分析仪等大型仪器设备,构建雷电观测平台,在科研、应用和科普等方面发挥综合作用。

在科研项目中,该系统持续支撑基础研究项目群专题研究项目“集成验证试验引雷试验方法研究”2024年的试验工作,成功完成试验弹模型人工引雷试验,记录雷电通道的电流、电磁场和光学数据,为解决试验弹/车集成验证的人工引雷方法问题提供了数据支持。同时,设备为国网陕西省电力有限公司电力科学研究院的研究提供观测支持,协助完成雷电冲击输电线路避雷器试验方案,助力分析避雷器的雷电冲击放电特性等,对提升电网安全性和稳定性具有重要意义。2024年培养研究生5人。

在应用与科普方面,平台设备在广州高建筑物雷电观测站实现夏季持续观测,2024年4月捕捉广州塔高频接闪的一段视频,在广东天气微博的播放量超过200万次,创下新的播放纪录,相关话题更是冲上微博热搜榜,引发媒体广泛转载;团队以设备观测成果为基础,创作《一起来看晴天霹雳》科普作品,入围全国气象科普讲解大赛,并联合《中国气象报》推出关于雷电研究、雷电技术、引雷试验、雷电天气以及雷灾防护等专题科普报道,内容在《中国气象报》的科普看台版面进行了全方位报道。同时,走进全国校园气象科技辅导员培训课堂,做了题目为《防雷安全,事关你我》的科普报告,通过互动式讲解激发公众对雷电科学的探索热情。

# 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

我院累计获得专利授权 28 项,涵盖 24 项发明专利与 4 项实用新型专利。

序号	专利名称	专利类型	发明人
1	一种基于 AI 和数值同化的天气预报方法、介质及程序产品	发明专利	徐洪雄
2	一种台风环境下灰区分辨率的尺度适应边界层参数化方法	发明专利	徐洪雄、王赏钧、赵大军
3	基于 CLDAS 数据库的大气环境监测分析方法及系统	发明专利	车慧正、桂柯、李雷、郑宇、赵胡笏、尚楠轩、梁苑新、姜文瑞、赵恒恒、张桐韬、王鹏、夏祥鳌、朱君、宋京京、王玉鹏、朱吉彪、魏焱
4	一种基于智能仪器的光学标校方法及系统	发明专利	车慧正、郑宇、桂柯、李雷、赵胡笏、梁苑新、赵恒恒、王鹏、夏祥鳌、朱君、宋京京、王玉鹏、朱吉彪、魏焱
5	一种改进 WRF 数值预报模式网格尺度地表径流计算的方法	发明专利	赵平、贾春辉、廖荣伟、黄诚诚、苗世光、王迎春
6	基于机器学习和智能预报因子预报台风远距离降水的方法	发明专利	赵大军、徐洪雄、王慧、刘欣
7	一种基于人工智能的台风涡旋初始化方法	发明专利	徐洪雄、赵大军、刘欣、王慧
8	基于多波段雷达融合估测降水量的方法和装置	发明专利	张扬、刘黎平
9	一种利用稳定光源进行光学校准的方法及系统	发明专利	车慧正、郑宇、桂柯、李雷、赵胡笏、梁苑新、赵恒恒、王鹏、夏祥鳌、朱君、宋京京、王玉鹏、朱吉彪、魏焱
10	一种 Langley 定标辅助方法及系统	发明专利	车慧正、郑宇、桂柯、李雷、赵胡笏、梁苑新、赵恒恒、王鹏、夏祥鳌、朱君、宋京京、王玉鹏、朱吉彪、魏焱
11	用于气象观测的无人机航路规划方法、装置、设备及介质	发明专利	孙激、衡志炜、陈功、郑青、冯勇、张佩文、蒋兴文、李建
12	一种陆气通量检测方法和装置	发明专利	周广胜、吕晓敏、宋兴阳、周莉
13	基于四维变分同化的 VOCs 排放源清单动态反演方法	发明专利	龚山陵、莫景越、张磊
14	气象资料同化方法、装置、设备、可读存储介质及产品	发明专利	孙激、张祎、李建
15	径向干扰回波的识别方法、装置、电子设备和存储介质	发明专利	李丰、刘黎平、王红艳
16	一种用于机载气溶胶质谱仪的控压进样装置	发明专利	刘全、王飞、肖伟、盛久江、赵德龙、田平、毕凯、周崑
17	一种针对强对流天气的气象预报方法及系统	发明专利	游泉雄、黄骅文、陈鹤、徐靖宇、梁判明、李杨、陈静静、陈龙
18	一种智能识别东北冷涡系统的方法及系统	发明专利	刘英
19	一种卫星观测数据的校正方法、系统及装置	发明专利	徐祥德、王奕、王乐、刘瑞霞、赵涵泽、顾维灏、刘端阳、张胜军、蔡雯悦、孙海铎、张凯、侯军
20	CCMVS 区域碳源汇同化反演评估系统	发明专利	郭立峰、仲峻霆、王德英、吴崇源、李佳迎

序号	专利名称	专利类型	发明人
21	一种气候预测模型的校正方法及装置	发明专利	苏京志、容新尧、刘波
22	过冷水区的飞机云物理探测识别方法、装置及存储介质	发明专利	周毓荃、蔡森、宋灿、刘思瑶
23	基于雷电定位与电场检测技术的雷电预警系统及方法	发明专利	毕晓蕾、牟善军、张长秀、高剑、陶彬、刘宝全、刘璇、姜辉、刘娟
24	一种机载焰条播撒装置	发明专利	李宏宇、高扬、马振营
25	一种用于飞机探测的大气颗粒物干燥恒压进样系统	实用新型专利	高扬、刘全、李军霞、张骁拓、左懂飞、张荣、谢正帅
26	一种具备防护结构的天气雷达降水测量装置	实用新型专利	李雁、房小怡、张硕、程宸、温壮凤
27	一种光电资料记录系统	实用新型专利	时卫东、张阳、雷挺、赵霞、郭子炘、王敬轩
28	一种基于铁路平台的气象综合动态探测仪	实用新型专利	徐祥德、程兴宏、白钢、郑向军、王士妹

#### 4.1.2 软件著作权

我院作为著作权人,在雷电预警、激光雷达风场反演、雷达降水估测等领域,累计完成 11 项计算机软件著作权登记。

序号	著作权名称	登记号	完成人	颁证日期
1	美丽青藏建设气象条件贡献率评价系统 V1.0	2024SR0029232	周广胜、吕晓敏、汲玉河、李沛泽	2024 01 04
2	基于微根管技术的玉米根系图像处理数据前处理软件	2024SR0125857	廖荣伟	2024 01 18
3	双偏振雷达降水估测公式拟合软件 V1.0	2024SR0314368	张扬、刘黎平	2024 02 27
4	雷达混合扫描数据形成软件 V1.0	2024SR0315095	张扬、刘黎平	2024 02 27
5	闪电光谱图像谱线自动对齐软件 V1.0	2024SR0376147	许伟群、吕伟涛、齐奇、武斌、马颖	2024 03 11
6	双偏振雷达参量偏差分析软件 V1.0	2024SR0504471	张扬、刘黎平、吴翀	2024 04 15
7	川藏铁路雷电预警预报系统	2024SR1118500	姚雯、徐良韬、郑栋	2024 08 05
8	川藏铁路雷电预警预报效果评估软件	2024SR1118491	姚雯、徐良韬	2024 08 05
9	雷电 0~12 小时临近预警和短时预报一体化系统 V1.0	2024SR1236447	姚雯、郑栋、徐良韬、吕伟涛	2024 08 23
10	复杂地形条件下激光雷达风场反演软件 V1.0	2024SR1546558	王改利、陈鸿飞、谢冰洁	2024 10 17
11	基于主成分分析、自组织图和 K 均值的融合聚类算法软件 V1.0	2024SR1698606	刘伯奇、郇钰函	2024 11 05

#### 4.1.3 标准

我院牵头发布国家标准 1 项、气象行业标准 1 项;参与发布国际标准 1 项、国家标准 1 项、气象行业标准 3 项、地方标准 1 项和团体标准 1 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 44395-2024	激光雷达测风数据可靠性评价技术规范	宋丽莉	宋丽莉、陈雯超、全利红、王丙兰、植石群、袁春红、张永山、肖擎曜、王香云、高瑞泉、舒仕江、孙剑、王尚昆、王瑞明、张继立、薛洋洋	中国气象科学研究院、广东省气候中心、北京玖天气象科技有限公司、深圳市国家气候观象台、华云敏视达雷达(北京)有限公司、北京观洋光电技术有限公司、中国三峡新能源(集团)股份有限公司、华风气象传媒集团有限责任公司、北京全球气象导航技术有限公司
2	行业标准	QX/T 714-2024	森林植被固碳释氧生态功能气象评价等级	赵俊芳	赵俊芳、曹云、崔晓军、姜月清、李森、杨霏云、张劲松、闫伟兄	中国气象科学研究院、国家气象中心、中国气象局气象干部培训学院、中国林业科学研究院林业研究所、宁夏回族自治区气象科学研究所
3	国际标准	ISO 4931-1	《ISO 4931-1 建筑和土木工程韧性设计的原则、框架和指南 第1部分:适应气候变化》	房小怡	贺静、李晓峰、房小怡、李明财、高雅宁、程宸、姜彤、宋婕、孙楠、陈继	中国建筑标准设计研究院有限公司、南京信息工程大学、中国气象科学研究院、天津市气象科学研究所、中国科学院西北生态环境资源研究院
4	国家标准	GB/T 44709-2024	旅游景区雷电防御技术规范	刘岩	程向阳、朱浩、刘岩、李玉、程鲇、李根、高攀亮、邵国君、张红文、付佳、吴义成、孙鹏、孟宪刚、汪钟秀、钟湘闽、马攀、吴海荣、李准、李洁庆、朱宣竹、宋志军、王卫康、傅明、陈金爱、沈大伟、张国平、许伟、李欣、张钢	安徽省气象灾害防御技术中心、南京气象科技创新研究院、杭州天湖智能科技有限公司、中科天际科技股份有限公司、四川中电启明星信息技术有限公司、安徽师范大学、杭州易造科技有限公司、四川中光防雷科技股份有限公司、安徽升辉检测有限公司、昆明宇恬科技工程有限公司、山西省旅游安全技术研究院、安徽鸿安检测有限公司、广东华信智能交通科技有限公司、施耐德万高(天津)电气设备有限公司、上海晨辉科技股份有限公司、浙江共好防雷科技有限公司、合肥市气象局、南京元钦智能科技有限公司、杭州防雷安全检测有限公司、北京云和嘉丰智能科技有限公司、福建拓普检测技术有限公司、南通五建控股集团有限公司、厦门大恒科技有限公司、中国气象局公共气象服务中心、重庆市防雷中心、安徽省风云防雷安全检测有限责任公司

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
5	行业标准	QX/T 709-2024	陆上风电场局地气候效应评估指南	刘勇洪	何飞、陈正洪、常蕊、崔杨、刘勇洪、余晔、申彦波、艾泽、张雪婷、夏馨、马玉峰	湖北省气象服务中心、国家气候中心、中国气象科学研究院、中国科学院西北生态环境资源研究院、中国气象局公共服务中心、内蒙古自治区气候中心
6	行业标准	QX/T 69-2024	气溶胶光学厚度太阳光度计法	郑向东	荆俊山、颜鹏、于大江、齐冰、李成才、汤洁、吕珊珊、王炳忠、郑向东、贺晓雷	中国气象局气象探测中心、龙凤山区城大气本底站、杭州市气象局、北京大学物理学院、中国气象科学研究院
7	行业标准	QX/T 734-2024	关键农时气象服务通则	赵俊芳	李森、韩丽娟、程路、吴门新、姜燕、侯英雨、赵俊芳、赵晓凤	国家气象中心、中国气象科学研究院
8	地方标准	DB 4403/T 425-2024	生态气候舒适度评价指南	赵艳霞	胡媛媛、罗红艳、杨红龙、赵艳霞、张祎、孙擎、蔡银寅、密思、张丽、陈申鹏、丁钰琳、丁泽林、王丽娟	深圳市国家气候观象台(深圳市天文台)、中国气象科学研究院、深圳气象创新研究院、深圳市标准技术研究院
9	团体标准	T/CAS 998-2024	雷电预警系统信息采集传输技术规范	姚雯	植耀玲、黄丹、许伟、李哲、姚雯、李丰全、吴海荣、马颖、唐瑶、姚喜梅、王宇、李卫平、杨利彬、张波、王杨、琚永刚、卢炳夫、王州龙、王健、伍华丽、唐心高、蔡斌、黄会忠、宋利源、王银、吴俊、李雄、张倩、陆高鹏、郭三成、刘昌恩、杨一凡、李洋	广西壮族自治区防雷中心、重庆市防雷中心、中国电力科学研究院有限公司、中国气象科学研究院、国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司、上海晨辉科技股份有限公司、河南扬博防雷科技有限公司、杭州易造科技有限公司、中国科学技术大学、中国铁道科学研究院集团有限公司通信信号研究所、海南电力产业发展有限责任公司、广西灵山大怀山新能源有限公司、浙江华甸防雷科技股份有限公司、广州市气象公共服务中心、中铁检验认证中心有限公司

## 4.2 成果评价

在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，6 项成果评价等级为良好。

序号	成果名称	第一完成人	第一完成单位	完成人	完成单位	成果评价等级	证书号
1	冰雪服务关键技术与应用研究	丁明虎	中国气象科学研究院	丁明虎、效存德、赵守栋、安红敏、王飞腾、孙维君、田彪、张东启、朱孔驹、温海焜、季凯程	中国气象科学研究院、北京师范大学、中国科学院西北生态环境资源研究院、山东师范大学、中国科学院南京天文光学技术研究所	优秀	中气科成评[2024]_002
2	我国大气重污染与天气气候相互作用机制研究	张小曳	中国气象科学研究院	张小曳、仲峻霞、王宏、王志立、张宏昇、袁仁民、冯升波、王亚强、刘洪利、王德英、高志球、李煜斌、贾文星、彭玥、张文杰、那佳、任燕、吴玲燕、龚山陵、何建军	中国气象科学研究院、北京大学、中国科学技术大学、南京信息工程大学、清华大学、国家发展和改革委员会能源研究所	优秀	中气科成评[2024]_018
3	玉米干旱致灾阈值及灾变早期预警	周广胜	中国气象科学研究院	周广胜、许振柱、周莉、何奇瑾、周怀林、张峰、汲玉河、宋艳玲、宋兴阳、吕晓敏、周梦子	中国气象科学研究院、中国科学院植物研究所、中国农业大学	优秀	中气科成评[2024]_019
4	X波段天气雷达组网协同观测关键技术与示范应用	徐芬	南京气象科技创新研究院	徐芬、周红根、刘俊、喜度、孙正齐、孙康远、刘新安、沈琪、王明筠、夏雨晨、慕瑞琪、张兴海、吴晓峰、田鹏飞、杨敏	南京气象科技创新研究院、江苏省气象探测中心、泰州市气象局、江苏省气象台、南京恩瑞特实业有限公司	良好	中气科成评[2024]_022
5	东亚区域大气再分析历史数据集(1950-2020)	尹金方	中国气象科学研究院	尹金方、梁旭东、谢衍新、李丰、胡开喜、曹丽娟、邹海波、陈峰	中国气象科学研究院、国家气象信息中心、江西师范大学、浙江省气象科学研究所	良好	中气科成评[2024]_029
6	高纬度地区遥感观测资料对流尺度同化关键技术	陈力强	中国气象局沈阳大气环境研究所	陈力强、李得勤、杨森、陈耀登、谢彦辉、潘晓、崔锦、王连仲、冯璐、倪卓娅、肖贤俊、公颖、易雪、王怒	中国气象局沈阳大气环境研究所、中国气象局北京城市气象研究院、南京信息工程大学、国家卫星气象中心	良好	中气科成评[2024]_033
7	雷电多尺度观测及雷击防御关键技术研发和应用	吕伟涛	中国气象科学研究院	吕伟涛、郑栋、张阳、姚雯、陈绍东、祝宝友、蒋如斌、李清勇、刘亚坤、孟青、谭涌波、陈绿文、张文娟、王飞、马颖、刘恒毅、徐良韬、樊艳峰、武斌、颜旭、齐奇	中国气象科学研究院、中国气象局广州热带海洋气象研究所、中国科学技术大学、中国科学院大气物理研究所、北京交通大学、上海交通大学、南京信息工程大学	良好	中气科成评[2024]_042
8	农业干旱动态定量评估与预报技术	张淑杰	中国气象局沈阳大气环境研究所	张淑杰、蔡福、李荣平、高莉莉、张慧、陈妮娜、米娜、顾群、王阳、张丽敏、武晋受、高全、温日红、王宏博、纪瑞鹏、董秋婷、姜珊、张巍、于文颖、赵先丽	中国气象局沈阳大气环境研究所、锦州市生态与农业气象中心、葫芦岛市气象局	良好	中气科成评[2024]_044
9	双偏振雷达定量降水估测关键技术	张扬	中国气象科学研究院	张扬、刘黎平、吴翀	中国气象科学研究院	良好	中气科成评[2024]_051

### 4.3 科技成果应用与转化

我院 9 项成果转化应用至国家级及省级科研业务单位。其中“基于双线偏振雷达的冰雹识别算法”及“全国玉米干旱风险评估和预估”两项成果经预报司批复,正式进入国家气象中心业务应用。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	应用单位
1	杨吉、郑媛媛、樊利强、杜牧云、韩丰、慕瑞琪、盛杰、吕伟涛	基于双线偏振雷达的冰雹识别算法	国家气象中心
2	宋艳玲	全国玉米干旱风险评估和预估	国家气象中心
3	张冰、曾明剑、黄安宁、李昕、秦正坤、刘凌华、史文茹、朱科锋、顾春雷、周嘉陵	降水预报跨量级通用综合评价方法	国家气象中心
4	孙激、衡志炜、陈功、郑青、冯勇、张佩文、蒋兴文、李建	气象机动观测科学决策与评估应用系统	中国气象局气象探测中心
5	张扬、刘黎平、吴翀	双偏振定量估测降水关键技术	中国气象局气象探测中心
6	徐晶、金铸钰、黄霄霖、王轩	全球海上气象导航关键技术	北京全球气象导航公司
7	周广胜、汲玉河、周莉	生态气象云服务平台	海南省气象科学研究所、宁夏回族自治区气象科学研究所、福建省气象科学研究所
8	武晋雯、冯锐、纪瑞鹏、王培娟、吴迪、孙龙魂、于文颖、张淑杰、米娜、陈妮娜、赵思雯、王倩玉、武晋章、刘靖楠、聂哲、杨欣虹、尹艳华	扰动指数与纹理地形特征融合的森林火烧迹地遥感提取技术研究	吉林省气象科学研究所
9	冯锐、武晋雯、王培娟、纪瑞鹏、吴迪、张霞、于文颖、郭婷婷、林毅、王一博、王莹、张琪、史宇迪、陶诗语、李嘉宁、宋昀地	FY 3E 微光成像仪在东北地区干旱和火点监测中的应用	吉林省气象科学研究所

同时,我院积极推动科研人员在深耕科研的同时进行科技成果转化。全年累计实现 11 项科技成果向中山大学等外部单位转化,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	刘英、梁钊明	GDAS 资料集预处理和分析技术	中山大学
2	程兴宏	基于 AI 算法和微波辐射计观测亮温的风廓线反演技术	北京盛阔信息技术有限公司
3	张小曳	碳中和监测核校支持系统(CCMVS)	金锐同创(北京)科技股份有限公司
4	郭立峰	碳中和监测核校支持系统(CCMVS)	中国大气本底基准观象台
5	陈思宁、赵艳霞	基于最优空间插值的区域气候序列构建技术	上海虹云信息技术有限公司
6	张祎、赵艳霞、孙擎、刘莉	量化气候变化和栽培措施对作物增产贡献的技术方法	深圳市千百炼科技有限公司
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	武汉奥投科技有限公司

序号	完成人	成果	转化单位
8	程宸、房小怡、张硕、张宏伟、于瀛	新区空间规划精细化风环境与生态气候评估技术	河北省气候中心
9	赵艳霞、张祎、陈思宁、孙擎、刘莉	水稻作物模型灾害模块改进及区域化应用技术	贵州省人工影响天气办公室
10	赵艳霞、孙勖、陈思宁、孙擎、刘莉、张祎	区域气象灾害对城市能源供应的风险评估及区划技术	重庆能源大数据中心有限公司
11	张阳、樊艳峰、郑栋	三维全闪实时精细定位方法	重庆华云气象科技开发有限公司
12	赵艳霞、陈思宁、张祎、孙擎、刘莉、李牧原	水稻作物模型灾害模块改进及区域化应用	中再巨灾风险管理股份有限公司

## 4.4 业务准入数据

### 4.4.1 东亚区域大气再分析历史数据

完成人：尹金方、梁旭东、谢衍新、李丰、胡开喜。

在国家气象科技创新工程(2014—2020年)、科技部国家重点研发计划等项目支持下,发展了面向区域大气再分析的多源高分辨率观测数据交叉协同质量控制、多源观测数据的有效分步同化、高分辨率模式动力-物理过程协调优化等技术,研发了东亚区域大气再分析系统,研制了我国第一代长时间序列高时空分辨率东亚区域大气再分析历史数据集。关于东亚区域大气再分析系统和产品数据介绍的文章发表在地学领域高影响力的数据期刊 *Earth System Science Data*。东亚区域大气再分析数据入选中国气象局高价值气象数据产品,获得中国气象局2024年气象科技成果评价良好等级。全球再分析知名专家、欧洲中期天气预报中心 ERA5 数据中心主任 Dick Dee 评价东亚区域大气再分析数据指出:“第一个覆盖东亚的区域再分析数据,填补了一个重要的空白,具有非常高的应用价值。”东亚区域大气再分析历史数据正在多个领域服务社会经济发展和国家安全,具有广阔的应用前景及社会效益。东亚区域大气再分析数据具有1个主要优势:①建立了东亚地区最完善的多源观测数据集。以我国气象系统的多源观测数据为基础,整合国内外可自由获取的其他来源观测数据,形成了面向区域大气再分析应用的数量全、质量高、一致性强的高时空分辨率多源观测数据集。②发展了多源观测数据的分步同化技术。地面小时数据采用四维连续同化方法,在模式积分过程时步内微小调整,保持模式物理量平衡。采用三维变分方法同化高空观测数据,通过云分析的方式同化雷达反射率因子改善水凝物场。③全方位优化 WRF 数值模式配置。从模式区域、垂直层次、地形、动力参数、物理过程等多个方面开展大量测试,显著提高模式对东亚区域天气的模拟能力。④建立长时间序列高分辨率再分析数据集,填补东亚区域高分辨率再分析数据的空白。数据覆盖1950—2020年(共71年),水平分辨率为12 km、时间分辨率为3 h的再分析数据集,是东亚地区目前唯一一套长时间序列高分辨率大气再分析数据。检验表明,该东亚区域大气再分

析数据集性能整体上优于现有的常用全球大气再分析数据。

#### 4.4.2 NJIAS 葵花卫星云特性数据集

完成人: 诸葛小勇、姚彬、宇路、唐飞、陈凤娇。

团队在前期发表的云检测、云相态识别、白天云光学/微物理(DCOMP)反演算法等基础上,优化晨昏和复杂下垫面上的云检测、自建 DCOMP 查找表等,并最终创建了葵花卫星云特性数据集 V1.0(简称 NJIAS HCFD),可提供 2016—2024 年覆盖东亚及西北太平洋地区的云掩膜、云相态、云顶高度、云粒子半径和光学厚度等 23 种云参数,以及雪、沙尘、霾、火点检测等 7 种附属产品,时间分辨率为 30 min。相比日本官方产品(<https://www.corc.jaxa.jp/ptrec/>),NJIAS HCFD 丰富了产品要素,且精度显著提高,并弥补了只有日间观测的不足。该数据集已集成至中国气象局气象大数据云平台(天擎)。

NJIAS HCFD 包含大圆盘(FLDK)、等经纬度格点( $0.04^\circ$ )和台风影响区(TyWNP)3 套子数据集。产品要素包括云掩膜、雾掩膜、沙尘掩膜、雪覆盖掩膜、云相态、云分类(2 种,分别基于相态和 ISCCP 规则)、云顶温度、云顶高度、云顶气压、云粒子半径和光学厚度(共计 4 种组合产品)、液态水路径和冰水路径(共计 3 种组合产品)、晴空海温、视差订正经度、视差订正纬度。时空分辨率分别为 30 min 和  $0.02^\circ$ ,时间序列长度为 2016 年 1 月 1 日—2024 年 12 月 31 日,覆盖东亚和西北太平洋地区( $50^\circ\sim 10^\circ\text{N}$ ,  $90^\circ\text{E}\sim 170^\circ\text{W}$ )

基于星载激光雷达 CALIPSO 的 1 km 云层产品(1.20 标准版)和 MODIS/Aqua 二级云产品(MYD06,6.1 版本)评估表明:NJIAS HCFD 除  $2.3\ \mu\text{m}$  粒子半径外其他所有云变量的精度均优于日本官方产品;夜间云检测、云顶高、云相态的精度甚至优于 MYD06 产品。精度评估结果列举如下:① NJIAS HCFD 云检测命中率(POD)约为 88%。在夜间,NJIAS HCFD 的技术得分高于 MYD06;在白天,NJIAS HCFD 技术得分虽略差于 MYD06,但优于日本官方产品。② NJIAS HCFD 的 3 个云高参数与 CALIOP 较为一致。日本官方产品明显低估高云的云高,MYD06 会将许多中高云误判为低云。③ NJIAS HCFD 相态识别的 POD 超过 82%。MYD06 与日本官方产品均存在较为明显的缺陷,在洋面上常将云顶温度大于  $0\ ^\circ\text{C}$  的像素错误地划为冰相,在陆面上常将云顶温度低于  $-10\ ^\circ\text{C}$  的像素错误地划为非冰相。④ NJIAS HCFD 3 组粒子半径和光学厚度与 MYD06 较为一致,相关系数为  $0.722\sim 0.853$ 。NJIAS 的  $2.3\ \mu\text{m}$  粒子半径(Re2.3)反演存在系统性高估。

#### 4.4.3 西南区域数值天气预报系统数值预报产品 V1.0

完成人: 衡志炜、蒋兴文、冯勇、郑青、张佩文。

我国西南地区受到青藏高原大地形影响,地势起伏,下垫面状态复杂。局地性天气现象(如降水、雷暴等)的发生频率较高,影响天气过程发展的大气运动尺度较小,气象要素的分布

和变化梯度大,预报预测难度较大。同时高原山地地区的观测数据相对较少,数据稀缺对天气预报的准确性和时效性提出了更高的要求。

基于 SWC-WINGS(Southwest China WRF-based Intelligent Numeric Grid forecast System)数值预报系统,形成了覆盖西南地区 3 km 分辨率、四川地区 1 km 分辨率的数值客观预报产品。该产品覆盖区域外层网格(D01)为 3 km 分辨率,模式产品预报时效,除 00:00、06:00、12:00、18:00(世界时)为 72 h 外,其余时次为 36 h;内层网格(D02)为 1 km 分辨率,模式产品预报时效为 36 h。

在观测数据融合同化技术方面,开发了天气雷达数据格式转换和数据质量控制算法,以云分析技术同化全省及周边 15 部雷达数据、风云四号气象卫星 AGRI 卫星数据;研发基于变分技术的风云卫星数据同化应用算法,实现风云三号气象卫星微波湿度和温度计数据、FY-1B/GIIRS 温度廓线同化;优化模式关键物理过程,优化模式微物理方案水云预报算法,改善降水预报和晴雨预报准确率;陆面模式中引入最大熵增(MEP)通量计算模型,优化地面通量预报。改进模式动力框架,引入有限差分两步保形平流方案(TSPAS),改善高原东坡陡峭地形区强降水预报效果。

预报产品较好地支撑了中国气象局气象探测中心 2024 年 6 次无人机观测试验,资阳“4·8”、成都“7·24”等强对天气预报,雅江县“12·9”林火数值预报服务,也支撑了四川省气象灾害防御技术中心暴雨灾害等级预估,西藏自治区气象台川藏铁路沿线数值预报气象保障,以及民航西南空管局气象中心、四川电力科学研究院等交通、电力行业气象预报服务。

## 4.5 论文与论著

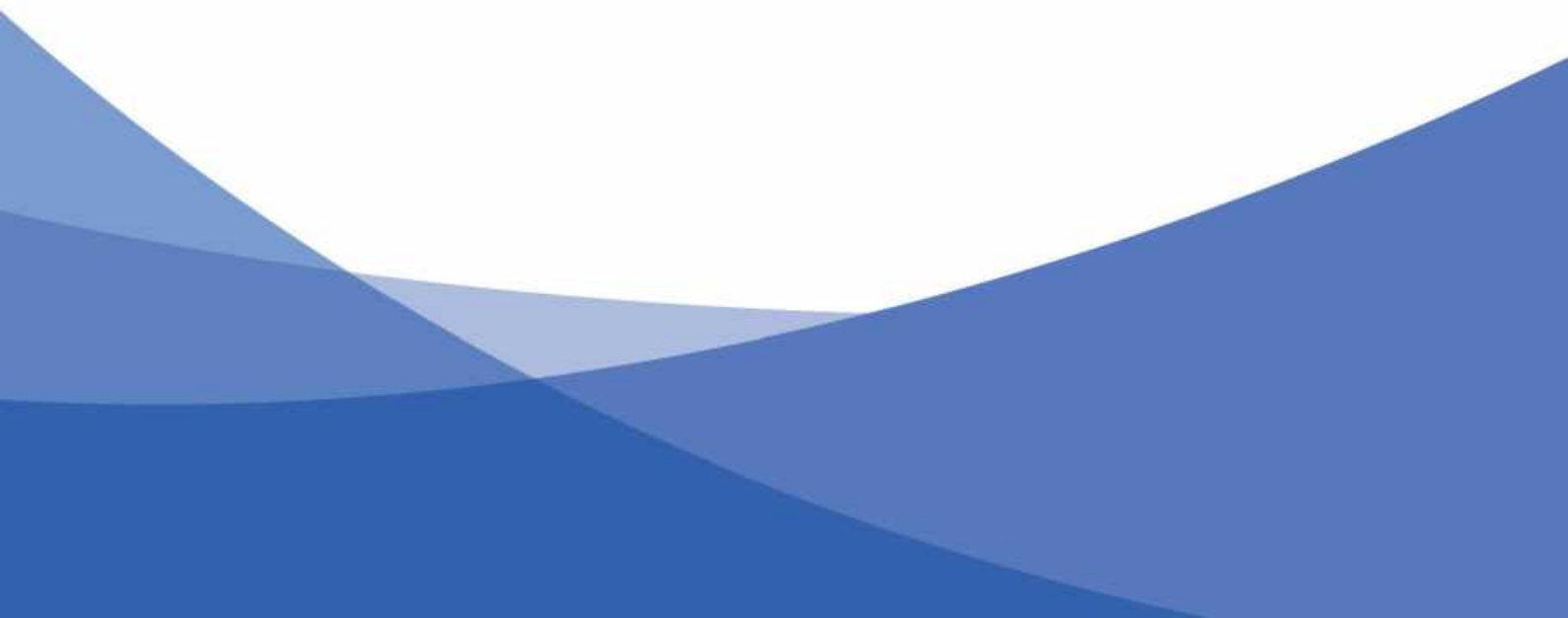
2024 年,我院发表的学术论文,被 CSCD 数据库收录 158 篇,其中第一作者机构论文 95 篇(附录 A);被 SCI 数据库收录 606 篇,其中第一作者机构论文 215 篇(附录 B)。

2024 年,我院共出版论著 11 种(附录 C)。其中,科学出版社 3 种,气象出版社 5 种,中国农业出版社 1 种,冶金工业出版社 1 种,社会科学文献出版社 1 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 2023 年度中国十大气象科技进展评选活动。协助完成联盟论坛、全国大气科学类本科生天气预报技能竞赛等活动。协助中国气象局科技与气候变化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。持续支持西藏气象科技创新,联合获批自治区重大科技专项,设立专项科研基金,带动西藏气象科技人才快速成长。与云南省气象局、云南大学和云南师范大学签署战略合作协议,集聚四方优势科技资源,以打造辐射南亚东南亚的地球科学中心为目标,共同建设横断山区(低纬高原)灾害性天气研究一中心两基地创新平台。与青海省气象局签订对口援助协议。与天津市气象局、河北省气象局、广西壮族自治区气象局签署战略合作协议。与国家气象信息中心、郑州商品交易所、广东省能源集团有限公司、中证商品指数有限公司公司、上海市气象局、上海期货交易所签署金融气象领域合作协议。组织召开全国气象部门科研院所学术年会。

### 5.1.3 推进有组织的国际科技合作

组织开展亚洲—澳洲—非洲季风国际大科学研究计划谋划工作,协助张人禾院士组织研究计划建议书编制工作,组织召开国内专家和国际专家咨询讨论会听取意见建议,包含野外观测计划在内的《亚洲—澳洲—非洲季风国际大科学研究计划建议书(初稿)》已提交中国气象局科技与气候变化司。推荐 11 位国际合作后备人才库候选人,2 人通过选拔考核入选人才库。加强外事管理,组织完成 115 人次出国参加学术会议和交流访问任务,36 人次外籍专家来访任务。深化与韩国气象厅下属韩国国立气象科学院双边合作,组织召开第六届中韩双边研讨会,推动双方在气象领域的机制性合作研究。

## 5.2 国际学术会议

### ■ 亚澳非季风科学研究计划研讨会(2024 年 11 月 19 日,山东青岛府新大厦)

为贯彻落实习近平总书记“深入践行构建人类命运共同体理念,推动科技开放合作”重要论述,贯彻落实中国气象局 2021 年全国气象工作会议的工作部署,在科技与气候变化司、国际合作司的指导和支持下,由张人禾院士担任首席科学家,中国气象科学研究院大力推进亚洲—澳洲—非洲(简称亚澳非)季风国际大科学研究计划谋划工作。2024 年 11 月 19 日,中国气象科学研究院、复旦大学、中山大学、上海市气象局在青岛联合举办亚澳非季风科学研究计划研讨会,邀请国际专家为研究计划提供科学指导和战略建议。

此次会议采用线上线下相结合的方式,汇聚来自中国、美国、英国、德国、澳大利亚、日本、挪威、瑞典、印度、巴西、阿拉伯联合酋长国、新加坡、南非等多个国家和地区的季风及相关研究领域二十余位知名科学家。本次研讨会特邀中国气象局科技与气候变化司、上海市科学技术委员会有关领导专家到会指导。

会议由我院副院长李建主持,中国气象局科技与气候变化司科技项目处副处长任颖致辞。任颖表示,中国气象局高度重视季风科学研究,支持开展亚澳非季风国际大科学研究计划,充分发挥我国在季风研究领域的科学积累和技术优势,加强跨区域、跨部门、跨领域的交流合作,提升季风科学认识和天气气候预报预测科技水平,为亚澳非季风区国家和地区的防灾减灾、应对气候变化和可持续发展提供科学支撑。

此次会议凝聚国内外季风、海洋领域专家智慧,为计划的顺利推进提供了行之有效的科学指导,我院将继续秉承开放、合作、共享的精神,加强与国内外相关科研机构的交流与合作,共同推动亚澳非季风研究计划的尽快落地,为全球季风科学研究做出积极贡献。



#### ■ 第六届中韩双边气象合作科技研讨会(2024年11月13—14日,北京湖北大厦)

为加强交流合作,中国气象科学研究院与韩国国立气象科学院于11月13—14日共同举办了第六届中韩双边研讨会,我院副院长张朝林、李建、中国科学院院士张人禾等出席。我院相关科研单位和职能处室领导、专家及学生参加会议。中国气象局国际合作司双边处处长钱鑫出席13日开幕式并欢迎PARK Young-Youn院长率团访华参会。

会议回顾了2022年第五届研讨会以来的合作项目执行情况、双方近年来科学技术进展以及共同关注的研究方向。随后中韩双方共同进行18个学术报告,其中包括张人禾院士和韩国国立气象科学院预报研究部主任KANG Hyun-Suk有关东亚季风和西北太平洋副热带高压的特邀报告。报告交流涵盖气候变化、大气成分、人工智能、灾害性天气等多个研究方面,双方展开热烈讨论。会议还明确了双方将在灾害天气研究、人工智能、云物理试验等3个研究方向开展的主要合作内容。



### 5.3 国内学术会议

#### ■ 1月11—12日在广东珠海举办首届气象风险与保险论坛

1月11—12日在广东珠海召开2024首届气象风险与保险论坛。此次论坛由中国气象科学研究院、中国气象学会、中国人寿财产保险股份有限公司、中再巨灾风险管理股份有限公司、气象风险与保险联合开放实验室主办,中国人寿财产保险股份有限公司广东省分公司承办,《应用气象学报》编辑部等协办,旨在提升气象科技创新和气象为保险服务能力,促进气象与保险融合发展,搭建平台共同推进气象风险管理关键技术研发与应用。

本次论坛是首次全国保险气象学术交流会。论坛围绕气象科技为保险业风险减量服务模式与路径、气象影响与服务效益评估、气象指数保险产品研发与应用等3个主题安排12个特邀报告,两个分论坛共44个专题报告以及墙报展示进行研讨交流,吸引和聚集了各级气象部门科研业务人员、高校科研院所、金融保险从业人员等200余人参加,论坛收到征文投稿110余篇。报名的踊跃度与论坛期间交流的热烈度超过预期,展现出保险气象领域备受关注与需求旺盛。



#### ■ 4月21—22日在江苏扬州举办全国交通气象论坛

4月21—22日在江苏扬州举办首届交通气象论坛。本届交通论坛为全国范围内首次举办,由江苏省气象局、江苏省科学技术协会、中国气象科学研究院、中国气象学会主办,江苏省气象学会、南京气象科技创新研究院、扬州市气象局、扬州市科学技术协会承办。

论坛特别邀请徐祥德院士、中国国家铁路集团有限公司赵国堂研究员、中国民航飞行学院李耀辉教授、中国气象局公共气象服务中心朱小祥主任等十多位专家围绕智慧交通保障工程发展战略、复杂气候区高铁技术创新、公路交通气象现状与发展思考、突发恶劣天气事件交通预警与处置策略等内容做专题报告。论坛以“加强创新融合 保障一路平安”为主题,聚焦交通气象高影响天气致灾机理研究,提升交通气象精密观测、精准预报、精细服务能力,进一步推动交通气象学术前沿与相关领域学者合作交流融合发展。论坛共计报告60余场,墙报交流100余个,行业内多家高校、科研院所、业务单位和相关企业专家学者近300人参加。



#### ■ 7月27—28日在广东中山大学深圳校区举办首届低空经济气象前沿科技研讨会

7月27—28日在广东中山大学深圳校区召开首届低空经济气象前沿科技研讨会。研讨会由中国气象局科技与气候变化司指导,中国气象学会、中国气象科学研究院、中山大学、深圳市气象局联合主办。中国气象局边界层气象重点创新团队、深圳市粤港澳大湾区监测预警预报中心(深圳市低空气象工作小组)和中山大学大气科学学院联合承办。

中国科学院地理科学与资源研究所廖小罕研究员、中国气象局原副局长许小峰、上海市气象局雷小途研究员、香港科技大学苏慧教授、兰州大学黄忠伟教授、深圳气象创新研究院蔡银寅常务副院长、中国气象科学研究院郭建平研究员等专家分别就题为“无人机应用从低空科技到低空经济:专用基础设施规划建设先行”“气候变化与城市安全”“上海航空气象保障实践”“中尺度对流系统和暖区降雨的环境特征”“激光雷达在低空经济气象发展中的应用”“深圳低空经济气象基础设施建设理论及实践进展”“低空经济气象若干关键科学问题”做了精彩报告。研讨会分别从边界层气象理论、高分辨率数值模式模拟及参数化、低空危险天气监测预警及低空经济气象典型行业应用等4个方面展开讨论。会议还开展圆桌讨论,中国气象局相关直属单位及各省(市)气象局领导、高校学者、行业代表等共同分享经验、发表观点,并开展热烈讨论,以期助力低空经济气象高质量发展。与会专家学者一致认为,低空经济气象科技的发展应深度融入低空经济应用场景、紧密贴合行业需求,并表达了为推动低空气象新技术成果转化

贡献力量的坚定信心。相信在不久的将来,随着低空经济产业的规模化发展,低空气象精密监测和精准预报新技术新方法将不断涌现,低空经济气象科技创新发展体系将不断完善,气象科技赋能低空经济高质量发展的贡献度将不断彰显。来自中国气象局各直属科研业务单位、中国科学院、香港科技大学、中山大学、南京大学、兰州大学、国防科技大学、成都信息工程大学等高校和科研院所以及气象企业的 150 余位专家学者参加会议。28 日下午,与会代表参观了深圳市气象科技产业集群发展实验区,并实地调研美团低空无人机起飞点的低空气象基建情况。



#### ■ 8 月 28—29 日在江苏南京举办 2024 年气象前沿科技青年报告汇

8 月 28—29 日在江苏南京举办 2024 年气象前沿科技青年报告汇。报告汇由中国气象局科技与气候变化司指导,中国气象学会主办,中山大学大气科学学院、中国科学院大气物理研究所、中国气象科学研究院、中国气象局预报与网络司、中国气象局气象干部培训学院、南京气象科技创新研究院、南京大学大气科学学院承办。

会议围绕气象高质量发展科技需求、学会成立百年和南大大气学科百年纪念、科学家精神和大国工匠精神传承等主题,邀请中国气象局高质量发展办公室综合室王岩主任、南大大气科学学院赵坤院长、“国家卓越工程师”称号获得者张志清研究员等做特邀报告。本次报告汇由 7 位青年科学家发起,设置中小尺度气象和高影响天气、气候系统和气候变化、气象人工智能研究、高价值气象数据、边界层及低空经济气象、气象历史与文明、卫星资料在天气监测和预报中的应用 7 个交流议题,来自高等院校、中国气象局各直属科研业务单位、各省(区、市)气象局、相关科研院所、企业等单位的专家学者、科研人员、业务骨干、在校师生等 120 余家单位的 260 余人参加交流活动。





### ■ 9月10—12日在河北秦皇岛举办首届北方暴雨研讨会

9月10—12日在河北秦皇岛举办首届北方暴雨学术研讨会。研讨会由中国气象学会、河北省气象局、中国气象科学研究院主办,河北省气象学会、中国气象学会天气学专业委员会、秦皇岛市气象局、河北省气象与生态环境重点实验室、中国气象局雄安大气边界层重点开放实验室等共同承办。

会议特别邀请中国气象局地球系统数值预报中心沈学顺院士,北京大学赵传峰教授,南京大学吕迎辉教授,中山大学杜宇教授,南京信息工程大学罗亚丽教授,中国科学院大气物理研究所孙建华研究员、平凡研究员,国家气象中心湛芸研究员,中国气象科学研究院梁旭东研究员、孙继松研究员,中国气象局武汉暴雨研究所崔春光研究员,雄安气象人工智能创新研究院宫宇高级工程师做特邀报告。本次研讨会分别从北方暴雨机理研究、暴雨数值预报模拟技术研究、人工智能在暴雨预报中的应用研究、暴雨科学试验、暴雨监测预警、极端强降雨气候事件研究、暴雨灾害科普与防御、暴雨灾害评估与风险预警技术研究等8个主题开展交流,会议共安排12个特邀报告,41个分会场报告,139篇墙报交流。来自中国气象局各直属科研业务单位、各省(区、市)气象局、相关科研院所、高等院校等单位的专家学者、科研人员、业务骨干、在校师生、相关企业等70余家单位的150余人参加交流活动。



### ■ 9月26—27日在辽宁沈阳举办2024年东北冷涡学术交流会

9月26—27日在辽宁沈阳举办2024年东北冷涡学术交流会。交流会由中国气象学会、

中国气象局东北冷涡研究重点开放实验室主办,沈阳农业与生态气象研究院(中国气象局沈阳大气环境研究所)承办。

会议特别邀请南京信息工程大学罗亚丽教授、国家气象中心郑永光研究员、南京大学任雪娟教授做特邀报告。交流会分别从东北冷涡的形成与发展机制、东北冷涡的气候特征及预测研究、东北冷涡的灾害性影响及应对策略等3个主题开展交流,会议共安排4个特邀报告,16个大会报告,40篇墙报



交流。来自中国气象局各直属科研业务单位、各省(区、市)气象局、相关科研院所、高等院校等单位的专家学者、科研人员、业务骨干、在校师生等20余家单位的50余人参加交流活动。

#### ■ 10月10—11日在广东中山举办第十八届防雷减灾论坛

10月10—11日在广东中山举办第十八届防雷减灾论坛暨中国气象局雷电重点开放实验室学术交流会。

会议特别邀请中国科学院大气物理研究所郟秀书研究员、南京气象科技创新研究院吕伟涛研究员、重庆市气象局李良福正高级工程师、国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司谷山强正高级工程师、南京信息工程大学郭凤霞教授、中国科学技术大学刘非凡副教授、中国气象局广州热带海洋气象研究所陈绍东研究员分别针对我国大气电学研究和创新平台发展、雷电探测、闪电与氮氧化物关系、中高层大气放电和人工引雷试验等问题做精彩报告。参会人员与报告人展开了积极有效的互动,围绕雷电监测、预警以及防雷工程与产品新技术等进行了广泛讨论,尤其针对近年来防雷技术领域涌现出的一系列新技术、新形势和新问题,引发了热烈的讨论。论坛共有39人进行大会口头报告交流,60篇论文以墙报形式进行展示交流。闭幕式上举行了优秀论文颁奖仪式,共有10篇论文荣获本届论坛优秀论文奖,与会的雷电学科资



深专家为获奖者颁发了证书。本次论坛共收到论文 200 余篇,出席论坛的代表近 250 人。

### ■ 10 月 17—19 日在浙江杭州举办第十届全国城市气象学术论坛

10 月 17—19 日在浙江杭州举办第十届全国城市气象学术会议暨城市气象科技联盟技术交流会。交流会由中国气象学会和城市气象科技联盟主办,中国气象学会城市气象学专业委员会、北京气象学会、北京城市气象研究院(北京城市气象工程技术研究中心)、中国气象局城市气象重点开放实验室和杭州市气象局承办,中国科学院大气物理研究所、中国气象科学研究院、国家气候中心、北京大学、北京市气象服务中心、南京大学、南京信息工程大学、中山大学、暨南大学和中国地质大学(武汉)协办。会议期间还召开了新一届城市气象学专业委员会的首次研讨会。



会议特别邀请中国气象科学研究院张小曳院士、香港科技大学陈飞教授做特邀报告。交流会分别从城市气象观测方法与新认识、城市气象数值模式新发展、城市高影响天气与气象服务、城市化、气候变化与气候适应型城市建设、城市大气环境与健康、城市生态、碳达峰碳中和与绿色发展 6 个方面开展交流。交流会共安排 2 个特邀报告,10 个邀请报告,25 个口头报告,217 篇墙报交流。来自中国气象局各直属科研业务单位、各省(区、市)气象局、相关科研院所、高等院校等单位的专家学者、科研人员、业务骨干、在校师生、相关企业等 150 余家单位的 250 余人参加交流活动。



### ■ 10 月 29—30 日在河北邢台举办第二届全国大气边界层论坛

10 月 29—30 日在河北邢台举办以“边界层气象和新质生产力”为主题的第二届全国大气边界层交流会。交流会由中国气象学会、河北省气象局、中国气象科学研究院联合主办,河北省气象学会、雄安新区气象局、邢台市气象局、中国气象局雄安大气边界层重点开放实验室、中

国气象局边界层气象重点创新团队、中国气象局邢台大气环境野外科学试验基地联合承办。

会议特别邀请中国科学院大气物理研究所研究员胡非、高志球,中国气象科学院研究员郭建平,芬兰赫尔辛基大学教授莉娜·贾维做特邀报告。与会人员围绕大气边界层探测新方法与新技术、大气边界层物理和湍流的前沿基础理论、大气边界层参数化和数值模拟、大气边界层物理实验模拟研究、大气边界层过程与天气气候效应、大气边界层与生态环境及其“双碳”应用、低空经济气象前沿科技及应用、AI在边界层气象中的应用等8个方面展开讨论。会议共安排4个特邀报告,3个大会报告,61个口头报告,100余篇墙报交流。与会人员还参观了中国气象局大气环境野外科学试验基地。来自中国气象局各直属业务单位、各省(区、市)气象局、中国科学院、北京大学、中山大学、中国科学技术大学、芬兰赫尔辛基大学等高校,以及华为、航天新气象等单位共220多名专家学者、科研人员、业务骨干及在校研究生参加会议。



#### ■ 11月27—28日在湖南郴州举办2024全国农业气象技术交流会

11月27—28日在湖南郴州举办2024全国农业气象技术交流会。交流会由中国气象学会主办,国家气象中心、中国气象科学研究院、中国气象局气象探测中心、湖南省气象局承办。

交流会涉及农业气象学科的前沿研究成果和最新技术应用,涵盖了农业气象、特色农业以及观测、遥感与生态展等多个主题。与会专家学者分享了各自的研究成果与实践经验,展示了我国农业气象领域的最新科研成果,深入探讨了农业气象技术如何更加精准地为我国“把饭碗端在中国人自己手里”贡献力量。在全球气候变化日益严峻的今天,农业气象服务在保障粮食安全、推动农业可持续发展方面的作用愈加突出。农业气象服务不仅是气象学科的前沿问题,



也是推动农业可持续发展和乡村振兴的重要支撑。未来,农业气象服务将更加注重与社会需求的结合,通过科技创新、信息化手段和社会化服务的融合,提高农业生产的气候适应性,保障农业经济的稳定发展。交流会共安排 13 个特邀报告,81 个分会场报告和 73 篇墙报。会议期间还开展了“现代农业气象科技能力与社会服务现代化”沙龙会客厅访谈活动,为参会人员提供与业内专家、学者面对面交流的平台,促进农业气象科技的普及与社会化服务,推动了科技成果与社会需求的深度融合。

#### ■ 12 月 12—13 日在福建漳州举办海洋气象灾害监测预报及服务研讨会

12 月 12—13 日在福建漳州举办海洋气象灾害监测预报及服务研讨会。会议由中国气象学会、青岛海洋气象研究院主办,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”和“远洋船舶气象智能化导航关键技术研发”项目组、中国气象局重点创新团队“远洋气象导航团队”、中国气象局海峡灾害天气重点开放实验室共同承办,来自全国各地的 60 余位专家学者参加了此次会议交流。

两个重点研发计划的项目负责人分别介绍了项目的最新研究进展。与会专家围绕报告内容进行了深入讨论,对项目取得的阶段性成果表示一致认可。学术报告分别围绕海雾发展识别、大风监测与预报、海洋气象多源数据研制、全球多尺度耦合模式研究及构建面向远洋气象导航的数据集,发展高影响天气(海况)预报方法及远洋船舶气象智能化导航关键技术等方向进行了深入交流。与会专家学者就相关研究进展展开热烈讨论,提出建议与点评,充分肯定了项目的现阶段成果。次日,两项重点研发专项年会分别召开,进行各项目内部进展讨论,指出现阶段与最终考核指标之间的差异,明确下一阶段的重点研究内容,并探讨如何推动研究成果的业务转化及示范应用平台的展示。本次会议的成功召开,进一步提升了项目在全国海洋气象业务领域的影响力,有效促进了项目研发成果的转化与应用。



#### ■ 12 月 19—20 日在辽宁沈阳召开 2024 年全国气象部门科研院所学术年会

12 月 19—20 日在辽宁沈阳召开 2024 年全国气象部门科研院所学术年会。会议由中国气象学会和国家级气象科研院所联合主办,沈阳农业与生态气象研究院(中国气象科学研究院沈阳分院)承办。

年会邀请中国工程院陈温福院士、中国科学院黄建平院士、中国气象科学研究院王春乙研究员、中国气象科学研究院赵艳霞研究员、沈阳农业与生态气象研究院陈力强常务副院长、中国科学院空天信息研究院刘良云研究员、南京大学居为民教授及中国科学院大气物理研究所姜大胜副所长做大会特邀报告。与会专家学者围绕气象科技创新和学科发展进行了深入交流,共同探讨了气象科技领域的最新进展和未来趋势。年会共设 13 个分会,安排 200 余个分论坛报告,百余幅墙报展供专家学者互学互鉴。来自中国气象科学研究院和 8 个国家级专业院所及 5 个新型研发机构、22 个省气象研究所、30 余个国家级及省级业务单位、16 所高校及 6 个外部门科研院所和企业的科研业务人员参加会议,8 家科技期刊现场布展宣传,参会人员 500 余人。



#### 5.4 科技创新论坛

科技创新论坛由我院统筹管理,2024 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、大气成分气候效应及农业气象观测等关键技术研讨,共开展 33 次活动,强化了与外单位的科技协同创新,通过多渠道宣传推广,全面提升我院气象科技影响力。

序号	主题	报告专家	专家单位
1	青藏高原上空亚洲对流层顶气溶胶层(ATAL)形成和消散的物理机制	贺千山	上海市闵行区气象局
2	2024 年基金申报经验交流分享会	危期、马建中、李英	科睿唯安、中国气象科学研究院
3	黑碳气溶胶天气/气候效应研究	王建栋	南京信息工程大学
4	极端高温事件的定量归因、预测及其影响	张团团	中山大学
5	Rapid Urbanization and Heavy Rainfall over the Yangtze-River Delta	张大林	美国马里兰大学
6	Recent coastal changes in tropical cyclone frequency	主帅	美国特拉华大学
7	热带大气对流系统的观测、模拟与变化	宋丰飞	中国海洋大学
8	地基联网和卫星微波被动遥感大气参数:初步结果和未来展望	夏祥鳌	中国科学院大气物理研究所

序号	主题	报告专家	专家单位
9	暴雪灾害:业务与研究进展	符娇兰、杨成芳、韩存博、高文华、张云、田平、刘黎平、阮征、李浩然	国家气象中心、山东省气象局、中国科学院青藏高原研究所、中国气象科学研究院、北京市人工影响天气办公室
10	The differences between "1=1" and "3=3": Energy gain kernel for climate feedbacks	蔡鸣	美国佛罗里达州立大学
11	Atmospheric rivers and cyclones MOSAIC case studies	Dr. Annette Rinke	德国阿尔弗雷德魏格纳研究所(AWI)
12	气候领域动力和AI融合的初步思考	汪亚	中国科学院大气物理研究所
13	大气颗粒环境健康效应研究进展	郑光洁、申芳霞	清华大学、北京航空航天大学
14	基于人工智能算法的全球极端气象干旱事件研究	刘臻晨	复旦大学
15	Impacts of Polar Sea Ice Changes on Strong El Niño Events	刘骥平	中山大学
16	边界层的观测、参数化及模式应用	高中明、魏伟、缪育聪	中山大学、中国气象局地球系统数值预报中心、中国气象科学研究院
17	开发大气外场观测增值产品用于气候模式诊断与开发	汤帅奇	南京大学
18	Traceability and Quality Assurance of Microphysical and Optical Aerosol In Situ Measurements in the Frame of the European Research Infrastructure Consortium ACTRIS	Alfred Wiedensohler	德国莱布尼茨对流层研究所
19	Climate Change in the Three Poles and Their Impacts	陈德亮	清华大学
20	气溶胶理化特征及气候效应研究进展	陈颖、彭剑飞	University of Birmingham、南开大学
21	AI for Meteorology:天气智能识别及预测	白琮	浙江工业大学教授
22	农业与生态气象观测技术进展	吴东丽	中国气象局气象探测中心
23	Global stratospheric ozone monitoring networks and recent developments in atmospheric remote sensing	Xiaoyi Zhao	Environment and Climate Change Canada
24	复旦大学导师交流	Yuchao Gao、方向辉	复旦大学
25	Tropical Pacific Sea Surface Temperature Patterns and the El Niño Southern Oscillation under Climate Change	Mat Collins	University of Exeter
26	极地高影响天气遥感探测需求及研究进展	刘磊	国防科技大学
27	AI助力陆地碳汇近实时追踪,破解2023年大气CO <sub>2</sub> 激增之谜	王锴	北京大学
28	Advancing the understanding of cyclone impacts on Arctic sea ice concentration	Annette Rinke	德国阿尔弗雷德魏格纳研究所(AWI)
29	气溶胶理化特征及气候效应研究进展	赵卫雄、旷焯、薛海乐、杨亚力	中国科学院安徽光学精密机械研究所、暨南大学、中国气象局地球系统数值预报中心、云南大学
30	静态干涉傅里叶变换光谱成像技术研究	吕金光	中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

序号	主题	报告专家	专家单位
31	非均质下垫面条件下的边界层和浅对流云的发展	陈璟怡	南京信息工程大学
32	极端事件形成的协同作用理论	李建平	中国海洋大学
33	Atmosphere Ocean Land Processes in the Equatorial Western Pacific and Their Impact on Antarctic Climate	杨崧	中山大学

## 5.5 出国(境)访问交流

序号	姓名	任务	出访地	出访性质
1	张小曳	政府间气候变化专门委员会(IPCC)第六十届全会	土耳其/伊斯坦布尔	国际会议
2	仲峻霆	政府间气候变化专门委员会(IPCC)第六十届全会	土耳其/伊斯坦布尔	国际会议
3	高文华	第 104 届美国气象学会年会	美国/马里兰州巴尔的摩	国际会议
4	丁明虎	香港中文大学合作交流会议及气候变化国际会议： 极地科考、生态与环境变化	中国香港	国际会议
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规划会	拉脱维亚/里加	国际会议
6	陈阳	欧洲地球科学联合会(EGU)2024 学术年会； 世界气象组织复合极端事件归因研讨会	奥地利/维也纳， 瑞士/日内瓦	国际会议
7	郭建平	欧洲地球科学联合会 2024 年会议	奥地利/维也纳	国际会议
8	王改利	欧洲地球科学联合会 2024 年会议	奥地利/维也纳	国际会议
9	陈吴明	欧洲地球科学联合会 2024 年会议	奥地利/维也纳	国际会议
10	李普曦	欧洲地球科学联合会 2024 年会议	奥地利/维也纳	国际会议
11	陈田萌	欧洲地球科学联合会 2024 年会议	奥地利/维也纳	国际会议
12	齐奇	欧洲地球科学联合会 2024 年会议	奥地利/维也纳	国际会议
13	姜智娜	欧洲地球科学联合会 2024 年会议	奥地利/维也纳	国际会议
14	孙激	欧洲地球科学联合会 2024 年会议	奥地利/维也纳	国际会议
15	杨琳韵	欧洲地球科学联合会 2024 年会议	奥地利/维也纳	国际会议
16	乔小混	欧洲地球科学联合会 2024 年会议	奥地利/维也纳	国际会议
17	何研	欧洲地球科学联合会 2024 年会议	奥地利/维也纳	国际会议
18	张小艺	欧洲地球科学联合会 2024 年会议	奥地利/维也纳	国际会议
19	王亚强	澳门站点气象要素预报人工智能订正项目 技术指导和交流	中国澳门	国际会议
20	梁钊明	澳门站点气象要素预报人工智能订正项目 技术指导和交流	中国澳门	国际会议
21	李扬	澳门站点气象要素预报人工智能订正项目 技术指导和交流	中国澳门	国际会议
22	王宏	2024 年世界环境科学与工程峰会	葡萄牙/波尔图	国际会议
23	彭玥	2024 年世界环境科学与工程峰会	葡萄牙/波尔图	国际会议
24	韩晨	2024 年世界环境科学与工程峰会	葡萄牙/波尔图	国际会议
25	宁慧琼	2024 年世界环境科学与工程峰会	葡萄牙/波尔图	国际会议
26	薛文博	2024 年飓风年会	美国/长滩	国际会议
27	丁明虎	北极格陵兰岛野外科学考察	格陵兰	科学考察
28	曾昭亮	北极格陵兰岛野外科学考察	格陵兰	科学考察
29	赵守栋	北极格陵兰岛野外科学考察	格陵兰	科学考察
30	朱孔驹	北极格陵兰岛野外科学考察	格陵兰	科学考察

序号	姓名	任务	出访地	出访性质
31	田 彪	北极格陵兰岛野外科学考察	格陵兰	科学考察
32	周凌曦	改进的全球大气实验网第69届工作会议	英国/布里斯托	国际会议
33	周伯铨	日本地球行星科学学会2024年大会	日本/千叶	国际会议
34	沈小静	第21届亚洲大洋洲地球科学学会年会	韩国/平昌郡	国际会议
35	张 华	第21届亚洲大洋洲地球科学学会年会	韩国/平昌郡	国际会议
36	黄萌田	第21届亚洲大洋洲地球科学学会年会	韩国/平昌郡	国际会议
37	王一凡	第21届亚洲大洋洲地球科学学会年会	韩国/平昌郡	国际会议
38	邱钜康	第21届亚洲大洋洲地球科学学会年会	韩国/平昌郡	国际会议
39	徐 晶	第21届亚洲大洋洲地球科学学会年会	韩国/平昌郡	国际会议
40	金铸钰	第21届亚洲大洋洲地球科学学会年会	韩国/平昌郡	国际会议
41	许 行	第21届亚洲大洋洲地球科学学会年会	韩国/平昌郡	国际会议
42	陈 阳	第15届国际气候统计大会	法国/图卢兹	国际会议
43	田 彪	2024年北极黄河站科学考察	挪威/斯匹次卑尔根	科学考察
44	贾佳佳	2024年北极黄河站科学考察	挪威/斯匹次卑尔根	科学考察
45	陈 阳	第9届全球能量和水循环开放科学大会	日本/札幌	国际会议
46	郭建平	第9届全球能量和水循环开放科学大会	日本/札幌	国际会议
47	唐 飞	2024国际地球科学与遥感研讨会	希腊/雅典	国际会议
48	张 磊	2024国际地球科学与遥感研讨会	希腊/雅典	国际会议
49	温静涵	2024国际地球科学与遥感研讨会	希腊/雅典	国际会议
50	朱自通	2024国际地球科学与遥感研讨会	希腊/雅典	国际会议
51	孙 激	第9届全球能量和水循环开放科学大会	日本/札幌	国际会议
52	赵 寅	第9届全球能量和水循环开放科学大会	日本/札幌	国际会议
53	房世波	国际理论物理中心参加第四届云组织和极端降水工作组会议(WCO4)、西班牙的瓦伦西亚大学访问与合作交流	意大利、西班牙	国际会议和访问(公)
54	李浩然	2024年云和降水国际会议和短期课程	韩国/济州岛	国际会议
55	郑 栋	2024年云和降水国际会议	韩国/济州岛	国际会议
56	徐良椿	2024年云和降水国际会议	韩国/济州岛	国际会议
57	祝从文	中国 斯里兰卡联合科教中心访问和技术交流	斯里兰卡/科伦坡	访问交流
58	鄢钰函	中国 斯里兰卡联合科教中心访问和技术交流	斯里兰卡/科伦坡	访问交流
59	刘 蕾	碳14加速质谱仪培训	瑞士/苏黎世	培训
60	刘雨思	碳14加速质谱仪培训	瑞士/苏黎世	培训
61	刘 全	碳14加速质谱仪培训	瑞士/苏黎世	培训
62	张小曳	IPCC第六十一届全会	保加利亚/索非亚	国际会议
63	王志立	IPCC第六十一届全会	保加利亚/索非亚	国际会议
64	郭立峰	IPCC第六十一届全会	保加利亚/索非亚	国际会议
65	仲峻霖	IPCC第六十一届全会	保加利亚/索非亚	国际会议
66	贾文星	IPCC第六十一届全会	保加利亚/索非亚	国际会议
67	赵琳娜	欧洲气象学会(EMS)2024年度学术年会	西班牙/巴塞罗那	国际会议
68	梁旭东	欧洲气象学会(EMS)2024年度学术年会	西班牙/巴塞罗那	国际会议
69	范慧怡	欧洲气象学会(EMS)2024年度学术年会	西班牙/巴塞罗那	国际会议
70	吕伟涛	第37届国际雷电防护会议	德国/德累斯顿	国际会议
71	张文娟	赴马里兰大学访问交流	美国/马里兰	访问交流
72	徐婉筠	2024年国际大气化学与全球污染委员会学术研讨会和国际全球大气化学科学大会联合会议	马来西亚/吉隆坡	国际会议
73	梁林林	2024年国际大气化学与全球污染委员会学术研讨会和国际全球大气化学科学大会联合会议	马来西亚/吉隆坡	国际会议

序号	姓名	任务	出访地	出访性质
74	张小曳	第二届“中韩工程科技发展论坛”	韩国/首尔	国际会议
75	翟盘茂	思想领导力和解决方案前沿研讨会	印度尼西亚/巴厘岛	国际会议
76	陈军明	北极格陵兰岛野外科学考察	丹麦/伊卢利萨特、努克	科学考察
77	赵守栋	北极格陵兰岛野外科学考察	丹麦/伊卢利萨特、努克	科学考察
78	李雷	第十三届亚洲气溶胶会议	马来西亚/古晋	国际会议
79	王宏	第十三届亚洲气溶胶会议	马来西亚/古晋	国际会议
80	李浩然	第12届欧洲雷达气象与水文会议	意大利/罗马	国际会议
81	李建	第11届WMO研究理事会及研究理事会和科学指导组联合会会议	瑞士/日内瓦	国际会议
82	任宏利	WGSIP第25次会议	法国/图卢兹	国际会议
83	赵艳霞	气候变化与可持续金融年会论坛	中国香港	国际会议
84	陈思宁	气候变化与可持续金融年会论坛	中国香港	国际会议
85	郭建平	第十六届中尺度对流系统国际会议	韩国/庆州	国际会议
86	李宁	第十六届中尺度对流系统国际会议	韩国/庆州	国际会议
87	郭晓冉	第十六届中尺度对流系统国际会议	韩国/庆州	国际会议
88	朱恩达	人工智能在数值天气预报中的应用培训课程	英国/伦敦、爱丁堡	培训
89	丁明虎	阿联酋南极研究计划研讨会	阿联酋/阿布扎比	国际会议
90	李雷	第四届气溶胶偏振遥感国际研讨会	日本/京都	国际会议
91	车慧正	内地-香港联合资助项目研讨会	中国香港	访问交流
92	周春红	WMO近实时模拟应用科学咨询组指导委员会2024年年度线下会议	芬兰/赫尔辛基	国际会议
93	齐艳军	第四届亚洲气象会议	日本/筑波	国际会议
94	蒋洁	第四届亚洲气象会议	日本/筑波	国际会议
95	朱奕婷	第四届亚洲气象会议	日本/筑波	国际会议
96	张方健	第四届亚洲气象会议	日本/筑波	国际会议
97	祁威	中国第41次南极中山站度夏考察	南极洲	双跨团组
98	徐良韬	匈牙利佩奇大学学术访问	匈牙利/巴兰尼亚州佩奇市	访问交流
99	沈小静	德国马普化学所访问	德国/美因茨	访问交流
100	周凌晔	改进的全球大气实验网第70届工作会议	美国/圣迭戈	国际会议
101	任宏利	美国地球物理学会2024年年会	美国/华盛顿哥伦比亚特区	国际会议
102	吕伟涛	美国地球物理学会2024年年会	美国/华盛顿哥伦比亚特区	国际会议
103	武斌	美国地球物理学会2024年年会	美国/华盛顿哥伦比亚特区	国际会议
104	马旋	美国地球物理学会2024年年会	美国/华盛顿哥伦比亚特区	国际会议
105	丁明虎	全球冰冻圈观测-综合处理和预测系统会议	瑞士/日内瓦	国际会议
106	张小曳	政府间气候变化专门委员会第七次评估报告规划会议	马来西亚/吉隆坡	国际会议
107	王亚强	政府间气候变化专门委员会第七次评估报告规划会议	马来西亚/吉隆坡	国际会议
108	李雷	政府间气候变化专门委员会第七次评估报告规划会议	马来西亚/吉隆坡	国际会议
109	仲峻鑫	政府间气候变化专门委员会第七次评估报告规划会议	马来西亚/吉隆坡	国际会议
110	王志立	政府间气候变化专门委员会第七次评估报告规划会议	马来西亚/吉隆坡	国际会议
111	陈思宁	COP29“中国角”“积极防范气候风险建设低碳韧性城市”边会	阿塞拜疆/巴库	国际会议
112	赵守栋	南极气候论坛的范围界定研讨会及极地与高山观测、研究和指导委员会南极咨询专家组会议	意大利/博洛尼亚	国际会议
113	郭建平	韩国环境科学学会2024年年会	韩国/釜山	国际会议
114	李景鑫	英国气象局	英国	访问交流
115	冯佳宁	帝国理工学院	英国	访问交流

## 5.6 专家在国际学术组织、机构任职情况

姓名	机构	任职
张小曳	政府间气候变化专门委员会(IPCC)	IPCCAR7 第一工作组联合主席
	WMO 国际沙尘暴预警咨询系统(SDS WAS)	成员
	WMO 全球温室气体监测指导委员会(AG G3W)	成员
端义宏	联合国亚太经济社会/WMO 台风委员会	秘书长
高云	WMO 新冠病毒气象和空气质量因素专题组	成员
李建	WMO 研究理事会(RB)	成员
车慧正	国际 SKYNET 观测计划	成员
翟盘茂	WMO 气候服务常设委员会(SC CL1)巴黎协定 温度检测方法监测任务组	成员
周广胜	WMO 农业服务常设委员会	成员
赵平	WMO 全球冰冻圈研究组(SG CRYO)	研究组 SG CRYO 副组长
丁明虎	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
	WMO 极地和高山观测、研究与服务执委会(EC PHORS)	成员
	WMO 冰冻圈咨询委员会(CRYORA)	成员
	WMO 南极咨询专家组(AntAG)	成员
	WMO 天气、水、气候、环境和空间天气危险编目专家组(ET CHE)	成员
任宏利	WMO 世界气候研究计划季节年代际预测工作组(WGSIIP/WCRP)	成员
吕伟涛	国际大气电学委员会	成员、秘书
龚山陵	WMO GURME 科学顾问委员会	成员
周春红	WMO NRT APPs 咨询专家组	成员
	WMO SDS WAS 亚洲区域中心咨询专家组	成员
	WMO 植被火和烟雾污染计划(VFSP WAS)咨询专家组	成员
周凌晔	WMO 温室气体及相关微量成分全球巡回比对国际仲裁人	成员
	WMO 国际原子能机构(IAEA)温室气体及相关测量技术 专家会议(GGMT)科学指导委员会	成员
	WMO/联合国环境规划署(UNEP)科学评估报告评审组	成员
	国际卤代温室气体联合网络(AGAGE & Cooperating Networks)	成员
陈阳	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	世界气象组织农业专家委员会	成员
王亚强	WMO 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	国际气象学与大气科学协会青年工作组	成员
郭立峰	WMO 全球温室气体监测建模任务组(TT Modelling)	成员
米娜	WMO 二区协农业服务组	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,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,年度招生指标70个。通过与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350人,其中博士研究生127人,硕士研究生223人。截至2024年年底,已培养博士321人、硕士1287人,近90%以上的毕业生在全国气象部门工作,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、来自于中国气象局国家级科研业务部门和八个专业研究所(院)的导师队伍,现有硕士生导师157人,博士生导师102人,囊括中国气象局优秀科研业务骨干和各类高层次人才;两院院士10名,国家杰出青年基金获得者6名、优秀青年基金获得者5名、国家“万人计划”人才12名、国家“百千万人才工程计划”人才9名。

建立了较为完善的研究生培养体系。生源大多数来自于双一流高校,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 第十二届学位评定委员会

主 席:张小曳

副主席:张人禾、王焰新、王艳芬

委 员(按姓氏笔画为序):

王劲松 车慧正 吕伟涛 任宏利 刘黎平 孙 颖

李 建 吴统文 沈学顺 张 强 张 鹏 陈宝君

陈 静 罗亚丽 周广胜 郑永光 房世波 秦大河

徐祥德 梁旭东 端义宏

### 6.1.3 2024年毕业研究生与录取研究生

2024年24人获得博士学位,146人获得硕士学位。

序号	姓名	专业	论文题目	指导教师	备注
1	郭晓冉	气象学	北京地区降水前期信号及演变机制的观测研究	郭建平	博士
2	赵益帆	气象学	全球非静力 YUNMA 模式计算方案优化及其模拟能力研究	彭新东	博士
3	薛文博	气象学	地形起伏对台风“利奇马”(1909)动力结构的影响研究	陈联寿 余晖	博士
4	何灵莉	气象学	基于洋面双尺度粗糙谱的微波极化双向 反射分布函数矩阵的研发与应用	翁富忠	博士
5	胡昕尧	气象学	减排背景下北京城区气溶胶化学组分和光学性质关系研究	孙俊英	博士
6	石晨	气象学	东北冷涡对江淮流域持续性极端降水的影响及机理	苏京志 翟盘茂	博士
7	王晨鹏	气象学	气候变化背景下青藏高原水热变化 对植被春季物候与生产力影响研究	翟盘茂	博士
8	江彬	气象学	热带印度洋和太平洋海温年循环年际 变率及其对东亚季风的影响研究	祝从文	博士
9	谢成军	气象学	大气 CO <sub>2</sub> 浓度空间不均匀性对气温影响的模拟研究	吴统文	博士
10	田青	大气科学	冬季北极对流层持续性增暖事件的机制及影响	温敏 张人禾	博士
11	张文杰	大气科学	气溶胶-云相互作用对中尺度数值天气预报的影响研究	张小曳 张峰	博士
12	路淑华	大气科学	臭氧环境气象指数的建立与应用	龚山陵 陈建民	博士
13	张晋韬	大气科学	中国大陆体感温度长期变化的检测、归因和预估	任国玉 游庆龙	博士
14	赵萌	大气科学	冬季 NAO 位相与空间形态新特征及动力学机理研究	任宏利 王蕾	博士
15	高旗	大气科学	中等强度环境垂直风切变对热带气旋 发展不同阶段强度变化影响的研究	王玉清 占瑞芬	博士
16	梁苑新	大气科学	基于多源数据的中国中东部气溶胶光学辐射特性变化研究	车慧正 张峰	博士
17	江梦圆	气象学	长江中下游旱、中稻高温热害灾变解析及风险预估研究	霍治国	博士
18	赵雨馨	大气物理学 与大气环境	气候变化对中国历史时期鼠疫时空特征的影响	安兴琴	博士
19	毛欣	气象学	青藏高原生长季植被的年际变率特征与影响研究	刘柯	博士
20	王铭杨	气象学	双台风效应对降水的影响机理研究	任福民	博士
21	张源达	气象学	星地联合的黄淮海夏玉米干旱过程逐日动态监测方法研究	王培娟	博士
22	贾莉	气象学	中国台风远距离降水气候特征及低纬系统影响机理研究	任福民	博士
23	吴宜宜	气象学	气候变暖背景下播期调整对玉米生长与产量的影响与机制	周广胜	博士
24	刘俏华	气象学	青藏高原夏季持续性降水事件研究	姚秀萍	博士
25	高晶晶	大气科学	中国典型干湿区极端降水过程变化及其机理研究	翟盘茂	硕士
26	韩雨盟	大气科学	基于偏差估计的全球集合预报随机物理倾向扰动方案改进	陈静	硕士
27	王艺娟	大气科学	2021年5月14日苏州与武汉龙卷的多尺度特征研究	梁旭东	硕士
27	仇培宇	大气科学	有限区域模式守恒半拉格朗日方案的研究	沈学顺	硕士
28	刘非凡	大气科学	京津及河北平原大部暖季凌晨强降水特征与对流组织形式	郑永光	硕士
29	叶巍	大气科学	孟加拉湾风暴影响下青藏高原降雪特征及形成机理	张大林	硕士
30	周雨蒙	大气科学	全球变暖背景下沙尘的演变趋势分析	吴统文	硕士
31	韩汶君	大气科学	影响热带气旋登陆后强度衰减因子的分析	王玉清	硕士
32	付新霖	大气科学	1979-2019年登陆中国大陆热带气旋累积能量的研究	端义宏	硕士
33	许光煌	大气科学	云凝结核垂直结构及其对强降水影响的数值模拟研究	尹金方	硕士

序号	姓名	专业	论文题目	指导教师	备注
34	张诗雨	大气科学	不同积云参数化方案对中国区域极端降水的模拟研究	李清泉	硕士
35	胡杰	大气科学	Polar WRF 在东南极地区的不同物理参数化方案敏感性研究	丁明虎	硕士
36	刘啸捷	大气科学	人工触发闪电对应的雷暴环境条件	郑栋	硕士
37	夏凡女	大气科学	热带大西洋经向模态及其气候影响的观测特征和 CMIP6 模式模拟研究	李伟平	硕士
38	黄鸿燕	大气科学	青藏高原低涡和西南涡协同变化研究	李论	硕士
39	林佳璐	大气科学	孟加拉湾风暴对高原低涡降水的影响研究	李英	硕士
40	李丽芳	大气科学	登陆台风过程大风预报 DSAEF_LTG 模型的改进研究	万齐林	硕士
41	白莉娜	大气科学	青藏高原大气季节内振荡及其与 MJO 和西风环流的联系	金飞飞	硕士
42	陈龙光	大气科学	青藏高原东南缘极端降水事件大尺度环流特征及水汽源诊断	陈斌	硕士
43	张海燕	大气科学	黄淮海夏玉米高温热害等级指标构建及风险评估	霍治国	硕士
44	郝帅	大气科学	青藏高原海拔增温速率及对青稞生育期和产量的影响研究	王春乙	硕士
45	吴彩皓	大气科学	中国登陆台风灾害评估 DSAEF_LTD 模型研究	任福民	硕士
46	李梦倩	大气科学	2021 年中国大陆洪涝灾害及对华北主要农作物影响分析	房世波	硕士
47	高艳宇	大气科学	珠江三角洲地区不同极端程度雨强的对流宏微观特征分析	罗亚丽	硕士
48	田凤	大气科学	ENSO 持续性障碍的年代际变化特征	任宏利	硕士
49	郭静妍	大气科学	孟加拉地区夏季大气可降水量多时间尺度变化成因及物理过程研究	肖栋	硕士
50	赖雨瞳	大气科学	CMIP6 全球气候模式对中国地区干旱模拟能力评估与未来预估	徐影	硕士
51	唐蓝芝	大气科学	中国东部降水云中的水凝物气候态特征及其与降水关系的研究	高文华	硕士
52	郭子涵	大气科学	中国大陆沿岸代表站海陆风时空分布及影响因素研究	曹丽娟	硕士
53	程文静	大气科学	太行山东麓对流风暴下山演变研究	俞小鼎	硕士
54	张岑	大气科学	青藏高原温度变化放大效应可能机制分析及其未来预估	秦大河	硕士
55	陈君芝	大气科学	近四十年“两洋一海”区域强风特征及变化研究	温敏	硕士
56	彭一蒙	大气科学	ECMWF 和 CAMS 次季节预测系统性能与 MJO 预测技巧差异研究	苏京志	硕士
57	陈苏阳	大气科学	GRISU 模式中东亚降水的季节内特征分析	张祎	硕士
58	吴雨飞	大气科学	华北中尺度对流系统降水特征分析与预报评估	陈昊朋	硕士
59	程佳佳	大气科学	基于 CMA Meso 模式的云微物理方案的优化与验证	徐国强	硕士
60	王一诺	大气科学	欧亚大陆土壤湿度季节内变率对极端高温的影响	左志燕	硕士
61	王子玥	大气科学	雷达反射率因子直接同化对一次登陆台风数值模拟的影响研究	李泓	硕士
62	段亚娟	大气科学	南海夏季风爆发特征的多源资料评估及其次季节预测机会窗口研究	刘伯奇	硕士
63	王婷	大气科学	中国雨季对气候变暖的响应特征与机理	祝从文	硕士
64	李雪竹	大气科学	基于均一化观测数据的我国南方湿型高温的变化特征及约束预估	陈阳	硕士
65	苏峻	大气科学	20 世纪初以来东亚地区热带气旋频次的重建和变化研究	任国玉	硕士
66	周明珠	大气科学	西北太平洋热带气旋强度和尺度变化关系的统计研究	徐晶	硕士
67	陈思源	大气科学	阴阳网格全球区域一体化大气模式动力框架研发	彭新东	硕士
68	张寅钰	大气科学	适用于非静力大气模式的完全平衡多矩约束有限体积方法研究	李兴良	硕士
69	张瑞	大气科学	最大墒增地表通量模型的应用与评估	王迎春	硕士
70	王冰杰	大气科学	中国极端冷事件的变化及其模式评估与预估	孙颖	硕士
71	谢鸿飞	大气科学	基于 APSIM 模型的京津冀地区主粮作物气候智慧型水氮管理措施研究	赵俊芳	硕士
72	张乐川	大气科学	城市化对上海地区台风风场的影响研究	余晖	硕士
73	李颖芳	环境科学	非甲烷短寿命气候强迫因子减排对未来亚洲极端气候及其人口暴露风险的影响	王志立	硕士
74	陈文聪	大气科学	排放清单处理系统研发及化学机制对模拟影响的研究	王亚福	硕士
75	李玉洁	大气科学	树木绿化对城市微环境影响的大涡模拟研究	苗世光	硕士
76	刘梦婷	大气科学	未来排放情景下东亚云反馈的变化特征与不确定性约束方法研究	张华	硕士

序号	姓名	专业	论文题目	指导教师	备注
77	赵洁云	大气科学	火箭人工增雨随机试验效果检验	姚展予	硕士
78	李冉	大气科学	藏东南墨脱地区降雨微物理特征研究	王改利	硕士
79	陆建燕	大气科学	云化学对我国典型污染区硫酸盐及其前体气体影响的研究	龚山陵	硕士
80	邹炫宇	大气科学	南极考察船大气痕量气体走航观测分析	郝向东	硕士
81	刘书吟	大气科学	龙凤山本底站对流层 NO <sub>3</sub> 和 HCHO 垂直分布的观测研究	马建中	硕士
82	王稼玲	大气科学	不同大气污染过程下北京城区 PM <sub>10</sub> 及其主要水溶性无机离子的特征研究	孙俊英	硕士
83	陈雨焯	大气科学	东北春玉米遥感干旱指数动态阈值构建及时空特征分析	郭建平	硕士
84	陈浩然	大气科学	基于 X 波段双偏振相控阵雷达的墨脱地区夏季降水特征的统计分析	刘黎平	硕士
85	张新	大气科学	中国三大城市群对流层臭氧时空变化特征及影响因素研究	张兴嘉	硕士
86	张兴路	大气科学	利用激光雷达和光度计联合观测北京大气气溶胶光学辐射特性	车慧正	硕士
87	芦延廷	大气科学	不同边界层方案与垂直扩散参数优化对臭氧模拟的影响研究	安兴琴	硕士
88	吴崇源	大气科学	基于地基大气 CO <sub>2</sub> 浓度观测的全球碳同化反演方案物理研究	张小旻	硕士
89	李思婷	大气科学	集合最优插值资料同化方法在 GRAPES_Mesos1/CLACE 中的应用研究	王宏	硕士
90	徐昊洋	大气科学	南亚气溶胶污染物向青藏高原输送识别与年代际特征分析	何建军	硕士
91	何静怡	大气科学	未来不同排放情景下温室气体与气溶胶变化对全球温度的影响研究	张华	硕士
92	朱琳莹	大气科学	典型台风环境场水汽时空变化的高分辨率卫星观测	李俊	硕士
93	董娜	大气科学	关键区海温对青藏高原与南方降水变异影响特征	徐祥德	硕士
94	李琛	大气科学	基于 FY 3D/HIRAS 红外高光谱资料遥感逆温层研究	张鹏	硕士
95	李怡霖	大气科学	夏季午后青藏高原对流边界层高度的纬向差异与局地环流的关系	赵平	硕士
96	熊萌	大气科学	西伯利亚风暴轴与东亚气候异常的联系	任宏利	硕士
97	张宇钦	大气科学	兴安落叶松叶黄期对多环境因子变化的响应及其生理生态机制	周广胜	硕士
98	关雨依	大气科学	广州塔上行闪电先导三维发展特征的研究	吕伟涛	硕士
99	乔岫	大气科学	尺度自适应边界层参数化对一次陆面雾过程影响的数值模拟研究	彭新东	硕士
100	刘雨宁	大气科学	干涉式大气垂直探测仪(GIRS)的非线性改进和辐射基准传递方法	郭强	硕士
101	黄逸飞	大气科学	C 矢量的发展及其在天气尺度系统演变中的应用研究	姚秀萍	硕士
102	丁乙	大气科学	华北沿山及沿海城市短时降水日变化特征分析	王迎春	硕士
103	董心雨	大气科学	北半球春季海洋大陆对流季节转换过程的年际变化及其可能成因	温敏	硕士
104	付文卓	大气科学	青藏高原春季极端大风时空特征及其变化机理	陈斌	硕士
105	葛恩博	大气科学	基于尺度分析的 CMA-GFS 误差溯源研究	赵滨	硕士
106	韩晨	大气科学	IMPROVE 修正算法在中国东部低能见度数值模拟中的应用研究	王宏	硕士
107	何曼波	大气科学	长江中下游地区夏季气温异常月际波动的主模态特征及其成因	刘伯奇	硕士
108	侯雅	大气科学	青藏高原土壤季节性冻融过程的数值模拟研究	李伟平	硕士
109	胡靖怡	大气科学	我国南方地区海陆复合热浪机理及未来预估	陈阳	硕士
110	黄思琦	大气科学	美国本土地区地表气温序列中的城市化影响	任国玉	硕士
111	李奕莹	大气科学	黄淮海冬小麦春季低温灾害指标构建及风险评估	霍治国	硕士
112	李若莹	大气科学	川藏铁路关键区夏季小时极端降水事件研究	姚秀萍	硕士
113	李欣	大气科学	江南华南茶区茶树高温热害和干热害等级指标及时空特征研究	王培娟	硕士
114	李一诺	大气科学	华西秋雨演变特征及其上下层大气环流协同作用机制	李跃清	硕士
115	李怡姣	大气科学	夏秋季北极海冰多时间尺度变化特征及机制	姜智娜	硕士
116	李泽雯	大气科学	青藏高原东北坡强降水时空演变特征与立体环流结构研究	张祎	硕士
117	李章琳	大气科学	夏季西北太平洋副热带高压西伸分量异常变化的机理和影响	金飞飞	硕士
118	刘隰	大气科学	大西洋尼诺的可预测性及预报误差来源研究	左金清	硕士
119	刘丽	大气科学	中国地表短波辐射按季节至季节尺度变化特征及其影响因素	祝从文	硕士
120	刘晓蕾	大气科学	基于 S2S 动力模式结果的 MJO 及气温次季节高预报技巧窗口研究	苏京志	硕士

序号	姓名	专业	论文题目	指导教师	备注
121	马骏	大气科学	高原低涡的客观识别及其活动特征之间的关联	李论	硕士
122	马怡轩	大气科学	基于CMA-MESO模式云微物理方案参数扰动的敏感性研究	徐国强	硕士
123	牛元甫	大气科学	我国东北地区暖季小时尺度降水分析与模式预报评估	陈昊明	硕士
124	彭慧文	大气科学	黄淮海冬小麦干旱时空分布特征及气象影响因素分析	赵俊芳	硕士
125	彭晓枫	大气科学	黄淮海平原地下水储量变化及其与降水和人为因素的关系分析	房世波	硕士
126	邱恒康	大气科学	季风海岸(华南)极端小时降水的对流宏微观特征	罗亚丽	硕士
127	邱孙俊杰	大气科学	BCC-CSM模式耦合同化对北极海冰模拟和预测的影响	刘向文	硕士
128	阮虞清	大气科学	广东前汛期降水和地闪时空分布特征对比及环境条件研究	夏茹娣	硕士
129	商梦娇	大气科学	纯海风对中国大陆沿海典型区域城市热岛影响研究	曹丽娟	硕士
130	万昊昊	大气科学	华西秋雨的小时尺度特征分析及数值预报评估	李建	硕士
131	王森森	大气科学	近40年中国冬季寒潮的气候特征及大气环流异常	吕俊梅	硕士
132	王真	大气科学	南京与石家庄双偏振雷达2020-2022暖季观测极端降水的对流云宏微观特征	任福民	硕士
133	王悦颖	大气科学	长江流域盛夏降水季节内变化特征及成因研究	陈丽娟	硕士
134	韦昕辰	大气科学	青藏高原与印度夏季降水协同变化的年代际特征及成因	刘柯	硕士
135	魏杰殊	大气科学	多短非静力大气模式中不同近似黎曼求解器应用研究	李兴良	硕士
136	吴春雨	大气科学	中国西南雨季开始日期的多时间尺度变化特征及其与BSISO的关系	李清泉	硕士
137	吴筱雯	大气科学	区域集合预报扰动增长特征研究	陈静	硕士
138	熊希颖	大气科学	江苏弱垂直风切变下的下击暴流雷达回波特征统计研究	俞小鼎	硕士
139	徐汶淑	大气科学	中国东部冬春季气温次季节变化研究	马双梅	硕士
140	杨昕玮	大气科学	模拟热带气旋眼墙替换过程中强度变化的差异性分析研究	王玉清	硕士
141	杨雅涵	大气科学	长江流域持续性强降水的多尺度环流特征	翟盘茂	硕士
142	张惠宜	大气科学	基于广东闪电成像阵列的强负地闪观测研究	张阳	硕士
143	张艺馨	大气科学	干湿对流大气边界层大涡模拟收敛性研究	彭新东	硕士
144	张玉霞	大气科学	中国极端高温预警指标的变化和未来预估	孙颖	硕士
145	赵惠君	大气科学	南极威德尔海海冰预测方法研究	肖栋	硕士
146	郝梦哲	大气科学	BCC-CSM2模式深对流方案改进对MJO模拟的影响	吴统文	硕士
147	白嘉怡	大气科学	基于机器学习方法的大气边界层高度估计方法研究	魏伟	硕士
148	曹皓东	大气科学	基于FY-3和NOAA微波探测长序列资料的大气温度趋势研究	张鹏	硕士
149	曾鉴慧	大气科学	2016-2021年华北农村地区大气HONO的变化特征及影响因素	徐婉璐	硕士
150	曹意	大气科学	威宁地区脉冲风雹冰雹形成的数值模拟研究	陈宝君	硕士
151	杜洋星熠	大气科学	青藏高原雷暴活动、结构及其与闪电活动的关系	郑栋	硕士
152	李文钰	大气科学	星载微波大气探测仪扫描采样方式对反演热带气旋热力结构的影响	翁富忠	硕士
153	廖晨曦	大气科学	中国中东部及邻近洋面对流和层云降水的水凝物长期特征研究	高文华	硕士
154	刘锦涓	大气科学	中国夏季极端降水的南北差异与太阳周期的关系研究	王劲松	硕士
155	刘朔	大气科学	我国长三角和东北背景地区大气新粒子生成特征及差异的观测研究	沈小静	硕士
156	刘臻	大气科学	雷州半岛声波增雨试验效果检验	姚展予	硕士
157	卢家源	大气科学	北京城区大气气溶胶有效密度的观测研究	孙俊英	硕士
158	尚楠轩	大气科学	我国近地面臭氧浓度人为和气象驱动因素及定量反演研究	车慧正	硕士
159	王璐璐	大气科学	我国中东部地区棕碳的时空分布及光学特征	安心琴	硕士
160	文锦齐	大气科学	藏东南墨脱地区降水的垂直结构特征研究	王改利	硕士
161	毋婧雯	大气科学	融合多源垂直观测的降水前兆信号研究	郭建平	硕士
162	席雨阳	大气科学	长三角水稻种植区碳通量模拟研究	何建军	硕士
163	徐冉	大气科学	广东S波段和X波段雷达三维风场反演及在回波突变预警中的应用	刘黎平	硕士
164	许伟群	大气科学	地闪放电通道光谱谱线辐射强度与电流的相关性研究	吕伟涛	硕士
165	张昕璇	大气科学	大尺度环流和边界层结构对唐山地区细颗粒物污染的影响	缪育聪	硕士

序号	姓名	专业	论文题目	指导教师	备注
166	郑宇豪	大气科学	基于数值模拟的华南暖区暴雨先兆信号研究	尹金方	硕士
167	安鹏超	大气科学	孟加拉湾风暴 Rashmi(2008)及其影响下 青藏高原极端降水数值模拟研究	端义宏	硕士
168	彭成祥	大气科学	台风“利奇马”登陆过程降水精细结构特征分析	李英	硕士
169	托雅	大气科学	中国夏季降水预测误差特征分析和预测技术研究	封国林	硕士
170	王娜	大气科学	夏季青藏高原大气湿度廓线观测比较分析	郑向东	硕士

2024 年录取博士研究生 30 名,录取硕士研究生 73 名。

序号	姓名	专业	指导教师	备注
1	张晓涵	大气物理学与大气环境	张鹏	博士研究生
2	董意	大气物理学与大气环境	高文华	博士研究生
3	刘晓蕾	气象学	苏京志	博士研究生
4	文稼齐	大气物理学与大气环境	王改利	博士研究生
5	吴玲霞	大气物理学与大气环境	何建军	博士研究生
6	张惠宜	气象学	张阳	博士研究生
7	朱吉彪	大气物理学与大气环境	沈小静	博士研究生
8	邹猛进	大气物理学与大气环境	张阳	博士研究生
9	崔祎格	气象学	丁明虎	博士研究生
10	牛玲玉	气象学	王志立	博士研究生
11	彭诗雅	气象学	车慧正	博士研究生
12	朱若琇	气象学	郭建平	博士研究生
13	穆俊宇	气象学	李俊	博士研究生
14	韩晨	气象学	王宏	博士研究生
15	李章琳	气象学	温敏	博士研究生
16	许伟群	气象学	吕伟涛	博士研究生
17	张展豪	气象学	房世波	博士研究生
18	赵阳	气象学	王亚强	博士研究生
19	郑梦哲	气象学	吴统文	博士研究生
20	陈昱	大气科学	高文华	博士研究生
21	母昌煦	大气科学	张根	博士研究生
22	朱永康	大气科学	任宏利	博士研究生
23	陈思源	大气科学	彭新东	博士研究生
24	杜洋星熠	大气科学	郑栋	博士研究生
25	刘澳	大气科学	高辉	博士研究生
26	卢家源	大气科学	王宏(孙俊英)	博士研究生
27	彭一豪	大气科学	李论	博士研究生
28	尚楠轩	大气科学	王宏(车慧正)	博士研究生
29	宋丽欣	大气科学	韩威	博士研究生
30	张岭峰	大气科学	张兴赢	博士研究生
31	宝新宇	大气科学	刘伯奇	硕士研究生
32	柴婧	大气科学	宇如聪	硕士研究生
33	屠超帆	大气科学	高小雨	硕士研究生
34	王琪	大气科学	祝从文	硕士研究生
35	王艺菲	大气科学	郭建平	硕士研究生
36	徐敬蕊	大气科学	李建	硕士研究生
37	张梓瑜	大气科学	张文娟	硕士研究生

序号	姓名	专业	指导教师	备注
38	赵荔洋	大气科学	陈 阳	硕士研究生
39	陈芮雨	大气科学	薛海乐	硕士研究生
40	陈 锐	大气科学	徐洪雄	硕士研究生
41	陈 熙	大气科学	苗世光	硕士研究生
42	董 楼	大气科学	王改利	硕士研究生
43	房红乐	大气科学	周广胜	硕士研究生
44	冯 薇	大气科学	陈 静	硕士研究生
45	侯佳怡	大气科学	马双梅	硕士研究生
46	靳凤娇	大气科学	郑永光	硕士研究生
47	居梦瑜	大气科学	车慧正	硕士研究生
48	李 聪	大气科学	温 敏	硕士研究生
49	李丁香	大气科学	高 丽	硕士研究生
50	李 楠	大气科学	郑向东	硕士研究生
51	李书宁	大气科学	陈宝君	硕士研究生
52	李子期	大气科学	李 俊	硕士研究生
53	李祖垚	大气科学	夏茹娣	硕士研究生
54	梁 婧	大气科学	王亚强	硕士研究生
55	刘 畅	大气科学	陈昊明	硕士研究生
56	刘梦婷	大气科学	李 泓	硕士研究生
57	刘桐彤	大气科学	金飞飞	硕士研究生
58	刘伊玲	大气科学	吴 翀	硕士研究生
59	鹿 赐	大气科学	张大林	硕士研究生
60	马婧芮	大气科学	李 雷	硕士研究生
61	马瑞鑫	大气科学	任宏利	硕士研究生
62	马颖莉	大气科学	程兴宏	硕士研究生
63	梅 政	大气科学	周广胜	硕士研究生
64	乔 麦	大气科学	吕伟涛	硕士研究生
65	石 明	大气科学	刘 琳	硕士研究生
66	宋萃婷	大气科学	马利斌	硕士研究生
67	宋 森	大气科学	胡秀清	硕士研究生
68	孙佳怡	大气科学	吕俊梅	硕士研究生
69	孙启桐	大气科学	程巳阳	硕士研究生
70	汤文睿	大气科学	吴 捷	硕士研究生
71	唐 鑫	大气科学	张 果	硕士研究生
72	王家毅	大气科学	缪育聪	硕士研究生
73	王思雨	大气科学	李泽椿	硕士研究生
74	王 松	大气科学	何建军	硕士研究生
75	王昭瑾	大气科学	彭新东	硕士研究生
76	王子然	大气科学	李 英	硕士研究生
77	王梓恺	大气科学	李 论	硕士研究生
78	韦斯迎	大气科学	诸葛小勇	硕士研究生
79	魏语欣	大气科学	寿亦萱	硕士研究生
80	吴宇翔	大气科学	高文华	硕士研究生
81	夏晓雪	大气科学	李 昕	硕士研究生
82	徐梦婷	大气科学	郭建平	硕士研究生
83	杨 周	大气科学	桂 柯	硕士研究生
84	于楷璐	大气科学	李清泉	硕士研究生

序号	姓名	专业	指导教师	备注
85	袁辉龙	大气科学	边宇轩	硕士研究生
86	张彬倩	大气科学	孙 激	硕士研究生
87	张 茜	大气科学	徐国强	硕士研究生
88	张 汀	大气科学	张 扬	硕士研究生
89	张嘉玥	大气科学	丁明虎	硕士研究生
90	张馨丹	大气科学	郑 栋	硕士研究生
91	张依涵	大气科学	赵俊虎	硕士研究生
92	张泽坤	大气科学	吕凡超	硕士研究生
93	张孜筠	大气科学	侯团结	硕士研究生
94	朱子渊	大气科学	蒋兴文	硕士研究生
95	刘兆京	环境科学与工程	沈小静	硕士研究生
96	张文珺	环境科学与工程	张养梅	硕士研究生
97	焦宇明	物理海洋学	苏京志	硕士研究生
98	张益豪	物理海洋学	马利斌	硕士研究生
99	赵雅秋	自然地理学	范锦龙	硕士研究生
100	肖 雪	自然地理学	黄萌田	硕士研究生
101	董家硕	大气科学	姚秀萍	硕士研究生
102	刘艳冰	大气科学	孙 颖	硕士研究生
103	刘鑫懿	大气科学	杨 俊	硕士研究生

## 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,工作站积极加强与全国博士后管理委员会、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93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。

2024年5名博士后出站。

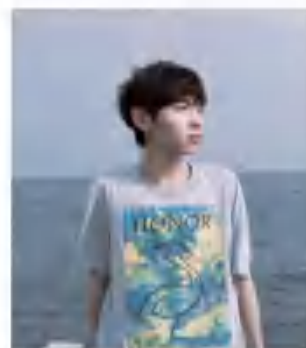
序号	姓名	专业	出站报告题目	合作导师
1	薛晓颖	大气科学	青藏高原积雪变化及机理研究	徐祥德
2	马洁茹	大气科学	青藏高原降水和植被的时空演变机理及季节预测研究	任宏利
3	于艳茹	大气科学	全天候1 km地气温度重建及差异研究	房世波
4	何 研	大气科学	气候变化背景下未来全球小麦复合高温干旱演变研究	端义宏 赵艳霞
5	丁兆敏	大气科学	人类活动和内部变率对青藏高原降水和气温变化的影响	翟盘茂

2024 年博士后科研工作站招收 2 名博士后。

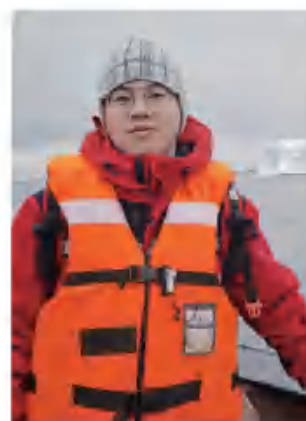
序号	姓名	专业	研究计划题目	合作导师
1	怡欣	大气科学	基于 14C 观测的我国重点区域大气化石源 CO <sub>2</sub> 示踪	车慧正
2	郭晓冉	大气科学	大气动力参数融合及对流监测预警应用	郭建平

### 6.3 研究生国家奖学金获得者

刘哲,指导教师安兴琴研究员,研究方向为大气化学伴随模式研发及大气污染优化控制。构建了 GRAPES-CUACE 热力学平衡伴随模块,可求取二次颗粒物关于排放源敏感性,对不同环流类型的 PM<sub>2.5</sub> 和 O<sub>3</sub> 双高污染溯源追踪,设计污染达标的最低经济成本减排控制方案。相关研究以第一作者身份发表在 *Journal of Environmental Sciences* 和《中国环境科学》上。



范荣峰,指导教师魏婷研究员,研究方向为极地天气气候变化。基于 CCHZ-DISO 方法,对 AIRS、VASS 和 VIRR 卫星水汽产品在极区的适用性进行了综合评估,为相关卫星产品的应用与改进提供了重要依据。相关研究以第一作者身份发表在 *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 上,并在第三届中国极地青年论坛获优秀研究生墙报奖。参加中国-智利第七次联合南极科学考察,首次在南极的 James Ross Island 和 D'Urville Island 架设了两个超低温自动气象观测站。



张栩滔,指导教师车慧正研究员,研究方向为我国地面能见度与颗粒物浓度智能感知及其应用。运用多种机器学习方法和 Transformer 等深度学习架构,构建了我国全天候 24 小时、无缝隙覆盖的环境气象实时智能感知框架及数据集。硕士研究生在读期间,以第一作者在 *National Science Review* 和 *npj Climate and Atmospheric Science* 发表两篇论文,获中国气象服务协会首届青年 AI 气象应用创意作品征集大赛二等奖,以主要完成人身份获批一项国家发明专利。



李宁,指导教师郭建平研究员,聚焦夜间对流触发,创新性地借助京津冀地区稠密的地基遥感垂直观测,结合理论分析和热动力诊断,厘清了典型天气形势下夜间降水前低空急流的精细结构特征并揭示了低空急流触发北京夜间降水的重要机制,此成果对精准预报北京地区夜雨有重要启示意义。以第一作者在 *Geophysical Research Letters* 上发表论文 1 篇,合作发表 SCI 论文 3 篇;获首届全国气象科技融合创新联盟“2023 年度中国十大气象科技进展(提名)”(排名第 7)、2024 年华云优秀成绩一等奖、2024 年大气环境遥感与协同分析会议“最佳口头报告奖”。



#### 6.4 优秀博士后

于艳茹,中国农业科学院农业遥感专业博士,博士后合作导师房世波研究员。研究方向聚焦地表温度反演、农业气象遥感监测及地表参数时空变化分析,致力于星地数据融合技术的创新与应用。以第一作者在 *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 等高水平期刊发表论文 8 篇,系统揭示了中国地表温度时空异质性驱动机制,研发了中国 1 km 全天候地表温度数据集,相关成果为农业干旱监测与生态评估提供了重要支撑。主持干旱气象科学基金项目 1 项,参与国家自然科学基金、科技创新 2030 等国家级科研项目多项,累计经费超 1400 万元。获中国气象科学研究院 2024 年度“优秀博士后”荣誉。



马洁茹,兰州大学博士,博士后合作导师任宏利研究员。面向防灾减灾需求,在东亚雨带演变机理及预测、高原降水演变机制与暖湿化气候效应等方面取得多项创新性成果;发展了改进东亚雨带时空演变季节预测新方法,揭示了青藏高原降水季节演变的新事实及影响因素,阐释了暖湿化对高原植被时空演变的影响机制及气候效应。相关成果为提升我国气候演变机理认知与预测水平提供了重要科学依据。以第一作者在 *Nature Communications*、*Science Bulletin*、*Geophysical Research Letters* 等期刊发表论文 4 篇。主持国家自然科学基金青年基金项目 1 项,参与气象联合基金、国家重点研发计划等项目。



何研,北京师范大学博士,博士后合作导师端义宏研究员、赵艳霞研究员。研究方向为气候变化背景下全球主粮作物复合高温干旱事件演变及其影响因素分析。聚焦于全球主粮作物小麦的高温干旱复合灾害,研究了在气候变化背景下小麦种植区域和生长季的变化,以及小麦的生长季高温、干旱事件的识别、演变规律,并探讨了复合灾害的识别方法。研究成果对高温干旱复合灾害的识别方法研究及其他复合灾害研究具有重要的指导意义。以第一作者发表 SCI 论文 2 篇,获国家自然科学基金青年科学基金项目、中国博士后科学基金资助。





# 第7章

## 获奖与表彰



## 7.1 成果获奖

2024年,我院26项成果获奖。

序号	奖励名称	成果名称	获奖人	获奖等级	院排名
1	天津市科学技术进步奖	渤海湾对流触发的动力微物理机理及预警关键技术	郭建平	二等奖	第三单位
2	江苏省科学技术奖(2023年度)	江苏极端强对流天气精准预报关键技术与应用	曾明剑	三等奖	第一单位
3	云南省科学技术奖励科学技术进步奖	面向准全天候通行的公路交通气象精准预警与智能防控装备系统	周林义	一等奖	第四单位
4	云南省科学技术奖励自然科学奖	亚洲夏季风水汽输送异常对中国西南雨季的调制机理及监测方法研究	孙丞虎	二等奖	第三单位
5	地理信息科技进步奖	多源数据融合的长三角城市群气候环境效应精细化评估关键技术	曾燕	二等奖	第二单位
6	地理信息科技进步奖	国产大算力机群遥感信息智能高效处理关键技术及典型应用	周广胜	一等奖	第三单位
7	2020-2024年暴雨科技重大进展	短时极端暴雨快速加强的多向雨水输送机制和观测验证	尹金方	其他	第一单位
8	科学技术奖/气象科技创新奖	基于多尺度模式的强降水短期精细化概率预报方法	赵琳娜	二等奖	第二单位
9	中国气象服务协会科学技术奖气象科技创新奖	江淮地区龙卷预警技术研究与示范应用	曾明剑	二等奖	第二单位
10	2023年度中国十大气象科技进展(提名)	揭示浓雾爆发性增强的新机制	刘端阳	其他	第一单位
11	中国气象服务协会气象技术发明奖	雷电多维度特征研究与0~12h预警预报一体化系统研发	郑栋	二等奖	第一单位
12	2023年度中国十大气象科技进展(提名)	面向对流触发的边界层关键动力参数高精度算法及应用	郭建平	其他	第一单位
13	2023年度“中国十大气象科技进展”	青藏高原多圈层地气相互作用立体综合观测研究平台的建立与应用	徐祥德	其他	第二单位
14	中国气象服务协会气象科技创新奖	青藏高原气象观测技术综合试验及应用研究	赵平	一等奖	第一单位
15	2023年度“中国十大气象科技进展”(提名)	生态气象监测评价关键技术及应用	周广胜	其他	第一单位
16	第二届全国气象雷达应用大赛	双偏振雷达雨滴谱反演产品	张扬	二等奖	第一单位
17	中国气象服务协会气象科技创新奖	主要粮食作物重大农业气象灾害监测预警与防控技术	霍治国	二等奖	第一单位
18	2023年度江苏省防雷减灾协会雷电科学技术创新奖	星基地基因电监测资料的质控与应用研究	刘岩	一等奖	第一单位
19	2023年度中国生态环境十大科技进展	大气活性氮国产化高精度在线分析仪研制及应用	张根	其他	第二单位
20	2024年“数据要素X”大赛全国总决赛气象服务赛道	基于多源观测数据的强对流智能预报模型	陈丹丹	科技创新奖	第一单位
21	日内瓦国际发明展	基于人工智能的极端降水和城市内涝预报技术	朱寿鹏	金奖(一等)	第二单位

序号	奖励名称	成果名称	获奖人	获奖等级	院排名
22	2022—2023年度灾害防御科学技术奖科技进步奖	气候变化背景下农业气象灾变机制与阈值及其业务应用	周广胜	二等奖	第一单位
23	2023年度中国碳达峰碳中和十大科技创新成果	我国全球碳源汇监测核校评估系统(CCMVS)	张小曳	其他	第一单位
24	2023年度江苏省行业领域(基础研究领域)科技进展	灾害性天气多源数据同化关键技术及应用	李昕	十大科技进展	第二单位
25	2023年江苏省气象学会技术进步一等奖	长江三角洲城市群化发展的气候效应研究	曾燕	一等奖	第三单位
26	2024年河北省场景创新大赛(先进算力领域)	交通气象车载设备研发与应用	刘端阳	三等奖	第一单位

## 7.2 党建类表彰

- 中国气象科学研究院生态与农业气象研究所党支部被命名为中央和国家机关“四强”党支部。
- 任瑞淇、周广胜、王志立获评中央和国家机关“四好”党员。
- 桂柯被推选为2023年“海淀青年榜样”年度人物。
- 中国气象科学研究院生态与农业气象研究所党支部、中国气象科学研究院博士(博士后)党支部获评中国气象局直属机关“四强”党支部。
- 任瑞淇、周广胜、丁明虎、任宏利、王志立、王培娟、刘文泉、陈昊明获评中国气象局直属机关“四好”党员。
- 周广胜、任瑞淇、陈昊明、王培娟、王志立、武树才获评中国气象局直属机关优秀共产党员。
- 赵妍获评中国气象局直属机关优秀党务工作者。
- 王倩获评中国气象局直属机关“青年学习标兵”。
- 陈阳获评中国气象局直属机关“青年科研攻关标兵”。
- 郭晓寅获评中国气象局直属机关工会“优秀工会干部”。
- 廖荣伟、李斌、颜晓露获评中国气象局直属机关“优秀工会积极分子”。
- 刘伯奇、孙激、吴肿、陈昊明、原新鹏、蒋宁、程兴宏、樊艳峰、王志立、王德英、刘蕾、梁林林、朱恩达、赵琳娜、王培娟、宋艳玲、任宏利、陈航、丁明虎、廖荣伟、刘文泉、张德、周广胜、吴玲燕、任瑞淇获评院“四好”党员。
- 张扬、陈田萌、原新鹏、高小雨、王德英、梁林林、赵琳娜、曾昭亮、吕晓敏、耿金剑、任宏利、程巳阳、丁明虎、刘莉、张德、周广胜、王芳、任瑞淇、王木林、王春乙、齐树芬、李玉海、唐棣、王肇辉、接连淑、李智霞、于也然、李江涛、李佳迎、胡昕尧、高旗、郭晓冉、韩雪峰、王淼淼、徐冉、刘哲、李伟杰、张悦湫获评2023—2024年度院优秀共产党员。
- 王改利、沈小静、朱恩达、王皓哲、柏晶瑜、梁玉英、曾庆国、许守玉、刘玲、魏牲生、石爱丽、古

忠、王淼淼获评 2023—2024 年度院优秀党务工作者。

- 孙俊英、李斌、王广河获评 2023—2024 年度院优秀纪检干部。
- 灾害天气国家重点实验室党支部、人工智能气象应用研究所党支部、科技管理处与合作发展处党支部、退休职工第三(八里庄)党支部、2021 级硕士研究生党支部获评 2023—2024 年度院先进党支部。
- 马文哲、王芳、王金凤、冯佳宁、朱孔驹、刘轩宇、刘雨思、刘莉、刘真艳、刘涛、孙爽、李浩然、邱滢、张文华、张帆、张胜军、宝兴华、赵守栋、耿金剑、原新鹏、徐思骊、徐婉筠、高小雨、梁林林、蒋宁获评 2023—2024 年度院优秀工会积极分子。
- 王改利、吕晓敏、祁威、张浩鑫、张德、袁凤杰、梁钊明、曾瑶获评 2023—2024 年度院优秀工会干部。
- 院机关分工会、灾害天气国家重点实验室分工会、全球变化和极地研究所分工会获评 2023—2024 年度院优秀分工会。

### 7.3 其他表扬

- 孙兆彬荣获 2024 年“数据要素×”大赛陕西分赛气象服务赛道一等奖,获聘中国气象学会医学气象学专业委员会副主任委员、中国气象局气象与医疗健康重点实验室学术委员会委员。
- 陈丹丹、朱恩达荣获 2024 年“数据要素×”大赛北京分赛气象服务赛道一等奖,并在全国总决赛中荣获气象服务赛道技术创新奖。
- 房小怡、程宸获聘为 ISO/TC 59/SC 20(建筑和土木工程韧性分会)国内技术对口专家。



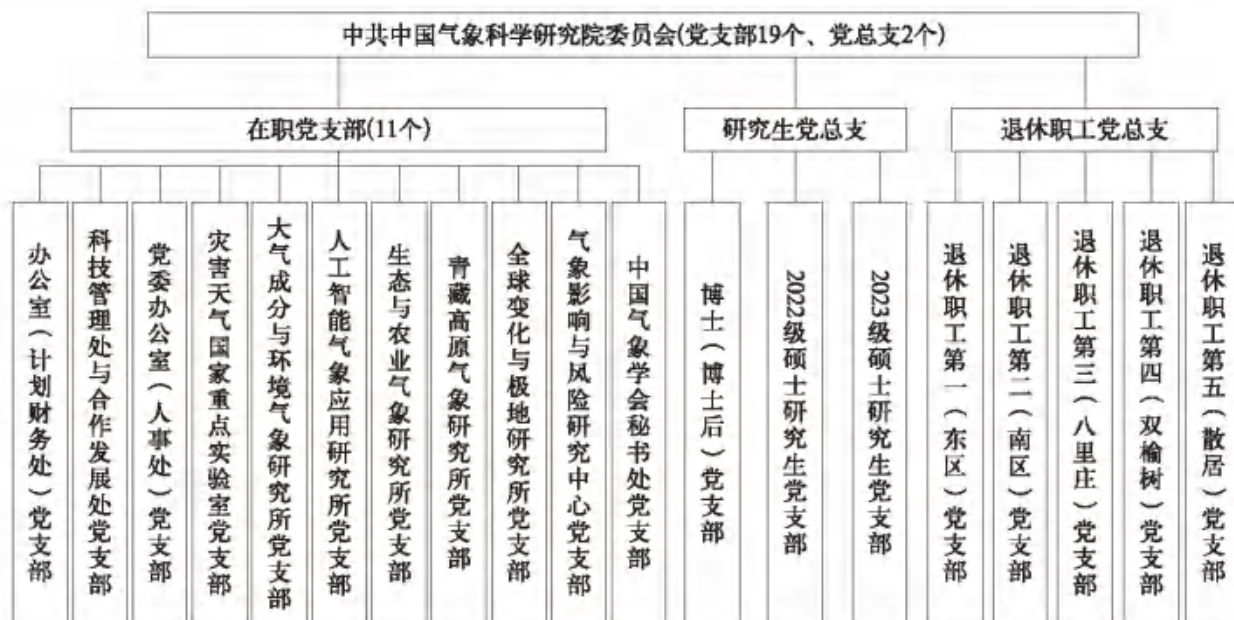
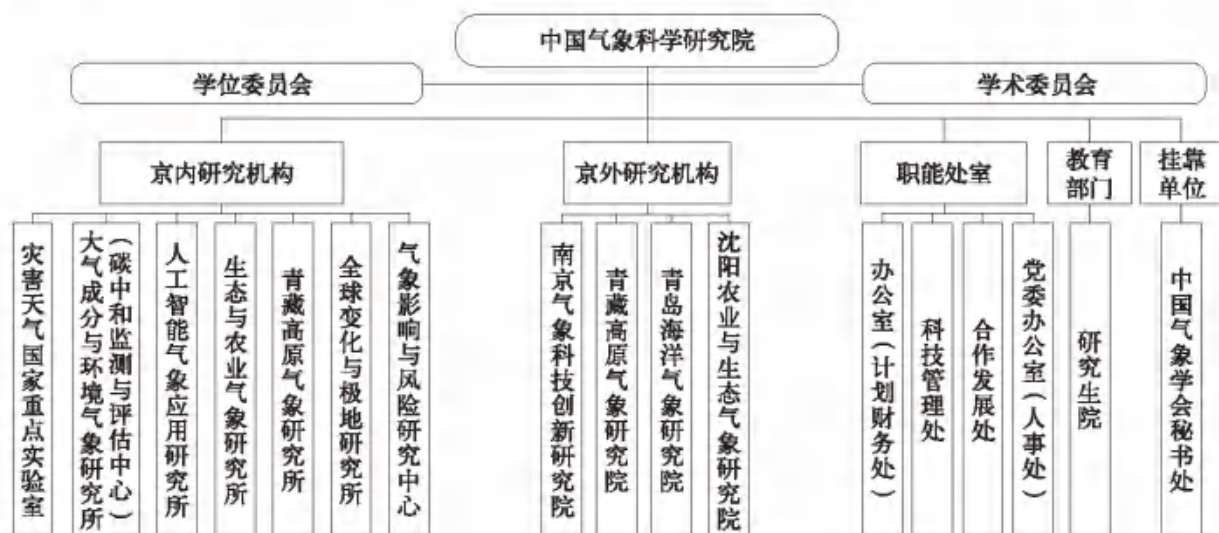
# 第 8 章

## 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为 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。2024 年 7 月,根据中国气象局、辽宁省政府、沈阳市政府的合作协议,我院与辽宁省气象局合办的沈阳农业与生态气象研究院正式揭牌成立。



## 8.2 干部队伍情况

### 8.2.1 院领导

副院长、党委副书记 张朝林

副院长、党委常委 高云

副院长、党委常委 王金星

纪委书记、党委常委 费文革

副院长、党委常委 李建

副院长、党委常委 车慧正

中国气象学会秘书长 张柱

### 8.2.2 院属各单位主要负责人

灾害天气国家重点实验室

主任 梁旭东

大气成分与环境气象研究所

所长 王志立

副所长(正处级) 王德英

人工智能气象应用研究所

所长 王亚强

副所长 赵妍

生态与农业气象研究所

所长 王培娟

副所长 宋艳玲

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

气象影响与风险研究中心

主任 任宏利

副主任 张祎

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  
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 王 轩  
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  
副主任 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

中国气象学会秘书处

综合协调部部长 白静玉

综合协调部副部长 张 德

学术交流部部长 刘文泉

科普部部长 张伟民

文献期刊部部长 伊 兰

### 8.2.3 院第十一届学术委员会

主 任 张人禾

副主任 端义宏

委 员(按姓氏笔画排序)

王 斌 王培娟 车慧正 任宏利 刘玉宝

宇如聪 李 建 杨 军 吴立新 吴国雄

吴统文 宋君强 张人禾 张小曳 张恒德

陈宝君 周天军 费建芳 秦大河 徐祥德

谈哲敏 黄建平 梁旭东 端义宏

咨询委员(按姓氏笔画排序)

丁一汇 王玉清 丑纪范 李泽椿 张大林

陈 飞 陈联寿 周秀骥 翁富忠 龚山陵

秘 书

温 敏

### 8.2.4 干部锻炼交流

根据《中国气象局人事司关于选派陈军明等 16 位青年专家下基层服务锻炼的通知》(气人函[2024]41 号),2024 年,陈军明赴雄安新区气象局服务锻炼,王世璋赴西藏自治区气象台服务锻炼,王润赴西藏高原大气环境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,2024 年 6 月起,我院王亚强、朱恩达、武玮辰、柯华兵等 4 人为首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 15 人,气象“十百千”人才计划入选者 38 人。在职职工 326 人,其中,正高级专家 109 名,副高级专家 143 名,具有博士和硕士学位的人员分别为 240 人和 68 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

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 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 刘黎平 张 华 祝从文

郭建平 徐 晶 李 英 王亚强 赵艳霞 刘洪利 刘端阳 蒋兴文

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 梁旭东 吕伟涛

刘黎平 张 华 祝从文 徐 晶 李 英 王亚强 郑 栋 孙继松

霍治国 马建中 周凌晔 安兴琴 任福民 赵艳霞

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

院科技领军人才培养计划人选

王志立 尹金方 沈小静 宋金杰 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

科技骨干培养计划人选

刘 璐 杨建莹 李普曦 桂 柯 徐婉筠 樊艳峰 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

### 8.3.2 高级职称晋升

2024年,我院于森等9人获得研究员资格,李熠等2人获得正高级工程师资格;马洁茹等23人获得副研究员资格,郑竞等5人获得高级工程师资格。

序号	姓名	单位	专业技术职务资格
1	于森	灾害天气国家重点实验室	研究员
2	马双梅	灾害天气国家重点实验室	研究员
3	边宇轩	灾害天气国家重点实验室	研究员
4	宝兴华	灾害天气国家重点实验室	研究员
5	赵大军	灾害天气国家重点实验室	研究员
6	徐良韬	灾害天气国家重点实验室	研究员
7	缪育聪	大气成分与环境气象研究所	研究员
8	张祎	气象影响与风险研究中心	研究员
9	李熠	南京分院	正高级工程师
10	张冰	南京分院	正高级工程师
11	杨森	沈阳分院	研究员

序号	姓名	单位	专业技术职务资格
1	郑竞	合作发展处	高级工程师
2	马洁茹	灾害天气国家重点实验室	副研究员
3	齐奇	灾害天气国家重点实验室	副研究员
4	张帆	灾害天气国家重点实验室	副研究员
5	周逸辉	灾害天气国家重点实验室	副研究员
6	贾文星	大气成分与环境气象研究所	副研究员
7	王琳	人工智能气象应用研究所	副研究员
8	曾昭亮	人工智能气象应用研究所	副研究员
9	宋兴阳	生态与农业气象研究所	副研究员
10	王润	青藏高原气象研究所	副研究员
11	刘明兹	青藏高原气象研究所	副研究员
12	马旋	全球变化与极地研究所	副研究员
13	王倩	全球变化与极地研究所	副研究员
14	朱孔驹	全球变化与极地研究所	高级工程师
15	郭晓寅	全球变化与极地研究所	高级工程师
16	王一凡	南京分院	副研究员
17	吉璐莹	南京分院	副研究员
18	严殊祺	南京分院	副研究员
19	吴阳	南京分院	副研究员
20	徐晓齐	南京分院	副研究员
21	唐飞	南京分院	高级工程师
22	梅海霞	南京分院	高级工程师
23	崔志强	南京分院	副研究员
24	阚瑰琳	南京分院	副研究员
25	缪昊	南京分院	副研究员
26	宋云帆	成都分院	副研究员
27	李爽	沈阳分院	副研究员
28	温日红	沈阳分院	副研究员

### 8.3.3 新增职工

2024年,我院新增职工22人。

序号	姓名	性别	部门
1	张朝林	男	院领导
2	张柱	男	院领导
3	任如意	女	办公室(计划财务处)
4	刘子琪	女	合作发展处
5	马洁茹	女	灾害天气国家重点实验室
6	张文杰	男	大气成分与环境气象研究所
7	胡昕尧	女	大气成分与环境气象研究所
8	王琳	女	人工智能气象应用研究所
9	刘小煦	女	人工智能气象应用研究所
10	张源达	男	生态与农业气象研究所
11	吴宜宜	女	生态与农业气象研究所
12	马旋	女	全球变化与极地研究所
13	于亦宁	男	全球变化与极地研究所
14	葛恩博	男	全球变化与极地研究所
15	刘明竑	男	青藏高原气象研究所
16	刘俏华	女	青藏高原气象研究所
17	丁君	男	研究生院
18	陈思宁	女	气象影响与风险研究中心
19	李牧原	女	气象影响与风险研究中心
20	白静玉	女	中国气象学会秘书处
21	朱玉祥	男	中国气象学会秘书处
22	陈浩	男	南京气象科技创新研究院

### 8.3.4 退休职工

2024年,我院13人退休。

序号	姓名	性别	原工作部门
1	袁凤杰	女	办公室(计划财务处)
2	阮征	女	灾害天气国家重点实验室
3	孟青	女	灾害天气国家重点实验室
4	刘煜	男	大气成分与环境气象研究所
5	孙岚	女	人工智能气象应用研究所
6	董万胜	男	人工智能气象应用研究所
7	崔哲虎	男	人工智能气象应用研究所
8	谭凯炎	男	生态与农业气象研究所
9	任三学	男	生态与农业气象研究所
10	程盘茂	男	全球变化与极地研究所
11	陈辉	男	气象影响与风险研究中心
12	蔡秀华	女	气象影响与风险研究中心
13	陈志荣	男	中国气象学会秘书处

## 8.4 党的建设

2024年,院党委在中国气象局党组的领导下,以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,认真履行全面从严治党主体责任,聚焦坚持不懈深化党的创新理论武装,持续加强党委自身建设,不断提升基层组织力,扎实开展党纪学习教育等重点任务,持之以恒提升党建工作质效,以实际行动走好践行“两个维护”第一方阵。



持续深化党的创新理论武装。严格“第一议题”制度,及时跟进学习。以学习贯彻党的二十大及二十届三中全会精神为主线,将习近平总书记关于气象工作重要指示精神深度融入主责主业,结合深入学习习近平总书记关于科技创新、全面深化改革、发展新质生产力等系列重要论述以及2024年在全国科技大会、国家科学技术奖励大会、两院院士大会上的系列讲话等,全年召开党委理论学习中心组学习会1次,组织党的二十届三中全会精神述学讲学交流会,深化交流研讨。开展习近平总书记“7·9”重要讲话精神贯彻落实情况“回头看”及贯彻落实习近平总书记关于气象工作重要指示精神五周年相关活动。党委主要负责同志学习体会在《中国气象报》刊登,强化示范效应。

创新党纪学习教育模式。构建“分层分类+多措并举”的学习教育机制,党委班子、党支部、青年理论小组联动开展联学联建、警示教育基地参观等活动,累计发布专题报道18篇。聚焦领导干部、青年科学家、纪检干部三类重点群体,实施纪律专题党课、新职工廉洁教育“第一课”、每月一学等定制化学习教育,推动党纪学习教育走深走实、见行见效。

不断提升党建工作质效。完善党委工作机制,修订党委工作规则、党委常委会议事规则、党建工作领导小组工作规则等三项重点制度。制定年度党建工作要点、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,压实主体责任。调整基层党支部工作联系点,强化对支部党建工作的分类指导。印发贯彻落实《全面提高气象部门党的建设质量行动工作方案(2021—2026年)》具体任务措施和清单,提升党建工作质效。开展党员暨党务干部培训,发展党员7人,3个支部完成换届。建立健全处级干部廉政档案,开展干部任职廉政谈话,严把选任关口。创新“调研监督”模式,对《气象高质量发展纲要》等重大任务落实情况开展政治监督。组织党风廉政宣传教育月、“清廉气象”标识征集等廉政文化活动。

全力以赴配合局党组巡视工作。落实局党组统一部署,全力以赴配合巡视组各项工作,召开巡视工作工作动员会,将巡视整改作为政治体检,建立“边巡边改-举一反三-长效提升”闭环机制,专题研究部署整改工作。坚持问题导向,标本兼治,完善制度机制,扩大巡视整改成效,以整改成效推进高质量发展。

持续加强科研文化建设。以“三联促三动”机制为抓手,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。开展院“两优一先”和党员先锋岗评选,召开“七一”表彰大会,举行新党员宣誓、全体党员重温入党誓词,推进青年干部培养提升工程实施,加强使命导向科研文化建设。加强主动互动联动,通过跨部门联学联建联创等举措,构建党建与科研业务融合载体,各党支部与系统内外开展联学联建活动30余次。一批集体和个人荣获中央和国家机关工委、局直属机关党委表彰。

## 8.5 工会工作

我院工会是在院党委领导下,由职工自愿组成的工人阶级群众组织,是职工利益的代表者和维护者。目前,院工会为2021年12月换届之后的第八届工会。

我院工会由院工会委员、经费审查委员、女职工委员会组成,院工会下设9个分工会,会员330余人。5月13日第一批全国气象行业示范性劳模和专家人才创新工作室——吕伟涛创新工作室(雷电监测预警防护)授牌仪式在我院举行。

在院党委的坚强领导和上级工会的指导下,院工会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精神和习近平总书记关于工人阶级和工会工作的重要论述,贯彻落实中国工会十八大精神,围绕中心、服务大局,面向基层、服务群众,充分发挥工会组织桥梁纽带作用,团结凝聚干部职工为我院高质量发展做出新的贡献。

12月27日,院工会召开第八次会员代表大会,选举产生新一届工会委员会和经费审查委员会。院纪委书记、党委常委费文革出席并讲话,党委办公室(人事处)主任于飞到会指导。第七届院工会常务副主席袁凤杰做工作报告。费文革代表院党委对大会召开表示祝贺,高度评

价第七届工会工作。他指出,第七届工会坚持党的领导,服务职工,推动科研创新,为我院发展做出了重要贡献。他希望新一届工会班子在新的起点上,继续发扬优良传统,围绕中心、服务大局,为推动我院高质量发展贡献工会力量。

#### 第八届院工会组成人员

##### 院工会委员会

工会主席 曾庆国

副主席 廖荣伟 曾瑶

委员 王芳 吕晓敏 刘雨思 刘恒毅 刘莉

祁威 张德 高小雨 曾昭亮 颜晓露

##### 院工会经费审查委员会

主任委员 任旻

委员 刘畅 周怀林

##### 女职工委员会(5人)

主任委员 曾瑶

委员 吕晓敏 刘雨思 刘莉 颜晓露

## 8.6 团委工作

共青团中国气象科学研究院委员会(简称团委)在院党委领导下,团结带领广大团员青年努力修好三门课,引导青年在全面深化改革、推进中国式现代化征程中历练成长、岗位建功。

为党育人,加强思想引领。协助我院党委建强用好青年理论学习小组,认真组织学习习近平新时代中国特色社会主义思想、党的二十届三中全会精神等重要内容,与中国科学院大气物理研究所开展学习贯彻党的二十届三中全会精神联学联建,与结对子单位开展联学活动3次。通过举办“传承红色精神 培塑新时代青年”五四青年系列活动,“学青年运动史,弘扬五四精神”主题团日活动,召开青年专题党纪学习教育暨警示教育大会,组织青年到全面从严治党警示教育基地学习等方式,引导青年坚定理想信念,明责担当。

围绕中心,提升大局贡献度。在院党委统筹部署下,协助落实青年干部培养提升工程年度重点任务。积极推荐青年参与“根在基层”青年调研实践活动,组织两支“筑梦新气象”青年调研团并撰写调研报告,其中一篇调研报告荣获中央和国家机关“关键小事”调研活动三等奖。在青年中弘扬科学家精神,4人入选中国气象局青年英才,12人入选我院高层次人才培养计划,多名青年的科研成果在国际顶级学术期刊发表,为相关领域业务提供重要支撑。

心系青年,努力为青年办实事。院领导和职能部门赴西藏、雄安看望在基层锻炼的青年骨干,并为他们解决工作和生活困难。结合民主生活会座谈、职工思想动态调研等工作了解青年

思想动态。举办第十二届青年跳绳比赛,100余位青年踊跃参赛,锻炼了身体、增进了友谊。研究生开展了现代大气科学论坛、暑期社会实践、羽毛球比赛、书法比赛等丰富多彩的活动。

夯实基础,持续提升组织力。严格落实中央八项规定及其实施细则精神、团中央“六条规定”要求。推进基层团组织规范化建设,已启动团委换届工作。做好局直属机关青年标兵推荐工作,1名团干部参加团干部履职能力提高培训班。完善基础团务管理,做好“智慧团建”信息录入、团内统计、团费收缴使用管理。

12月25日,共青团中国气象科学研究院委员会第十次团员大会在京召开,选举产生新一届团委委员。大会邀请我院党委常委、纪委书记费文革出席并讲话,党委办公室(人事处)主任于飞,副主任梁玉英,研究生院常务副院长金啟华到会指导。会议由团委副书记王强主持,第九届团委委员、职工和研究生团员共150余人参加会议。

会上,团委书记任瑞淇代表第九届团委做《动员引领广大青年将青春梦想融入气象科技创新伟大事业》工作报告,5年来,院团委深入贯彻落实习近平总书记关于青年工作的重要思想和关于气象工作重要指示精神,在院党委和直属机关团委的领导下,紧紧围绕团的根本任务、政治责任和工作主线开展工作,精确把握青年脉搏,引领力、组织力、服务力和大局贡献度不断提升,获全国五四红旗团委、中央和国家机关五四红旗团委等荣誉。希望新一届团委不忘初心、牢记使命,围绕中心、服务大局,推动青年工作取得新成绩。

#### 第十届院团委组成人员

书 记 章皓玥

副 书 记 郝 帅 胡昕尧

组织委员 李昊雨

体育委员 葛恩博

学习委员 王方舟

文艺委员 徐笑颖



# 第 9 章

## 大事记



## 1月

1月11—12日,2024首届气象风险与保险论坛在广东珠海召开。此次会议由中国气象科学研究院、中国气象学会、中国人寿财产保险股份有限公司、中再巨灾风险管理股份有限公司、气象风险与保险联合开放实验室主办,中国人寿财产保险股份有限公司广东省分公司承办,《应用气象学报》编辑部等协办,旨在提升气象科技创新和气象为保险服务能力,促进气象与保险融合发展,搭建平台共同推进气象风险管理关键技术研发与应用。



1月29日,中国气象科学研究院2024年工作会议在京召开。会议以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,全面贯彻党的二十大和二十届二中全会精神,深入贯彻落实习近平总书记关于气象工作重要指示精神,贯彻中央经济工作会议、中央农村工作会议精神,全面落实2024年全国气象工作会议部署,牢牢把握气象科技能力现代化和社会服务现代化,落实气象高质量发展任务,总结2023年工作,部署2024年任务,强化使命导向,聚焦核心关键,以高水平科技创新服务气象高质量发展。



## 2月

2月7日,在新春佳节到来之际,中国气象局致信慰问中国第40次南极科学考察队,向全体队员致以诚挚问候和新春祝福,向考察队中的气象科技工作者及其家属致以衷心感谢,表示将与考察队共同努力,协作攻关,坚定落实习近平总书记关于“认识南极、保护南极、利用南极”的重要指示要求和关于气象工作重要指示精神,不断提升对南极的认知水平,提升全球气象监测预报服务能力,为造福人类作出新的贡献。2024年是中国极地科学考察40周年,也是中国气象局参与极地科考40周年。眼下,4名气象工作者作为队员正在南极执行第40次科考任务,战风雪、斗严寒,执着坚守、无畏辛劳。在一代代科考队员接续奋斗下,我国极地科学事业从无到有,取得举世瞩目的成就,也推动了我国气象现代化事业快速发展。

2月8日,中国气象局党组成员、副局长熊绍员一行赴中国气象科学研究院慰问干部职工,看望张小曳院士,并代表中国气象局党组送上新春祝福。中国气象科学研究院在京院领导、职能处室主要负责人及部分在京职工参加了慰问活动。



### 3月

3月23日是一年一度的世界气象日,2024年世界气象日的主题是“气候行动最前线”。在明媚的春风里,我院通过组织开展丰富多彩的科普活动,将科学知识与参观者紧密连接。围绕本次气象日活动主题,我院开放一楼科普展厅,接待公众来访,展厅分为气象发展历程、当下最前沿的研究、最尖端的科技以及答题互动等区域。中国气象局党组书记、局长陈振林率局领导班子成员、局职能司领导,在我院高云副院长陪同下参观了展厅。



### 4月

4月7日下午,中国气象科学研究院召开全院汛期气象服务动员会,全面贯彻落实全国汛期气象服务动员暨流域气象保障工作部署电视电话会议精神,进一步部署我院汛期气象服务工作。会议由李建副院长主持,在京院领导、院属各单位(含气象学会秘书处)主要负责人现场参会,南京气象科技创新研究院、青藏高原气象研究院、青岛海洋气象研究院负责人线上参会。



4月21—22日,首届交通气象论坛在扬州成功举办。本届论坛以“加强创新融合 保障一路平安”为主题,聚焦交通气象高影响天气致灾机理研究,提升交通气象精密观测、精准预报、精细服务能力,进一步推动交通气象学术前沿与相关领域学者合作交流融合发展。论坛特别邀请徐祥德院士、中国国家铁路集团有限公司赵国堂研究员、中国民航飞行学院李耀辉教授、中国气象局公共气象服务中心朱小祥主任等十多位专家围绕智慧交通保障工程发展战略、复杂气候区高铁技术创新、公路交通气象现状与发展思考、突发恶劣天气事件交通预警与处置策略等内容作专题报告。本届交通论坛为全国范围内首次举办,由江苏省气象局、江苏省科学技术协会、中国气象科学研究院、中国气象学会主办,江苏省气象学会、南京气象科技创新研究院、扬州市气象局、扬州市科学技术协会承办,整个论坛共计报告60余场,墙报交流100余个,行业内多家高校、科研院所、业务单位和相关企业专家学者近300人参加。

## 5月

5月7日,我院召开干部大会,宣布中国气象局党组有关决定:张朝林同志任中国气象科学研究院副院长,党委委员、常委、副书记,中国气象局副局长张祖强、人事司司长王志华出席会议。会议由院党委常委、副院长高云主持,院处级及以上干部和正高级专业技术人员参加会议。会上,王志华司长宣读了中国气象局党组关于张朝林同志职务任命的决定。

5月10日,我院召开干部大会。中国气象局人事司司长王志华宣布:经中共中国气象局党组研究,并根据中国气象学会第二十九届理事会第一次全体会议决定,张柱同志任中国气象学会秘书长(副局级)。王金星同志任中国气象科学研究院副院长,免去王金星同志中国气象学会秘书长职务。会议由中国气象科学研究院党委副书记、副院长张朝林同志主持,院处级及以上干部和中国气象学会秘书处全体工作人员参会。

为贯彻落实中国农林水利气象工会、中国气象局办公室联合下发的《关于开展第一批全国气象行业示范性劳模和专家人才创新工作室命名工作的通知》的文件精神,大力弘扬劳模精神、劳动精神、工匠精神,进一步激发劳动模范和工匠人才在产业发展和技术创新中的潜能,充分发挥人才创新工作室示范引领作用,5月13日上午,第一批全国气象行业示范性劳模和专家人才创新工作室——吕伟涛创新工作室(雷电监测预警防护)授牌仪式在我院举行。



5月14—29日,党委副书记、副院长张朝林带领全体院领导班子成员,深入各研究单位、职能处室听取工作汇报。围绕推动全院高质量发展需要落实及推进的重要任务、学科方向及研究目标、主要问题挑战及解决举措开展深入交流研讨,拓思路、提需求、想办法。



5月13—19日,第二次青藏高原综合科学考察研究(简称第二次青藏科考)无人驾驶垂直探测平台野外试验在青海省海西蒙古族藏族自治州开展,这也是我国首次在青藏高原北部开展此类试验。此次野外试验隶属于第二次青藏科考任务一——“西风-季风协同



作用及其影响”,旨在揭示青藏高原西风-季风演化规律、驱动机制及其对青藏高原水资源、生态环境安全与极端天气气候事件变化的影响,为青藏高原生态环境保护、生态安全屏障体系优化、灾害风险防范和经济社会发展规划制定提供科学依据。

5月30日上午,我院与广东能源集团财产保险自保有限公司、深圳天鑫保险经纪公司在广州签署了三方合作备忘录。签约仪式上,副院长车慧正与广东能源集团副总经理高振共同为三方联合成立的“绿色能源气象风险与保险联合实验室”揭牌。

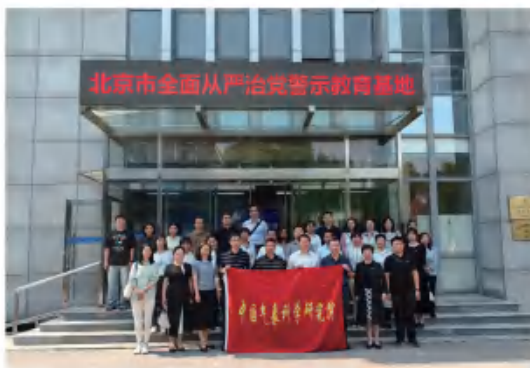


5月27日,“十五五”气象重大科研项目和科技创新平台发展专题研究工作启动会在北京召开。科技司和我院领导出席会议,减灾司、预报司、科技司、国家级业务单位相关处室领导和专题研究编制组全体成员参加,共同研讨专题研究工作方案。

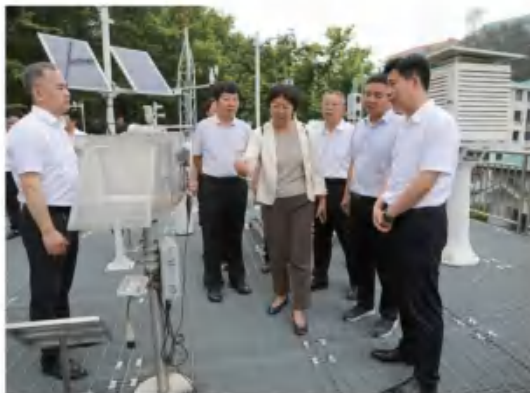


## 6月

6月4日,院党委与中国气象局直属机关纪委联合开展警示教育,来到北京市全面从严治党警示教育基地参观,院党委班子成员、全院处级干部和局机关各职能司党支部代表共计40余人参加活动。



6月14日,中国气象局党组成员、副局长熊绍员一行赴中国气象科学研究院庐山云雾试验站(简称庐山云雾试验站)调研,强调要从解决核心预报问题的战略高度,建设发展庐山云雾试验站,集中力量、协同创新,推动庐山云雾试验站建设成为具有世界先进水平的科学试验站。



6月27日,为贯彻落实中国气象局部署要求,为人工智能气象创新应用领域贡献力量,在党委副书记、副院长张朝林带领下,我院首批赴雄安气象人工智能创新研究院工作人员抵达雄安。



6月28日上午,在2024年度研究生毕业典礼暨学位授予仪式上,中国气象局党组书记、局长陈振林,党组成员、副局长熊绍员,中国科学院院士周秀骥,中国工程院院士陈联寿、徐祥德、张小曳、沈学顺,中国气象局相关内设机构和直属单位负责人,我院相关领导见证毕业生踏上人生新起点,为他们授予学位,颁发优秀奖项。



## 7月

7月11日,我院党委副书记、副院长张朝林一行到访国家气候中心(简称气候中心),双方围绕项目合作、团队建设、决策咨询以及业务热点等问题进行座谈交流。会议由气候中心党委书记、主任巢清尘主持。气科院、气候中心领导班子及双方各部门主要负责人参加会议。



7月17日,我院党委副书记、副院长张朝林一行到访中国气象局公共气象服务中心,双方围绕加快推进落实“两个现代化”部署,科技支撑服务“六保”(防灾减灾第一道防线保障、粮食保丰、能源保供、交通保畅、文旅健康保卫、生态保护及价值实现)进行座谈。会议由公共气象服务中心主任朱小祥主持,气科院、公共气象服务中心领导班子及相关部门负责人参加。



7月23日,沈阳农业与生态气象研究院揭牌成立。中国气象局党组成员、副局长熊绍员,辽宁省政府党组成员、副省长李强,沈阳市委副书记、市长吕志成分别代表中国气象局、辽宁省政府、沈阳市政府签署合作共建协议。成立沈阳农业与生态气象研究院,是深入贯彻落实习近平总书记关于气象工作和关于东北、辽宁全面振兴重要讲话重要指示批示精神的具体实践,是推动中国气象局和辽宁省政府第四次省部合作联席会议精神落实落地的重要举措。



7月27—28日,首届低空经济气象前沿科技研讨会在中山大学深圳校区举办。来自中国气象局、中国科学院、香港科技大学、中山大学、南京大学、兰州大学、国防科技大学、成都信息工程大学以及气象企业的150余位专家学者共聚一堂,就气象赋能低空经济发展建言献策。



7月30日下午,我院党委副书记、副院长张朝林一行到访上海市气象局,双方围绕联合研发、平台建设、国际合作、人才培养等问题进行座谈交流。与会人员围绕专业人才培养、项目合作和科技成果市场转化、三联促三动、国际大科学计划等进行充分交流。



7月30日,我院党委副书记、副院长张朝林带队访问复旦大学大气与海洋科学系,就双方进一步深化合作开展交流座谈。



## 8月

8月2日,我院党委副书记、副院长张朝林一行调研中国华云气象科技集团有限公司。双方就加快推动“两个现代化”,提高产学研协同发展和成果转化应用水平深入交流座谈。会议由华云集团党委书记、董事长白海主持。



8月2日,南京气象科技创新研究院建设的(谈哲敏)院士工作站顺利通过江苏省科技厅验收。



8月14日,广西壮族自治区气象局党组成员、副局长全文杰一行赴中国气象科学研究院调研座谈,双方就共同开展科技创新合作交流、人才队伍建设,科技更好支撑地方高质量发展达成共识。党委副书记、副院长张朝林出席座谈会。



8月29日,我院党委副书记、副院长张朝林率队赴中国科学院大气物理研究所访问交流。大气所所长曹军骥、党委书记陆日宇、纪委书记占车生及我院副院长高云、王金星、车慧正出席座谈。曹军骥主持座谈会议。大家深入讨论后达成共识,针对当前行业面临的挑战和机遇,双方应在更多领域展开合作,通过建立有组织的合作机制,发挥各自建制化体系优势,开辟各类合作渠道,实现资源共享、优势互补,将合作能效发挥最大,共同推进大气科学理论和气象业务应用的快速发展,为我国的气象强国建设做出更大的贡献。



## 9月

9月1日,中国气象局在京发布中国金融气象指数与服务平台(V1.0),旨在深化气象与金融融合发展,发展气象新质生产力,为绿色金融高质量发展提供有力支撑。中国气象局党组成员、副局长熊绍员出席发布会并致辞。



9月2日,广东省能源集团党委委员、副总经理高振一行赴我院座谈交流。会议由党委副书记、副院长张朝林主持。粤电集团有关业务负责人,我院高云副院长、相关职能处室负责人,金融气象重点创新团队首席赵艳霞研究员及部分成员,中国气象局公共气象服务中心申彦波研究员等有关专家参加会议。双方一致同意,共同在“气象+能源”科技领域加快战略布局,加强在气象科技创新、专业人才培养、科技成果转移转化等方面的合作,共同推进建立“融入式”能源保供气象服务链条,拓展社会化气象观测布局,提升能源气象服务能力和经济效益,发挥气象在能源强国建设中的助推作用。



9月5日,我院发布《极地气候变化年报(2023)》,评估了1979年以来南极和北极的气候基本概况,重点介绍了2023年度南北极极端天气气候状况,为社会公众提供准确及时的信息。该工作被世界气象组织转发,并得到法新社、彭博社、央视、新华社等数十家媒体的关注,摘要论文在气候变化研究进展英文版发表并被评为热点论文。

极地气候变化年报  
STATE OF POLAR CLIMATE  
(2023)



9月23日,中国气象学会金融气象专业委员会启动会暨专家咨询会在深圳召开。副院长高云、中国气象学会秘书长张柱等有关领导,以及来自南方科技大学、南京信息工程大学、中国科学院、中国农业科学院、国网能源研究院、中粮期货研究院、郑州商品交易所、上海期货交易所、中证商品指数公司、招商期货研究所、中信期货研究所、广东能源集团财产保险自保有限公司、中国人民财产保险股份有限公司、中再巨灾风险管理股份有限公司、中华联合保险集团公司、中国气象局上海市生态气象和卫星遥感中心、国家气象信息中心、广东省气候中心、浙江省气候中心、湖南省气象服务



中心、陕西省遥感与经济作物中心、江苏省气候中心等 22 家单位的专家、代表出席会议，启动会由中国气象局金融气象重点创新团队首席科学家赵艳霞研究员主持。

9 月 30 日，根据国务院学位委员会《关于下达 2023 年度审核增列的博士、硕士学位授予单位及其学位授权点名单的通知》，中国气象科学研究院获批新增博士学位授予单位和气象(0751)专业学位博士授权点，实现了中国气象局研究生教育事业发展的重大突破，具有里程碑意义。

## 10 月

10 月 9 日，中国气象学会第 29 届理事会雷电专业委员会成立大会暨第一次工作会议在广东中山成功召开。南京气象科技创新研究院(中国气象科学研究院南京分院)院长吕伟涛研究员、中国气象学会秘书处刘文泉处长，以及来自中国气象科学研究院、中国气象局气象探测中心、中国科学院、国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司、中国科学技术大学、上海大学、南京信息工程大学、成都信息工程大学以及全国各省(市)气象局等机构的 46 位专家、代表出席了会议。



10 月 10—11 日，第十八届防雷减灾论坛暨中国气象局雷电重点开放实验室学术交流会在广东中山举行。本次论坛共收到论文 200 余篇，出席论坛的代表近 250 人。中国气象科学研究院车慧正副院长和广东省气象局谭浩波副局长出席了开幕式并现场致辞。中国气象学会雷电委员会主任委员吕伟涛和全体委员出席了本届论坛。



10月17日,中国气象局党组书记、局长陈振林一行到中国气象科学研究院调研,围绕进一步深入学习贯彻党的二十届三中全会和全国科技大会精神,推进落实全国气象科技大会精神,深入了解气科院改革发展情况,协调帮助推进气科院进一步全面深化改革、高质量发展,更好地发挥其气象科技创新龙头作用。陈振林要求气科院勇担使命,深入分析面临的新机遇新挑战,全面落实全国气象科技大会各项部署,进一步全面深化改革,统筹推进教育科技人才一体发展,抓好气象文化建设,营造良好环境,为事业发展提供持久动力。局党组成员、副局长熊绍员参加调研。



为深入学习贯彻党的二十届三中全会和全国科技大会精神,推进落实全国气象科技大会精神,10月21日,我院与江苏省气象局在南京召开第四次联席会议。我院党委副书记、副院长张朝林,江苏省气象局党组书记、局长张晶出席会议并讲话。双方表示,将继续深化合作与交流,为创新研究院的发展给予保障和支持,共同推动南京气象科技创新研究院在科技创新、人才培养、成果转化等方面取得更加突出的成果。



## 11月

11月2日,南京低空气象观测试验启动会暨研讨会在浦口高新区举办,本次活动由南京市气象局和南京气象科技创新研究院联合主办、南京市交通集团和浦口高新区共同协办。中国气象局科技司、南京市气象局、南京气象科技创新研究院、市交通集团、浦口区政府及22家低空产业链企业约100多名专家、学者和十多家媒体记者参会,低空气象相关行业齐聚一堂,研讨、推动低空气象服务能力提升。



11月10日,香港科技大学环境与可持续发展学部主任刘启汉、副主任陈飞和首席科学家冯志雄一行来我院交流座谈。会谈由党委副书记、副院长张朝林主持,副院长李建及合作发展处参加了会谈。双方拟在中国气象局与香港科技大学合作框架的基础上,推进我院与环境与可持续发展学部的实质性合作,通过联合申报项目、学生培养交流、人员互访、共建联合实验室等方式进一步深化合作。下一步将推动科学家层面的深入交流,确定重点合作领域,确保将合作落到实处。



11月19日,中国东部冷流雪观测试验在山东烟台启动。该试验聚焦冷流雪的多尺度物理过程和大气化学过程,旨在通过为期5个月的气溶胶、云和降雪综合观测,认识人为/沙尘气溶胶输送对冰相降水的作用机制,厘清我国东部冬季致灾暴雪的多尺度作用机理,突破冰相微物理的认知难点,提高冬季降水的业务预报能力。本次试验由中国



气象科学研究院、国防科技大学和山东省气象局发起,北京大学、中国科学院大气物理研究所、中国气象局气象探测中心、北京市人工影响天气中心等二十余家单位共同参与。

11月19日,中国气象科学研究院、复旦大学、中山大学、上海市气象局在山东青岛联合举办亚澳非季风科学研究计划研讨会,邀请国际专家为研究计划提供科学指导和战略建议。此次会议采用线上线下相结合的方式,汇聚了来自中国、美国、英国、德国、澳大利亚、日本、挪威、瑞典、印度、巴西、阿拉伯联合酋



长国、新加坡、南非等多个国家和地区的季风及相关研究领域二十余位知名科学家。除主办单位外,国内与会人员还有来自中国科学院、香港天文台、清华大学、中国海洋大学、自然资源部海洋一所、上海交通大学等多个科研业务机构的专家学者。本次研讨会特邀中国气象局科技与气候变化司、上海市科学技术委员会有关领导专家到会指导。

11月23日,中国气象局党组书记、局长陈振林一行赴山东青岛调研,并见证青岛海洋气象研究院挂牌。同日,中国气象局与青岛市政府签署合作协议,双方将深化青岛海洋气象研究院示范共建,推进海洋气象研究院与青岛市气象局一体化发展。



11月27—28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、中国气象局气象探测中心、湖南省气象局承办,中国气象局农业气象重点创新团队、沈阳农业与生态气象研究院、气象防灾减灾湖南省重点实验室、成都远望未来雷达科技股份有限公司、全国农业气象标准化技术委员会协办的“2024年全国农业气象技术交流会”在湖南郴州成功举办。中国气象局各直属科研业务单位、各省(区、市)气象局、相关高校和其他相关领域近300名专家学者和科研人员参加了本次会议。



## 12月

12月9日,组织召开2024年研究生导师培训班,本次培训班邀请了中国气象局科技司科技项目处处长何勇,人事司培训处处长辛源、副处长来鹏莅临指导,院党委副书记、副院长张朝林和副院长车慧正出席会议。开班式和特邀报告由车慧正主持。会议邀请了四位专家作特邀报告,导师围绕学位论文质量、招生等方面进行交流研讨。



12月14—16日,“中国农业绿色发展研究会农业防灾减灾专业委员会2024年学术年会暨强国看农业·农业防灾减灾发展论坛”在湖南长沙隆重召开。本次会议由中国农业绿色发展研究会农业防灾减灾专业委员会主办,中国气象科学研究院生态与农业气象研究所、中国气象局农业气象重点创新团队协办。来自气象、农业、金融等行业部门、科研院所、高校及企业代表,近300位专家学者齐聚一堂,共同探讨和交流农业防灾减灾领域的前沿技术与研究成果。



12月19—20日,2024全国气象部门科研院所学术年会由中国气象学会和国家级气象科研院所联合主办,沈阳农业与生态气象研究院(中国气象科学研究院沈阳分院)承办,吸引了来自中国气象科学研究院和8个国家级专业院所及5个新型研发机构、22个省气象研究所、三十余个国家级及省级业务单位、16所高校及6个外部门科研院所和企业的科研业务人员参加,还吸引了8家科技期刊现场布展宣传,参会人员500余人。开幕式由我院党委副书记、副院长张朝林主持。中国气象局党组成员、副局长熊绍员,辽宁省政府副秘书长周国春出席开幕式并致辞。年会开闭幕式分别邀请了



中国工程院陈温福院士、中国科学院黄建平院士、中国气象科学研究院王春乙研究员、中国气象科学研究院赵艳霞研究员、沈阳农业与生态气象研究院陈力强常务副院长、中国科学院空天信息研究院刘良云研究员、南京大学居为民教授及中国科学院大气物理研究所姜大膀副所长做大会特邀报告。年会期间,与会专家学者围绕气象科技创新和学科发展进行了深入交流,共同探讨了气象科技领域的最新进展和未来趋势。年会共分为十三个分会场,共安排了200余个分论坛报告,及百余幅墙报展供专家学者互学互鉴。

12月20日,沈阳农业与生态气象研究院(中国气象科学研究院沈阳分院)首届学术委员会会议在沈阳成功召开,会议由我院党委副书记、副院长张朝林主持。中国气象局党组成员、副局长熊绍员出席并讲话。



12月23日,我院党委副书记、副院长张朝林带队赴成都信息工程大学(简称成信大)开展调研交流,推进双方在人才培养、科学研究、平台建设等方面开展深入合作,实现资源的高效整合与优势互补。成信大校长何建新,副校长舒红平、陈权亮出席会议。会议由舒红平主持。



12月27日,中国气象科学研究院与河北省气象局签署战略合作协议,双方将在气象科技领域开展深入交流和合作,共同推动河北气象高质量发展。河北省气象局党组书记、局长薛春芳和中国气象科学研究院党委副书记、副院长张朝林出席签约仪式。



# 第 10 章

## 规章制度



目前我院现行规章制度 121 项,其中行政管理制度 17 项,财务管理制度 13 项,科技管理制度 19 项,人才管理制度 22 项,党建、纪检、审计、群团等规章制度 31 项,研究生教育相关制度 19 项。2024 年发布、制定 23 项,修订 13 项。

序号	行政管理制度名称
1	中国气象科学研究院宣传工作管理办法(气院发〔2024〕107号)
2	中国气象科学研究院院长常务会议事规则(气院发〔2024〕59号)
3	中国气象科学研究院工作规则(气院发〔2024〕58号)
4	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)
5	中国气象科学研究院综合考评办法(气院发〔2024〕36号)
6	中国气象科学研究院公文处理工作办法(气院发〔2023〕38号)
7	中国气象科学研究院气象灾害应急预案(气院发〔2023〕28号)
8	中国气象科学研究院档案管理办法(气院办发〔2022〕26号)
9	中国气象科学研究院媒体阵地管理办法(气院办发〔2021〕35号)
10	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)
11	中国气象科学研究院证件管理规定(气院办发〔2020〕41号)
12	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)
13	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)
14	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)
15	中国气象科学研究院因公出国(境)管理办法(气院办发〔2018〕46号)
16	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)
17	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科研会议费管理办法(气院发〔2024〕109号)
2	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)
3	中国气象科学研究院固定资产管理办法(气院办发〔2023〕32号)
4	中国气象科学研究院预算管理工作规程(气院财发〔2023〕3号)
5	中国气象科学研究院采购管理办法(气院财发〔2022〕20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)
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高值易耗品管理办法(试行)(气院发〔2020〕39号)
11	中国气象科学研究院差旅费管理办法(试行)(气院发〔2020〕33号)
12	中国气象科学研究院对外投资管理办法(试行)(气院财发〔2019〕27号)
13	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极地考察管理办法(试行)(气院发〔2024〕103号)
2	中国气象科学研究院大型科研仪器开放共享后补助管理办法(试行)(气院发〔2024〕43号)
3	中国气象科学研究院合同管理办法(气院发〔2024〕38号)
4	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)
5	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)
6	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)
7	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)
8	项目(课题)对外委托合同经费使用承诺书(气院科发〔2023〕29号)

序号	科技管理制度名称
9	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)
10	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)
11	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)
12	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)
13	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)
14	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)
15	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)
16	中国气象科学研究院促进科技成果转化管理办法(气院科发[2021]17号)
17	中国气象科学研究院科研劳务费管理办法(气院发[2020]20号)
18	中国气象科学研究院横向项目管理办法(气院科发[2020]14号)
19	中国气象科学研究院学术委员会章程(气院科发[2015]34号)

序号	人才管理制度名称
1	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)
2	中国气象科学研究院优秀青年奖评选办法(气院发[2024]9号)
3	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)
4	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)
5	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)
6	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)
7	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)
8	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)
9	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)
10	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)
11	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)
12	中国气象科学研究院绩效工资分配办法(气院人发[2015]25号)
13	中国气象科学研究院考核办法(气院人发[2015]24号)
14	中国气象科学研究院专业技术人员竞聘上岗办法(气院人发[2015]22号)
15	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)
16	中国气象科学研究院优秀青年科技人员出国交流暂行办法(气院人发[2012]33号)
17	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)
18	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)
19	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)
20	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)
21	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)
22	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]49号)
2	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)
3	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)
4	中共中国气象科学研究院委员会关于印发重大事项请示报告清单的通知(气院党发[2023]42号)

序号	党建、纪检、审计、群团等规章制度名称
5	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)
6	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)
7	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)
8	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)
9	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)
10	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)
11	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)
12	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)
13	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)
14	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)
15	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)
16	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)
17	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)
18	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)
19	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)
20	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)
21	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)
22	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)
23	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)
24	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)
25	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)
26	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)
27	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)
28	25 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)
29	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)
30	中国气象科学研究院纪委谈心谈话办法(气院纪发[2017]3号)
31	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博士后科研工作站管理实施细则(气院发[2024]96号)
2	中国气象科学研究院研究生国家奖学金实施细则(气院发[2024]91号)
3	中国气象科学研究院研究生导师管理办法(气院发[2024]24号)
4	中国气象科学研究院2024年硕士研究生复试录取办法(2024年3月13日,招生工作领导小组[2024]第2次会议通过)
5	中国气象科学研究院遴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)
6	中国气象科学研究院硕士研究生学业奖学金管理办法(试行)(气院研发[2023]14号)
7	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)
8	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)
9	中国气象科学研究院“华云奖学金”章程(2022年7月21日,中国气象科学研究院2021-2022年度华风、华云奖学金评审会议修订)
10	中国气象科学研究院“华风奖学金”章程(2022年7月21日,中国气象科学研究院2021-2022年度华风、华云奖学金评审会议修订)
11	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)
12	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)
13	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)

序号	研究生教育相关制度名称
14	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)
15	中国气象科学研究院 研究生与博士后论文评审和答辩费用发放办法(气院研发〔2015〕5号)
16	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)
17	中国气象科学研究院研究生学位授予工作细则(第六届学位评定委员会第六次会议决议,2006年1月25日)
18	中国气象科学研究院研究生学籍管理规定(第六届学位评定委员会第六次会议决议,2006年1月25日)
19	中国气象科学研究院研究生会章程(2002年9月26日通过)

# 附录



## 附录 A CSCD 收录论文

- [1] 曹皓东,张鹏,廖蜜,等.风云三号微波温度计长序列再定标历史数据集质量评估.大气科学学报,2024,47(4):669-680.
- [2] 陈浩然,耿飞,刘黎平,等.西藏墨脱复杂地形 X 波段相控阵偏振天气雷达降水观测和反演方法研究.高原气象,2024,43(1):99-113.
- [3] 陈丽娟,王悦颖,李维京,等.海温异常对中国汛期降水的影响及预测应用.应用气象学报,2024,35(2):129-141.
- [4] 陈涛,湛芸,方翀,等.“23·7”华北极端暴雨精细特征和天气学成因分析.气象学报,2024,82(5):600-614.
- [5] 陈涛,湛芸,郑丽娜,等.5—7 月大别山地区降水与边界层风场日变化特征关系研究.气象学报,2024,82(5):615-631.
- [6] 仇培宇,沈学顺.零侧边界通量方案在 CMA-MESO 模式中的应用.热带气象学报,2024,40(3):468-476.
- [7] 丁乙,窦晶晶,王迎春,等.华北平原及沿山和沿海五个城市夏季短历时降水过程的日变化分析.气象学报,2024,82(4):490-509.
- [8] 段亚楠,刘伯奇.基于不同再分析资料南海夏季风爆发的气候特征和年际变率.大气科学,2024,48(4):1297-1310.
- [9] 方贺,张驰,严睿恺,等.多源星载微波传感器在台风“小犬”强度和风场结构分析中的应用研究.气象学报,2024,82(6):816-826.
- [10] 付文卓,陈斌,徐祥德.青藏高原春季区域性极端大风频次下降成因.高原气象,2024,43(5):1087-1101.
- [11] 葛恩博,赵滨.基于尺度分析的 CMA-GFS 全球能量评估.应用气象学报,2024,35(2):156-167.
- [12] 耿心泽,刘畅,刘旭艳,等.2020 年 1 月哈尔滨 PM<sub>2.5</sub> 重污染形成机制.应用气象学报,2024,35(6):737-746.
- [13] 郭秀峰,赵念,高玥,等.建筑物斜坡角度对稳定上行先导起始影响.应用气象学报,2024,35(6):692-703.
- [14] 赫晓慧,陈明扬,李盼乐,等.结合 DCNN 与短距条件随机场的遥感影像道路提取.武汉大学学报(信息科学版),2024,49(3):333-342.
- [15] 洪岚,王寅钧,阮征,等.基于地基 C 波段垂直雷达的青藏高原大气边界层湍流特征研究.气象学报,2024,82(3):385-397.
- [16] 黄睿茜,赵俊芳,杨嘉琪,等.基于深度学习的河南冬小麦春季冻害识别及年代际变化特征模拟.中国农业气象,2024,45(9):1041-1052.
- [17] 姜朝阳,房世波,吴东,等.华北平原不同年代冬小麦品种响应气候变暖的试验研究.中国科学(地球科

- 学), 2024, 54(12): 3903-3915.
- [18] 金茹, 董美莹, 李颖, 等. 高层环境场对台风“黑格比”(2020)迅速增强的影响分析. 热带气象学报, 2024, 40(5): 776-788.
- [19] 匡苗苗, 周广胜, 周梦子. 西藏高寒草地物种多样性和生产力的环境驱动机制. 生态学报, 2024, 44(14): 6254-6264.
- [20] 赖雨瞳, 徐影. CMIP6 全球气候模式对中国地区干旱模拟能力评估与预估. 大气科学, 2024, 48(6): 2157-2177.
- [21] 李美萱, 霍治国, 孔瑞, 等. 黄淮海冬小麦春季低温灾害等级指标构建. 应用气象学报, 2024, 35(1): 45-56.
- [22] 李冉, 王改利, 张永华, 等. 藏东南墨脱地区降水特征分析. 气象, 2024, 50(3): 303-317.
- [23] 李若莹, 姚秀萍. 青藏高原东南部-川西地区夏季小时极端降水事件特征研究. 高原气象, 2024, 43(5): 1113-1124.
- [24] 李欣, 王培娟, 唐俊贤, 等. 江南华南茶树高温热害等级指标及分布特征. 应用气象学报, 2024, 35(1): 57-67.
- [25] 李欣, 王培娟, 唐俊贤, 等. 江南和华南茶区茶树高温热害识别及阈值验证. 生态学杂志, 2024, 43(4): 1183-1191.
- [26] 李延, 赵瑞瑜, 陈斌. 青藏高原冬春多源积雪资料年际变化尺度上的适用性分析. 高原气象, 2024, 43(2): 277-292.
- [27] 李扬, 王靖, 王培娟, 等. 不同水分供应条件下春玉米的适宜播期. 中国生态农业学报(中英文), 2024, 32(7): 1170-1182.
- [28] 李一诺, 李跃清. 近 20 年华西秋雨演变特征及其异常机理的进展. 高原气象, 2024, 43(1): 1-15.
- [29] 李祎瀚, 王红艳, 许东蓓, 等. 山地雷达估算降水的反射率因子订正方法研究. 高原气象, 2024, 43(3): 723-736.
- [30] 李颖, 杨程, 方伟华, 等. 台风灾害输电线路杆塔脆弱性与风险评估: 以浙江省为例. 热带地理, 2024, 44(6): 1113-1126.
- [31] 李泽雯, 孙激, 宇如聪. 产生青海“22·8”极端强降水的三维环流结构分析. 气象学报, 2024, 82(1): 37-54.
- [32] 刘伯奇, 段亚楠, 马双梅, 等. 北京地区汛期降水季节循环异常的典型特征及成因. 气象学报, 2024, 82(6): 733-747.
- [33] 刘俏华, 姚秀萍, 马嘉理, 等. 青藏高原夏季极端降水研究进展与展望. 大气科学学报, 2024, 47(5): 737-754.
- [34] 刘勇洪, 翁富忠, 徐永明, 等. 基于 FY-3D 卫星的微波与光学陆表温度融合研究. 气象, 2024, 50(1): 1-17.
- [35] 刘哲, 安兴琴, 王超, 等. 基于伴随模式的典型  $PM_{2.5}$  和  $O_3$  双高污染事件减排措施. 中国环境科学, 2024, 44(12): 6559-6568.

- [36] 罗林洁,谭涌波,郑天雪. 双层均匀口袋电荷模型下闪电起放电特征的数值模拟研究. 大气科学,2024,48(3):1059-1071.
- [37] 罗雨彤,吴翀,刘黎平,等. 地物对新一代天气雷达双偏振量的影响研究. 气象学报,2024,82(6):827-839.
- [38] 马刚,黄静,巩欣亚,等. 数值预报中气象卫星资料同化前处理技术进展. 应用气象学报,2024,35(2):142-155.
- [39] 彭飞,陈静,李晓莉,等. CMA-GEPS 极端温度预报指数及 2022 年夏季极端高温预报检验评估. 气象学报,2024,82(2):190-207.
- [40] 彭艳玉,刘煜,郜倩倩. 中国地区夏季云量的周期特征和变化趋势. 气象学报,2024,82(5):672-693.
- [41] 彭艳玉,刘煜,郜倩倩. 中国夏季云和降水的定量关系及其成因分析. 热带气象学报,2024,40(2):326-340.
- [42] 齐倩倩,朱跃建,陈静,等. 基于 CMA-GEPS 的延伸期预报能力评估. 热带气象学报,2024,40(4):557-572.
- [43] 乔岫,彭新东. 利用尺度自适应大气边界层湍流参数化方案对一次陆地浓雾的数值模拟. 气象,2024,50(4):449-460.
- [44] 邱孙俊杰,刘向文,姚隽琛. BCC-CSM2 模式耦合同化对北极海冰次季节预测的影响. 气象学报,2024,82(3):340-355.
- [45] 任宏利,刘芊仪,刘明兹,等. 基于时空综合分型的 El Niño 事件对中国东部降水的影响差异. 大气科学学报,2024,47(4):521-532.
- [46] 宋艳玲,周广胜,郭建平,等. 不同播期对玉米先玉 335 产量和品质的影响. 应用气象学报,2024,35(5):619-628.
- [47] 田伟红,庄照荣,韩威,等. 葵花-8 卫星 AOD 资料在 CMA-MESO/CUACE CW 3DVar 同化系统中的个例应用研究. 高原气象,2024,43(5):1259-1270.
- [48] 万子为,孙思远,赵滨,等. CMA-MESO 模式对“21·7”河南特大暴雨的预报评估与误差分析. 气象,2024,50(1):33-47.
- [49] 王金成,王丹,王瑞文,等. 往返平飘式探空在 CMA-MESO 三维变分中的同化及对模式预报的影响. 气象,2024,50(2):159-169.
- [50] 王璐瑶,张磊,安兴琴,等. 秸秆燃烧气溶胶的气象反馈及其棕碳吸光效应. 中国环境科学,2024,44(3):1212-1224.
- [51] 王淼淼,丁明虎,吕俊梅,等. 近 40 年中国冬季寒潮的气候特征及大气环流异常. 应用气象学报,2024,35(3):298-310.
- [52] 王娜,颜晓露,郑向东. RS92 和 CFH 对青藏高原大气湿度廓线观测比较分析. 气象学报,2024,82(6):840-852.
- [53] 王瑞春,龚建东,孙健. CMA-MESO 千米尺度变分同化系统中极小化控制变量的重构. 气象学报,2024,82(2):208-221.

- [54] 王善昊,胡志群,王福增,等. 基于 ConvLSTM 融合 RMAPS-NOW 数据的雷达回波外推研究. 气象学报, 2024, 82(4): 554-567.
- [55] 王婷,祝从文,马双梅. 东亚夏季风和中国雨季的趋势变化和关键区气温和海温的影响. 大气科学, 2024, 48(3): 1217-1232.
- [56] 王雪娟,化乐彦,王炳浩,等. 高建筑物雷电光谱校正对通道温度反演的影响. 应用气象学报, 2024, 35(4): 493-501.
- [57] 王雪雯,谭涌波,林雨荷,等. 多上行先导模型先导传播速率比优化及模拟研究. 应用气象学报, 2024, 35(2): 237-246.
- [58] 王一同,胡秀清,商建,等. 全球典型热带雨林的微波散射特征建模与验证. 应用气象学报, 2024, 35(3): 350-360.
- [59] 魏杰姝,陈春刚,张寅征,等. 适用于非静力大气模式的近似黎曼求解器应用研究. 气象学报, 2024, 82(3): 371-384.
- [60] 魏伟,白嘉怡. 对流边界层灰区尺度数值模拟研究进展. 地球科学进展, 2024, 39(3): 221-231.
- [61] 夏凡,吴举秀,申高航,等. 泰山一次强雹暴微物理特征双偏振雷达和雨滴谱观测分析. 气象, 2024, 50(9): 1129-1141.
- [62] 杨雅涵,翟盘茂,周佰铨. 基于 SOM 的长江流域持续性强降水过程典型环流的客观分型. 气象学报, 2024, 82(5): 632-644.
- [63] 姚晓娟,孙鑫,计燕霞,等. IVAP 法反演组网雷达风场试验与验证. 气象, 2024, 50(11): 1386-1396.
- [64] 姚展予,刘臻,王金钊,等. 雷州半岛积层混合云声波增雨效果检验. 应用基础与工程科学学报, 2024, 32(5): 1211-1226.
- [65] 于玉斌,彭思越,赵大军. 干冷空气活动对热带气旋强度变化影响的研究进展与展望. 气象, 2024, 50(2): 133-143.
- [66] 张红萍,邵振峰,胡滨,等. 战场环境灾害天气信息保障技术及其发展趋势. 火力与指挥控制, 2024, 49(1): 16-24.
- [67] 张文千,王欣,吴立宗,等. 近 35 年南极长城站和中山站气象观测数据集. 中国科学数据, 2024, 9(3). DOI:10.11922/11-6035.csd.2023.0175.zh.
- [68] 张祎,赵艳霞,徐梦莹,等. 果实膨大期茎直径微变与环境因子和果实直径增长的关系. 生态学杂志, 2024, 43(5): 1307-1313.
- [69] 张艺馨,彭新东. 干湿对流大气边界层大涡模拟及模式收敛性分析. 高原气象, 2024, 43(6): 1559-1572.
- [70] 张宇钦,周广胜,吕晓敏,等. 升温、光周期和氮添加变化对兴安落叶松幼苗叶黄期的影响. 生态学报, 2024, 44(1): 306-316.
- [71] 张玉霞,孙颖,胡婷. 不同温升水平下中国极端高温预警指标的变化. 中国科学(地球科学), 2024, 54(6): 1923-1936.
- [72] 张袁瞰,郑天雪,谭涌波,等. 闪电通道状态变化参数化的建立及截断和再击穿的数值模拟. 气象学报,

- 2024,82(2):222-235.
- [73] 张云开,徐娜,翟晓春,等.一种基于静止卫星的海面风矢量估测方法.应用气象学报,2024,35(2):225-236.
- [74] 赵花荣,任三学,齐月,等.冬小麦-夏玉米轮作田沟金针虫垂直活动特征.应用气象学报,2024,35(4):467-479.
- [75] 赵花荣,任三学,张玲,等.基于分期播种试验夏玉米延迟收获促进子粒灌浆和粒重增益效应.玉米科学,2024,32(4):55-64;76.
- [76] 赵花荣,张玲,齐月,等.旱、渍胁迫对夏玉米根冠比及籽粒灌浆源库关系的影响.气候变化研究进展,2024,20(6):782-798.
- [77] 赵花荣,周广胜,齐月,等.播期调整对华北北部冬小麦、夏玉米产量和品质的影响.中国农业科学,2024,57(15):2964-2985.
- [78] 赵俊芳,谢鸿飞,杨嘉琪,等.1981—2020年黄淮海冬小麦干旱时空分异规律及演变趋势.生态学杂志,2024,43(10):3104-3112.
- [79] 郑腾飞,李肖雅,万齐林,等.综合观测试验中的激光测风雷达探测性能分析.大气与环境光学学报,2024,19(5):529-542.
- [80] 钟琦,张智察,姚秀萍,等.应用物理结合的人工智能方法提升“21·7”河南极端强降水预报.中国科学(地球科学),2024,54(5):1680-1701.
- [81] 周佰铨,翟盘茂,廖圳.2022年夏季青藏高原高温干旱复合事件的双变量归因.中国科学(地球科学),2024,54(7):2152-2166.
- [82] 周春红,饶晓琴,盛黎,等.尺度适应性起沙机制在CMA-CUACE/Dust中的应用.应用气象学报,2024,35(4):400-413.
- [83] 周广胜,何奇瑾,宋兴阳,等.气候行动最前线的高标准农田生产气象保障.气象,2024,50(3):265-274.
- [84] 周广胜,周梦子,周莉,等.陆-气相互作用研究展望.地球科学进展,2024,39(7):661-670.
- [85] 周任然,王改利,高云义.东北地区新民夏季雨滴谱特征.应用气象学报,2024,35(3):337-349.
- [86] 朱恩达,王亚强,赵妍,等.东亚区域人工智能气象大模型预报技巧评估.应用气象学报,2024,35(6):641-653.
- [87] 庄照荣,李兴良,王瑞春,等.地形影响的水平相关模型在CMA-MESO中的应用.应用气象学报,2024,35(4):414-428.
- [88] Cui Liman, Li Haoran, Su Aifang, et al. Erratum to raindrop size distributions in the Zhengzhou extreme rainfall event on 20 July 2021: Temporal-spatial variability and implications for radar QPE. *J Meteor Res*, 2024, 38(6): 1184-1184.
- [89] He Linbin, Peng Weiyi, Zhang Yu, et al. Comparison of adaptive simulation observation experiments of the heavy rainfall in South China and Sichuan Basin. *Adv Atmos Sci*, 2024, 41(11): 2173-2191.
- [90] Li Wenyu, Weng Fuzhong. Comparison of tropical cyclone thermal structures derived from ATMS

- and synthetic AMSU-A/MHS. *Atmos Ocean Sci Lett*, 2024, 17(4). DOI: 10. 1016/j. aosl. 2024. 100484.
- [91] Li Yijiao, Jiang Zhina, Dai Guokun, et al. The enhanced synoptic variation in sea ice over Pacific sector of Arctic Ocean during summer half year. *Adv Polar Sci*, 2024, 35(4): 438-448.
- [92] Peng Yihao, Liu Xiaolei, Su Jingzhi, et al. Classification analysis of prediction skill among ensemble members in MJO subseasonal predictions based on the results of the CAMS-CSM subseasonal prediction system. *Atmos Ocean Sci Lett*, 2024, 17(4). DOI: 10. 1016/j. aosl. 2024. 100469.
- [93] Wu Xuemei, Sun Weijun, Tian Biao, et al. Observed features of stable surface seawater isotopes across the Pacific, Indian and southern Oceans. *Acta Oceanol Sinica*, 2024, 43(10): 33-39.
- [94] Xie Chengjun, Wu Tongwen, Zhang Jie, et al. Impact of spatial inhomogeneity in atmospheric CO<sub>2</sub> concentration on surface air temperature variations. *J Meteor Res*, 2024, 38(5): 969-982.
- [95] Zhong Qi, Zhang Zhicha, Yao Xiuping, et al. Improved forecasting via physics-guided machine learning as exemplified using “21 • 7” extreme rainfall event in Henan. *Sci China (Earth Sci)*, 2024, 67(5): 1652-1674.

## 附录 B SCI 收录论文

- [1] An Pengchao, Li Ying, Fan Xiaoting, et al. The detailed moisture transport structure in extreme precipitation on the Tibetan Plateau caused by storm over the Bay of Bengal. *Atmos Sci Lett*, 2024, 25(10). DOI:10.1002/asl.1257.
- [2] Bao Xinghua, Sun Jisong, Yin Jinfang, et al. What caused the differences between the July 2023 and August 1996 extreme rainfall events in North China under similar synoptic background?. *J Meteor Res*, 2024, 38(5):861-879.
- [3] Bian Yuxuan, Zhao Chunsheng. Enhancing our vision of aerosols progress in scattering phase function measurements. *Curr Pollut Rep*, 2024, 10(1):87-104.
- [4] Chai Ruo, Yuan Weihua. Unique seasonal variation in rainfall diurnal features on the Yunnan-Guizhou Plateau. *Atmosphere*, 2024, 15(8). DOI:10.3390/atmos15080933.
- [5] Che Huizheng, Xia Xiangao, Zhao Hujia, et al. Aerosol optical and radiative properties and their environmental effects in China: A review. *Earth-Sci Rev*, 2024, 248. DOI:10.1016/j.earscirev.2023.104634.
- [6] Chen Bin, Ma Jianzhong, Zhang Wei, et al. Recent enhanced deep troposphere to stratosphere air mass transport accompanying the weakening Asian Monsoon. *J Meteor Res*, 2024, 38(4):708-719.
- [7] Chen Lijing, Ding Minghu, She Yong, et al. Regional aerosol optical depth over Antarctica. *Atmos Res*, 2024, 308. DOI:10.1016/j.atmosres.2024.107534.
- [8] Chen Tianmeng, Guo Jianping, Guo Xiaoran, et al. On the multiscale processes leading to an extreme gust wind event in East China: Insights from radar wind profiler mesonet observations. *J Geophys Res: Atmos*, 2024, 129(22). DOI:10.1029/2024JD041484.
- [9] Chen Yueli, Wei Ting, Li Jianduo, et al. Future changes in global rainfall erosivity insights from the precipitation changes. *J Hydrol*, 2024, 638. DOI:10.1016/j.jhydrol.2024.131435.
- [10] Cheng Xinghong, Xu Xiangde, Bai Gang, et al. Mobile observation field experiment of atmospheric vertical structure and its application in precipitation forecasts over the Tibetan Plateau. *J Geophys Res: Atmos*, 2024, 129(24). DOI:10.1029/2024JD042467.
- [11] Ding Minghu, Wang Xin, Bian Lingen, et al. State of polar climate in 2023. *Adv Clim Chang Res*, 2024, 15(5):769-783.
- [12] Ding Minghu, Zhang Lin, Dou Tingfeng, et al. On the shallowing of Antarctic low level temperature inversions projected by CESM-LE under RCP8.5. *J Meteor Res*, 2024, 38(3):586-599.
- [13] Ding Zhaomin, Zhai Panmao, Wu Renguang. Impacts of anthropogenic forcing and internal variability on the rapid warming over the Tibetan Plateau. *Clim Change*, 2024, 177(1). DOI:10.1007/s10584-023-03670-6.
- [14] Dong Yi, Hua Shaofeng, Chen Baojun, et al. Numerical simulation of a pulse hailstorm in the plateau

- region in Southwestern China. *Atmos Res*, 2024, 299. DOI:10. 1016/j. atmosres. 2023. 107218.
- [15] Du Yangxingyi, Zheng Dong, Zhang Yijun, et al. Spatiotemporal distributions of the thunderstorm and lightning structures over the Qinghai-Tibet Plateau. *Remote Sens*, 2024, 16(3). DOI:10. 3390/rs16030468.
- [16] Fan Xiaoting, Li Ying, Wei Na, et al. Remote precipitation events over South China related to the Bay of Bengal tropical cyclones during the pre-summer rainy season. *J Geophys Res: Atmos*, 2024, 129(24). DOI:10. 1029/2024JD041708.
- [17] Fan Xiaoting, Li Ying, Wei Na, et al. Rossby wave amplified by tropical cyclones over the Bay of Bengal and its downstream impact on precipitation in South China. *Geophys Res Lett*, 2024, 51(8). DOI:10. 1029/2023GL107208.
- [18] Fan Yanfeng, Zhang Yang, Lyu Weitao, et al. Interactions and multifrequency radiation characteristics of bidirectional leaders in altitude triggered lightning. *Geophys Res Lett*, 2024, 51(16). DOI:10. 1029/2024GL109570.
- [19] Gao Qianqian, Yan Chao, Li Yujie, et al. Development of a morphology based wind speed model in the urban roughness sub-layer. *J Wind Eng Ind Aerodyn*, 2024, 253. DOI:10. 1016/j. jweia. 2024. 105871.
- [20] Gao Wenhua, Li Chengyin, Tang Lanzhi. Numerical study on the impacts of hydrometeor processes on the "21 · 7" extreme rainfall in Zhengzhou Area of China. *Adv Atmos Sci*, 2024, 41(10):2061-2078.
- [21] Gao Xiaoyu, Bao Xinghua, Ma Suhong, et al. An online assimilation method to improve the numerical forecast of sea fog using microwave radiometer retrieved cloud water path. *J Geophys Res: Atmos*, 2024, 129(1). DOI:10. 1029/2023JD040229.
- [22] Gao Xiaoyu, Sun Jisong, Yin Jinfang, et al. The impact of mountain plain thermal contrast on precipitation distributions during the "23 · 7" record-breaking heavy rainfall over North China. *Atmos Res*, 2024, 310. DOI:10. 1016/j. atmosres. 2024. 107582.
- [23] Geng Yu, Ren Hongli, Li Jingxin. Roles of August Kuroshio SST anomaly in precipitation variation during September over Central China. *J Meteor Soc Jpn*, 2024, 102(1):111-123.
- [24] Geng Yu, Wang Qiang, Ren Hongli, et al. Observing array designed for improving the short-term prediction of Kuroshio extension state transition processes. *Earth Space Sci*, 2024, 11(11). DOI:10. 1029/2024EA003881.
- [25] Gui Ke, Zhang Xutao, Che Huizheng, et al. Future climate-driven escalation of southeastern Siberia wildfires revealed by deep learning. *npj Clim Atmos Sci*, 2024, 7(1). DOI:10. 1038/s41612-024-00815-x.
- [26] Guo Jianping, Zhang Jian, Shao Jia, et al. A merged continental planetary boundary layer height dataset based on high resolution radiosonde measurements, ERA5 reanalysis, and GLDAS. *Earth Syst Sci*

- Data*, 2024, 16(1); 1-14.
- [27] Guo Lifeng, Zhang Xiaoye, Zhong Junting, et al. Construction and application of a regional kilometer-scale carbon source and sink assimilation inversion system(CCMVS-R). *Engineering*, 2024, 33: 263-275.
- [28] Guo Qiang, Liu Yuning, Wang Xin, et al. A new non-linearity correction method for the spectrum from the geostationary interferometric infrared sounder on board Fengyun-4 satellites and its preliminary assessments. *Atmos Meas Tech*, 2024, 17(15); 4613-4627.
- [29] Guo Xiaoran, Guo Jianning, Chen Tianmeng, et al. Revisiting the evolution of downhill thunderstorms over Beijing: A new perspective from a radar wind profiler mesonet. *Atmos Chem Phys*, 2024, 24(14); 8067-8083.
- [30] Han Chen, Wang Hong, Peng Yue, et al. The application study of the revised improve atmospheric extinction algorithm in atmospheric chemistry model focusing on improving low visibility prediction in eastern China. *Atmos Res*, 2024, 298. DOI:10. 1016/j. atmosres. 2023. 107135.
- [31] Han Mingyu, Zhang Yong, Peng Jing. How the enhanced East Asian summer monsoon regulates total gross primary production in eastern China. *Adv Clim Chang Res*, 2024, 15(2); 244-252.
- [32] He Lingli, Weng Fuzhong, Wen Jinghan, et al. Polarized bidirectional reflectance distribution function matrix derived from two scale roughness theory and its applications in active remote sensing. *Remote Sens*, 2024, 16(9). DOI:10. 3390/rs16091551.
- [33] He Manshu, Liu Boqi. Different mechanisms of air temperature anomalies in the Yangtze River between early and late summer. *Atmos Res*, 2024, 300. DOI:10. 1016/j. atmosres. 2024. 107249.
- [34] He Yan, Zhao Yanxia, Duan Yihong, et al. Projected increase in compound drought and hot days over global maize areas under global warming. *Water*, 2024, 16(4). DOI:10. 3390/w16040621.
- [35] He Yan, Zhao Yanxia, Sun Shao, et al. Global warming determines future increase in compound dry and hot days within wheat growing seasons worldwide. *Clim Change*, 2024, 177(4). DOI:10. 1007/s10584-024-03718-1.
- [36] Hu Haibo, Yu Miao, Zhang Xiya, et al. Performance benchmarking on several regression models applied in urban flash flood risk assessment. *Nat Hazards*, 2024, 120(4); 3487-3504.
- [37] Hu Haibo, Yu Miao, Zhang Xiya, et al. Urban Hydrological Model(UHM) developed for an urban flash flood simulation and analysis of the flood intensity sensitivity to urbanization. *Geomat Nat Hazards Risk*, 2024, 15(1). DOI:10. 1080/19475705. 2024. 2302561.
- [38] Hu Jingyi, Chen Yang. Mechanisms for marine terrestrial compound heatwaves in southern China and adjacent oceans. *J Meteor Res*, 2024, 38(5); 845-860.
- [39] Hu Xia, Jiang Zhina, Dai Guokun. Atmospheric warming during rapid sea ice loss over the Barents-Kara Seas in winter. *Q J R Meteor Soc*, 2024, 150(765); 5535-5547.
- [40] Hu Xinyao, Liu Quan, Zhang Yangmei, et al. Significant influence of nitrate on light absorption en-

- hancement of refractory black carbon in the winter of 2022 in Beijing. *Atmos Environ*, 2024, 319. DOI:10.1016/j.atmosenv.2023.120311.
- [41] Hu Xuelin, Li Jian, Chen Haoming, et al. Diurnal off-mountain propagation of rainfall and low-level vertical velocity over the lee side of the Yungui Plateau. *J Atmos Sci*, 2024, 81(11):1963-1976.
- [42] Huang Mengtian, Zhai Panmao. Impact of extreme seasonal drought on ecosystem carbon water coupling across China. *Adv Clim Chang Res*, 2024, 15(5):914-923.
- [43] Huang Ziheng, Ruan Zheng, Su Debin. A microphysical investigation of different convective cells during the precipitation event with sustained high resolution observations. *Front Earth Sci*, 2024, 18(2):279-295.
- [44] Hui Wen, Guo Qiang, Wang Xin. Assessment of the radiometric response stability of Fengyun-4A lightning mapping imager using deep convective cloud targets. *IEEE Trans Geosci Remote Sensing*, 2024, 62. DOI:10.1109/TGRS.2024.3419843.
- [45] Jia Jijia, Zeng Zhaoliang, Zhang Wenqian, et al. The performance of downward shortwave radiation products from satellite and reanalysis over the transect of Zhongshan Station to Dome A, East Antarctica. *Adv Atmos Sci*, 2024, 41(8):1574-1588.
- [46] Jia Wenxing, Zhang Xiaoye, Wang Deying, et al. Impacts of emissions and meteorological conditions in three different phases of aerosol pollution during 2013—2022 in Anhui, China. *Sci Total Environ*, 2024, 925. DOI:10.1016/j.scitotenv.2024.171582.
- [47] Jiang Huangfu, Hu Zhiqun, Zheng Jiafeng, et al. Study on quantitative precipitation estimation by polarimetric radar using deep learning. *Adv Atmos Sci*, 2024, 41(6):1147-1160.
- [48] Jiang Ning, Zhu Congwen, Hu Zengzhen, et al. Enhanced risk of record breaking regional temperatures during the 2023—24 El Niño. *Sci Rep*, 2024, 14(1). DOI:10.1038/s41598-024-52846-2.
- [49] Jiang Song, Ma Shuangmei, Zhu Congwen, et al. The enhancement of the East Asian summer monsoon over Northeast Asia over the most recent two decades. *Adv Atmos Sci*, 2024, 41(12):2354-2366.
- [50] Jiang Xiaofei, Wang Jizhi, Yang Yuanqin, et al. Fluctuations in the static atmosphere and their effects on tropospheric ozone distribution. *J Atmos Sol-Terr Phys*, 2024, 260. DOI:10.1016/j.jastp.2024.106268.
- [51] Jiang Yuhan, Zhang Lu, Zhang Xingying, et al. Methane retrieval algorithms based on satellite: A review. *Atmosphere*, 2024, 15(4). DOI:10.3390/atmos15040449.
- [52] Jiang Zhaoyang, Fang Shibo, Wu Dong, et al. Response to climate warming of winter wheat varieties bred across different eras in the North China Plain. *Sci China (Earth Sci)*, 2024, 67(12):3855-3867.
- [53] Jiang Zhina, Ding Minghu, Zhong Linhao, et al. Seasonal variations of Arctic cloud in recent 14 years using CALIPSO-GOCCP. *Atmos Res*, 2024, 309. DOI:10.1016/j.atmosres.2024.107598.

- [54] Jin Xiang, Cheng Siyang, Zheng Xiangdong, et al. Characteristics of cloud and aerosol derived from lidar observations during winter in Lhasa, Tibetan Plateau. *Remote Sens*, 2024, 16(12). DOI: 10.3390/rs16122074.
- [55] Jin Xiang, Ding Minghu. A new record low of Antarctic sea ice extent in 2023 and its climatic significance. *Chinese J Geophys (Chinese Ed)*, 2024, 67(10): 3686-3696.
- [56] Lei Yadong, Wang Zhili, Xu Yangyang, et al. Global solar droughts due to supply demand imbalance exacerbated by anthropogenic climate change. *Geophys Res Lett*, 2024, 51(22). DOI: 10.1029/2024GL112162.
- [57] Lei Yadong, Yue Xu, Wang Zhili, et al. Impacts of terrestrial vegetation on surface ozone in China from present to carbon neutrality. *Environ Res Lett*, 2024, 19(3). DOI: 10.1088/1748-9326/ad281f.
- [58] Li Haoran, Yin Jinfang, Kumjian Matthew.  $Z_{dr}$  backwards arc evidence of multi-directional size sorting in the storm producing 201.9 mm hourly rainfall. *Geophys Res Lett*, 2024, 51(10). DOI: 10.1029/2024GL109192.
- [59] Li Jianying, Liao Zhen, An Ning, et al. Combined influence of 10–30 day tropical and mid-high latitude intraseasonal oscillations on the rapid increases of humid heatwaves in Southern China. *Geophys Res Lett*, 2024, 51(24). DOI: 10.1029/2024GL112847.
- [60] Li Jianying, Xiao Qingyao, Chen Yang, et al. Impacts of 10–30 day atmospheric oscillation on persistent compound heatwaves in the Yangtze River Delta with implications for local electricity demand and supply. *Environ Res Lett*, 2024, 19(10). DOI: 10.1088/1748-9326/ad6886.
- [61] Li Jiaying, Zhang Xiaoye, Guo Lifeng, et al. If some critical regions achieve carbon neutrality, how will the global atmospheric  $\text{CO}_2$  concentration change?. *Remote Sens*, 2024, 16(9). DOI: 10.3390/rs16091486.
- [62] Li Jiaying, Zhang Xiaoye, Guo Lifeng, et al. Invert global and China's terrestrial carbon fluxes over 2019–2021 based on assimilating richer atmospheric  $\text{CO}_2$  observations. *Sci Total Environ*, 2024, 929. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.172320.
- [63] Li Juan, Chen Haoming, Jiang Xingwen, et al. Diurnal variations of summer rainfall response to large-scale circulations and low-level winds over the Sichuan Basin. *Clim Dyn*, 2024, 62(3): 2041-2056.
- [64] Li Lun, Zhu Congwen, Xu Xiangde, et al. Origin of the 30–60-day intraseasonal oscillation of streamflow in source region of Yellow River in China: A perspective of the atmospheric signals from mid-high latitude. *Geosci Lett*, 2024, 11(1). DOI: 10.1186/s40562-024-00348-4.
- [65] Li Meixuan, Huo Zhiguo, Mi Qianchuan, et al. Framework construction and dynamic characteristics of spring low-temperature disasters affecting winter wheat in the Huang-Huai-Hai Region, China. *Agronomy-Basel*, 2024, 14(12). DOI: 10.3390/agronomy14122898.
- [66] Li Mingxin, Sun Jisong, Li Feng, et al. Precipitation evolution from plain to mountains during the July 2023 extreme heavy rainfall event in North China. *J Meteor Res*, 2024, 38(4): 635-651.

- [67] Li Ning, Guo Jianping, Wu Mengxi, et al. Low-level jet and its effect on the onset of summertime nocturnal rainfall in Beijing. *Geophys Res Lett*, 2024, 51(20). DOI:10.1029/2024GL110840.
- [68] Li Weijie, Wang Yaqiang, Yi Ziwei, et al. Evaluation of MERRA-2 and CAMS reanalysis for black carbon aerosol in China. *Environ Pollut*, 2024, 343. DOI:10.1016/j.envpol.2023.123182.
- [69] Li Wenyu, Weng Fuzhong. Retrieval of temperature profiles in Tropical Cyclone Nanmadol from re-sampled advanced technology microwave sounder observations. *Remote Sens Environ*, 2024, 304. DOI:10.1016/j.rse.2024.114068.
- [70] Li Xin, Zou Xiaolei, Zeng Mingjian, et al. Surface temperature assimilation improving geostationary meteorological satellite surface-sensitive brightness temperature simulations over land. *Atmos Res*, 2024, 311. DOI:10.1016/j.atmosres.2024.107706.
- [71] Li Yang, Wang Jing, Wang Peijuan, et al. Identifying the key meteorological factors to marketable tuber rate of potato; A 5-year field experiment in North China. *Field Crop Res*, 2024, 317. DOI:10.1016/j.fcr.2024.109554.
- [72] Li Yarong, He Jianjun, Li Jiming, et al. Sensitivity analysis of the WRF simulated planetary boundary layer height to synoptic conditions over eastern China. *Atmos Res*, 2024, 303. DOI:10.1016/j.atmosres.2024.107330.
- [73] Li Yi, Hou Qing, Xu Bingye, et al. Spatiotemporal ozone concentration variations and their influencing factors in Zhejiang, China, 2018–2022: A geographically and temporally weighted regression. *Atmos Pollut Res*, 2024, 15(8). DOI:10.1016/j.apr.2024.102178.
- [74] Li Yijiao, Jiang Zhina, Yao Yao, et al. Two distinct declining trend of autumn Arctic sea ice concentration before and after 2002. *Environ Res Commun*, 2024, 6(3). DOI:10.1088/2515-7620/ad2a8c.
- [75] Li Yingfang, Wang Zhili, Lei Yadong, et al. Solely reducing emissions of non-methane short-lived climate forcers will worsen compound flood-heatwave extremes in the Northern Hemisphere. *Adv Clim Chang Res*, 2024, 15(4):737-750.
- [76] Li Zhanglin, Ren Hongli, Lu Mengmeng, et al. Interannual variations of westward extension area of Western Pacific subtropical high and its relationship with precipitation in East Asia. *Atmos Res*, 2024, 298. DOI:10.1016/j.atmosres.2023.107148.
- [77] Li Zhenghui, Luo Yali, Chen Feng. Analysis of uncertainties and associated convective processes in simulations of extreme precipitation over cities with a regional earth system model: A case study. *J Geophys Res: Atmos*, 2024, 129(9). DOI:10.1029/2023JD040606.
- [78] Liang Bo, He Jianjun, Guo Lifeng, et al. Analysis of the spatiotemporal changes in global tropospheric ozone concentrations from 1980 to 2020. *Sci Total Environ*, 2024, 952. DOI:10.1016/j.scitotenv.2024.175817.
- [79] Liang Linlin, Xu Wanyun, Liu Chang, et al. Variation characteristics of fluorescent biological aerosol particles in Beijing under springtime clean, haze and dusty condition. *Urban CLim*, 2024, 56. DOI:

- 10.1016/j.uclim.2024.102040.
- [80] Liang Qian, Zhang Xinxuan, Miao Yucong, et al. Multi-scale meteorological impact on PM<sub>2.5</sub> pollution in Tangshan, Northern China. *Toxics*, 2024, 12(9). DOI:10.3390/toxics12090685.
- [81] Liang Zhaoming, Li Lijun. What primarily regulates the evolution of convection in Hainan Island?. *Atmos Res*, 2024, 303. DOI:10.1016/j.atmosres.2024.107319.
- [82] Liao Chenxi, Gao Wenhua, Tang Lanzhi, et al. Long-term characteristics of hydrometeors in stratiform and convective precipitation over central eastern China and adjacent ocean. *Atmos Res*, 2024, 297. DOI:10.1016/j.atmosres.2023.107089.
- [83] Liao Rongwei, Liu Ge, Lei Yangna, et al. Extreme rainfall events in July associated with the daily Asian-Pacific Oscillation in the Sichuan-Shaanxi Region of China. *Sustainability*, 2024, 16(17). DOI:10.3390/su16177733.
- [84] Liao Zhen, An Ning, Chen Yang, et al. On the Possibility of the 2022-like spatio-temporally compounding event across the Yangtze River Valley. *Environ Res Lett*, 2024, 19(1). DOI:10.1088/1748-9326/ad178e.
- [85] Liao Zhen, Yuan Yufeng, Chen Yang, et al. Extraordinary hot extreme in summer 2022 over the Yangtze River Basin modulated by the La Niña condition under global warming. *Adv Clim Chang Res*, 2024, 15(1):21-30.
- [86] Lin Jialu, Li Ying, Liu Beiyao, et al. Synergistic effects of Bay of Bengal tropical cyclones and Tibetan Plateau vortices on water vapor transport over the Tibetan Plateau in early summer. *J Meteor Res*, 2024, 38(2):383-398.
- [87] Liu Ao, Zuo Jingjing, Chen Lijuan, et al. Distinct sources of dynamical predictability for two types of Atlantic Niño. *Clim Dyn*, 2024, 62(6):5405-5423.
- [88] Liu Beiyao, Li Ying, Wu Zhehong, et al. Anomalous characteristics of water vapor budget on the Tibetan Plateau under the influence of tropical cyclones over the Bay of Bengal during early summer. *J Clim*, 2024, 37(9):2849-2865.
- [89] Liu Boqi, Duan Yanan, Ma Shuangmei, et al. Unconventional cold vortex as precursor to historic early summer heatwaves in North China 2023. *npj Clim Atmos Sci*, 2024, 7(1). DOI:10.1038/s41612-024-00718-x.
- [90] Liu Chang, Liang Linlin, Xu Wanyun, et al. A review of indoor nitrous acid (HONO) pollution measurement techniques, pollution characteristics, sources, and sinks. *Sci Total Environ*, 2024, 921. DOI:10.1016/j.scitotenv.2024.171100.
- [91] Liu Erhua, Zhou Guangsheng, Lv Xiaomin, et al. Precipitation controls the time-lag and cumulative effects of hydrothermal factors on the end of the growing season in a semi-arid region of China. *Front Plant Sci*, 2024, 15. DOI:10.3389/fpls.2024.1483452.
- [92] Liu Erhua, Zhou Guangsheng, Lv Xiaomin, et al. Reversal of the spatiotemporal patterns at the end

- of the growing season of typical steppe vegetation in a semi-arid region by increased precipitation. *Remote Sens*, 2024, 16(18). DOI:10.3390/rs16183493.
- [93] Liu Jiandong, Du Jun, Wang Fei, et al. Optimal methods for estimating shortwave and longwave radiation to accurately calculate reference crop evapotranspiration in the high-altitude of central Tibet. *Agronomy-Basel*, 2024, 14(10). DOI:10.3390/agronomy14102401.
- [94] Liu Jinjuan, Zhao Liang, Wang Jingsong, et al. Detecting relationship between the north-south difference in extreme precipitation and solar cycle in China. *Atmosphere*, 2024, 15(2). DOI:10.3390/atmos15020175.
- [95] Liu Lin, Bai Dongping, Wang Zhili, et al. Impacts of February climate conditions in the Gobi Desert on March dust activities in the northern East Asia. *Sci Total Environ*, 2024, 953. DOI:10.1016/j.scitotenv.2024.176093.
- [96] Liu Lin, Wang Zhili, Che Huizheng, et al. Climate factors influencing springtime dust activities over northern East Asia in 2021 and 2023. *Atmos Res*, 2024, 303. DOI:10.1016/j.atmosres.2024.107342.
- [97] Liu Lu, Liang Zhaoming, Wang Yuqing. Factors affecting the weakening rate of landfalling tropical cyclones over China. *J Geophys Res; Atmos*, 2024, 129(22). DOI:10.1029/2024JD041477.
- [98] Liu Minghong, Ren Hongli, Zhou Fang, et al. Distinct North American teleconnection of the strong El Niños as modulated by the ENSO-annual cycle combination mode. *Clim Dyn*, 2024, 62(3);2147-2160.
- [99] Liu Shuo, Wang Peng, Ma Qianli, et al. Key characteristics of new particle formation events occurring simultaneously in the Yangtze River Delta and northeast rural sites in China. *Atmos Environ*, 2024, 324. DOI:10.1016/j.atmosenv.2024.120406.
- [100] Liu Xiaolei, Peng Yihao, Su Jingzhi, et al. To identify the forecast skill windows of MJO based on the S2S database. *Geophys Res Lett*, 2024, 51(16). DOI:10.1029/2024GL109903.
- [101] Liu Xiaolei, Su Jingzhi, Peng Yihao, et al. A statistic of the subseasonal forecast skill windows of 2-meter air temperature. *Environ Res Commun*, 2024, 6(8). DOI:10.1088/2515-7620/ad6667.
- [102] Liu Xin, Duan Yihong, Shen Xingchen. The feedback of ocean cold wakes on three successive northward-moving tropical cyclones in 2022. *Mon Wea Rev*, 2024, 152(12);2771-2791.
- [103] Liu Yusi, Tang Guiqian. Contradictory response of ozone and particulate matter concentrations to boundary layer meteorology. *Environ Pollut*, 2024, 343. DOI:10.1016/j.envpol.2023.123209.
- [104] Lu Jianyan, Zhou Chunhong, Zhang Jian, et al. Effect of cloud chemistry on seasonal variations of sulfate and its precursors in China. *Atmos Environ*, 2024, 338. DOI:10.1016/j.atmosenv.2024.120820.
- [105] Lu Jiayuan, Shen Xiaojing, Ma Qianli, et al. Size-resolved effective density of ambient aerosols measured by an AAC-SMPS tandem system in Beijing. *Atmos Environ*, 2024, 318. DOI:10.1016/j.atmosenv.2023.120226.

- [106] Ma Jieru, Ren Hongli, Mao Xin, et al. Spatiotemporal evolution disparities of vegetation trends over the Tibetan Plateau under climate change. *Remote Sens*, 2024, 16(14). DOI:10.3390/rs16142585.
- [107] Ma Jun, Li Lun. Connections between different characteristics of the Tibetan Plateau vortices. *Int J Climatol*, 2024, 44(5):1530-1548.
- [108] Ma Libin, Wan Chong. Impacts of Langmuir turbulence derived from a statistical wave model on the oceanic mean state in the North Atlantic. *Clim Dyn*, 2024, 62(12):10747-10765.
- [109] Meng Deli, Guo Jianping, Guo Xiaoran, et al. Elucidating the boundary layer turbulence dissipation rate using high-resolution measurements from a radar wind profiler network over the Tibetan Plateau. *Atmos Chem Phys*, 2024, 24(15):8703-8720.
- [110] Nan Sulan, Liu Ge, Bao Yan, et al. Link between the atmospheric thermal condition over the Tibetan-Iranian Plateaus and Eurasian-African climate through the Asian westerly jet stream. *Theor Appl Climatol*, 2024, 155(3):2427-2438.
- [111] Qi Qi, Wu Bin, Lyu Weitao, et al. Does the scenario of connection between the positive leader tip and the lateral surface of the negative leader exist?. *Geophys Res Lett*, 2024, 51(21). DOI:10.1029/2024GL111658.
- [112] Qian Tingting, Wei Junhong, Liu Ge, et al. Seasonal variations of gravity-wave parameters over the northern and southern Tibetan Plateau radiosonde observatory. *Q J R Meteor Soc*, 2024, 150(760):1375-1400.
- [113] Qiu Juliao, Luo Yali, Wu Chong, et al. Macro and microphysical characteristics of extreme hourly precipitation over the Pearl River Delta on the monsoon coast South China. *J Geophys Res: Atmos*, 2024, 129(11). DOI:10.1029/2023JD039929.
- [114] Ruan Wenxi, Li Ziming, Sun Zhaobin, et al. Enhancing pollen prediction in Beijing, a Chinese megacity: Leveraging ensemble learning models for greater accuracy. *Aerosol Air Qual Res*, 2024, 24(11). DOI:10.4209/aaqr.240123.
- [115] Ruan Yuqing, Xia Rudi, Bao Xinghua, et al. A 10-yr rainfall and cloud-to-ground lightning climatology over coastal and inland regions of Guangdong, China during the pre-summer rainy season. *J Meteor Res*, 2024, 38(3):469-488.
- [116] Sang Yinghan, Ren Hongli, Li Mei. Climatological evaluation of three assimilation and reanalysis datasets on soil moisture over the Tibetan Plateau. *Remote Sens*, 2024, 16(22). DOI:10.3390/rs16224198.
- [117] Shang Mengjiao, Cao Lijuan, Guo Jianping, et al. Influence of pure sea breeze on urban heat island in Tianjin, China: A perspective from multiple meteorological observations. *Atmos Res*, 2024, 304. DOI:10.1016/j.atmosres.2024.107408.
- [118] Shang Nanxuan, Gui Ke, Li Fugang, et al. Toward an operational machine learning based model for deriving the real-time gapless diurnal cycle of ozone pollution in China with CLDAS data. *Environ*

- Sci Technol Lett*, 2024, 11(6); 553-559.
- [119] Shi Chen, Zhai Panmao. Changes in climatic features of Northeast China cold vortex as reflected by ERA5 and CRA-40. *Atmos Res*, 2024, 300. DOI: 10. 1016/j. atmosres. 2024. 107233.
- [120] Song Jinjie, Klotzbach Philip J, Dai Yifei, et al. A slowdown in translation speed of western North Pacific tropical cyclones undergoing rapid intensification. *Geophys Res Lett*, 2024, 51(18). DOI: 10. 1029/2024GL110220.
- [121] Song Jinjie, Klotzbach Philip J, Jiang Sulin, et al. Recent shortening of the mature tropical cyclone stage over the western North Pacific. *Atmos Sci Lett*, 2024, 25(7). DOI: 10. 1002/asl. 1228.
- [122] Song Jinjie, Klotzbach Philip J, Qin Nannan, et al. Independent contributions of tropical sea surface temperature modes to the interannual variability of western North Pacific tropical cyclone frequency. *Int J Climatol*, 2024, 44(6); 1867-1882.
- [123] Song Jinjie, Klotzbach Philip J, Wei Na, et al. Remote effect of tropical South Atlantic sea surface temperature anomalies on April–June accumulated cyclone energy over the western North Pacific. *Environ Res Commun*, 2024, 6(7). DOI: 10. 1088/2515-7620/ad62c5.
- [124] Song Jinjie, Klotzbach Philip J, Wei Na, et al. What caused the record-low frequency of western North Pacific tropical cyclones in autumn 2023?. *Geosci Lett*, 2024, 11(1). DOI: 10. 1186/s40562-024-00350-w.
- [125] Song Xingyang, Zhou Guangsheng. Responses of leaf senescence for *Stipa krylovii* to interactive environmental factors. *Agronomy-Basel*, 2024, 14(9). DOI: 10. 3390/agronomy14092145.
- [126] Su Jun, Ding Yihui, Liu Yanju, et al. China is suffering from fewer but more severe drought to flood abrupt alternation events. *Weather Clim Extremes*, 2024, 46. DOI: 10. 1016/j. wace. 2024. 100737.
- [127] Sun Chenghu, Shi Xiaohui, Lu Qifeng, et al. Upper-level wind mode over the North Atlantic-Arctic Ocean leading to coherent variations of Eurasian and North American winter temperatures and weakness in the CMIP6 models. *Int J Climatol*, 2024, 44(2); 428-447.
- [128] Sun Wei, Li Jian, Yu Rucong, et al. Exploring changes of precipitation extremes under climate change through global variable-resolution modeling. *Sci Bull*, 2024, 69(2); 237-247.
- [129] Sun Zhaobin, Zhang Xiaoling, Li Ziming, et al. Heat exposure assessment based on high-resolution spatio-temporal data of population dynamics and temperature variations. *J Environ Manage*, 2024, 349. DOI: 10. 1016/j. jenvman. 2023. 119576.
- [130] Sun Zhaobin, Zhao Yuxin, An Xingqin, et al. Effects of airborne pollen on allergic rhinitis and asthma across different age groups in Beijing, China. *Sci Total Environ*, 2024, 912. DOI: 10. 1016/j. scitotenv. 2023. 169215.
- [131] Wang Chao, Li Jiangtao, An Xingqin, et al. Sensitivity analysis and precursor emission sources reduction strategies of O<sub>3</sub> for different pollution weather types based on the GRAPES-CUACE adjoint model. *Atmos Environ*, 2024, 333. DOI: 10. 1016/j. atmosenv. 2024. 120632.

- [132] Wang Chenpeng, Huang Mengtian, Zhai Panmao. Co-influence of the start of thermal growing season and precipitation on vegetation spring green-up on the Tibetan Plateau. *Adv Clim Chang Res*, 2024, 15(2):327-337.
- [133] Wang Cong, He Fei, Zhang Xiaoxin. The state of solar wind heavy ions in interplanetary coronal mass ejection driven geomagnetic storms. *Astrophys J*, 2024, 975(1). DOI: 10.3847/1538-4357/ad7b07.
- [134] Wang Hui, Wang Yuqing. The role of diabatic heating/cooling in outer rainbands in the secondary eyewall formation and evolution in a numerically simulated tropical cyclone. *Atmos Res*, 2024, 312. DOI: 10.1016/j.atmosres.2024.107730.
- [135] Wang Jianyu, Zhai Panmao, Li Chao. Non-uniform changes of daily precipitation in China: Observations and simulations. *Weather Clim Extremes*, 2024, 44. DOI: 10.1016/j.wace.2024.100665.
- [136] Wang Jianyu, Zhai Panmao, Zhou Baiquan, et al. Constraining future surface air temperature change on the Tibetan Plateau. *Environ Res Lett*, 2024, 19(8). DOI: 10.1088/1748-9326/ad6677.
- [137] Wang Ling, Ma Shuangmei. Extreme winter spring drought in Southwest China in 2023: Response to the phase transition from La Niña to El Niño. *Environ Res Lett*, 2024, 19(8). DOI: 10.1088/1748-9326/ad64ee.
- [138] Wang Ning, Liu Yanan, Ping Fan, et al. Impact of high-resolution land cover on simulation of a warm-sector torrential rainfall event in Guangzhou. *Atmosphere*, 2024, 15(6). DOI: 10.3390/atmos15060687.
- [139] Wang Peijuan, Li Xin, Tang Junxian, et al. Critical threshold based heat damage evolution monitoring to tea plants with remotely sensed LST over Mainland China. *Remote Sens*, 2024, 16(10). DOI: 10.3390/rs16101784.
- [140] Wang Qi, Guo Jianping. Rainfall interception loss as a function of leaf area index and rainfall by soybean. *Theor Appl Climatol*, 2024, 155(1):289-297.
- [141] Wang Qian, Liao Zhen, Zhai Panmao, et al. Record-breaking heatwave in North China during the midsummer of 2023. *Int J Climatol*, 2024, 44(12):4206-4218.
- [142] Wang Run, Ren Hongli, Liu Minghong, et al. Impact of the central-Pacific ENSO on the Tibetan Plateau precipitation in boreal spring. *Environ Res Commun*, 2024, 6(10). DOI: 10.1088/2515-7620/ad810d.
- [143] Wang Run, Ren Hongli, Liu Minghong. Roles of tropical-Pacific interannual-interdecadal variability in forming the super long La Niña events. *Clim Dyn*, 2024, 62(9):9117-9132.
- [144] Wang Sai, Ding Minghu, Li Guancheng, et al. Modulation of the impact of winter-mean warm Arctic-cold Eurasia pattern on Eurasian cold extremes by the subseasonal variability. *Environ Res Lett*, 2024, 19(3). DOI: 10.1088/1748-9326/ad2caf.
- [145] Wang Sai, Ding Minghu, Liu Ge, et al. Blocking events in East Antarctica: Impact on precipitation and

- their association with large-scale atmospheric circulation modes. *J Clim*, 2024, 37(4):1333-1345.
- [146] Wang Yinjun, Zeng Xubin, Xu Xiangde, et al. Power spectra and diurnal variation of low-level horizontal winds observed by a wind profiler radar network over China. *Geophys Res Lett*, 2024, 51(3). DOI:10.1029/2023GL105852.
- [147] Wang Zhili, Lei Yadong, Che Huizheng, et al. Aerosol forcing regulating recent decadal change of summer water vapor budget over the Tibetan Plateau. *Nat Commun*, 2024, 15(1). DOI:10.1038/s41467-024-46635-8.
- [148] Wei Ting, Chen Yueli, Wang Hui. Hysteresis of Northern Hemisphere permafrost to carbon dioxide emissions. *Environ Res Lett*, 2024, 19(9). DOI:10.1088/1748-9326/ad69a6.
- [149] Wei Xinchun, Liu Ge, Nan Sulan, et al. Interdecadal change in the covariability of the Tibetan Plateau and Indian summer precipitation and associated circulation anomalies. *Atmosphere*, 2024, 15(1). DOI:10.3390/atmos15010117.
- [150] Wei Xinchun, Liu Ge, Nan Sulan, et al. Precursory signals of summer precipitation over southern Central Asia: Combined effect of April soil moisture and sea surface temperature. *Int J Climatol*, 2024, 44(7):2246-2264.
- [151] Wen Jiaqi, Wang Gaili, Zhou Renran, et al. Seasonal variation in vertical structure for stratiform rain at Mēdog site in southeastern Tibetan Plateau. *Remote Sens*, 2024, 16(7). DOI:10.3390/rs16071230.
- [152] Wu Chunyu, Li Qingquan, Dong Lili, et al. Rainy season onset date in Southwest China and the related atmospheric circulations. *Atmos Res*, 2024, 298. DOI:10.1016/j.atmosres.2023.107127.
- [153] Wu Dingrong, Gao Jing, Wang Peijuan, et al. The necessity of coupling the legacy effect with temperature response in crop phenology models. *Glob Planet Change*, 2024, 240. DOI:10.1016/j.gloplacha.2024.104545.
- [154] Wu Jingyan, Guo Jianping, Yun Yuxing, et al. Can ERA5 reanalysis data characterize the pre-storm environment?. *Atmos Res*, 2024, 297. DOI:10.1016/j.atmosres.2023.107108.
- [155] Wu Qingyuan, Li Qingquan, Hu Xiaoming, et al. Process-based attribution of summer upper-tropospheric temperature related to the South Asian summer monsoon. *J Clim*, 2024, 37(5):1683-1701.
- [156] Wu Yihan, Mao Tian, Wang Jingsong, et al. An index description of the general characteristics of thermospheric density based on the two-line-element data sets and the spectral whitening method. *J Geophys Res: Space Phys*, 2024, 129(6). DOI:10.1029/2024JA032733.
- [157] Xie Chengjun, Wu Tongwen, Zhang Jie, et al. Impact of spatial inhomogeneity in atmospheric CO<sub>2</sub> concentration on surface air temperature variations. *J Meteor Res*, 2024, 38(5):969-982.
- [158] Xu Hongxiong, Duan Yihong, Xu Xiangde. Evaluating AI's capability to reflect physical mechanisms: A case study of tropical cyclone impacts on extreme rainfall. *Environ Res Lett*, 2024, 19(10). DOI:10.1088/1748-9326/ad6fbb.
- [159] Xu Hongxiong, Duan Yihong, Xu Xiangde. Exploring the integration of a global AI model with tra-

- ditional data assimilation in weather forecasting. *Environ Res Lett*, 2024, 19(12). DOI:10.1088/1748-9326/ad93e8.
- [160] Xu Hongxiong, Zhao Dajun, Gao Wenhua, et al. Indirect effects of latent heat of condensation on the simulation of the 2021 catastrophic Henan rainfall event in Central China. *Q J R Meteor Soc*, 2024, 150(761):2185-2202.
- [161] Xu Hongxiong, Zhao Yang, Zhao Dajun, et al. Improvement of disastrous extreme precipitation forecasting in North China by Pangu-weather AI-driven Regional WRF Model. *Environ Res Lett*, 2024, 19(5). DOI:10.1088/1748-9326/ad41f0.
- [162] Xu Jing, Zhao Ping, Chan Johnny C L, et al. Increasing tropical cyclone intensity in the western North Pacific partly driven by warming Tibetan Plateau. *Nat Commun*, 2024, 15(1). DOI:10.1038/s41467-023-44403-8.
- [163] Xu Liangtao, Cao Xi, Lan Xiaoqing, et al. Future increase in lightning around the South China Sea under climate change. *Earth Space Sci*, 2024, 11(6). DOI:10.1029/2023EA003356.
- [164] Xu Wanyun, Kuang Ye, Liu Chang, et al. Severe photochemical pollution formation associated with strong HONO emissions from dew and guttation evaporation. *Sci Total Environ*, 2024, 913. DOI:10.1016/j.scitotenv.2023.169309.
- [165] Xu Wanyun, Kuang Ye, Xu Weiqi, et al. Efficient nitrate formation in fog events implicates fog interstitial aerosols as significant drivers of atmospheric chemistry. *Environ Sci Technol*, 2024, 58(50):22298-22311.
- [166] Xu X, Zou X, Yang S, et al. Short-range prediction of squall-line-induced heavy rainfall: An added impact of GPS RO to FY-4A AGRI data assimilation. *Mon Wea Rev*, 2024, 152(12):2717-2734.
- [167] Xue Wenbo, Yu Hui, Tang Shengming, et al. Relationships between terrain features and forecasting errors of surface wind speeds in a mesoscale numerical weather prediction model. *Adv Atmos Sci*, 2024, 41(6):1161-1170.
- [168] Xue Xiaoying, Xu Xiangde, Ren Guoyu, et al. The influence of local climatic factors and water vapor transport from North Atlantic Ocean on winter snow-cover variation on western Kunlun Mountains and eastern Pamir Plateau. *Remote Sens*, 2024, 16(23). DOI:10.3390/rs16234368.
- [169] Xue Xiaoying, Xu Xiangde, Zhao Runze, et al. An optimized variational processing method based on satellite-station data on snow cover days on the Qinghai-Tibet Plateau. *Remote Sens*, 2024, 16(8). DOI:10.3390/rs16081427.
- [170] Yang Xinwei, Wang Yuqing, Wang Hui, et al. Effect of the initial vortex structure on intensity change during eyewall replacement cycle of tropical cyclones: A numerical study. *J Trop Meteor*, 2024, 30(2):106-117.
- [171] Ye Wei, Ji Ying, Yuan Yuan. Statistical characteristics of snowfall on the Tibetan Plateau affected by TCs over the Bay of Bengal: An observational analysis. *Int J Climatol*, 2024, 44(15):5520-5536.

- [172] Yu Rong, Dong Siyan, Han Zhenyu, et al. Increased exposure of rice to compound drought and hot extreme events during its growing seasons in China. *Ecol Indic*, 2024, 167. DOI: 10. 1016/j. ecolind. 2024. 112735.
- [173] Yu Yanru, Fang Shibo, Zhuo Wen, et al. A fast and easy way to produce a 1-km all-weather land surface temperature dataset for China utilizing more ground based data. *IEEE Trans Geosci Remote Sensing*, 2024, 62. DOI: 10. 1109/TGRS. 2024. 3368707.
- [174] Yu Yanru, Fang Shibo, Zhuo Wen, et al. Contributions of soil moisture and vegetation on surface-air temperature difference during the rapid warming period. *Agriculture-Basel*, 2024, 14(7). DOI: 10. 3390/agriculture14071090.
- [175] Yun Yuxing, Zhang Dalin, Gao Wenhua, et al. Spatiotemporal variations of the effects of aerosols on clouds and precipitation in an extreme-rain-producing MCs in South China. *J Geophys Res: Atmos*, 2024, 129(6). DOI: 10. 1029/2023JD040014.
- [176] Zeng Jianhui, Xu Wanyun, Kuang Ye, et al. The impact of agroecosystems on nitrous acid (HO-NO) emissions during spring and autumn in the North China Plain. *Toxics*, 2024, 12(5). DOI: 10. 3390/toxics12050331.
- [177] Zeng Zhaoliang, Wang Zemin, Ding Minghu, et al. Trend of surface solar radiation over China in relation to changing synoptic patterns. *Sol Energy*, 2024, 282. DOI: 10. 1016/j. solener. 2024. 112926.
- [178] Zeng Zhaoliang, Wu Honglei, Liu Zhaohua, et al. Enhancing short-term wind speed prediction capability of numerical weather prediction through machine learning methods. *J Geophys Res: Atmos*, 2024, 129(24). DOI: 10. 1029/2024JD041822.
- [179] Zhang Haoxin, Ren Hongli, Zhou Fang. Understanding the dominant intraseasonal modes of the springtime primary diabatic heating over the eastern Tibetan Plateau. *Clim Dyn*, 2024, 62(10): 9489-9504.
- [180] Zhang Hua, Liu Liting, Bi Lei, et al. Advances in atmospheric radiation: Theories, models, and their applications. Part I: Atmospheric gas absorption and particle scattering. *J Meteor Res*, 2024, 38(2): 151-182.
- [181] Zhang Hua, Wang Haibo, Liu Yangang, et al. Influences of cloud vertical overlapping on the calculated cloud albedo and their validation with satellite observations. *J Atmos Sci*, 2024, 81(1). DOI: 10. 1175/JAS-D-22-0219. 1.
- [182] Zhang Hua, Zhang Feng, Liu Lei, et al. Advances in atmospheric radiation: Theories, models, and their applications. Part II: Radiative transfer models and related applications. *J Meteor Res*, 2024, 38(2): 183-208.
- [183] Zhang Jintao, Ren Guoyu, You Qinglong. Assessing the escalating human-perceived heatwaves in a warming world: The case of China. *Weather Clim Extremes*, 2024, 43. DOI: 10. 1016/j. wace. 2024. 100643.

- [184] Zhang Jintao, Ren Guoyu, You Qinglong. Detection and attribution of human-perceived warming over China. *Geophys Res Lett*, 2024, 51(7). DOI:10.1029/2023GL106283.
- [185] Zhang Mengke, Li Jian, Li Nina, et al. Spatial inhomogeneity of synoptic-induced precipitation in a region of steep topographic relief: A case study. *J Geophys Res: Atmos*, 2024, 129(6). DOI:10.1029/2023JD039129.
- [186] Zhang Shuo, Fang Xiaoyi, Cheng Chen, et al. Multi-scale urban natural ventilation climate guidance: A case study in the Shijiazhuang Metropolitan Area. *Atmosphere*, 2024, 15(6). DOI:10.3390/atmos15060676.
- [187] Zhang Wenjie, Wang Hong, Zhang Xiaoye, et al. The impact of aerosol-cloud interaction on mesoscale numerical weather prediction when low-cloud and haze coexist in winter over major polluted regions of China. *Atmos Environ*, 2024, 319. DOI:10.1016/j.atmosenv.2023.120270.
- [188] Zhang Xiaoyi, Sun Jingmin, Lin Weili, et al. Long-term variations in surface ozone at the Longfengshan Regional Atmosphere Background Station in Northeast China and related influencing factors. *Environ Pollut*, 2024, 348. DOI:10.1016/j.envpol.2024.123748.
- [189] Zhang Xiaoyi, Xu Wanyun, Lin Weili, et al. Ozone deposition measurements over wheat fields in the North China Plain: Variability and related factors of deposition flux and velocity. *Atmos Chem Phys*, 2024, 24(21):12323-12340.
- [190] Zhang Xindan, Li Lei, Che Huizheng, et al. Aerosol components derived from global AERONET measurements by GRASP: A new value-added aerosol component global dataset and its application. *Bull Amer Meteor Soc*, 2024, 105(10):E1822-E1848.
- [191] Zhang Xutao, Gui Ke, Zeng Zhaoliang, et al. Mapping the seamless hourly surface visibility in China: A real time retrieval framework using a machine-learning based stacked ensemble model. *npj Clim Atmos Sci*, 2024, 7(1). DOI:10.1038/s41612-024-00617-1.
- [192] Zhang Yangmei, Sun Junying, Shen Xiaojing, et al. Measurements of particulate methanesulfonic acid above the remote Arctic Ocean using a high resolution aerosol mass spectrometer. *Atmos Environ*, 2024, 331. DOI:10.1016/j.atmosenv.2024.120538.
- [193] Zhang Yi, Liu Zhuang, Wang Yiming, et al. Establishing a limited-area model based on a global model: A consistency study. *Q J R Meteor Soc*, 2024, 150(764):4049-4065.
- [194] Zhang Yi, Zhao Yanxia, Sun Qing, et al. Reduced actual vapor pressure exerts a significant influence on maize yield through vapor pressure deficit amid climate warming. *Int J Biometeor*, 2024, 68(10):2041-2048.
- [195] Zhang Yuxia, Sun Ying, Hu Ting. Changes in extreme high temperature warning indicators over China under different global warming levels. *Sci China (Earth Sci)*, 2024, 67(6):1895-1909.
- [196] Zhao Dajun, Wei Na, Yu Yubin, et al. Statistically decreased weakening rate of typhoons in environments of the Northeast China cold vortex. *Environ Res Commun*, 2024, 6(8). DOI:10.1088/2515-

7620/ad707d.

- [197] Zhao Dajun, Xu Hongxiong, Li Ying, et al. Locally opposite responses of the 2023 Beijing-Tianjin-Hebei extreme rainfall event to global anthropogenic warming. *npj Clim Atmos Sci*, 2024, 7(1). DOI:10.1038/s41612-024-00584-7.
- [198] Zhao Dajun, Yu Yubin, Wei Na, et al. A climatological analysis of northward-moving typhoon in environments of the Northeast China cold vortex. *Atmos Sci Lett*, 2024, 25(8). DOI:10.1002/asl.1233.
- [199] Zhao Hengheng, Gui Ke, Yao Wenrui, et al. Relative contributions of component-segregated aerosols to trends in aerosol optical depth over land(2007–2019): Insights from CAMS aerosol reanalysis. *Atmos Environ*, 2024, 333. DOI:10.1016/j.atmosenv.2024.120676.
- [200] Zhao Junfang, Peng Huiwen, Yang Jiaqi, et al. Response of winter wheat to different drought levels based on Google Earth Engine in the Huang-Huai-Hai Region, China. *Agric Water Manage*, 2024, 292. DOI:10.1016/j.agwat.2023.108662.
- [201] Zhao Junfang, Yang Jiaqi, Huang Ruixi, et al. Estimating evapotranspiration and drought dynamics of winter wheat under climate change: A case study in Huang-Huai-Hai Region, China. *Sci Total Environ*, 2024, 949. DOI:10.1016/j.scitotenv.2024.175114.
- [202] Zhao Junfang, Yang Jiaqi, Xie Hongfei, et al. Sustainable management strategies for balancing crop yield, water use efficiency and greenhouse gas emissions. *Agric Syst*, 2024, 217. DOI:10.1016/j.agsy.2024.103944.
- [203] Zhao Ruiyu, Chen Bin, Zhang Wei, et al. Revisiting the dry-to-wet shift of summer precipitation over the Three-River Headwaters Region, hinterland of the Tibetan Plateau: A perspective of moisture sources changes. *Clim Dyn*, 2024, 62(9):8827-8847.
- [204] Zhao Yifan, Peng Xindong, Chen Dehui, et al. Impact of a three-dimensional reference state in a global semi-implicit semi-Lagrangian non-hydrostatic atmospheric model on Yin-Yang grids. *J Meteor Res*, 2024, 38(5):901-922.
- [205] Zhao Yifan, Peng Xindong, Li Xiaohan, et al. Improved diurnal cycle of precipitation on land in a global non-hydrostatic model using a revised NSAS deep convective scheme. *Adv Atmos Sci*, 2024, 41(6):1217-1234.
- [206] Zhao Yin, Li Jian. Dominant synoptic systems for summer precipitation over the complex terrain of southwestern China. *Mon Wea Rev*, 2024, 152(11):2443-2460.
- [207] Zheng Mengzhe, Wu Tongwen, Xin Xiaoge, et al. Simulation of MJO with improved deep convection scheme in different resolutions of BCC-CSM2 Models. *Clim Dyn*, 2024, 62(3):2161-2185.
- [208] Zheng Xiangdong, Yang Wen, Sun Yuting, et al. Transport of substantial stratospheric ozone to the surface by a dying typhoon and shallow convection. *Atmos Chem Phys*, 2024, 24(6):3759-3768.
- [209] Zhou Baiquan, Zhai Panmao, Liao Zhen. Bivariate attribution of the compound hot and dry summer of 2022 on the Tibetan Plateau. *Sci China (Earth Sci)*, 2024, 67(7):2122-2136.

- 
- [210] Zhu Shunxing, Zhang Yang, Fan Yanfeng, et al. A lightning classification method based on convolutional encoding features. *Remote Sens*, 2024, 16(6). DOI:10.3390/rs16060965.
- [211] Zhu Ziqiang, Weng Fuzhong, Han Yang. Vector radiative transfer in a vertically inhomogeneous scattering and emitting atmosphere. Part I: A new discrete ordinate method. *J Meteor Res*, 2024, 38(2): 209-224.
- [212] Zhu Ziqiang, Weng Fuzhong. A mystery of the inconsistency between microwave polarimetric observations and radiative transfer simulations. *Geophys Res Lett*, 2024, 51(21). DOI: 10.1029/2024GL111553.
- [213] Zhu Ziqiang, Weng Fuzhong. Vector radiative transfer in a vertically inhomogeneous scattering and emitting atmosphere. Part II: Coupling with azimuthally asymmetric polarized bidirectional reflection over Oceans. *J Meteor Res*, 2024, 38(5): 923-936.
- [214] Zou Mengjin, Zhang Yang, Fan Yanfeng, et al. Performance evaluation of LMI based on low-frequency three-dimensional total lightning flash location data. *Remote Sens*, 2024, 16(2). DOI: 10.3390/rs16020244.
- [215] Zuo Meng, Zhou Tianjun, Man Wenmin. Understanding surface temperature changes over the Tibetan Plateau in the last millennium from a modeling perspective. *Clim Dyn*, 2024, 62(6): 5483-5499.

## 附录 C 论 著

- [1] 陈志明,蒋兴文,董元昌,彭骏,肖递祥,徐会明,张虹娇,刘思佳,黄楚惠. 青藏高原低涡切变线年鉴 2022. 北京:科学出版社,2024.
- [2] 房世波,等. 气候变暖对中国农业的影响. 北京:气象出版社,2024.
- [3] 蒋兴文,董元昌,彭骏,肖递祥,黄楚惠,张虹娇,徐会明,刘思佳. 西南低涡年鉴 2022. 北京:科学出版社,2024.
- [4] 韩秀珍,任素玲,徐榕焱,房世波,刘清华,武胜利,耿维成,等. 多源卫星遥感全球主要气象灾害定量监测关键技术. 北京:气象出版社,2024.
- [5] 王培娟,杨建莹,董航宇. 杏生产气象保障技术. 北京:气象出版社,2024.
- [6] 王顺久,王鸽,马舒坡,唐信英,李鹏,李宏毅,王圆圆,闵文彬. 藏东南地气交换过程观测试验与分析研究. 北京:科学出版社,2024.
- [7] 魏婷,丁明虎,效存德,汪楚涯. 北极海冰与航道——现代演变与未来预估图集. 北京:气象出版社,2024.
- [8] 周广胜,汲玉河,张迪,吕晓敏,周莉. 农业应对气候变化蓝皮书:气候变化与中国植被生态质量影响评估报告(NO. 4)(2024 版). 北京:社会科学文献出版社,2024.
- [9] 周广胜,任鸿瑞,张磊,周梦子. 青藏高原生态环境高时空分辨率多源数据动态监测. 北京:气象出版社,2024.
- [10] 周广胜,周莉. 现代农业防灾减灾技术(第二版). 北京:中国农业出版社,2024.
- [11] 温维,马欣,刘蕾. 京津冀区域大气监测与数值模拟(英文). 北京:冶金工业出版社,2024.





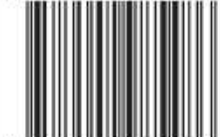
# 务实开拓 创新求效

气象出版社



关注官方微信

ISBN 978-7-5029-8548-6



9 787502 985486 >

定价：128.00 元