


# 中国气象学会邹竞蒙创新奖提名公示

## 一、基本情况

姓 名	毕磊	性 别	男	
专业技术职称	研究员 长聘副教授	行政职务	天气气候与 环境气象研 究所副所长	
在国内外学术 团体任职情况 (5项以内)	国际大气辐射委员会委员及 2024 国际辐射研讨会会议主席 国际气象学与大气科学协会 IAMAS 中国委员会委员 中国气象学会大气物理学专委会委员 中国气象学会期刊编辑与出版工作委员会委员 中国气象局浙西野外观测基地委员会委员			
社会职务 (5项 以内)	无			
简 历	何年何月至何年何月	在何单位 (学校) 任何职 (读何专业)		
	1999-09 至 2003-07, 安徽师范大学, 物理学, 学士 2003-09 至 2006-07, 北京师范大学, 粒子物理与原子核物理, 硕士 2006-08 至 2011-05, Texas A&M University, 物理学, 博士 2011-05 至 2013-12, Texas A&M University, 大气科学, 博士后 2014-01 至 2015-10, Texas A&M University, 大气科学, 助理研究员 2015-10 至今, 浙江大学, 地球科学学院, 研究员			
<b>二、曾获奖励情况 (10项以内)</b>				
获奖时间	奖项名称	奖励等级 (排名)	授奖部 门	

2015	Richard Goody 国际大气辐射和遥感青年科学家	1	Elsevier
2016	谢义炳青年气象科技奖	1	北京大学
2019	IAMAS-Early Career Scientist Medal	1	国际气象学与大气科学协会
2023	中国十大气象科技进展提名奖	1	全国气象科教融合创新联盟
2024	中国十大气象科技进展提名奖	1	全国气象科教融合创新联盟

### 三、获基金项目资助情况（10 项以内）

年度	基金种类	基金项目名称	金额	排名
2016-2019	国家重点研发计划课题	特定类型气溶胶散射特性理论建模	25 万	1
2017-2020	国家自然科学基金面上项目	一类混合 T 矩阵算法的研制用于研究多成分气溶胶的光学特性	65 万	1
2021-2024	国家自然科学基金优秀青年科学基金项目	大气非球形非均匀粒子散射	120 万	1
2024-2027	国家自然科学基金气象联合基金	空天地一体化通用雷达观测算子研究	266 万	1
2026-2029	国家自然科学基金面上项目	东亚沙尘气溶胶矿物成分与复折射指数定量反演研究	50 万	1

2022-2023	中国气象局地球系统数值预报中心技术研发项目	风云四号静止卫星红外高光谱云区快速散射计算系统	60 万	1
2021-2022	中国气象局地球系统数值预报中心技术研发项目	中尺度区域模式微波探测资料同化子系统	40 万	1
2019-2020	国家气象中心技术研发项目	风云三号 03 批 GRAPES 数值预报同化应用 2019 年任务-星载主动降水探测资料同化的预研究	30 万	1
2021-2025	国家自然科学基金重大项目	我国区域/全球一体化数值化学天气耦合预报及再分析系统研究	1799.76 万	参与
2022-2025	国家重点研发计划	高精度可扩展气象数值预报模式的四维变分同化技术	1400 万	参与
<b>四、发表论文、专著的情况（论文限 5 篇，专著限 2 部）</b>				
序号	论文（或专著）名称	刊名	作者	发表时间
1	Accurate simulation of the optical properties of atmospheric ice crystals with invariant imbedding T-matrix method	Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer	Lei Bi, Ping Yang*	2014

2	Optical modeling of sea salt aerosols: the effects of nonsphericity and inhomogeneity	Journal of Geophysical Research: Atmospheres	Lei Bi*, Wushao Lin, Zheng Wang, Xiaoyun Tang, Xiaoyu Zhang*, Bingqi, Yi	2018
3	ZJU-AERO V0.5: an Accurate and Efficient Radar Operator designed for CMA-GFS/MESO with the capability to simulate non-spherical hydrometeors.	Geoscientific Model Development	Hejun Xie, Lei Bi*, Wei Han*	2024
4	AI-NAOS: an AI-based nonspherical aerosol optical scheme for the chemical weather model GRAPES_Meso5.1/C UACE	Geoscientific Model Development	Xuan Wang, Lei Bi*, Hong Wang, Yaqiang Wang, Wei Han, Xueshun Shen, Xiaoye Zhang	2025

5	A synergistic super- ellipsoidal particle shape and ice cloud optical thickness retrieval method based on satellite polarimetric observations	Remote Sensing of Environment	Yizhen Meng, Lei Bi*, Wei Han	2026
---	--	----------------------------------	-------------------------------------	------

## 五、主要科学发现、科学技术成就和贡献、业务技术创新或技术推广要点 (限 2000 字, 包括标点符号)

大气辐射学是天气气候模拟、大气环境与卫星遥感的核心基础, 非球形非均匀大气粒子的电磁散射精确高效计算, 是长期制约大气遥感定量反演、卫星资料同化及气候模拟精度的基础性难题。申请人围绕该关键科学问题, 从算法突破、粒子散射模型与光学数据集构建、业务应用转化三个层面开展系统性攻关, 建立了从基础算法、理论模型到业务应用的全链条技术体系, 取得系列具有基础性、突破性的学术成果。

一是攻克非球形非均匀粒子电磁散射核心算法难题, 建立全形态、全粒径覆盖的高精度散射计算体系。发展了不变嵌入 T 矩阵方法、新型物理几何光学方法及深度学习智能计算方法, 形成多方法互补的数值计算框架。基于不变嵌入原理发展的 T 矩阵数值算法, 突破传统方法适用局限, 首次实现任意形态非球形粒子 T 矩阵电磁散射精确求解, 刷新国际学界对 T 矩阵方法的传统认知; 研发 GPU 并行加速架构, T 矩阵计算效率提升 8 - 25 倍, 可精准刻画粒子多层包覆、孔隙、混合等内部非均匀结构。相较 DDA、FDTD 等传统数值方法, 新方法可将粒子尺度参数拓展至更高范围, 大幅突破计算尺寸与效率瓶颈。针对大尺寸冰晶粒子, 创新采用光束跟踪与电磁场解析积分框架, 修正传统几何光学近似偏差, 利用德拜级数阐明 T 矩阵与几何光学内在关联, 建立统一散射机理分析理论; 算法可适用于偏好取向冰晶, 突破传统方法仅适用于随机取向粒子的限制。率先将深度学习引入粒子散射计算, 构建专用神经网络架构, 解决散射参数查找表存储冗余、混合态气溶胶光学参数高维预测、中等尺度粒子计算精度不足等痛点, 实现存储空间大幅压缩与光学参数端到端高精度预测, AI 预测精度超越经典几何光学近似方法, 构建起覆盖任意形态、全粒径区间的电磁散射计算技术集。

二是构建统一粒子散射表征模型与大气冰云、气溶胶、降水粒子光学数据集。主导研发 11 类典型冰晶形态卷云光学数据集, 覆盖紫外至远红外全波段光学参数, 成为 MODIS、CALIPSO 等国际卫星官方反演产品散射模型的核心基准, 显著提升卫星遥感反演精度。创新提出超椭球统一粒子表征模型, 实现海盐、沙尘、冰晶等多类粒子统一数学描述。依托光学等价性原理, 突破以往一类粒子对应一种模型的局限, 建立通用表征框架, 为大气辐射传输模拟、卫星遥感参数化和气候模式粒子表征提供关键理论模型和数据支撑。

三是创新改进了卫星辐射传输观测算子、发展了雷达观测算子与 AI 气溶胶辐射参

数化方案，实现基础成果向国家级数值预报业务转化。基于自主散射算法优化 RTTOV、ARMS 辐射传输模式，联合研发风云三号卫星微波云雨区全天空资料同化子系统，实现国产全球数值预报系统首次风云卫星云雨区数据同化。批量同化试验表明，全球及热带区域湿度分析误差显著降低，预报时效与高度场预报性能明显改善，有效优化云量模拟效果，成果入选 2023 年中国十大气象科技进展提名。自主研发国内首个开源星地一体双偏振雷达观测算子 ZJU-AERO，基于全 T 矩阵算法实现非球形水凝物全极化雷达观测量模拟，填补国内技术空白，成果入选 2024 年中国十大气象科技进展提名。研发 AI 气溶胶智能辐射参数化方案，考虑黑碳分形聚集、沙尘超椭球形态及吸湿性气溶胶包覆结构，实现非球形非均匀气溶胶光学特性智能参数化；完成与 GRAPES\_Meso5.1 模式在线耦合，有效提升了气溶胶辐射效应及降水的模拟效果，同时嵌入美国 NCAR CAM6 气候模式，实现天气到气候多模式跨尺度推广应用。

## 六、科技成果应用情况或业务技术推广情况 (限 1000 字，包括标点符号)

申请人研发的粒子散射算法、光学数据集、雷达观测算子及 AI 气溶胶参数化方案，已全面实现科研成果向卫星遥感业务、国家级数值预报、气候模式模拟及国际科研领域的落地应用与推广，应用成效突出。

在卫星遥感应用方面，自主构建的卷云冰晶光学数据集被 MODIS C6、CALIPSO IIR V4 等国际官方卫星反演业务产品采纳，作为核心参考基准长期使用，有效提升全球冰云微物理特性、光学特性遥感反演精度。超椭球统一粒子模型已应用于气溶胶与冰云遥感反演算法研发，已经集成到我国自主研发的 ARMS 快速辐射传输算子，为多源卫星气溶胶、云产品同化与定量应用提供粒子表征方案。法国 GRASP 遥感团队测试，超椭球模型是迄今为止表现最优的粒子表征方案。

在数值天气预报应用方面，基于散射算法改进的辐射传输模块及联合开发的风云卫星云雨区同化子系统，批量业务同化试验有效降低大气湿度分析误差，延长要素预报有效时效，改善热带及中纬度位势高度、云量模拟水平，为实现风云卫星云雨区观测资料在国产数值预报系统的应用提供了支撑，相关成果获 2023 年度十大气象科技进展提名。

自主研发的 ZJU-AERO 双偏振雷达观测算子为国内首个自主可控、开源共享的气象雷达观测算子，可完整模拟全极化雷达观测量，已耦合至国家级 CMA-GFS/MESO 数值预报模式，成功支撑风云三号 G 降水卫星雷达资料 1D 贝叶斯温湿廓线反演与资料同化应用。

在极端强降水天气过程预报中，有效提升降水落区、强度及演变过程预报能力，为暴雨等灾害性天气精准预报提供关键技术支撑，雷达观测算子成果获 2024 年度十大气象科技进展提名。

AI 气溶胶辐射参数化方案已业务耦合至 GRAPES-CUACE 模式，有效提升了重污染天气气溶胶光学特性、辐射效应及边界层、降水过程模拟精度，为雾霾与空气质量数值预报提供了技术支撑。