

2019 年度“清华大学—浪潮集团计算地球科学青年人才奖”推荐书

被推荐人姓名: 高阳 专业技术职务: 教授 专业: 环境科学
出生年月: 1983 年 1 月
工作单位: 中国海洋大学环境科学与工程学院
电子邮箱: [REDACTED] 电话: [REDACTED]

我郑重推荐 高阳 作为“清华大学—浪潮集团计算地球科学青年人才奖”的候选人。

推荐人签名:

张绍晴

2019 年 11 月 11 日

推荐人姓名: 张绍晴 专业技术职务: 教授 专业: 大气科学
工作单位: 中国海洋大学物理海洋教育部重点实验室
电子邮箱: [REDACTED] 电话: [REDACTED]

推荐身份:

- | | | |
|------------------------------------|----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> 中国科学院院士 | <input type="checkbox"/> 中国工程院院士 | <input type="checkbox"/> 国家和部委重点实验室主任 |
| <input type="checkbox"/> 重点高等院校校长 | <input type="checkbox"/> 长江学者 | <input type="checkbox"/> 重点科研院所院(所)长 |
| <input type="checkbox"/> 杰出青年基金获得者 | <input type="checkbox"/> 千人计划学者 | <input checked="" type="checkbox"/> 国家重大科技项目首席科学家 |

请简要说明被推荐人的原创性科学或技术成果的内容、重大科学意义、对促进科学技术发展所起的作用及产生的影响(限 2000 字以内,纸面不够可加页),相关证明材料和论文原文请以附件方式提供。

被推荐人高阳，现为中国海洋大学教授、博士生导师，近年来首先开发了高精度动力降尺度方法，提高了对未来极端天气的模拟能力；其次，采用多个全球模式和区域模式结合的方法，阐明了全球变暖下极端天气变化的机理，并首次将 emergent constraint 的方法应用到对强降水预测的校正中，大大提高了预测能力；最后，被推荐人通过对比不同云参数化方案，揭示了适应于不同空间分辨率的方案，为变网格模式云参数化的选择提供科学依据。因此，高阳在提高区域气候模拟能力和极端天气变化机理等研究方面做出了突出贡献。

高阳主攻气候变化和极端天气数值模拟研究，近5年（2014-2019）发表SCI论文43篇（二区以上Top期刊31篇），平均影响因子5.221，包括*Atmos. Chem. Phys.*（9篇，IF: 5.668），*Geophys. Res. Lett.*（5篇，IF: 4.578）和*Nature Clim. Change*（1篇，IF: 21.722），第一和通讯作者论文10篇（均位于中科院一区/二区，Top期刊9篇）。SCI论文引用465次，他引345次，H-index 为16（引用见附件1）。其研究成果被包括Science News、Nature Climate Change等在内的几十家媒体和一流期刊报导。主要成果简介如下：

成果 1. 通过开发高精度动力降尺度方法，提高了对区域极端天气的模拟能力，从而为气候变化下未来极端天气的预测提供了有效工具。

为提高区域气候模拟精度，被推荐人开发了动力降尺度方法（*Geophys. Res. Lett.*, 2014, 41, 1745-1751; *Environ. Res. Lett.*, 2015, 10, 044001），提高了对未来极端天气预测的可信度。同时，被推荐人与美国埃默里大学等单位合作，将研究结果应用到公共健康等方面，发表一系列高影响因子 SCI 论文(*Nature Clim. Change*, 2014, 4(12), 1109-1115; *Environ. Health Perspect.*, 122, 10-16, 2014; *Environ. Health. Perspect.*, 2014, 122(5), A118-A119; *Clim. Change*, 2015, 128, 71-84; *Environ. Int.*, 2017, 108, 41-50)。

动力降尺度连接的区域模式与全球模式物理机制不同，新一代变网格模式（如 Model for Prediction Across Scales (MPAS)，可在同一模式内根据需要对某一区域进行网格加密，但其挑战之一在于云参数化方案的设计。针对这一问题，被推荐人最近的研究（*J. Geophys. Res.*, 2017, 122, 2714-2733）发现相比传统云参数化方案，scale-aware 方案可明显改善不同空间分辨率对降水的模拟效果，从而阐明了 MPAS 等变网格模式适用的云参数化方案。本研究发表后被多篇论文引用，包括英国气象局科学家、*Journal of Climate* 副主编 Paul Field 在与美国大气中心等 11 个大气研究机构合作的文章中肯定了该研究对降水模拟改进的效果（Gao et al. (2017) report improved representation of precipitation spatial distribution and timing in higher resolution; *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 2017, 143, 2537-2555, 见附件 2）。加州理工大学喷气推进实验室 (JPL) 研究员 Baijun Tian 和首席科学家 Duane Waliser 等联合发表的文章反复正面引用该研究 6 次(*J. Hydrometeor.*, 2017, 18, 2781-2799, 见附件 2)。

基于上述研究,申请人和美国工程院院士 Ruby Leung 受邀在 2016 年 12 月的“US CLIVAR” (美国气候变率及可预测性研究计划)一刊中讨论了季节内到季节间(subseasonal-to-seasonal; S2S)降水预测现状及挑战 (Leung and Gao, 2016, 见附件 3)。

成果 2. 通过全球模式与区域模式的结合,从动力学和热力学两个角度阐明了气候变化对极端天气的影响机制,从而为进一步提高模式对极端天气的预测能力提供了重要的理论支撑。

在全球气候变暖的大背景下,近些年出现冬季异常寒冷的天气。被推荐人探讨了冬季气温概率分布的高模态(偏态: skewness)变化的成因,发现气温偏态变化的动力学(大气阻塞)与“零度效应”的热力学机理 (*Environ. Res. Lett.*, 2015, 10, 044001)。此研究被 **Science News** (<https://www.sciencenews.org/article/fewer-cold-snaps-forecast>)和 **Nature Clim. Change** (5, 515, 2015, doi:10.1038/nclimate2674)等多家著名杂志和科技新闻网专题报导。被推荐人受 Weather Underground 特邀为 2015 世界地球日撰写气候变化的教育性材料。该成果同时也受学术界高度关注。哈佛大学特聘教授 Eli Tziperman 课题组 (*J. Climate*, 2018, 31, 9625-9640; 见附件 4)和英国皇家学会会员、中科院外籍院士、英国伦敦帝国理工学院教授 Brian Hoskins (*Curr. Clim. Change Rep.*, 2015, 1, 115-124; 见附件 4)分别在文章中详细引用该发现,并指出气候变化下温度变化的多个模态(平均态、方差和偏态)对于未来极端冷空气预测的重要性。同时,美国加州大学 Davis 分校教授 Richard Grotjahn 联合美国和加拿大等 11 个著名研究机构发表的关于动力降尺度的高被引综述论文 (*Clim. Dyn.*, 2016, 46, 1151-1184; 附件 4) 4 次大段引用该研究成果,并特别强调了该研究比加州理工大学特聘教授 Tapio Schneider 发表的文章(*J. Clim.*, 2015, 28: 2312-2331)更进一步解释了极端冷空气的机理。鉴于此研究的重大国际影响,被推荐人获得了 2015 年西北太平洋国家实验室杰出表现奖(见附件 5)。

相对于温度而言,全球变暖下降水的变化具有更大的空间多样性和不确定性。与降水紧密相关的“大气河流”,是指大量水汽从低纬度热带地区流向中高纬度的现象,对全球水循环具有重要意义。被推荐人研究了北美西海岸和欧洲西海岸大气河流对极端降水的影响机制 (*Geophys. Res. Lett.*, 42, 7179-7186; *J. Clim.*, 29, 6711-6726)。美国国家大气研究中心(NCAR)资深科学家 Jeffrey Kiehl 课题组发表文章 (*Geophys. Res. Lett.*, 2016, 43, 8775-8782, 见附件 6) 强调被推荐人的研究从动力学和热力学两个角度来全面解析气候变化对大气河流的影响。加州理工大学喷气推进实验室(JPL)首席科学家 Duane Waliser 牵头的研究(包括高引论文: *Nat. Geosci.*, 2017, 10, 179-184; *Geophys. Res. Lett.*, 2018, 45, 4299-4308) 大段引用被推荐人研究成果 10 次,强调申请人的研究不仅发现了 AR 与热力学过程相关,同时发现了与中纬度西风急流也紧密相关(见附件 6)。基于被推荐人前期的研究,高阳及合作者在这一方向发表一系列高水平文章,得到国际同行的广泛关注 (*Geophys. Res. Lett.*, 2018, 45, 11693-11701; *Geophys. Res. Lett.*, 2019, 46, DOI: 10.1029/2019GL084225; *J. Geophys. Res.*, 2017, 122, 2714-2733; *Geophys. Res. Lett.*, 2016, 43, 1357-1363; *npj Climate and Atmospheric Science*, 2018, 1, 7, 10.1038; *J. Geophys. Res.*, 2017, 122, 3245-3265)。

2019 年度“清华大学—浪潮集团计算地球科学青年人才奖”推荐书

被推荐人姓名：___李伟___ 专业技术职务：___副教授___ 专业：___全球变化生态学___

出生年月：___1987.5___

工作单位：___清华大学地球系统科学系___

电子邮箱：___[REDACTED]___ 电话：___[REDACTED]___

我郑重推荐_李伟_作为“清华大学—浪潮集团计算地球科学青年人才奖”的候选人。

推荐人签名：___[Signature]___
推荐人单位公章：___[Red Seal: 清华大学地球系统科学系]___
2019 年 11 月 15 日

推荐人姓名：___罗勇___ 专业技术职务：___教授___ 专业：___气候变化___

工作单位：___清华大学地球系统科学系___

电子邮箱：___[REDACTED]___ 电话：___[REDACTED]___

推荐身份：

- | | | |
|------------------------------------|----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> 中国科学院院士 | <input type="checkbox"/> 中国工程院院士 | <input type="checkbox"/> 国家和部委重点实验室主任 |
| <input type="checkbox"/> 重点高等院校校长 | <input type="checkbox"/> 长江学者 | <input type="checkbox"/> 重点科研院所院（所）长 |
| <input type="checkbox"/> 杰出青年基金获得者 | <input type="checkbox"/> 千人计划学者 | <input checked="" type="checkbox"/> 国家重大科技项目首席科学家 |

请简要说明被推荐人的原创性科学或技术成果的内容、重大科学意义、对促进科学技术发展所起的作用及产生的影响（限 2000 字以内，纸面不够可加页），相关证明材料和论文原文请以附件方式提供。

被推荐人李伟是清华大学副教授，2019 年入选国家青年千人计划。主要从事陆面模式开发、土地利用变化与全球碳循环、未来气候变化减缓等方面研究。共发表 SCI 论文 60 余篇，Google Scholar 引用 3000 余次；其中一作论文 14 篇，发表在 Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A (PNAS)、Global Change Biology (GCB), Geophysical Research Letters (GRL), Earth System Science Data (ESSD)等重要学术刊物上。多次担任 Nature Climate Change (NCC)、Nature Sustainability、GCB、Remote Sensing of Environment 等高水平学术刊物的审稿人。被推荐人在地球系统模式发展领域的主要学术贡献具体如下。

一、率先在地球系统陆面模式中开发了生物能源作物的模拟，为评估未来气候变化减缓政策的生态效应提供了有力工具

在气候变化综合评估模型制定的未来发展情景中，生物能源碳捕获与封存作为主要的气候变化减缓措施，大量地被使用。但是生物能源作物种植所引起的土地利用变化以及其对生态环境的影响尚不明确，存在着较大的争议。目前陆面模式中，并没有相应的生物能源作物模拟，因此不能准确评估生物能源作物的生态效应。被推荐人首先独立编纂了包含 5000 余条观测数据的全球生物能源作物产量数据库。该数据库不仅可以用来对陆面模式和综合评估模型进行评估校正，而且可以用来研究不同相应的气候条件、作物种类、施肥和灌溉等管理方式对产量的影响。与此同时，被推荐人对陆面模式进行了系统开发，率先引进了五种生物能源作物的模拟，对其生理、生长、碳分配和物候等进行了系统的参数化，并且新加入了基于动态林龄的收割模块。在开发后，模式能够准确地模拟全球生物能源作物的生理生态过程，为评估气候变化减缓措施提供了重要工具。相关成果已于 2018 年发表在 Scientific Data 和 Geosci. Model Dev.。

该模型模块在世界上十余知名陆面模式中处于领先地位，目前只有该模型和另一模型有专门的生物能源作物模拟，而另一模型的架构相对简单，并不包含完整的能量平衡和水热交换。模型开发的论文发表之后，在领域内引起了广泛关注，并且被英国、德国和美国的同行借鉴，用于开发各自陆面模式中的相应模块。

二、评估了用于驱动地球系统陆面模式的土地利用变化数据，利用模式输出结果校正了土地利用变化的碳排放

欧洲空间局发布的 CCI 地表覆盖数据是一套具有中高分辨率和多种地表类型的长时间连续变化的地表覆盖产品，对全球碳循环和气候变化研究有着重要的应用价值。被推荐人对这套产品在陆面模式和碳循环领域中的应用进行了系统评估。研究发现，该地表覆盖数据中，农田面积变化尺度基本和 FAO 的统计数据一致，森林面积的变化则低于 30 米分辨率的数据和 FAO 的统计数据。被推荐人分析了差异存在的原因，为后续数据融合和产品应用提供了建议。该研究结果先后于 2016 年和 2018 年发表在 Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.和 ESSD。本研究中不同地表覆盖数据集对碳排放估算的影响

也作为重要结果参与了一项土地利用变化与碳排放相关的综合分析中，于 2017 年发表在 Nat. Geosci.（共同作者）。

被推荐人进一步利用多个陆面模式的输出结果，结合多套遥感观测和清单统计数据，阐明了生物量与土地利用碳排放之间的关系，并对历史时期的土地利用碳排放进行了重新估算。该方法也可以推广到对未来情景中土地利用变化碳排放的校正。研究结果于 2017 年发表在 Biogeosciences。该研究也作为全球碳项目的重要成果，在 2017 年全球碳收支论文中被引用报道。

三、利用多个地球系统模式中的陆面和海洋模拟结果，结合观测数据，反演了全球碳循环中的碳通量，降低了不确定性

在以往全球碳循环的研究中，例如每年发布的全球碳收支，陆地碳汇是根据质量平衡由其它碳通量相减得出，因此吸收了其它碳通量的误差，不确定性非常大。被推荐人结合多个海洋、陆地模式结果和多套最新的碳通量观测数据，在全球尺度上利用贝叶斯反演的方法，对各碳通量进行了反演。相较于以往估计，本研究所得到的陆地、海洋碳汇和土地利用变化碳排放的不确定性降低了 40% 以上。该研究首次在全球尺度上将可利用的观测数据与模型数据结合，突破了以往在全球碳平衡中陆地碳汇估计的局限，阐明了各碳通量的变化趋势以及与气候变化之间的关系。研究结果于 2016 年发表在 PNAS。该研究被全球碳收支论文重点引用，并且在 2017 年召开的四年一度的第十届国际二氧化碳大会上，由全球碳项目执行主席 J.G. Canadell 在第一个主旨演讲中做了重点介绍，受到了领域内专家们的广泛关注和认可。该研究也被 Nature 和 NCC 等高水平杂志文章多次引用。

在此研究的基础上，被推荐人进一步将陆地净碳汇分解成为总初级生产力，生态系统呼吸和火的排放，新加入了多套相应观测数据，对近 35 年来陆地总初级生产力和生态系统呼吸的变化趋势及其影响机制进行了研究。研究发现，在 Pinatubo 火山爆发和变暖停滞的两个时期，陆地净碳汇的增长主要是由于生态系统呼吸的停滞，而陆地总初级生产力的增长贡献较小。该研究克服了以往缺少全球陆地生态呼吸观测带来的局限，探讨了生产力和呼吸与陆地碳汇以及气候条件之间的作用机制。研究结果于 2018 年发表在 GRL。

综上所述，被推荐人在地球系统模型中的陆面模式开发、改进、评估和应用方面取得了较为突出的成绩，因此，我推荐他参加“清华大学—浪潮集团计算地球科学青年人才奖”的评选。

2019 年度“清华大学—浪潮集团计算地球科学青年人才奖”推荐书

被推荐人姓名: 袁星 专业技术职务: 教授 专业: 气象学

出生年月: 1983 年 5 月

工作单位: 南京信息工程大学

电子邮箱: [REDACTED] 电话: [REDACTED]

我郑重推荐 袁星 作为“清华大学—浪潮集团计算地球科学青年人才奖”的候选人。

推荐人签名:

2019 年 11 月 9 日

推荐人姓名: 王会军 专业技术职务: 教授 专业: 气象学

工作单位: 南京信息工程大学

电子邮箱: [REDACTED] 电话: [REDACTED]

推荐身份:

- | | | |
|---|----------------------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> 中国科学院院士 | <input type="checkbox"/> 中国工程院院士 | <input type="checkbox"/> 国家和部委重点实验室主任 |
| <input type="checkbox"/> 重点高等院校校长 | <input type="checkbox"/> 长江学者 | <input type="checkbox"/> 重点科研院所院（所）长 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 杰出青年基金获得者 | <input type="checkbox"/> 千人计划学者 | <input checked="" type="checkbox"/> 国家重大科技项目首席科学家 |

请简要说明被推荐人的原创性科学或技术成果的内容、重大科学意义、对促进科学技术发展所起的作用及产生的影响（限 2000 字以内，纸面不够可加页），相关证明材料和论文原文请以附件方式提供。

被推荐人袁星教授近年来在高分辨率陆面水文模型发展及其在季节到年代际水文预测、骤发干旱变化归因等方面的应用取得进展。近 5 年发表第一/通讯作者 SCI 论文 28 篇（包括 2 篇 *Nature Communications*、大气科学领域一流期刊 *BAMS* 文章 5 篇、地学一区文章 20 篇）。研究成果被 *JGR-A* 选为杂志封面，并被业内著名科学家大篇幅引用和应用，受到高度评价。2015 年入选“国家海外引才计划”青年项目，曾获谢义炳青年气象科技奖。现担任地学 1 区 SCI 杂志 *Hydrology and Earth System Sciences* 的 Editor。主要成果如下：

(1) 陆面水文模型是认识、模拟和预测陆地水循环演变和极端水文事件的关键工具。随着局地精细化地面信息需求的增长以及计算能力的提高，发展高分辨率陆面水文模型以更合理地刻画空间异质性以及相应的物理过程成为目前国际主流趋势。被推荐人发展了考虑地形坡度对土壤水和地下水运动影响、地下水位动态变化及基岩约束的土壤水-地下水模型，将其与显式求解地表水水平流动方程与准三维土壤水传输方程的模型耦合，并通过加入准三维地下水模块、可变入渗容量产流方案，考虑土壤有机质对水力性质的影响，引入适用于高原区域的土壤热力参数化方案，优化内存分配以及并行计算等，**建立了合理刻画地表地下水平流动过程、适合复杂地形高分辨率模拟的准三维陆面水文模型**，克服了传统一维的陆面模型在高分辨率模拟中无法合理刻画次网格变率等缺陷，改进了江河源区陆地水循环变化和变率的模拟，显著优于常用的全球再分析产品如 ERA-Interim, GLDAS 等，并用揭示了地表地下水平流动对百米量级超高分辨率陆面水文模拟的显著影响。这些研究表明**高分辨率模拟对于合理刻画陆面高度空间异质性至关重要**，并为认识气候变化对水循环影响机制、预报预测预估极端水旱事件等提供了更先进的模型工具。相关工作被 *JGR-A* 选为封面发表，被美国工程院院士和 GEWEX 水文气候委员会主席等广泛引用。

(2) 被推荐人将高分辨率陆面水文模型与季节到年代际气候预测模式通过降尺度方法连接，建立了全球极端水文事件多模式集合预测系统框架。发展了能初步考虑人类用水活动影响的径流预测方法，发现人类活动对处于“人类世”（Anthropocene）水文干旱季节预测的重要性不亚于气候变率。发现全球超过 1/3 陆地的水储量在预见期为 2-5 年时仍具有显著的预报技巧，利用“弹性框架”方法估计了减少初始条件或边界强迫不确定性对于提高全球各大流域年代际水文预报技巧的影响，并通过坐标变换将年代际气候预测技巧有机融合到“弹性框架”中，**提出了一个新的“基准技巧”用于研究年代际水文可预报性**，显著优于传统的初值集合预报技巧，该基准技巧将为评估年代际

水文预报提供新标准并为未来预报方法发展提供新起点。这些研究**从全球变化的角度丰富了季节到年代际水文可预报性理论，且为水资源规划和水旱风险管理提供了科学方法**。相关工作发表于 *Nature Communications* (Zhu and Yuan* et al., 2019)、*BAMS* 等一流期刊，被国际顶级水文气象学家、美国工程院院士、AGU 会士以及 WCRP 次季节到年代际预测工作组等引用和应用。

(3) 针对一类快速发展的干旱—骤旱，被推荐人提出了一个基于土壤水分下降速率和干旱持续时间的骤旱识别方法，完整地描述了骤旱事件的爆发和消亡过程。通过陆面水文集合模拟，发现中国区域历史骤旱事件频率显著增加，其中 77% 归因于人类温室气体排放引起的气候变化。在中等排放情景下，中国区域骤旱暴露度风险将在本世纪中叶增加 23%，在部分南方湿润省份骤旱风险将增加 40%。这说明人类活动引起的气候变化使得传统的干旱区域发生变化，在湿润和半湿润区如何应对骤旱风险值得关注。该工作发表于今年 10 月份的 *Nature Communications* (Yuan* et al., 2019)。此外，被推荐人发现人为气候变化增加了 2016 长江中下游夏季极端降水发生的风险大约 1/3，而该风险在厄尔尼诺次年夏季将增加 2/3；发现人为增暖、北极海冰减少以及陆-气耦合过程维持了贝加尔湖高压异常，通过准定常的罗斯贝波列影响到下游的东北地区，造成了该地区 2017 年春-夏季持续性干旱。发展了考虑气候与植被变化等多因子影响的水文气候综合归因方法，发现自然和人为气候变化分别对三江源区丰水径流和枯水径流的变化起主导作用，下垫面变化的作用较小但减缓了源区变湿的速率。这些研究**从水文、气候交叉角度深入认识了自然和人为气候变化、气候系统内部变率以及下垫面变化对极端水旱事件的协同影响**。相关工作发表于 *BAMS* 等大气科学领域一流期刊，被 *Natureasia* 列为亮点研究，被 *Nature Climate Change* 等引用。

2019 年度“清华大学—浪潮集团计算地球科学青年人才奖”推荐书

被推荐人姓名： 张祎 专业技术职务： 副研究员 专业： 大气科学

出生年月： 1988 年 12 月

工作单位： 中国气象科学研究院

电子邮箱： [REDACTED] 电话： [REDACTED]

我郑重推荐 张祎 作为“清华大学—浪潮集团计算地球科学青年人才奖”的候选人。

推荐人签名：

宇如聪
2019 年 11 月 2 日

推荐人姓名： 宇如聪 专业技术职务： 研究员 专业： 大气科学

工作单位： 中国气象局

电子邮箱： [REDACTED] 电话： [REDACTED]

推荐身份：

- | | | |
|---|----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> 中国科学院院士 | <input type="checkbox"/> 中国工程院院士 | <input type="checkbox"/> 国家和部委重点实验室主任 |
| <input type="checkbox"/> 重点高等院校校长 | <input type="checkbox"/> 长江学者 | <input type="checkbox"/> 重点科研院所院（所）长 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 杰出青年基金获得者 | <input type="checkbox"/> 千人计划学者 | <input checked="" type="checkbox"/> 国家重大科技项目首席科学家 |

请简要说明被推荐人的原创性科学或技术成果的内容、重大科学意义、对促进科学技术发展所起的作用及产生的影响（限 2000 字以内，纸面不够可加页），相关证明材料和论文原文请以附件方式提供。

大气模式具有高度的复杂性，涵盖广泛的运动尺度，且和其它所有地球系统分量模型均存在通量交换。张祎博士围绕全球大气模式发展和模式误差开展了系统性的研究工作，取得多项创新成果，特别是在全球大气模式动力框架的设计和研发上取得重要贡献。迄今发表学术论文 20 余篇，第一作者/通信作者论文 15 篇。被推荐人曾获中国科学院博士生国家奖学金（2013、2014）、中国科学院院长奖（2014）、中科院大气物理所优秀博士学位论文（2015），并获首届中国大地测量和地球物理学会优秀研究生论文奖（2014），近年入选中国气象局青年英才计划和中国气象科学院高层次人才计划。主持国家自然科学基金青年项目（2016-2018）和面上项目（2019-2022），参与 2 项国家重点研发项目课题（2016-2021、2018-2021）。目前担任中国气象科学研究院多尺度数值模式研发团队动力框架方向首席，兼任国家超算无锡中心特聘研究员。张祎博士的主要成果如下。

1. 自主设计研发面向高分辨率天气-气候模拟的全球大气模式框架及计算策略

动力框架是动力学模式的核心支撑和发展基础，它的发展是一项需长期坚持、艰巨而富有挑战性的工作。被推荐人近年来从数值模式的基础技术入手，建立了面向全球高分辨率模拟的大气模式动力框架，主要特点包括：水平方向基于非结构网格，可满足全球准均匀及变分辨率模拟；垂向采用干质量坐标，可进行灵活有效的静力-非静力切换；基于层平均形式的垂直离散及高精度迎风位涡传输策略，有效地减缓了矢量不变型动量方程中容易出现的虚假模态，并表现出对多尺度涡旋结构的合理刻画。经多项严格的动力框架标准测试，显示该框架能够合理准确刻画百米至百公里级的多尺度大气动力学特征；在天气、气候型测试中均展现可靠性能。动力框架发展相关的学术论文^{1,2}连续发表在国际地学模式领域重要期刊 J. Adv. Model. Earth Syst.，论文的所有作者均来自国内单位。同行审稿人评价为“这是一项高度有价值的贡献”、“提供了一种新颖的数值格式”等。这些工作涵盖多项模式科学设计上的创新，包括大气模式动力内核求解过程¹、非线性位涡传输计算策略²、标量传输算法^{2,3}等。研究还通过敏感性分析，考察不同类型计算策略对模拟结果的影响。这一框架的后续发展仍在持续活跃地进行。

被推荐人与国家超级计算无锡中心的工程师开展高性能计算领域的深度合作，设计并建立了基于非结构网格的模式计算基础设施环境。该基础环境将动力学模式发展中的关键共性技术（如基础数值算子、并行通信和读写等）进行相对独立的提炼和发展，从而为不同类型的动力模式提供求解算法和数据管理层面的共性支撑。目前，基于该计算基础环境，已经建立了全球三维非静力大气动力内核¹、全球三维示踪物传输模型和全球二维正压浅水模型^{2,4}。系统可灵活支持从双核至万核以上规模的动力模式计算和读写（仅 MPI 并行），且具备满足实际模拟需求的运算速度和并行效率。依托该计

算基础设施和相关开发策略及经验，在未来还可支撑更多地学领域的模式发展。这一工作对计算地球科学领域的跨学科合作也是很好的示例。

2. 深入认识全球模式东亚地区云-降水气候模拟的系统性误差

云辐射效应的不确定性是影响全球气候模式模拟性能的关键瓶颈问题。被推荐人指出东亚地区的大范围冷季层状云是造成模式在该地区辐射强迫误差的来源；阐述层状云产生所依赖的大尺度环境条件⁷；揭示了层云的宏观和微观物理特征的垂直结构⁸。基于这些观测分析建立起评估模式的客观指标。该类指标已被应用于多个数值模式的评估工作⁹⁻¹¹，揭示出东亚地区层状云及其模式间模拟误差主要源于模式对背景动力-热力环境的模拟误差，并探究了不同云物理特征模拟背后所反映的模式内部动力机制差异^{12,13}。相关工作在 *J. Climate* (x 4)、*Adv. Atmos. Sci.* (x 1) 杂志连续发表多篇论文，得到国内外学者广泛关注。Wang 等 2015 年发表在 *JGR-Atmospheres* 上的论文引用该系列研究工作，以佐证由于我国东部层状云的低估而造成的模式中表面入射短波的高估。2019 年发表于 *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 的他引论文引用该系列工作之一以说明层状云所导致的气候模拟误差。

被推荐人在国内较早采用多尺度“超级参数化”大气环流模式（简称 MMF）进行云-降水气候模拟研究工作。全面阐述了多尺度动力-热力效应的合理刻画在改善东亚降水气候模拟方面的重要性，深化了对全球模式在东亚地区降水气候误差的认识^{14,15}。研究指出，在较粗分辨率下，MMF 已能更好地模拟对流发展的渐进过程，有效延迟了陆地午后降水峰值并提升了降水强度。水平分辨率提升后，MMF 还有效地模拟出我国东部的夜间-清晨降水峰值，显示出由层状云降水所主导的峰值结构，且较传统参数化模式表现出更显著的分辨率敏感性。相关研究得到国际学界广泛认可，论文¹⁴被国际多尺度大气模拟中心(CMMAP)列为 2016 年 MMF 领域的研究进展 (<http://saddleback.atmos.colostate.edu/cmmmap/research/pubs-mmfm.html>)；加州大学-洛杉矶分校 D. Neelin 教授及其合作者 2017 年在 *J. Adv. Model. Earth Syst.* 上的论文引用该文以佐证气候模式和观测中的对流活动存在的差异性；论文¹⁵发表的专刊由欧洲中期预报中心物理过程团队首席科学家 P. Bechtold 担任审稿编辑。

综上所述，张玮博士在数值模式发展和模式系统性误差研究两方面取得了重要贡献，其工作促进了我国天气-气候领域数值模式的基础研发，并深化了对全球模式在东亚地区的系统性偏差的科学认知。因此，我推荐张玮博士参评 2019 年“清华大学一浪潮集团计算地球科学青年人才奖”。

2019 年度“清华大学—浪潮集团计算地球科学青年人才奖”推荐书

被推荐人姓名： 赵海坤 专业技术职务： 教授 专业： 大气科学

出生年月： 1983.08

工作单位： 南京信息工程大学大气科学学院

电子邮箱： 电话：

我郑重推荐 赵海坤 作为“清华大学—浪潮集团计算地球科学青年人才奖”的候选人。

推荐人签名：


2019年11月4日

推荐人姓名： 陈海山 专业技术职务： 教授 专业： 大气科学

工作单位： 南京信息工程大学大气科学学院

电子邮箱： 电话：

推荐身份：

- | | | |
|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> 中国科学院院士 | <input type="checkbox"/> 中国工程院院士 | <input type="checkbox"/> 国家和部委重点实验室主任 |
| <input type="checkbox"/> 重点高等院校校长 | <input checked="" type="checkbox"/> 长江学者 | <input type="checkbox"/> 重点科研院所院（所）长 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 杰出青年基金获得者 | <input type="checkbox"/> 千人计划学者 | <input type="checkbox"/> 国家重大科技项目首席科学家 |

请简要说明被推荐人的原创性科学或技术成果的内容、重大科学意义、对促进科学技术发展所起的作用及产生的影响（限 2000 字以内，纸面不够可加页），相关证明材料和论文原文请以附件方式提供。

赵海坤成果总结

全球变暖背景下台风活动的变化及其预测是当前国际台风气候动力学领域的研究前沿和热点，它涉及到天气至气候系统间复杂的多尺度相互作用。赵海坤教授一直致力于台风气候动力学方面的探索与研究，取得了丰硕成果。目前发表论文40篇，在《Journal of Climate》、《Climate Dynamics》、《Geophys. Res. Lett.》、《Journal of Advances in Modeling Earth Systems》等国际主流刊物上发表SCI论文32篇，第一/通讯作者SCI论文28篇(SCI一区论文13篇)，并研发了一套西北太平洋台风活动动力季节预报系统。

近5年主持了国家自然科学基金面上项目、国际合作交流项目和青年项目各1项、江苏省自然科学基金面上项目1项。2017年，关于热带季节内振荡对台风生成调制作用的研究工作被遴选为国家自然科学基金结题项目大气科学领域优秀成果并作专门介绍(全国6项)。2019年，成功获得国家自然科学基金优秀青年科学基金项目(项目名称：“台风气候动力学”)资助。

关于台风强度年代际变化的研究由于下载和引用的优异表现获评《大气科学进展》优秀论文奖；由于在台风气候变化与变率机理、台风强度资料动力评估与台风动力季节预报系统方面做出了出色的工作，获谢义炳青年气象科技奖(2018年)；此外，还获得江苏省六大人才高峰高层次人才、江苏省青蓝工程优秀骨干教师、江苏省优秀博士学位论文等荣誉。

主要学术成绩概述：

成绩一：深化了台风气候多尺度变化的本质认识，提高了气候模式对未来台风活动变化预估的可靠性、提出了理解气候模式预估结果不一致性的有效途径，为提高台风气候预测水平提供了重要的科学理论依据。

1、率先观测证实了大尺度环境气流可显著影响 β -漂移的大小和方向，指出了 β -漂移对纬度的依赖性，建立了台风运动与大尺度环境的物理参数方程，提高了气候模式对未来台风路径变化预估的可靠性。美国工程院Ruby Leung院士Geophys. Res. Lett.的文章采用了本研究计算 β -漂移的方法，替代了美国科学院Kerry Emanuel院士视 β -漂移为常量的做法，减少了台风路径气候模拟误差。(共发表5篇SCI论文，第一作者论文4篇)

2、创造性地基于二维轴对称飓风模式耦合一维海洋模式，提出了评估不同机构台风强度资料不确定性的动力新方法，澄清了台风强度气候变化的认识，为基于气候模式评估与预估台风强度变化提供了一种有效途径，可从台风活动与大气海洋环境变化动力一致性的角度评估气候模式性能及

其预估结果。该成果被美国气象学会会士和澳大利亚大气海洋学会会士 Gerg Holland教授、澳大利亚大气海洋学会主席 Kelvin Walsh教授评价为“从大气-海洋环境和台风强度变化动力一致性的角度评估了不同机构台风强度资料的差异性，有助于澄清台风气候变化差异和促进台风气候学研究进展”。（共发表5篇SCI论文，第一作者论文4篇）

3、全面评估了全球最新的27个高时间分辨率气候模式对台风生成的主要先兆扰动及其季节内振荡的模拟性能，揭示了低层季风环流及其正压能量聚集是天气尺度扰动发展的关键物理过程，有助于改进气候模式中台风生成过程中多尺度相互作用的刻画。该成果被遴选为2016年国家自然科学基金结题项目大气科学领域优秀成果并作专门介绍(全国6项)。本研究成果也被WILEY出版的AGU 专著《Climate Extremes: Patterns and Mechanisms》收录(主编：S.-Y. Simon Wang, Jin-Ho Yoon, Christopher C. Funk, and Robert R. Gillies)。（共发表第一/通讯SCI论文9篇）

4、系统揭示了年(代)际时间尺度不同海温分布调制台风生成和快速加强的重要作用，提出了大尺度大气-海洋强迫驱动台风生成和快速加强的可能物理机制，指出了台风生成与快速加强的物理联系和区别，有助于提高台风气候预测水平。中国科学院陈大可院士《国家科学评论》的文章、美国科学院 Kerry Emanuel 院士“近100 年热带气旋研究进展(100 Years of Progress in Tropical Cyclone Research)”的百年综述论文正面引用了本研究内容，用于阐述台风活动气候变化的大气-海洋强迫驱动机制的重要性。（共发表第一作者/通讯SCI论文8篇）

成绩二：研发了台风季节活动动力模式预测系统，填补了我国台风动力预报技术的空白。

赵海坤教授结合了本人和国内外学者的研究成果，研发了一套台风季节活动的动力模式预测系统。该台风季节动力模式预测系统由台风生成、路径和强度三个模块组成的一个有机整体。该模式系统的所有初始场均来自于气候模式预测产品。生成模块综合考虑了大尺度动力和热力因子的影响，可有效同时实现台风生成频数和空间分布的预测，为路径模块提供了具有物理关联的台风生成信息；路径模块着重考虑了大尺度环境引导气流与 β -漂移的影响，引入了构建的台风运动与大尺度环境的物理参数方程，以及增加了随机天气尺度扰动对路径的重要影响，为强度模块提供了所需的路径信息；强度模块综合考虑了台风与海洋的相互作用及大尺度热力和

动力环境条件的影响。该系统具有物理意义明确和预报产品直接适用业务预报等优点,自2011年起已连续9年在国家气候中心并陆续在部分省市气象局得到了应用,发布了生成频数、盛行路径变化、登陆概率和强度等预报产品,受到业务部门的积极评价。2015年被中国气象局验收专家组评价为“填补了我国台风季节活动动力预报技术的空白,对影响我国台风活动的季节预测具有重要意义。”。(成果应用证明3份)