

2019 年度江苏省科学技术奖公示材料

申报类型	基础类
项目名称	浓雾的生消与理化特征及预报技术
主要完成人	陆春松，濮梅娟，樊曙先，刘端阳，吕晶晶，周悦，李昕，牛生杰，赵丽娟，严文莲，岳岩裕
主要完成单位	南京信息工程大学，江苏省气象台，武汉区域气候中心，江苏省气象科学研究所，南京工业大学，福建省厦门环境监测中心站
推荐单位	江苏省教育厅
项目简介	<p>雾是一种灾害性天气，国务院《政务情况交流》第 72 期明确指出，为提高对雾害的科学认识，增强防御雾害的能力，需对雾害成因、影响、监测预警等进行深入研究。由于对雾生消机制和物理化学特征定量认识的不足，雾预警预报仍是一个世界性难题。因此，本项目依托多个国家级项目，在多地开展雾综合观测预报研究，主要创新点如下：</p> <p>(1) 揭示了不同类型雾过程的生消机制及其主要影响因子。以往研究中鲜有关于平流雾边界层观测分析，往往采用数值模式，且主要分析单一平流过程的影响，该研究揭示了冷暖双平流形成深厚平流雾的物理机制，丰富了对平流雾的理论认识。国内外雾研究中忽视了低空急流对雾生消机制的影响，该研究揭示了低空急流对雾形成、维持和消散中的双重作用，加深了对雾中动力过程的理解。</p> <p>(2) 探明了雾的微物理特征、爆发性发展机理以及湍流、降水对微物理的影响。揭示了不同雾过程中谱分布和微观物理特征差异，探明了雾中主、次要的微物理过程，系统全面地揭示了雾微物理过程爆发性发展的分类、机理及影响因子，增强了对雾浓度瞬间增大的理论认识。目前对雾微物理变化过程中湍流影响的认识非常不充分，该研究基于观测资料，发现湍流对微物理发展具有正反两方面的影响。揭示了不同类型降水对过冷雾宏微观特征变化的影响机理，为更加合理地模拟山区云雾过程提供了科学依据。</p> <p>(3) 构建了雾水离子浓度的估算模型，揭示了不同粒径中雾水化学的差异，发现雾过程对气溶胶多环芳烃的浓度具有放大作用。针对雾水化学样本量少的问题，定义了一个新的物理量，构建了雾水化学离子浓度的估算方法，为雾灾评估模型提供了大样本的离子浓度。大量雾水研究没有区分不同粒径的雾滴，通过对雾滴分粒径收集，揭示了雾水化</p>

	<p>学成分对雾滴粒径尺度的依赖性。揭示了多环芳烃在不同粒径气溶胶中的分布，发现雾过程对气溶胶中多环芳烃浓度具有放大作用。</p> <p>(4) 提出并建立了多种雾潜势预报技术。建立了实时业务化运行的雾短期预报预警业务平台，及时提供雾的预报产品，提高了江苏等地雾的预报水平。</p> <p>完成专著 1 部和论文 65 篇 (SCI 论文 24 篇)，总引用 885 次。8 篇代表作总引用 320 次，他引 221 次，其中 SCI 他引 151 次，单篇最高 SCI 他引 56 次。相关成果获得美国地球物理学会霍尔顿青年科学家奖 (2015 年度唯一获奖人、首位华人获得者)、美国布鲁克海文国家实验室突出贡献奖、中国气象学会涂长望青年气象科技奖、北京大学谢义炳青年气象科技奖、江苏省优秀博士论文奖、《Atmospheric Research》高引用率论文奖等。主要完成人获批国家自然科学基金优秀青年项目、国家气象局青年英才、江苏省杰出青年基金等。</p> <p>徐祥德院士等专家认为该项目“揭示了雾爆发性增强的宏观物理机制和微物理特征，有效观测到降雨形成的蒸发雾过程，建立了试验区四类雾过程概念模型，丰富了对不同物理机制形成的雾过程微物理特征的认识。”伍荣生院士等专家评议该项目“取得了国际先进的创新性成果。”</p>
<p style="text-align: center;">社 会 效 益</p>	<p>(1) 气象是科技型、基础性社会公益事业。项目研发成果应用到各级气象部门雾的监测、预警预报业务，为政府和公众提供及时的预警预报信息，提升了社会整体气象防灾减灾和决策应对能力，体现出巨大的社会效益。</p> <p>(2) 该项目大力地推进了人才培养和学科发展，已毕业博士研究生 11 名，硕士研究生 35 名，其中 3 名获得江苏省优秀博士硕士论文，1 名获得国家奖学金。多名毕业生已经成长为高校、气象和环境部门的团队带头人。</p>

8 篇代表性论文、专著

序号	论文、专著 名称/刊名/作者	影响因子	年卷页码 年(卷):页码	发表年月	通讯作者/第一作者 (中文名)	SCI 他引 次数	他引 总次数	是否国内完成
1	Fog research in China: An overview/ Advances in Atmospheric Sciences/ Shengjie Niu, Chunsong Lu, Huaying Yu, et al.	1.869	2010(27):639-662	2010.4	牛生杰/牛生杰	36	68	是
2	Chemical composition of fog water in Nanjing area of China and its related fog microphysics/ Atmospheric Research/ Chunsong Lu, Shengjie Niu, Lili Tang, et al.	3.817	2010(97):47-69	2010.3	陆春松/陆春松	15	23	是
3	Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) associated with fine particulate matters in Nanjing, China: distributions, sources and meteorological influences/ Atmospheric Environment/ Jiabao He, Shuxian Fan, Qingzi Meng, et al.	3.708	2014(89):207-215	2014.2	樊曙光/何家宝	56	69	是
4	Particle size distribution and characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons during a heavy haze episode in Nanjing, China/ Particuology/ Qingzi Meng, Shuxian Fan, Jiabao He, et al.	2.785	2015(18):127-134	2015.4	樊曙光/孟庆紫	14	23	是
5	On the evolution and structure of a radiation fog event in Nanjing/ Advances in Atmospheric Sciences/ Duanyang Liu, Jun Yang, Shengjie Niu, et al.	1.869	2011(28):223-237	2011.8	牛生杰/刘端阳	17	20	是
6	Features of a rare advection-radiation fog event/ Science China Earth Sciences/ Meijuan Pu, Guozheng Zhang, Wenlian Yan, et al.	2.058	2008(51):1044-1052	2008.6	濮梅娟/濮梅娟	5	7	是
7	Chemical composition of sea fog water along the South China Sea/ Pure and Applied Geophysics/ Yanyu Yue, Shengjie Niu, Lijuan Zhao, et al.	1.652	2012(169):2231-2249	2012.5	牛生杰/岳岩裕	6	8	是
8	The influence of freezing drizzle on wire icing during freezing fog events/ Advances in Atmospheric Sciences/ Yue Zhou, Shengjie Niu, Jingjing Lü	1.869	2013(30):1053-1069	2013.6	牛生杰/周悦	2	3	是

主要完成人情况

排名	姓名	职称	工作单位	对本项目主要学术贡献
1	陆春松	教授	南京信息工程大学	对比总结了不同雾的生消机理和微物理特征，揭示了雾水中占主导的阴阳离子以及污染物的来源。利用新定义的物理量（雾滴的清除能力），建立了估算雾水化学离子浓度的方法。该研究成果为定量计算雾过程对大气污染物的清除作用提供了基础数据。
2	濮梅娟	正研级高工	江苏省气象台	基于雾的综合观测，指出雾滴谱拓宽具有爆发性发展特征，即在很短时间（约30分钟）内，数密度明显增大，雾滴谱明显拓宽，含水量明显增大，浓雾突变为强浓雾。系统全面地揭示了雾微物理过程爆发性发展的分类、机理及其影响因素，增强了对雾浓度瞬间增大的理论认识，为提高雾的预报水平提供参考。指导建立大雾潜势预报方法，并加以应用。
3	樊曙先	教授	南京信息工程大学	通过观测发现大气气溶胶中多环芳烃主要分布在比表面积大的细粒子上；多环芳烃粒径分布为双峰型，分别位于积聚模态和粗模态粒子。多环芳烃的主要来源是机动车、燃煤、焦化源等。该成果对于深入理解气溶胶多环芳烃的来源以及不同天气条件下多环芳烃浓度的差异具有重要的参考价值，也为防灾减灾决策提供参考。
4	刘端阳	高级工程师	江苏省气象台	利用多个雾的观测个例，发现低空急流常位于下层逆温顶附近，对雾过程具有双重作用。一方面，急流为雾区输送了大量水汽。在急流区的下半部分，湍流动量交换系数增大，促进水汽向下输送；而在急流区的上半部分，垂直气流以向上为主，将水汽带入雾区上层，促进深厚雾层维持。另一方面，由于急流位于逆温顶附近，温度高，会导致急流区相对湿度低于100%，雾分为上下两层，甚至会导致上层雾的消散。该成果对雾的预警预报具有重要的指示作用。同时，结合业务工作，开展雾预警方法的释用、

				推广与服务工作。
5	吕晶晶	高级实验师	南京信息工程大学	定义了新的物理量（阈值直径），并利用该物理量揭示了冻毛毛雨对雾滴尺度的影响，发现当雾滴直径小于阈值直径时，毛毛雨对雾滴影响很小，而当雾滴增大时，毛毛雨的作用增大。阈值直径与雨强成正相关关系，相关系数达到 0.78。毛毛雨弱时，雾滴微物理量之间的关系主要为正相关，而毛毛雨强时，相关性变弱，甚至不相关、负相关。
6	周悦	高级工程师	武汉区域气候中心	揭示了过冷雾过程不同阶段的宏微观特征，指出山区过冷雾多由冷锋过境形成，其宏微观特征与平流雾类似，在迅速增强阶段常伴有冻毛毛雨出现，且与雨雾过程的降水不同，主要由空中过冷云滴碰并形成。冻毛毛雨的出现会抑制过冷雾的发展，尤其对大雾滴的湿清除作用明显，致使过冷雾小滴和大滴的数浓度呈现显著的负相关关系。
7	李昕	高级工程师	江苏省气象科学研究所	选择雾的相关指标，按三个雾等级分别进行逐月的权重计算，将各种指标进行标准化处理后，采用模糊数学、灰色理论及经济学方面的有关方法和概念，在预报因子的选取上更符合大雾发生机理，在预报方法和流程上更能满足针对大雾的短期预报要求。
8	牛生杰	教授	南京工业大学	在南京、恩施、湛江等地全面组织实施雾的观测，在雾的生消机制、微物理特征和雾水化学特征等方面进行了详细的分析，揭示了雾宏微观物理过程之间的相互作用，以及雾的理化过程之间的相互影响。所得结果增强了对雾过程的理论认识，促进雾预警预报水平的提高。
9	赵丽娟	高级工程师	福建省厦门环境监测中心站	利用观测资料，发现雾水在不同阶段离子浓度差异大。由于雾刚形成时大气中污染物浓度高，在该阶段离子浓度大。氯离子、镁离子、钠离子和钾离子之间的相关性大于 0.8，说明这些离子具有同源性。除了局地的海洋气溶胶的影响外，后向轨迹表明硝酸根和硫酸根可能来自周边城市污染物的长距离输送。
10	严文莲	高级工程师	江苏省气象台	基于观测资料的分析，揭示了长短波辐射、凝结潜热、冷暖平流、下沉运动、

				逆温等因子对雾生消过程的作用。总结提炼出雾顶发生变化过程中水汽输送的作用。同时，结合业务工作，开展雾预警方法的释用、推广，并在省气象台开展了大雾的预报预警服务工作。
11	岳岩裕	高级工程师	武汉中心气象台	利用海雾观测资料，揭示了6个海雾个例的pH值和电导率，并指出电导率和氯离子、镁离子、钠离子呈正相关关系。揭示了占主导的阴阳离子分别为氯离子和钠离子，第二重要离子分别为硝酸根和镁离子。发现不同的雾个例中，离子浓度变化很大。