**奖励类别：**自然科学奖

**项目名称：** 典型城市群城镇化过程对区域气候及空气质量影响的驱动机制

**主要完成人：**王雪梅、张宁、杭建、樊琦、王体健、吴志勇、林文实、司徒淑娉

**主要完成单位：**中山大学、南京大学

**推荐单位：**中山大学

**项目简介：**

城镇化是现代经济增长的推动力，也是改善民生的重要途径。我国正处于城镇化加速发展的关键阶段。项目瞄准如何发展精细城市结构的方法体系、建立城市多层冠层模型并实现其与中尺度模式耦合的科研瓶颈开展研究，突破该领域的关键技术实现区域空气质量模式多过程的动态集成耦合，解决城镇化对区域气候及大气环境影响的科学问题。过去15年来，本项目在多项课题的资助下围绕以下四个方面开展了相关研究。

在精细化城市结构方法体系的建立方面：建构了高时空分辨率的城市下垫面和城市结构数据库、制作了高时空分辨率的城市人为热排放清单、开展了城市建筑形态对污染扩散及通风条件影响的数值模拟。

在城市多层冠层模型方面：揭示了冠层内热动力参数精确描述的重要性、探讨了影响氮组分干沉降速率的主要阻抗、改进了大气氮沉降机制及影响因素的参数化、建立了基于精细城市结构的新一代城市冠层模型。

在模拟预测技术的开发及应用方面：将多层冠层模型纳入MEGAN模型、改进和发展了新一代气体干沉降模式Noah-GEM、实现了陆气交换多过程的动态集成、在典型城市群空气污染模拟和预报方面开展了较好的应用。

在城镇化影响的关键因素及影响量化研究方面：揭示了城镇化进程对区域气候及大气二次污染形成的影响、识别了典型城市群空气质量变化的关键源以及区域输送特征、对未来典型城市群空气质量的变化开展了预测研究。

本项目已在国内外学术杂志上发表论文95篇，其中SCI论文65篇，中文核心期刊论文30篇。研究成果得到了国内外同行的引用和好评，所发表论文SCI他引1099次、总引用1436次。国际城市气候委员会前主席、世界气象组织（WMO）城市气候领域的首席专家Sue Grimmond在20年城市气候领域研究进展的综述中，认为项目揭示的城镇化通过城市热岛加速光化学过程并影响大气的扩散特征，是城镇化对大气环境影响领域的代表性研究之一；美国亚利桑那州立大学Georgescu在发表于Nature Climate Change的论文研究中采纳申请人作为共同负责人（Co-PI）研发的WRF城市冠层模型，认为该模型“性能得到确认并且经过详尽检验”；国际能源研究所香港分部前主席Dennis Y C Leung评述项目关于“定量研究珠三角城市结构和土地利用对臭氧贡献的工作对城市大气环境研究具有启发性”。

项目负责人受邀参加了多次国际学术会议并做特邀报告,并在广州组织召开了中美自然科学基金委联合主办的“亚洲空气质量与气候对健康的影响国际学术研讨会”。项目负责人担任国际大气化学与全球污染科学委员会委员、IGBP核心科学计划“陆地生态系统与大气过程综合研究”（iLEAPs）的科学指导委员会（SSC）委员、美国气象学会城市气象委员会理事等，并获得了国家自然科学基金杰出青年基金项目。

本项目研究成果成功应用于2010年广州亚运会、2011年世界大运会的空气质量保障，并在粤港空气质量控制联防联控中发挥重要作用。

**主要完成人情况表：**

**1.姓名**：王雪梅

**排名:**1

**技术职称**:教授

**工作单位**:中山大学

**对本项目技术创造性贡献**:

主要贡献（1）建立基于精细城市结构的城市冠层模型并开展相应的数值模拟预测研究；（2）实现了空气质量模式中森林冠层和城市冠层陆气交换多过程的动态集成，构建了珠三角区域多尺度热动力双向耦合的精细空气质量模式系统；（3）利用数值模式对珠三角及长三角城镇化过程对区域气候及空气质量影响进行定量化的数值模拟研究。在本项目中的工作量为90%。是代表作1、2和3的第一作者，代表作1、2、3、4、8、9的通讯作者，代表作5、10的主要参加者。

**曾获科技奖励情况**:

1. 2003年 教育部自然科学二等奖 （获奖项目：湍流闭合边界层数值模式系统建立与应用的研究，排名第七）；
2. 2009年广东省环境保护科学技术奖二等奖（广州市汽车燃料结构变化对大气灰霾的影响研究, 排名第一）；
3. 2012年广东省环境保护科学技术奖一等奖(第26届世界大学生夏季运动会环境空气质量预测预报及保障措施研究，排名第五)。

**2.姓名**：张宁

**排名:**2

**技术职称**:教授

**工作单位**:南京大学

**对本项目技术创造性贡献**:

主要贡献（1）结合观测和模拟的手段，探讨了长三角区域城镇化过程对区域气候及空气质量影响的关键因素；（2）利用数值模式中的敏感性试验研究定量分析了城镇化进程改变温度、风速、降水的分布。在本项目中的工作量为75%。是代表作4的第一作者。

**曾获科技奖励情况**:

1. 2002年教育部自然科学奖二等奖（第3完成人，证书号2002-074）;
2. 2002年南京市科学技术进步奖二等奖（第7完成人，证书号200226017）；
3. 2005年浙江省科学技术奖三等奖（第7完成人，证书号0503276-2）

**3.姓名**：杭建

**排名:**3

**技术职称**:副教授

**工作单位**:中山大学

**对本项目技术创造性贡献**:

主要贡献（1）通过建立类似城市结构理想模型的方法，就建筑物高宽比对污染物扩散的动力和热力条件影响进行数值模拟研究。（2）协助将真实的城镇化参数输入模式以实现中尺度-城市尺度-小区尺度的多尺度反馈。在本项目中的工作量为70%。是代表作6的第一作者。

**曾获科技奖励情况**:

无

**4.姓名**：樊琦

**排名:**4

**技术职称**:教授

**工作单位**:中山大学

**对本项目技术创造性贡献**:

主要贡献（1）利用“过程分析”的方法对珠三角典型天气系统影响下的区域污染过程进行数值模拟研究，对本地及外来的贡献进行量化分析，以识别珠三角空气质量变化的关键源及区域输送特征。（2）参与部分观测数据分析和土地利用类型及排放源敏感性数值模拟试验研究工作。在本项目中的工作量为65%。是代表作10的第一作者和通讯作者。

**曾获科技奖励情况**:

无

**5.姓名**：王体健

**排名:**5

**技术职称**:教授

**工作单位**:南京大学

**对本项目技术创造性贡献**:

主要贡献（1）在长三角城市群空气污染模拟和预报方面开展了较好的应用。基于WRF-CHEM和RegAEMS模式对长三角区域的2009-2010年的大气污染过程进行数值模拟研究；（2）对造成模式系统的误差项进行分析。在本项目中的工作量为65%。是代表作7的第一作者和通讯作者，代表作1的主要参加者。

**曾获科技奖励情况**:

（1）2015年12月，《华南复杂地形区域光化学污染的演变特征及驱动机制》，教育部高校科技优秀成果奖二等奖（排名第一）

（2）2010年1月，大气硫素和氮素的迁移沉降及其生态环境效应，教育部高校科技优秀成果奖二等奖（排名第一）

**6.姓名**：吴志勇

**排名:**6

**技术职称**:博士研究生

**工作单位**:中山大学

**对本项目技术创造性贡献**:

主要贡献（1）探讨了影响氮组分干沉降速率的主要阻抗，改进了大气氮沉降机制及影响因素的参数化；（2）改进和发展了新一代气体干沉降模式Noah-GEM。在本项目中的工作量为65%。是代表作5的第一作者，代表作3和9的主要参加者。

**曾获科技奖励情况**:

1. 2009年 广东省环境保护科学技术奖二等奖（获奖项目：广州市汽车燃料结构变化对大气灰霾的影响研究,排名第五)；
2. 2012年 广东省环境保护科学技术奖一等奖(获奖项目:第26届世界大学生夏季运动会环境空气质量预测预报及保障措施研究,排名第十二)。

**7.姓名**：林文实

**排名:**7

**技术职称**:教授

**工作单位**:中山大学

**对本项目技术创造性贡献**:

主要贡献（1）结合观测和模拟的手段，探讨了珠三角区域城镇化过程对区域气候及空气质量影响的关键因素；（2）利用数值模式，定量分析了城镇化进程改变温度、风速、降水以及地-气之间的热量和动量交换的分布。在本项目中的工作量为65%。是代表作8的第一作者，代表作2的主要参加者。

**曾获科技奖励情况**:

无

**8.姓名**：司徒淑娉

**排名:**8

**技术职称**:博士研究生

**工作单位**:中山大学

**对本项目技术创造性贡献**:

主要贡献（1）对森林生态系统陆气交换过程开展研究，揭示了森林冠层内热动力参数的精确描述的重要性；（2）将多层冠层模型纳入MEGAN模型。在本项目中的工作量为65%。是代表作9的第一作者，代表作9的主要参加者。

**曾获科技奖励情况**:

无

**代表性论文专著目录：**

1. **Wang, X.M.**, Carmichael, G., Chen, D.L., Tang, Y.H., **Wang, T.J.**, 2005. Impacts of different emission sources on air quality during March 2001 in the Pearl River Delta (PRD) region. Atmospheric Environment, 39(29), 5227–5241.
2. **Wang, X.M.**, Lin, W.S., Yang, L.M., Deng, R.R., Lin, H., 2007. A numerical study of influences of urban land-use change on ozone distribution over the Pearl River Delta region, China. Tellus B, 59B, 633-641.
3. **Wang, X.M.**, Chen, F., Wu, Z.Y., Zhang, M.G., Tewari, M., Guenther, A., Wiedinmyer, C., 2009. Impacts of weather conditions modified by urban expansion on surface ozone: Comparison between the Pearl River Delta and Yangtze River Delta regions. Advances in Atmospheric Sciences, 26(5), 962-972.
4. **Zhang, Ning**; Gao, Zhiqiu; **Wang, Xuemei**; Chen, Yan. Modeling the impact of urbanization on the local and regional climate in Yangtze River Delta, China[J]. Theoretical and applied climatology, 2010, 102(3-4): 331-342.
5. **Wu, Z.Y., Wang, X.M.**, Chen, F., Turnipseed, A.A., Guenther, A., Niyogi, D., Charusombat, U., Xia, B.C., Munger, J.W., Alapaty, K., 2011. Evaluating the calculated dry deposition velocities of reactive nitrogen oxides and ozone from two community models over a temperate deciduous forest. Atmospheric Environment, 45, 2633-2674.
6. **Jian Hang,** Zhiwen Luo, Mats Sandberg, Jian Gong. Natural ventilation assessment in typical open and semi-open urban environments under various wind directions. Building and Environment 2013. 70, 318-333.
7. **Wang T.J,** Jiang F, Deng J.J, Shen Y, Fu Q.Y, Wang Q, Fu Y, Xu J.H, Zhang D.N. Urban air quality and regional haze weather forecast for Yangtze River Delta region[J]. Atmospheric Environment, 2012, 58: 70-83.
8. Lin, W.S., Sui, C.H., Yang, L.M., **Wang, X.M.**, Deng, R.R., Fan, S.J., Wu, C.S., Wang, A.Y., Fong, S.K., Lin, H., 2007. A numerical study of the influence of urban expansion on monthly climate in dry autumn over Pearl River Dealta, China. Theoretical and Applied Climatology, 89(1-2), 63-72.
9. **Situ, S.P.,** Guenther, A., **Wang, X.M.**, Jiang, X., Turnipseed, A., Wu, Z.Y., Bai, J.H., Wang, X., 2013. Impacts of seasonal and regional variability in biogenic VOC emissions on surface ozone in the Pearl River Delta region, China. Atmospheric Chemistry and Physics, 13, 11803–11817.
10. **Fan, Q.,** Yu, W., Fan, S.J., **Wang, X.M.**, Lan, J., Zou, D.L., Feng, Y.R., Chan, P.W., 2014. Process analysis of a regional air pollution episode over Pearl River Delta Region, China, using the MM5-CMAQ model. Journal of the Air & Waste Management Association, 64, 406-418.