

南京信息工程大学 (**NUIST**) 空气质量模式预报系 统

报告人：柳笛
2015年4月30号

提纲

- 1. 最近的成果
 - 针对2014 年南京青年奥运会期间及其前后的 NUIST 模式试运行的空气质量预报结果评估
- 2. 网站雏形

针对2014 年南京青年奥运会期间及其前后的 NUIST 模式试运行的空气质量预报结果评估

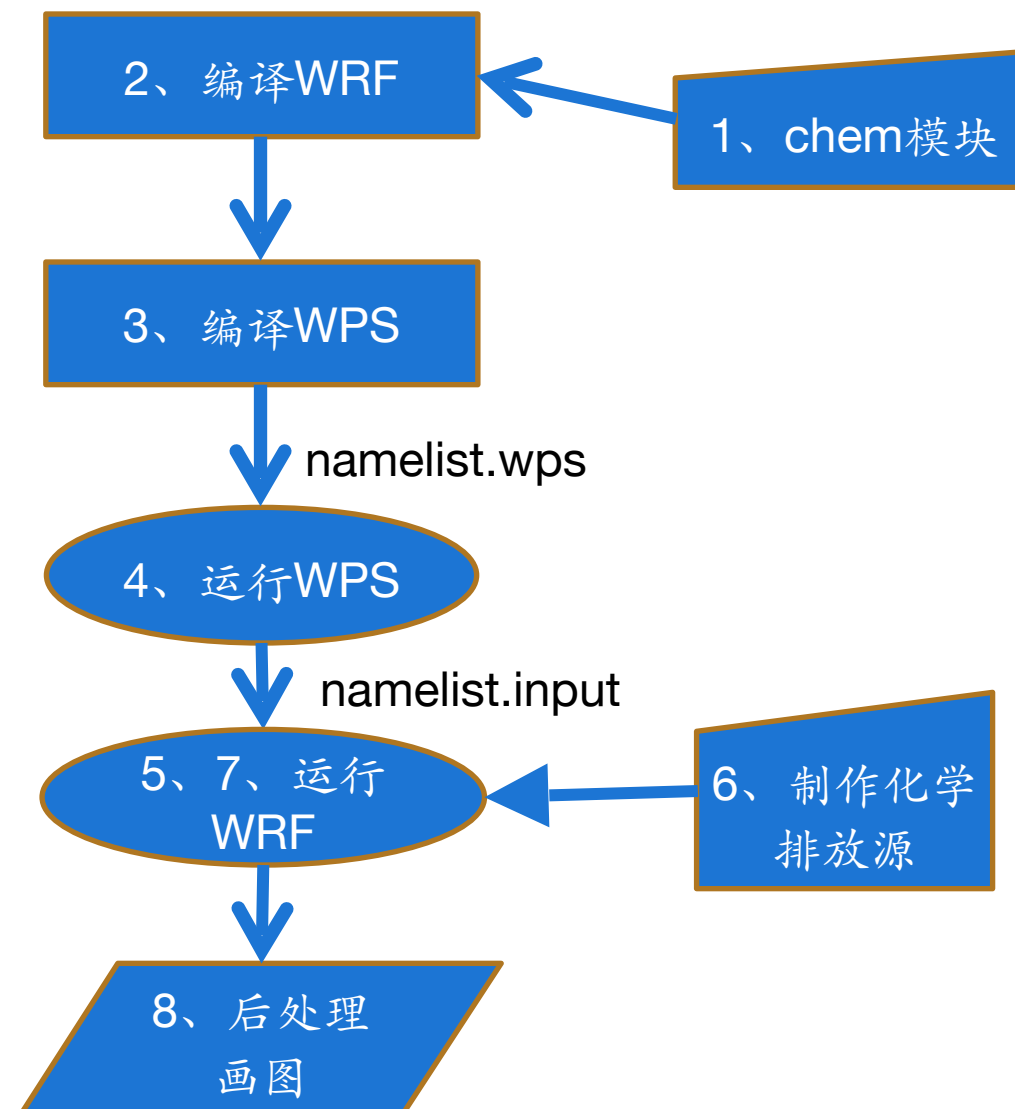
- 1 背景介绍
- 2 方法
- 3 结果与分析
- 4 结论

背景介绍

1. 南京是位于长江三角洲地区南部的一个高度城市化和工业化的城市，因此，南京的空气污染问题已经越来越引起市民的高度重视。Tu et al.(2007)发现南京的空气污染物的变化很有可能与当地的气象条件有关。如果说排放过高是导致南京地区雾霾生成的原因，那么近地层大气稳定 and 风力不足，就是导致南京地区雾霾无法扩散的原因。
2. 近几年，越来越多的国内学者针对这一现状进行研究。Tijian Wang et al.(2012) 对长江三角地区的空气质量的研究表明，南京的雾霾主要来源于运输，工厂和灰尘；J. Ding et al. (2015) 评估了2014年南京青奥会期间NO_x 排放情况；向伟玲等(2010) 利用 CBM-Z 化学机制模拟研究了 2008 年奥运会期间气象条件, 污染物排放控制措施对 O₃,NO₂ 浓度影响。
3. 尽管这些专家做了大量的研究工作，但大部分都是针对单一或几个污染物进行研究。如果想要了解整个雾霾污染状况以及完整校验系统模拟情况，我们就需要对多个污染物进行分析比较。因此，我们模拟了NO₂, O₃, PM_{2.5}, PM₁₀, CO, SO₂这六个污染物的情况，希望可以观察污染情况以及找出系统模拟的不足。
4. 目前,国外空气质量预报模式是朝着建立大气污染物的多尺度复合污染物方向发展。例如,加拿大环境部开发了沙尘预报和气溶胶模型,并实现了与加拿大空气环境模式及加拿大业务天气气候预报模式耦合的环境气象模式 GEM/RCM(Global Environment Model/Regional Climate Model)系统的空气质量业务预报；美国国家海洋与大气管理局(NOAA)和国家环境预测中心(NCEP)都引入了 CMAQ 模式系统,对 PM_{2.5} 及 O₃ 等污染过程进行预报；西班牙马德里市采用 CMAQ 模式和 WRF/Chem 模式对空气质量进行预报,巴西圣保罗大学、印度浦那大学和日本横滨国立大学等都应用 WRF/Chem 建立起了 空气质量数值预报网络化平台。
5. 我国雾霾污染频繁发生，越来越多的市民开始关注雾霾的问题，这也使得政府更加重视空气污染防治措施。由于我国在气象预报系统上发展较为完善，而在空气质量预报上还处在探索阶段，所以建立一个有效的空气质量预报系统迫在眉睫。为了检验系统的预报准确性，也为了校验青奥会期间雾霾防治的成果，我们进行了空气质量预报工作。

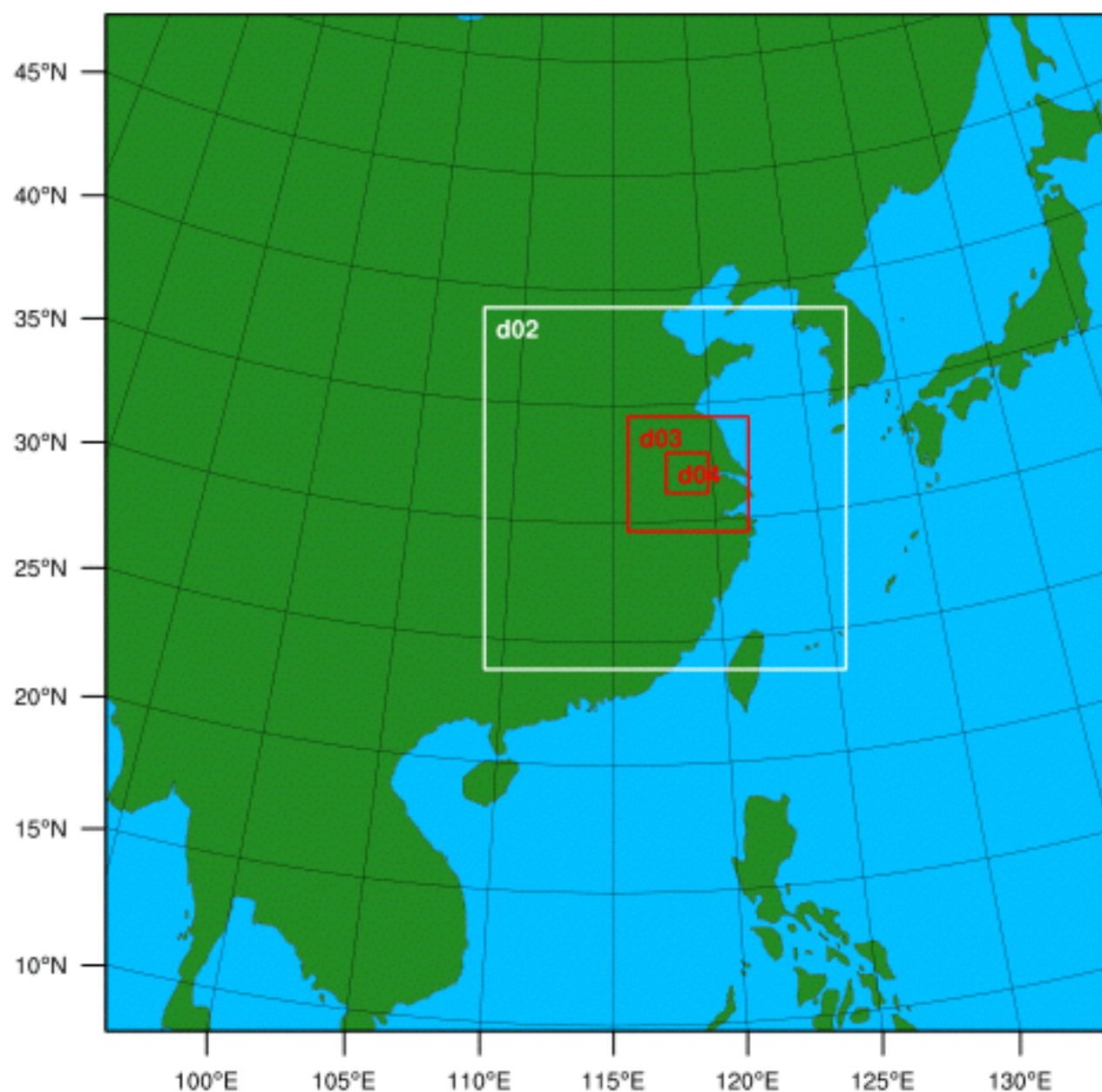
• 1.WRF-CHEM

基于气象和大气污染物的 *WRF-Chem* 模式的空气质量预报系统是由气象场 (WRF) 和化学模块 (Chem) 两个部分组成。由于空气质量沿用气象预报模式，采用相同的传输方案，格点方案，以及物理方案，因此没有时间插值，而模拟与实时观测值也说明了 WRF 模式在空气预报上的出色表现；Chem 模块则包括干沉降，气象化学，光解以及气溶胶。而南京信息工程大学空气质量数值模式的化学机制是：气相化学 (RADM2 机制)，气溶胶化学 (ISOROPIA 动力平衡气溶胶机制)。



• 2. 模拟区域及参数化方案选择

南京信息工程大学空气质量预报系统采用的是WRF-Chem模式的v3.5，建立了四层的网格区域。网格中心位于30°N，118°E，对应的分辨率分别是81km、27km、9km和3km，（如图所示），而模式垂直方向分为28层(从地面到100hPa)。

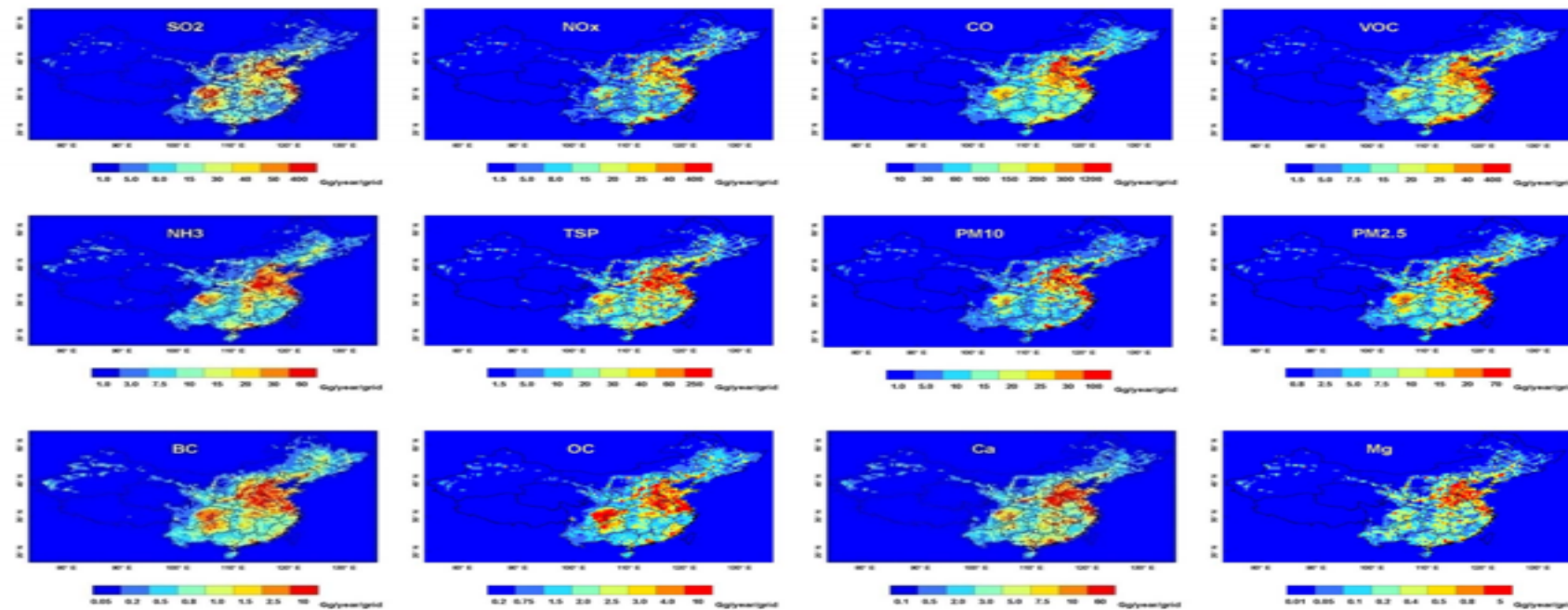


参数化方案如下表所示：

物理过程	选项
微物理	Kessler方案，Lin等的方案，WSM3，WSM5，WSM6，Eta微物理，Goddard微物理，Thompson等的方案， Morrison方案
长波辐射	RRTM方案 ，GFDL方案，CAM方案
短波辐射	Dudhia方案， Goddard短波方案 ，GFDL短波方案，CAM短波方案
地面层	MM5相似理论方案 ，Eta相似理论方案，Pleim-Xiu方案
陆面	5层热力扩散方案， Noah陆面模式 ，RUC陆面模式，Pleim-Xiu陆面模式
边界层	YSU方案 ，MYJ方案，MRF方案，ACM边界层方案
积云对流	Kain-Fritsch方案，Betts-Miller-Janjic方案，Grell-Devenyi方案， Grell 3d方案 ，老的Kain-Fritsch方案
城市冠层	单层模式，多层模式

• 3.模拟资料前处理

我们采用了2006年的INTEX-B排放源清单(资料来源:<http://mic.greenresource.cn/intex-b2006>), 它的空间分辨率为 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$, 时间分辨率精确到月, 2010 年的中国及东亚地区大气污染物排放源清单 (资料来源:<http://mic.greenresource.cn/intex-b2006>),空间分辨率为 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$, 时间分辨率精确到月, 以及江苏省 2012 年工业排放源清单 (正在加入), 空间分辨率为 4 公里, 时间分辨率精确到天。同时气象资料来源于NCEP-gnl的气象再分析资料, 而大气污染物的资料则来源于NCEP-MOZART的模拟资料。

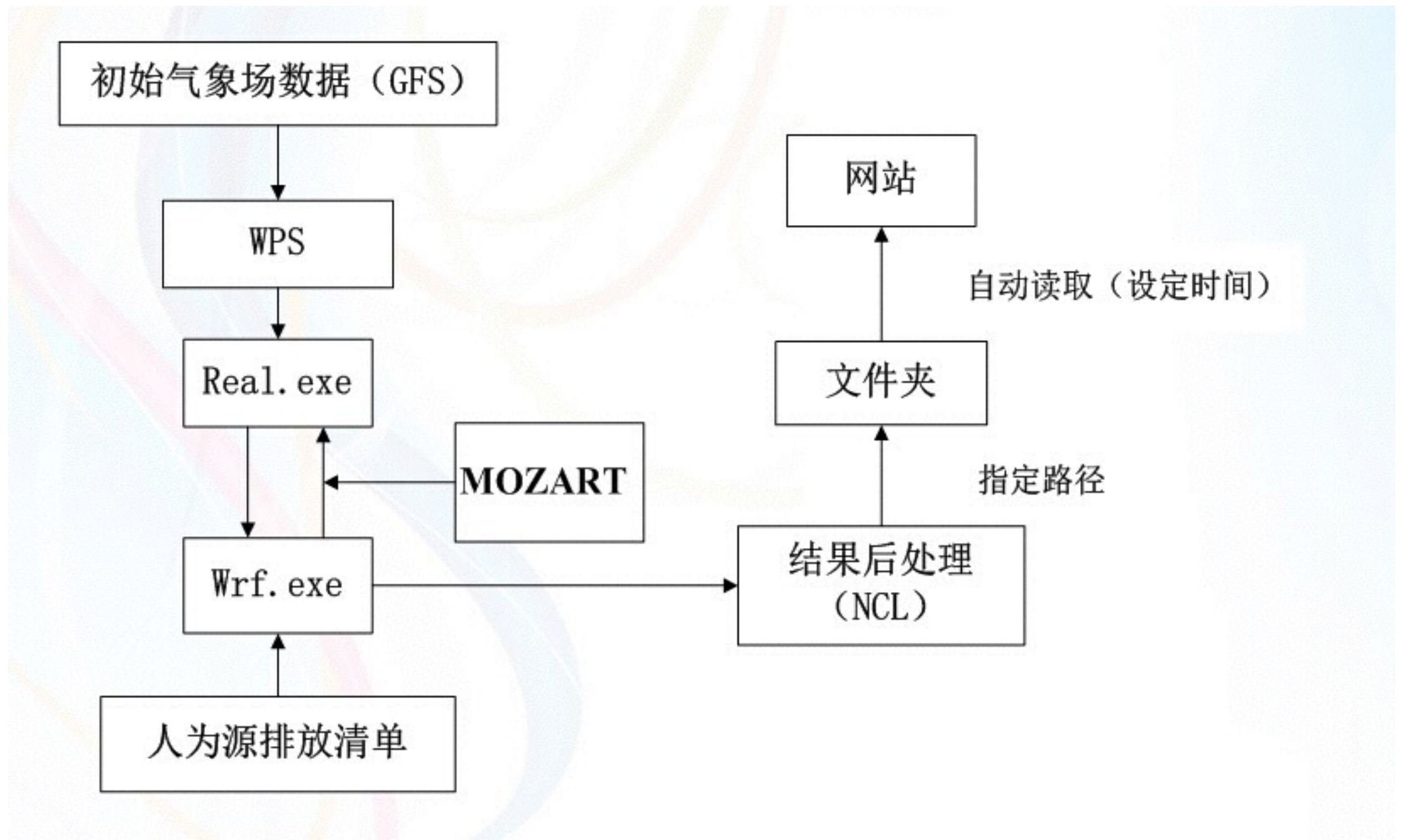


• 4 .人为排放源细化

由于 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ 的分辨率较大, 不利于南京地区的研究, 同时南京地区人口又相对密集, 所以我们根据南京地区人口的分配, 对其排放源进行细化。原有的分辨率不变, 将细化的网格叠加到现有的网格之上, 细化后为 1km.

• 5. 模式的运行流程

模式的运行包括了6个部分：① 数据下载（从NCEP上下载GFS和PrepBUFR数据）② GFS 预处理(WPS) ③ 生成模式初始的边界层条件(real.exe) ④ 气象及化学初始场的更新（使用前次预报结果更新化学初始场，使用GSI 同化系统和 PrepBUFR 数据同化气象初始场）⑤ 空气质量预报(wrf.exe) ⑥ 后处理（制作产品和图像，以及在网站上实时更新）



结论与分析

• 1. 资料

我们的模拟从2014年的7月开始。在本文中，我们采用2014年8月到10月的模拟结果，同时与之对比的观测数据来源于国家环保网站公开数据资料 (http://www.pm25.in/api_doc)。而实时预报流程为72小时 (始于UTC的0:00 AM，即北京时间的8:00AM)，

逐小时空气质量预报量为：大气颗粒物（ PM_{10} , $PM_{2.5}$ ），气体污染物：（ O_3 , CO , NO_2 , SO_2 ）。为了更好的评估模拟结果，我们在72小时的模拟数据中选取第二天的早上八点到第三天的早上八点的模拟值与对应观测值进行比较。

• 2. 公式

由于模拟数据与观测数据单位不统一，根据理想气态方程，进行公式转化。同时，我们提取了实际气压和温度，换算单位。公式如下：

$$PV = nRT$$

$$\rho = x \frac{P}{R\theta_d} \left(\frac{1000hPa}{P} \right)^{K_d} \times M \times 10^6$$

其中：x为质量浓度，其单位为ppmv，P为实际气压， $R=8.314$ ， $K_d=0.286$ ，M为分子量， θ_d 为干洁大气的位温。

- 3. 结果

228 237

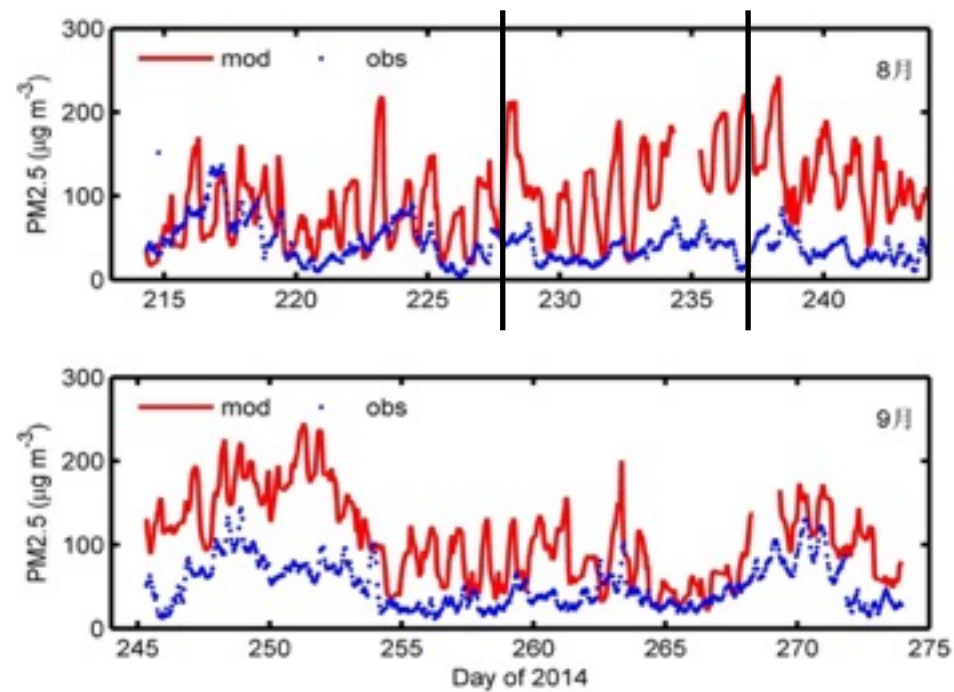


图1 八月和九月模拟与观测 $\text{PM}_{2.5}$
对比 (doy序列)

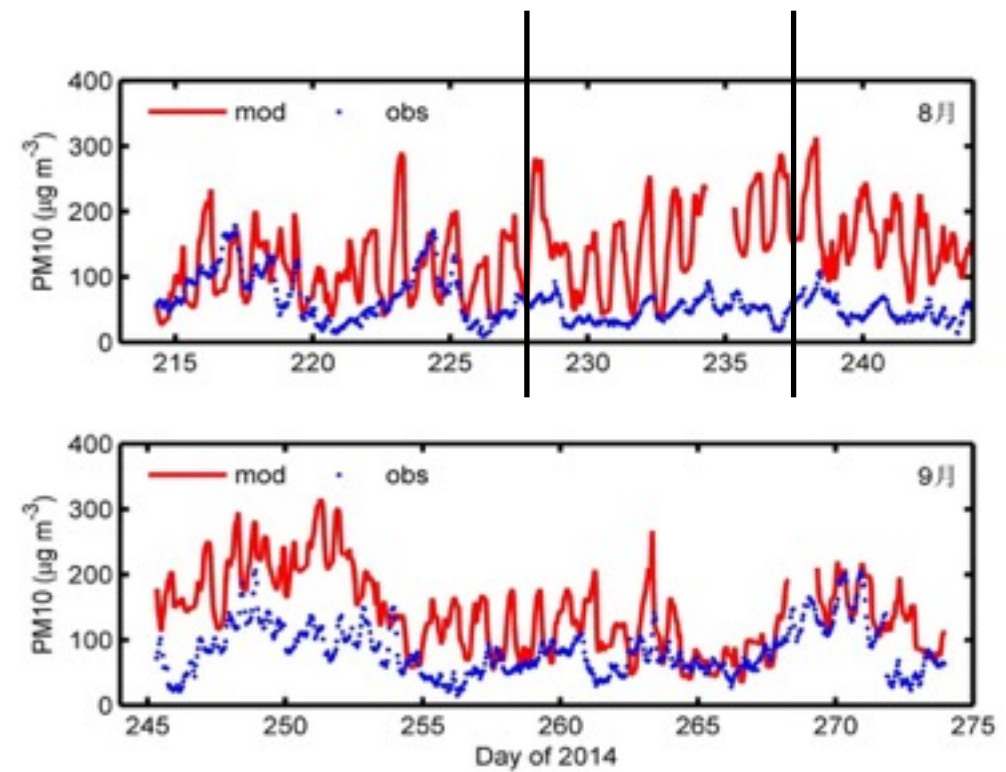


图2 八月和九月模拟与观测
 PM_{10} 对比 (doy序列)

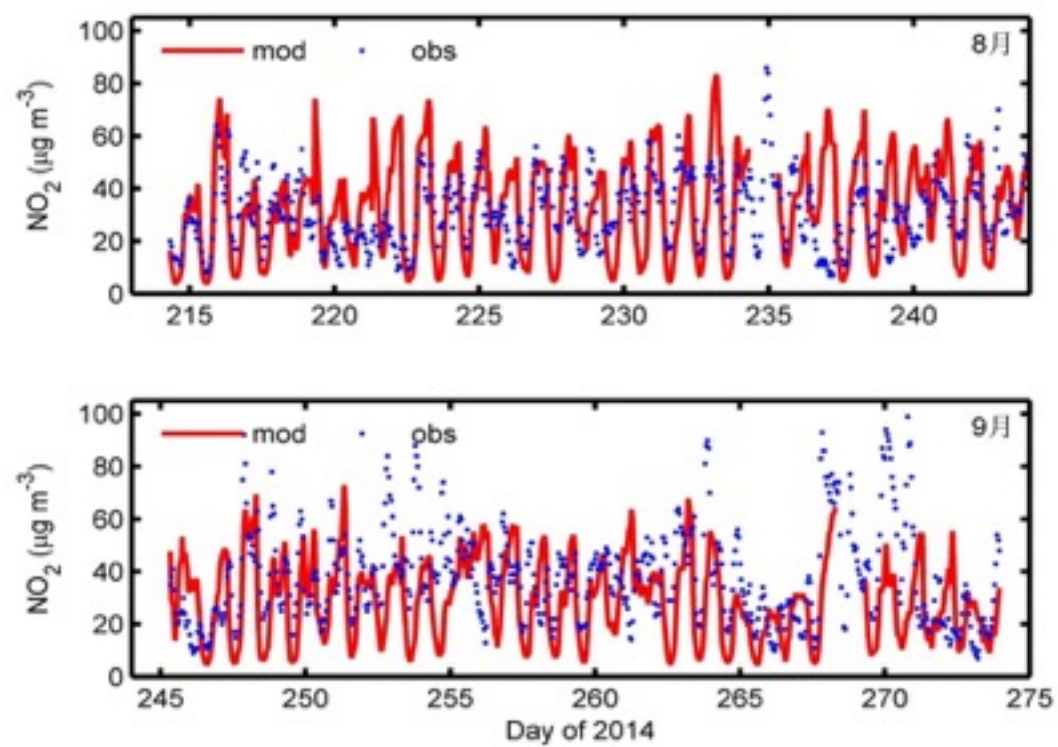


图3 八月和九月模拟与观测
NO₂对比 (doy序列)

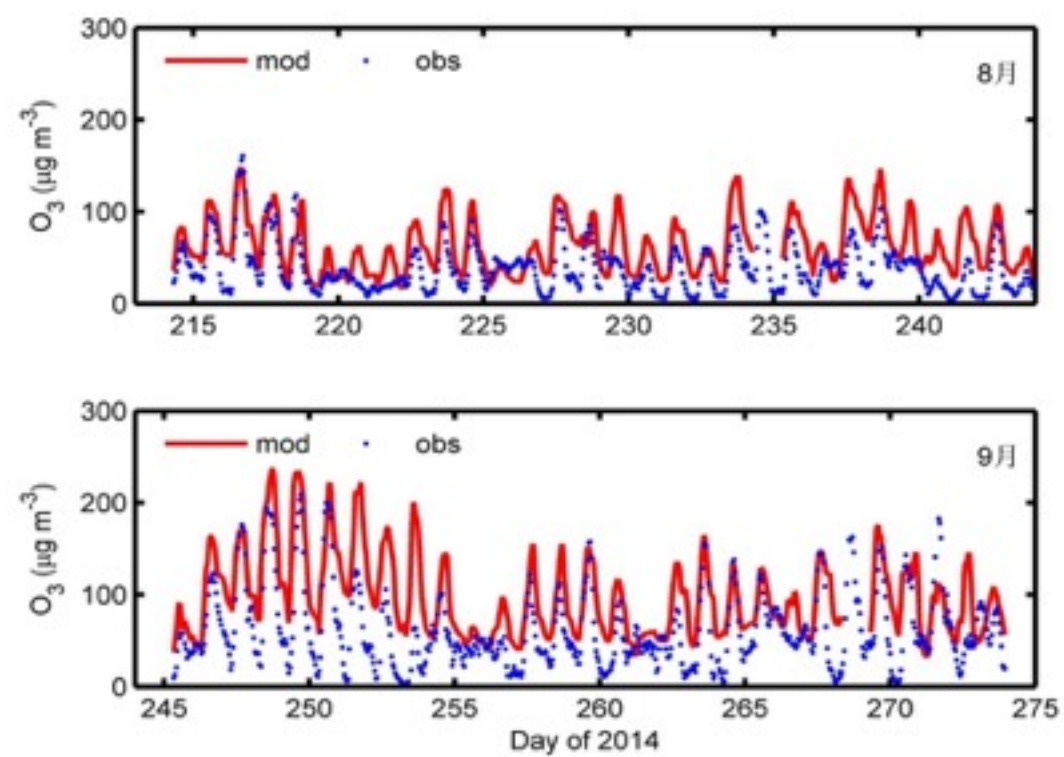


图4 八月和九月模拟与观测O₃
对比 (doy序列)

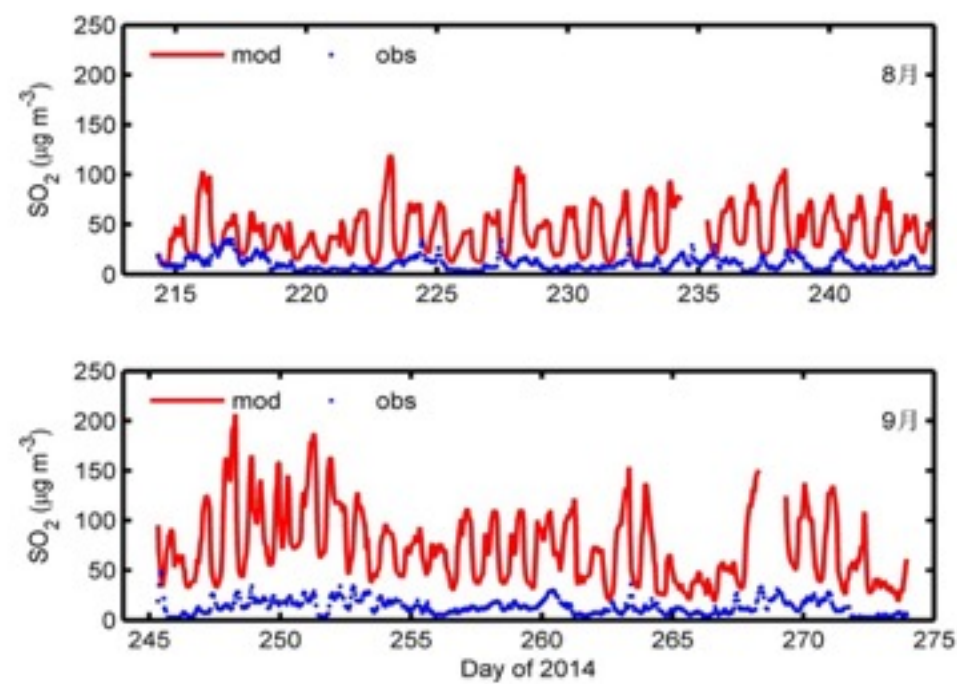


图5 八月和九月模拟与观测
 SO_2 对比 (doy序列)

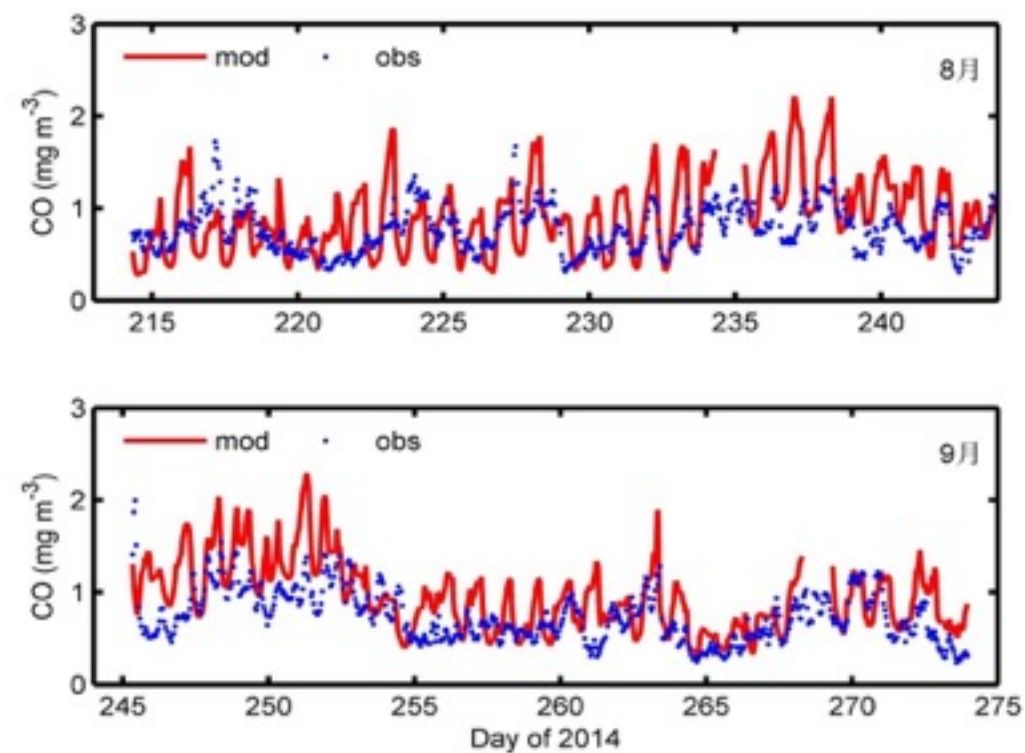


图6 八月和九月模拟与观测
CO对比 (doy序列)

	O3	CO	SO2	NO2	PM2.5	PM10
MB	23.02	0.14	32.24	2.38	53.14	72.55
MNB	1.07	0.21	4.31	0.19	1.86	1.77
MAGE	25.91	0.31	32.36	14.14	58.87	80.04
RMSE	30.96	0.41	40.24	18.07	75.35	100.18

MB: Mean Bias
MNB: Mean Normalized Bias
MAGE: Mean Absolute Gross Error Mean
RMSE: Root Mean Square Error

表1 八月的模式评估统计结果

	O3	CO	SO2	NO2	PM2.5	PM10
MB	34.10	0.22	58.05	-7.87	53.58	58.25
MNB	1.39	0.34	5.95	-0.11	1.35	0.97
MAGE	37.48	0.31	58.08	16.28	54.51	61.91
RMSE	47.90	0.41	67.90	20.88	66.64	78.62

表2 九月的模式评估统计结果

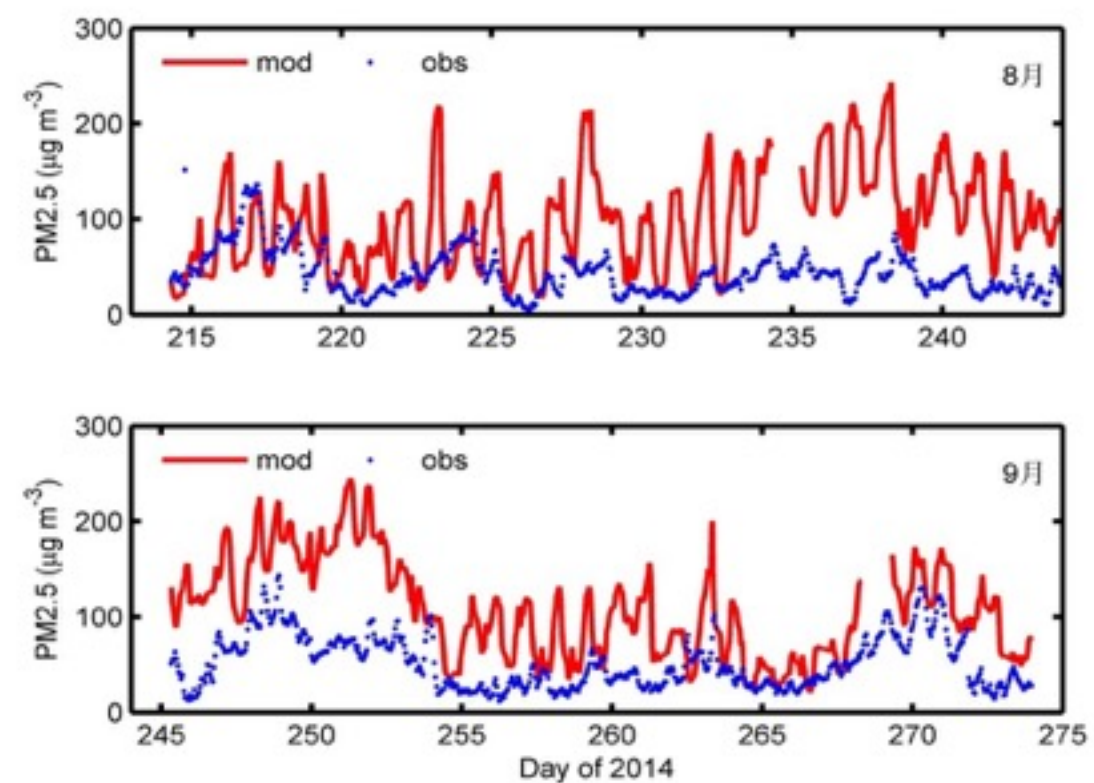


图7 八月和九月模拟与观测 $PM_{2.5}$ 对比 (doy序列)

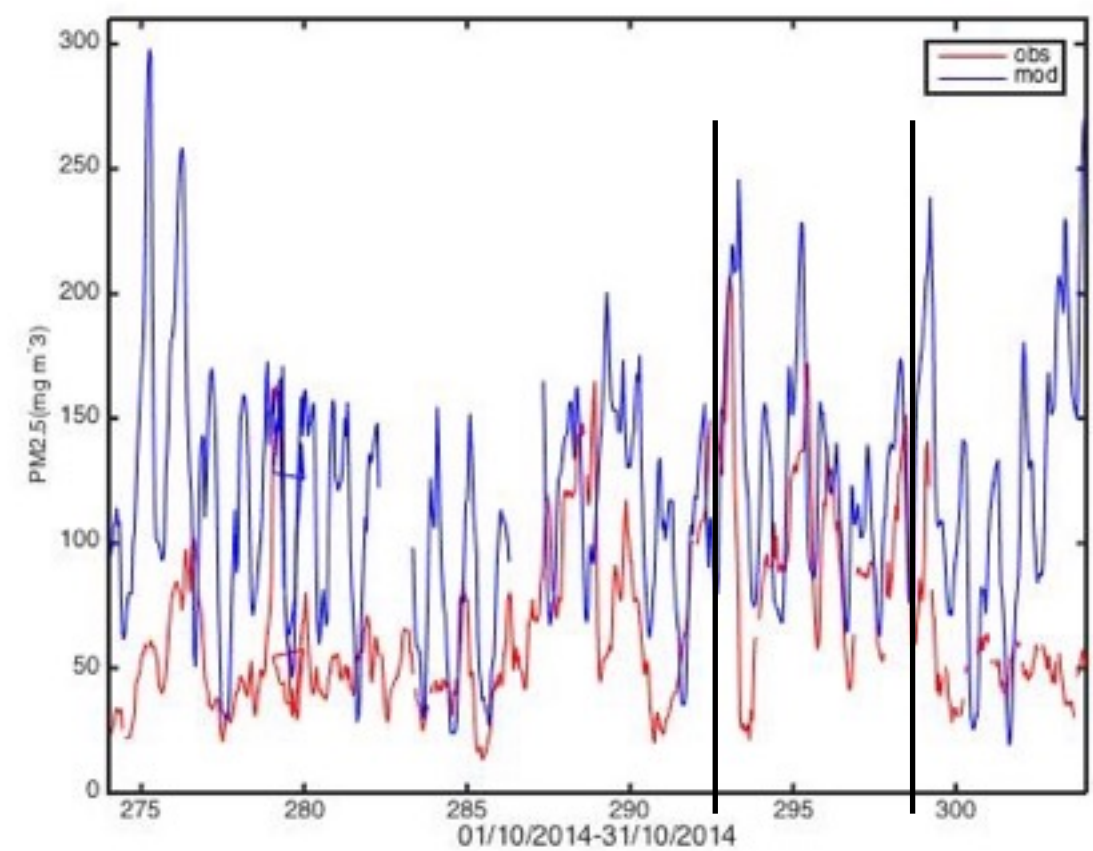


图8 十月模拟与观测 $PM_{2.5}$ 对比 (doy序列)

PM2.5	Aug.	Sep.	Oct.
MB	53.14	53.58	43.83
MNB	1.86	1.35	0.97
MAGE	58.87	54.51	55.73
RMSE	75.35	66.64	72.24

表3 八，九，十月 $PM_{2.5}$ 的模式评估统计结果

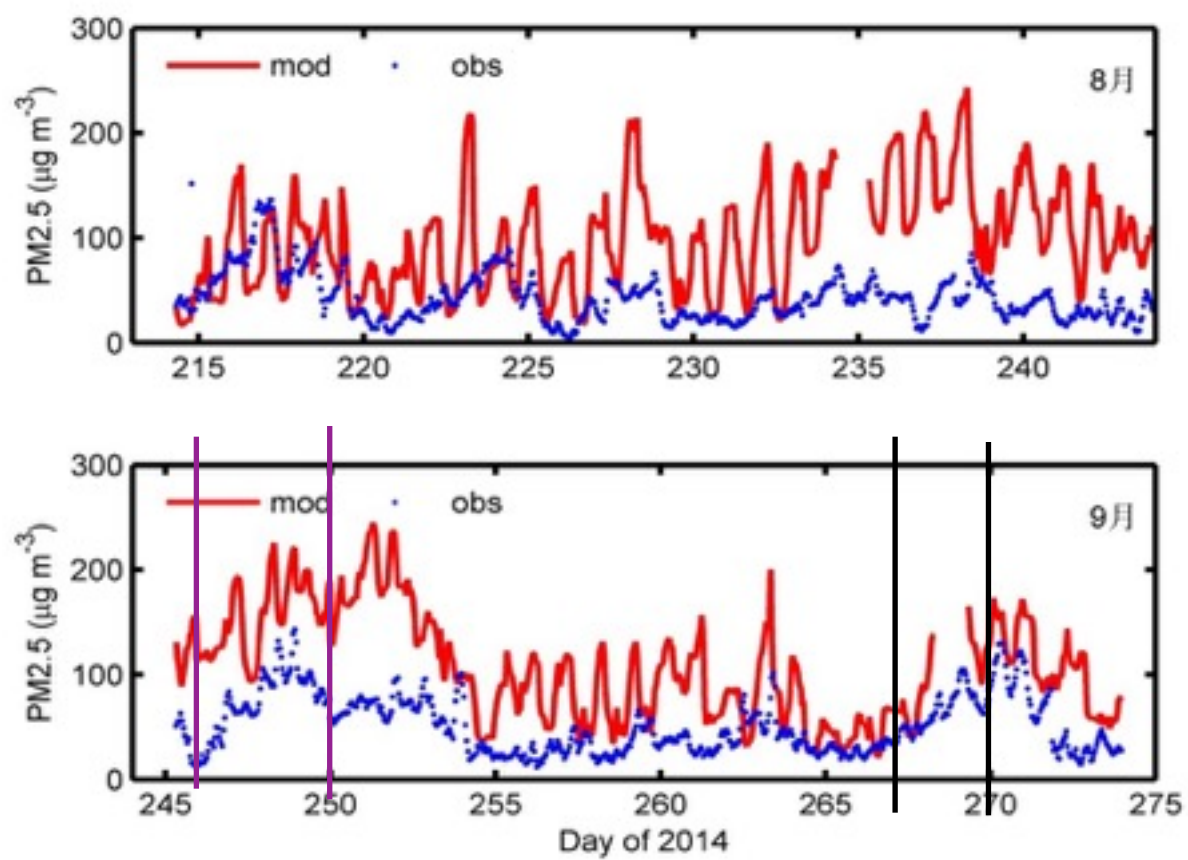


图7 八月和九月模拟与观测 $\text{PM}_{2.5}$ 对比 (doy序列)

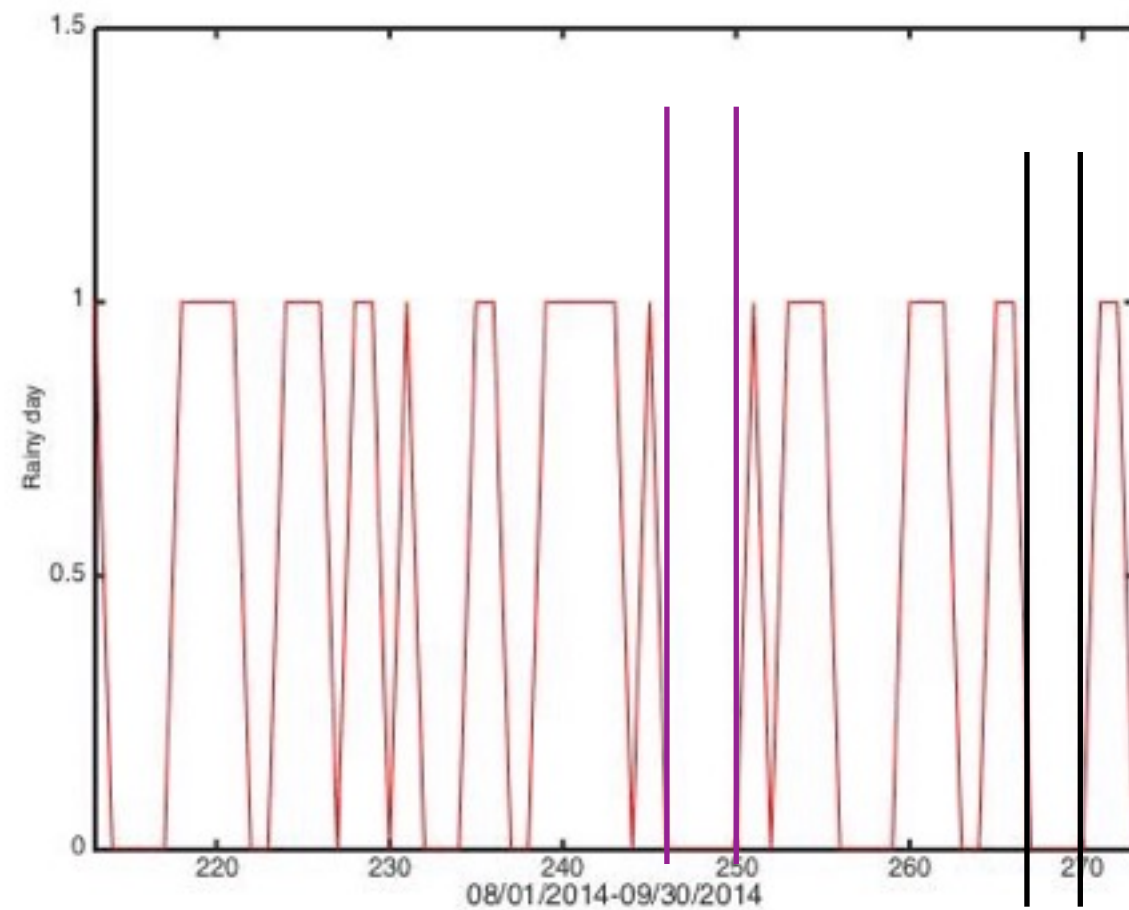


图8 八月和九月下雨天数 (定义1 为下雨, 0 为晴)

网站雏形



艾尔预报

关于艾尔预报

实时预报

近期回顾

历史评估

答疑解惑

我们的服务

艾尔博客

AQI 03 PM2.5

每日空气质量预报图

全国 京津冀 长三角 珠三角 成渝

空间分布 重点城市

江苏 南京

<< 2015年04月20日 >>

AQI指数 **69** 良
首要污染物 二氧化氮(NO2)

臭氧日最大八小时浓度

79微克每立方米

PM2.5日均浓度

28微克每立方米

最低能见度 16千米

平均湿度 52%

降水 2毫米

最大混合层高 1583米

最高气温 19摄氏度

最低气温 11摄氏度

平均风速 5 米每秒

最多风向 北



北京

<< 2015年04月20日 >>

AQI指数 **97** 良
首要污染物 二氧化氮(NO2)

臭氧日最大八小时浓度

87微克每立方米

PM2.5日均浓度

37微克每立方米

最低能见度 19千米

平均湿度 14%

降水 0毫米

最大混合层高 4000米

最高气温 24摄氏度

最低气温 10摄氏度

平均风速 3 米每秒

最多风向 西西北

04月19日 04月20日 04月21日 04月22日 04月23日

前一天 后一天 启动动画

[关于艾尔预报](#)[实时预报](#)[近期回顾](#)[历史评估](#)[答疑解惑](#)[我们的服务](#)[艾尔博客](#)[家常版](#) [学术版](#)

关于艾尔预报

艾尔预报的名字源于英文单词air。

因为它的名字很简单，我就希望给它一个深远的定义。AIR----Alert（警示），Improvement（提高），Recover（恢复）。

这其实也是我的一个小小的期望，希望通过我们这些研究人员的努力，能给空气质量带来这样的一个良好的变化：

①Alert(警示)：人们通过这样一个平台，能够认识到保护环境的重要性。

②Improvement(提高)：随着人们的环保意识的提高，空气质量问题有所改善。

③Recover(恢复))：这是一个最美好的愿望，就是希望有朝一日，我们可以再次与蓝天白云相聚。

[关于艾尔预报](#) [答疑解惑](#)[关于艾尔预报](#)[实时预报](#)[近期回顾](#)[历史评估](#)[答疑解惑](#)[我们的服务](#)[艾尔博客](#)[家常版](#) [学术版](#)

关于艾尔预报

艾尔预报是南京信息工程大学空气质量预报系统的对外的业务产品。这个系统还处于初步发展阶段，发布这样的产品也是希望有更多的关注以及建议的注入。目前，国内很多预报都是以统计预报为主，但是空气质量的数据相对匮乏。虽然数值预报的人力物力消耗较为严重，但是建立数值模式的空气质量预报系统势在必行。

近年来，得益于空间探测技术以及其他实时气象探测技术的长足发展和普遍应用，短期天气预报的准确性得到很大的提升。受惠于此，从欧美发达国家的实践经验来看，空气质量数值预报的性能也在近十年来有一个本质的飞跃。但是，空气质量数值预报不仅依赖于对未来气象条件的准确预报，也同时依赖于对未来的空气污染源排放速率的准确估算。因此，空气质量预报的准确性要赶上目前天气预报的水平，仍然还有较长的一段路要走。尤其是在象中国这样经济迅猛发展的“发展中”国家进行空气质量预报，更是如此。原因很简单，经济的迅猛发展，意味着空气污染物的排放也是“日新月异”，而且地区差异同样“精彩纷呈”。与此同时，虽然我们的大气环境工作者进行了长期卓绝的不懈努力，我们对历史的空气污染源排放的估算仍然还没有一个全面的、完整的、遍历年份的以及较为准确的答案，遑论对未来的空气污染源排放速率进行及时的和准确的预测。

从艾尔预报提供的历史评估网页，我们可以欣喜地看到，艾尔预报在过往的预报实践中基本捕捉到了来自中国环境监测总站的全国重点城市实时日报所监测到的每日空气污染水平及其在全国范围内的空间分布状况和日际变化。艾尔预报的优势在于充分利用了国际先进的短期天气预报技术以及国际领先的空气污染源排放速率的估算技术和动态预测技术，并在这两个方面从不间断探索和钻研的脚步。

[关于艾尔预报](#) [答疑解惑](#)[我们的服务](#) [联系我们](#)[法律声明](#) [隐私保护](#)

艾尔预报 2014 艾尔博客 2014 [wuranlubao.com.cn](#) 版权所有 All Rights Reserved.

网站设计、制作、维护：Di 平面设计：*** 对IE用户建议使用最新版本 建议使用高清大屏幕

超链接

江苏 南京

<< 2015年04月20日 >>

AQI指数 69 良

首要污染物 二氧化氮(NO2)

臭氧日最大八小时浓度

79微克每立方米

PM2.5日均浓度

28微克每立方米

最低能见度 16千米

平均湿度 52%

降水 2毫米

最大混合层高 1583米

最高气温 19摄氏度

最低气温 11摄氏度

平均风速 5 米每秒

最多风向 北

AQI O3 PM2.5

每日空气质量预报

天津

全国 [关闭]

<< 2015年04月21日 >>

AQI指数 110 轻度污染

首要污染物 二氧化氮(NO2)

臭氧日最大八小时浓度

63微克每立方米

PM2.5日均浓度

65微克每立方米

最低能见度 10千米

平均湿度 23%

降水 0毫米

最大混合层高 1834米

最高气温 21摄氏度

最低气温 10摄氏度

平均风速 2 米每秒

最多风向 南东南

北京	天津	河北	山西	内蒙古
辽宁	吉林	黑龙江	上海	江苏
浙江	安徽	福建	江西	山东
河南	湖北	湖南	广东	广西
海南	重庆	四川	贵州	云南
西藏	陕西	甘肃	青海	宁夏
新疆	台湾	香港	澳门	

04月19日 04月20日

级联表单

谢谢！