



北京市秋冬季重污染天气过程 预测预报

李倩
北京市环境保护监测中心

2018.08.08

目 录 CONTENTS



1. 北京清空计划空气质量改善情况



2. 北京预警预报业务发展情况



3. 重污染天气预报及案例分析



5年清空计划

北京清洁空气行动计划2013-2017

北京市人民政府文件

京政发〔2013〕27号

北京市人民政府关于印发 北京市2013—2017年清洁空气行动计划的通知

各区、县人民政府，市政府各委、办、局，各市属机构：

现将《北京市2013—2017年清洁空气行动计划》印发给你们，
请结合实际，认真贯彻落实。



◆ 工程减排

Project

Measures

- 压减燃煤 Coal Reduce
- 控车减油 Vehicle Emission Control
- 治污减排 Industry Emission Reduce
- 清洁降尘 Dust Reduce

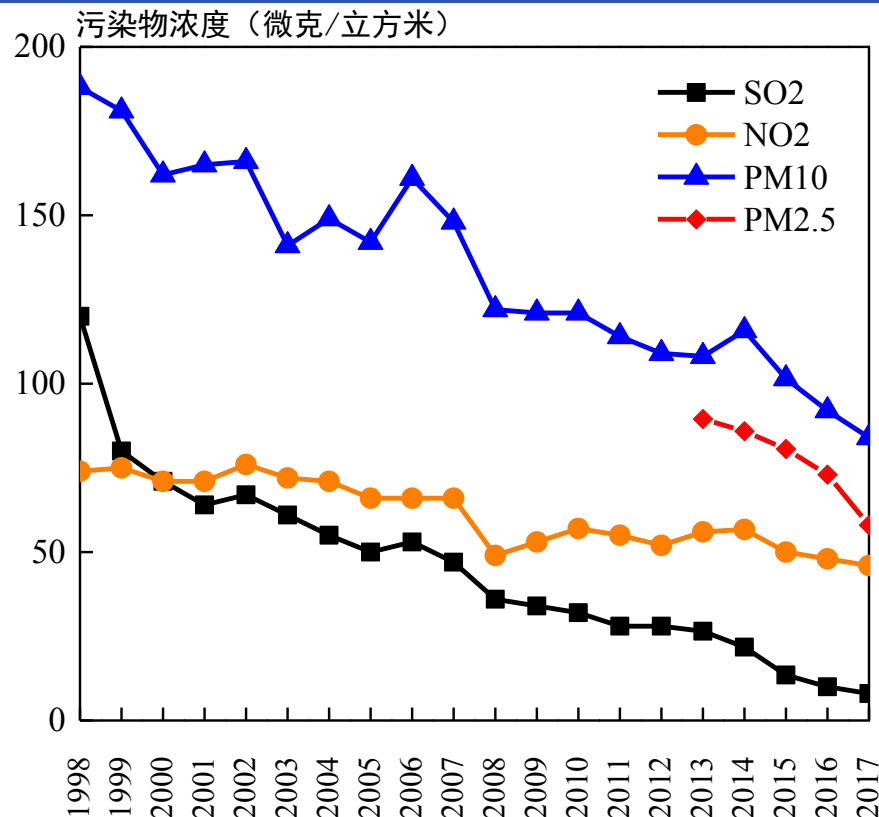
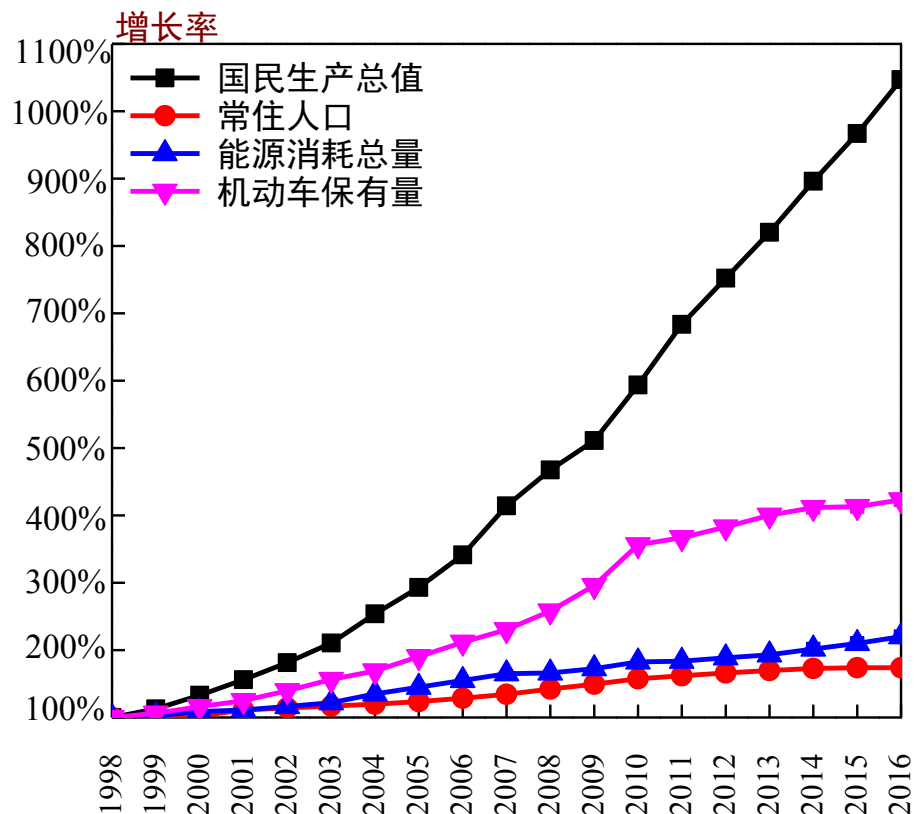
◆ 管理减排

Management

Measures

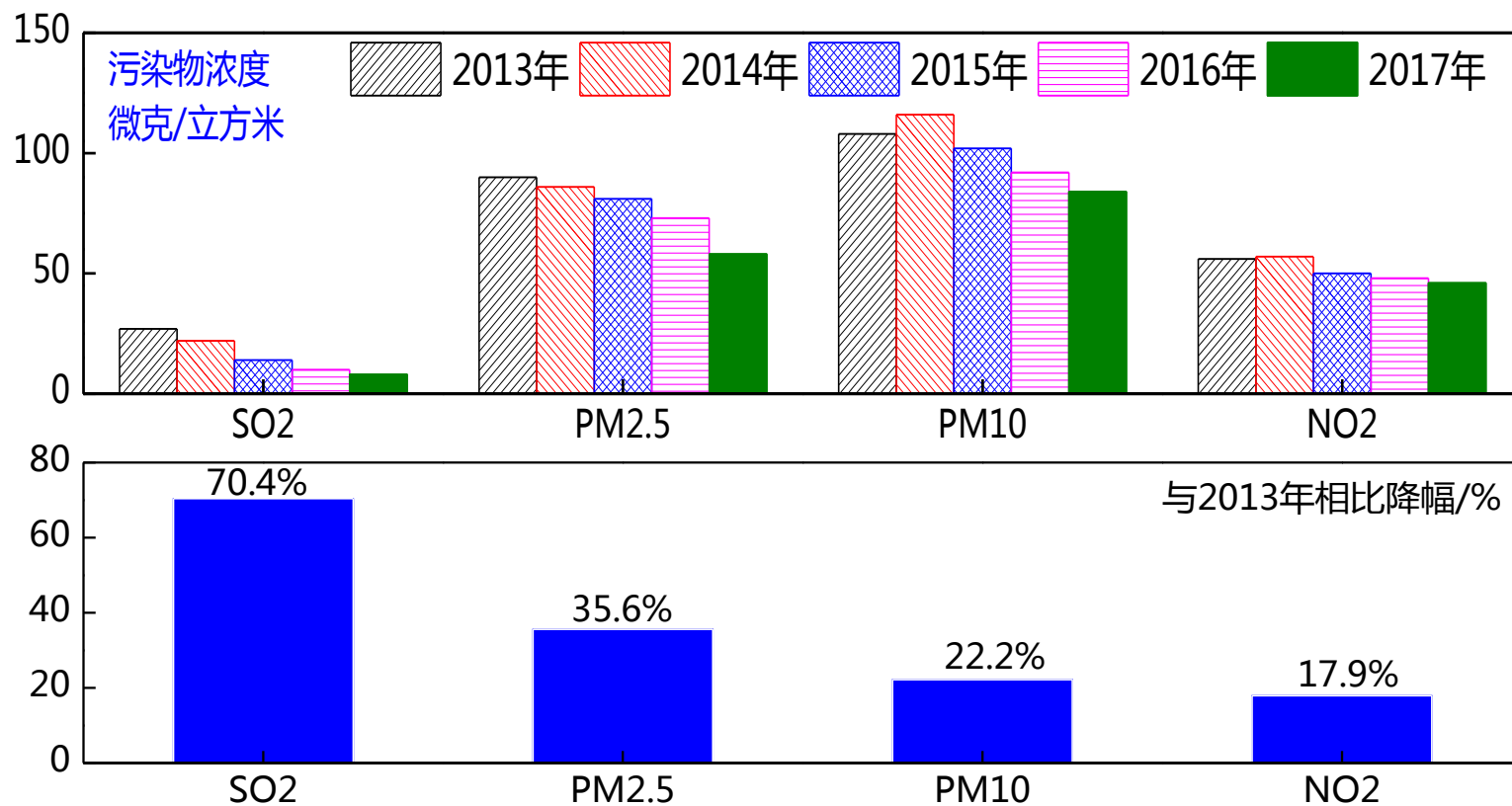
- 法规标准 Regulations and Standards
- 经济政策 Economic Incentive
- 加强监测 Strengthen Monitoring
- 区域协同 Regional Coordination

北京市空气质量呈现持续改善特征



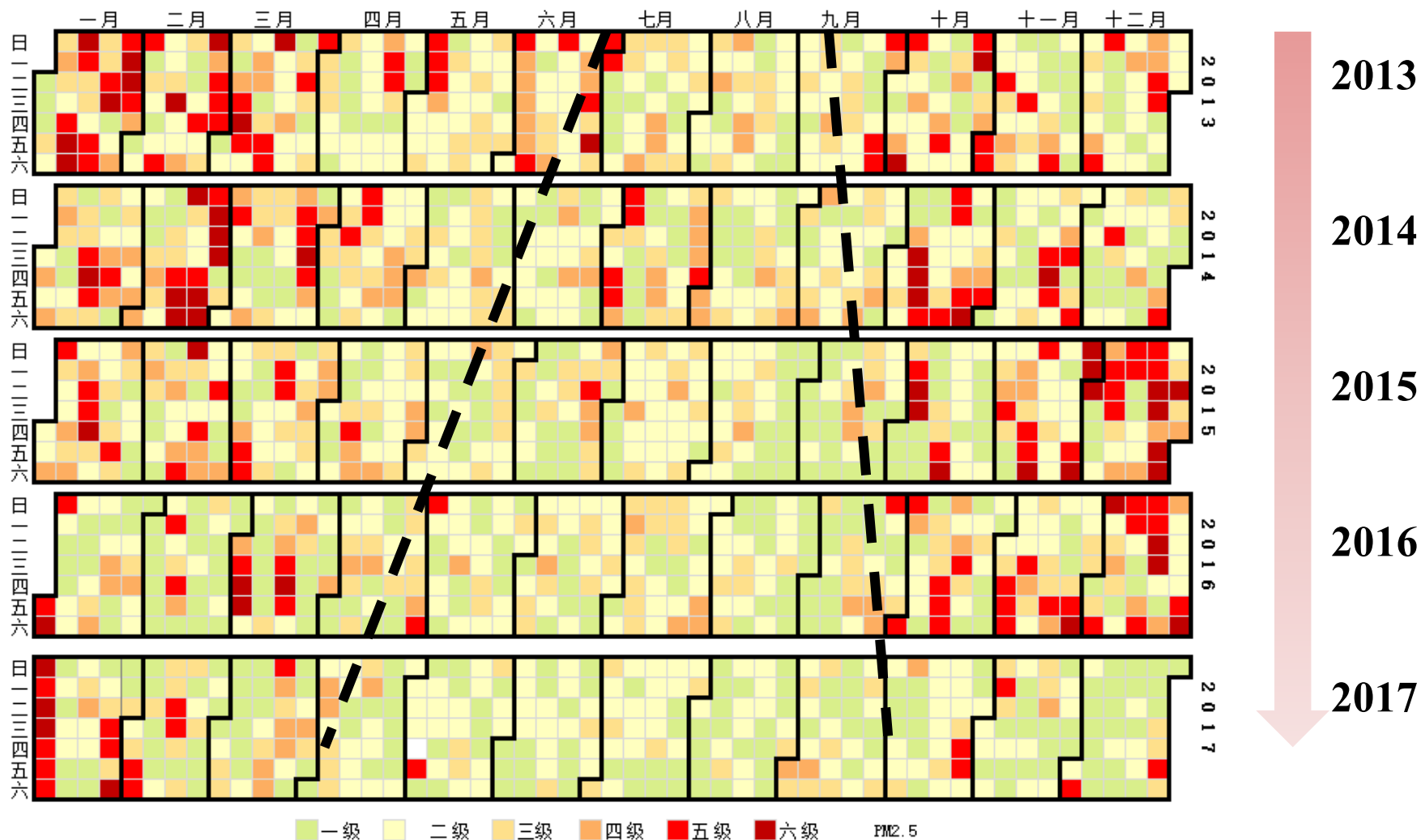
□ 长期趋势分析，北京市在社会经济快速发展的同时，各项污染物浓度呈现持续下降，空气质量不断改善，但目前除SO₂达到国家标准外，其余NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}三项污染物仍超过国家标准，北京市的大气污染治理仍然是个长期性的过程。

2013-2017年四项污染物年均浓度



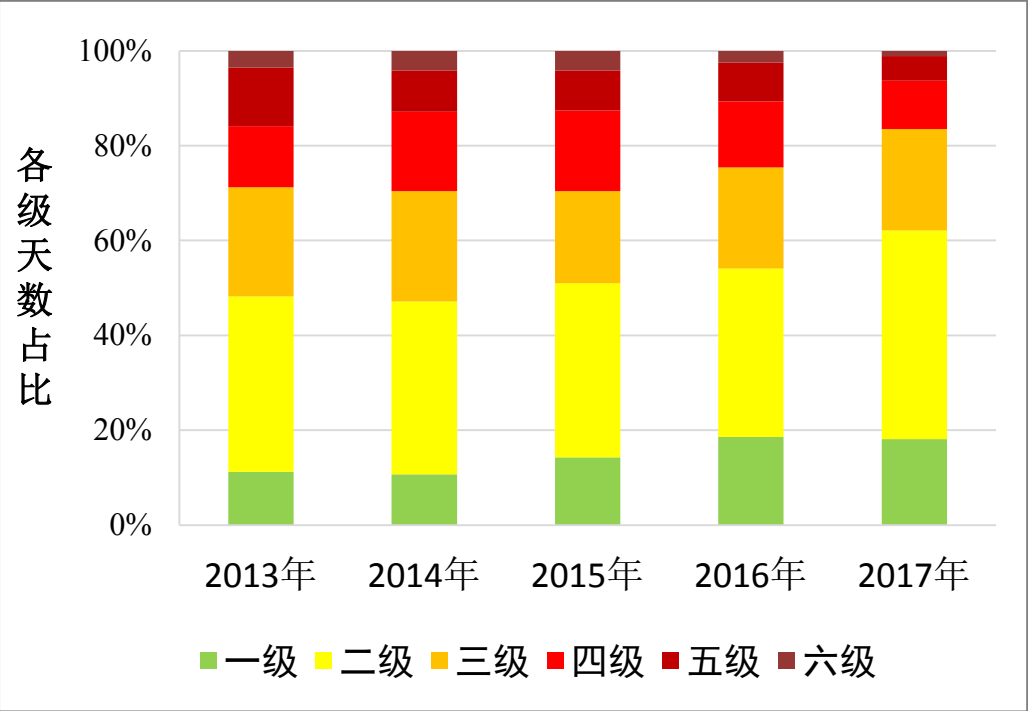
- SO₂下降幅度最大，且逐年稳定下降，2017年相比于2013年下降了70.4%；
- PM_{2.5}持续下降，2017年相比于2013年下降了35.6%；
- PM₁₀整体下降，2017年相比于2013年下降了22.2%；
- NO₂整体下降，2017年相比于2013年下降了17.9%。

2013-2017年PM_{2.5}日历图



- 日历图分析也反映，重污染天数有明显大幅减少的特征，2017年非采暖季基本消除PM_{2.5}重污染，采暖季也显著改善；

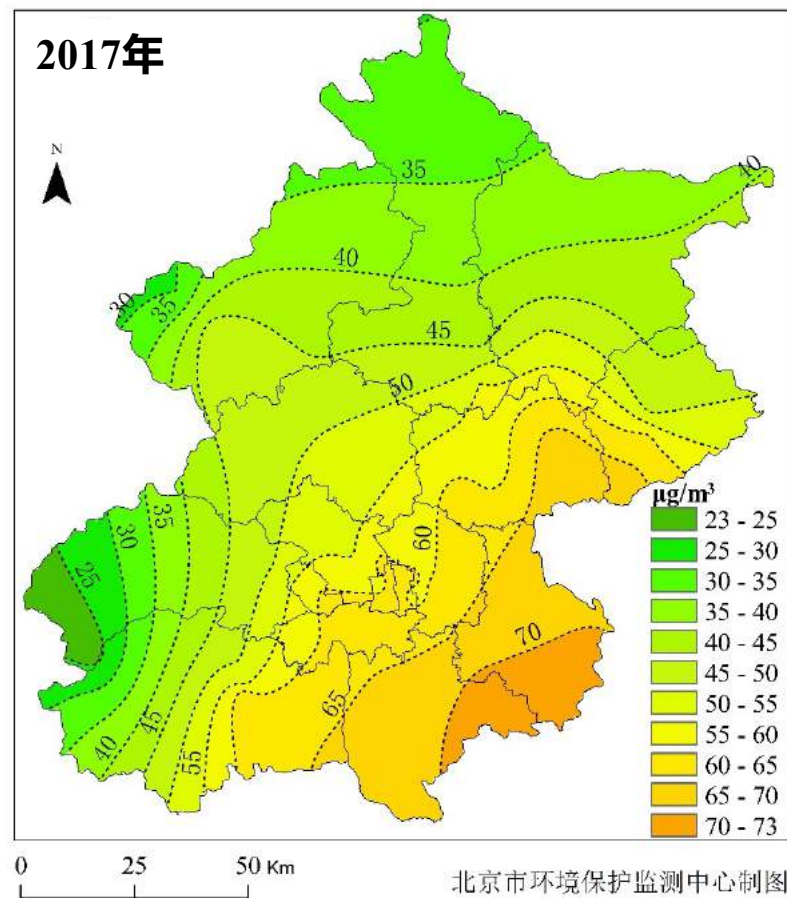
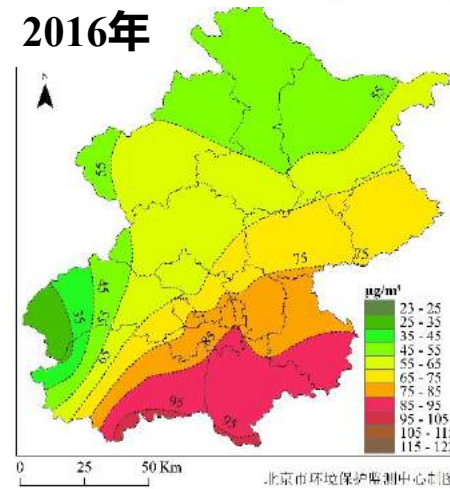
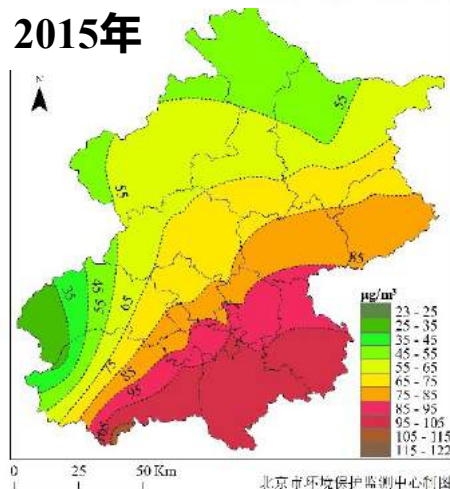
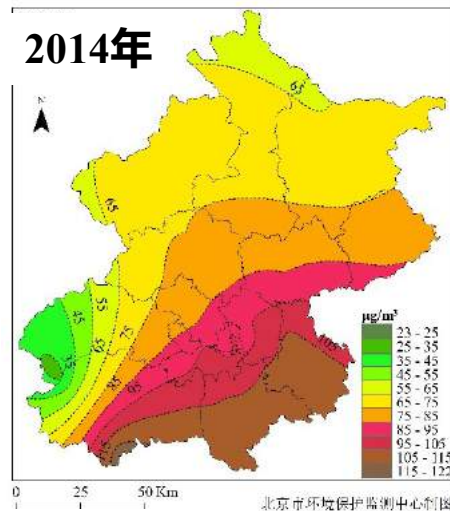
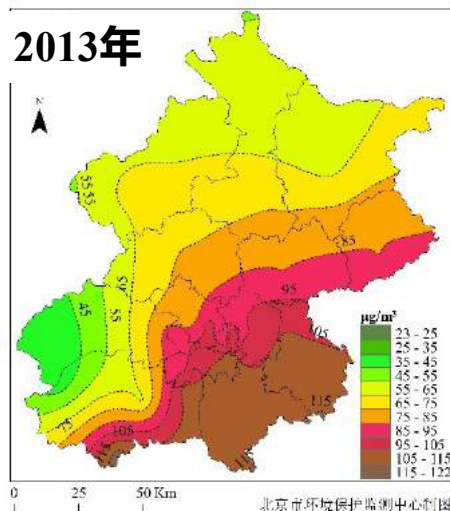
2013-2017年空气质量级别分布变化



时间	达标天数 (占比)	重污染天数 (占比)
2013年	176 (48.2%)	58 (15.9%)
2014年	172 (47.1%)	47 (12.9%)
2015年	186 (51.0%)	46 (12.6%)
2016年	198 (54.1%)	39 (10.7%)
2017年	226 (62.1%)	23 (6.3%)

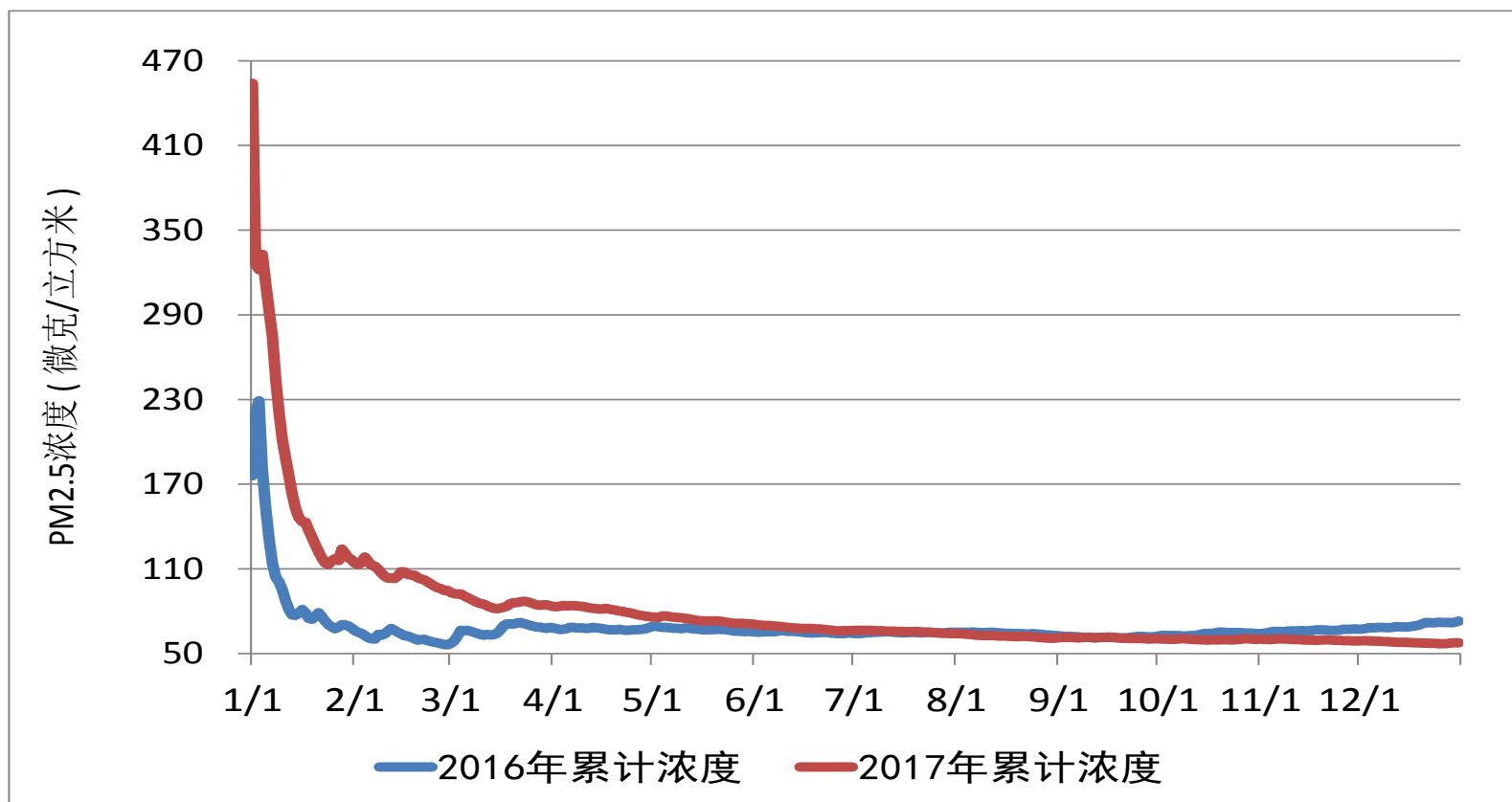
- ❑ 空气质量达标天数呈增加趋势，2013年达标天数为176天，占比48.2%；2017年达标天数为226天，占比62.1%，较2013年多了50天。
- ❑ 一级优天数明显增加，从2013年的41天增加到2017年的66天，增加61.0%。
- ❑ 重污染天数逐年减少，从2013年的58天下降到2017年的23天，下降60.3%。

2013-2017年PM_{2.5}空间分布



- 2013-2017年，全市范围内PM_{2.5}浓度逐年下降，其中2017年下降最为明显。
- 2013-2017年，PM_{2.5}浓度东南高、西北低的空间格局一直未发生变化，但差距在逐渐缩小。

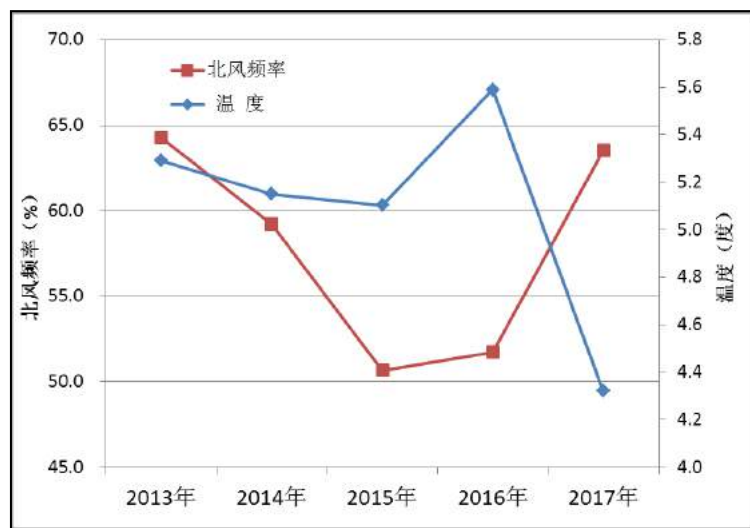
PM_{2.5}累计浓度变化趋势



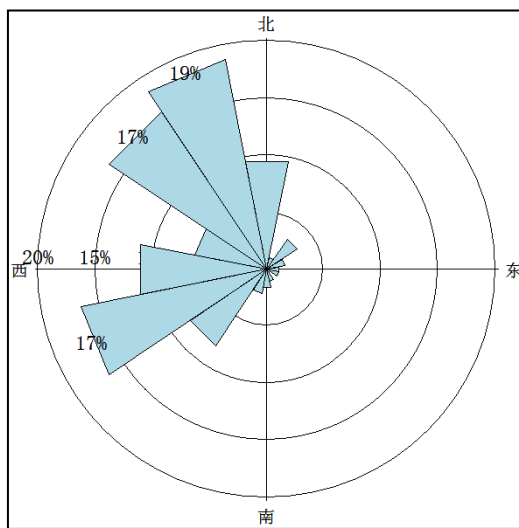
- ❑ 1月大气扩散条件不利，累计浓度116微克/立方米，同比反弹超过70%；
- ❑ 后期累计浓度呈现持续下降特征，9月份开始累计达到60微克/立方米，并在四季度继续保持下降趋势；
- ❑ 全年累计浓度58微克/立方米，同比降幅20.5%，完成“大气十条”中要求的北京市年均浓度达到60微克每立方米左右的目标。

空气质量改善得益于“人努力，天帮忙”

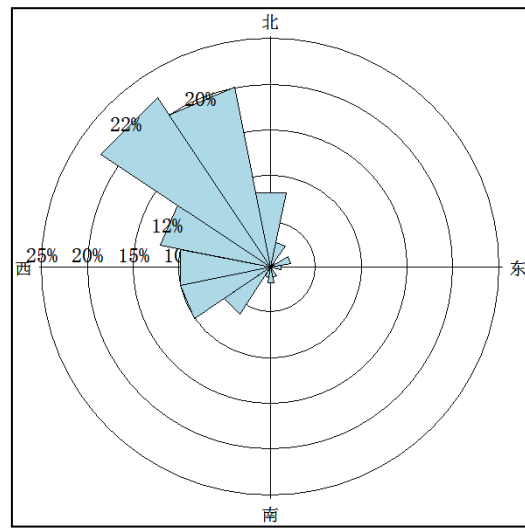
- 2017年气象条件整体有利，表现为逆温发生频率较低，空气较为干燥，北风频率较高，有利的大气污染扩散条件对2017年PM_{2.5}浓度的改善起到重要作用。
- 尤其是四季度，冷空气活动频繁，温度偏低，北风频率偏高，空气重污染过程发生频率降低，仅发生4次过程，造成重污染日5天，明显低于前两年水平。持续的大气污染减排，叠加有利的大气污染扩散条件，共同作用，使2017年我市空气质量取得显著改善。



近5年四季度北风频率及温度统计

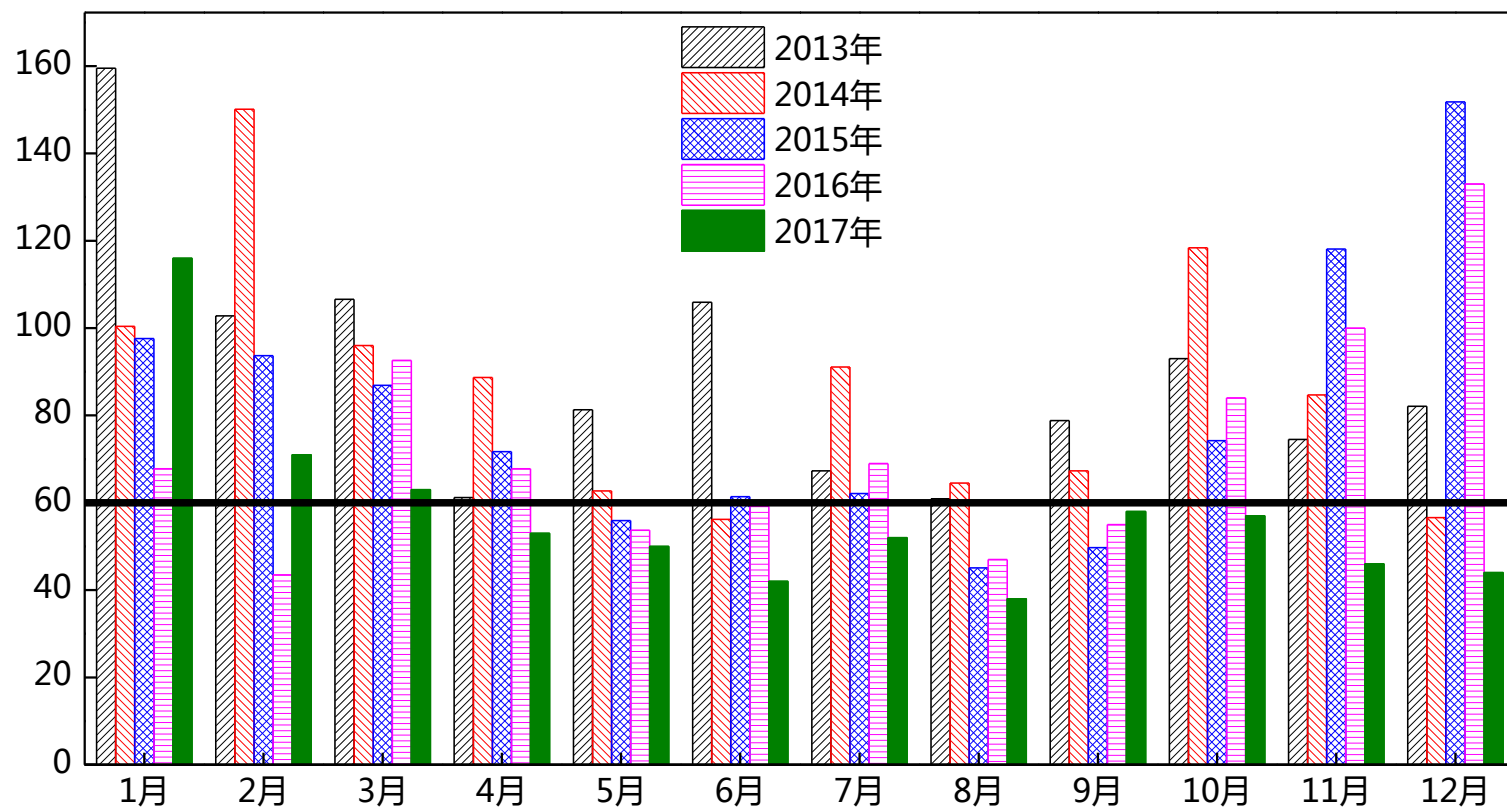


2016年四季度风向频率



2017年四季度风向频率

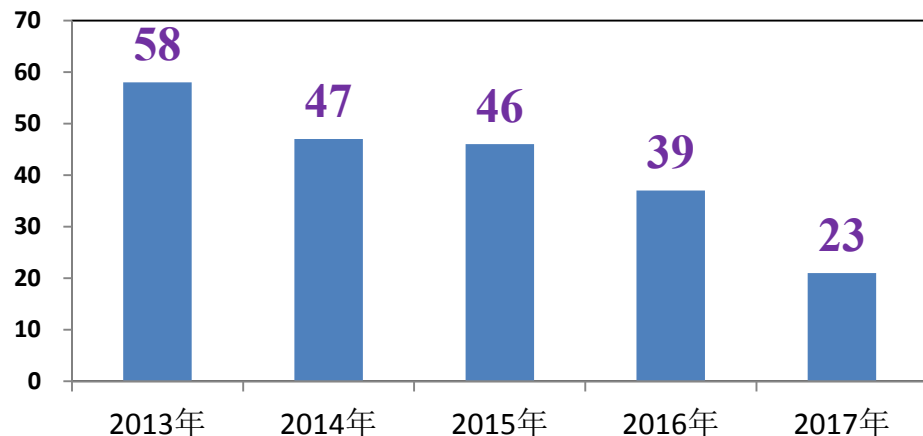
PM_{2.5}月均浓度变化



- 从近五年各月最低月均浓度看，2015年有1个月（9月）浓度最低，2016年有2个月（1月、2月）最低，反映气象条件波动对空气质量的明显影响；
- 而2017年则有9个月月均浓度达到历史同期最低，1个月为次低；
- 自4月份以来，月均浓度均低于60微克/立方米，11、12月下降超50%。

空气重污染情况

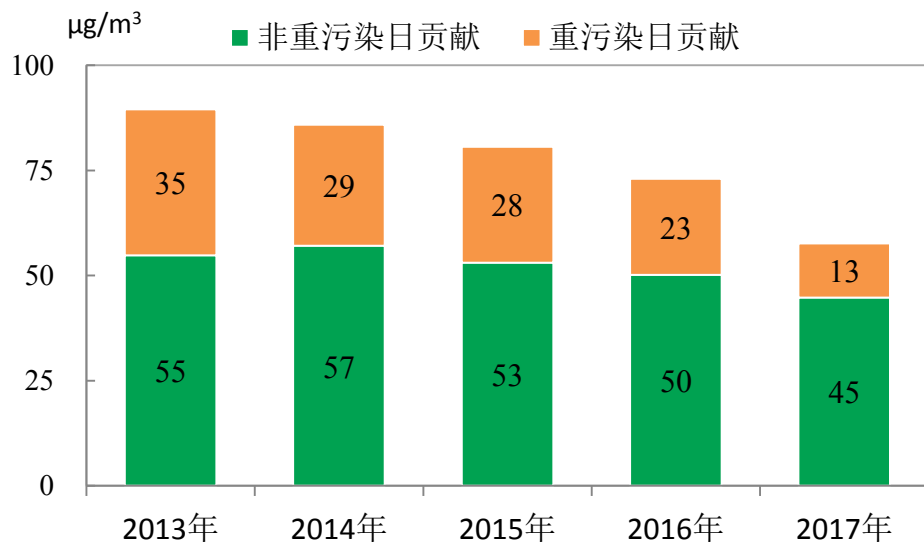
重污染天数



□ 2017年，我市共发生重污染23天，比2013年下降60.3%。

□ 2013-2017年，我市重污染天数呈逐年下降趋势，其中2013年-2016年重污染天数分别为58、47、46和39天，2017年降低幅度最为明显。

□ 近5年重污染对PM_{2.5}年均浓度的贡献逐年减少，其中2017年不仅重污染天数大幅减少，重污染对年均浓度的贡献降至13微克/立方米，占总浓度的22.2%。



空气重污染概况

次数	开始时间	结束时间	重污染持续天数	单日PM _{2.5} 浓度最高值	重污染日平均浓度
1	1月1日	1月7日	7	454	275
2	1月25日	1月26日	2	178	168
3	1月28日	1月28日	1	345	345
4	2月3日	2月4日	2	245	206
5	2月14日	2月15日	2	243	214
6	3月19日	3月19日	1	222	222
7	10月26日	10月27日	2	170	162
8	11月6日	11月6日	1	152	152
9	12月2日	12月2日	1	152	152
10	12月29日	12月29日	1	175	175

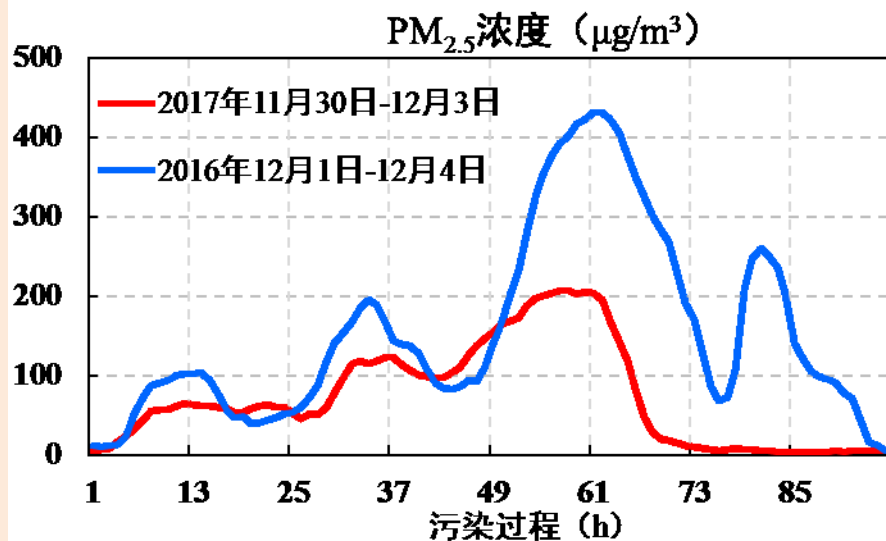
- 2017年共发生重污染过程**10次**，其中6次集中在1-3月，重污染过程最长持续7天，单日PM_{2.5}浓度最高值为**454**微克/立方米，最低浓度为**178**微克/立方米。
- 3月后重污染过程的发生频率和最大浓度都显著降低。

- 第四季度，共发生重污染过程**4次**，其中重度污染日**5**天，单日浓度最高为**175**微克/立方米，重污染日平均浓度为**152**微克/立方米。

	2017年 第四季度	2016年 第四季度
重度污染天数	5	19
严重污染天数	0	5
单日浓度最高值 (μg/m ³)	175	396
重污染日平均浓度 (μg/m ³)	160	208

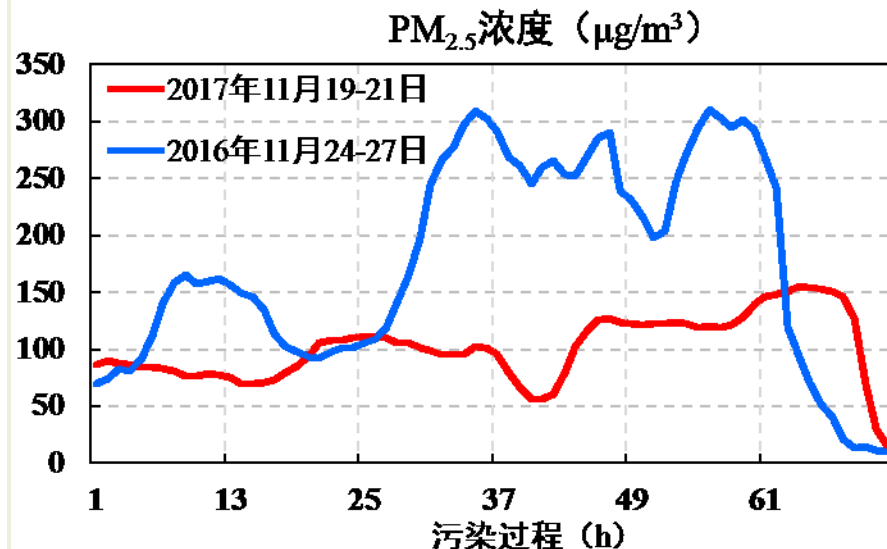


重污染相似案例



	2017.11.30-12.3	2016.12.1-4
峰值浓度 (μg/m ³)	207.5	430.5
重度污染小时数	15	11
严重污染小时数	0	18

- 前72小时均为三梯度增长，2017年过程污染消散更快，重度及严重污染小时数大幅降低
- 起点浓度接近，较严重逆温（800-1000米/5℃），相对湿度65%-75%，午后强偏南风、夜间静稳小风



	2017.11.19-21	2016.11.24-27
峰值浓度 (μg/m ³)	154.5	310.5
重度污染小时数	5	17
严重污染小时数	0	23

- 污染持续时间均为72小时左右，2017年过程浓度更低更平稳，消散更快
- 我市均受低压底部影响，具有强逆温（740米/7℃），平均风速2m/s左右，相对湿度中等偏高等相同点

2017年秋冬季重污染过程：**积累较为缓慢、峰值浓度较低、持续时间较短**

目 录 CONTENTS



1. 北京清空计划空气质量改善情况



2. 北京预警预报业务发展情况



3. 重污染天气预报及案例分析





北京市空气质量预报预警业务发展

1998

北京市大气污染防治第一阶段措施启动

1999

市科委课题《北京市城近郊区空气污染预测预报研究》

2001

预报工作开始业务化运行，并向社会发布预报结果

2006

市科委课题《北京市空气质量集成预报系统研究》

2008

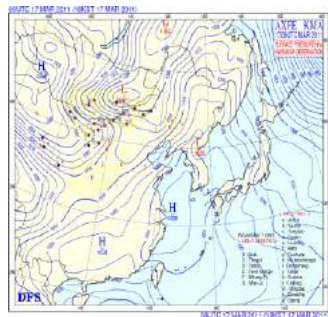
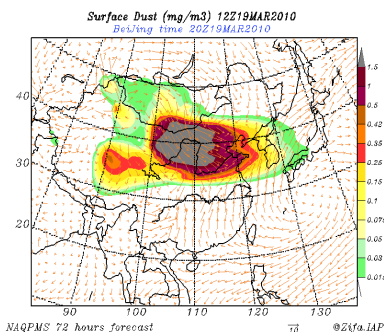
数值、统计模型建成，形成预报技术体系

2012

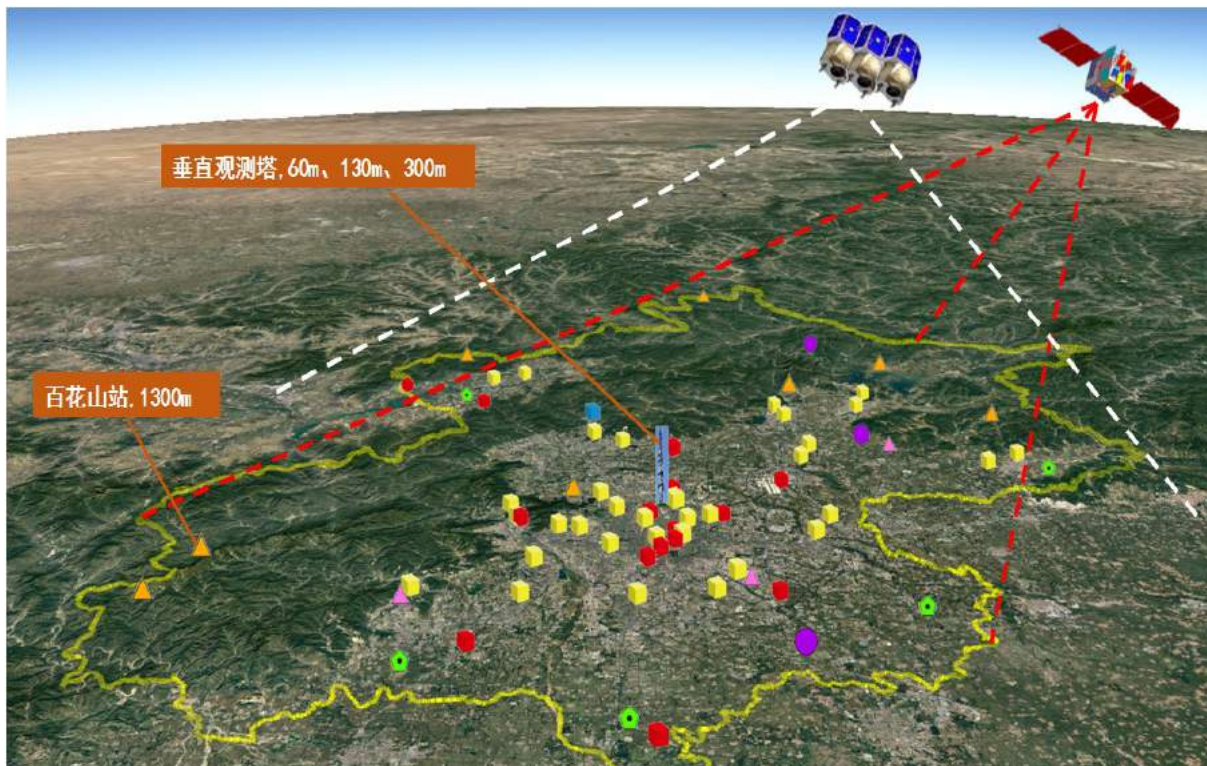
启动AQI标准预报技术研究

2013-至今

预报预警系统全面升级



北京市空气质量监测网络基本概况



➤ 常规监测(6项污染物)

- 环境评价
- 污染监控
- 区域传输

➤ 高密度监测

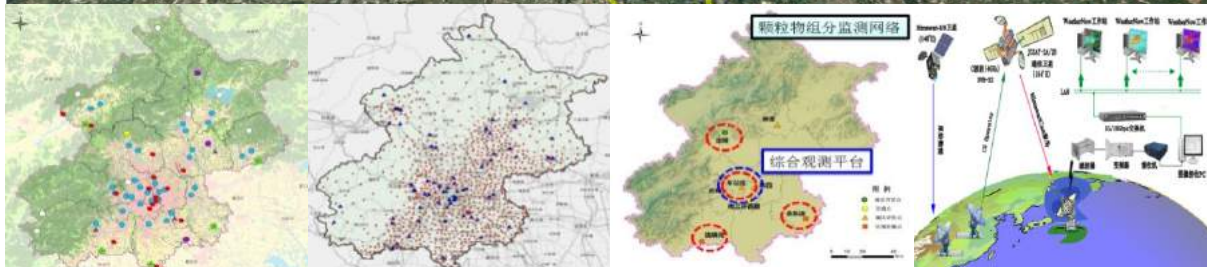
➤ 成分观测

- **PM_{2.5}组分网**：11点位，200余种化合物

- **PAMS光化学网**：8点位，100余种化合物

➤ 垂直监测

- 静止卫星、极轨卫星；激光雷达
- 垂直观测站



常规监测网

高密度监测网

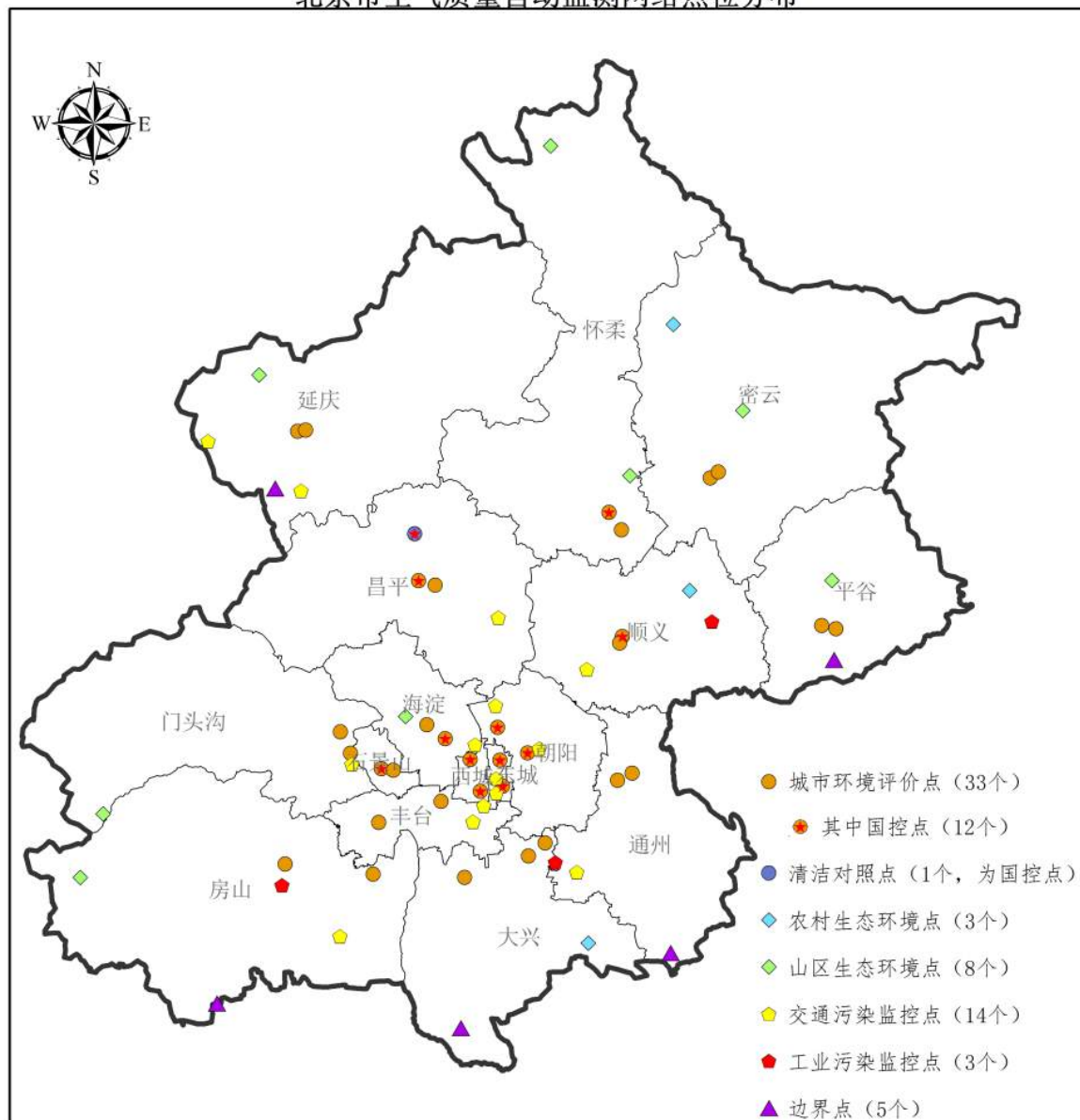
成分观测网

垂直监测网

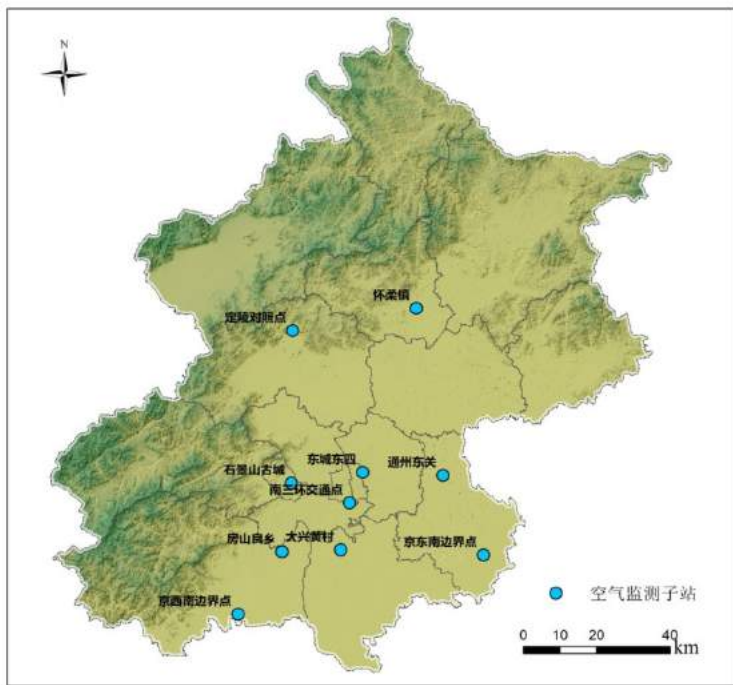


北京市空气质量地面监测网络

北京市空气质量自动监测网络点位分布



北京市颗粒物组分监测网络



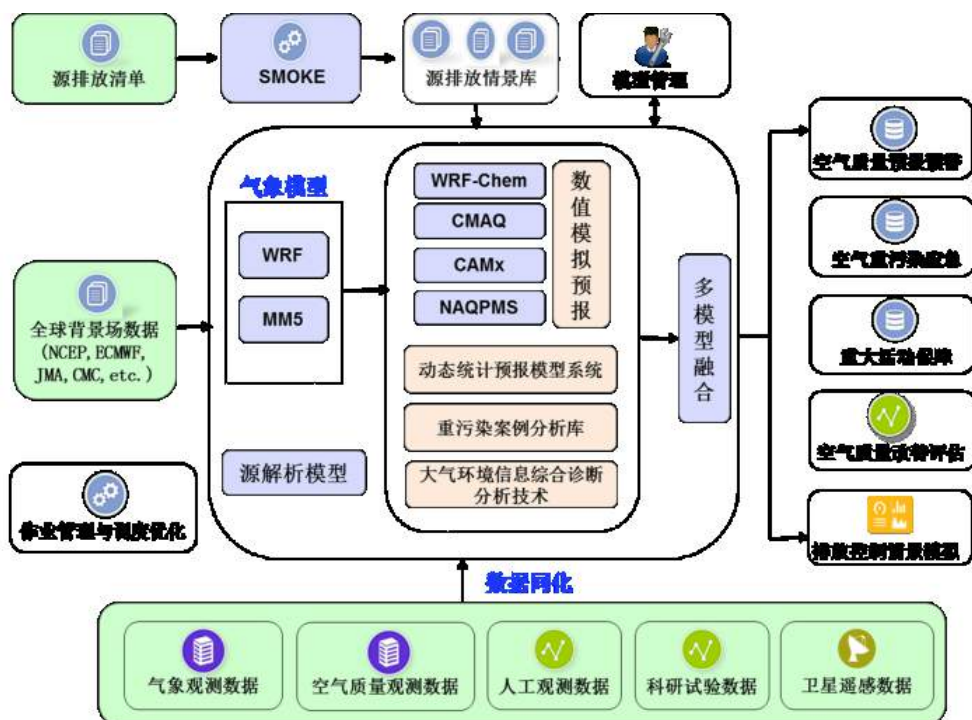
2017年

- 采集滤膜，11080张；
- 称重，33240次；
- 获得组分，30余万个；

序号	点位	类型	采样频次	组分
1	定陵	背景点	每6天1次， 其中东南、西南1-3月和11-12月每天采样	常规组分42种， 多环芳烃24种、 示踪物52种；
2	怀柔	北部		
3	琉璃河	西南传输点		
4	永乐店	东南传输点		
5	草桥	交通点	重污染及保障加密采样	车公庄点位增加 7种极性物种。
6	石景山	城区		
7	东四	城区	每天1次	
8	车公庄	城区	每天1次	
9	东关	东南城区	每天1次	
10	良乡	西南城区	每天1次	
11	黄村	南部城区	每天1次	

空气质量预报预警及决策支持平台

- 集成多项技术，建立北京市先进的空气质量预报预警技术体系，有力支持预报预警工作，并形成全国性的技术引领及示范作用。
- 构建完善的北京市空气质量预报预警产品服务体系，提供短期预报、中期预报以及长期趋势预报等产品，为北京市的空气重污染应急、重大活动保障、大气污染防治等工作提供重要业务支撑平台。
- 在全国空气质量预报预警体系建设起到引领示范作用。



北京市空气质量预报预警及决策支持技术体系

- 2015-2017年，利用市发改委支持5000万资金，建设新一代空气质量预报预警及决策支持平台
- 建设有先进的预报预警会商中心，面积超过达到800平方米左右。
- 高性能计算中心计算能力达到88万亿次每秒，支持业务应用平台及5种数值模型的运行
- 预报预警平台集成了环境数据综合分析、重污染案例库、预报预警业务应用、决策支持平台

功能模块：GIS展示、重污染案例分析、源解析

1. GIS重污染综合观测数据分析与展示

- 基于GIS的污染监视
- 空气质量监测点位数据显示

2. 区域重污染案例分析

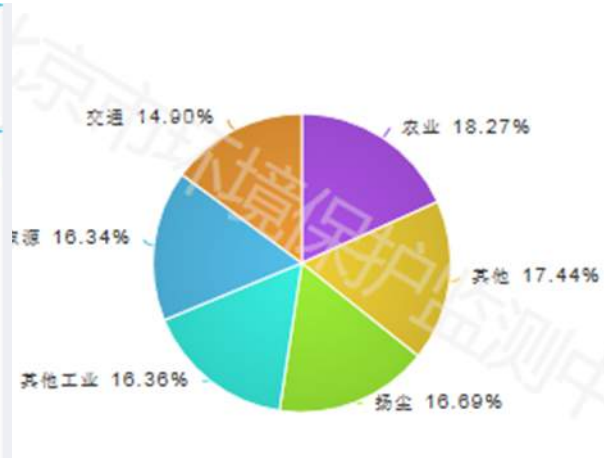
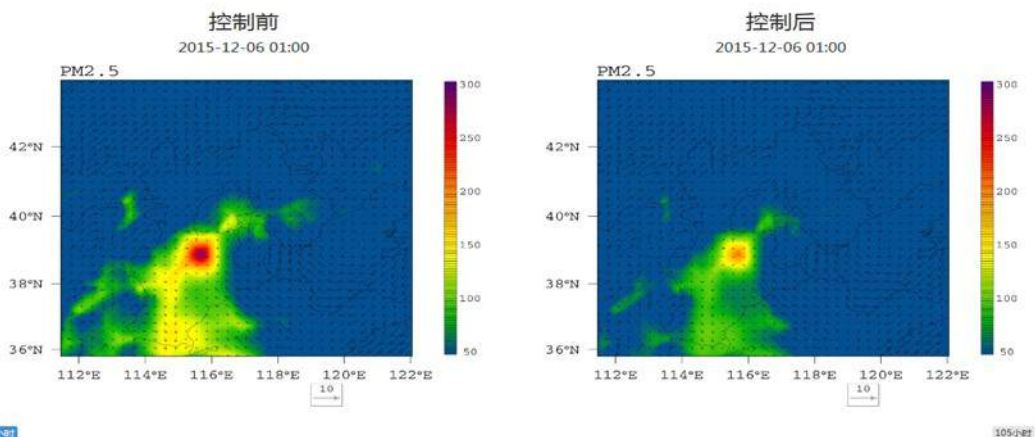
- 重污染案例库的管理和汇总统计
- 重污染过程传输分析
- 重污染过程的组分分析

3. 源快速解析与应急评估

- 污染控制方案效果评估
- 污染来源解析：不同类型源、不同地区贡献



日期	城市	污染类型	最大浓度	超标天数	超标倍数	污染指数	污染指数	污染指数	污染指数	污染指数	污染指数
2016-01-01	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-02	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-03	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-04	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-05	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-06	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-07	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-08	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-09	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-10	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-11	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-12	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-13	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-14	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-15	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-16	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-17	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-18	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-19	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100
2016-01-20	北京市	PM2.5	100	10	1.0	100	100	100	100	100	100



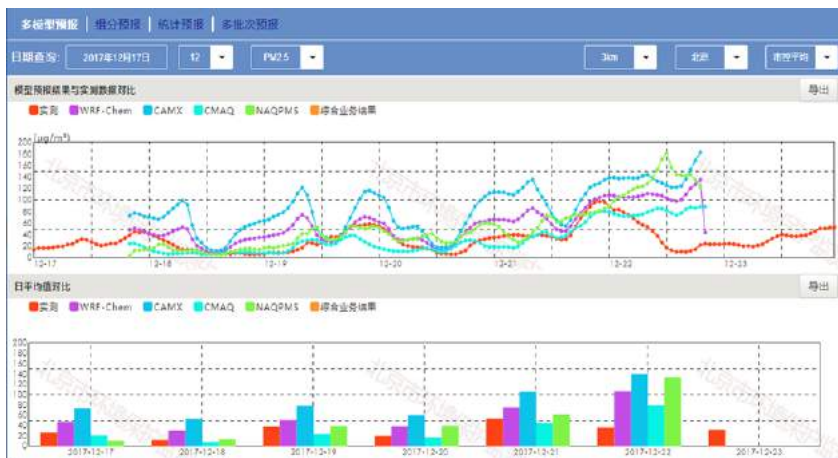
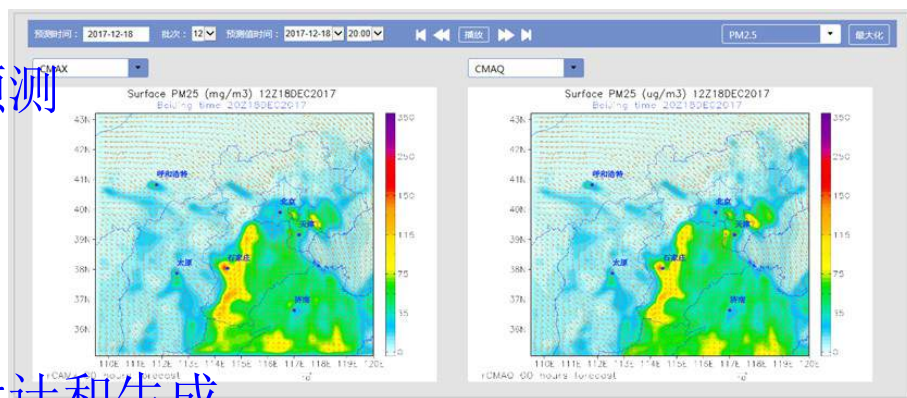
功能模块：多模型预报及多地预报会商

4. 多模型趋势预报查询

- 给出特定区域所有模型的污染预报和观测数值
- 模型结果多维展示
- 提供多种模型未来5天各项污染物（PM2.5、PM10、及O3等）浓度预报的空间分布分析。
- 空气污染扩散条件中长期预测

5. 多地重污染预报会商

- 预报会商结论填写
- 历史会商结果查询
- 区域重污染综合预报产品设计和生成



北京未来空气质量预报结论

预报数据

北京未来空气质量预报统计

日期	专家	Cmaq_00	Cmaq_12	Naqms_00	Naqms_12	统计	当日预报天气
5月8日	0	1	1	1	2		
5月8日	0	1	1	3	2		
5月8日	0	2	2	3	3		
5月8日	0	1	2	2	3		
5月8日	0	1	1	3	3		

公众：

与宣传部门密切配合，对热点事件增加发布形式和频次，快速调动媒体或直接形成宣传通稿

数字化预报预警会商大厅



支持区域视频会商及应急
污染控制调度

C会议空气质量专报

(第 1.3 期)

保护站。北京市气象局 2014 年 11 月 8 日

气胸-胸片

18.0~24.0 岁年龄平均 AQT 的总估计为 99~118。二重点, 见图 1。

44 附 7 日空气质量日报

	AQI 指数	首要污染物	级别	描述	PM ₁₀ 浓度 (微克/立方米)
东郊公园站	42	NO ₂	2	良	43
奥体中心站	33	NO ₂	2	良	40
奥体中心站	43	—	2	良	39

6. 華語國際中心

二、空气质量预报

9日我市地面以偏南风为主,风速较小,扩散条件一般,空气质量达到轻—中度污染级别。10日扩散条件更不利,污染状况加重,可能达到中度重度的污染水平。11日上午冷空气开始影响北京,空气质量将转良,并持续至12日。

1

向管理部门提供

北京市环
北京市

2014 年 APEC
空气质量—
(2014 年 8 月)

日期	气胀事故事件与 气胀预防措施
8月6日	发现气胀控制, 情况严重, 气胀事故控制。
8月7日	继续检查高压气胀控制, 气胀事故控制。
8月8日	检查气胀控制, 气胀事故控制。
8月9日	检查气胀控制, 气胀事故控制。
8月10日	检查气胀控制, 气胀事故控制。
8月11日	检查气胀控制, 气胀事故控制。
8月12日	检查气胀控制, 气胀事故控制。

主送：县工同方、县农同志。

1月4日	受弱冷空气影响, 空气质量轻度下降, 能见度较差, 偶有冰、雨夹雪, 气温在-5~0℃	3	3月1日~3月7日	北京市空气质量	
1月5日	早晨雾转小雾, 能见度下降, 偶有冰、雨、雪, 空气质量必须保持	2~	日期	污染指数和污染等级	备注
1月6日	雾转阴有小雪, 能见度下降, 偶有冰、雨、雪, 空气质量必须保持	2~	3月1日	受弱冷空气影响, 能见度下降, 空气质量轻度下降	
1月7日	雾转阴, 能见度下降, 偶有冰、雨、雪, 空气质量必须保持	2~	3月2日	冷空气影响, 能见度下降, 空气质量轻度下降	
1月8日	雾转阴, 能见度下降, 偶有冰、雨、雪, 空气质量必须保持	2~	3月3日	冷空气影响, 能见度下降, 空气质量轻度下降	
1月9日	雾转阴, 能见度下降, 偶有冰、雨、雪, 空气质量必须保持	2~	3月4日	冷空气影响, 能见度下降, 空气质量轻度下降	
1月10日	雾转阴, 能见度下降, 偶有冰、雨、雪, 空气质量必须保持	2~			

注: 北京市空气质量监测点有一定不确定性, 具体以北京市环保局的公告为准。

注: 中短期空气质量预测有一定不精准性, 具体以

建 议	1. 特别关注经济降温风险, 同时 2. 按时启动北京 APEC 会期 3. 强化执行力度, 加强宣传 4. 落实周边五省市 APEC 相关 5. 强化服务, 保定、保家庭、 6. 山区地区资源的改善, 确保高质
专家 签名	王 斌 李 斌 孙 陈 昆 冯 康

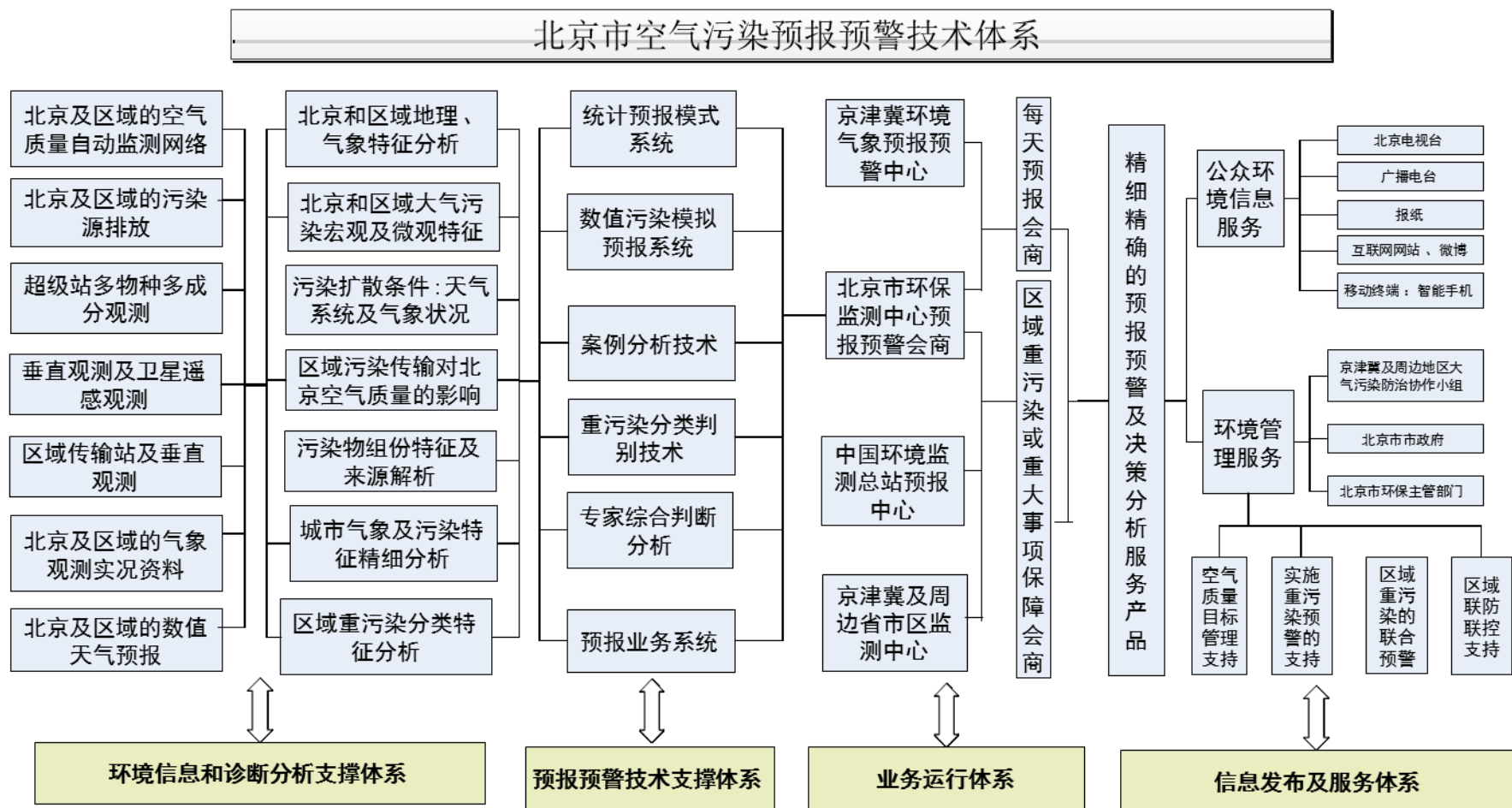
联系人：王昌森

磁系能



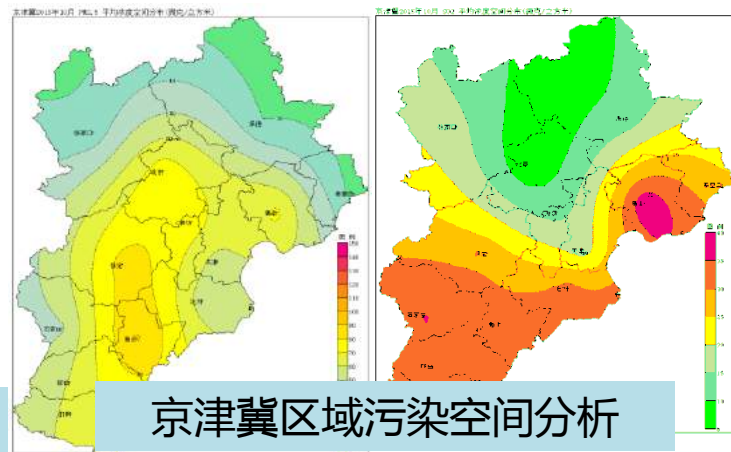
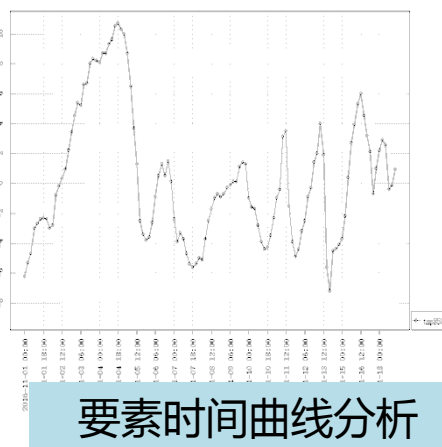
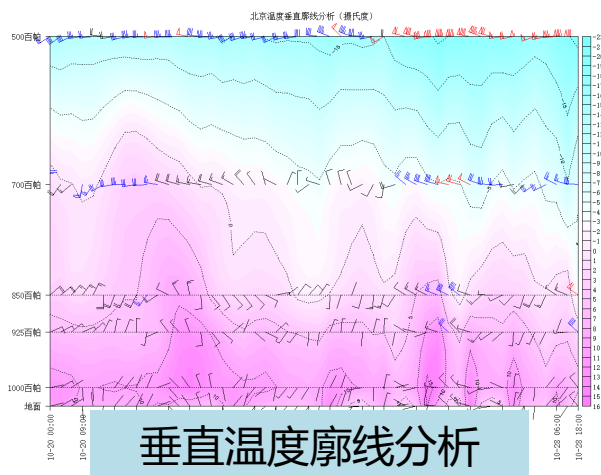
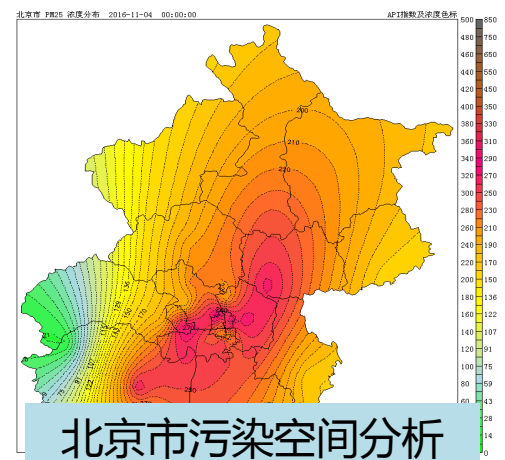
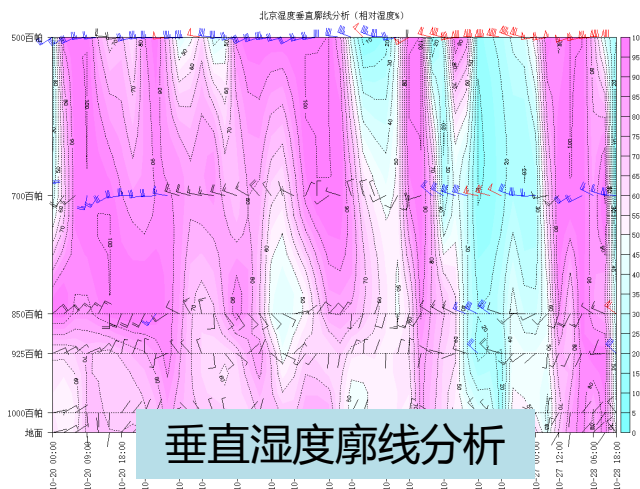
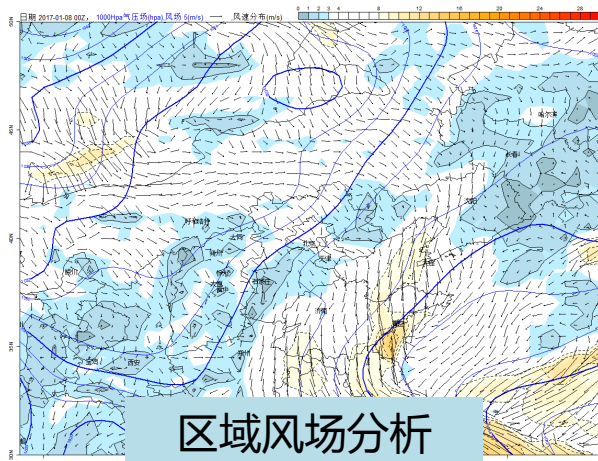
北京市空气质量预报预警技术体系

北京市空气质量预报预警技术体系



诊断分析技术

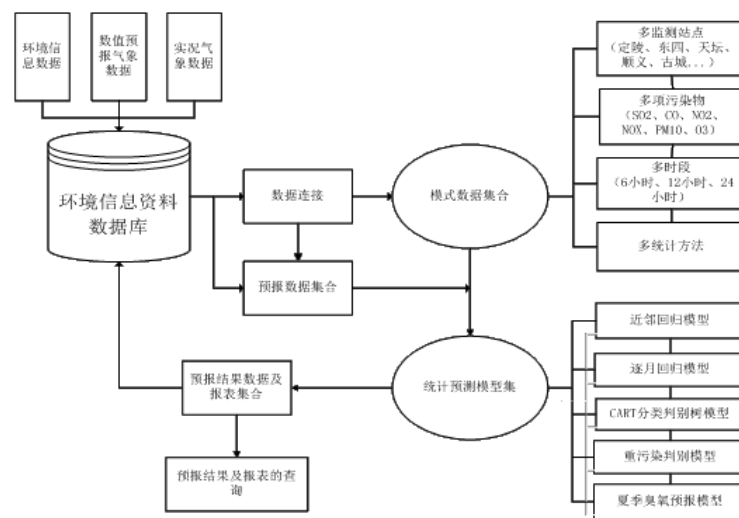
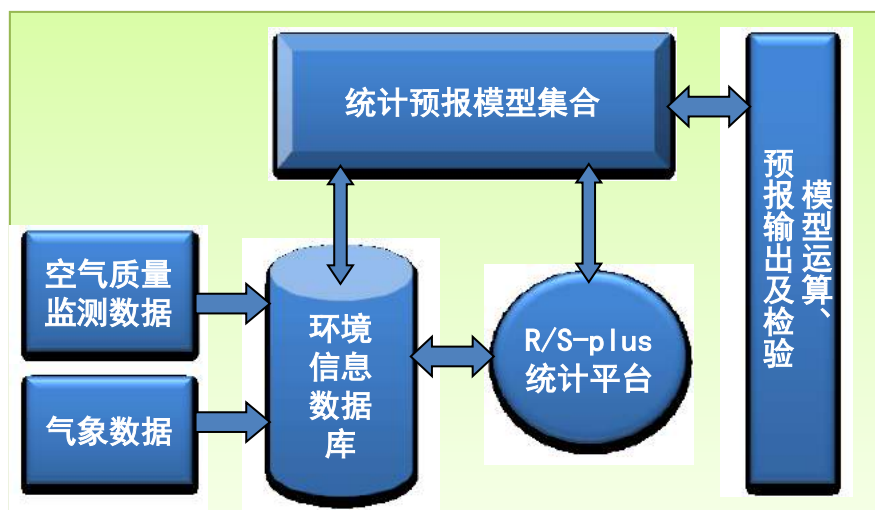
进一步完善区域环境信息诊断分析方法，建立天气形势要素场分析，流场分析、风、温度、湿度、垂直运动等要素的垂直廓线分析，北京及区域空气质量的时空分析等诊断分析技术。



空气质量动态统计预报技术

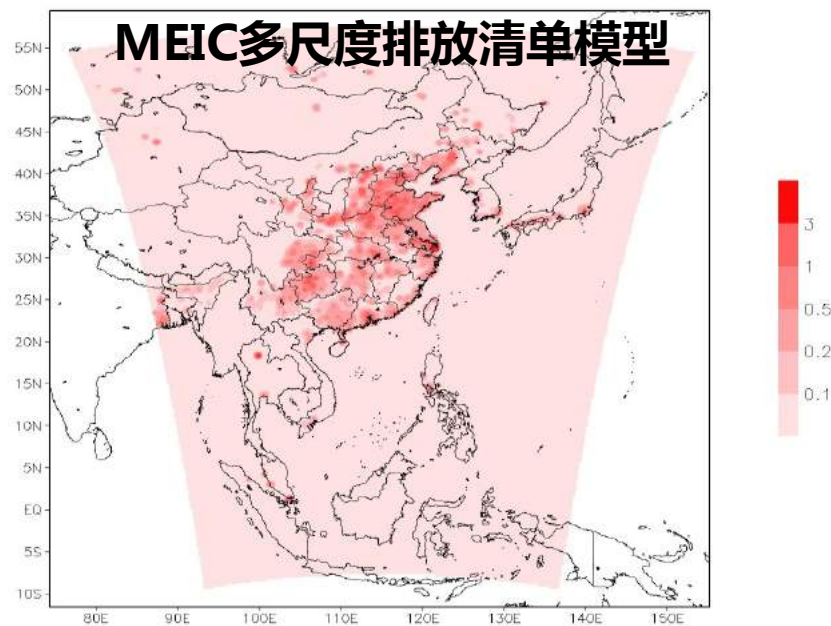
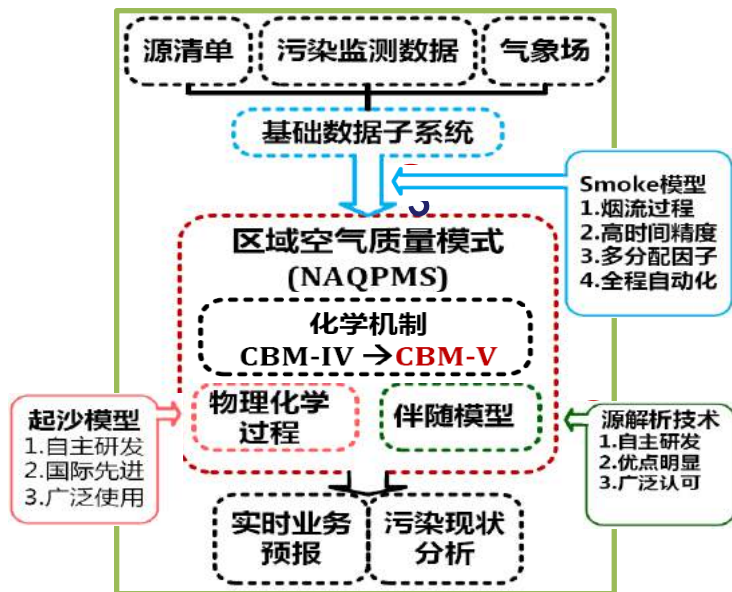
基于动态统计建模技术，建立京津冀区域主要城市的动态统计预报模型，对区域空气质量预报预警工作发挥了重要的技术支持作用。

- ❑ 动态模型综合大数据及统计方法，批量建立模型，并根据模型筛选策略选择最优模型集合；
- ❑ 动态模型随空气质量、污染源、气象条件等影响因素的变化而自动调整，改变了静态统计模型适用期短的缺陷，形成了业务适用性优良的预报模型体系。
- ❑ 针对京津冀13个主要城市按照AQI标准，针对PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂、SO₂、O₃等全项污染物建立预报模型，并输出未来7-10天的空气质量预报。
- ❑ 在北京及区域空气重污染预报工作中发挥了重要技术支持作用。

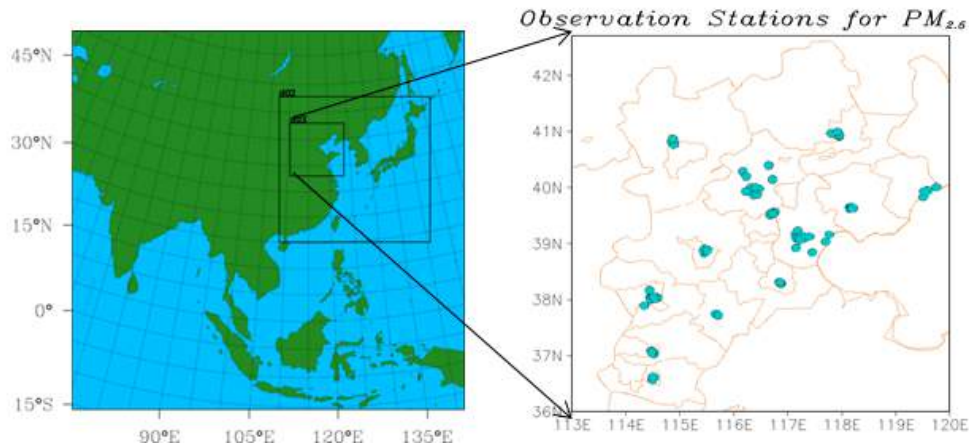


数值模型模拟预报技术

WRF（气象）+ NAQPMS（污染）+ 三重嵌套



模式区域设置和观测站点分布



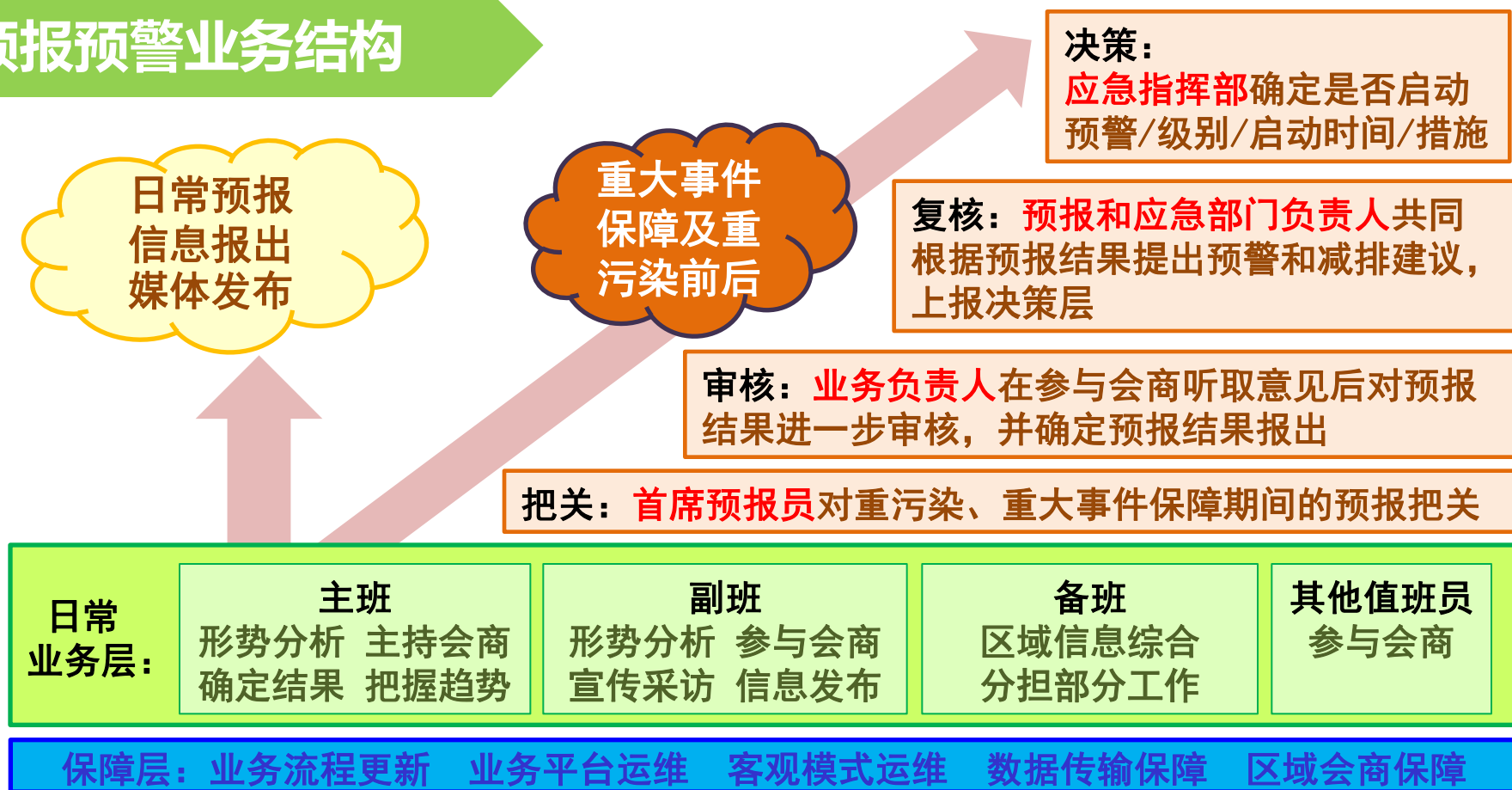
模式设置

模拟区域	东亚/中国中东部/京津冀
水平分辨率	45km/15km/5km
垂直分层	不均匀分为20层
坐标系	Sigma-Z地形追随坐标系

人员组成和业务结构

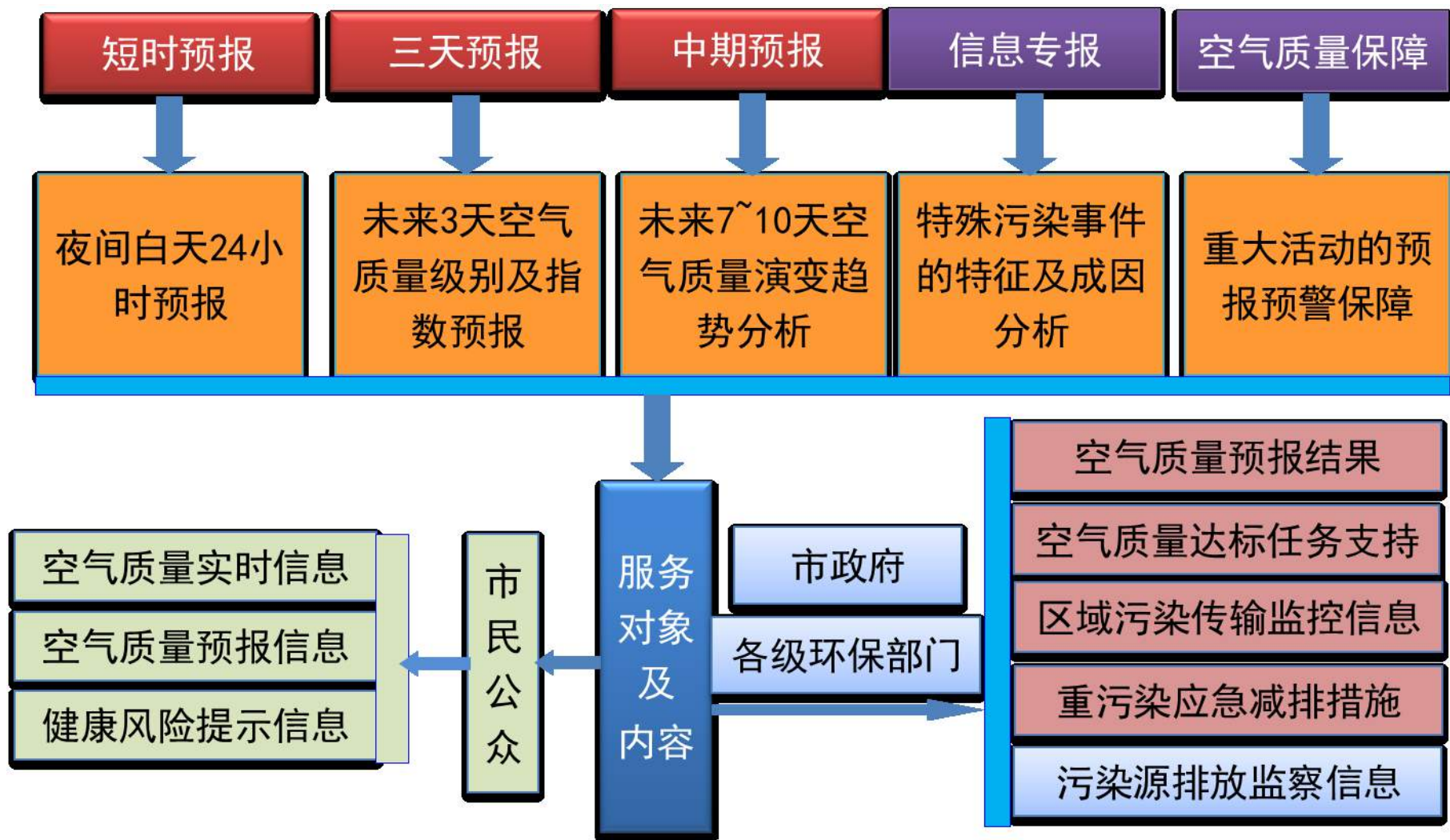
1. 分析+日报+预报业务：17人，首席预报员5人，超过十年分析预报业务经验的8人
2. 职称：正高级1人，副高级6人，工程师8人，专业结构：环境、气象、化学、计算机等

预报预警业务结构





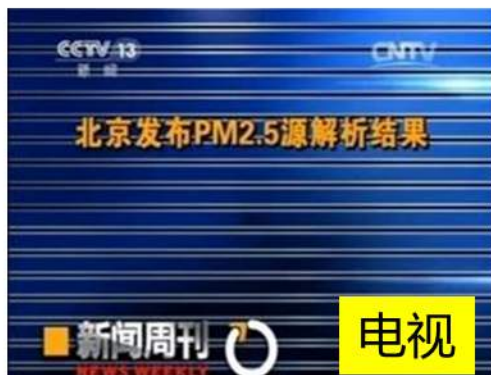
北京市空气质量预报预警产品及服务体系





管理支撑及社会效益：信息发布及公众环保宣传

多渠道发布空气质量信息



发布微博1.4万条，粉丝150万

12月25日我市重污染情况分析

2015年12月25日 11:04 | 阅读 4019 | 删除

24日上午，我市中心城区PM2.5浓度维持在50微克/立方米左右，空气质量为二级，随着控制风，东高西低大。同立方米六级严

**微博动态发布常规
预报预警信息，污染
态势追踪和专家分析
解读、各类科普信息**

25日白天到夜间，我市继续受低压系统控制，弱南风，湿度接近饱和，目前的高浓度污染气团将持续滞留，并叠加本地污染排放的积累，污染难以缓解。26日北部弱冷空气开始影响我市，但移动较为缓慢，由于前期污染物浓度高，预计午后我市自北向南空气质量才有明显改善。27日在冷空气的持续作用下，我市空气质量可达到良至轻度污染级别。

五年来，公众对于官方的监测数据和预报结果，由质疑到**信任**；对空气重污染过程，由焦虑无助到**积极应对、主动防护**；对大气污染防治工作，由身在其外到**参与其中**。

空气质量预报预警信息和相关的技术解读，已经成为指导公众健康防护、科普大气污染知识，倡导绿色生活方式**必不可少的公共服务**。

目 录 CONTENTS



1. 北京清空计划空气质量改善情况



2. 北京预警预报业务发展情况



3. 重污染天气预报及案例分析



重污染天气预报业务流程



预报预警业务结构

日常预报
信息报出
媒体发布

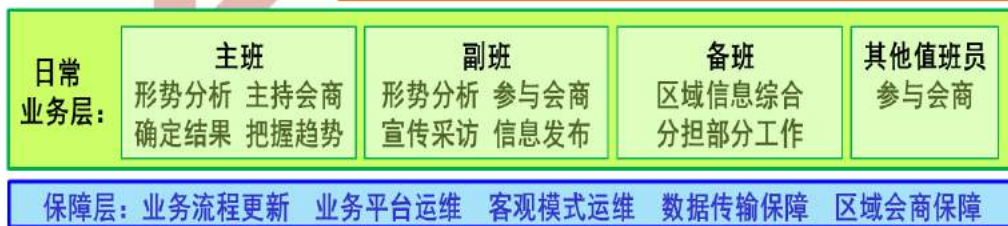
重大事件
保障及重
污染前后

决策：
应急指挥部确定是否启动
预警/级别/启动时间/措施

复核：预报和应急部门负责人共同
根据预报结果提出预警和减排建议，
上报决策层

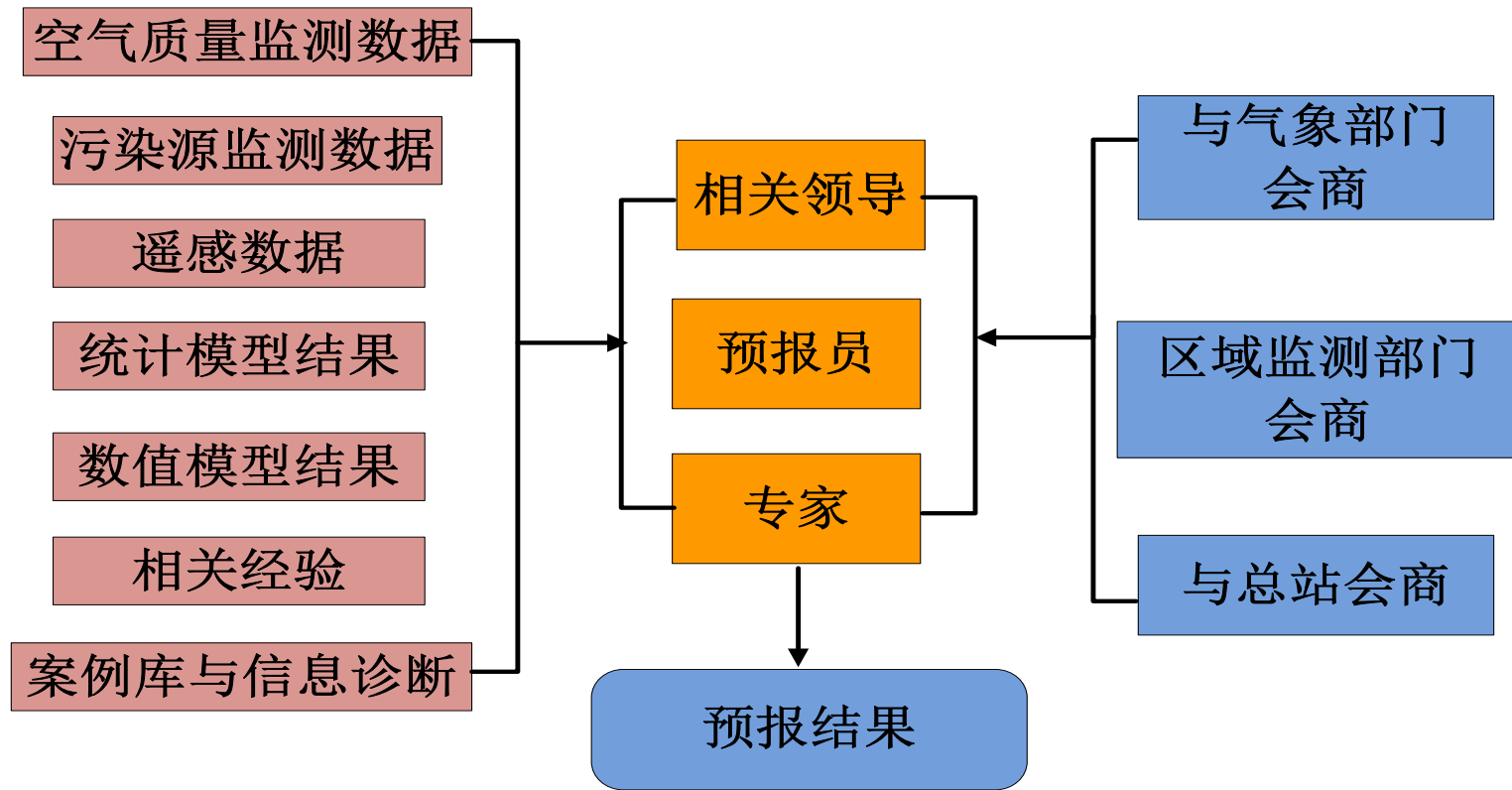
审核：业务负责人在参与会商听取意见后对预报
结果进一步审核，并确定预报结果报出

把关：首席预报员对重污染、重大事件保障期间的预报把关



- ✓ 在同一界面完成日报预报业务；
- ✓ 根据任务的时间节点和依赖关系进行流程跟踪和监控；
- ✓ 每日值班主副班各一名，重污染时期增加主副班备班、信息发布岗及新闻岗。

专家综合诊断—技术与经验的结合



□ 主观订正极为重要，仅靠客观预报在重污染预警中风险极高。（NCEP、欧洲中心、日本、韩国，各有特点，互相校验）

北京市空气重污染预报预警统计

- 2014年北京市共发生空气重污染45天，全年先后启动重污染预警18次30天，对出现PM_{2.5}重污染的**预警准确率达到70%左右**。

蓝色预警11次11天

黄色预警5次10天

橙色预警2次9天

- 2015年北京市共发生PM_{2.5}空气重污染42天，全年先后启动重污染预警19次41天，对出现PM_{2.5}重污染的**预警准确率达到97%**。

蓝色预警8次9天

黄色预警7次20天

橙色预警2次9天

红色预警
2次7天

- 2016年北京市共发生PM_{2.5}空气重污染37天，全年先后启动重污染预警15次36天，对出现PM_{2.5}重污染的**预警准确率达到97%**。

蓝色预警6次6天

黄色预警7次16天

橙色预警1次9天

红色预警
1次6天

- 2017年北京市共发生PM_{2.5}空气重污染20天，全年先后启动重污染预警12次26天，对出现PM_{2.5}重污染的**预警准确率达到100%**。受减排作用影响，实况与预报值相比偏低，未造成重污染。

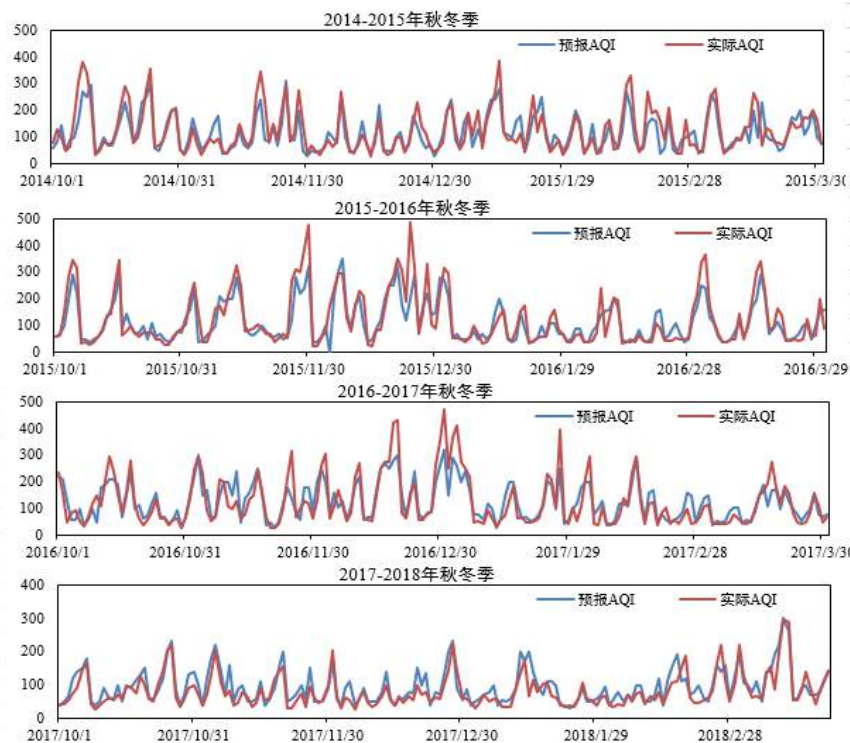
蓝色预警5次5天

黄色预警4次6天

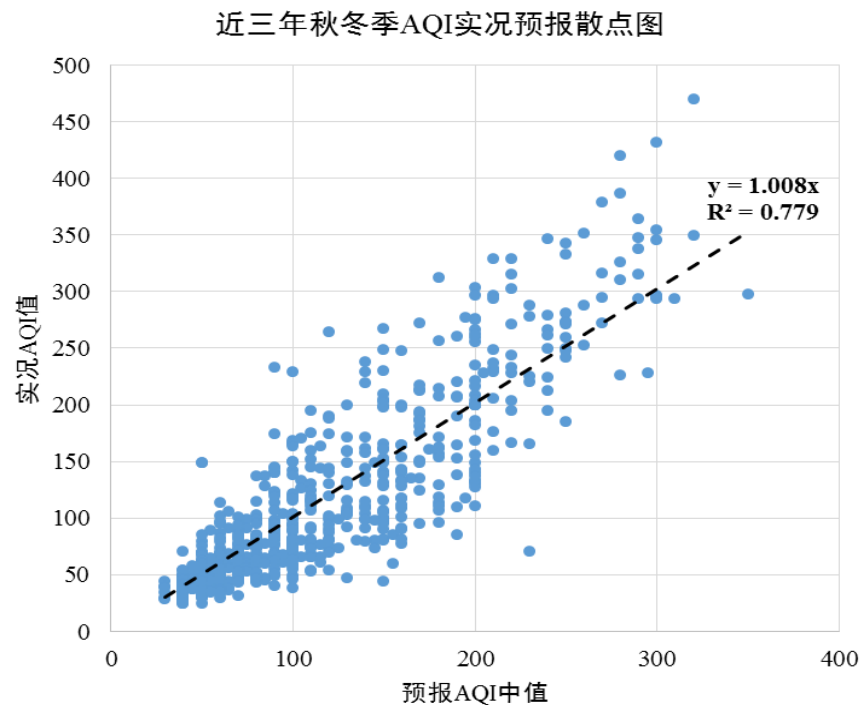
橙色预警3次15天

空气质量预报预警技术评估

- 2014-2017年，北京市空气质量综合**预报级别准确率超过85%**，PM_{2.5}重污染日共计145天，发布各级别空气重污染**应急预警66次**，**重污染日应急启动率92%**；
- 高级别的**橙色红色预警13次**，其中有**11次为提前几天发布**，**预警提前发布率达到85%**，为公众提供了及时的预警服务及健康风险信息提示，也为应急污染控制措施的制定和执行留出了较为充裕的决策和实施时间，提升了应对的科学性和有效性，也有效降低了企业的经济损失，降低了应急措施对社会公众的负面影响。



近几年预报与实况AQI时间序列分析



预报与实况AQI指数散点图分析

区域重污染的6种空间分布类型

- 太行山沿线类型：重污染区域主要集中在太行山前，存在山前堆积现象，占比达20%；
- 京津冀中部类型：污染集中在京津冀中部区域，占比为12%；北部类型，北京偏高

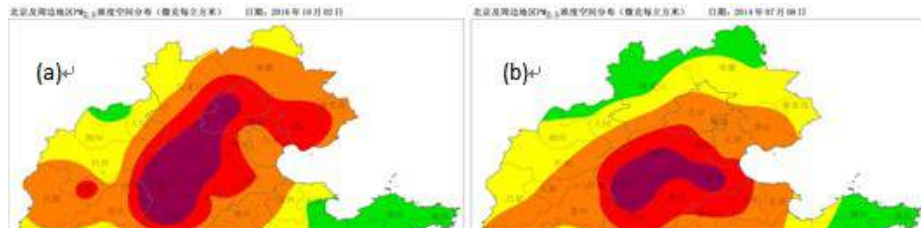
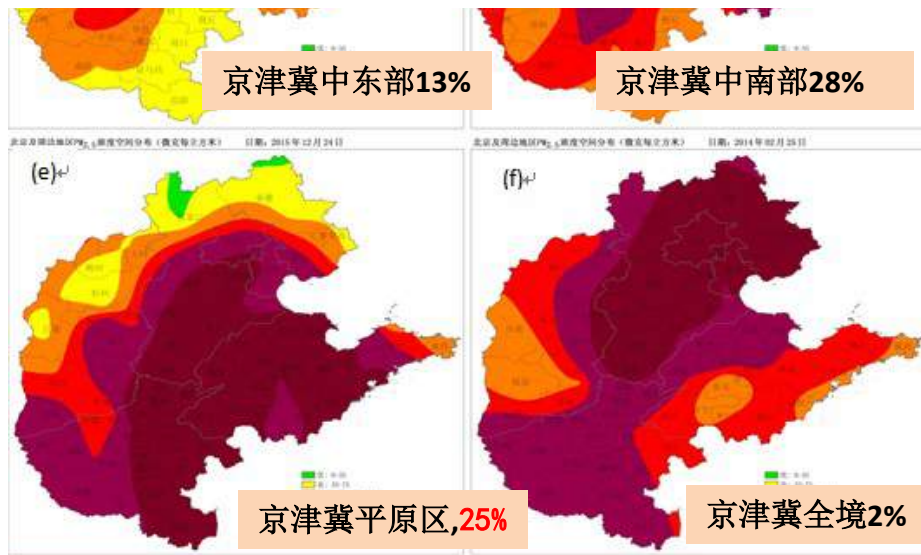
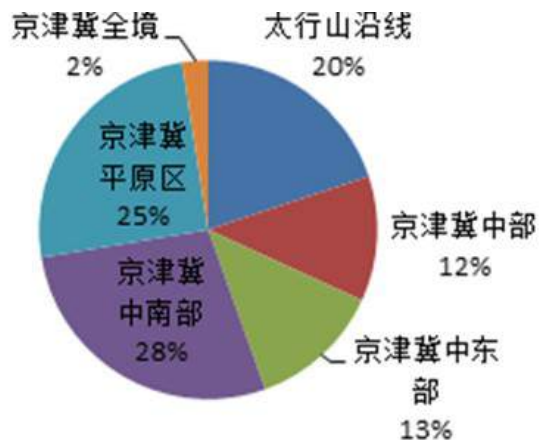


表 1 近 3 年来北京成为京津冀区域最高值的次数统计

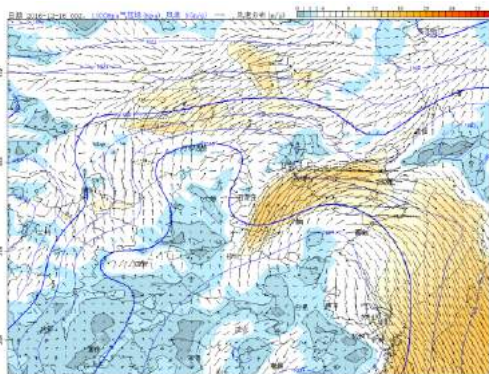
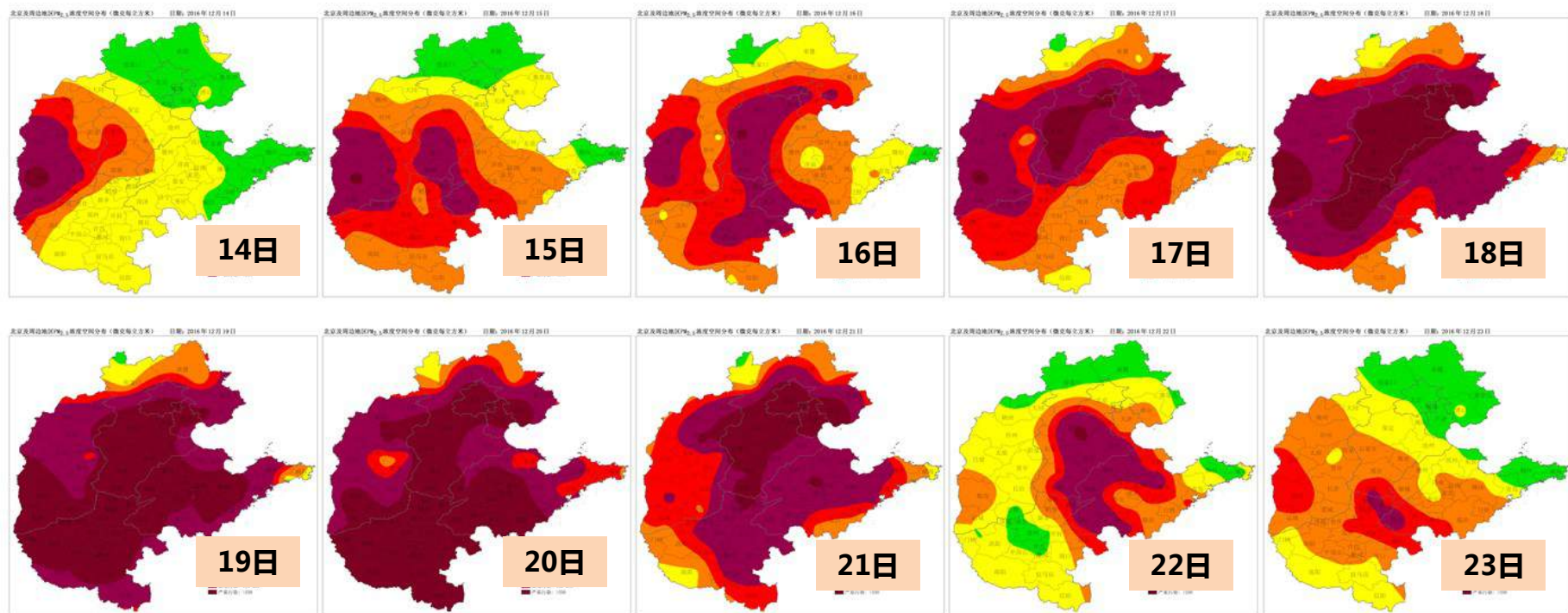
年份	优	良	轻度污染	中度污染	重度污染	严重污染	累计
2016 年	1	8	11	8	7	4	39
2017 年	0	7	13	5	1	2	28
2018 年至今	0	7	8	6	3	0	24
累计	1	22	32	19	11	6	91

况污染，此类污染影响面积最大，且污染层高度较高，但占比较少，约2%

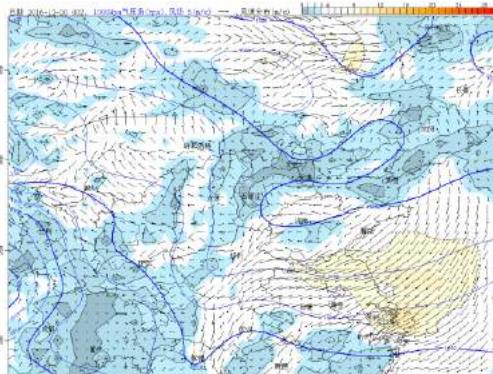


区域空气重污染红色预警 (2016/12/15-22)

□ 前期为区域南部形成重污染，并迅速扩大，18-21日范围最大，污染程度最重



第一阶段特征风场：平原地区持续较强偏西南风

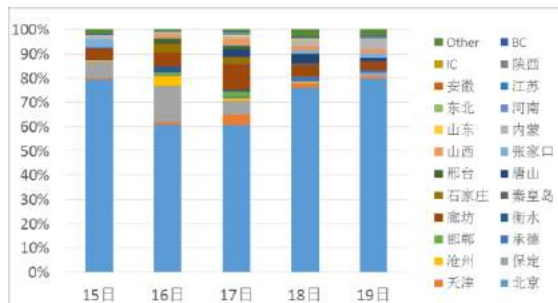
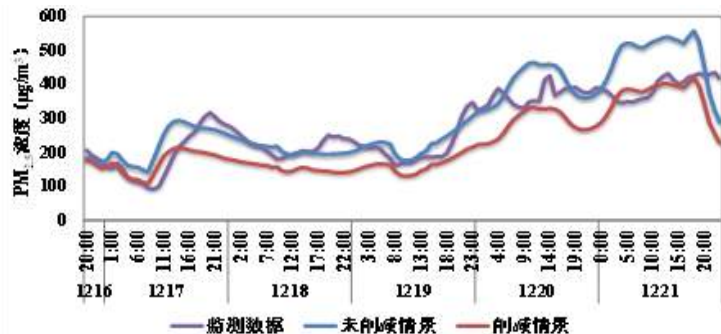
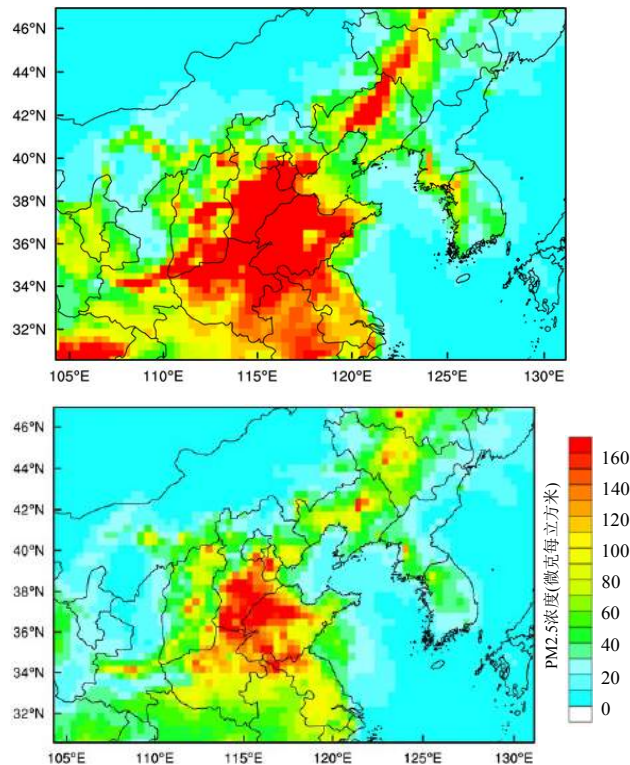


第二阶段特征风场：风速减小，形成静风-弱风速带

- 前期14-15日在山西及区域南部形成重污染；16-17日污染带北移，迅速扩大；18-21日已经演变为覆盖京津冀晋豫鲁的大范围严重区域性污染；22日逐步缓解，23日基本结束
- 15-18日偏西南风造成区域北部污染的汇聚；19-21日静稳高湿形成后，污染进一步加重，范围进一步扩大

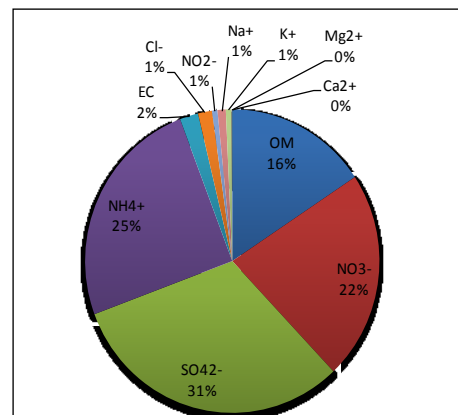
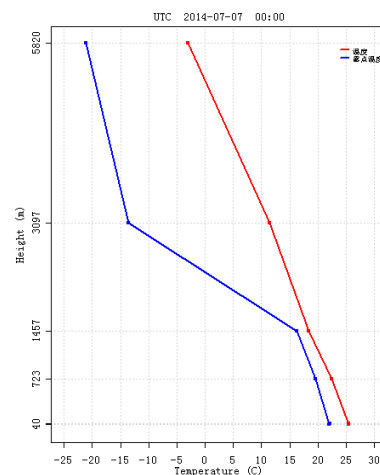
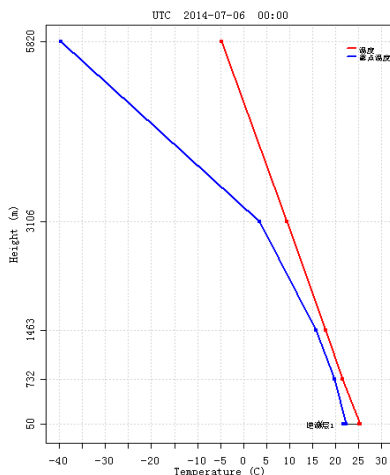
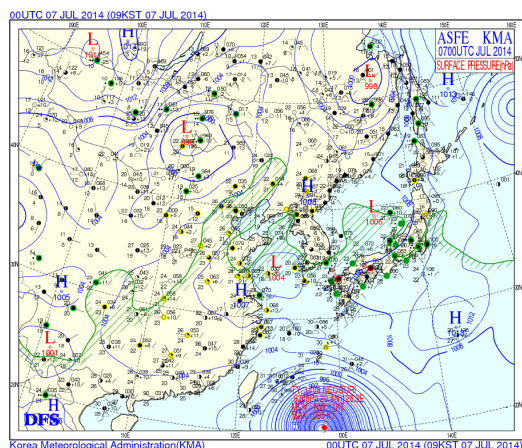
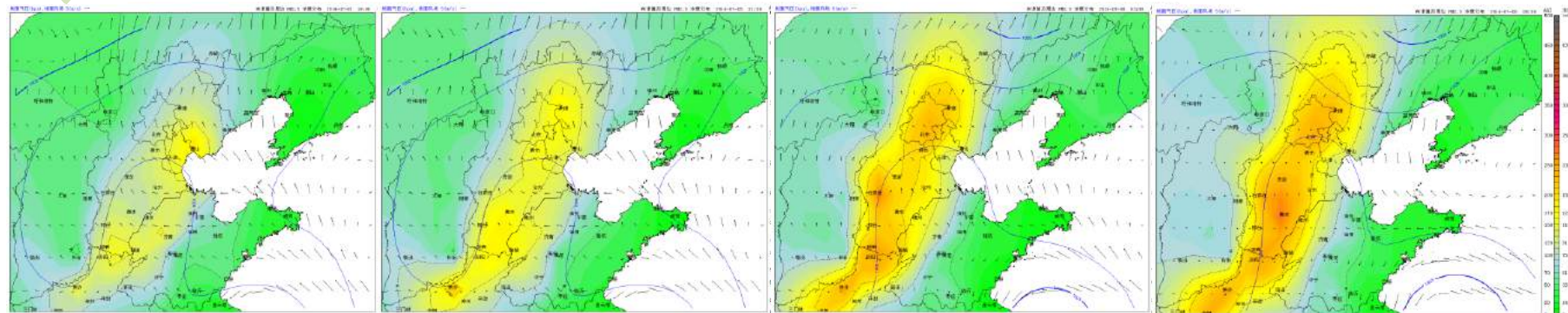
控制措施环境效果评估：改善效果模拟分析

- 采用WRF-CAMx双层嵌套网格对京津冀地区大气污染物进行数值模拟，模拟效果良好，PM_{2.5}模拟值与监测值逐时浓度趋势较为一致，相关系数为0.86。
- 设置2种情景进行对比分析：
 - 情景1：未考虑应急控制措施的实施；
 - 情景2：考虑了北京及区域应急控制的污染排放削减
 - 采用同样的气象背景场，则情景1与情景2的结果对比可定量描述应急预案措施实施的减排效果。
- 在区域减排情景下，北京PM_{2.5}浓度平均降低比例为20-32%，平均为25%左右。
- CAMx分源模拟结果：工业源、机动车、扬尘和其他源贡献：8.7%、11.6%、3.3%、1.4%
- PM_{2.5}浓度降低主要集中在太行山山前的华北平原区，浓度降低在50~100μg·m⁻³左右。
- 北京市外来输送的贡献率在20~45%左右，天津在35~50%左右，石家庄在20~30%左右。



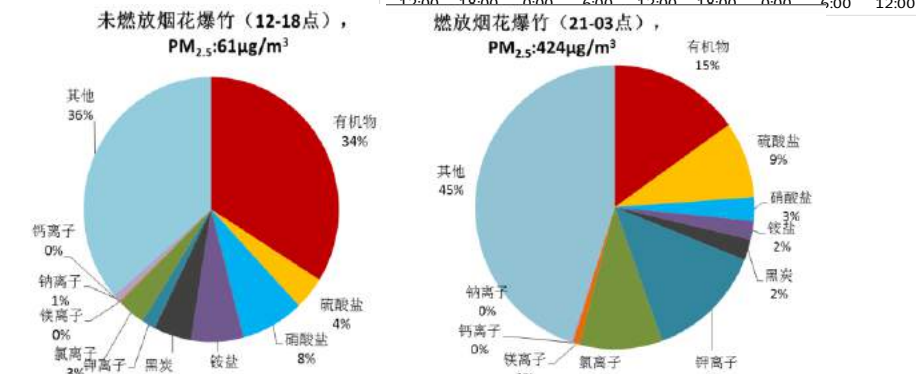
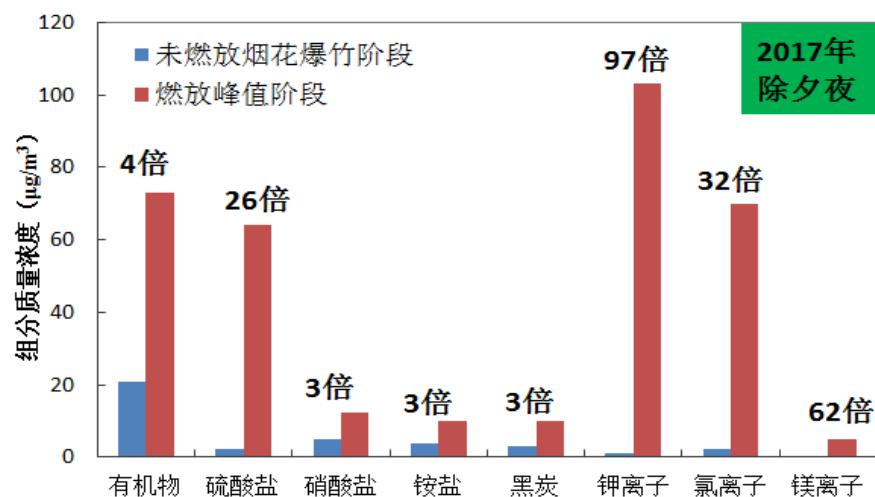
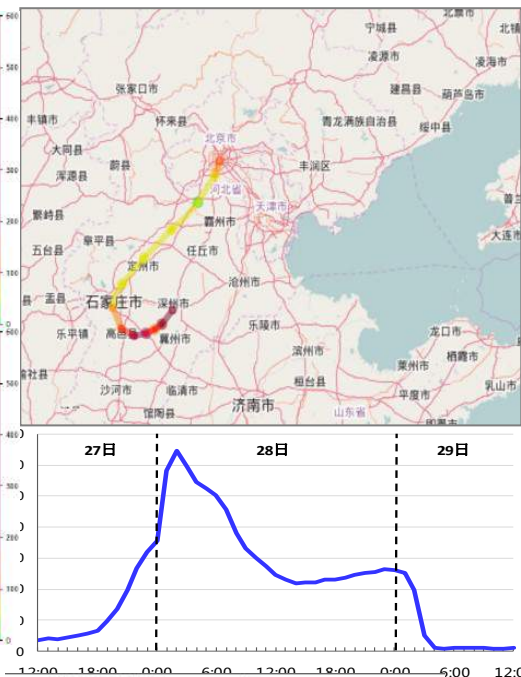
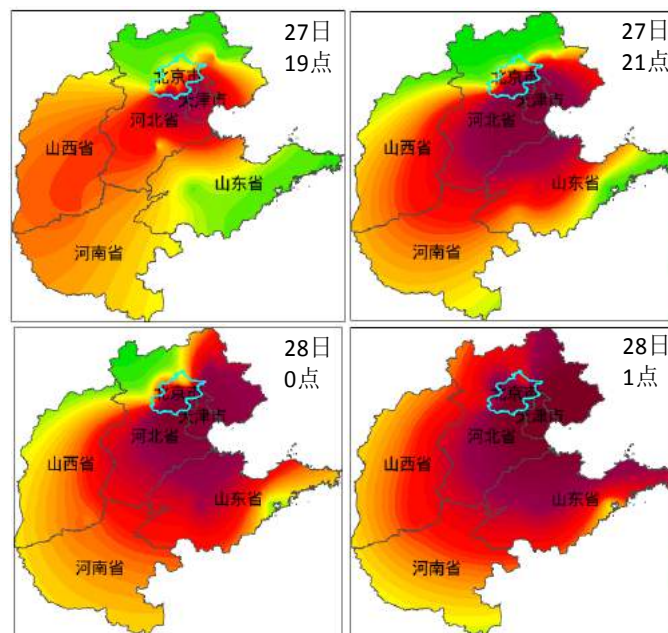
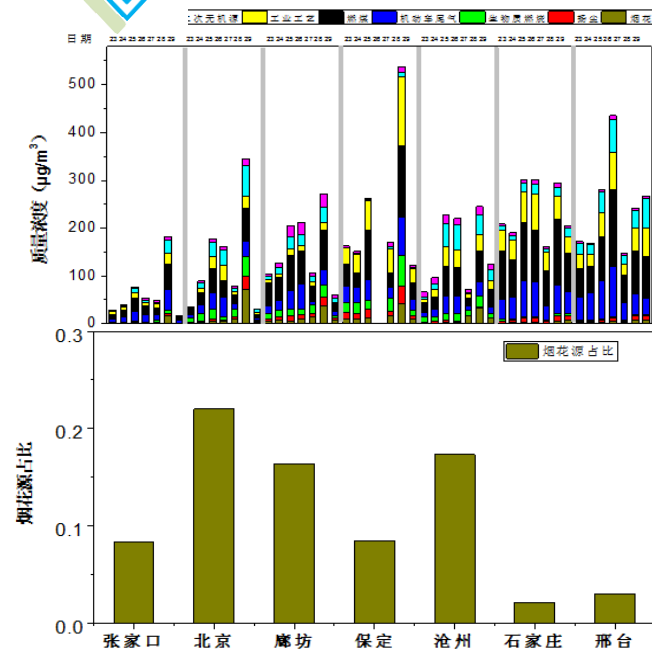
红色预警发挥了“削峰、降速”作用起到了明显的应急预警效果。

重污染案例：高湿度/东部污染传输/高硫酸盐型重污染



- ❑ **案例：2014年7月6-7日的重污染。**特征：区域为东风-东南风风场，湿度基本饱和，存在清晰的污染物自东向西传输，并逐渐加重，最后在太行山山前汇成重污染带；
- ❑ 由于东部燃煤污染排放，这类污染呈现非常典型的硫酸盐高占比；而且由于高湿度，硫酸盐、硝酸盐、铵盐3种二次无机盐的占比近80%；
- ❑ 显示出非常清晰的区域传输影响，在夏季及秋冬季均可发生，此种类型重污染的浓度水平相对较低。

重污染案例：2017年除夕烟花爆竹燃放型重污染



- 2017年除夕重污染过程北京受到南部区域污染传输影响。过程期间颗粒物烟花燃放直接贡献占21%，二次无机源贡献也有明显加重。



环境管理支撑：空气重污染应急/重大活动保障

全程参与环保部区域重污染预警应急会商，支持空气重污染应急工作在区域空气质量改善中发挥重要作用

- 近几年，项目研究团队**全程参加了**环保部开展的**50余次**区域重污染预警应急会商，为**大气司、监测司**做空气质量形势的综合分析及预警研判的专题汇报，并多次为区域重污染预警应急做**部长专题会汇报**，为区域**空气重污染预警研判及污染减排控制**，提供了优秀的技术支持。

在近几年的**APEC会议、抗战胜利大阅兵、全国两会、一带一路峰会、十九大**等系列**重大活动保障工作中**，项目团队及成果，在**环境监测评价分析、应急保障、实时源解析、预报预警支持、控制效果评估**等多个方面提供了良好的技术支持。

项目团队的贡献得到环保部的充分认可。



中华人民共和国生态环境部

应用证明

北京市环境保护监测中心承担的科技支撑计划“京津冀区域重污染预警技术改进集成及业务化示范”项目团队研究成果，在近几年京津冀及周边区域秋冬季空气重污染应急及系列重大活动保障工作中，在气象污染过程综合分析、颗粒物来源追踪及解析、预报预警研判分析、污染控制措施环境效果评估等诸多方面，持续为我市提供了高水平的技术支持，非但促进区域联防联控，促进区域空气质量整体改善中发挥了重要作用，做出了较为突出的贡献。特此证明。

主要技术支撑团队：张宏伟、符峰、董旭、李长坤、李健、刘保献、唐晓、高健、温皓、赵秀刚、陈魁、张良。





环境管理支撑：全国“两会”空气质量保障

- “两会”保障期间，课题组联合气象局共同会商，并制作“空气质量预报专报”上报市政府，共20余期。
- 课题组成员多次参加陈部长和张市长组织的调度会并汇报，直接支撑了“两会”期间的污染物减排措施的制订。

空气质量专报

(第 1 期)

北京市环境保护局、北京市气象局

2016 年 2 月 29 日

根据现有资料分析，“两会”期间我市空气质量总体呈现“两头较差，中间较好”的状况。3-4 日开幕期间，污染程度较重；之后 5-10 日约一周时间，空气质量维持优良水平；后期有所回暖，需临近再详细判断。未来一周的空气质量趋势分析如下：

未来一周（3 月 1 日至 3 月 7 日），前期（1 日至 4 日）我市受弱气压场控制，中层温度明显偏高，高空无明显冷空气活动，扩散条件不利，空气质量转差，预计发生一次重污染过程；后期（5 日至 7 日）受较强冷空气的影响，污染扩散条件改善，空气质量转好。

空气质量一周趋势预报

----- 2014 年 3 月 01 日

预计 3 月 2 日至 8 日，我市断续受到弱冷空气影响，不会出现连续重污染过程。其间：3 月 2 日，受前期冷空气持续作用，扩散条件较有利；3 日开始，冷空气作用减弱，温度回升，地面转西南风，扩散条件趋于不利，3 日可能达到较重污染级别；4 日起，受新的冷空气影响，扩散条件有利；6 日冷空气减弱，7 日冷空气补充，8 日回暖明显，扩散条件趋于不利。具体预报结果如下：

3 月 2 日~3 月 8 日·北京市空气质量周滚动趋势预报

日期	污染扩散形势分析	预报级别	描述	首要污染物
3 月 2 日	冷空气作用减弱，地面西北风，天气晴间多云。	3	轻度污染	PM _{2.5}
3 月 3 日	天气阴，西南风较大，扩散条件不利，傍晚起北风，扩散条件转好。	4~5	中度-重度污染	PM _{2.5}
3 月 4 日	冷空气影响，北风较大，温度降低，扩散条件有利。	1	优	-
3 月 5 日	冷空气继续影响，地面西北风，扩散条件仍有利。	1	优	-



环境管理支撑：“一带一路”峰会空气质量保障

□ 峰会期间，课题组组织京津冀及周边七省市进行区域视频会商，自5月3日开始，至5月17日结束，共举办15期。期间环保部领导和北京市领导多次参加会商，并听取了关于会议前期沙尘过程的分析以及会期O₃超标风险的汇报，研究成果有力的支撑了空气质量保障工作。

高峰论坛区域空气质量预报会商情况

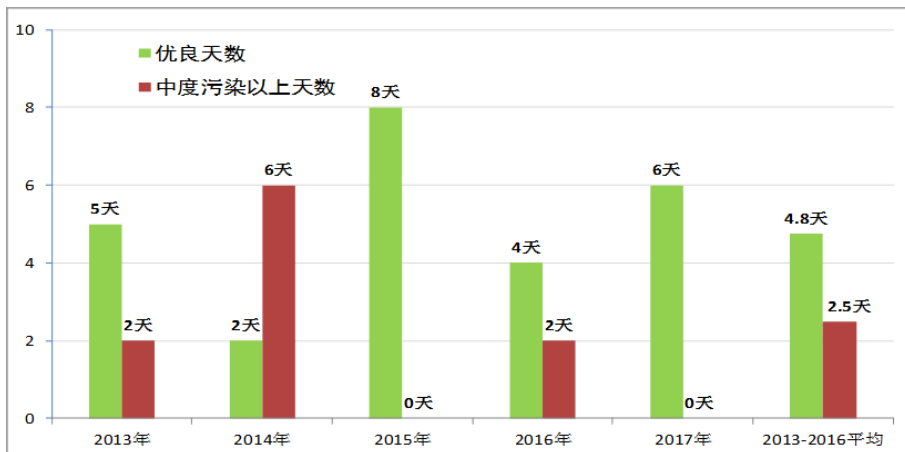
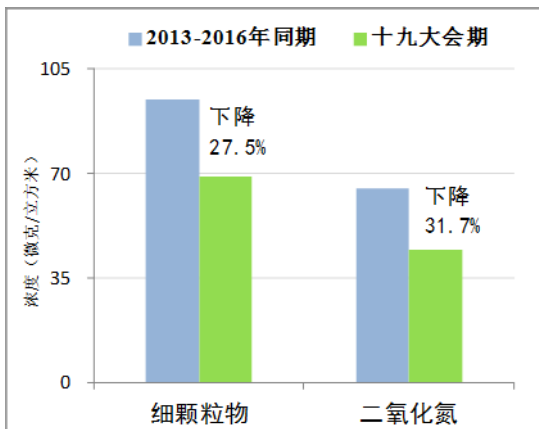
(第十一期)

会商时间	2017年5月13日下午
会商主持	孙峰
参会单位	中国环境监测总站，中国环境科学研究院，中科院大气物理研究所，清华大学，北京市环境保护监测中心，天津市环境监测中心，河北省环境应急与重污染天气预警中心，山西省环境监测中心站，内蒙古自治区环境监测中心站，山东省环境信息与监控中心，河南省环境监测中心
与会人员	吴季友，张大伟，李雪，张建辉，汪志国，乔淑芳，李翔等
与会专家	柴发合，孙峰，王威等
会商内容	未来七天京津冀及周边区域环境空气质量
会商结论	一、京津冀及周边区域空气质量预报 未来一周，扩散条件总体较好，大部地区以良至轻度污染为主，14~15日，扩散条件有利，区域大部以良至轻度污染为主，首要污染物为PM₁₀和O₃；16~19日，扩散条件一般且气温上升，区域大部以良至轻度污染为主，部分城市可能出现中度污染，首要污染物为O₃和PM_{2.5}；20日，扩散条件有所好转，区域大部以良至轻度污染为主，首要污染物为PM₁₀和O₃。 二、北京市空气质量预报 14~15日，高空为槽后西北气流，地面以高压控制为主，总体污染扩散条件较好，空气质量预计为优良水平，首要污染物为PM₁₀或O₃，PM_{2.5}浓度预计为优良水平；16~18日，地面受低压系统控制为主，中低层温度升高，扩散条件略有转差，预计空气质量为轻度-中度污染，首要污染物为O₃或PM_{2.5}。
建议	一、密切关注14日可能的内蒙古科尔沁沙源地的沙尘过程。请中国环境监测总站和内蒙古自治区环境监测中心站密切监视，如有发生及时通报情况。 二、专家组认真分析了区域天气形势、流场和各种模式预报结果，认为会议期间发生南部沙尘回流北侵的可能性较小。 三、16~18日气温升高较快，太阳辐射强度增加，首要污染物以O₃为主，应针对可能出现的O₃污染过程，强化对VOCs的监控。





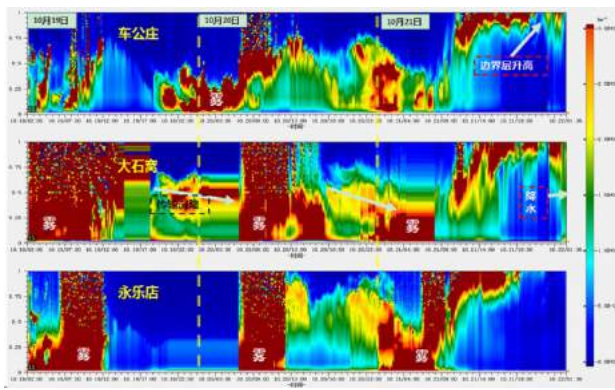
环境管理支撑：“十九大” 空气质量保障



会议期间未出现4级及以上污染日，而往年同期除2015年外，均发生了1-3天的重污染。

	气压/hPa	温度/℃	湿度/%	风速/(m/s)	能见度/km	偏北风频率/%
2013年	1024.4	11.4	46	3.3	7.9	66
2014年	1016.6	13.3	75	1.7	4.6	36
2015年	1022.2	12.0	74	2.1	8.6	50
2016年	1019.3	12.2	80	1.9	6.6	52
13-16年均值	1020.6	12.2	69	2.3	6.9	51
2017年	1023.0	12.3	84	1.7	6.0	33

湿度大，会期发布了两次大雾预警，并且20-21日为大雾橙色预警；但期间PM_{2.5}仅7个小时超过115微克/立方米，峰值浓度仅为127微克/立方米，而在历年同期相似不利气象条件下，则会造成重污染甚至严重污染，突出反映控制措施的环境改善效果，可使得空气质量下降1-2个等级。



谢谢！

