

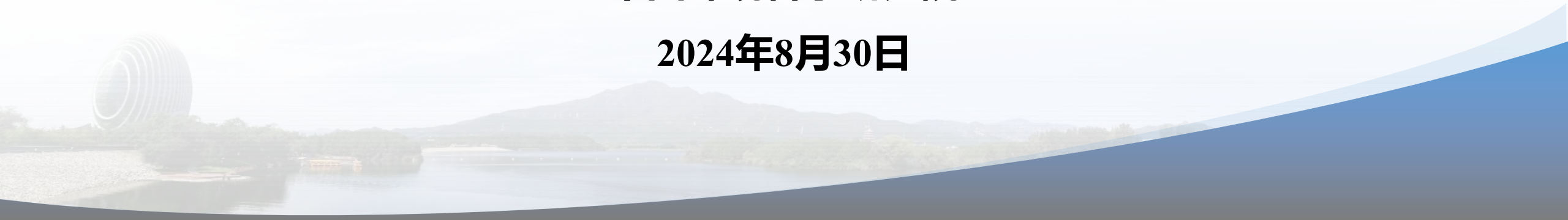
2024年长三角空气质量管理技术研讨会
中国·上海

京津冀及周边地区PM_{2.5}和臭氧污染 防控实践与思考

褚旸晰

中国环境科学研究院

2024年8月30日



报告内容

- 01 | 区域防治实践
- 02 | 治理成效评估
- 03 | 污染防控启示

深入打好重污染天气消除攻坚战，“十四五”空气质量持续改善

重污染天气消除攻坚战

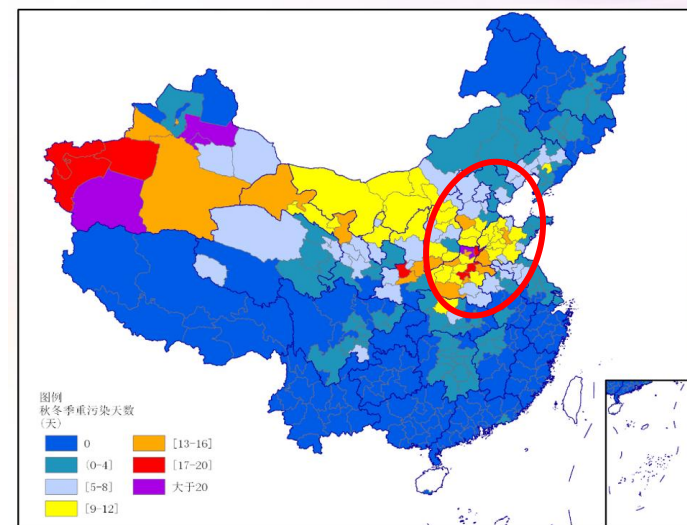
- 到2025年，基本消除重污染天气，全国重度及以上污染天数比率控制在1%以内
- 聚焦PM_{2.5}污染，以秋冬季（10月-次年3月）为重点时段

“十四五”污染减排和空气质量改善目标

- 以PM_{2.5}污染治理为主攻方向，把VOCs和NO_x减排作为重点
- 到2025年，全国NO_x和VOCs较2020年减排10%
- PM_{2.5}浓度持续降低，O₃浓度增长趋势得到有效遏制

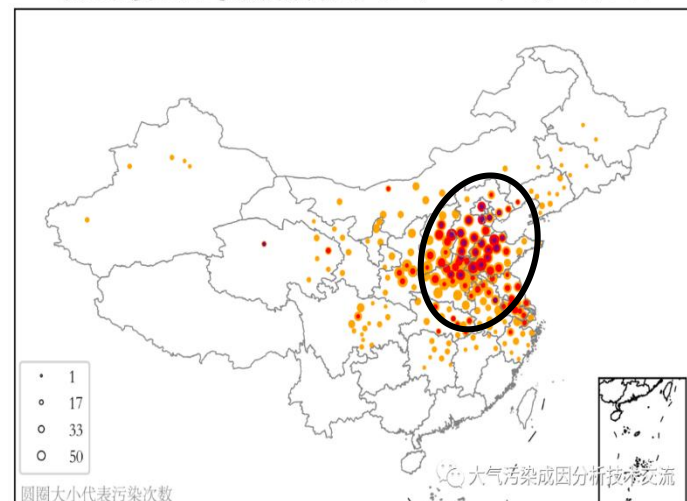
京津冀及周边地区PM_{2.5}重污染、O₃超标天多发，是国家

“十四五”污染治理攻坚、空气质量改善的重中之重



2020年337个城市秋冬季重污染天数分布

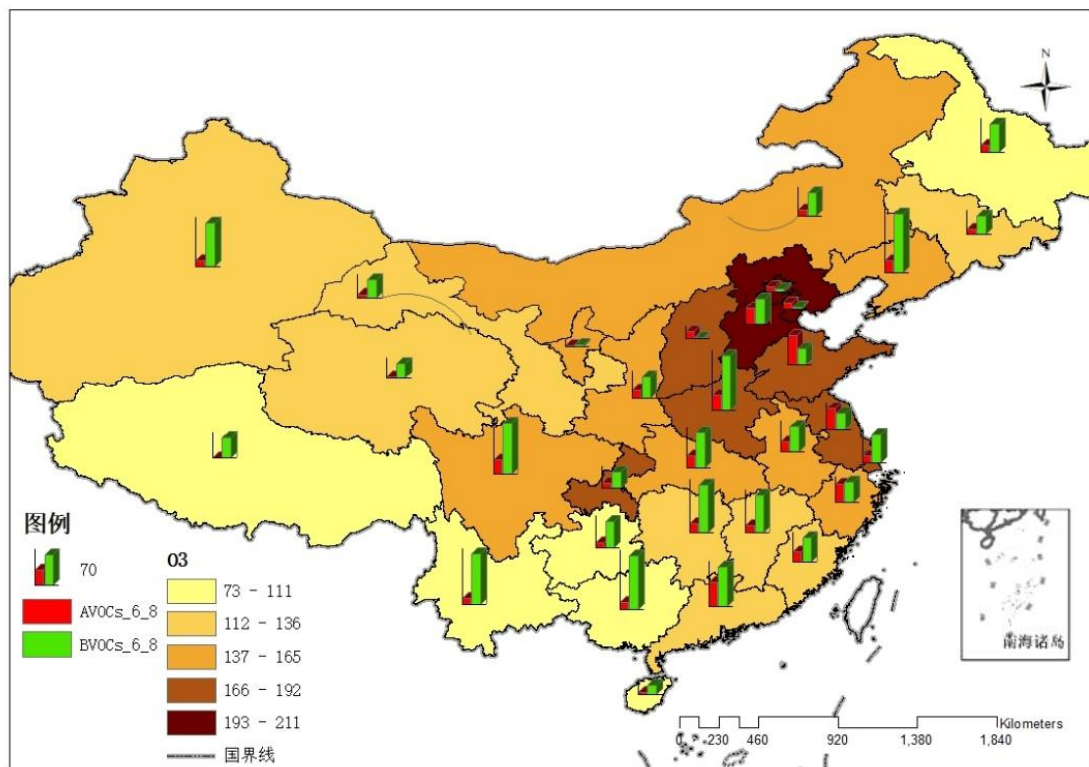
发生轻度以上O₃污染城市分布(8H) 2022年06月01日-30日



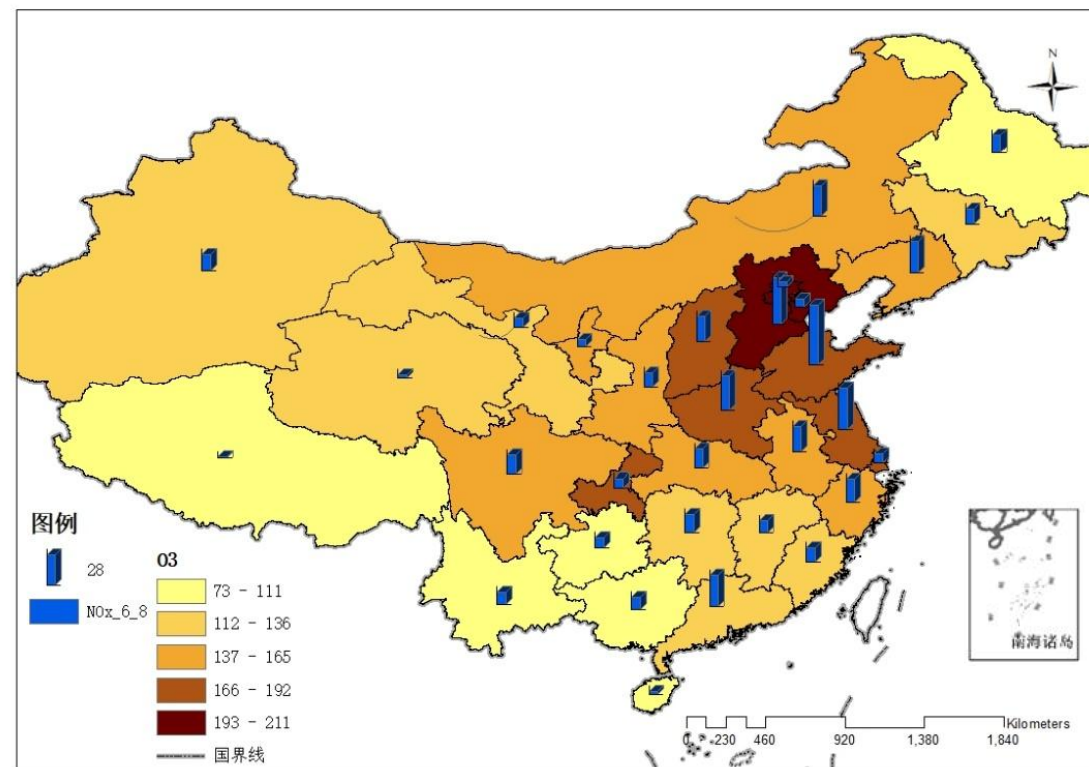
主要前体物排放与污染物浓度空间分布一致

- 京津冀及周边地区5省市也是全国人为源VOCs和NO_x的高排放区域，排放强度超过长三角地区4省市和汾渭平原2省

夏季人为源和天然源VOCs排放量及O₃浓度分布



夏季NO_x排放量及O₃浓度分布



“十四五”以来，区域持续开展秋冬季大气污染综合治理攻坚

2021-
2022年
秋冬季

- 范围：京津冀鲁豫5省市大部（山东东部除外）
- **为兑现北京2022年冬奥会申办承诺，科学划定联防联控区域和管控等级、制定联防联控工作方案**
- 赛前推进各项治理工程，赛时加强污染形势调度会商，形成问题（线索）闭环管理，夯实各项污染管控措施

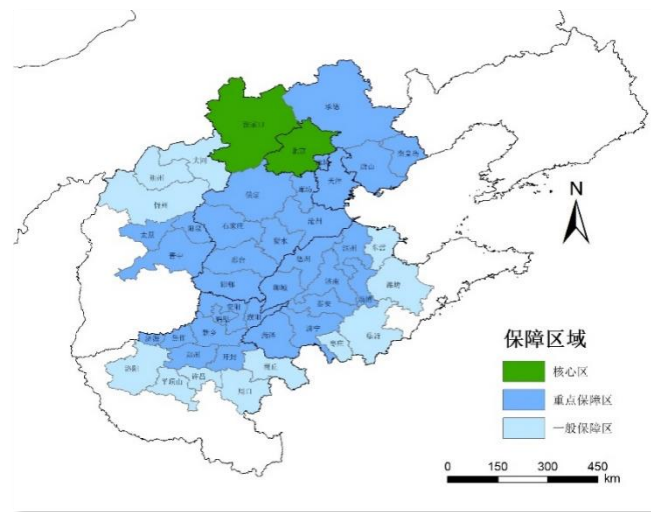


2022-
2023年
秋冬季

- 范围：京津冀鲁豫5省市大部
- **坚持依法治污，以重污染天气应对为主要抓手，加强各省能力建设**
- 重点在2022年10月中下旬、2023年3月上中旬开展空气质量联防联控；对元旦前后、春节前后等区域性重污染过程，加强调度会商

2023-
2024年
秋冬季

- 范围：“2+36”城市
- **国家层面统筹推进京津冀及周边地区大气污染联防联控工作**
- 在2023年10月“一带一路”高峰论坛、2024年3月“两会”开展空气质量联防联控，全力应对跨年重污染过程



针对O₃污染开展重点区域监督帮扶，指导地方防控

2020年

- 京津冀及周边地区**首次把O₃污染治理纳入监督帮扶**
- 聚集**重点县区**，突出**典型园区、集群和企业**，综合考虑各地监督执法正面清单、VOCs整治重点安排等各类清单，开展监督帮扶工作

2021年

- **建立“专业组+常规组”两支队伍工作机制**
- 聚焦**PM_{2.5}和O₃协同控制**，根据不同区域、时段主要污染物类型，精准识别重点行业、重点企业，动态调整人员构成、规模和任务

2022年

- **探索创新“线上+线下”相结合的监督帮扶新体系**
- 结合空气质量形势分析、疫情防控形势灵活优化调整帮扶范围

2023-
2024年

- **加强O₃污染形势综合评估**，综合城区-郊区-背景监测、污染源排放表征、数值/统计模型等手段，深入认识O₃污染状况以及随前体物排放变化的响应关系

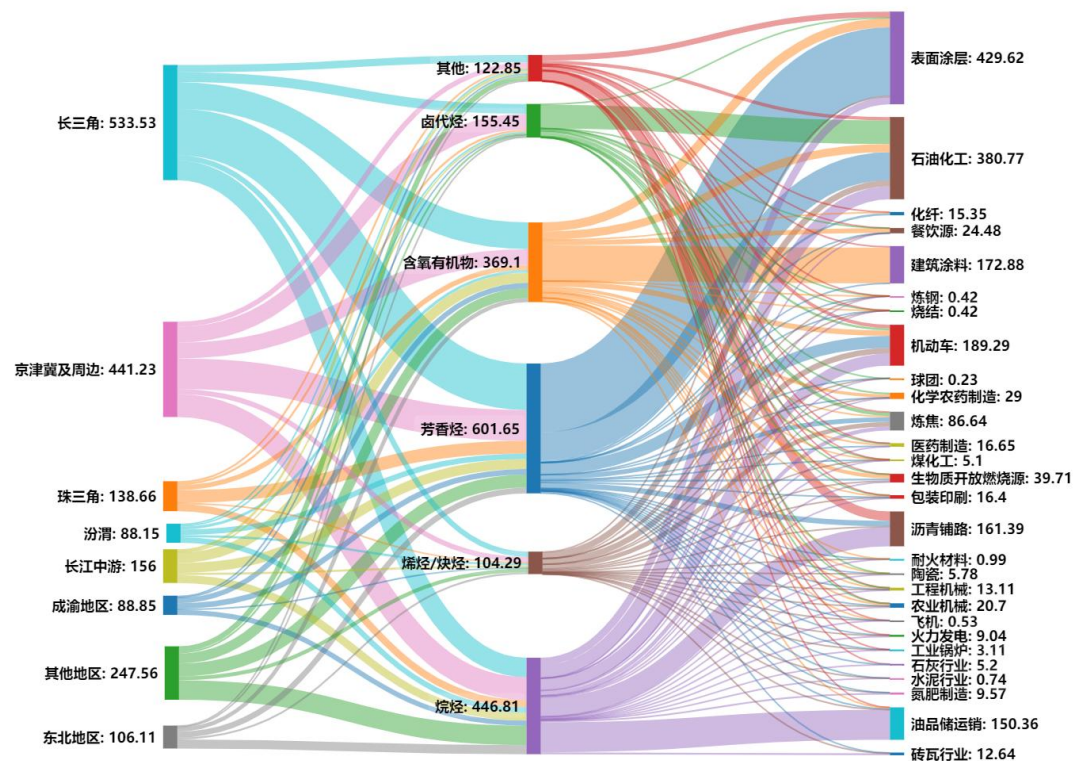
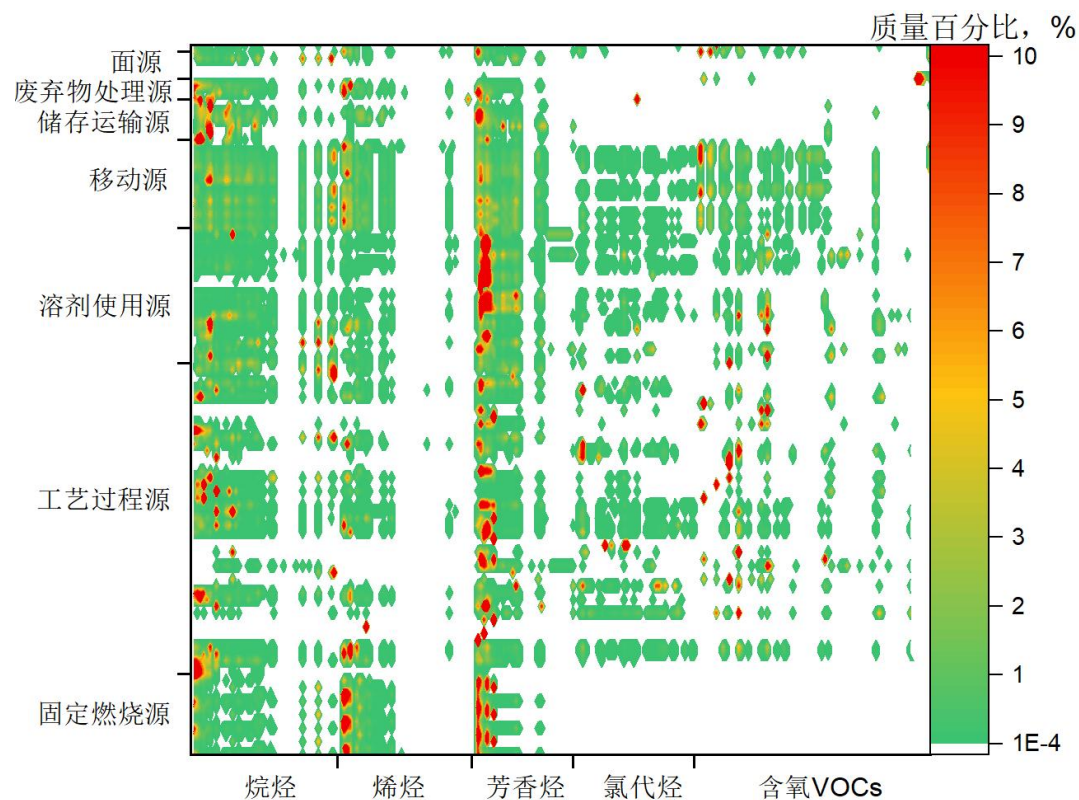


区域实践经验

VOCs减排

建立VOCs排放源谱，识别重点组分

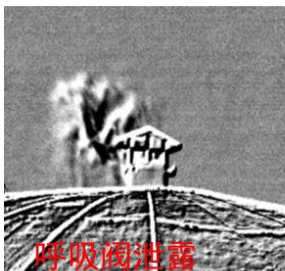
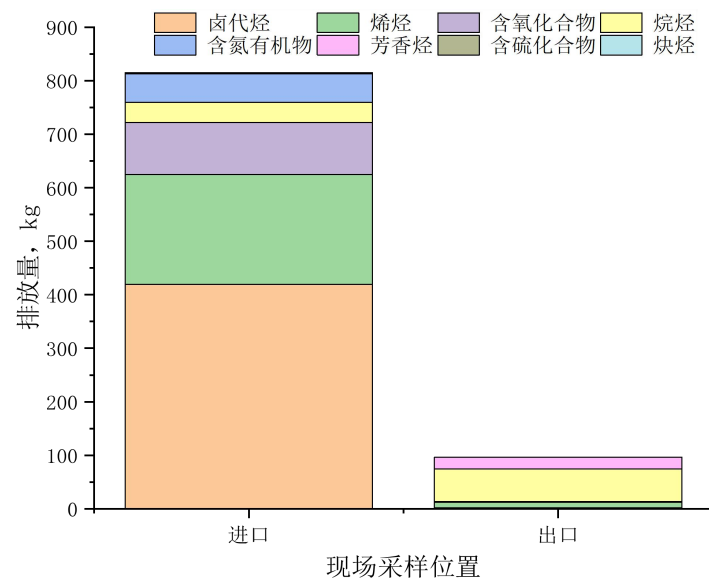
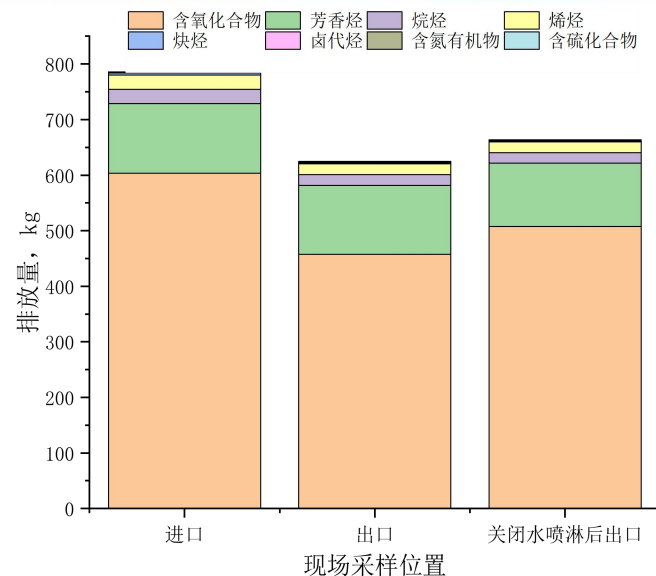
- 芳香烃排放量大、活性强，其首要来源为工业涂装，其他来源包括石油化工、焦化等工艺过程
- 含氧挥发性有机物（OVOCs）次之，主要来自建筑涂料、工业涂装、石油化工等



区域实践经验

VOCs减排

- **监督帮扶督促企业提升精细化管理水平。**监督帮扶提升企业VOCs治理水平，石化炼油行业“有没有”的问题基本得到解决，泄漏监测与修复（LDAR）问题率和循环水未监测问题率下降，加强油气回收系统正常运行检测和油料储存设施的降温措施
- **形成治理技术正负面清单，规范涉VOCs企业全过程治理。**VOCs治理技术效果良莠不齐，开展治理技术评估，提出正负面技术清单

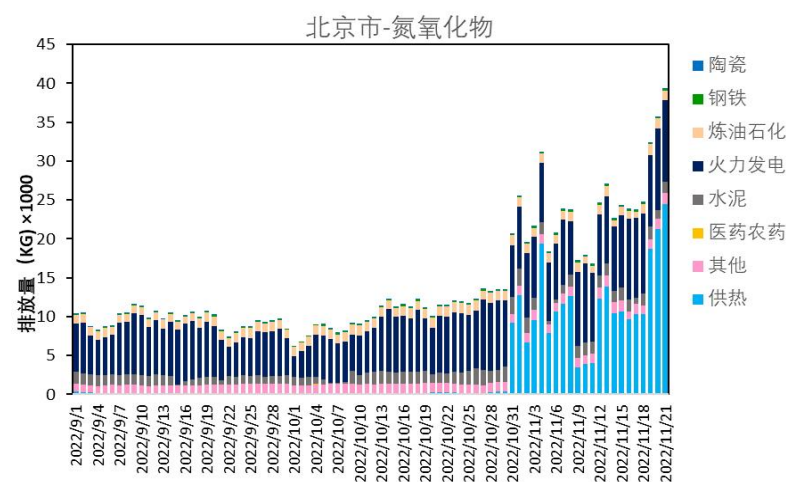
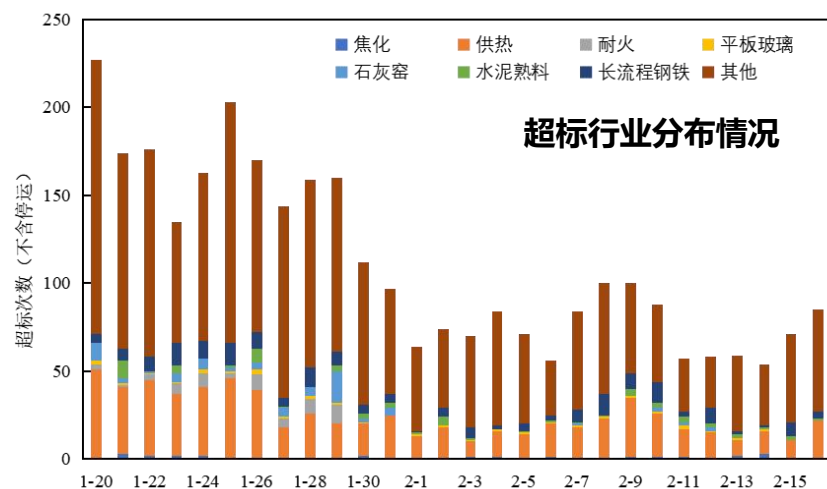


排放环节	正面清单	负面清单
生产装置泄露	LDAR	无控制
储罐呼吸	内浮顶罐、外浮顶罐； 固定顶罐：吸附浓缩+冷凝回收/氧化	水洗、酸洗、碱洗等
废水 (循环水) 逸散	密闭+化学吸收+水洗技术+生物净化； 氧化技术	单级活性炭吸附
装卸操作	气相平衡系统，油气回收	一级冷凝+一级活性炭吸附
工艺尾气	焚烧:RTO、RCO、TO、CO； 非焚烧：吸附、吸收、冷凝回收等	UV光解、低温等离子、 水洗、酸洗、碱洗、 单级活性炭吸附等
非正常工况	火炬排放	直排

区域实践经验

NO_x减排

- **推动实施一批重大污染治理工程。**钢铁、水泥、焦化行业超低排放改造，在拉动投资、稳定经济、减污降碳协同增效方面发挥示范效应
- **低效治理设施淘汰和治理设施规范化运行整治。**现场检查发现一批治理设施未安装或简易低效、治理设施运行不规范问题（SCR脱硝温度偏低、在线NO₂转化器失效等），整改带来显著减排
- **重点工业源在线监测规范运行和达标排放监管。**企业通过在线监测弄虚作假、不正常运行逃避监管，供热、炼油石化、砖瓦窑企业超标排放，远程和现场执法检查后带来减排



区域实践经验

NO_x减排

- 升级移动源监管手段，运用大数据技术，提升柴油车超标排放、尿素异常等问题识别能力
- NO_x减排注重时间差异性，夏季重点关注工业高架源达标排放，秋冬季重点关注工业源、柴油车、非道路机械和采暖锅炉等综合治理



报告内容

- 01 | 区域防治实践
- 02 | 主要成效评估
- 03 | 污染防控启示

主要成效评估

全国空气质量变化（PM_{2.5}和O₃浓度）

- 2017年以来，全国和各区域PM_{2.5}浓度基本维持下降态势，2022年较2017年降幅在20%~30%左右

区域	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022同比	2022比2017
全国	40	36	36	33	30	29	-3.3%	-27.5%
京津冀及周边	60	53	54	49	41	41	0.0%	-31.7%
汾渭平原	52	47	47	44	37	39	5.4%	-25.0%
长三角地区	46	42	41	35	31	31	0.0%	-32.6%
成渝地区	38	34	35	31	32	31	-3.1%	-18.4%
长江中游地区	46	40	40	34	33	33	0.0%	-28.3%
珠三角	30	29	27	22	22	20	-9.1%	-33.3%

- O₃浓度总体波动，没有表现出上升态势

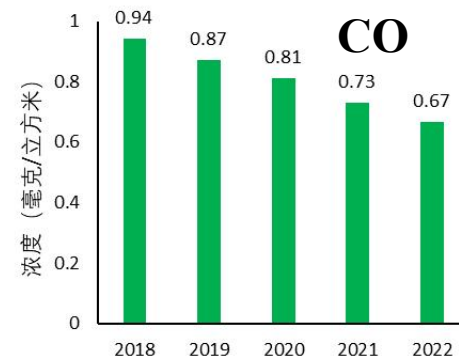
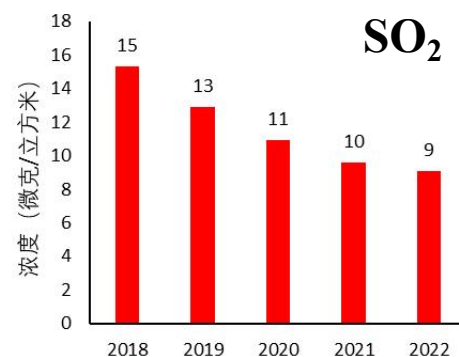
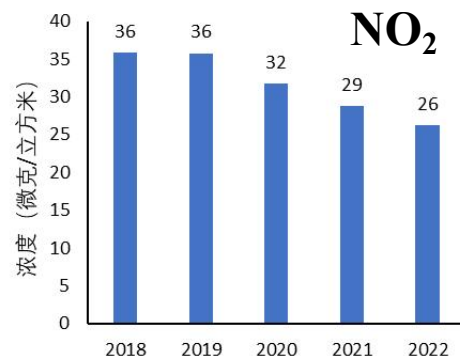
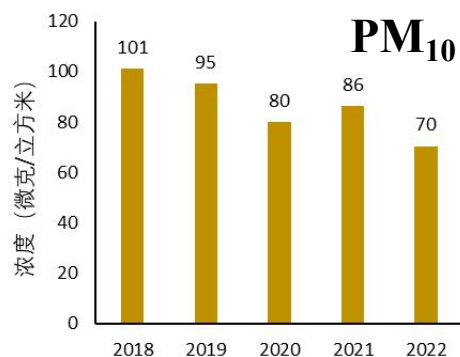
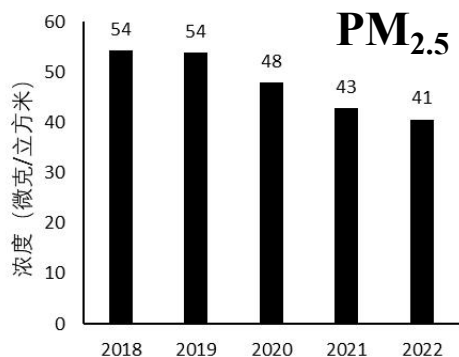
- 2022年与2019年相比，同为高温干旱年份，但全国、大部分区域（成渝除外）O₃浓度均偏低

区域	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022同比	2022比2017
全国	137	139	148	138	137	145	5.8%	5.8%
京津冀及周边	172	174	187	171	163	173	6.1%	0.6%
汾渭平原	160	157	164	156	157	159	1.3%	-0.6%
长三角地区	152	153	164	152	151	162	7.3%	6.6%
成渝地区	130	133	135	136	127	144	13.4%	10.8%
长江中游地区	129	134	153	135	132	152	15.2%	17.8%
珠三角	140	141	158	139	144	157	9.0%	12.1%

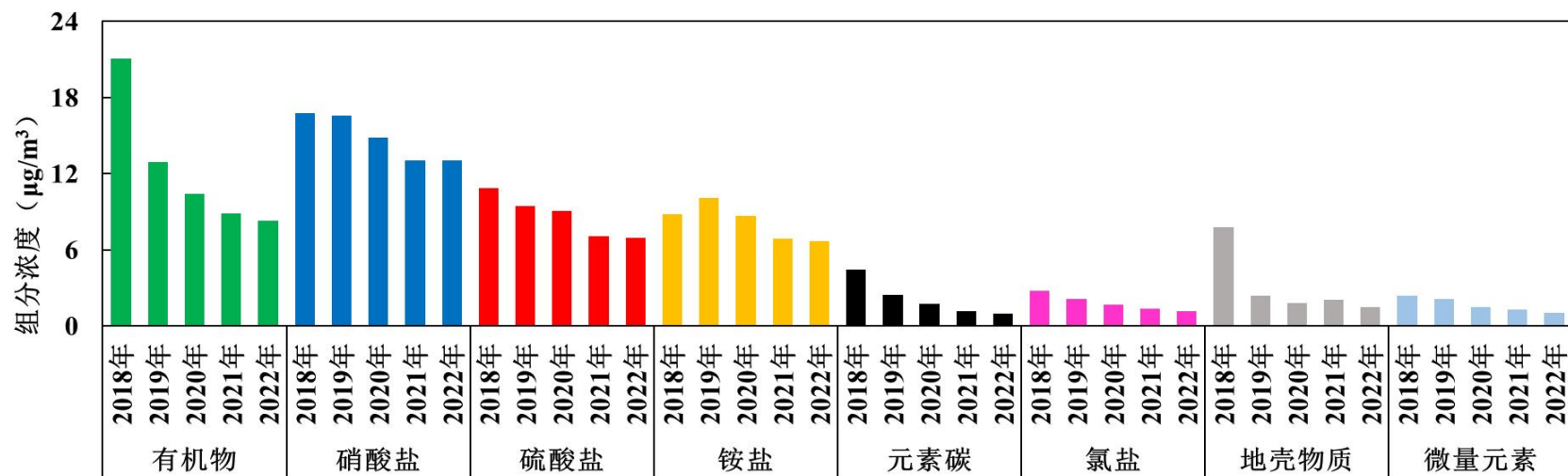
主要成效评估

京津冀及周边地区空气质量变化（常规污染物及PM_{2.5}组分）

- 2018年以来，京津冀及周边地区PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂等污染物浓度降幅超过30%，CO浓度降幅接近40%，SO₂浓度降幅接近60%，降幅在重点区域中处于较高水平



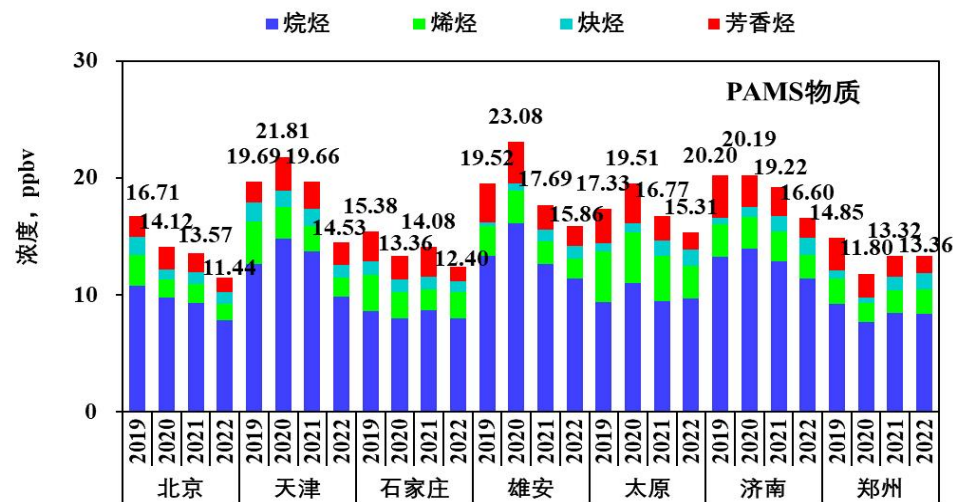
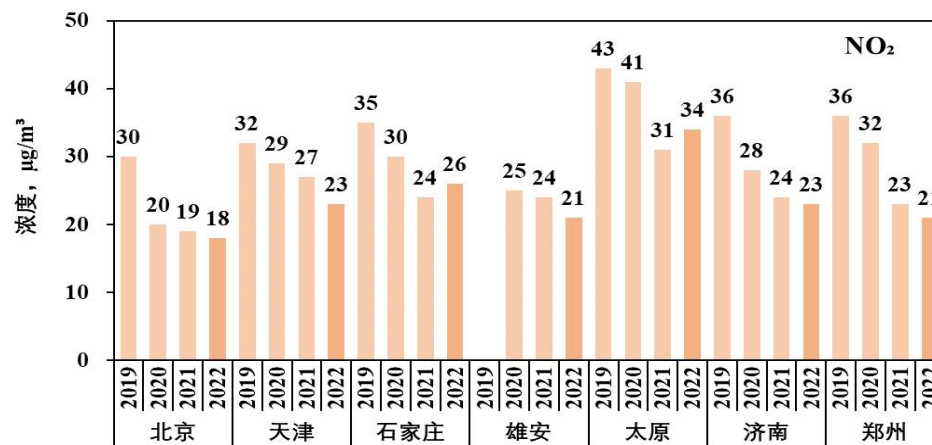
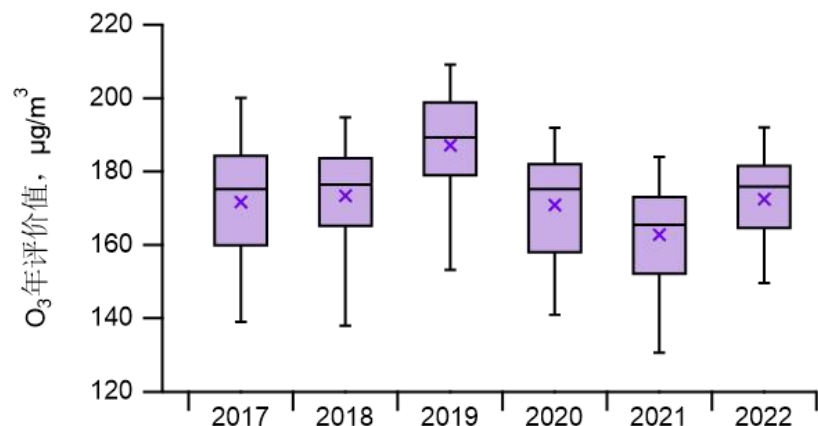
- PM_{2.5}组分中，EC、OM和地壳物质降幅较大，一次颗粒物控制成效更显著；硝酸盐等二次无机组分降幅相对较小，占比呈上升趋势，二次污染特征愈发突出



主要成效评估

京津冀及周边地区空气质量变化（O₃及其主要前体物）

- 典型城市主要前体物浓度持续降低，NO₂降幅更突出
- 2022年NO₂平均浓度为22 μg/m³，较2019年下降34%
- 区域典型城市2022年4-9月PAMS物质平均浓度14ppb，较2019年下降21%
- 区域O₃浓度波动变化，除2019年明显偏高以外，未出现持续加重态势



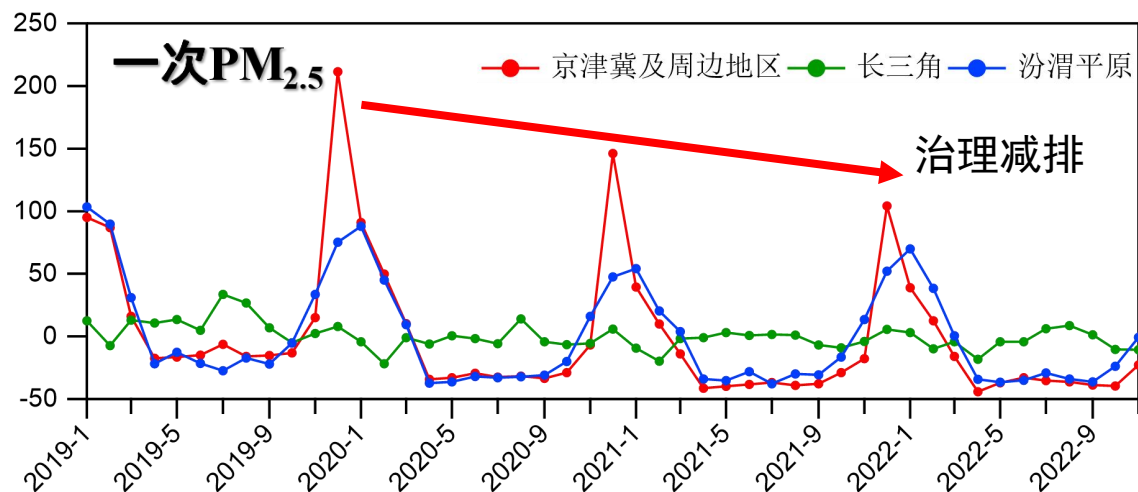
注：北京、天津、石家庄、雄安新区、济南、郑州等城市2019年以来开展VOCs组分连续监测，统计结果不含太原。数据来源：中国环境监测总站

主要成效评估

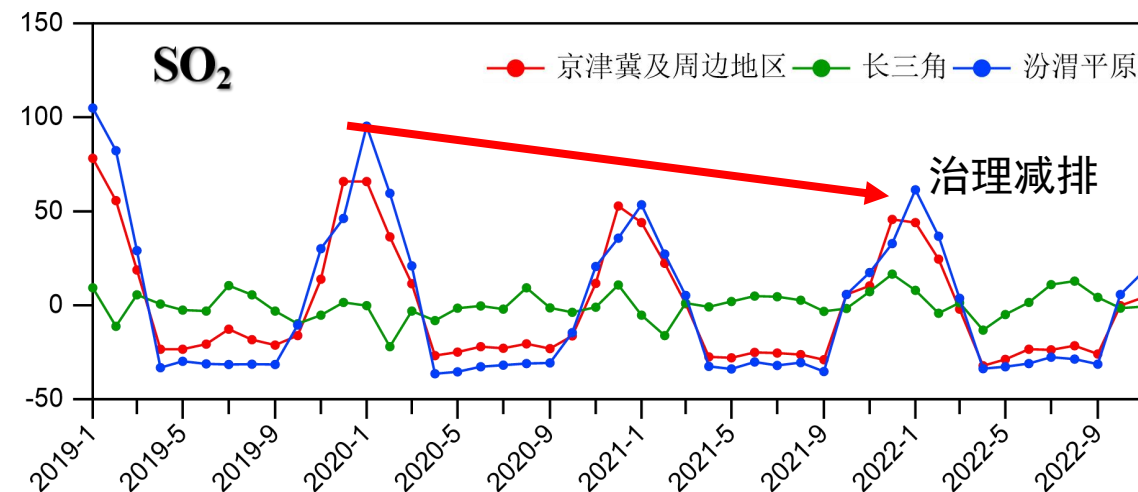
主要大气污染物排放变化：一次PM_{2.5}和SO₂

- 2019年以来，京津冀及周边地区一次PM_{2.5}和SO₂排放总体减少，秋冬季更显著
- 2021-2022年秋冬季较2019-2020年秋冬季，京津冀及周边地区一次PM_{2.5}排放-28%，SO₂排放-6%；一次PM_{2.5}排放降幅为三大重点区域最高

一次PM_{2.5}排放距平百分比(%)



SO₂排放距平百分比(%)



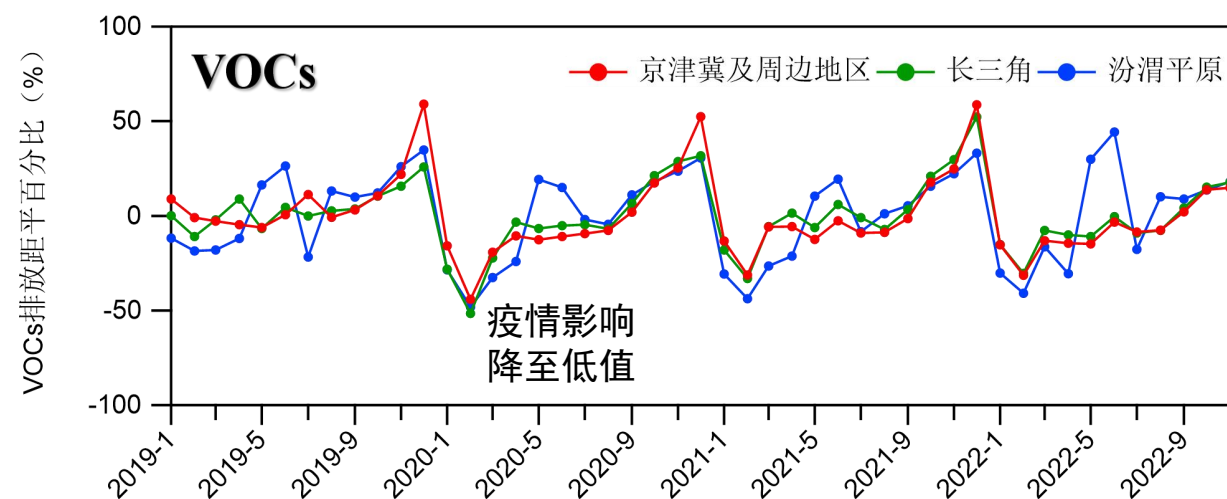
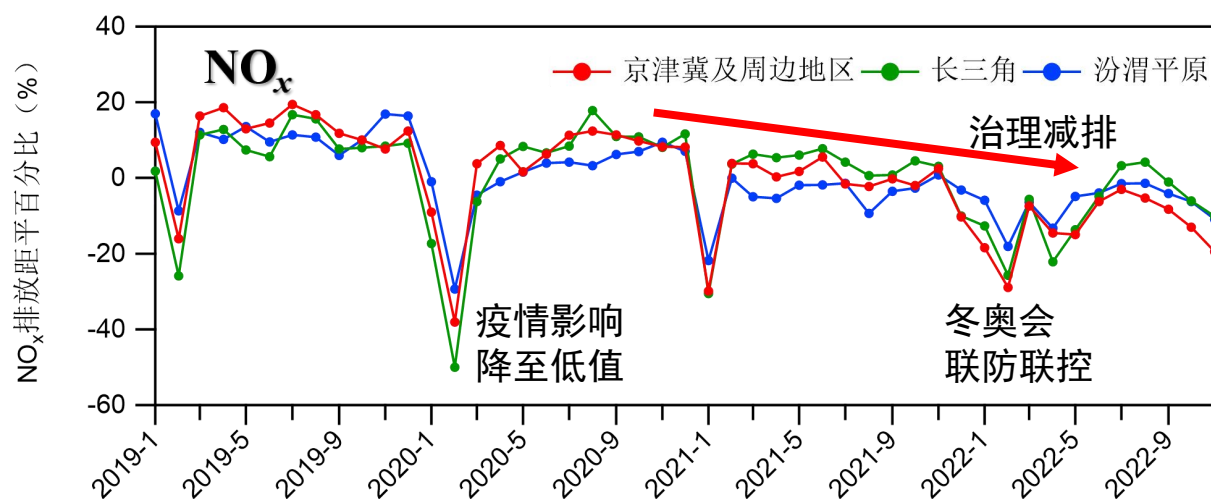
重点区域2019年以来一次PM_{2.5}（左）和SO₂（右）排放量逐月距平百分比

（注：距平百分比为当月排放量相比2019年1月以来平均排放量的差异百分比）

主要成效评估

主要大气污染物排放变化：NO_x和VOCs

- 2019年以来，京津冀及周边地区夏季NO_x排放量总体下降；**2022年5-9月较2019年同期下降20%，降幅为三大重点区域最高**
- 三大重点区域夏季VOCs排放量波动变化**，2020年5-9月京津冀及周边地区VOCs排放量同比**下降9%**，2021年5-9月**同比上升1%**，2022年5-9月同比持平



重点区域2019年以来NO_x（左图）和VOCs（右图）排放量逐月距平百分比

（注：距平百分比为当月排放量相比2019年1月以来平均排放量的差异百分比）

主要成效评估

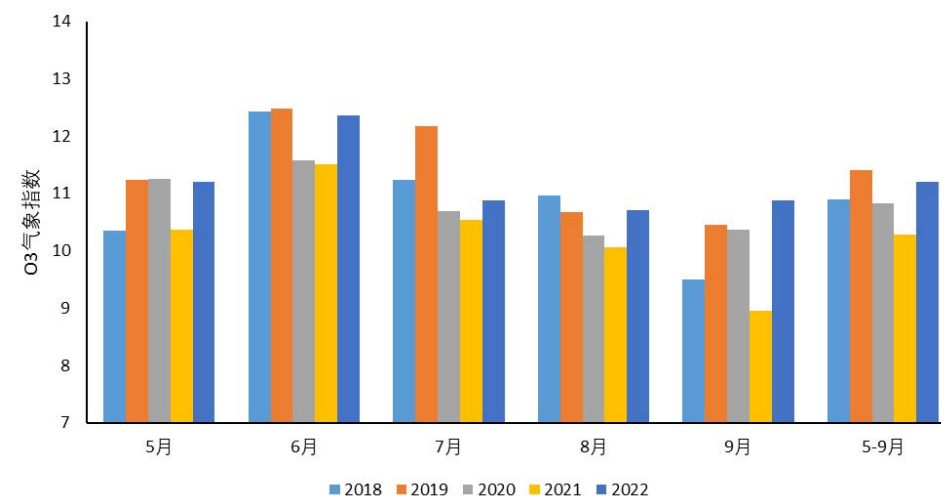
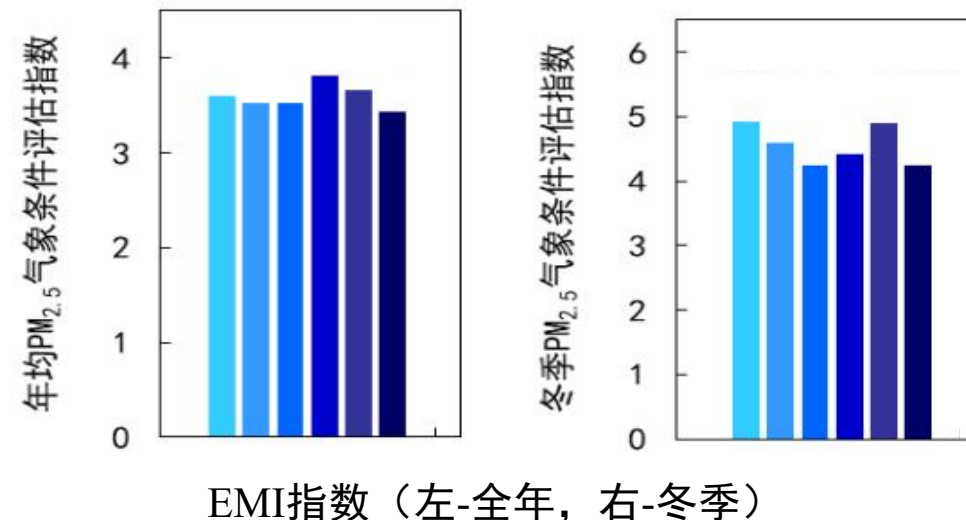
污染气象条件（EMI指数、O₃污染综合指数）

PM_{2.5}污染气象条件

- 无论是全年还是冬季，京津冀地区PM_{2.5}污染气象条件总体呈年际波动变化态势
- 污染排放减少，是区域PM_{2.5}浓度下降的主要原因**

O₃污染气象条件

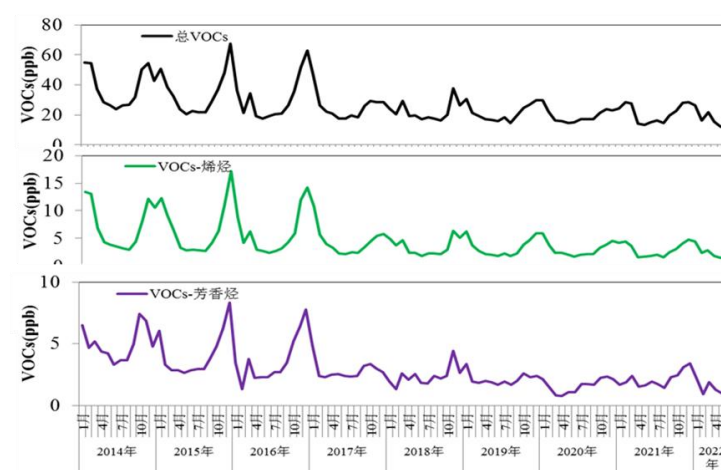
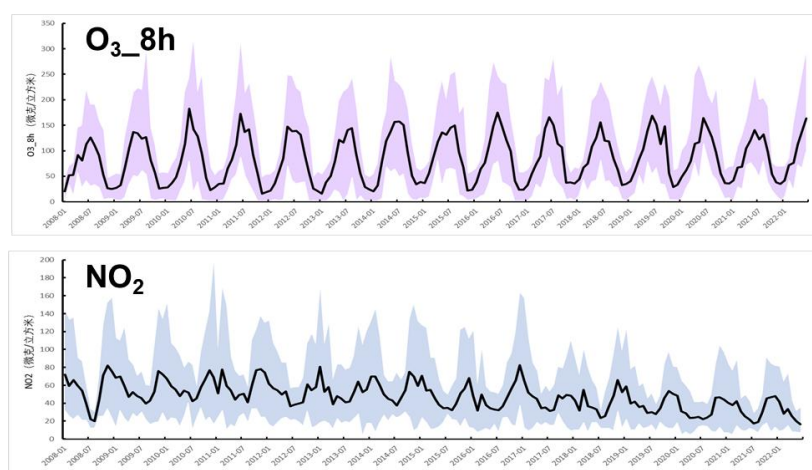
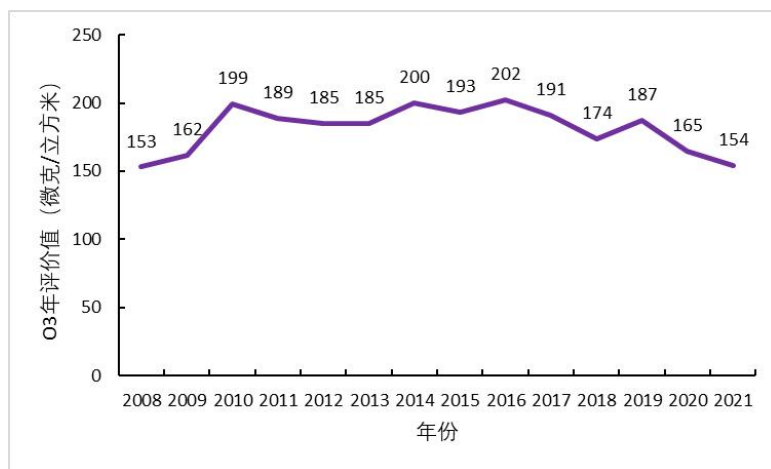
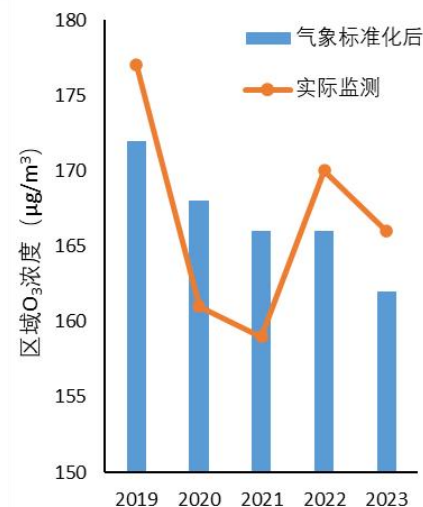
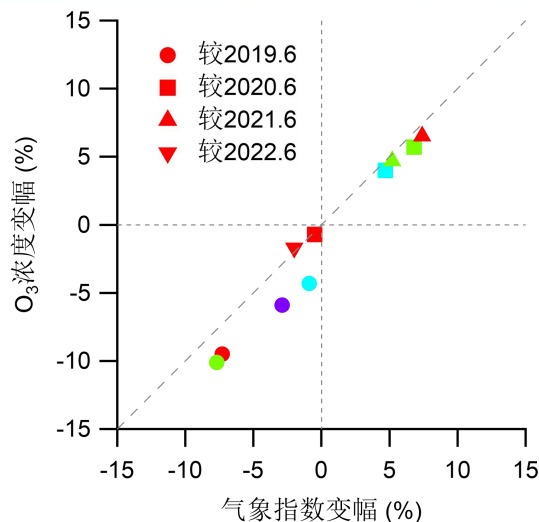
- O₃污染天数与O₃气象指数具有较好一致性，反映**气象条件年际、月际变化对O₃污染影响显著**
- 2020年、2021年夏季O₃评估结果表明，**气象条件对夏季O₃浓度同比变化的平均贡献约为六至七成，污染排放贡献在三至四成**



夏季O₃污染形势评估

排放-气象综合评估

- 前体物减排对区域2019—2023年夏季O₃浓度改善的贡献可达五成
- 2016年以来，北京市O₃年评价值波动下降，前体物浓度协同下降成效



报告内容

- 01 | 区域防治实践
- 02 | 治理成效评估
- 03 | 污染防控启示

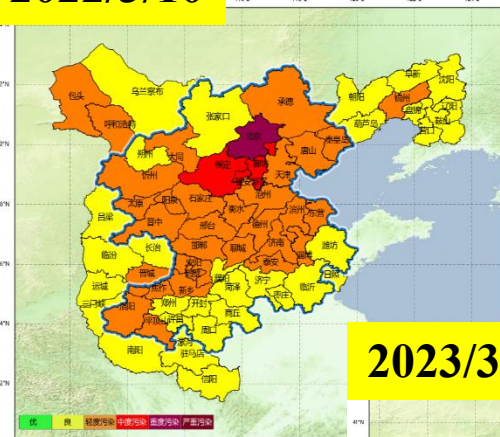
面临的挑战

PM_{2.5}污染期间硝酸盐快速增长，控制难度大

- 硝酸盐快速增长是京津冀及周边地区PM_{2.5}重污染的主要特征，即便区域联防联控期间工业源活动水平大幅降低（如2022年3月冬残奥会、2023年3月联防联控）仍难以阻止硝酸盐快速生成

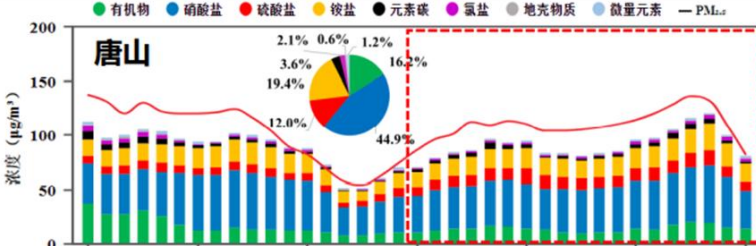
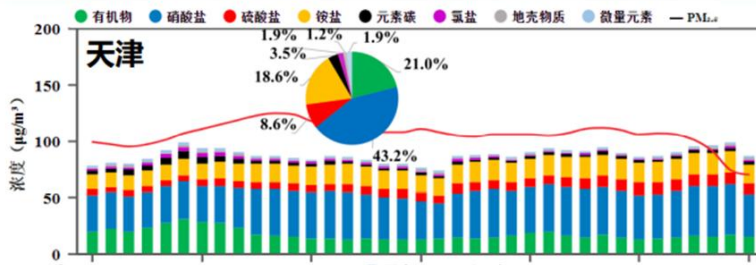
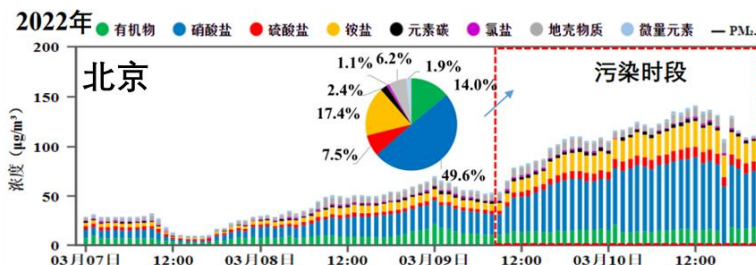
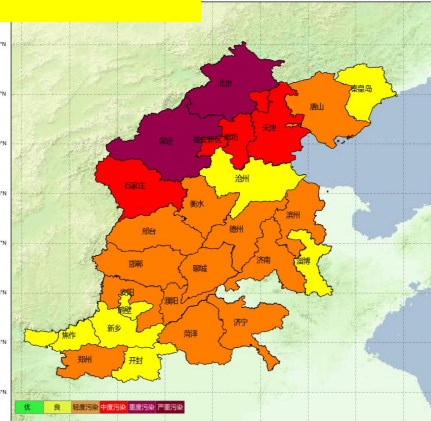
2022/3/10

空间分布图

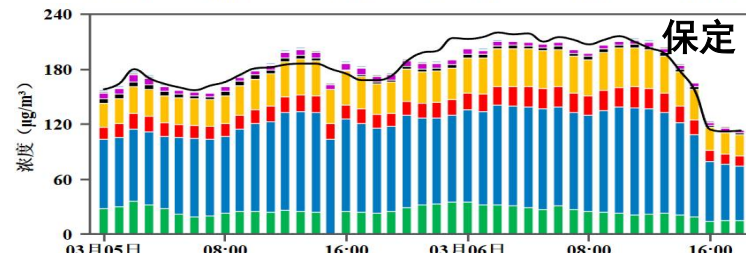
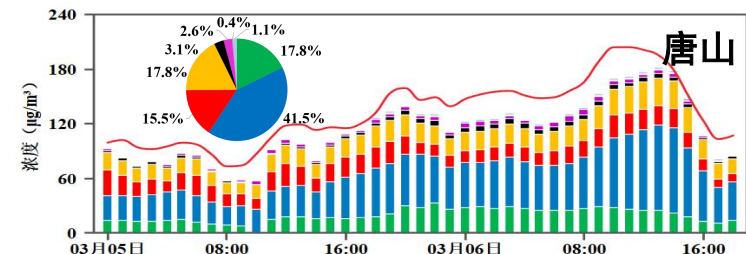
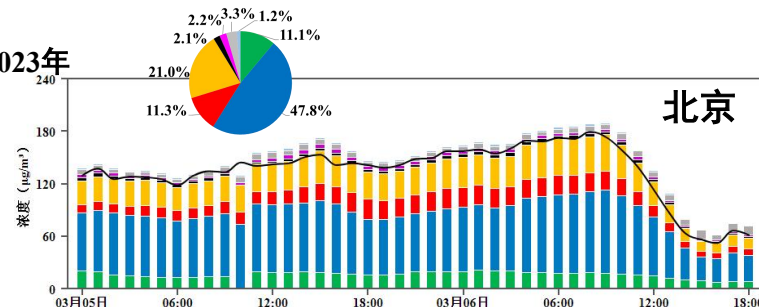


2023/3/5

空间分布图



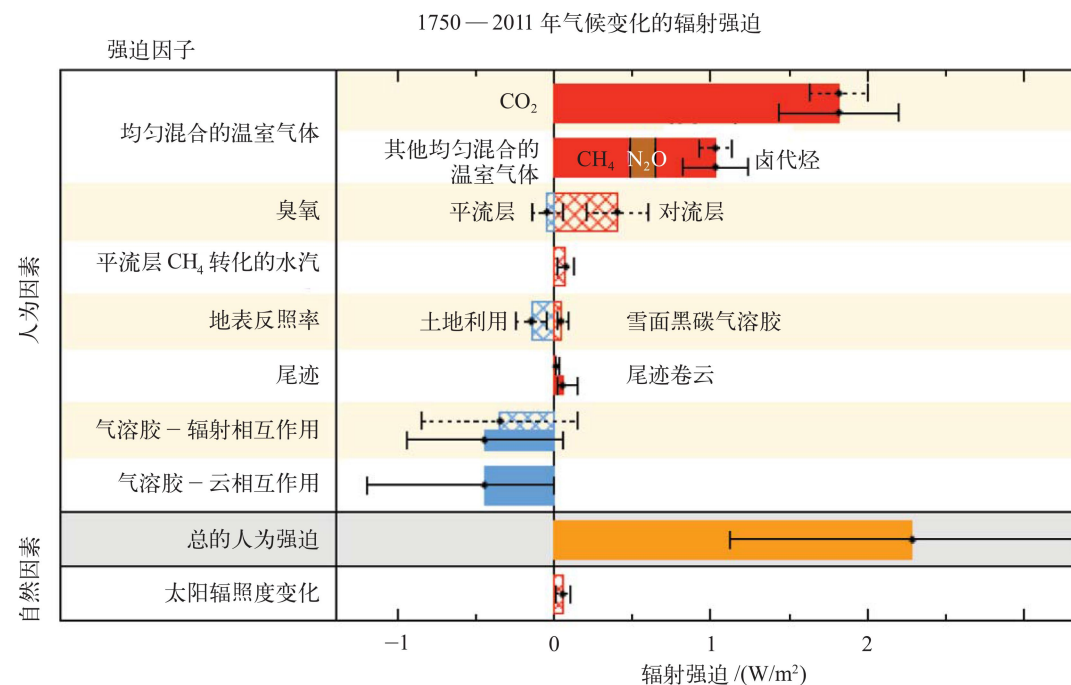
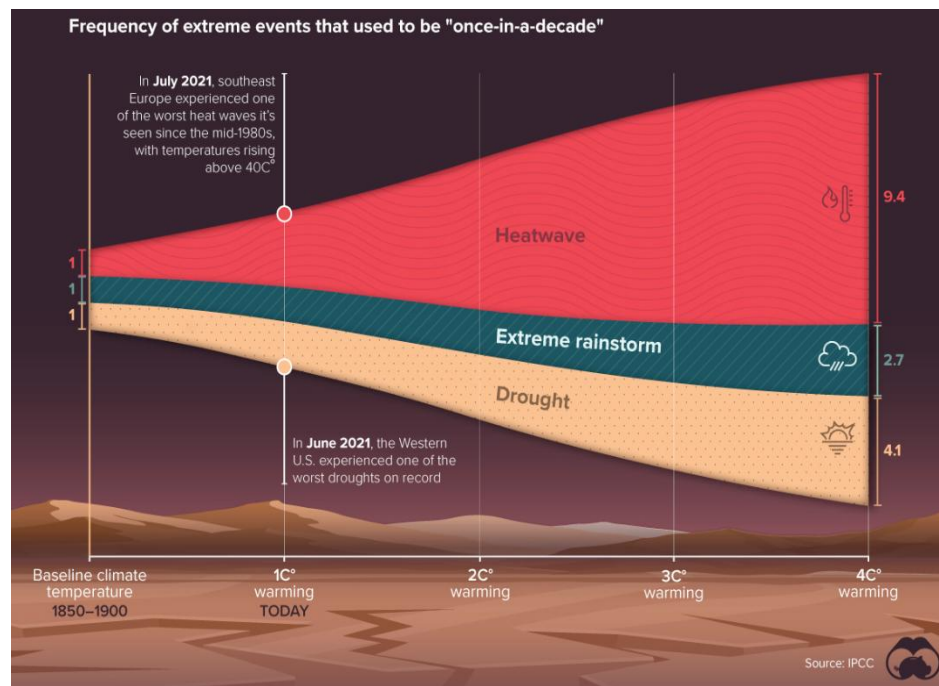
2023年



面临的挑战

全球气候变化背景下，外部不利条件增多

- 气候变化和空气污染相互影响，高温、干旱等不利气象条件出现频率上升，全球大气环流形势可能发生变化，对基于健康效应的大气污染防治提出新挑战
- 不利气象条件出现频率上升，夏季气温创历史新高，过去两年秋冬季跨年期间重点区域出现持续性静稳天气，PM_{2.5}和O₃协同防控面临更大挑战



“十四五” 污染防控启示

1. 巩固和深化PM_{2.5}污染治理成效，协同推进O₃污染防治

- 从当前PM_{2.5}和O₃的浓度水平、超标倍数、超标频率，以及对人体健康影响程度和公众关切考虑，区域PM_{2.5}污染仍然较重，是当前乃至今后一段时期内大气污染治理的重中之重
- PM_{2.5}污染治理是“攻坚战+持久战”，2023年同比反弹形势严峻，“十四五”应坚持巩固和深化PM_{2.5}污染防治成效；O₃污染治理是“持久战”，重在前体物污染减排，结合区域污染形势的长期变化综合评价治理成效

“十四五” 污染防控启示

2. 加大工业炉窑和柴油货车、工程机械NO_x减排，以及溶剂使用、建筑涂料、石化化工等VOCs减排力度

- 推进焦化、水泥、玻璃、砖瓦等涉炉窑行业提标（或超低）改造，重点加强达标排放、在线监测规范运行执法检查
- 溶剂使用和建筑涂料等行业，芳香烃和OVOCs等活性组分排放量大，需推动低VOCs含量原辅料源头替代，开展简易低效治理设施整治
- 优化货运和车队结构，提升尾气达标排放、油品的问题识别和精准监管能力
- 适时推动面源管控，如餐饮烟气净化设备升级改造、降低日用消费品中VOCs含量、干洗机升级等

2024年长三角空气质量管理技术研讨会
中国·上海

报告完毕
请各位专家批评指正！

