上海市环境监测中心
Shanghai Environmental Monitoring Center

进博会区域联合保障推动下的

空气质量监测预报技术进展

上海市环境监测中心（上海长三角区域空气质量预测预报中心）

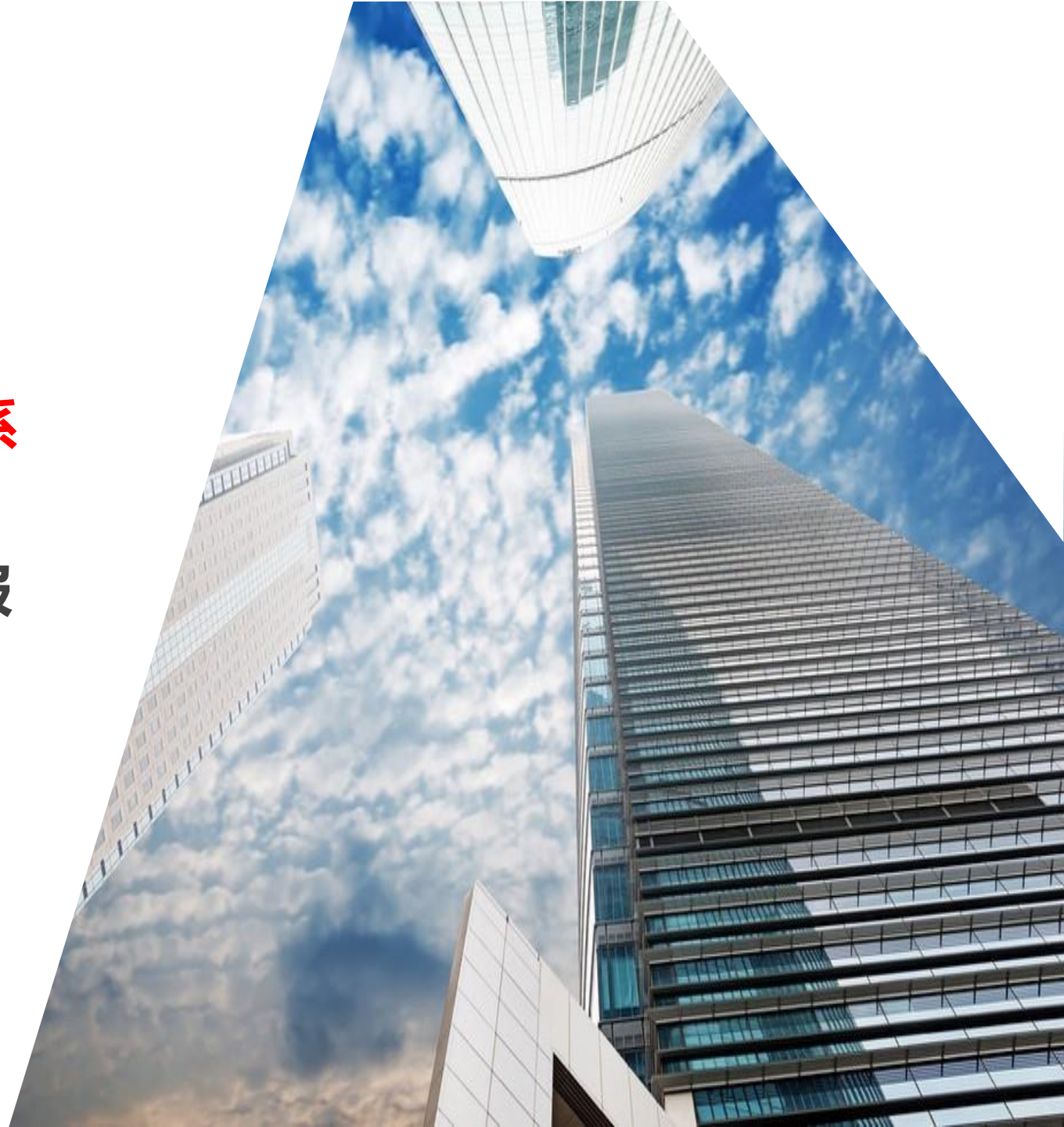
2023年9月1日

目录

1 空气质量监测和预报体系

2 进博智慧监测和精细预报

3 未来工作方向



大气监测体系发展历程：建站45周年

国十条出台，聚焦$PM_{2.5}$和O_3

前30年：除尘、低硫、工业布局调整

国控点颗粒物自动监测试点

可吸入颗粒物自动监测

环境空气质量标准

监测需求和能力飞跃：常规监测、超级站

污染源管控监测：工业区站、交通站、扬尘站

1970、1980年代 → 1990年代 → 2007 → 2012 → 2023

常规污染物监测

TSP/Pb、SO_2、NO_X、酸雨、SO_4^{2-}、F-等。

O_3试点监测

灰霾试点监测

2000年之后：结构调整、综合整治

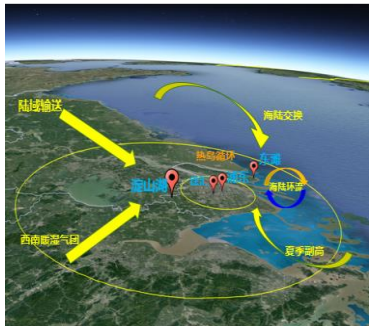
精准化、智慧化

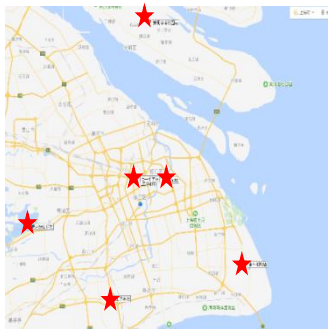
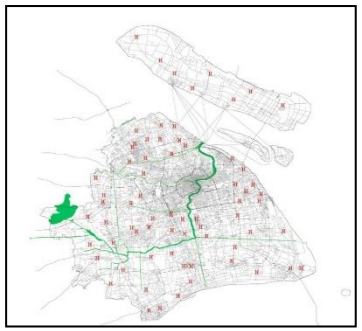
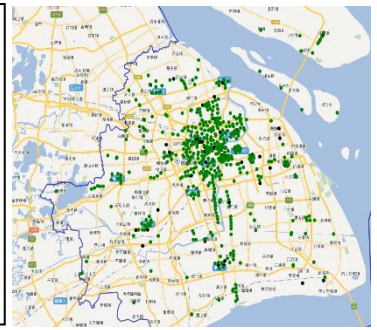
- $PM_{2.5}$、O_3协同监测
- 大气污染成因分析和监测
- 污染源精细化管控
- 监测质量持续深入
- 监测体系、模式拓展创新
- 监测技术研究持续改进

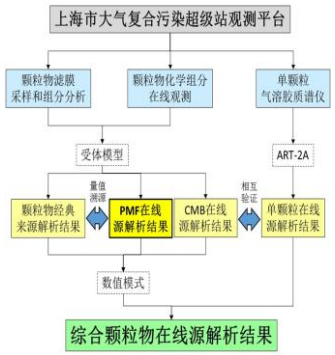
围绕全国大气污染防治工作的重点，大气监测体系也在不断拓展、创新和突破

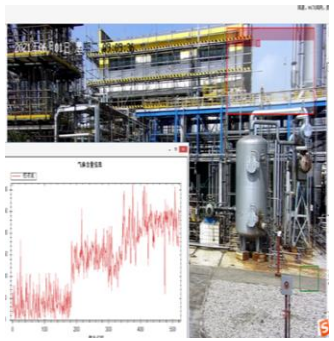
构建天空地一体化立体监测网络

AQI监测网	大气超级站监测网	颗粒物组分、光化学组分监测	交通污染监测网	扬尘污染监测网	工业区特征污染监测网	温室气体监测网







- 19个国控点，54个分区评价点；3个超级站；4+3个手工组分点；11个交通点、17个港口网格监测点、130辆出租公交车载移动监测；6500个扬尘监测点；74个工业区自动监测点；8个温室气体监测站
- 全面监控和反映问题，支撑管理决策

长三角区域空气质量预测预报中心架构

- 《关于做好京津冀、长三角、珠三角重点区域空气重污染监测预警工作的通知》（环办函〔2013〕1358号）
- 2014年，上海市环境监测中心正式挂牌“长三角区域空气质量预测预报中心”（区域中心）

设立区域中心

中华人民共和国环境保护部办公厅

环办函[2013]1358号

关于做好京津冀、长三角、珠三角重点区域空气重污染监测预警工作的通知

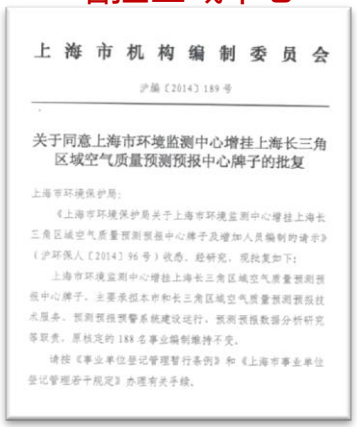
北京市、天津市、河北省、山西省、内蒙古自治区、上海市、江苏省、浙江省、山东省、广东省环境保护厅(局)：

方便贯彻落实国务院发布的《大气污染防治行动计划》(以下简称《行动计划》)和环境保护部等六部门联合发布的《京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则》，加快京津冀及周边地区、长三角和珠三角等三个重点区域空气重污染监测预警体系建设步伐，妥善应对空气重污染过程，切实保障人民群众身体健康，维护社会和谐稳定，现就有关事项通知如下：

一、组建京津冀、长三角、珠三角区域空气质量预报预警中心

按照国家统筹规划、区域协调指导、地方为主实施的原则，针对大气污染区域性特征，我部决定在京津冀及周边地区、长三角和珠三角重点区域，组建区域空气质量预报预警中心，由环境保护部统一领导，三个重点区域内有关省、区、市环境保护厅(局)为领导小组成员单位，中国环境监测总站作为技术总负责单位，相关环境

增挂区域中心



上海市机构编制委员会

沪编〔2014〕189号

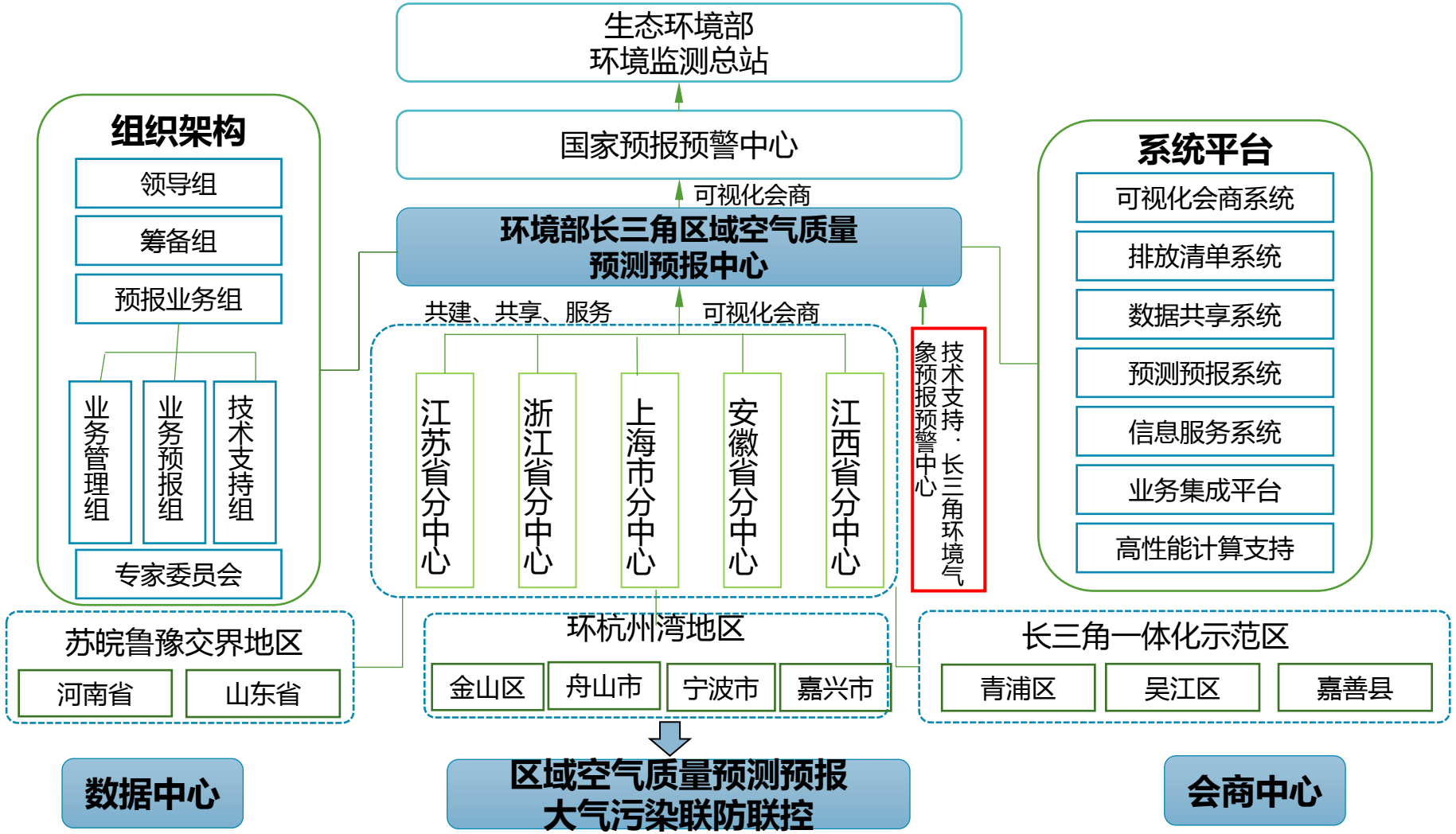
关于同意上海市环境监测中心增挂上海长三角区域空气质量预测预报中心牌子的批复

上海市环境保护局：

《上海市环境保护局关于上海市环境监测中心增挂上海长三角区域空气质量预测预报中心牌子及增加人员编制的请示》（沪环保人〔2014〕96号）收悉，经研究，现批复如下：

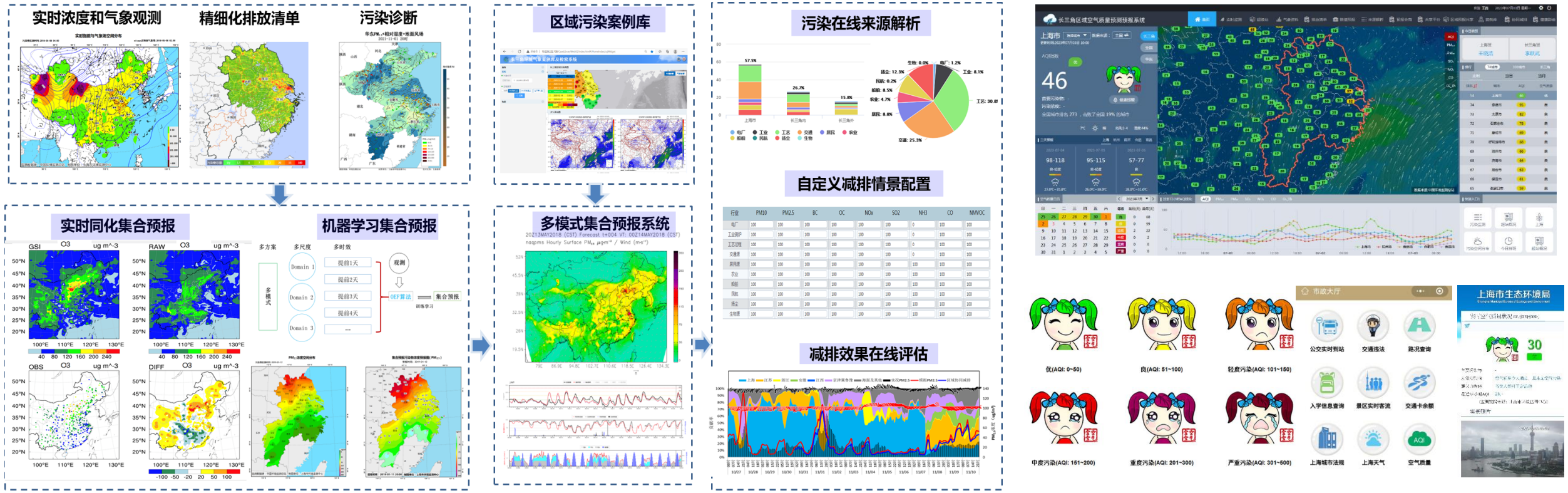
上海市环境监测中心增挂上海长三角区域空气质量预测预报中心牌子，主要承担本市和长三角区域空气质量预测预报技术服务，预测预报预警系统建设运行，预测预报数据分析研究等职责，原核定的188名事业编制维持不变。

请按《事业单位登记管理暂行条例》和《上海市事业单位登记管理若干规定》办理有关手续。



形成了多尺度全方位预报预警及支撑体系

- 建立了从上海市到长三角区域、从72小时分时段精细预报到15天污染潜势预报的多尺度预报体系，为城市及区域预报**预警决策、区域大气污染联防联控提供了重要的技术支持。**

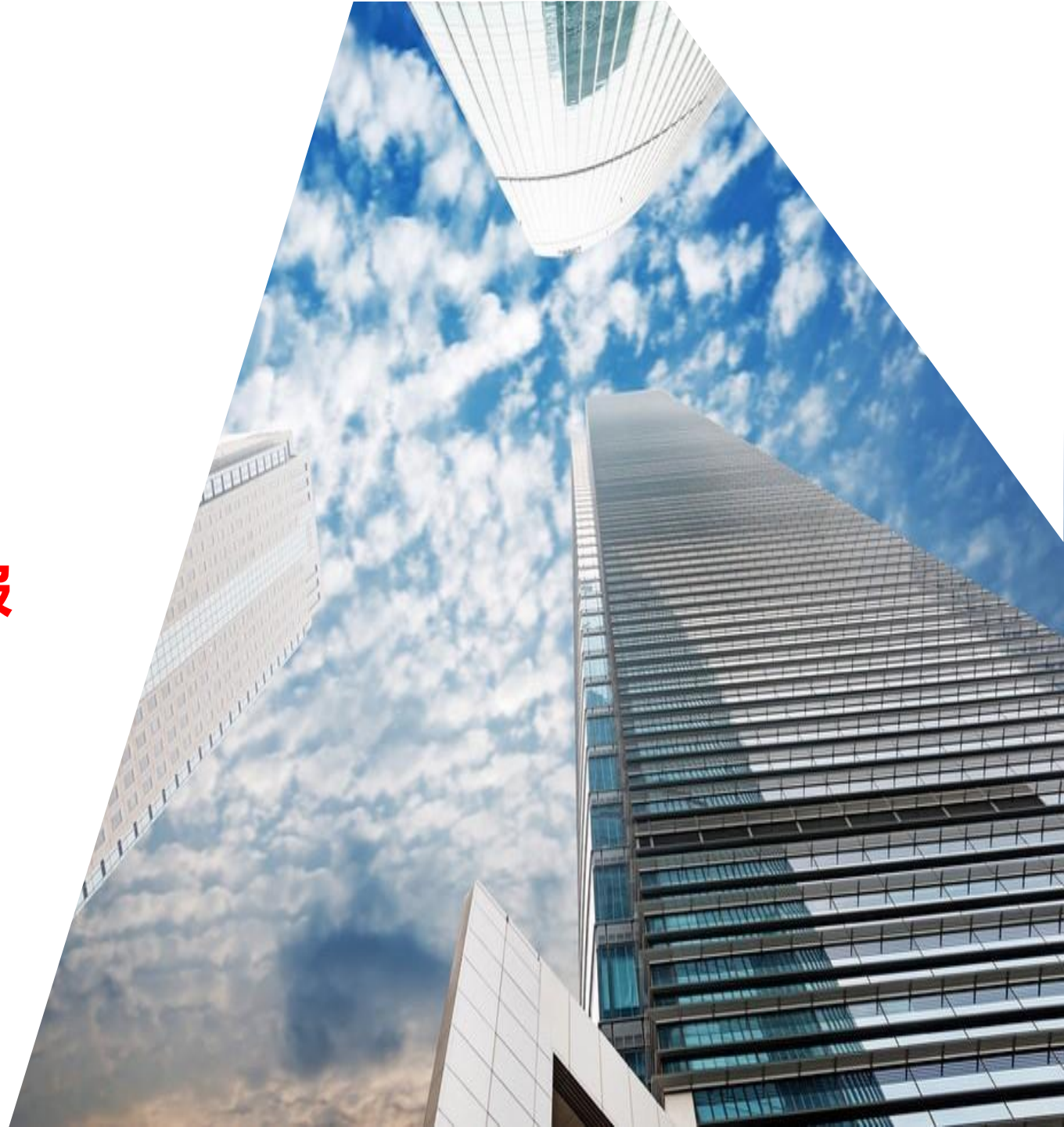


目录

1 空气质量监测预报体系

2 进博智慧监测和精细预报

3 未来工作方向



生态环境部调度指挥

- 每年成立前方工作组，部领导亲临指挥，大气司、监测司、执法局领导现场调度

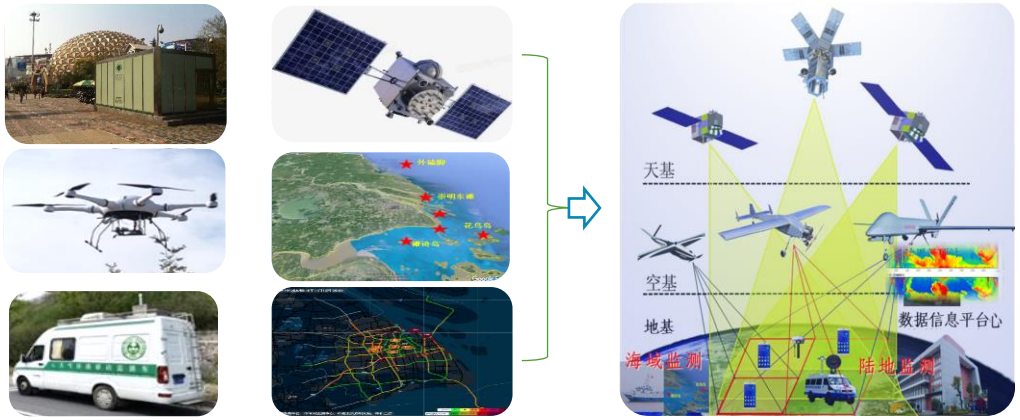
市生态环境局
清洁蓝天
POLICE
上海市徐汇区
环境保护局团支部
时 间：2022.11.07 10:55
天 气：晴 19°C 东南风1级
地 点：浦东新区 上海密尔克卫化工储存有限公司
经纬度：31.064298°N,121.839382°E

监测体系逐年升级优化

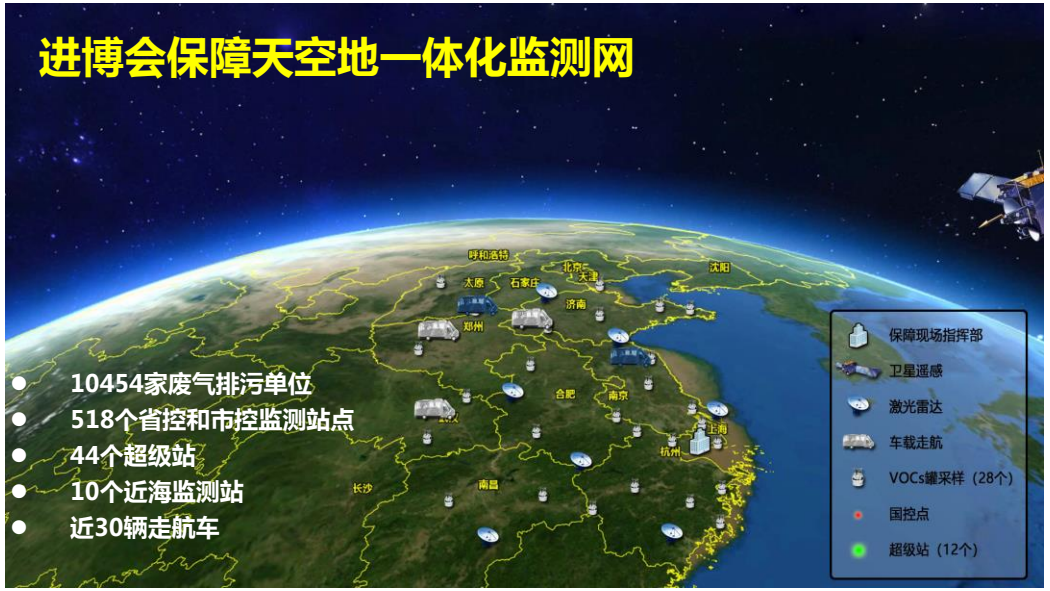
空间、时间、要素多维度，构建“指纹”级全方位监测网络，依托大数据融合智能算法，实现污染问题快速诊断和溯源

监控范围更广更细		➢ **监控范围更广：实现上海-长三角-华东京津冀-海域综合监测。** ➢ **监控面更精细：国控点到乡镇等全类型站点全覆盖。**
监测类型更全更精	污染源	10454家废气重点排污单位22386个排口在线监测数据，**企业数同比增147%，监控点数增128%。**
	空气质量	实现长三角四省一市518个省控点的常规监测数据共享，**新增685个区县、乡镇点位**
	超级站	从以上海超站为主，到本届接入**44个超级站，同比新增19个**，初步实现京津冀+苏浙皖超级站全覆盖。**推动形成长三角标准**
	海域监测	从首届进博会的0站点，第五届会期已建设**形成10个海岛监测站**
	走航监测	1.从首届进博会重点区域工业区走航，到第五届**近30台走航车，形成走航-执法-整改闭环机制，“点穴”式管控。推动形成长三角标准** 2.创新开展NOx、NH_3、温室气体等走航模式，实现**园区+交通重点排放走航监测全覆盖**
	交通站	10个交通路边监测站，逐步实现**骨架监测与移动监测双网并行**。
	卫星遥感	从首届探测火点，到第五届实现**NOx、VOCs、颗粒物、火点等多种卫星遥感监测产品**，支持精准施策。

监测技术覆盖陆海空天



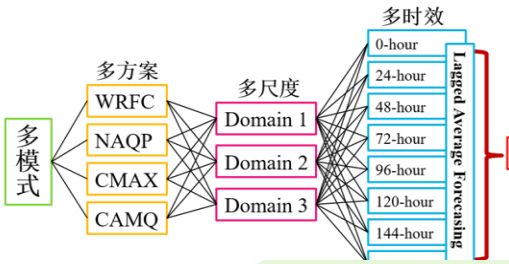
陆地站、海域站、走航、卫星、网格化技术大集成



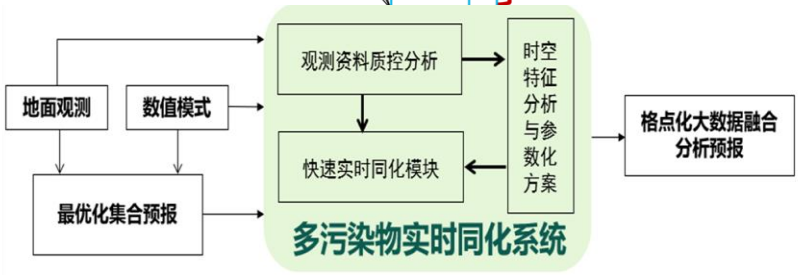
预测预报能力持续提升

- 集成区域天空地一体化监测数据，利用**实时清单测算、污染同化、大数据融合、机器学习等人工智能方法，**开展了集合预报、来源解析和协同预警评估等技术研发，实现了从污染排放到环境大气，从气象到空气质量，从监测到预测的多源大数据集成和应用
- 2022年长三角区域24小时预报准确率为**92%**

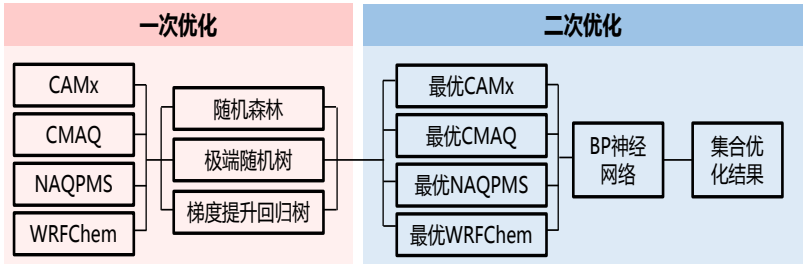
站点集合预报



格点集合预报



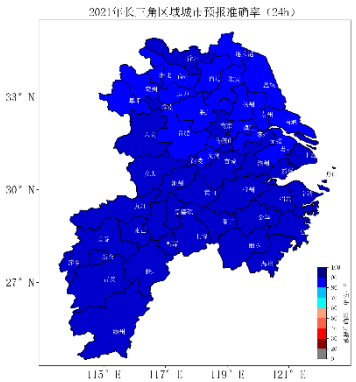
机器学习算法

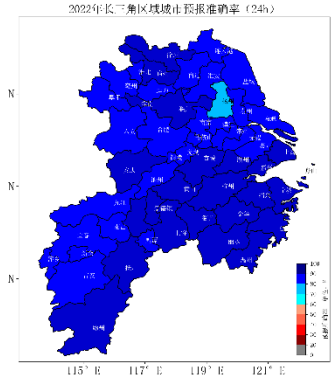


支撑

进博期间空气质量预报准确率(72小时预报)

指标	年度	天数	正确	偏低	偏高	准确率
AQI 72h	**2022**	**39**	**38**	**0**	**1**	**97.4%**
	2021	41	33	2	6	80.5%
	2020	41	36	4	1	87.8%
	2019	41	35	3	3	85.4%
	2018	41	34	2	5	82.9%
$PM_{2.5}$ 72h	**2022**	**39**	**39**	**0**	**0**	**100.0%**
	2021	41	31	0	10	75.6%
	2020	41	36	0	5	87.8%
	2019	41	31	1	9	75.6%
	2018	41	31	0	10	75.6%





支撑

2022 年秋冬季长三角区域
空气质量监测预报专报
（第 1 期）

2022 年 10 月底至 11 月上旬上海市空气质量预报

2022 年秋冬季长三角区域
空气质量监测预报专报
（第 8 期）

2022 年 11 月上旬上海市空气质量预报

减排决策更加科学精准

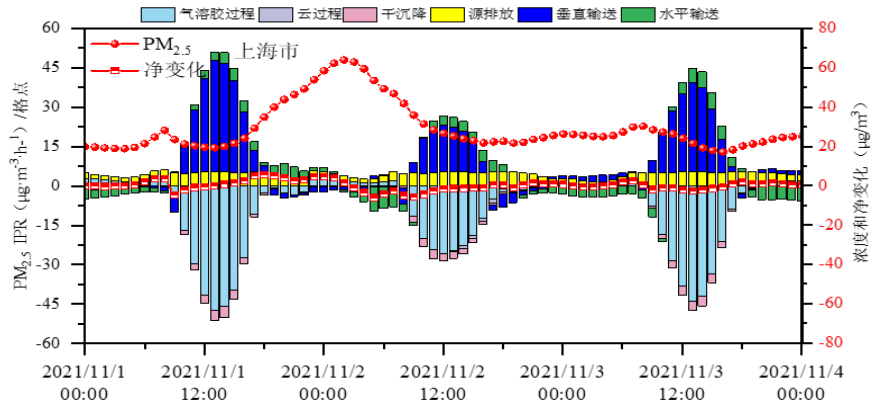
□协同预警精准溯源

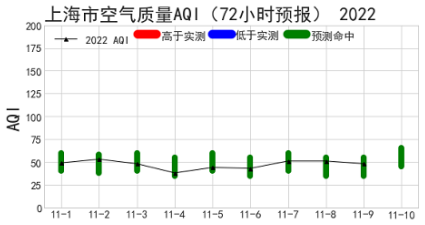
□7区域×10行业× 9污染物多维清单调控矩阵，实现重点区域和关键行业精准管控情景的动态测算，管控从以前的一刀切，圈层式管控，到现在的精准预报、点穴式执法

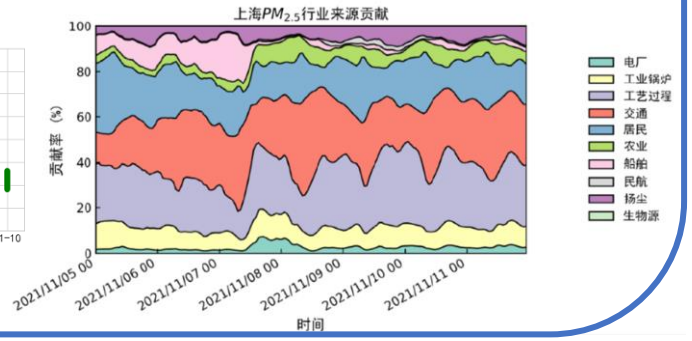
□热点问题筛查监管

□充分学习借鉴北京冬奥会和二十大保障经验，建立区域-城市-区县污染热点问题排查闭环机制，加强监测-监管-执法联动，支撑开展污染精准防控

协同预警溯源

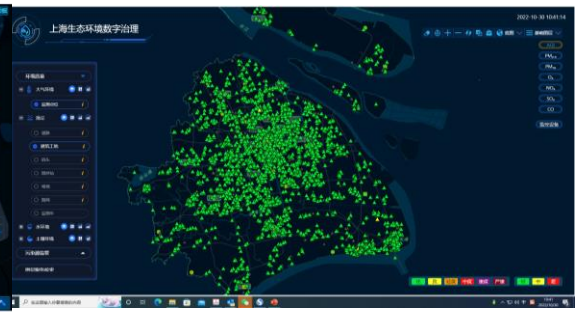




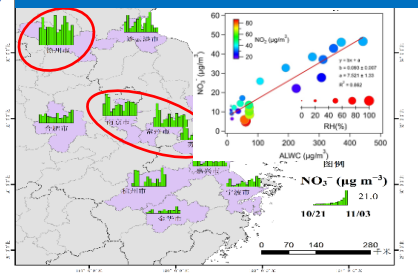


热点问题筛查

2021年11月1日-11月8日车载移动监测全市NO_x重复出现网格位置和平均浓度（重复≥3天）



重点企业走航监管



输送通道→热点城市→重点行业　　走航执法→市公安局执法→决策管控

目录

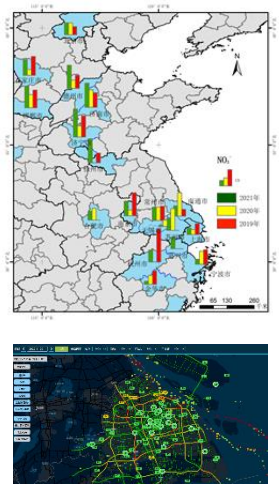
1 空气质量监测预报体系

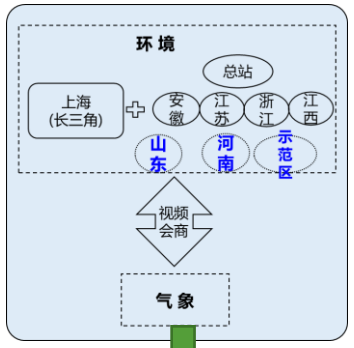
2 进博智慧监测和精细预报

3 未来工作方向

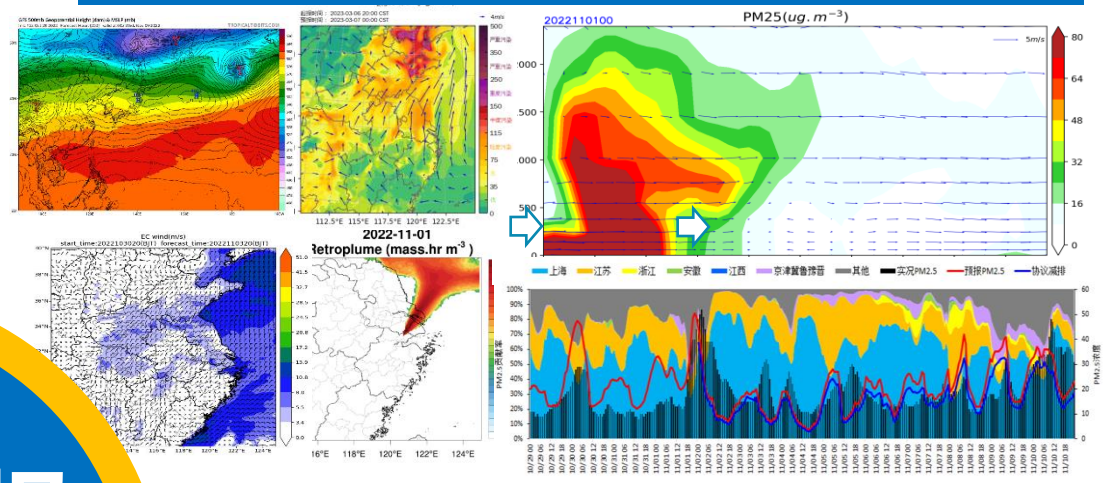
构建进博会“1+N”闭环保障体系

天、空、地、车、污染源监测



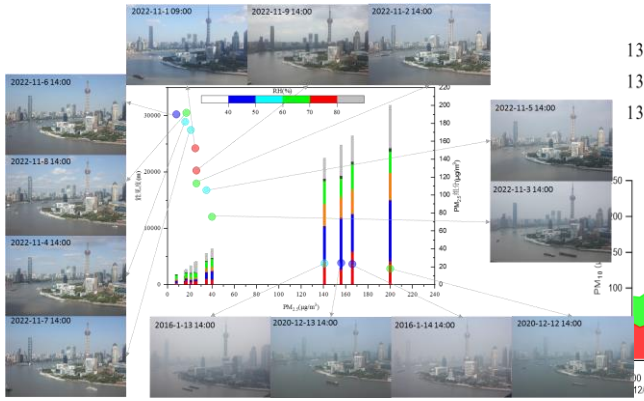


气象预测—污染预报—联合会商—预警管控

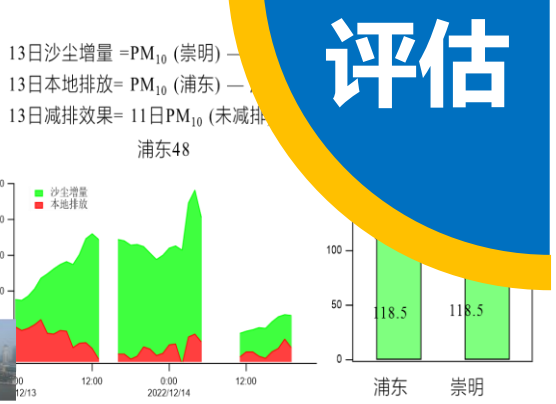


监测 预报 评估 管控

长效治本、应急减排与环境效应评估



长期减排与环境效应



应急减排与环境效应

热点筛查-精准管控-信息反馈

热点智慧筛查

加快建立完善现代化生态环境监测体系

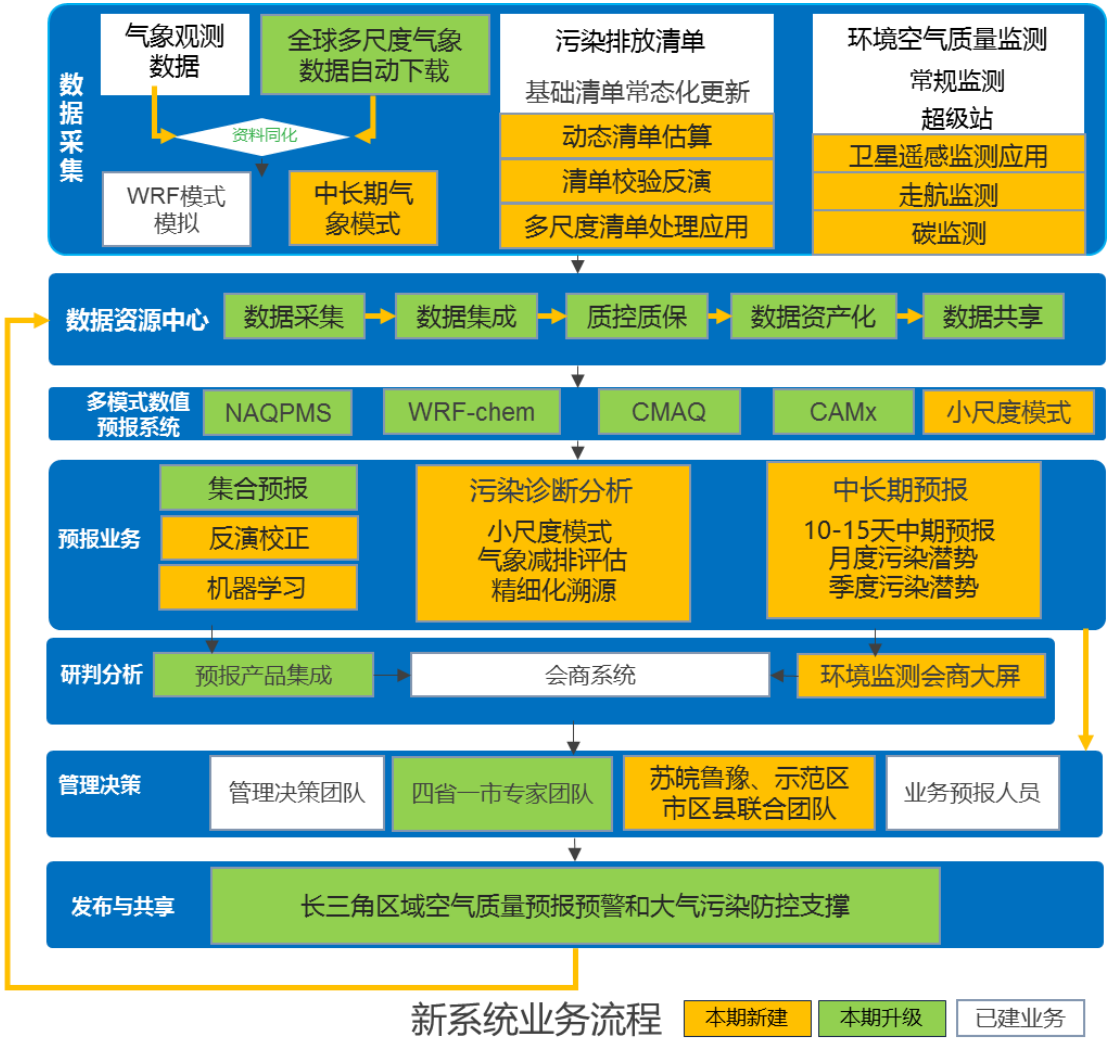
2023年6月，生态环境部印发**《关于建立完善现代化生态环境监测体系的实施意见》**（征求意见稿），提出在未来五年实现**国家智慧化、省市现代化、市县标准化**的生态环境监测能力建设目标，**2025年起组织开展地方能力评估。**

未来五年建设目标

- **“大监测”**管理格局更加成熟定型，高质量监测网络更加完善，生态环境管理需求响应更加高效，基层生态环境监测短板基本补齐，生态环境监测基础能力显著增强。
- 中央本级率先实现监测能力现代化，智慧应用迈出步伐；京津冀、长三角、珠三角等重点区域和省级监测现代化水平大幅提高；市县监测能力达到标准化要求。
- 上海正在编制**《上海市现代化生态环境智慧监测体系建设三年行动方案（2023-2025年）》**。

持续优化预报系统，拓展多时效精细化预报和管控技术

➢ 依托长三角二期能力建设，以**延长预报时效、提高预报精度和拓展应用服务**模块为重点，提升区域环境空气质量精细化预报和管控能力，**支撑构建高水平生态环境智慧监测体系**。



□ 实现3天精细化预报、7-15天污染过程预报、30-45天潜势预报的业务化预报。

污染源清单动态管理

建立长三角区域重点污染源大气污染物实时排放清单：精细化全球基础网格清单及污染源基础信息管理、长三角区域清单动态估算、长三角区域污染源数据集成分析、长三角区域污染源清单核算编制、长三角区域总量清单在线处理、模式清单动态生成等

大气污染综合调控快速测算

开发面向污染预警中短期调控、以调控目标可达为约束条件的大气污染综合调控快速测算平台，提出长三角区域大气污染防治的路径和措施。

气象和减排影响评估

建立减排情景模拟评估体系，为减排管控决策提供有效支撑：多渠道气象数据集成、污染气象条件分析、减排情景模拟评估等

空气质量中长期预报

未来15天空气污染趋势预报能力，实现颗粒物、臭氧等主要污染物及污染过程的1个月中长期预测

街区尺度典型污染精细化溯源预报

建立街区尺度典型污染（交通枢纽、工业区等）污染预报系统，有效识别大点源、工业园区、移动源等对污染物浓度的影响特征，掌握城市内部污染物精细化时空变化特征，支撑城市级空气质量精细化管理，支持管理部门更直观地做出管控决策

卫星遥感监测与应用分析

综合国内外包括静止卫星、极轨卫星等多个卫星的大气污染物观测产品，在已有通用反演算法上通过本地化算法适应性优化，提高卫星数据产品的空间分辨率和准确性，在地面观测站点稀疏地区（如海面区域）和大气层内总量观测方面，形成对地面观测的有力补充

AQI数据质量管理

常规空气自动站质量管理（远程监控、自动巡检、智能化质控等）、超级站数据联网与分析应用（数据采集、数据管理、数据质控、数据分析与展示、站点设备运维等）

温室气体监测与应用平台

通过城市温室气体监测管理、碳源排放监测、生态碳汇监测，为应对气候变化工作成效评估提供数据支撑；研究建立高分辨率温室气体清单，开展CO_2排放反演研究；统筹考虑温室气体与其他大气污染物的同源性，进行减污降碳协同分析

全天候运行保障平台

立体化监控与管理工具集、数字化运维统一事件管理、数字化运维服务管理等模块化组件，实现数字化运维高效管控

区域预测预报业务集成平台（升级）

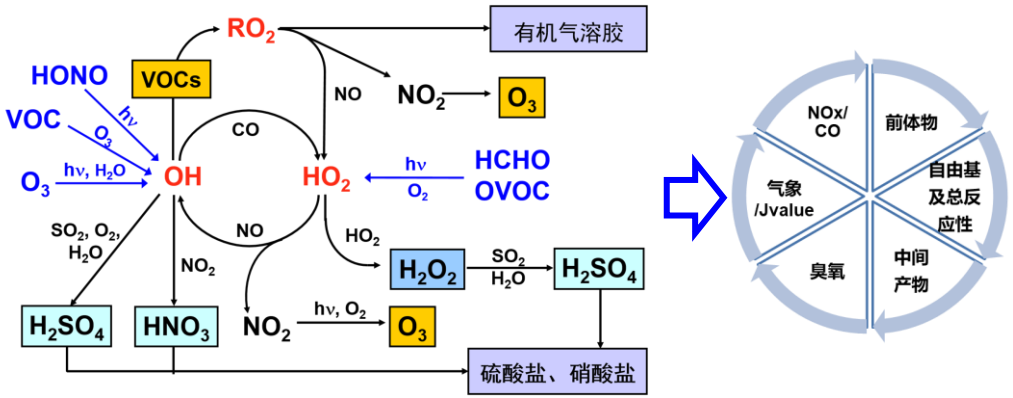
对现有系统进行升级，实现监测分析、清单管理、预报分析、决策评估、精细化网格预报订正、专业化分析产品自动生成等功能

加强科研和业务应用融合，突破碳污协同治理支撑难点

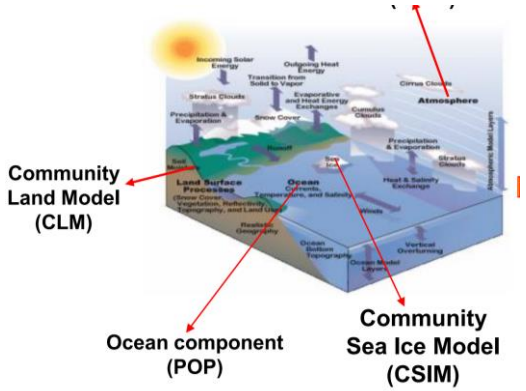
- **积极争取市科委与科技部重大项目落地，开展联合攻关，推动科研成果业务转化**

- **城市尺度研究**：面向臭氧污染防治攻坚与减污降碳需求，构建**以氧化性调控为核心的臭氧精细化治理技术体系，**率先实现特大城市应用示范，打造全国样板。

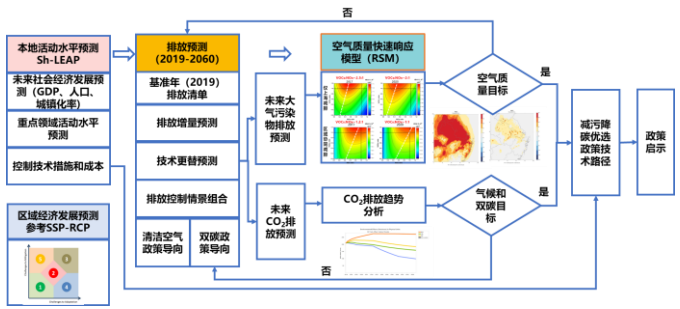
- **区域尺度研究**：联合长三角科研团队，研究建立**区域臭氧污染过程联合应对机制**，形成一批具有区域共识的碳污协同治理技术规范，引领区域一体化高质量发展。



大气氧化性是决定臭氧和$PM_{2.5}$二次组分生成的核心
如何观测？如何表征？如何溯源？



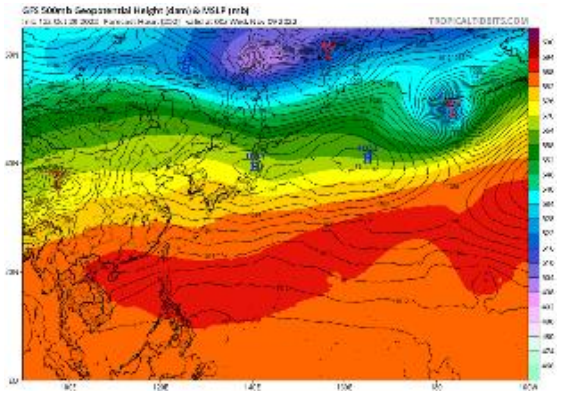
气候-生态-碳排放-空气质量
耦合模型系统



能源-产业-交通动态排放预测
与协同度评估方法

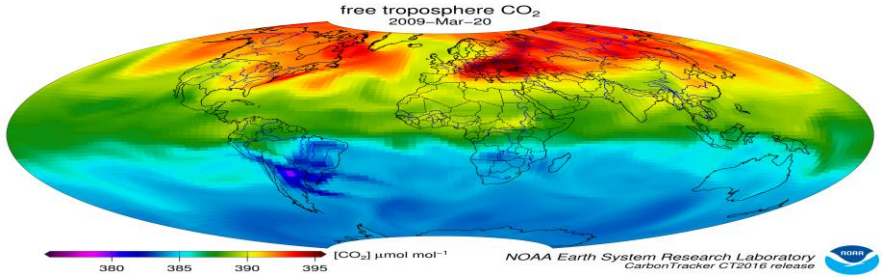
拓宽监测、预报业务领域，服务管理决策和人体健康

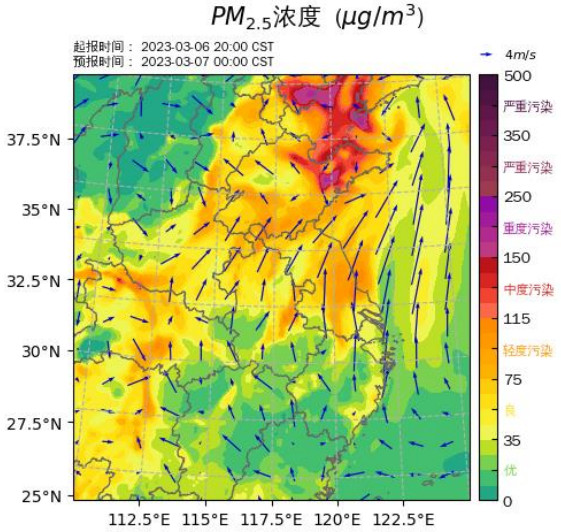
- 扩展水、土、碳、生态等要素的监测和预报，构建涵盖大气、水、温室气体、生态系统等要素在内，以人体健康和环境风险为关注点的现代化监测和预报要素体系。

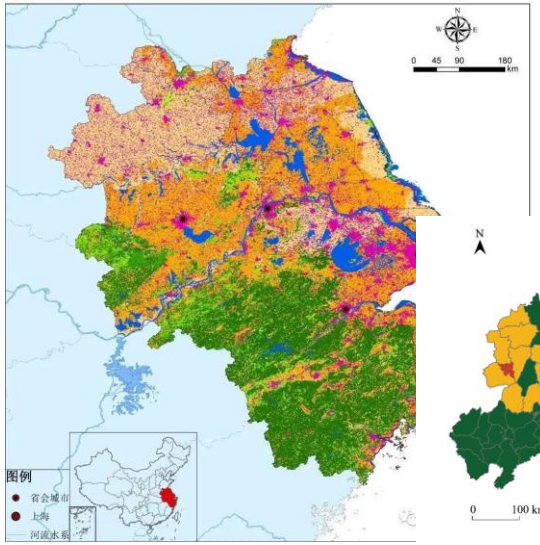


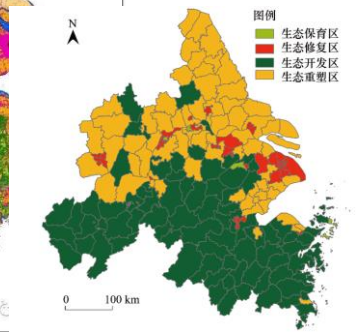
大气

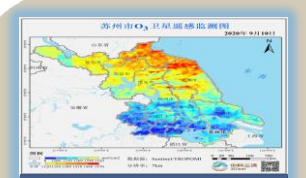
水土、生态



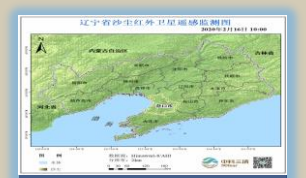




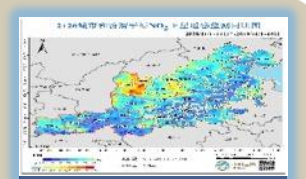




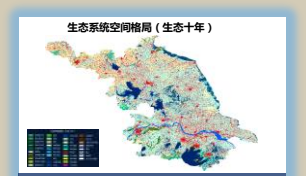
空气质量



污染源



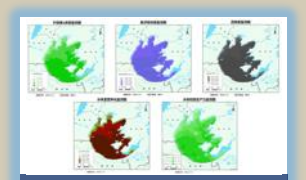
减排成效评估



生态系统监测

碳污协同

人体健康



水环境监测

生态环境状况评价

人类活动监管

• • •

敬请批评指正！