

第十一届长三角空气质量管理技术
研讨会

浙江省生态环境大数据重点实验室
浙江省生态环境监测预警及质控研究重点
实验室

浙江省数字化改革背景下的 大气环境监测预报预警

赵文龙

浙江省生态环境监测中心

2023年9月1日 上海



报告提纲

■ 数字化改革

■ 监测预警体系

■ 数字化集成

■ 改革成效



2022年

纵深推进数字化改革 为高质量发展建设共同富裕示范区提供强劲动力

2003

提出“数字浙江”

2014

智慧环保

2018

政府数字化转型

2011

数字环保

2017

“最多跑一次改革”

2021

数字化改革

构建数据集成、“**大脑**”辅助的决策支撑体系，完善“**大脑**”体系，提升监测评估、预测预警、实时响应和战略目标管理能力。

——袁家军，浙江省第十五次党代会上的报告（2022年6月20日）

认真学习、深刻领会习近平总书记关于数字化改革重要论述

学习贯彻全省数字化改革推进会、数字政府建设专班例会等会议精神，提升数字素养、增强改革本领，真正推动从“要我干”向“我要干”的转变。

在全省1612体系中，**专门设立数字政府生态保护跑道，体现了省委、省政府对生态环境工作的高度重视**，也对我们数字化改革工作提出了更高要求。



党建统领整体智治

数字政府

数字经济

数字社会

数字文化

数字法治

理论体系

制度体系

基层治理系统

一体化智能化公共数据平台

2022年数字政府系统“跑道”

政务服务

经济调节

市场监管

生态保护

应急管理

政府运行

2022年数字政府生态保护“子跑道”

碳达峰碳中和

污染防治攻坚

生物多样性保护

生态惠民助企

生态环境安全

聚焦生态环境部试点批复，省委十五次全会“打造生态文明高地”和“打造数字变革高地”部署，认真贯彻落实《关于深化数字政府建设的实施意见》，围绕深化数字政府建设，以“六个全”构建全域智慧的数字化生态环境保护体系。

天空地人全感知

五官
(物联感知)

强化对大气、水、土壤、自然生态等环境要素实时感知、实时监控。

环境网络全互联

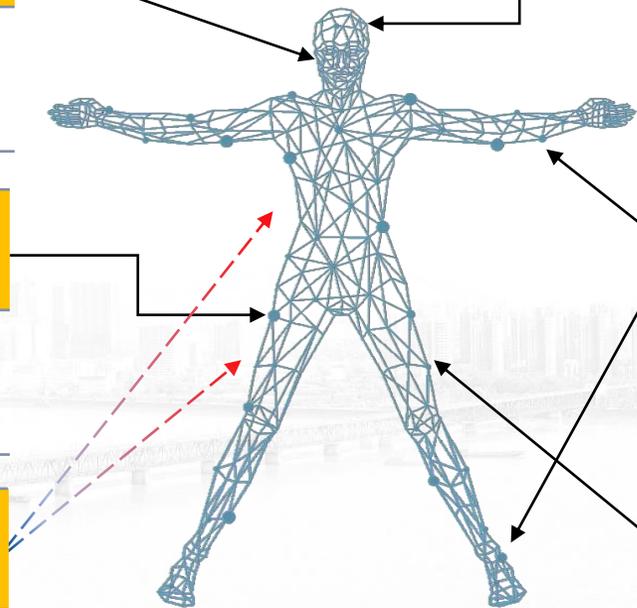
经脉
(网络+安全)

打通国家省市县四级网络和政务网、专网，实现跨层级、跨领域的网络互联互通。

环境数据全流通

血液
(数据)

加强生态环境数据仓建设，推进数据全量归集和共享使用。



大脑
(多维集成)

指挥决策全智能

建设生态环境大脑，实现“监测评估、预测预警、实时响应和战略目标管理”全智能。

手脚
(场景应用)

环境治理全协同

打造美丽浙江综合集成应用和一批多跨协同场景应用，推动生态环境综合、系统、协同治理。

肌肉
(运营+运维)

环境管理全统筹

统筹推进污染防治攻坚战，生物多样性保护和生态环境安全防控等美丽浙江建设各项任务。



环境管理
全统筹

环境治理
全协同

网络
安全
体系

组织
保障
体系

标准
规范
体系

政策
制度
体系



指挥决策
全智能



环境数据
全流通



环境网络
全互联
天地空人
全感知

生态环境大脑基于一体化智能化公共数据平台，综合集成算力、数据、模型算法、知识规则等数字资源，借助生态环境态势感知网络体系，形成以数据计算分析、知识集成运用、逻辑推理判断为核心的智能化系统，提升生态环境领域业务运行监测评估、预测预警、实时响应及战略目标管理的能级水平，支撑数字化改革应用赋能跃升，推动实现生态环境态势全感知、环境网络全互联、环境数据全流通、指挥决策全智能、环境治理全协同、环境管理全统筹，是美丽浙江建设的数据底座、能力中心和协同中枢。

21个基本单元

按照“一表一图N清单”方法，确定了“大脑”总体建设架构，并梳理了“精准治气”等9个智能模块共21个基本单元。

9个智能模块

精准治气

精准治水

精准治废

精准治土

减污降碳
协同增效

陆海
协同治理

环评准入

企业监管

环境问题
发现

生态环境数据仓

归集数据167亿条

态势感知

环境空气自动站
和功能站

1737个

重点企业污染排放
在线监控

3609家重点企业

地表水断面和
饮用水源水质自动站

312个

企业用电监控

7259家企业

乡镇小微水质
自动站

453个

尾气排放在线监控

25.4万辆柴油货车

数据需求
(169个目录)

已归集

134个

归集中

35个

数据集成与共享

数据共享

131个单位
173个系统

接口被调用

3934次

共享数据

1481亿条

报告提纲

■ 数字化改革

■ **监测预警体系**

■ 数字化集成

■ 改革成效



双约束条件下大气污染过程协同精准控制

管理决策

- ◆ 精细化大气污染排放格局及强度
- ◆ 大气污染调控措施执行情况
- ◆ 精细化空气质量预报
- ◆ 精细化的大气污染源
- ◆ 基于目标的协同调控策略

监测预报

- ◆ 高时空分辨动态大气污染源清单
- ◆ 基于观测的大气污染源反演清单
- ◆ 大气环境综合立体监测监控网
- ◆ 高精度多功能大气模式系统（回顾+预测）
- ◆ 基于AI及BD技术的多源数据融合集成应用系统

专业需求+数字化改革驱动

数字化应用总体原则

强化智控，多跨协同。加强数字化改革成果应用，全面提升常态化会商研判、指挥调度、污染源排放动态评估、污染过程应对能力。

数字化应用总体目标

依托生态环境大脑，建立一网感知、一屏统览、一键调度、一体闭环的指挥体系。

数字化应用具体要求

(三) 提升大气污染精准管控能力。依托“生态环境大脑”和“浙里蓝天”数字化应用，建设涵盖环境空气质量监测、污染源监测监控、大气污染源清单、能源消耗、交通流量、气象数据等的指挥平台，集成指挥调度、环境空气质量预测预报、大气污染源排放动态评估等功能。完善“浙里蓝天”热点网格等应用，建立问题智能发现、及时处置、结果反馈、评估优化的闭环管理机制，实现大气污染源的精准排查和管控。

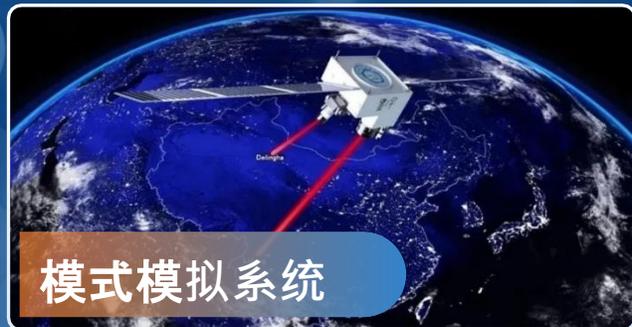
监测预报预警精细化技术支撑框架



实现环境空气质量态势动态感知



支撑污染排放源变化特征评估



实现人工智能与多模式双引擎预报预警，支撑溯源与决策评估



超级计算机支撑预报、溯源、措施制定与评估计算模拟

基于多跨协同、流程再造和场景应用的理念进行数字化集成，深度嵌入数字化改革体系

站位协同 监测因子协同 区域及城市协同、目标协同监测

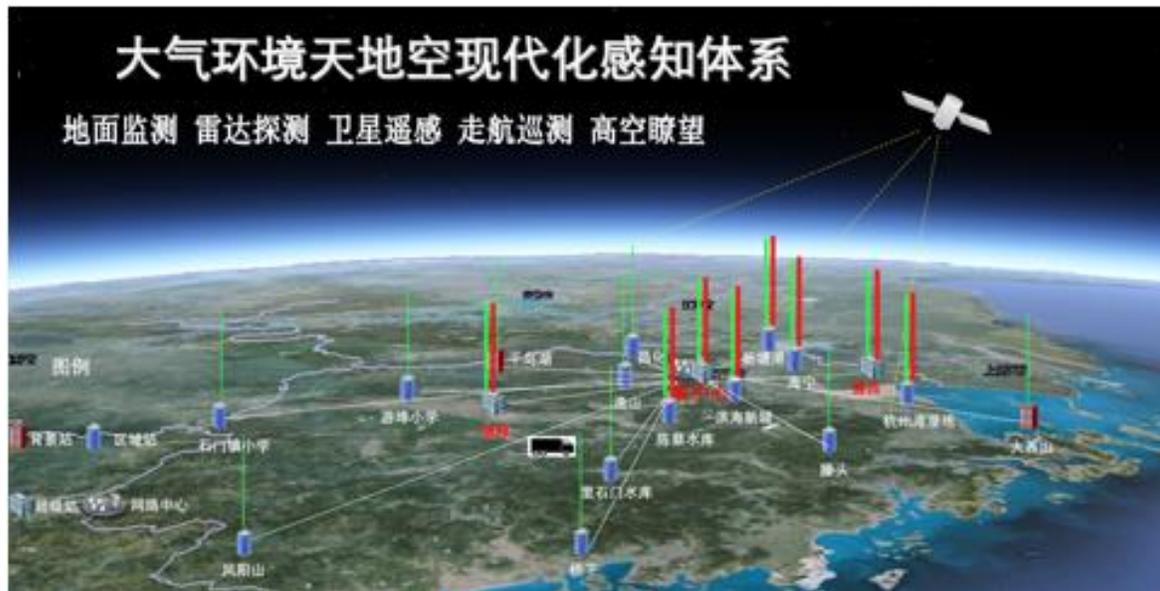
科学观测网



超站、区域站、组分站组成的科学监测网
 污染成因分析、模式参数验证、
 管控成效评估

大气环境天地空现代化感知体系

地面监测 雷达探测 卫星遥感 走航巡测 高空瞭望



评估监控网



工业站、交通站、乡镇站、路边站、高空瞭望、走航巡测、卫星遥感、无人机、车流量、船舶等数据
 污染高值点筛查、区域污染源动态核算、污染过程监控、污染溯源

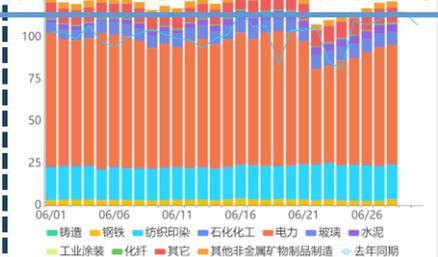
质量监测网



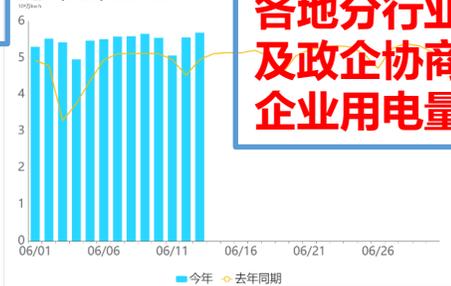
国控、省控监测站点
 区域城市空气质量监测

措施落实与整改情况总结

各地分行业重点源在线

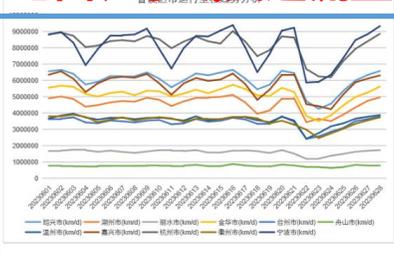


浙江省（重点区）工业用电量



各地分行业及政企协商企业用电量

地面、水域交通流量



渣土车活动



通过重点源在线、专项检查、工业用电量、走航、热点网格、高值点位、遥感、高空瞭望等手段，全天候、实时排查异常线索，并推送给执法在线。

工作进展

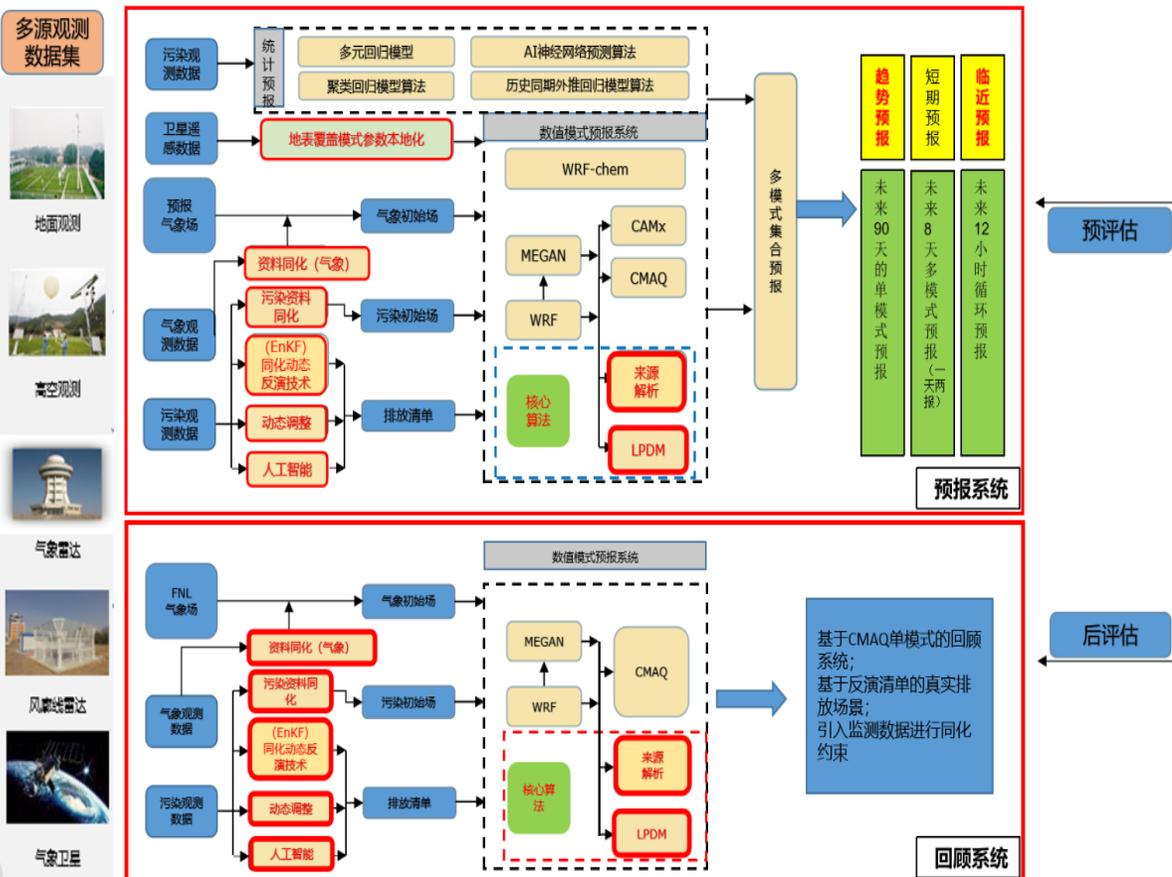
活动水平

问题与分析

减排情况及建议

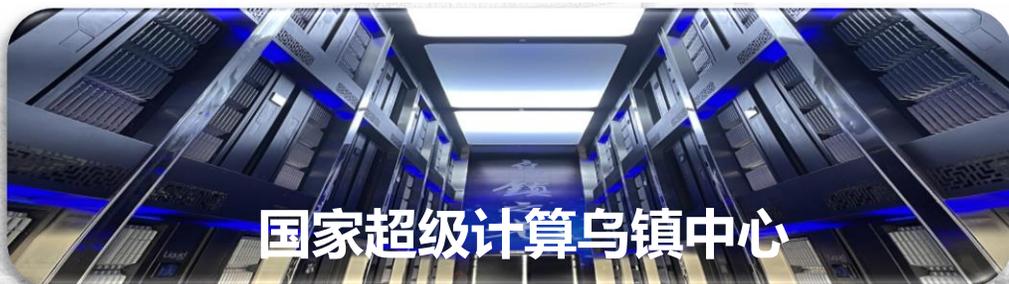
根据减排措施工具库及落实情况，计算地区的NO_x、VOCs、PM减排情况，总结提出下一步管控建议。

- 以数字化方式展示主要的**活动水平**。
- 以“**智能监控+现场核查**”方式，全面排查异常情况，并形成闭环。
- 根据各类措施落实情况，利用平台内置算法模块，综合计算主要污染物排放情况，**评估实际减排量**。



- **集合诊断：多模式预报及回顾模拟诊断技术**
- **精细化模拟：浙江全省3km、浙北区域1km (含环杭州湾)**
- **多预报时效：临近3天 (每3小时)、短期7天 (每天2次)、中期15天 (每天)，延伸期最长90天 (每周)**
- **多维排放矩阵：基准+业务化准实时动态、反演清单 (每日)**
- **区县网格化定量溯源：臭氧及颗粒物网格化溯源，明确热点网格的行业、区域及贡献**
- **多元网格化分析：气象影响评估、聚类分析、排放分析、过程分析、臭氧敏感性分析等 (基于雷达、OBM、DDM)**
- **智适应减排评估：8小时内给出基于控制目标的最优减排方案及成效评估**
- **全要素同化：气象、污染及VOCs组分、雷达数据同化、沙尘识别**
- **自由调参：具备调参和任意定制方案，随时启动模拟运算能力**

- **计算峰值：102.4 TFlops，同一集群内保证15%的节点冗余，**
- **集群稳定性：99% 存储空间：1.3PB**
- **计算网络：200G Infiniband**
- **传输带宽：100Mb/s专线由超算中心直连省生态环境厅**



国家超级计算乌镇中心

报告提纲

■ 数字化改革

■ 监测预警体系

■ 数字化集成

■ 改革成效



立体监管网络

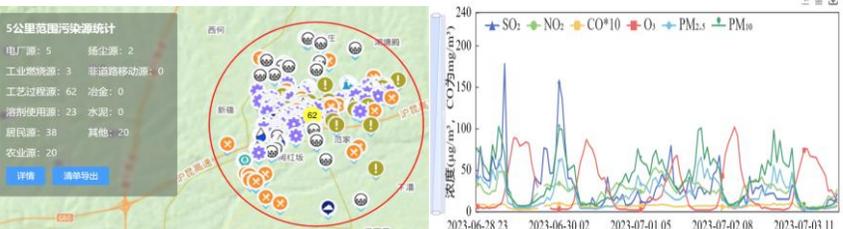
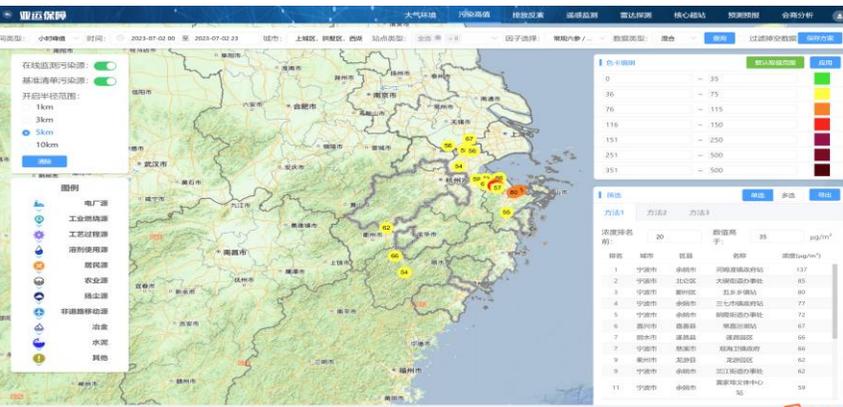
热点分析技术

助推精准执法

污染热点

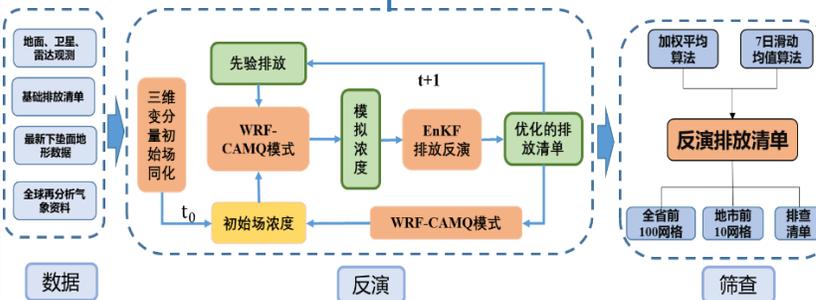
多源地面监测

城市 乡镇 区域 工业园区 交通



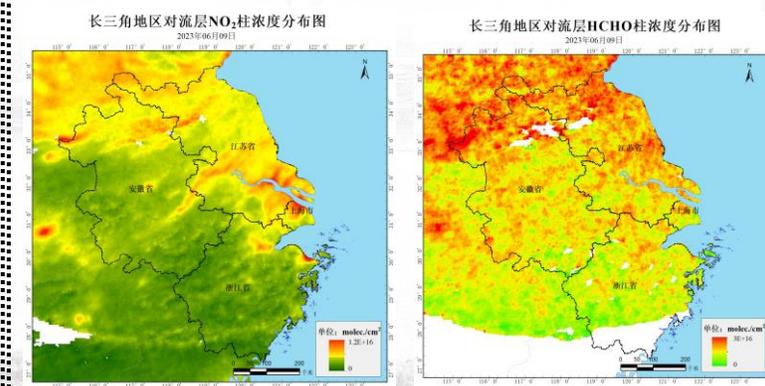
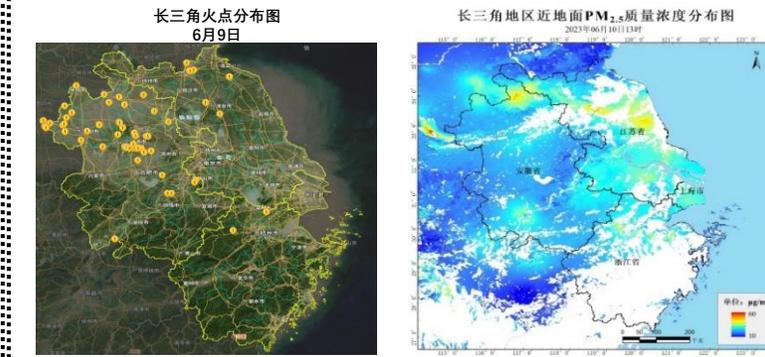
基于监测和清单的污染热点筛查和溯源技术
SO₂, NO₂, PM_{2.5}, VOCs及其组分

排放热点



基于卡尔曼滤波与模型耦合的排放反演技术
PM_{2.5}, CO, SO₂, NO₂ 乙烯, 乙烷, 异戊二烯, 苯, 甲醛, 甲醇

遥感热点

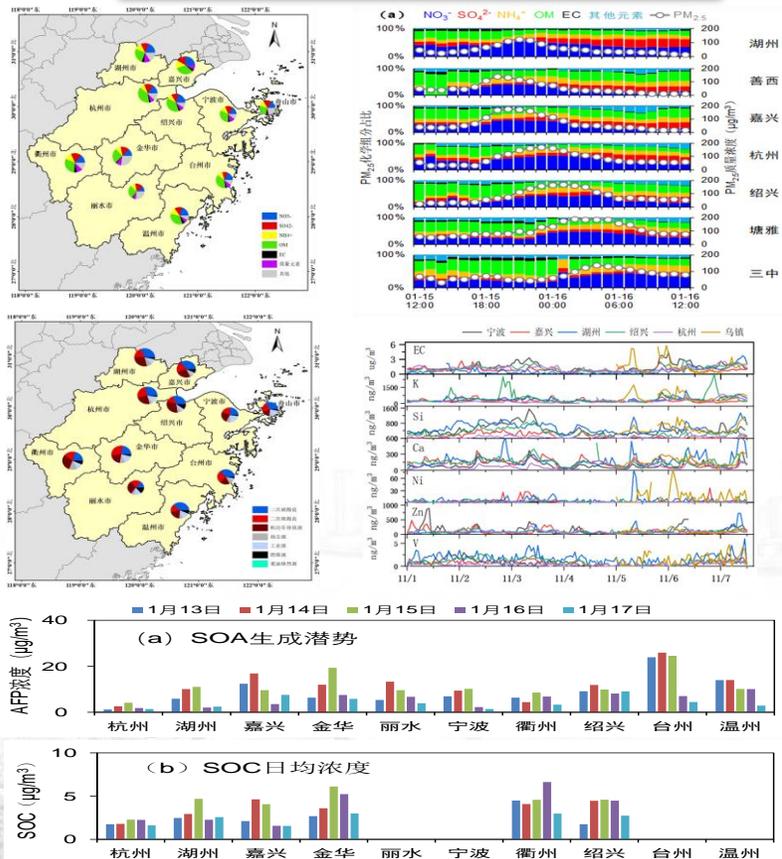
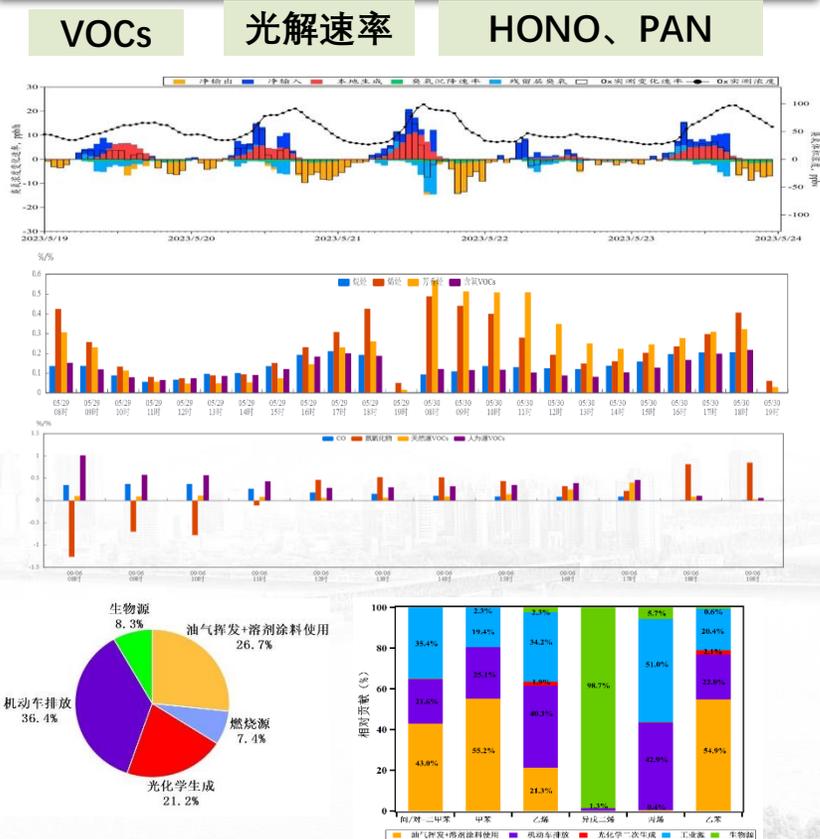
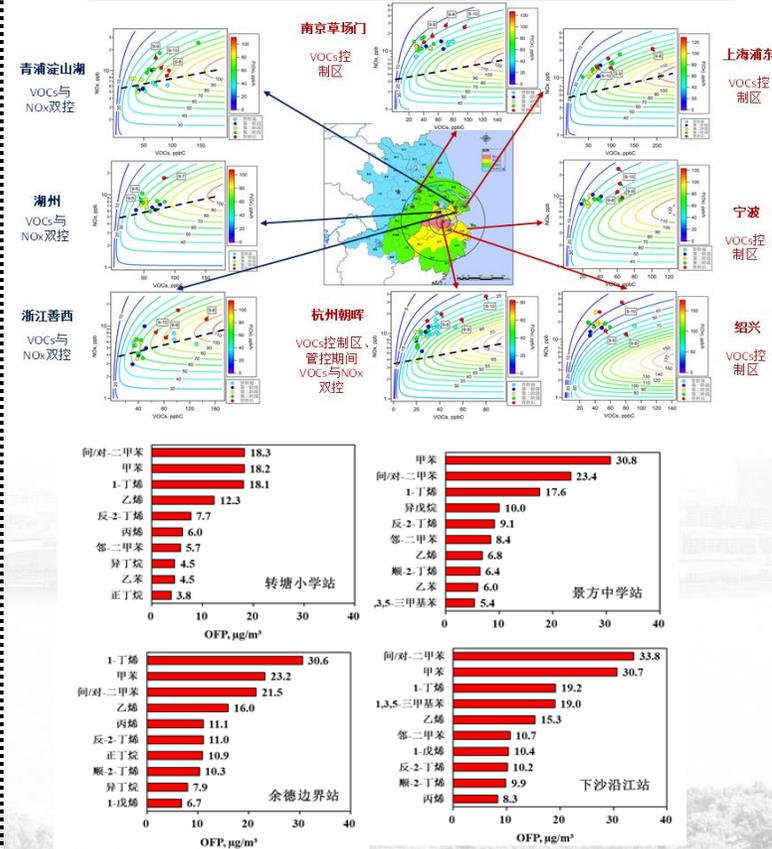


基于遥感的区域污染精准筛查技术
火点、PM_{2.5}, O₃, NO₂, HCHO

立体监测网络

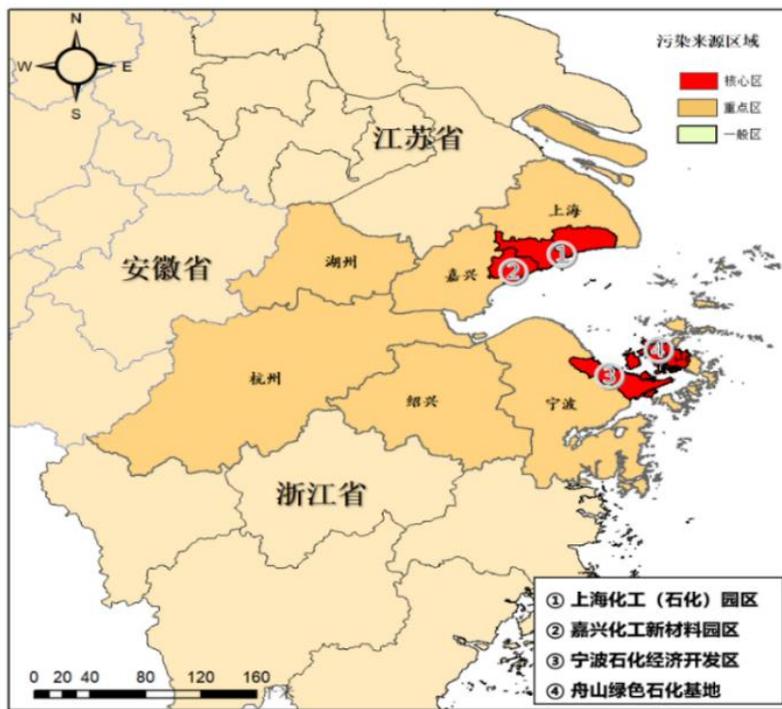
成因诊断和溯源技术

支撑成效评估及精准控制策略

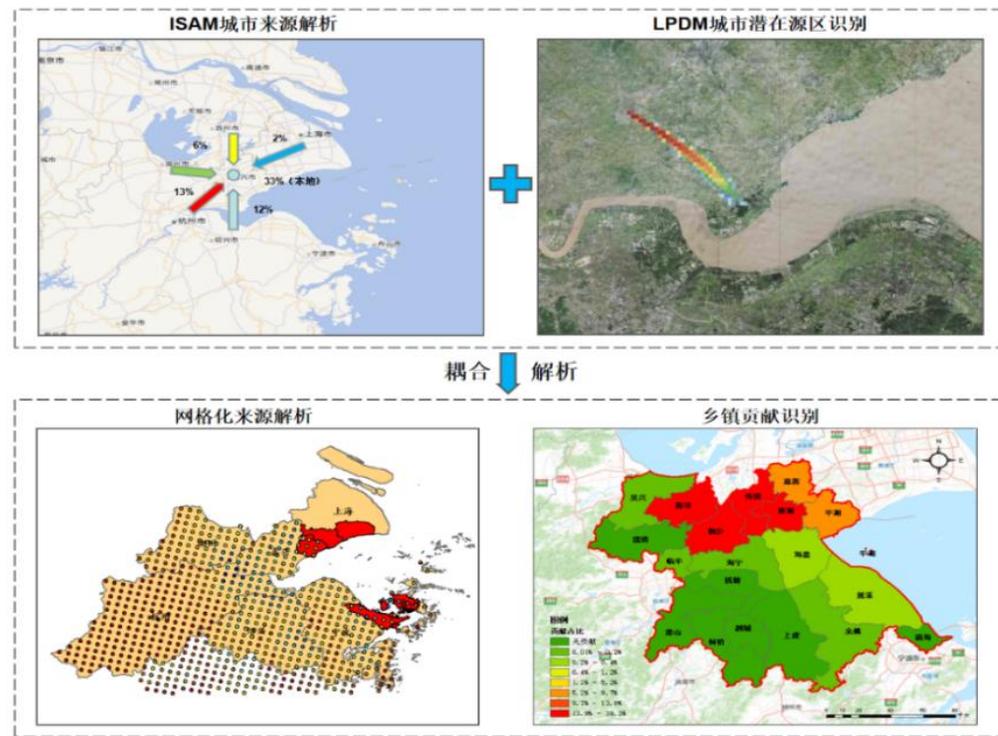
PM_{2.5}污染成因及溯源O₃浓度过程诊断、成因及溯源区域O₃控制区策略诊断区域多站点PM_{2.5}组分集成融合分析技术实时多角度场景化O₃浓度过程融合分析技术基于区域监测的O₃敏感性属性分析技术

- 基于CMAQ-ISAM溯源方法+LPDM拉格朗日粒子扩散模型的网格化溯源算法
- 采取变尺度标记规则，构建业务化的网格化溯源方法
- 实现O₃和PM_{2.5}及其关键前体物（乙烷、乙烯、苯、OC、EC）**1km*1km网格化来源解析**

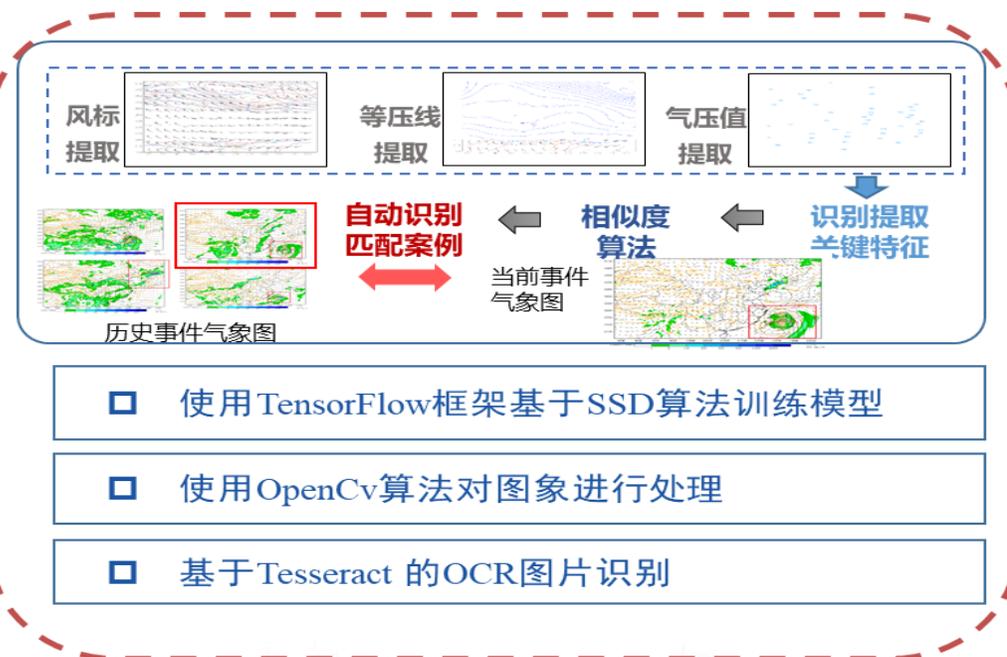
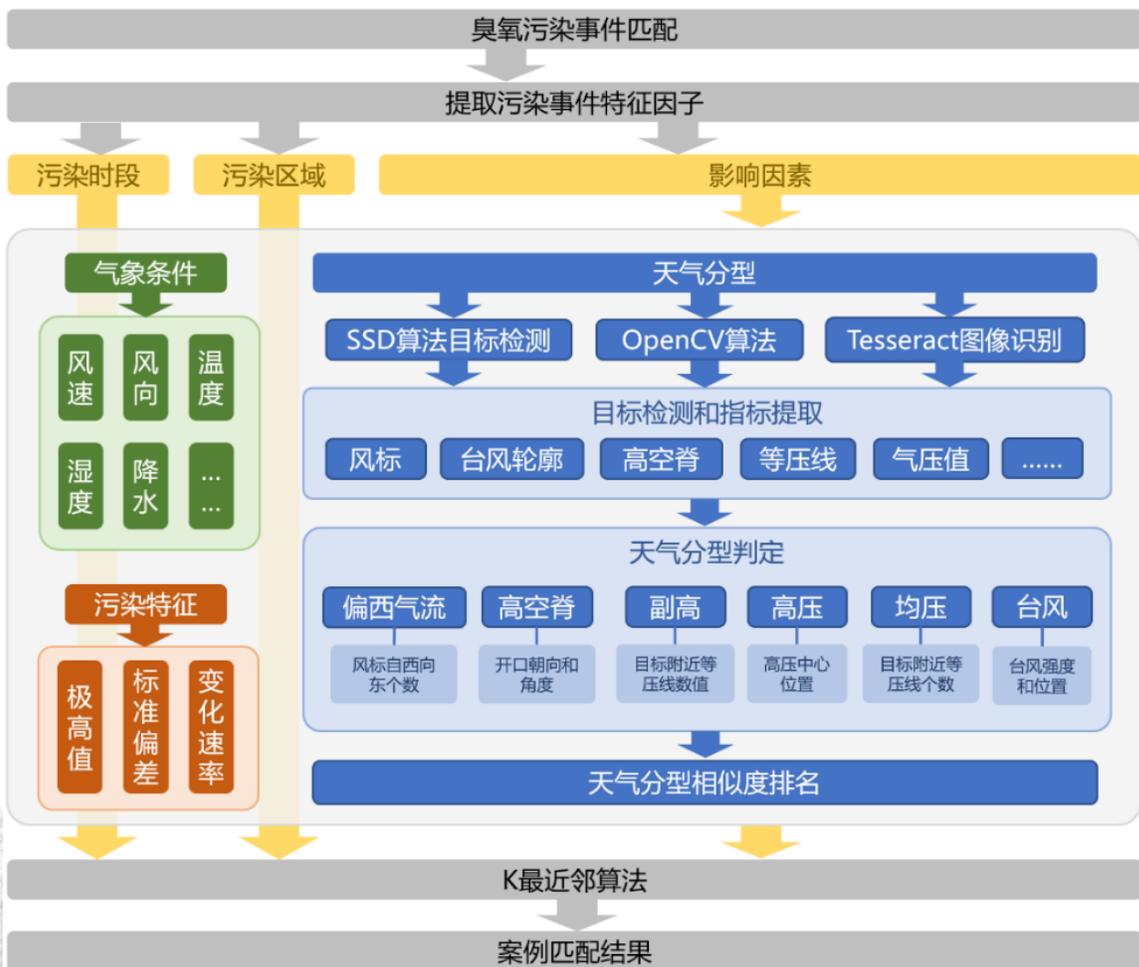
污染溯源标记



精细化溯源技术路径

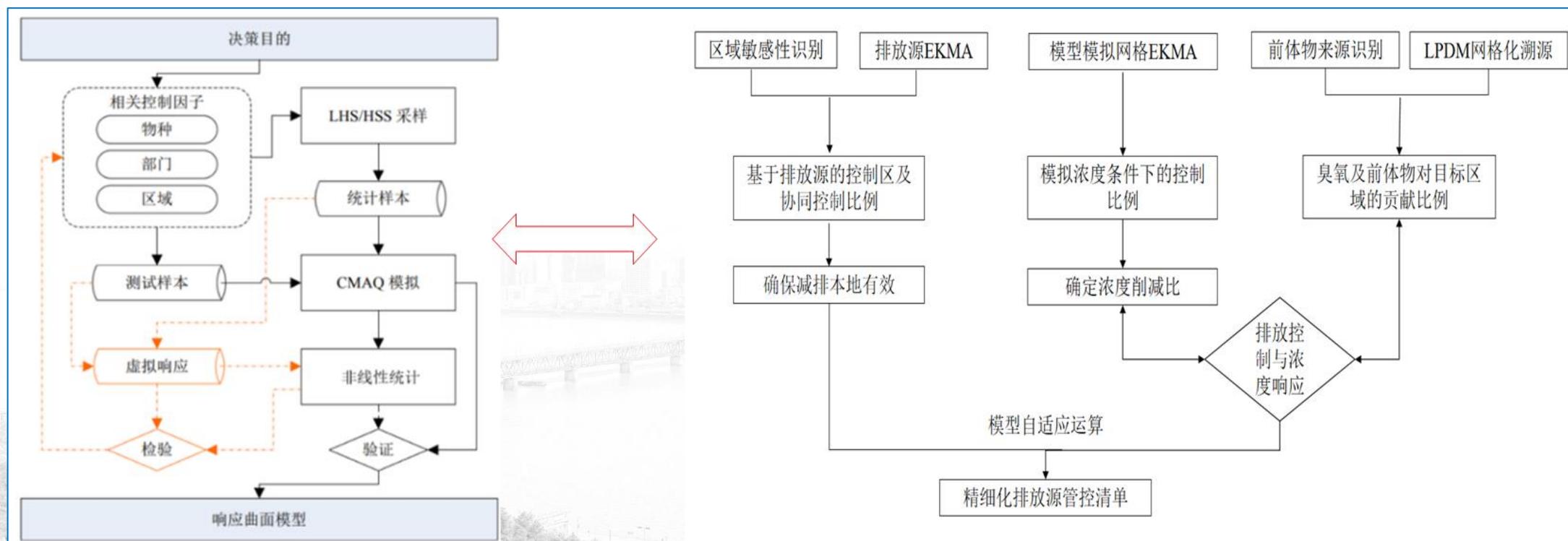


基于机器学习的臭氧污染案例智能匹配技术

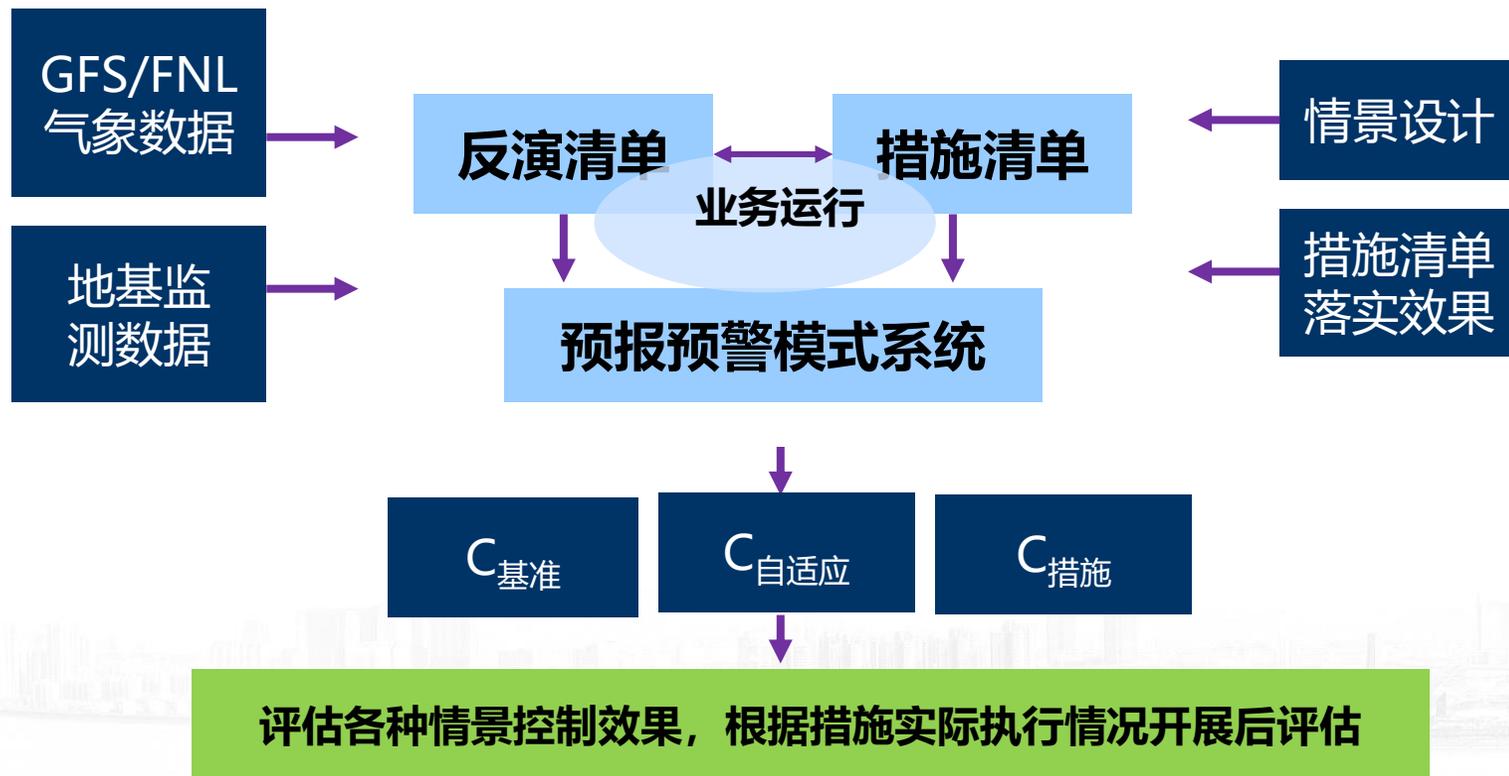


- 建立污染案例特征因子管理标准
- 基于SSD算法建立O₃污染历史案例库
- 构建气象特征AI智能识别模型
- 实现智能检索和自动匹配

- 基于精细化溯源提升技术，对管控区**属性智能划分**和**前体物控制区智能识别**
- 基于曲面模型，结合控制区属性划分，建立基于臭氧控制目标的“减排代价-实时评估”自适应算法，**智能生成臭氧污染应对最佳减排方案。**



预评估/后评估技术闭环



- 基于预报污染过程，开展环境效应评估，量化管控措施预期效果；
- 利用反演清单、措施清单及措施实施成效反馈，评估措施实际执行情况，完善优化污染应对管控方案。

1

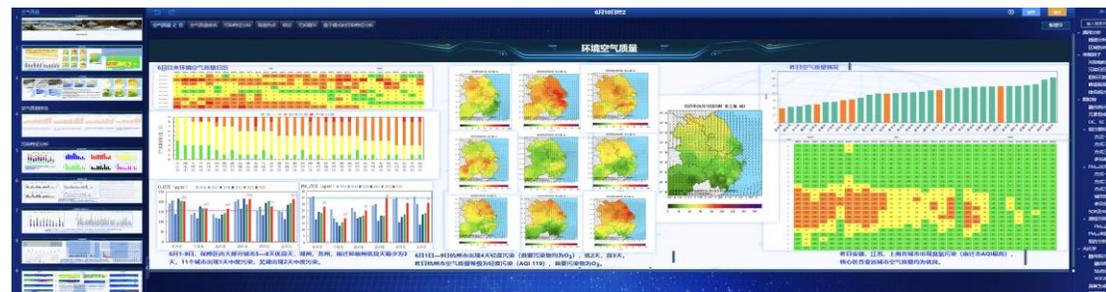
演示汇报平台化



在线创建演示汇报文件，自由化、**定制化插入图片/文字/表格**、**调整页面顺序**、全屏演示等各类基础功能，适配大屏幕，支持32:9和16:9两种比例。

2

图表调用组件化

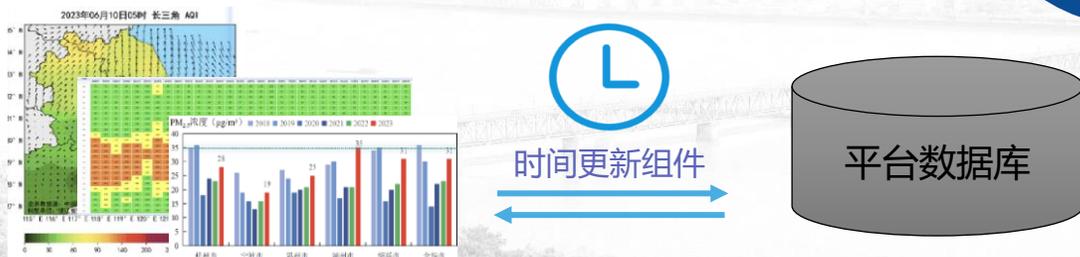


任意调取平台各模块中的各种分析图表，直接插入编辑页中。涵盖**70多个组件**，**上百种不同的分析图表**，结合查询条件组合，形成成千上万种不同分析内容。

核心功能

3

数据分析动态化



自研时间更新组件，被调用的图表均联动后台数据库，可单独设定每个图表的数据定时更新机制，编制完成一份汇报模板后**数据动态更新**，可随时用于汇报。

4

内容编辑实时化



多人编辑

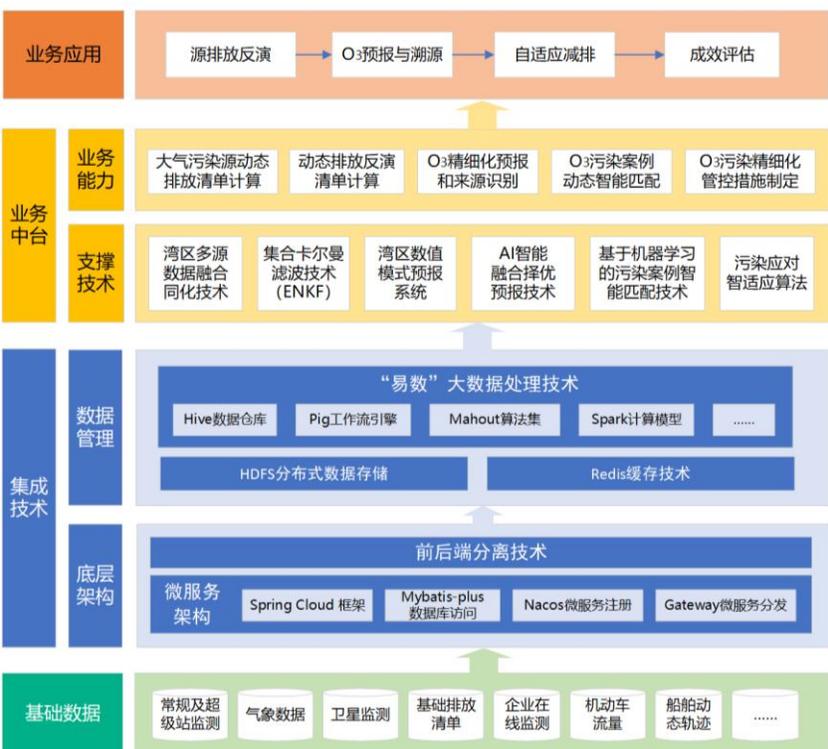


在线合并组件

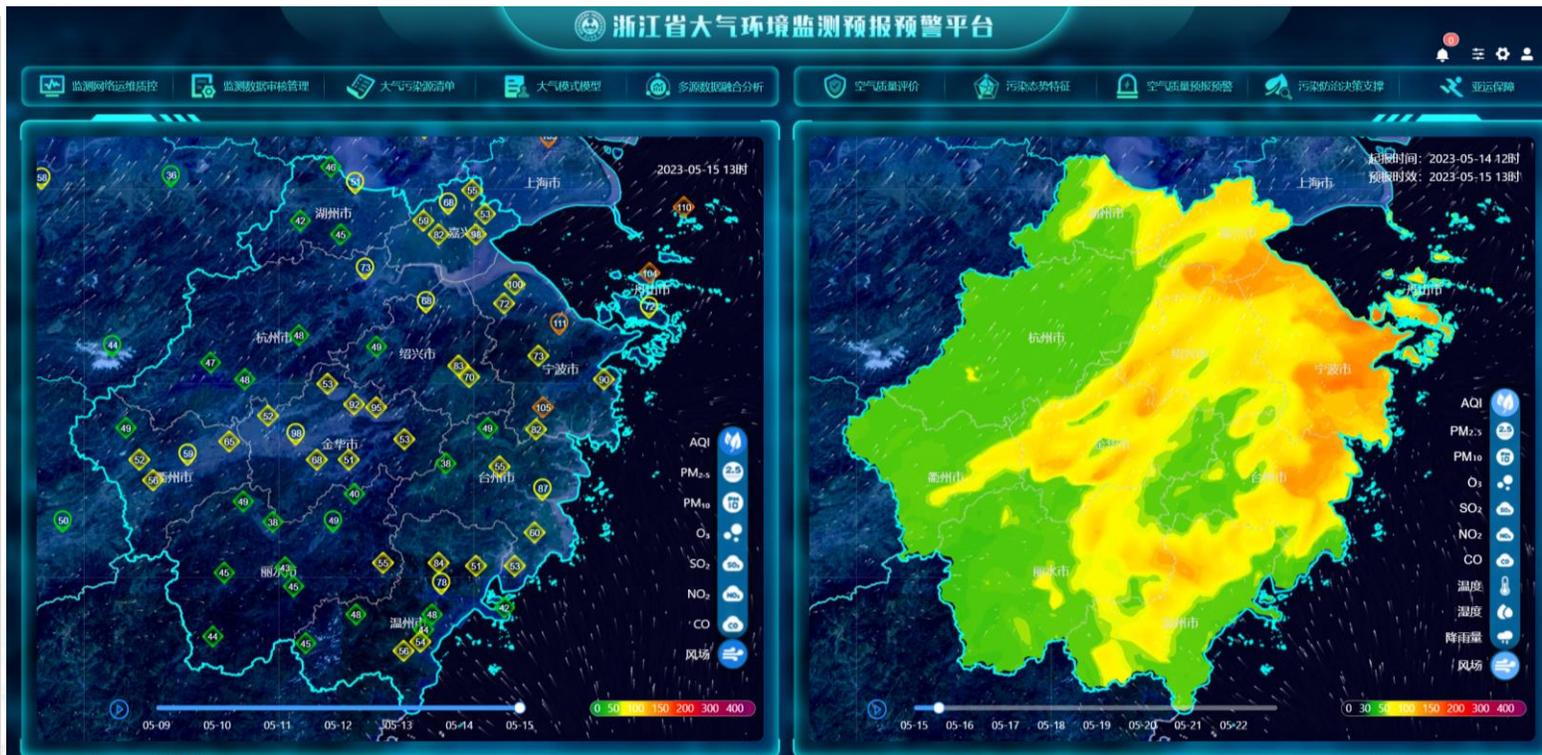


一人演示

当汇报材料编辑内容较多，需要分工协作时，支持多人分别编辑多个文件，再通过在线合并功能，**一键合并**成单个演示文稿。

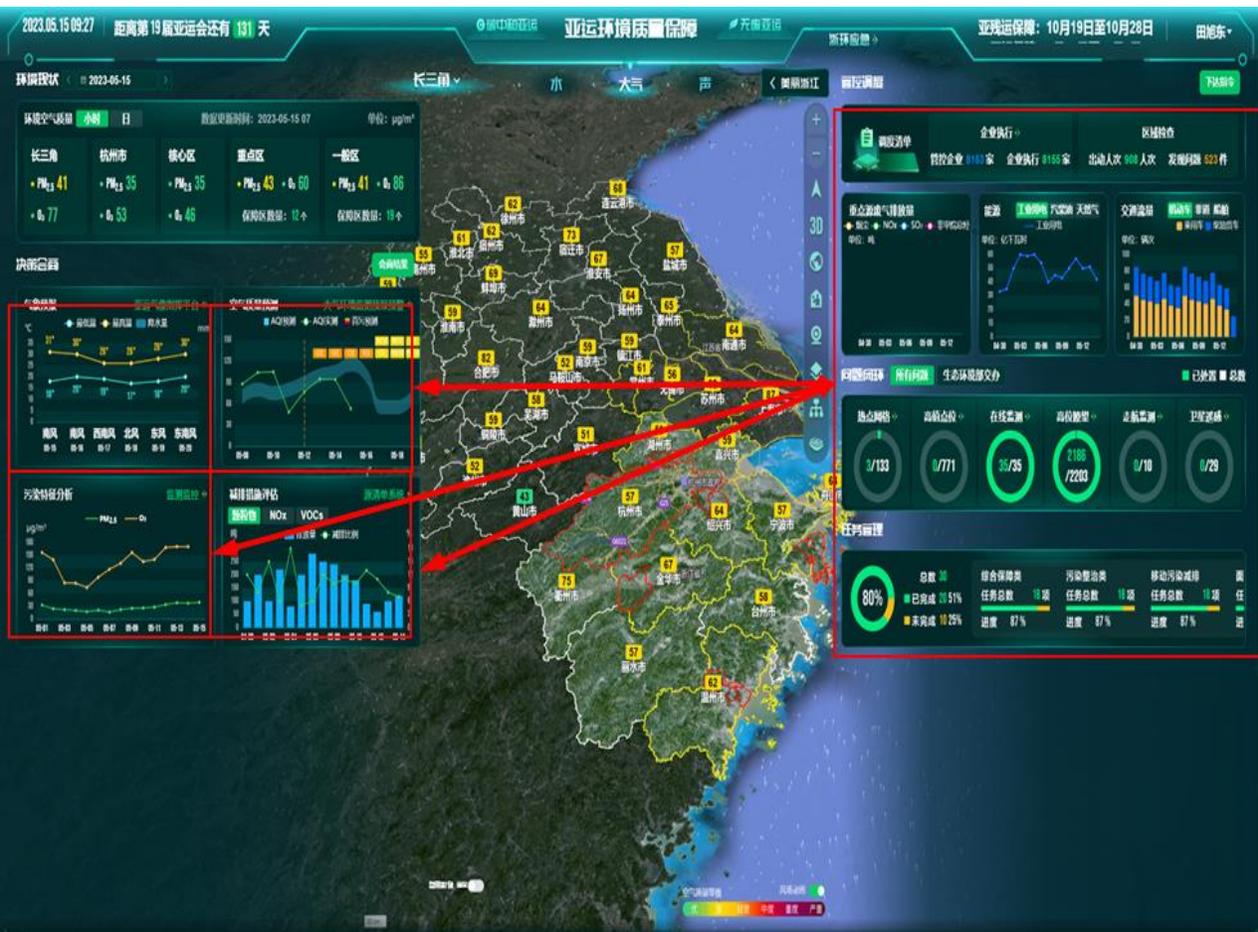


组织保障体系
标准规范体系
政策制度体系



数据+中台+模块的模式

打通源排放反演 → 预报与溯源 → 自适应减排 → 成效评估 → 管理决策建议流程



工作闭环 = 技术闭环 + 管理闭环

报告提纲

■ 数字化改革

■ 监测预警体系

■ 数字化集成

■ 改革成效



改革前

由于业务特点，生态环境系统积累了大量生态环境相关数据，但由于没有统一数据仓，存在碎片化问题突出，结构性数据有缺失，离全量归集有差距，数据完整性、及时性、一致性不够等问题，数量和质量都还无法高效支撑应用建设。

改革后

在省公共数据平台上搭建生态环境数仓，推进厅局间数据全量归集，加强生态环境部数据回流，解决数据归集不全、碎片化等问题，推进生态环境领域数据应采尽采、应归尽归。

生态环境数据仓

在省一体化智能化公共数据平台上搭建**生态环境数仓**，推动厅局数据归集。

应采尽采，应归尽归

已归集生态环境部回流、省级厅局共享和本系统三类数据**共167亿条**。

数据共享

向**131个单位173个系统**提供数据共享，接口被调用**3934万次**。

改革前

生态环境工作涵盖大气、水和土壤等，需要依靠大量监测数据才能清楚掌握生态环境状况，生态环境系统经过多年建设，在前端态势感知上虽有一定基础，但存在后知后觉问题，实时感知能力不足，难以满足精准治理要求。此外，我省排污企业量多面广，执法人员少，环境问题智能监管能力不足。

改革后

通过构建起“天地空人”生态环境实时态势感知体系，补齐建强自动监测站，运用物联网技术、大数据分析等手段提高工作效能。

物联网感知设备接入

空气站	1737个环境空气自动站	工业园区	工业园区100个大气自动监测站
排污企业	3609家重点企业污染排放数据实时采集联网	污染设施	1.4万个污染设施视频监控等联网
用电监控	用电监控企业7259家	尾气监控	25.4万辆柴油货车OBD在线监控

能力提升

升级改造**13个**大气环境功能站、新建**1个**乌镇大气环境监测超级站、新建**9个**重要机场港口环境空气自动站等。

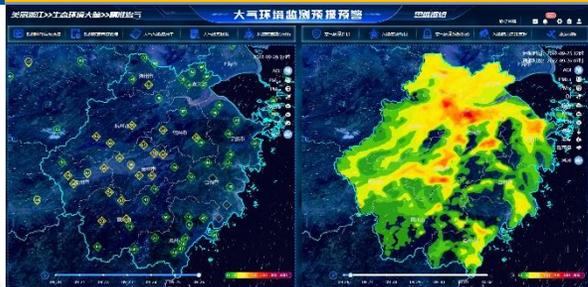
改革前

由于缺乏大数据分析能力和智能模型算法支撑，传统治理手段又难以突破，无法对环境质量进行精准预测，对污染问题进行精准溯源，支撑治理能力现代化能力不足。在出现环境污染问题后，往往需要大面积、大范围排查，在重大活动保障中，出现“一刀切”停产、限行等情况。

改革后

围绕治气、治水、治废等核心业务，开发建设生态环境“大脑”，推动解决传统手段协同管控不强、人力投入大、污染溯源不准、基层能力不足等难题。

模型算法反演



通过集成模型算法反演污染动态排放情况

排放热点筛选



按照3×3公里网格筛选出大气污染排放热点区域

形成任务清单



通过“大脑”运算提出各地的大气工作任务清单

开展排查治理



市县生态环境部门按照工作清单开展工作

生态环境部给予大力支持

批复同意我省为**生态环境数字化改革**和**生态环境“大脑”建设**试点省

部、省领导予以充分肯定

黄润秋部长、翟青副部长等领导予以批示肯定。希望为国家构建智慧高效的生态环境管理数字化体系提供浙江标准、浙江经验。8月24日，卢山副省长到我厅调研指导数字化改革工作，充分肯定了我厅攻坚以来所取得的成绩。

生态环境部在全国推广浙江数字化改革工作经验

9月30日，生态环境部信息中心特邀省政府办公厅陈新忠副主任围绕浙江数字化改革作专题报告，向全国生态环境系统介绍我省数字化改革经验。

敬请批评指正

