

# 温室气体试点监测情况介绍 与后续工作思考

李亮



中国环境监测总站

China National Environmental Monitoring Centre

2023年8月

# 主要内容

## 1 背景情况

## 2 试点监测介绍

## 3 试点初步成效

## 4 后续工作思考





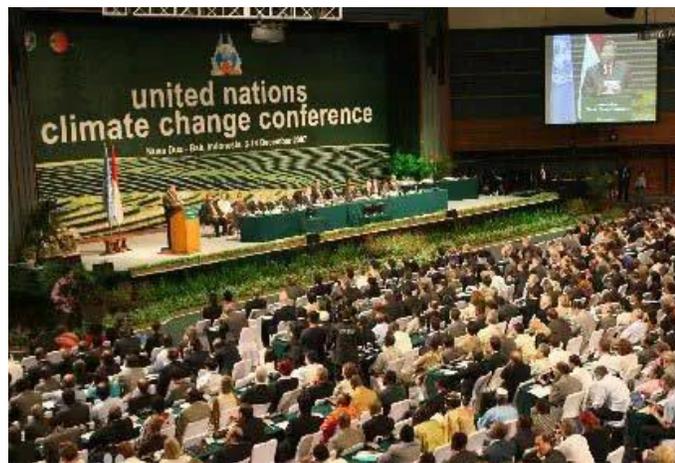
中国环境监测总站

China National Environmental Monitoring Centre

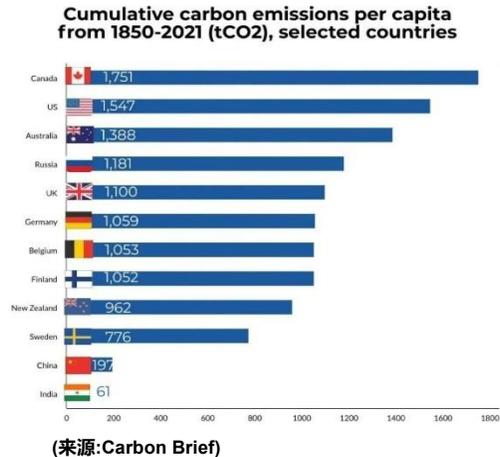
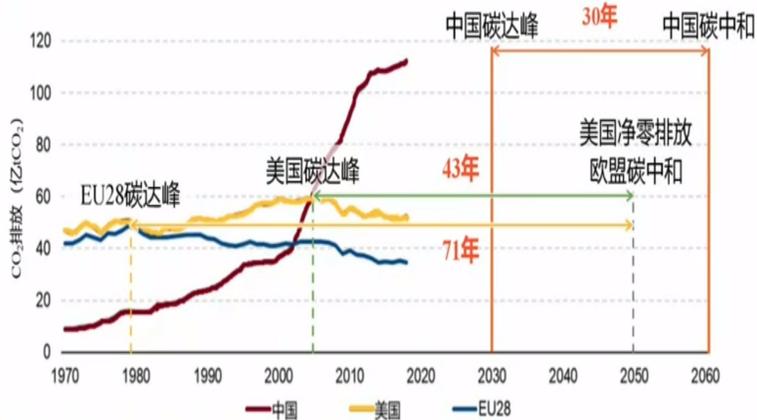
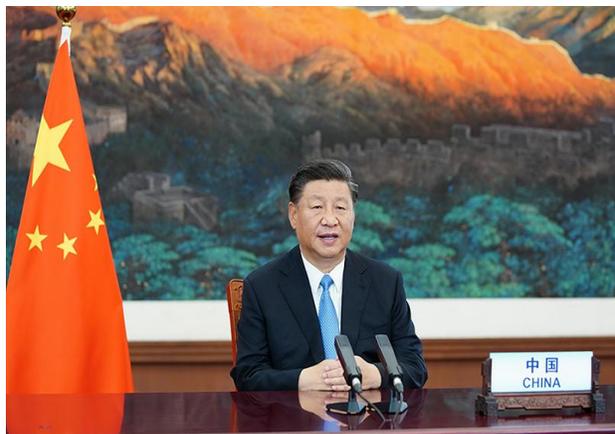
# 一、背景情况

# 时代背景

- **全球气候治理的规则框架已经基本形成。** 各国政府先后谈判达成了《联合国气候变化框架公约》《京都议定书》和《巴黎协定》等三个重要文件，构成了国际社会合作应对气候变化的科学基础、政治共识和法律遵循。
- **《公约》确定应对气候变化的基本原则。** 共同但有区别的责任原则、充分考虑发展中国家的具体需要和特殊情况原则等。
- **《巴黎协定》首次明确了在本世纪末将全球温升控制在2度以内，并努力争取控制在1.5度以内。**



# “双碳” 战略的时代呼声



累积人均排放量(tCO<sub>2</sub>) :

加拿大 : 1751

美国 : 1547

瑞典 : 776

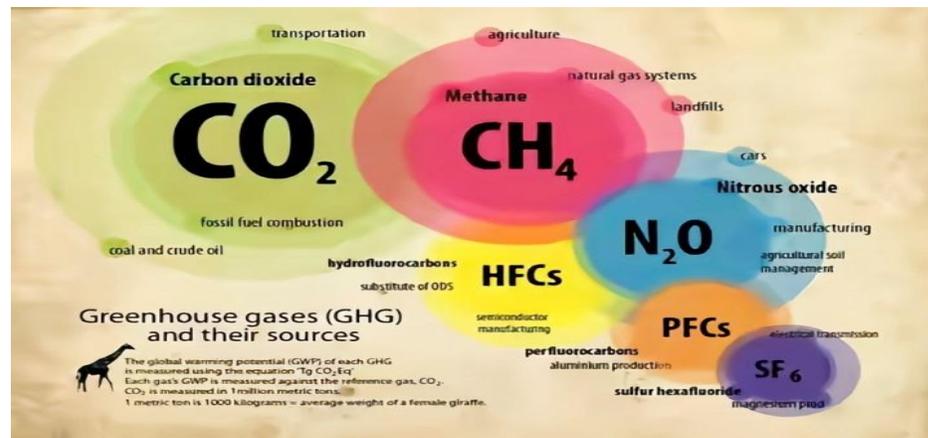
.....

中国 : 197 ( 11名 )

印度 : 61

2030年碳达峰 2060年碳中和 我国碳达峰-碳中和时间远短于美国欧盟

2020年9月，习近平主席在第75届联合国大会一般性辩论上宣布：中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。



主要监测对象为《京都议定书》和《多哈修正案》中规定控制的7种人为活动温室气体,包括二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) ( <sup>14</sup>C或<sup>13</sup>C)、甲烷 (CH<sub>4</sub>)、氧化亚氮 (N<sub>2</sub>O)、氢氟化碳 (HFCs)、全氟化碳 (PFCs) 和六氟化硫 (SF<sub>6</sub>)、三氟化氮 (NF<sub>3</sub>)。

# “双碳” 监测评估技术

## 自下而上

- 主要使用清单核算法。进一步细分为**排放因子法**和质量平衡法。目前，主要使用排放因子计算法。

层级逐渐增多，精度逐级提升

层级1

能源统计数据



IPCC提供的默认排放因子

层级2

能源统计数据



各国家/地区**特定排放因子**

体现当地的燃料品质、  
燃料热值和排放特征

层级3

详细的估算模型/可获得的设施级排放核算  
/设施级监测数据

IPCC国家温室气体清单3个层级方法简介

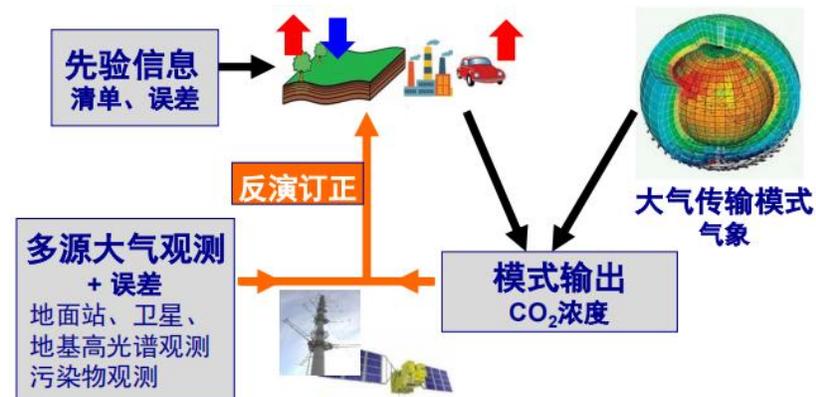
协同使用

碳源汇定量核算

各有利弊

## 自上而下

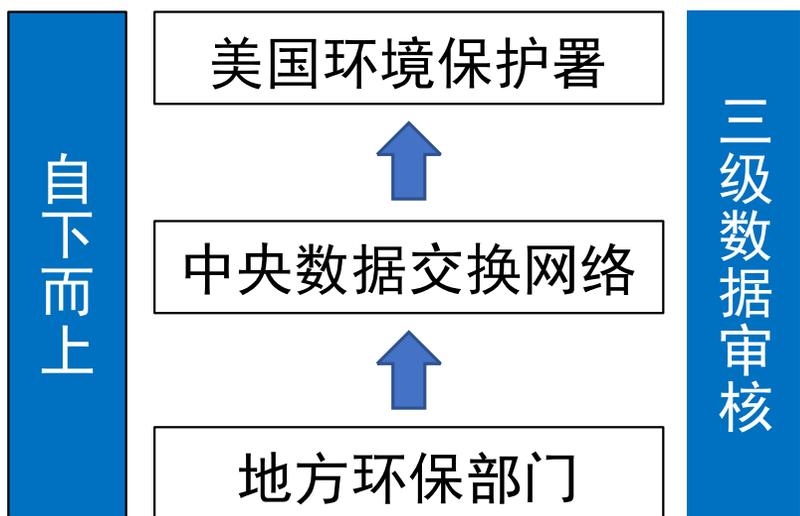
- 利用大气温室气体浓度反演核算碳排放量的方法。



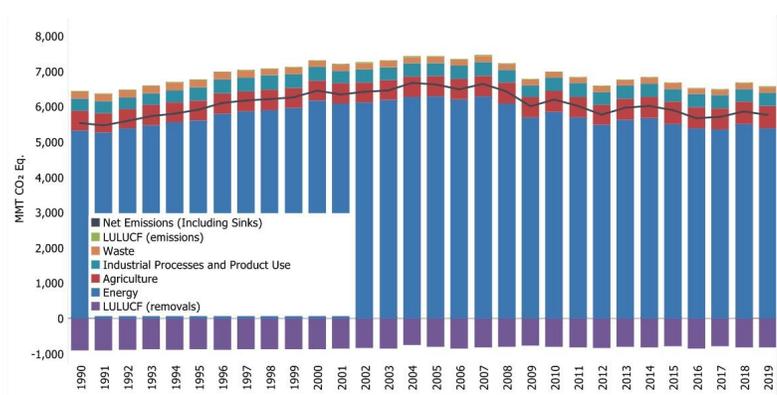
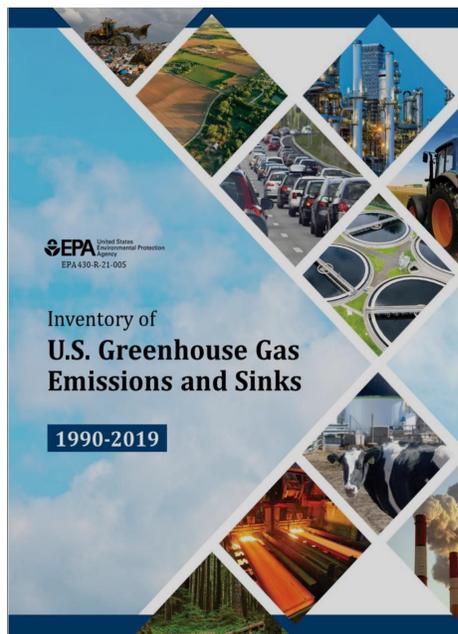
“自上而下”方法示意图（吴林等）

# 美国碳核算体系

美国环境保护署（EPA）公布了两套温室气体排放清单，分别是《美国温室气体排放与汇清单》与《温室气体报告计划》，**通过两个互补清单跟踪温室气体排放。**《清单》使用与IPCC 2006指南一致的方法估计各种排放源和碳汇的温室气体排放，并选择使用较高级别的方法（方法2、方法3）核算，以了解与IPCC指南一致的美国温室气体排放量；《计划》提供自下而上的企业级别信息，有助于改进对各个企业和供应商的温室气体排放源和类型的理解。



(吴伟强等)



Below are categories with recalculations resulting in an average change over the time series of greater than 10 MMT CO<sub>2</sub> Eq.

- Forest Land Remaining Forest Land: Changes in Forest Carbon Stocks (CO<sub>2</sub>)
- Wastewater Treatment (N<sub>2</sub>O)
- Land Converted to Forest Land: Changes in all Ecosystem Carbon Stocks (CO<sub>2</sub>)
- Non-Energy Use of Fuels (CO<sub>2</sub>)

# 碳排放实测应用

## 美国

污染源CEMS监测系统中，有CO<sub>2</sub>连续监测模块，可以根据CO<sub>2</sub>的CEMS监测结果核算CO<sub>2</sub>排放量。

2009年制定《温室气体强制性报告法规》，要求自2010年起已经拥有在线监测设备的企业必须监测CO<sub>2</sub>浓度及烟气流量。

目前美国燃煤电厂采用CEMS法已较为普遍，设备安装成本30-40万美元，运维成本每年1.5万美元。

CH<sub>4</sub>监测方面，2016年6月，美国环保署出台了油气行业新建企业排放标准，同年11月，美国开始要求油气企业实施泄漏检测(LDAR)。

**IPCC清单指南层级3：**  
使用详细的排放估算模型或者可获得的**设施级排放核算或监测数据！**



## 欧盟

CEMS是欧盟推荐的参与排放交易工业设施温室气体排放监测的重要方法之一，监测结果可用于温室气体排放交易。

2017年，23个成员国的150个设施用CEMS监测监测了CO<sub>2</sub>和N<sub>2</sub>O 排放，排放量占有所有设施排放量的1.5%。

近些年来，大气浓度反演排放量的技术得到显著发展，受到越来越多的关注。

ipcc

REPORTS SYNTHESIS REPORT WORKING GROUPS ACTIVITIES NEWS CALENDAR

## 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

### 6.10.2 Comparisons with atmospheric measurements

#### 6.10.2.1 INTRODUCTION TO EMISSION ESTIMATES BASED ON ATMOSPHERIC CONCENTRATION MEASUREMENTS

This section addresses the state of science for emission estimates based on atmospheric measurements and their application to comparison with national emission inventories. Since the *2006 IPCC Guidelines* were published, the most notable advances have been achieved in the application of inverse models of atmospheric transport for estimating emissions at the national scale. An increasing number of countries are considering applying such models.

**2019年修订的IPCC指南：首次完整提出基于大气浓度反演温室气体排放量、验证清单结果的方法！英国、瑞士、澳大利亚已经将结果纳入国家报告！**



IG<sup>3</sup>IS Urban Greenhouse Gas Emission Observation and Monitoring Best Research Practices

DRAFT FOR PUBLIC COMMENT

WMO GAW IG<sup>3</sup>IS Report 2021

**2021年，WMO组织编制城市温室气体排放监测的指导文件！**

**独立客观数据、高时空分辨率  
碳监测评估体系不可或缺的一环！**

# 中国 碳交易市场启动

截止到2021年6月，在北京、天津、上海、重庆、湖北、广东、深圳试点的碳市场累计配额成交量4.8亿吨二氧化碳当量，成交额约114亿元。

上海环交所下午在其官网公告，根据国家总体安排，全国碳排放权交易于2021年7月16日（星期五）开市。



生态环境部副部长 赵英民：纳入首批碳市场覆盖的这些企业碳排放量超过40亿吨二氧化碳，意味着中国的碳排放权交易市场一经启动，就将成为全球覆盖温室气体排放量规模最大的碳市场。



上海环境能源交易所股份有限公司2021年7月15日正式发布公告，“根据国家总体安排，全国碳排放权交易于2021年7月16日（星期五）开市。7月16日全国碳市场启动交易，是落地碳达峰碳中和国家战略的重要机制之一。首批交易主体是2225家火电控排企业，碳排放总量超过40亿吨/年，就容量而言，是全球规模最大的碳交易市场，是欧盟碳市场的三倍。

## 生态环境部：加强全国碳市场数据质量保障 严查数据造假



中国新闻网

2022-09-28 19:48

中国新闻网官方帐号

关注

中新社北京9月28日电 (记者 阮煜琳)中国生态环境部法规与标准司司长别涛28日在北京对记者表示，要加强全国碳市场数据质量的保障，要严控、严查、严防相关机构数据造假，对情节严重的实行从业禁止、信用约束和联合惩戒等监管措施。

“碳交易第一个履约周期出现了诸多数据造假的问题，对数据造假的检验检测机构，包括报告编制机构、核查机构要进行严控、严查、严防”。

# 自上而下技术体系

“自上而下”方法关键步骤有3个，**建立观测网络-编制网格化清单-开发反演模式**

1 获取温室气体地面监测数据（可以补充飞机和卫星数据）

2 准备网格化先验清单数据（空间和时间分解）

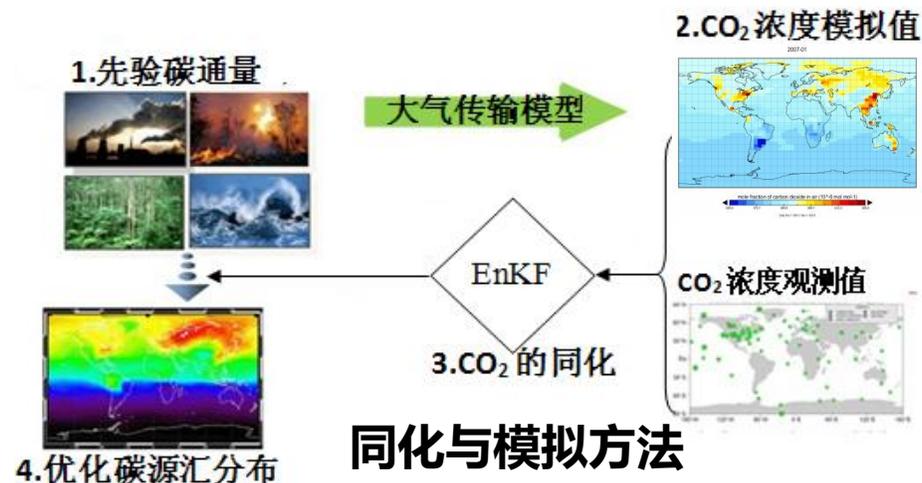
3 准备和运行反演模型

4 同化反演模型的QA/QC

5 比较、验证和报告



## 天空地一体化监测体系



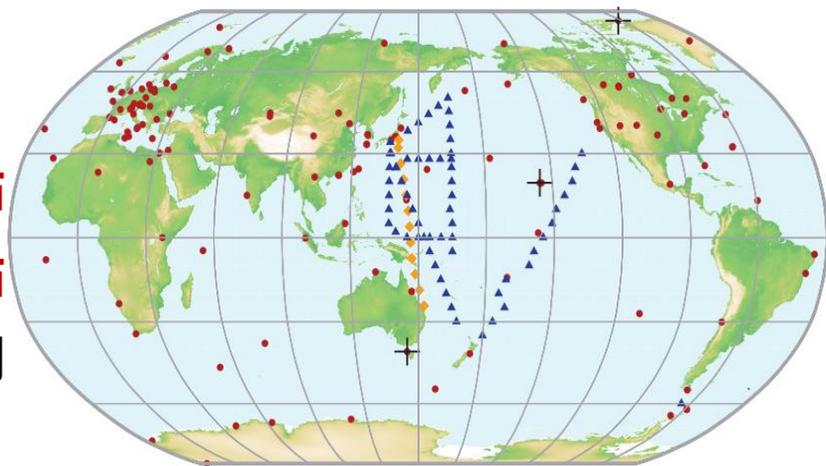
## 不同尺度

欧美等发达国家较早开展大气温室气体监测研究，建立了覆盖不同区域尺度的监测网络。

### □ 全球监测网络

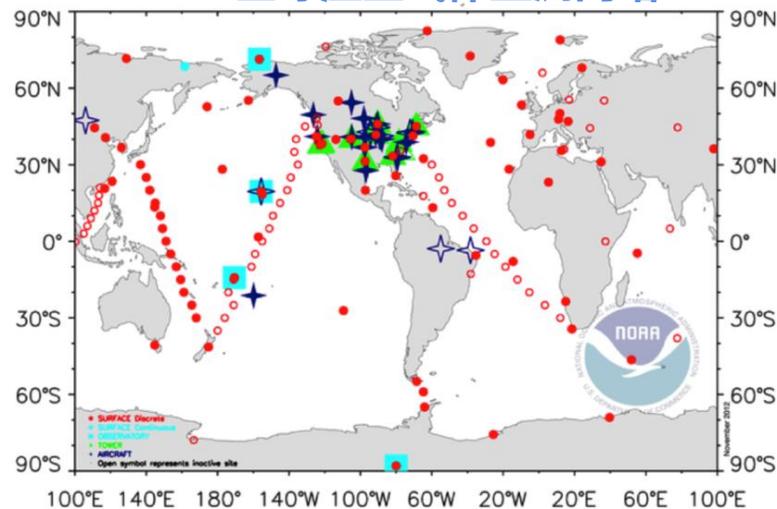
NOAA和WMO各自在全球不同经纬度地区建立了监测站，形成了较为全面和系统的监测网。监测站大多位于海岸、海岛、内陆高山等受人为活动影响较小的地方，以有效获取自然背景环境中不同时空尺度代表性观测结果。

GAW全球温室气体监测网络



• 地基      ◆ 飞机      ▲ 船舶      + GHG 对比站

NOAA全球温室气体监测网络



最早开始

4个基线天文台

8座高塔

50多个手工采样点

北美飞机航测

全球最大，功能最全

31个全球大气本底站

400多个区域大气本底站

飞机轮船航测

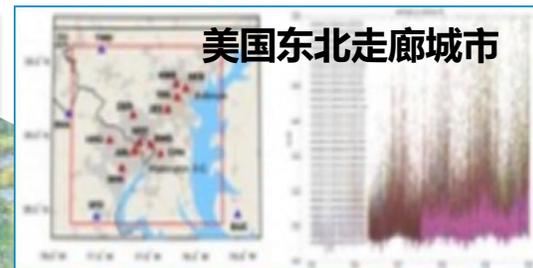
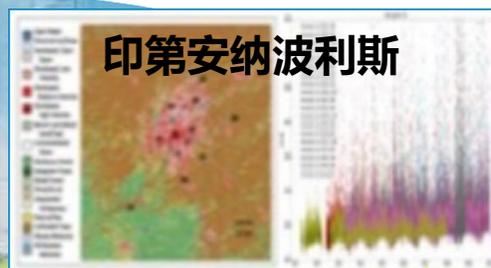
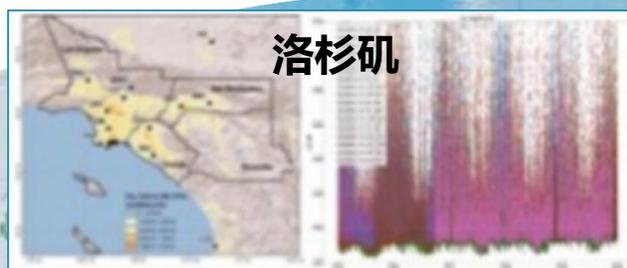
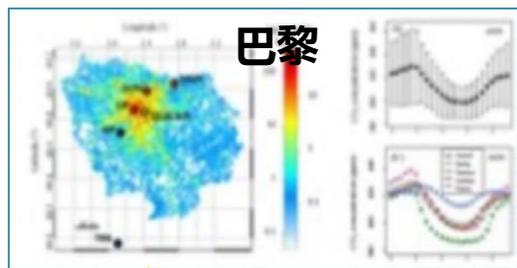
# 监测网络

## □ 典型城市监测网络

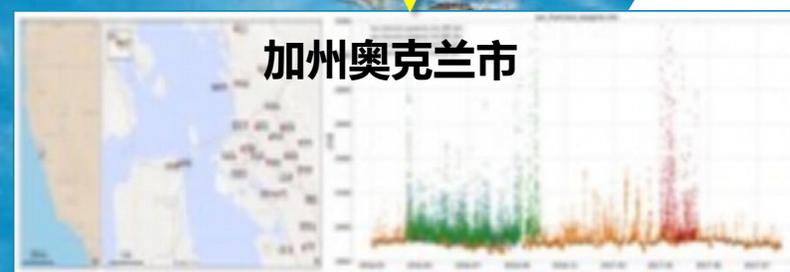
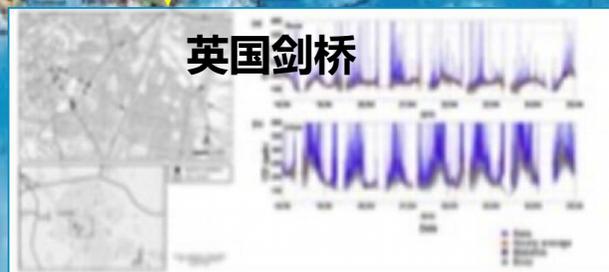
相对较新的研究领域，在欧美国家部分城市开展了一些探索研究。目前，欧美国家城市监测网络主要分为两种类型：

(1) 使用高精度在线监测仪器的低密度高塔监测网络；(2) 使用精度较低传感器的高密度监测网络。

低密度高塔监测网络

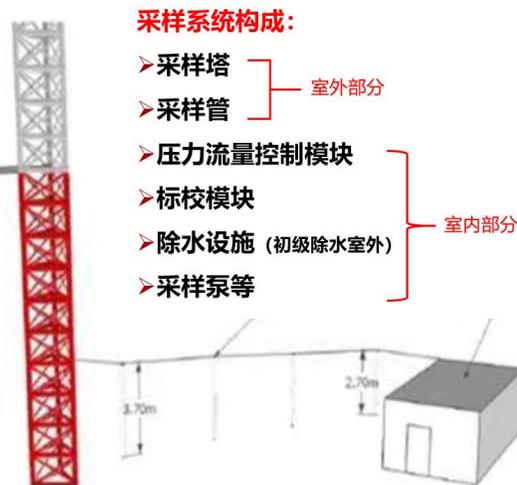


高密度中精度监测网络



# 监测网络

## 高精度高塔监测



### 应用情况

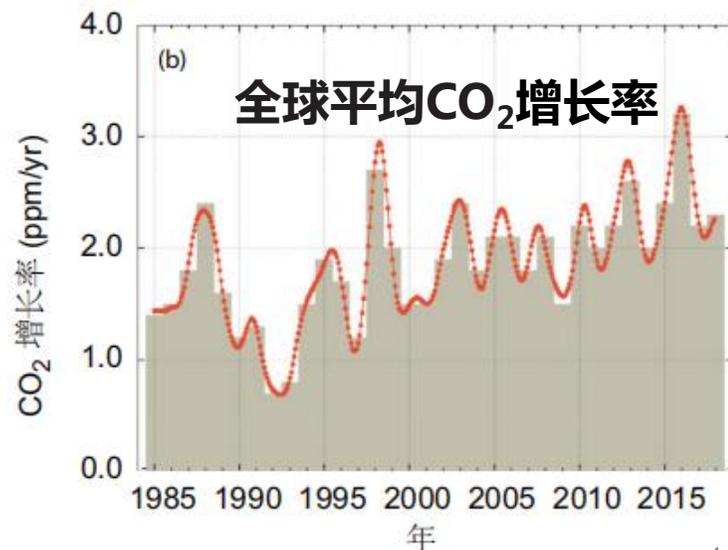
- WMO、ICOS等全球性和区域性网络主要采用高精度高塔监测。
- 大部分城市监测网络也选择高精度高塔监测，部分采用中精度传感器监测。

### 为什么要用高精度仪器？

CO<sub>2</sub>的平均年变化量为2.26ppm，精确反映全球和地区温室气体浓度的微小变化，是一个很大的挑战，需要高精度的监测。

### 为什么要用高塔监测

CO<sub>2</sub>的源和汇来源广泛，近地面监测受各种人为和自然源/汇、以及湍流等气象条件的干扰较大。同时，采样高度越高，代表区域范围越大。



## 卫星遥感监测

### 全球卫星监测现状

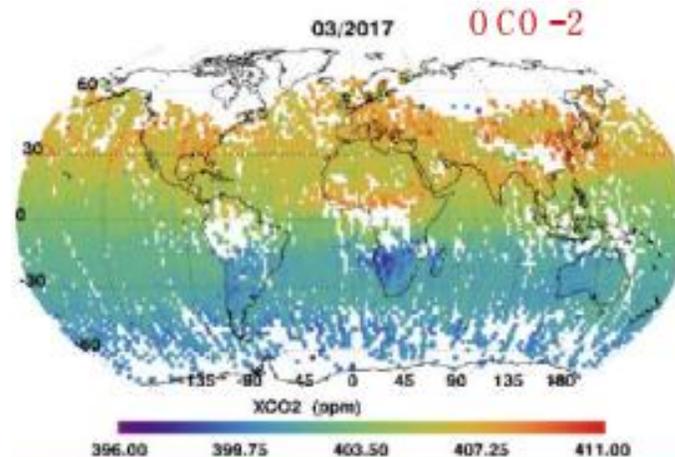
- 欧洲EnvirSat卫星：可测量柱状CO<sub>2</sub>总量。
- 美国OCO-2、OCO-3：可观测全球CO<sub>2</sub>分布。
- 日本（GOSAT卫星）：可以测量CO<sub>2</sub>和CH<sub>4</sub>的全球分布。
- 中国大气环境监测卫星（2022年4月发射）：大范围、高精度的CO<sub>2</sub>柱总量变化信息。

### 监测数据应用

- 欧洲哥白尼大气监测局（CAMS）发布全球温室气体排放通量反演产品。
- NASA 基于多源卫星数据同化反演模型计算出美国大陆的碳排放。
- 研究人员基于GOSTAT、OCO-2数据及CarbonSAT模拟数据，开展火电厂、钢铁厂和油气田等大型点源的排放估算。



中国大气环境监测卫星



OCO-2 反演的全球CO<sub>2</sub>柱浓度

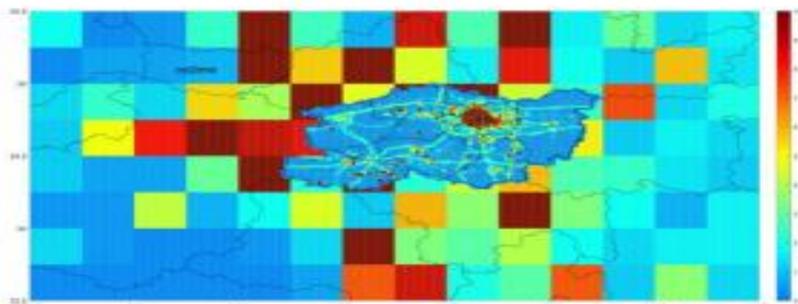
# 清单与模式

➤ 网格化清单：提高同化反演结果的准确性。

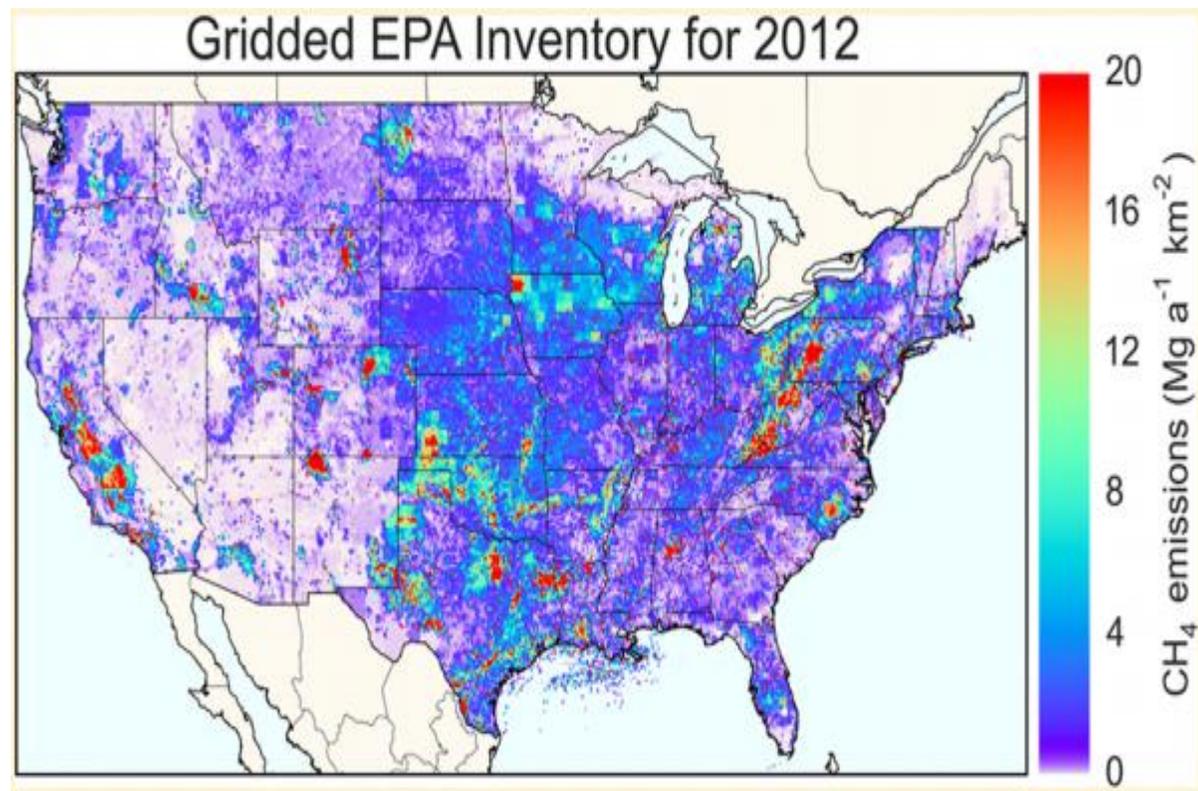
## 同化反演模式

碳同化系统包括地表先验通量模块、大气传输模式、观测资料、同化算法四大部分。

城市CO<sub>2</sub>反演排放通量



- 结合先验排放量信息、浓度观测信息，进行连续的反演迭代



将2012年美国国家清单分解为 $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ 每月清单

网格化的清单与国家清单排放总量一致，并根据州、县、次县和点源级别的信息分配这些排放

# 生态环境

2021年1月，生态环境部印发《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》，其中要求“加强温室气体监测，逐步纳入生态环境监测体系统筹实施”。

## 关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见

各省、自治区、直辖市生态环境厅（局），新疆生产建设兵团生态环境局：

气候变化是当今人类面临的重大全球性挑战。积极应对气候变化是我国实现可持续发展的内在要求，是加强生态文明建设、实现美丽中国目标的重要抓手，是我国履行负责任大国责任、推动构建人类命运共同体的重大历史担当。习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布我国力争于2030年前二氧化碳排放达到峰值的目标与努力争取于2060年

深入调研国内外相关情况，形成《**我国碳监测相关情况调研报告**》

- 邀请院士专家在深圳举办碳监测技术高端论坛
- 结合调研和专家讨论，制定《**碳监测工作方案**》

监测司组织，总站牵头会同相关等单位，在前期工作基础上，编制《**碳监测评估体系构建思路**》

按照黄部长指示，聚焦点源、重点区域、重点城市，编制《**碳监测评估试点工作方案**》，围绕碳监测关键环节编制技术指南

为统筹站内优势资源和技术力量形成工作合力，组建**碳监测评估专班**

为进一步提高对“双碳”战略的科技支撑，推进试点工作高质量实施，成立**碳监测评估试点工作技术委员会**

## 中华人民共和国生态环境部办公厅

环办监测函〔2021〕435号

### 关于印发《碳监测评估试点工作方案》的通知

河北省、山西省、内蒙古自治区、辽宁省、上海市、江苏省、浙江省、山东省、河南省、广东省、重庆市、四川省、陕西省生态

- 到2022年，基本完成试点工作
- 到2025年，基本建成碳监测评估体系



**总体上来说，碳监测评估是国内外研究和应用热点。**

**基于监测数据的碳源汇核算方法可以提供更独立、客观、精准的核算报告，得到欧美等发达国家和国际组织的重视在典型行业碳排放校验核算、全球碳盘点、城市碳排放量核算和陆地生态系统碳汇评估等多领域开展了大量应用实践。**

**我国在这方面开展工作较晚，近年来除环境部外，仅中国气象局、个别行业协会、部分重点企业结合实际，聚焦重点领域探索开展了一些基础性工作，但还存在地面站点建设、卫星研发、技术积累、应用实践等不足问题，相关技术方法和标准规范体系大都借鉴国外经验，基本处于追赶欧美国家的阶段，我国碳监测评估工作任重道远。**



中国环境监测总站

China National Environmental Monitoring Centre

## 二、试点情况介绍

# 碳监测评估介绍

## 试点目标

### 总体目标

到2022年底，通过开展重点行业、城市、区域三个层面的碳监测评估试点工作，**探索建立碳监测评估技术方法体系，形成业务化运行模式**，总结经验做法，发挥示范效应，为应对气候变化工作成效评估提供数据支撑

### 具体目标

#### 重点行业排放监测

- 构建技术体系
- 探索本地化排放因子
- 支撑检验排放量核算

#### 城市大气及海洋碳汇监测

- 开展地面监测，探索技术路径
- 构建技术体系
- 为城市碳排放核算提供校验参考

#### 区域大气及生态碳汇监测

- 完善监测网络，开展天地一体化监测
- 开展数据分析

# 我国碳监测试点介绍

## 重点行业温室气体排放监测

### 以CO<sub>2</sub>为主



**火电行业**  
国家能源集团、中国华电、上海电力共18家企业22台机组

**钢铁行业**  
中国宝武、首钢集团共3家企业29个点位



### 以CH<sub>4</sub>为主



**石油天然气开采行业**  
中国石油和中国石化共9个油田

**煤炭开采行业**  
国家能源集团、中国华电、山东能源集团和中国航天科工共11家企业、9家煤矿，2家选煤厂



### 综合考虑CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>和N<sub>2</sub>O



**废弃物处理行业**  
光大环境和北控水务共8家企业

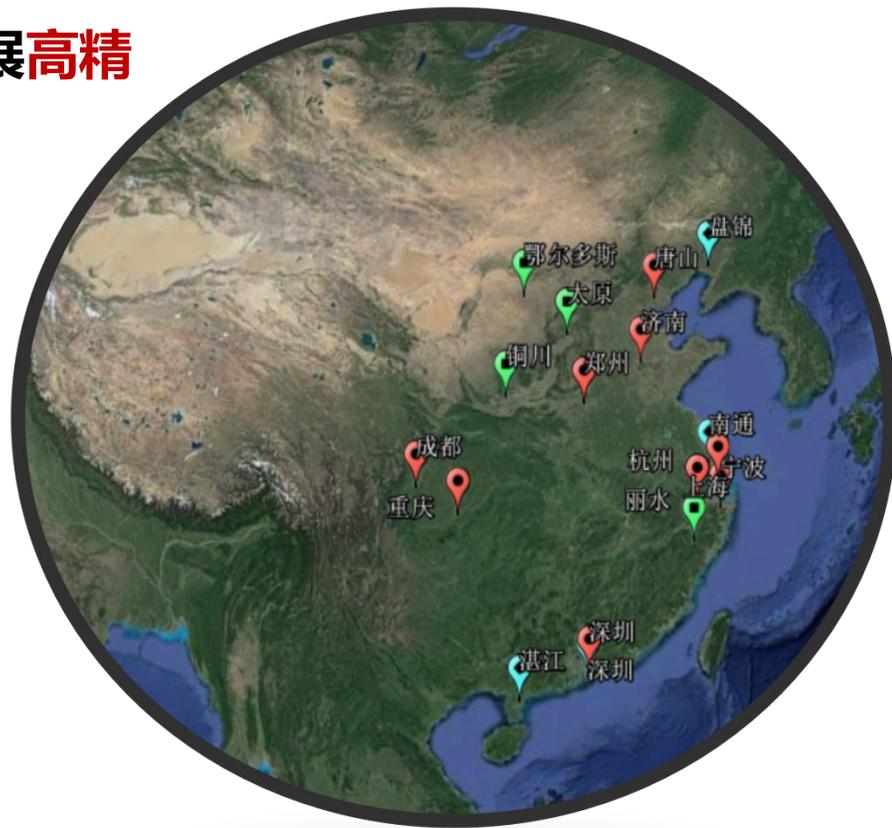
# 我国碳监测试点介绍

## 城市大气温室气体监测试点

- **综合试点城市**：上海、杭州、宁波、济南、郑州、深圳、重庆和成都，重点开展高精度CO<sub>2</sub>、高精度CH<sub>4</sub>以及其他温室气体的监测评估。
- **基础试点城市**：唐山、太原、鄂尔多斯、丽水和铜川，重点开展高精度CO<sub>2</sub>和高精度CH<sub>4</sub>的监测评估。



## 试点城市



# 我国碳监测试点介绍

## 海洋碳汇监测试点

### ➤ 海洋试点城市



### ➤ 海洋试点内容

盐沼



红树林



海藻养殖



海草床



# 我国碳监测试点介绍

## 区域本底（背景）站温室气体监测

### □ 目的

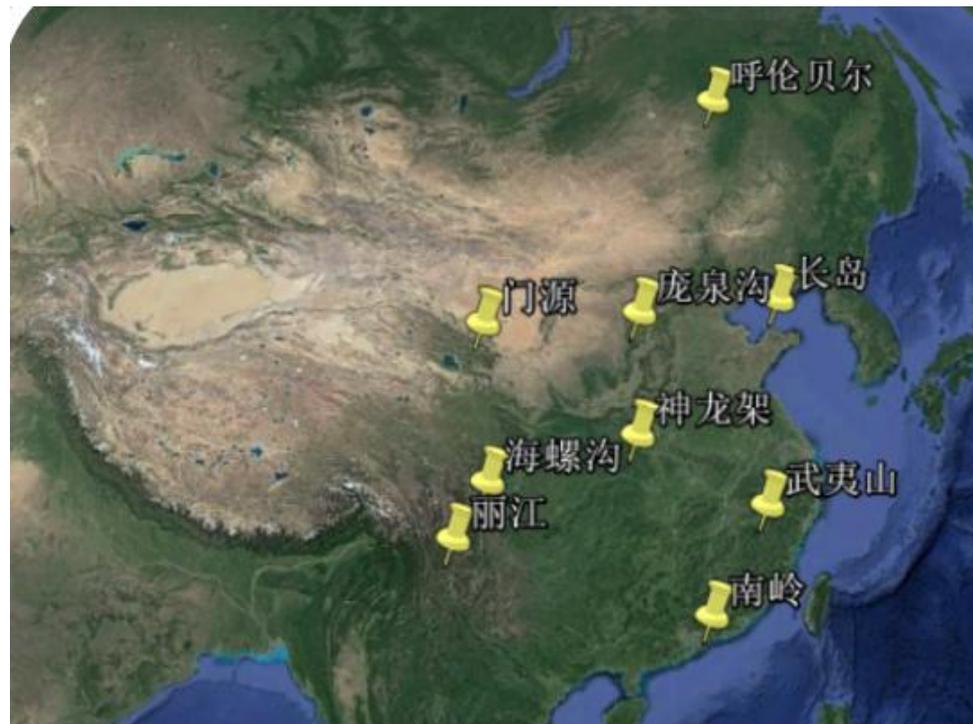
开展区域大气温室气体监测，为国家温室气体**清单校验**提供**服务支撑**。

### □ 任务

完成背景站温室气体监测提标改造，实现温室气体监测数据与国际要求可比。

### □ 范围

本方案选取福建武夷山、山东长岛、内蒙古呼伦贝尔、四川海螺沟、湖北神农架、云南丽江、青海门源、山西庞泉沟、广东南岭等9个国家背景站。



山东长岛大气温室气体采样高塔



# 我国碳监测试点介绍

## 重点区域遥感监测

- **重点区域温室气体卫星遥感监测。**在全国范围内，开展2021年CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>遥感柱浓度监测。对全国重点省份CO<sub>2</sub>排放量进行评估核算。
- **重点区域温室气体地基遥感监测。**在长三角及京津冀区域代表性地基遥感站点开展监测。



# 我国碳监测试点介绍

## 生态试点监测

### ➤ 生物量地面试点监测

- **森林**：吉林长白山、海南中部山区、云南白马雪山
- **草原**：内蒙古草甸草原和典型草原区、青海三江源高寒草原区

### ➤ 土地利用及其变化监测

对我国2021年陆域**各类土地利用类型及面积**进行监测。监测项目为林地、草地、耕地、水域湿地、建设用地、未利用地等六大类26亚类。

### ➤ 温室气体通量监测

选取**亚热带常绿阔叶林**开展H<sub>2</sub>O/CO<sub>2</sub>通量试点监测，以深圳市亚热带常绿阔叶林、赤坳水库、杨梅坑两个通量观测站点。

### ➤ 承受力脆弱区生态影响监测

选取**青海省承受能力脆弱区**为试点监测范围并开展以下工作：

- 生态承受力脆弱区生态系统格局监测
- 制备和水体重要生态参数监测
- 湿地和冰川两种典型生态系统监测
- 典型区域碳储量监测
- 气候变化对生态影响程度的监测



卫星监测

卫星影像全覆盖核查  
县域，遥感普查找  
到自然生态系统变化和  
人类活动影响区域



地面核查

地面人员现场核查，  
核准开发情况、  
社会属性，找到变  
化原因





中国环境监测总站

China National Environmental Monitoring Centre

## 三、试点初步成效

# 碳监测评估试点初步成效

## 建网络：

**行业：**5个试点行业共建成93台在线监测设备

**城市：**建成63个高精度、95个中精度城市监测站点

**区域：**有序实施国家空气背景站高塔采样系统升级改造，并开展全国及重点区域温室气体立体遥感监测

## 勤指导：

成立**碳监测评估试点工作技术委员会**。

累计召开技术培训会20余次、监测数据质量情况调研30余次、技术对接会40余次。

## 强分析：

获得1600余个自然月监测数据、88万余个场站泄露手工监测数据、约22000景卫星遥感数据。

重点开展监测和核算数据的比对分析、由浓度到排放量的反演分析和时空分布的规律特征分析，加强对碳监测数据的规律挖掘。

# 试点工作取得显著成效，主要体现在“四个有”

## □ 有望支撑企业碳排放核算。



### 技术可行

- 结果显示直接监测法与因子核算法结果总体可比



支撑精准管控

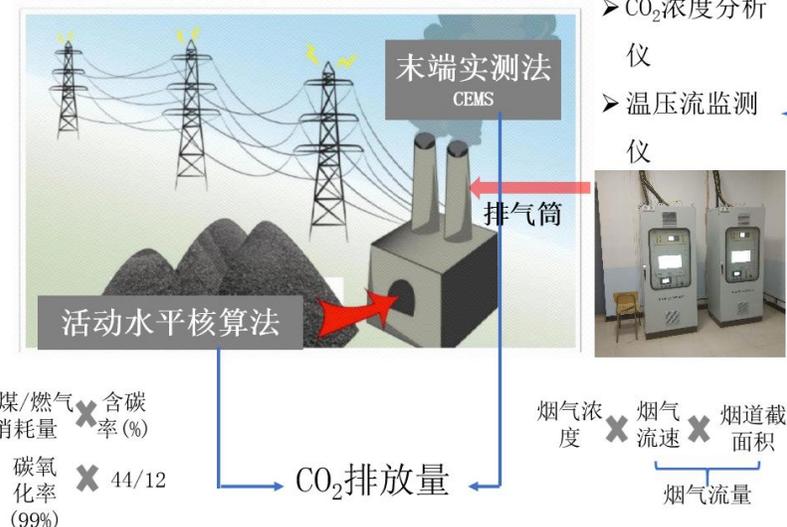


### 经济可行

- 重点行业具备较好的污染物自动监测基础，改造运维成本低，与核算法差距不大



节约管理成本



- 与传统的清单核算方法相比，直接监测法：
  - 能够提供更高时空分辨率的数据，且结果可比，具有技术可行性
  - 直接成本差距不大，且能够节约监管成本

# 有效建立城市碳排放量计算方法

1

获取温室气体地面监测数据

2

准备高时空分辨率温室气体清单数据

3

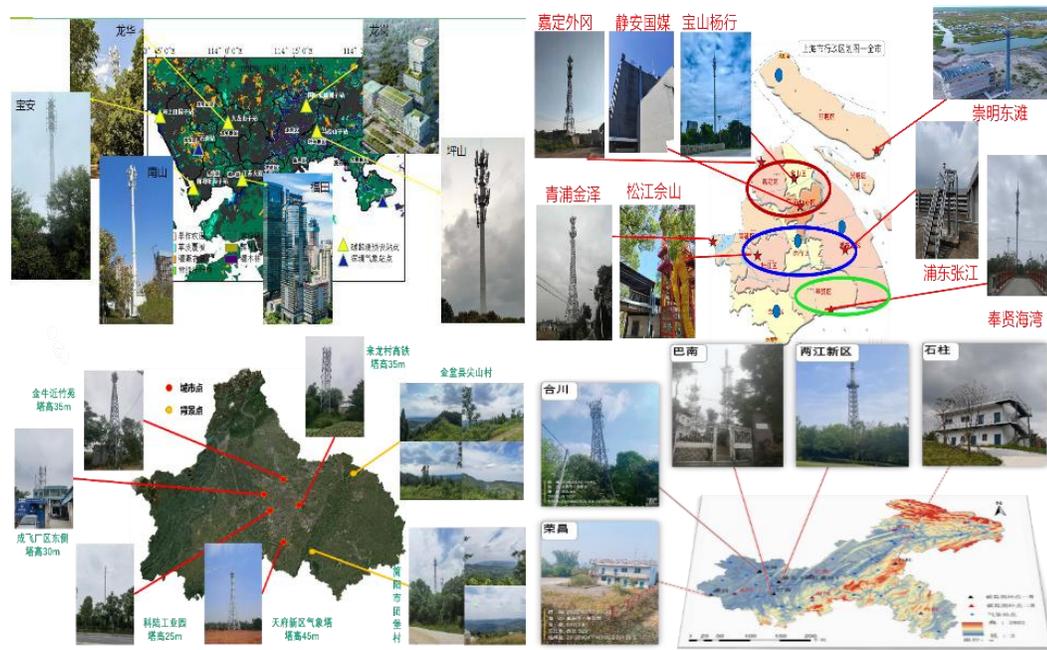
准备和运行反演模型

4

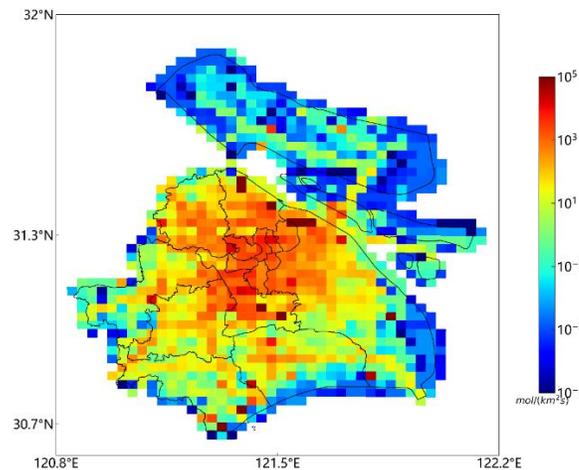
同化反演模型的QA/QC

5

比较、验证和报告



从无到有建立城市监测网络



城市月度，CO<sub>2</sub>排放量反演结果







□ 监测法与核算法比对结果初步显示，采用自动监测技术获取有组织排放源CO<sub>2</sub>排放量具有技术、经济可行性，有望在辅助企业碳排放量核算方面进一步发挥作用。

➤ **监测法具有技术可行性。** 本次试点的火电、垃圾焚烧行业监测法与核算法所得CO<sub>2</sub>排放量结果整体可比，近六成火电行业试点机组监测数据与核算结果相对误差总体保持在±10%。

➤ **监测法更具有较强的经济可行性。** 对于纳入碳市场的火电企业来说，监测法与核算法经济成本基本相当，每台机组大致在3-7万元/年，若进一步考虑与现有废气自动监测监管协同，监测法更具有较强的经济可行性。

成本类型	应用方式	具体成本来源分析	分类成本测算(万元)	总体成本测算(万元/年)
监测实施一次投入成本(使用寿命按照8年估算)	安装浓度分析模块(多数)	CO <sub>2</sub> 浓度分析模块购置、改造、安装和调试	国产设备: 8; 进口设备: 15	1~1.9
	独立安装浓度分析仪(少数)	CO <sub>2</sub> 浓度分析仪及辅助材料(取样探头、伴热管线、信号线等)购置、安装和调试	国产设备: 15; 进口设备: 30	1.9~3.8
	独立安装浓度分析仪, 搭建CEMS小室(极少数)	CO <sub>2</sub> 浓度分析仪及辅助材料(取样探头、伴热管线、信号线等)购置、安装和调试; 小室建设材料(建筑材料、电源、电缆、空调等)及施工等	国产设备: 15; 进口设备: 30; 站房建造: 10	3.1~5
监测运维管理成本	自行/委外开展	设备运行电耗、日常维护及定期校准材料消耗及人力成本, 现场定期校验的人力成本、设备使用和耗材成本等	备件+标气: 1~2; 定期比对校验: 1~2	2~4
合计				3~5.9(多数); 3.9~9(少数)

**监测法成本**

成本类型	管理/模式	成本来源	成本测算依据	成本测算(万元/年·台机组)	
企业实施	管理成本	委外开展	仅考虑委外开展年度监测计划制定、排放报告编制、配合开展核查等工作	5-10万/家(典型两台机组企业)	2.5-5
			元素分析仪购置、安装和调试	25万/台(典型两台机组企业), 仪器使用寿命按照10年计	1.25
	实测成本	自行开展	取样、制样、化验的人力成本, 化验需要的材料和电耗	自行每月开展取样制样并至少化验空干基元素碳、空干基水分2个指标, 按照最低每月一次要求进行化验, 根据各项内部成本测算每样每个指标约50-100元	0.12-0.24
			元素分析仪每年委外检定一次, 主要部件的更换	每年一次委外校准和主要部件的更换, 预计0.5-1万/年(典型两台机组企业)	0.25-0.5
	委外开展	元素碳分析涵盖制样、元素碳及内水化验	按照具备化验资质的中科院费用标准, 取制样、化验按照每样每个指标200-300元, 每样制样1次, 共需分析元素碳、内水2个指标, 按照最低每月一次要求进行化验	0.6-0.9	
合计(实测自行开展)				4.12-7.0	
合计(实测委外开展)				3.1-5.9	

**核算法成本**

□ 监测可以获取小时级/设备级排放量数据，提升了核算数据时空分辨率，为及时识别异常排放源、实施精细化管理提供可能。

### 钢铁行业通过监测实时掌握重点工段排放情况

- CO<sub>2</sub>排放分散，主要排放口自动监测基础较好，**试点涵盖了主要排放源。**
- 高炉热风炉、电厂燃气锅炉、石灰窑、焦炉CO<sub>2</sub>排放浓度较高，电厂燃气锅炉、烧结机头、焦炉和高炉热风炉等工段排放量占比90%以上，**烧结机头、焦炉和高炉热风炉等铁前工序及自备电厂是碳排放管理的重点。**

识别了火电、钢铁、废弃物处理等行业在核算数据质量控制上的薄弱环节，可提升核算数据质量！



电厂燃气锅炉

焦炉



烧结机头

高炉热风炉



**4个点位为主要排放源点位，排放量占试点点位的90%，占试点企业全厂排放量的70%！**

### □ 初步建立CH<sub>4</sub>泄漏检测的技术方法

#### 石油天然气行业

- 通过开展“卫星+无人机+走航”综合监测，油气田开采行业初步建立了CH<sub>4</sub>泄漏识别技术方法，可应用于生产环节检测。

#### 煤炭开采行业

- 煤炭开采行业利用现有井工安全监控系统，开发了CH<sub>4</sub>排放协同监测技术。

# 工作进展

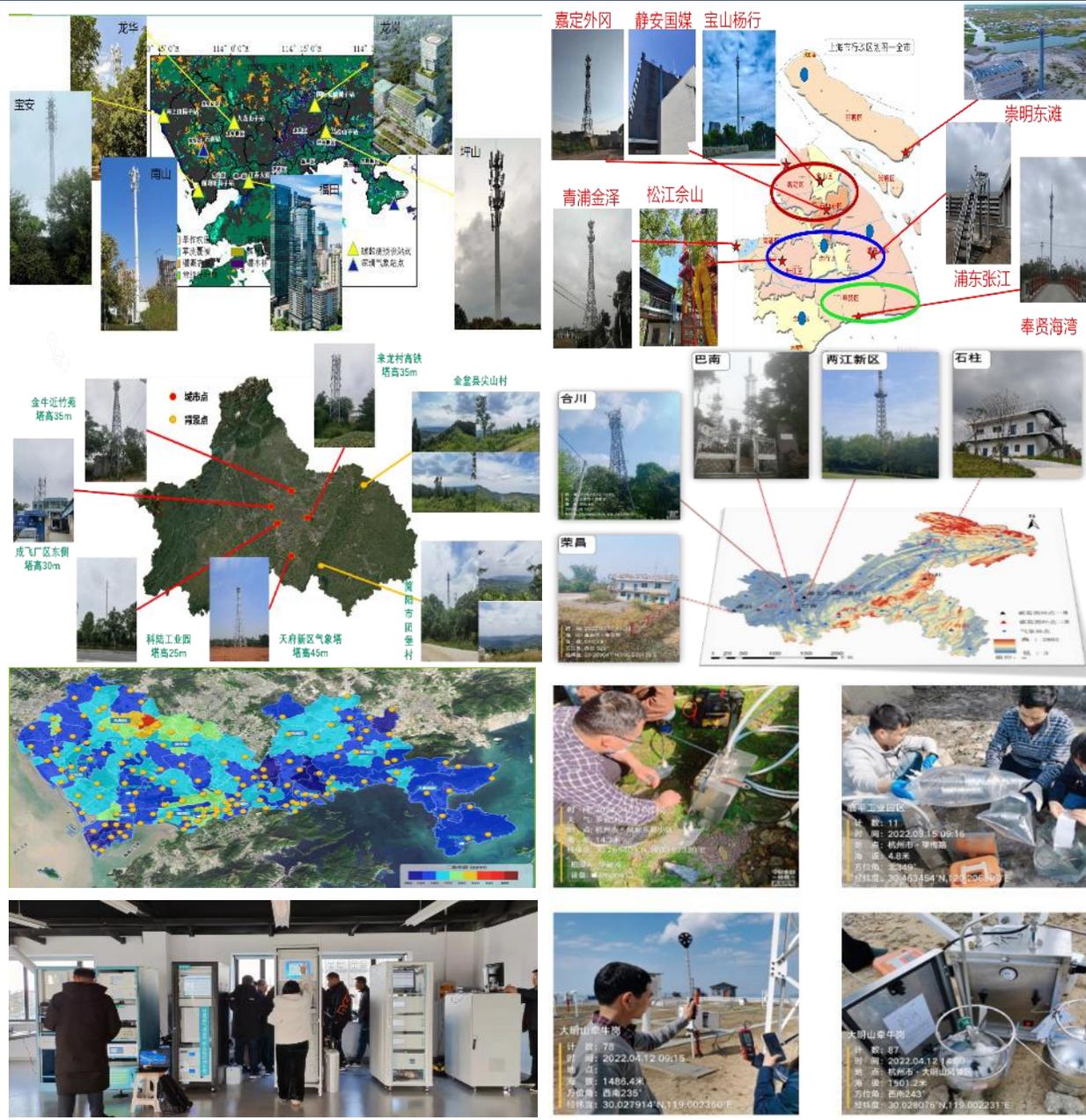
## 进展

## 城市试点

试点开展以来，试点相关成员单位指导参试17个试点城市，推动构建城市碳监测网络，排放核算技术体系和业务运行体系。

□ 试点城市从无到有建设大气温室气体监测网络。

- 监测网络方面，截至2023年1月底，14个试点城市已建成63个高精度监测站点（至少包括CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>）和95个中精度监测站点（以CO<sub>2</sub>为主），上海、深圳已率先完成本地监测网络建设。
- 网格化清单编制方面，大多数试点城市已完成2020年温室气体排放清单编制，其中部分城市已完成网格化清单编制。
- 同化反演模式构建方面，部分城市已完成初步搭建。



### 城市海洋碳汇监测有序推进。

盘锦、南通、湛江、深圳4个试点城市的碳监测评估试点工作，完成试点碳通量监测能力建设，理清了试点城市的碳储量分布现状、碳通量规律特征等，得到各试点不同时段碳汇能力数据，组织完成了海洋碳监测试点监测评估报告等文件的编制，进行了盐沼生态系统、红树林生态系统、海草床生态系统和坛紫菜养殖的碳监测标准方法研制工作。



南通碳储量调查



盘锦碳储量调查



湛江碳储量调查

# 工作进展

## 进展

## 城市试点

### 逐步构建碳监测评估技术体系。

- 城市大气温室气体监测试点印发点位布设、运行质控、数据联网、手工监测、清单编制和同化反演等**6份关键环节技术指南**，为科学规范开展试点工作提供技术保障。
- 依托盘锦市和南通市盐沼生态系统碳储量监测试点经验形成了《潮汐盐沼生态系统碳储量调查与评估技术规程》、《滨海湿地陆-气界面CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>和水汽通量监测技术规程 涡度相关法》、《滨海碳汇遥感分区技术规程》和《坛紫菜养殖碳汇监测和核算技术规范》**4项技术规程的专家审议稿**。

**质量质控技术指南**    **手工监测技术指南**    **点位布设技术指南**    **同化反演技术指南**

**清单编制技术指南**    **联网方案与技术要求**

**储量**    **通量**    **遥感**    **养殖**

## 进展

## 城市试点

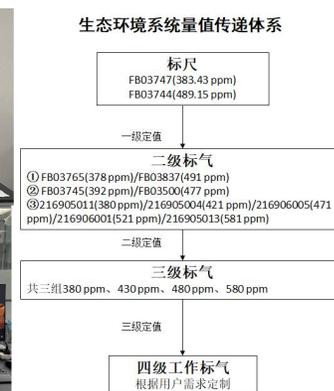
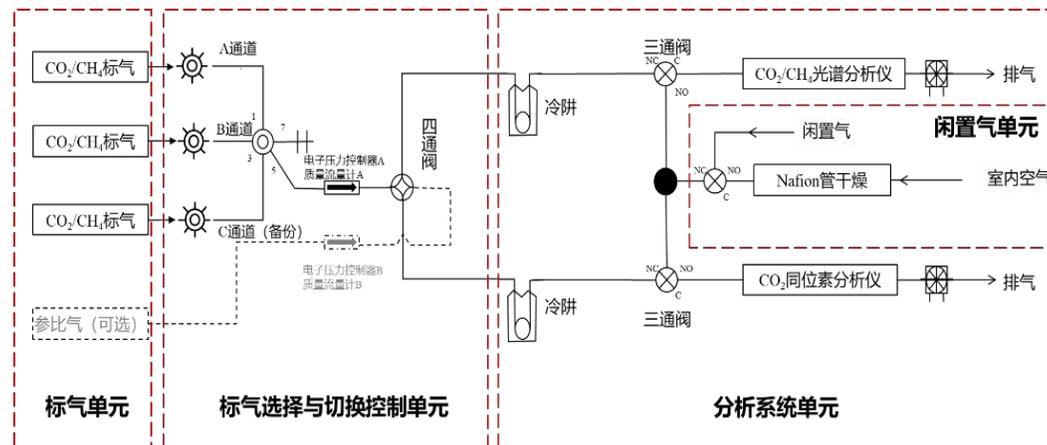
□ 初步建立我国独立自主、国际等效可比的温室气体监测量值溯源体系，与溯源至美国国家海洋和大气管理局（NOAA）的标准气体比对结果一致性较好。

➤ 基于光谱法开发**高精度标准气体定值技术**，构建基准标尺向**工作标气量传体系**。编制完成《环境空气二氧化碳/甲烷标气高精度光谱法定值要求》初稿。

➤ **组织标气比对**，对标国际量值提供准确可比“化学砝码”。与美国国家海洋和大气管理局（NOAA）**标气比对显示结果一致性较好**，表明当前我部建立的温室气体逐级定值技术与国际先进水平可比。

➤ 开展**以环境空气为基体的温室气体标准气体制备的研究**工作，拟形成配气能力。

## 标气高精度自动定值系统



进展

城市试点

## 自动监测仪器性能测试与选型

组织国内外6种原理共14个型号大气温室气体在线监测仪器开展性能测试，已开展仪器漂移、重复性和准确性测试。



环境空气 温室气体仪器清单

高精度非分散红外			
序号	申报企业	仪器原理	目标温室气体
1	恩威唯环技术(北京)有限公司	红外光谱法	CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O
2	耀场(中国)贸易有限公司	高精度非分散红外+气相色谱法(FID)	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub>
3	安徽皖仪科技股份有限公司	高精度非分散红外	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、CO
4	青岛佳明测控科技股份有限公司	基于红外相关滤波技术和非分散红外吸收法,结合长光程气体吸收池	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、CO
气相色谱法			
5	常州普诺仪器有限公司	气相色谱法(FID-ECD)	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O、CO
6	武汉锦星科技有限公司	气相色谱法(FID-ECD)	CO <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub> /CO/N <sub>2</sub> O
7	北京雪迪龙科技股份有限公司	气相色谱法(FID-ECD)	CO <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub>
光腔衰荡光谱法			
8	江苏海兰达尔环境科技有限公司	光腔衰荡光谱法	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O、CO
高精度傅里叶红外			
9	北京迈特高科技技术有限公司	高精度傅里叶红外	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O、CO、δ13C-CO <sub>2</sub> 、δ18O-CO <sub>2</sub>
离轴积分腔输出光谱法			
10	ABB(中国)有限公司	高轴积分腔输出光谱法	CH <sub>4</sub> 、CO <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O、CO
11	河北聚鑫环保科技有限公司	高轴积分腔输出光谱法	CO <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub> /CO <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub> /CO/N <sub>2</sub> O/ CO <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub> /N <sub>2</sub> O
12	河南省赛斯电子科技有限公司	高轴积分腔输出光谱法	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、H <sub>2</sub> O
其他原理			
13	北京普瑞亿科技有限公司	中红外激光泵浦合痕Hemitt吸收光谱技术	CO <sub>2</sub> 、N <sub>2</sub> O CH <sub>4</sub>
		腔增强吸收光谱(CEAS)	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O
14	上海北分科技股份有限公司	腔增强吸收光谱(CEAS)	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O、CO、H <sub>2</sub> O



在线及便携CO<sub>2</sub>检测的作业指导书已完成。

目前已完成十余个CO<sub>2</sub>在线监测系统已完成现场检测。



ZY  
环境保护部环境监测仪器质量监督检验中心  
作业指导书

HJC-ZY101-2022

固定污染源二氧化碳排放连续  
监测系统检测作业指导书

ZY  
环境保护部环境监测仪器质量监督检验中心  
作业指导书

HJC-ZY102-2022

固定污染源二氧化碳便携式测量仪  
检测作业指导书

# 工作进展

## 进展

## 区域试点

### 推动国家背景站温室气体监测提标改造和数据应用。

- 基本完成山东长岛国家背景站温室气体高塔采样系统升级改造，避免近地面人为和自然温室气体源汇影响，实现与国际监测水平接轨。
- 央地合作，推动其他具备条件的国家背景站升级高塔采样系统。

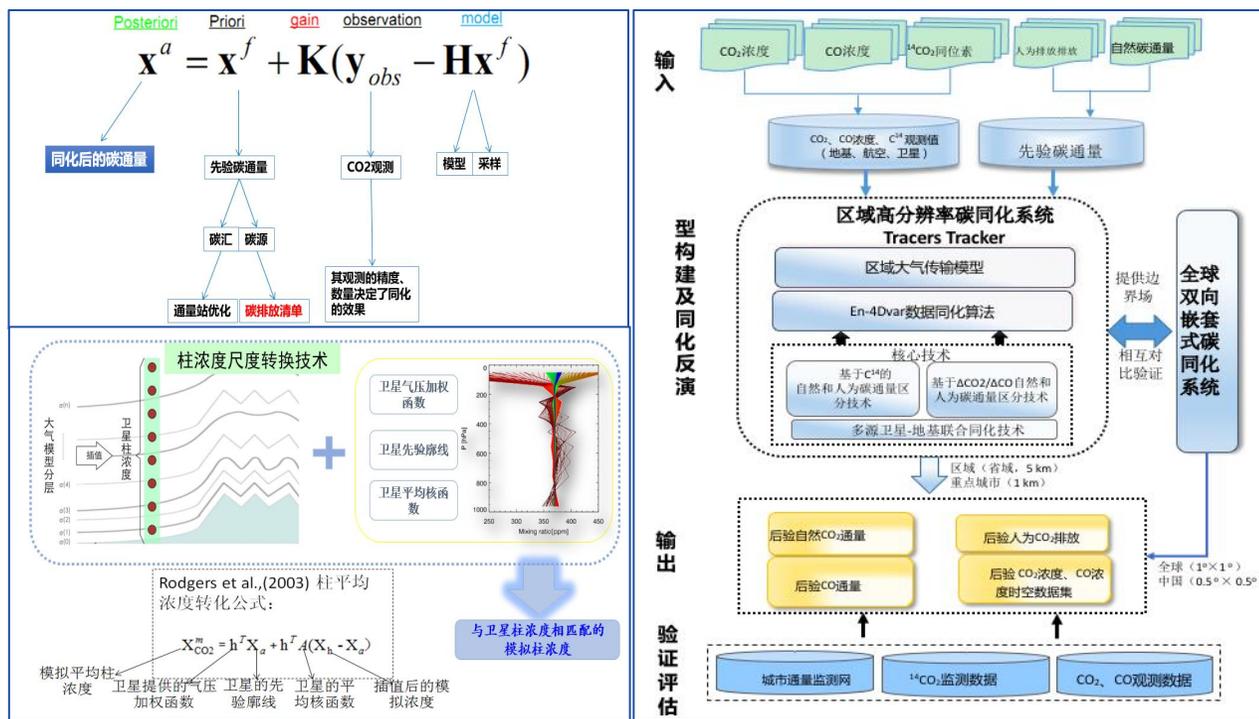
山东长岛大气温室气体采样高塔



神农架新建高塔



- 联合相关单位，初步部署完成一套全球和区域碳同化测试模型，基于国内外高精度温室气体监测数据，对全球和中国陆地生态系统碳汇进行了初步估算。



# 工作进展

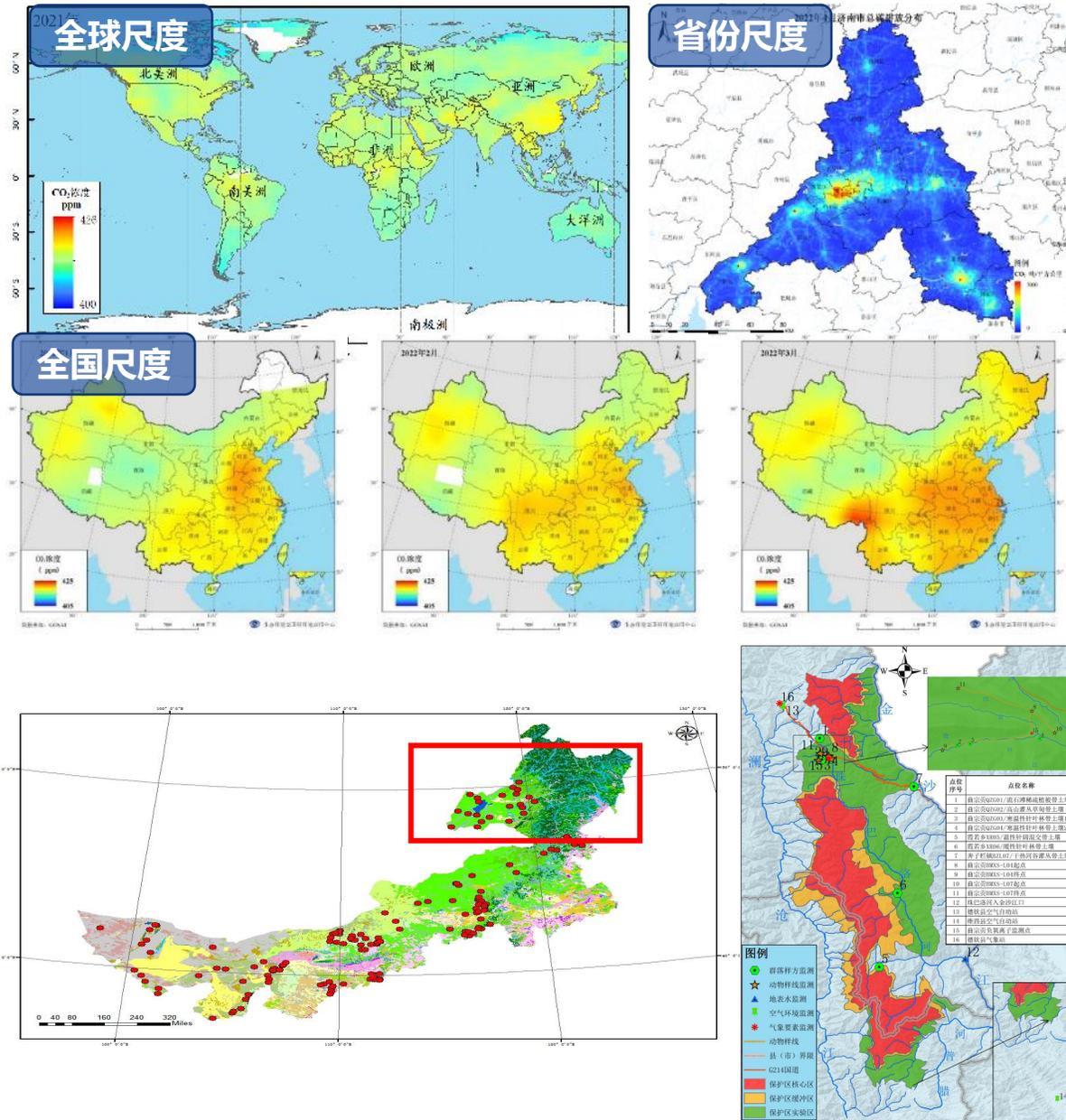
## 进展

## 区域试点

开展全球—全国—重点区域卫星遥感碳监测评估分析应用。

基于日本GOSAT卫星的遥感数据，开展了全球、全国的温室气体遥感监测。监测显示，全球CO<sub>2</sub>高值区多集中在北半球中纬度地区，我国CO<sub>2</sub>浓度呈明显的“西低东高”分布格局，我国高光谱观测卫星（GF-5B）初步具备全球尺度大气温室气体监测能力，利用机器学习算法初步实现了山东人为CO<sub>2</sub>碳排放量的快速估算。

基于我国高分辨率卫星遥感影像，依托国家生态环境监测网的业务体系，生产完成了目前国内最新最好的2021年度全国生态类型数据集。初步掌握承受力脆弱区青海省的生态系统格局特征。





中国环境监测总站

China National Environmental Monitoring Centre

## 四、后续工作思考

# 后续工作思考

认真落实积极稳妥推进碳达峰碳中和总要求，**坚持辅助、校核工作定位**，有序开展碳监测评估试点工作，**进一步提升碳排放量核算准确性、一致性、科学性。**

面向管理  
支撑核算

有序衔接  
拓展深化

在全面总结前期试点成果基础上，**适当扩大试点范围，拓展试点深度，强化数据分析挖掘，着力突破关键技术**，形成覆盖网络构建、数据分析、同化反演等主要环节的技术指南和规程，推动技术体系更加成熟健全。

创新驱动  
示范引领

强化统筹  
协同推进

学习国内外先进经验做法，**开拓创新，对接业务需求，推动碳监测应用场景落地**，探索形成一批可推广、可复制的碳监测技术、方法、产品和案例。

充分发挥技术委员会作用，加大对试点单位和试点任务的统筹协调力度，**进一步提升试点工作的系统性、整体性、协同性。结合管理需求、形势任务和工作实际，科学把握试点工作时序、步骤和进度，稳步有序推进试点。**

# 后续工作思考

## 主要目标

到**2024年底**，通过开展重点行业、省市和区域深化试点工作，**初步建立较为完备的碳监测评估技术方法体系**，探索建立个别重点领域的**碳监测评估业务化运行模式**，推动碳监测评估试点成果创新应用，更好地发挥示范效应，为减污降碳和国际履约提供监测支撑。

## 具体目标

### 重点行业排放监测

- 完善技术体系
- 建立核算技术路径
- 优化本地化排放因子

### 城市大气及海洋碳汇监测

- 完善省市监测评估体系
- 形成业务化运行能力
- 完善海岸带生态系统碳汇监测技术

### 区域大气及生态碳汇监测

- 加强国产卫星遥感监测能力，建立核算方法体系
- 开展陆地碳汇监测，构建模型

# 后续工作思考

## 重点行业温室气体排放监测 (企业事权)

- 火电
- 钢铁
- 水泥
- 石油天然气开采
- 煤炭开采
- 废弃物处理

30个集团公司110家企业

## 省级、城市大气温室气体及海洋碳汇监测 (地方事权)

- 省级试点
- 城市试点
- 海洋试点

12个省份20个城市

## 区域大气温室气体及生态系统碳汇(国家事权)

- 区域本底(背景)站温室气体监测
- 海洋本底(背景)站温室气体监测
- 全国及重点区域温室气体卫星遥感监测
- 生态试点监测

总站、海洋中心、卫星中心

# 重点行业温室气体排放监测

## 以CO<sub>2</sub>为主



### 火电行业

国家能源、中国华电等共61家企业  
114台机组

### 钢铁行业

中国宝武、首钢集团共3家企业  
29个点位



### 水泥行业

中国建材、北京金隅等共7家企业  
7个点位

## 以CH<sub>4</sub>为主



### 石油天然气开采行业

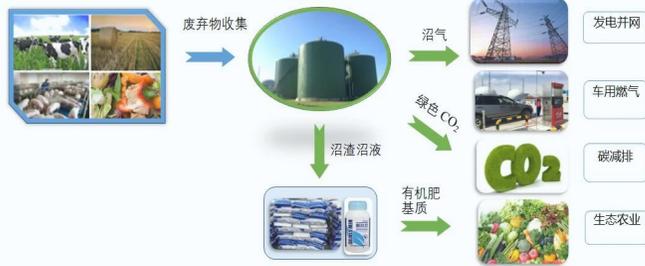
中国石油、中国石化、中国海油  
共7个油田

### 煤炭开采行业

国家能源、中国华电等共23家企业



## 综合考虑CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>和N<sub>2</sub>O



### 废弃物处理行业

光大环境、康恒环境、上海化工区  
中法水务、上海城投等共11家企业

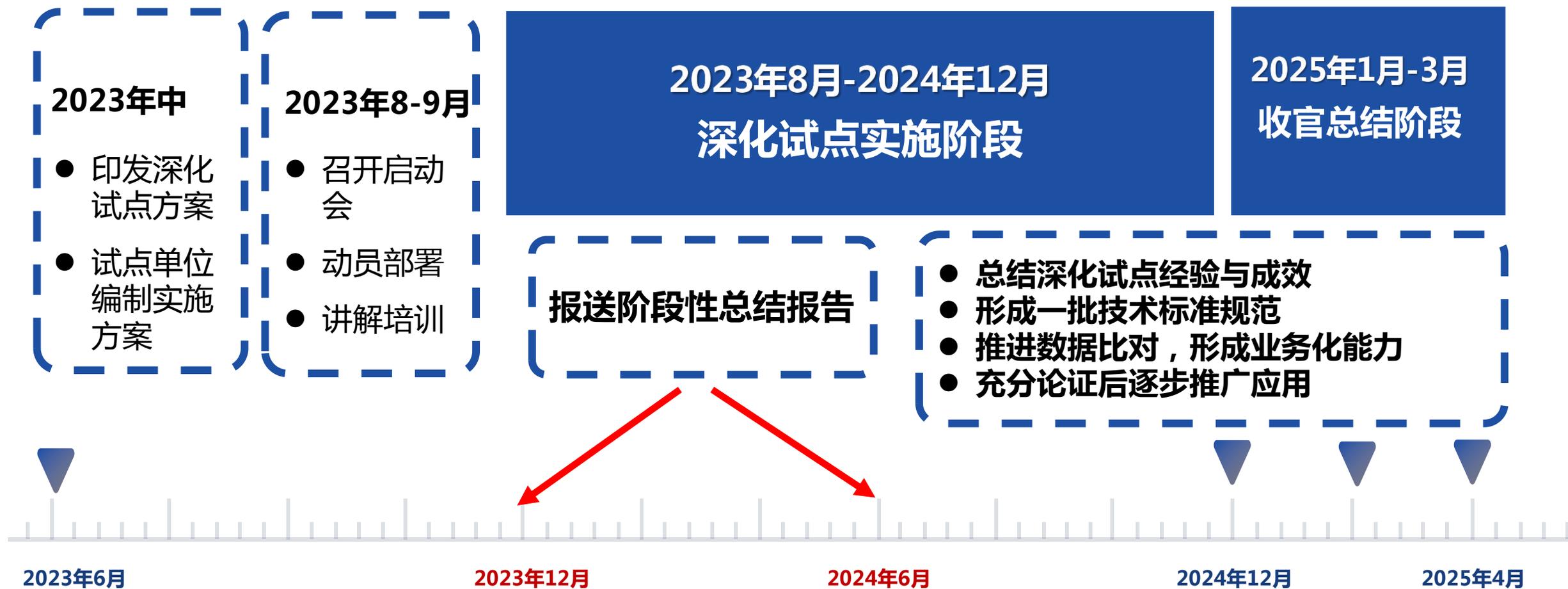
## 省级、城市大气温室气体及海洋碳汇监测试点

- 省级试点：**江苏、浙江**等4个省（直辖市）作为省级试点，重点开展高精度CO<sub>2</sub>和高精度CH<sub>4</sub>的监测评估。同时，在**河北**等8个重点省份开展碳排放量核算遥感监测应用示范。
- 城市试点：**唐山、上海**等12个城市开展试点，建立完善高精度CO<sub>2</sub>和高精度CH<sub>4</sub>监测评估体系，形成业务化运行能力。
- 海洋试点：**盘锦、南通**等9个城市（新增5个）作为海洋城市试点，在**盐沼、红树林、海草床、海藻养殖**等试点内容中选取一种或多种类型，重点开展碳储量和碳通量监测评估。

# 区域大气温室气体及生态系统碳汇监测试点

- 区域本底（背景）站温室气体监测：**福建武夷山、内蒙古呼伦贝尔、海南五指山（新增）**等10个国家背景站点，开展区域大气温室气体监测评估。
- 海洋本底（背景）站温室气体监测：**北黄海圆岛站**开展海洋区域本底站温室气体监测试点，评估海水吸收大气温室气体的潜力及变化趋势。
- 全国及重点区域温室气体卫星遥感监测：**全国及京津冀、汾渭平原、长三角、珠三角**等重点区域CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O（新增）遥感柱浓度监测及历史数据对比分析；重点关注区**甲烷泄露排放源**监测；在**东北地区秸秆焚烧区、西南地区森林和北方地区草原火灾发生区**等开展CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>排放量遥感估算。
- 生态试点监测：广西桂林、四川成都建成温室气体通量站点，2022-2023年我国陆域土地利用类型、面积及动态变化监测，国家重点生态功能区生态系统碳汇核算模拟，模型参数率定与精度验证，开展**典型区域生态系统碳汇监测与核算**；选取**内蒙古典型的草原生态脆弱区**，开展典型草原生态脆弱区生态系统格局监测、植被等关键生态参数监测、典型区域碳储量监测及气候与植被的相互影响监测。

# 时间及成果形式





谢谢!