

京津冀能否实现2017年PM_{2.5}改善目标？

——政策评估及建议

**Could Beijing, Tianjin and Hebei achieve the PM_{2.5}
improvement targets in 2017?**

——Policy assessments and recommendations

张强 Qiang Zhang

清华大学 Tsinghua University

国务院《大气污染防治行动计划》（大气十条）

The Air Pollution Prevention and Control Action Plan ("the Action Plan")



附件

京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则

京津冀及周边地区（包括北京市、天津市、河北省、山西省、内蒙古自治区、山东省）是我国大气污染最严重的区域。为加快京津冀及周边地区大气污染综合治理，依据《大气污染防治行动计划》，制定本实施细则。

一、主要目标

经过五年努力，京津冀及周边地区空气质量明显好转，重污染天气较大幅度减少。力争再用五年或更长时间，逐步消除重污染天气，空气质量全面改善。

具体指标：到2017年，北京市、天津市、河北省细颗粒物（PM_{2.5}）浓度在2012年基础上下降25%左右，山西省、山东省下降20%，内蒙古自治区下降10%。其中，北京市细颗粒物年均浓度控制在60微克/立方米左右。

二、重点任务

（一）实施综合治理，强化污染物协同减排

1. 全面淘汰燃煤小锅炉。加快热力和燃气管网建设，通过集中供热和清洁能源替代，加快淘汰供暖和工业燃煤小锅炉。

到2015年底，京津冀及周边地区地级及以上城市建成区，除必要保留的以外，全部淘汰每小时10蒸吨及以下燃煤锅炉、茶浴炉；

■计划目标：2017年，京津冀地区PM_{2.5}浓度要减少**25%**，北京市年均浓度不超过**60 µg/m³**。

Goals: PM_{2.5} concentrations in the Beijing-Tianjin-Hebei Region should be reduced by **25%** in 2017 and annual concentration in Beijing should not exceed **60 µg/m³**.

研究方法 Methodology



排放清单 (MEIC模型)
Emission inventory
(MEIC Model)

“大气十条”措施参数化
Measures in the Action
Plan

CMAQ模型
12km

WRF气象

基准年空气质量模拟及验证
AQ simulation (base year)
Model evaluation

目标年空气质量模拟
AQ simulation
(target year)



“大气十条” 政策措施总结

Control measures in the Action Plan

京津冀地区政策文件

Policy documents for BTH

- 国务院《大气污染防治行动计划》
The Air Pollution Prevention and Control Action Plan
- 《京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则》
The Detailed Rules for the Implementation of the Air Pollution Prevention and Control Action Plan in the Beijing-Tianjin-Hebei Region and Surrounding Areas
- 《北京市2013-2017年清洁空气行动计划》
The Action Plan of Beijing for Clean Air from 2013 to 2017
- 《天津市清新空气行动方案》
The Action Plan of Tianjin for Clean Air
- 《河北省大气污染防治行动计划实施方案》
The Plan of Hebei Province for the Implementation of the Air Pollution Prevention and Control Action Plan

结构调整措施

Structure adjustment measures

- 源头减排，如
- 煤炭总量控制
- 清洁能源替代
- 淘汰落后产能
- 限制机动车等

末端控制措施

End-of-pipe control measures

- 指末端控制技术
的应用与更新，
如实施脱硫、脱
硝，进行除尘升
级改造等。

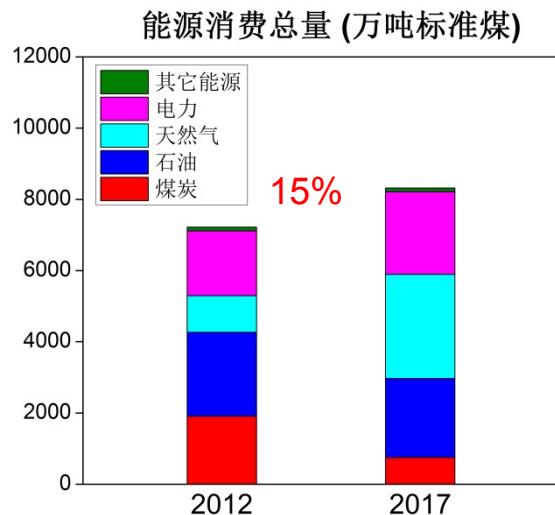
重点分析可
明确量化的
重要措施

Focus on
Quantifiable
measures

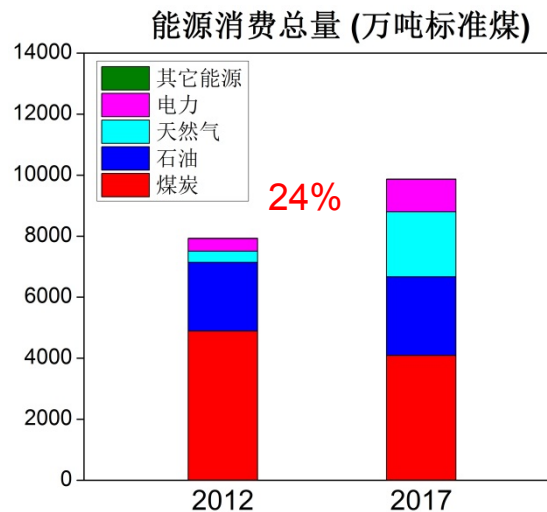
京津冀地区主要能源消费结构变化

Energy structure change in BTH

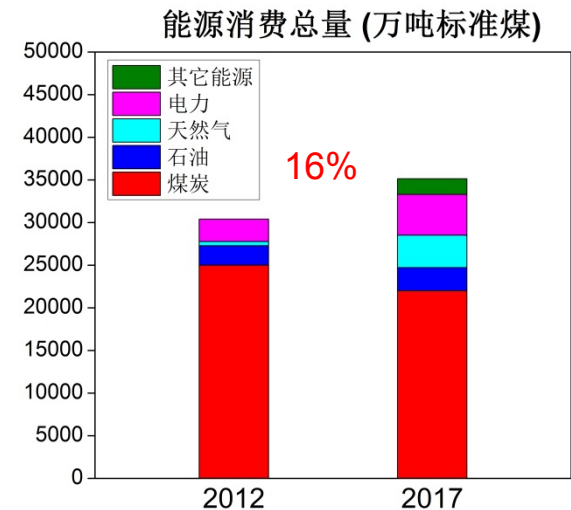
北京 Beijing



天津 Tianjin



河北 Hebei



“国十条” 要求:

➤ 2017年京津冀煤炭总量削减6300万吨，新增天然气用量500亿立方米

Specific targets for energy consumption:

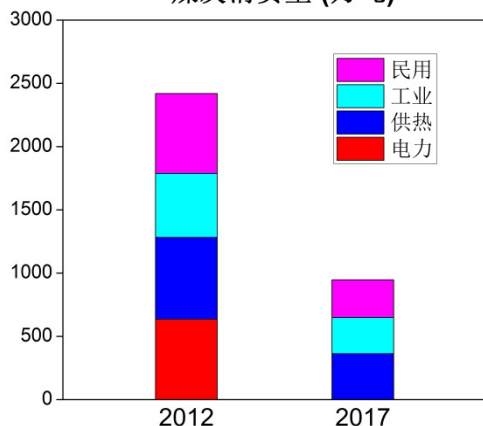
- By 2017, coal consumption in Jing-Jin-Ji region shall be reduced by 63 million tons
- Natural gas consumption will be increased by 50 billion cubic meters

京津冀地区主要能源消费结构变化

Energy structure change in BTH

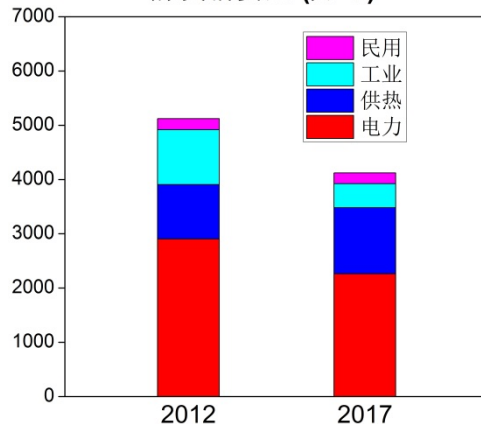
北京 Beijing

煤炭消费量 (万吨)



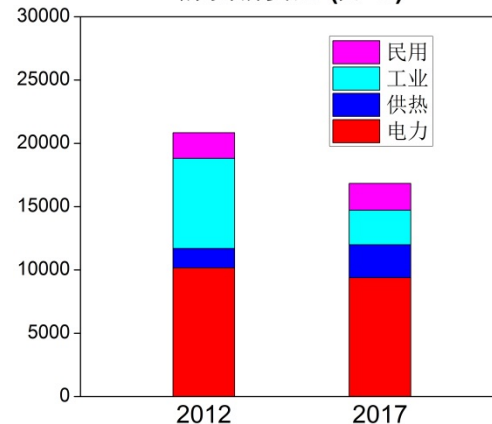
天津 Tianjin

煤炭消费量 (万吨)

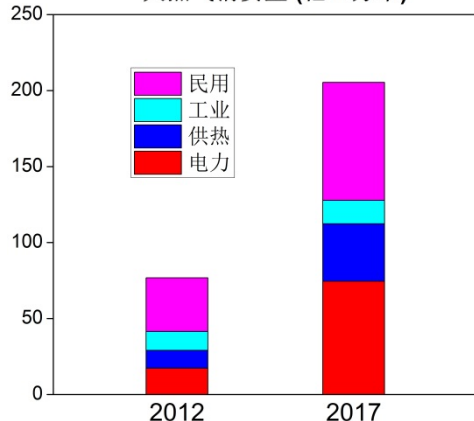


河北 Hebei

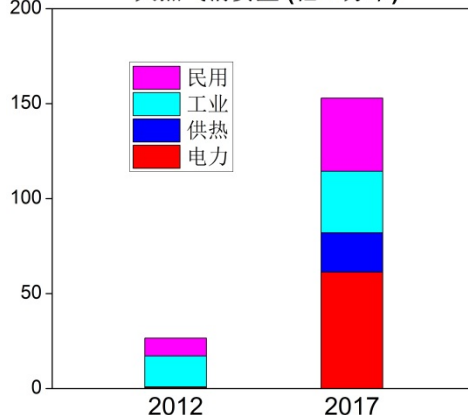
煤炭消费量 (万吨)



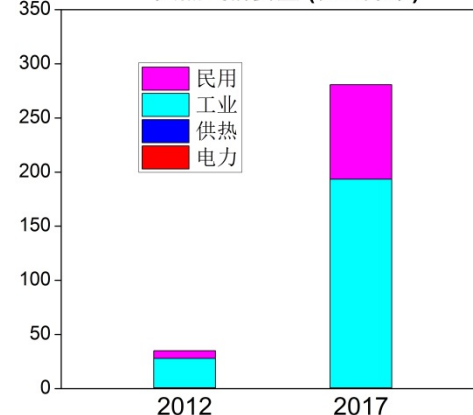
天然气消费量 (亿立方米)



天然气消费量 (亿立方米)



天然气消费量 (亿立方米)



“大气十条” 采取多项污染末端控制措施

End-of-pipe control measures in the Action Plan

固定燃烧源

Stationary combustion sources

		2017						政策
		北京	天津	河北	2017	2017	2017	
>300MW 机组	LNB	100	61	69	100	0	0	大气十条：除循环流化床锅炉以外的燃煤机组均应安装脱硝设施。 天津：2014 年底前，完成 20 万千瓦及以上火电机组脱硝治理工程并全部投入使用。电力行业新建脱硝 525 万千瓦。 河北：99 台约 2800 万千瓦燃煤机组全部配套建成脱硝设施。电力行业新建脱硝 2107 万千瓦。
	LNB+SCR	0	39	31	0	100	100	
	LNB	1	28	45	1	10	10	
	SCR	44	0	8	44	40	40	
100~300MW 机组	LNB+SCR	46	0	0	46	50	50	大气十条：钢铁企业的烧结机和球团生产设备要安装脱硝设施。 天津：完成钢铁企业烧结机脱硝治理。钢铁烧结机脱硝 1275 平方米。 河北：120 台约 18000 平方米烧结机和球团生产设备要安装脱硝设施。
	SCR	17	0	6	17	50	61	
<100MW 机组	WET	0						主要末端控制措施及其参数化方案 (%)：工业过程
	ESP	1						
	ESP2	0						
燃气	SCR	0						政策
	SCR	0						
供热	煤粉炉	0						2017
	煤粉炉	0						
工业锅炉	FGD	0						北京 天津 河北
	FGD	0						
流化床炉	WET	0						大气十条：新型干法水泥窑要实施低氮燃烧技术改造并安装脱硝设施。 北京：所有水泥生产线完成脱硝治理。水泥窑新建脱硝 8000 吨/日熟料规模。 天津：实施水泥企业水泥生产线脱硝治理。水泥窑新建脱硝 6000 吨/日。 河北：67 条约 6200 万吨 PC 线实施低氮燃烧技术改造及脱硝设施建设。
	ESP	6						
	FAB	3						
	CYC	1						
层燃炉	WET	6						大气十条：钢铁企业的烧结机和球团生产设备要安装脱硝设施。 天津：完成钢铁企业烧结机脱硝治理。钢铁烧结机脱硝 1275 平方米。 河北：120 台约 18000 平方米烧结机和球团生产设备要安装脱硝设施。
	ESP	1						
	ESP	1						

工业过程

Industrial process

		2017						政策
		北京	天津	河北	2017	2017	2017	
烧结	FGD	0	0	70	100	100	100	大气十条：新型干法水泥窑要实施低氮燃烧技术改造并安装脱硝设施。 北京：所有水泥生产线完成脱硝治理。水泥窑新建脱硝 8000 吨/日熟料规模。 天津：实施水泥企业水泥生产线脱硝治理。水泥窑新建脱硝 6000 吨/日。 河北：67 条约 6200 万吨 PC 线实施低氮燃烧技术改造及脱硝设施建设。
	FGD	0	0	70	100	100	100	
	FGD	0	0	70	100	100	100	
	FGD	0	0	70	100	100	100	
新型干法水泥窑	ESP	3	5	17	0	0	0	大气十条：钢铁企业的烧结机和球团生产设备要安装脱硝设施。 天津：完成钢铁企业烧结机脱硝治理。钢铁烧结机脱硝 1275 平方米。 河北：120 台约 18000 平方米烧结机和球团生产设备要安装脱硝设施。
	FAB	94	38	58	94	50	50	
	ESP2	3	57	26	6	50	50	
	CYC	17	0	3	0	0	0	
石灰窑	WET	33	0	23	57	0	0	主要末端控制措施及其参数化方案 (%)：工业过程
	ESP	0	0	6	0	0	0	
	FAB	43	100	9	43	10	10	
	CYC	5	0	11	0	0	0	
砖窑	WET	4	4	0	100	10	10	政策
	WET	4	4	0	100	10	10	
	WET	4	4	0	100	10	10	
	WET	4	4	0	100	10	10	
烧结	CYC	2	2	2	2	0	0	2017
	WET	18	18	18	18	0	0	
	ESP	67	67	67	67	46	46	
	FAB	13	13	13	13	54	54	
生铁	FAB	100	100	100	100	10	10	主要末端控制措施及其参数化方案 (%)：工业过程
	ESP	27	27	27	27	17	17	
	FAB	73	73	73	73	83	83	
	CYC	5	5	5	5	0	0	
电炉钢	WET	50	50	50	50	0	0	政策
	ESP	19	19	19	19	74	74	
	FAB	26	26	26	26	26	26	
	FAB	26	26	26	26	26	26	

机动车

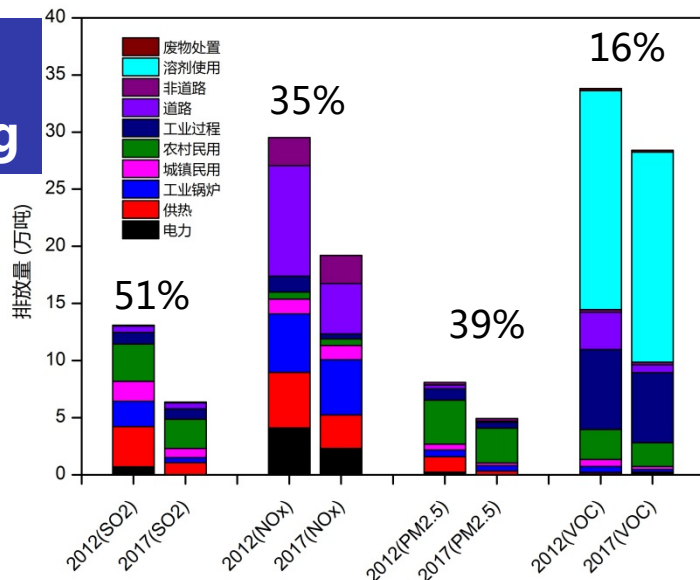
Mobile sources

		2017						政策
		河北	北京	天津	河北	北京	天津	
轻型载货汽油车	≤Euro3	10	40	40	0	0	0	推进燃油与机动车排放控制标准：到 2015 年，全面实施国五标准；到 2016 年，北京市实施国六标准 加快淘汰黄标车：到 2017 年底，京津冀地区黄标车全部淘汰，报废黄标车约 200 万辆
	Euro4	82	42	42	28	34	37	
	Euro5	0	0	0	43	55	57	
	Euro6	0	0	0	29	0	0	
	≤Euro2	6	17	17	0	0	0	
	Euro3	11	45	45	0	13	9	
重型载货柴油车	Euro4	83	38	38	27	34	33	主要末端控制措施及其参数化方案 (%)：工业过程
	Euro5	0	0	0	38	53	58	
	Euro6	0	0	0	35	0	0	
	≤Euro2	7	15	15	0	0	0	
	Euro3	93	85	85	35	40	36	
	Euro4	0	0	0	11	13	13	
大型载客柴油车	Euro5	0	0	0	23	47	51	政策
	Euro6	0	0	0	30	0	0	
	≤Euro2	9	20	20	0	0	0	
	Euro3	91	80	80	12	27	21	
	Euro4	0	0	0	11	15	15	
	Euro5	0	0	0	34	58	64	
轻型载货柴油车	Euro6	0	0	0	42	0	0	主要末端控制措施及其参数化方案 (%)：工业过程
	≤Euro2	6	17	17	0	0	0	
	Euro3	11	83	83	25	32	27	
	Euro4	83	0	0	11	14	14	
	Euro5	0	0	0	28	54	59	
	Euro6	0	0	0	36	0	0	

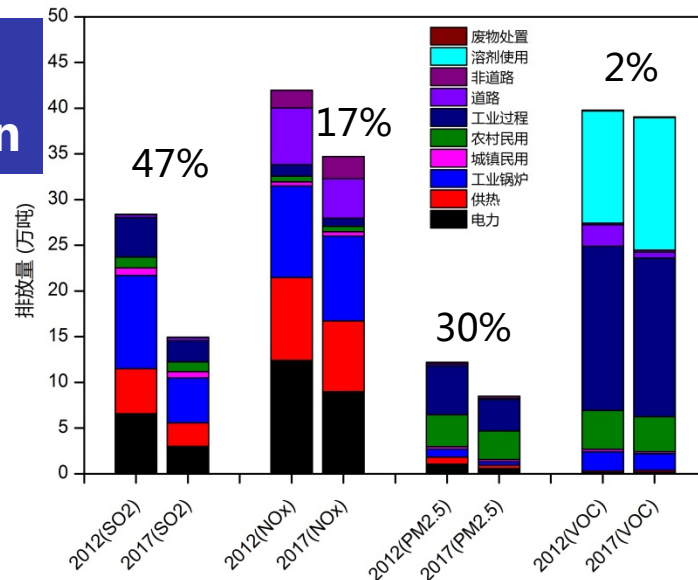
2017年主要污染物排放下降幅度

Emission reduction rates in 2017

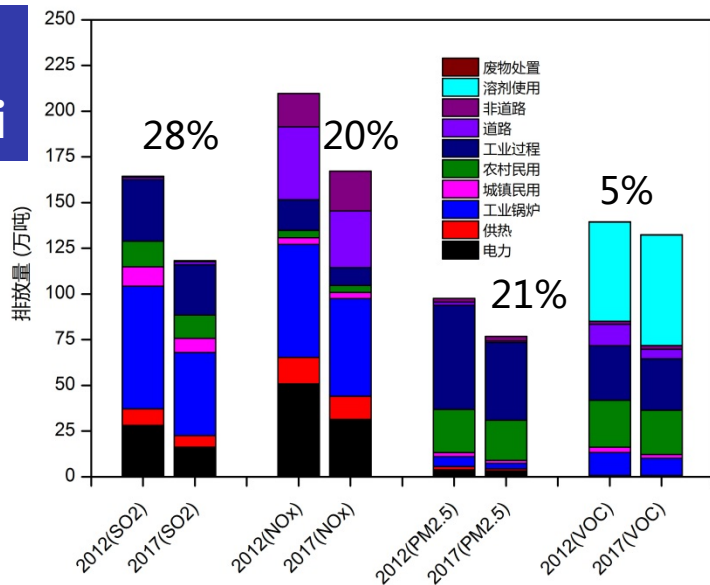
北京 Beijing



天津 Tianjin



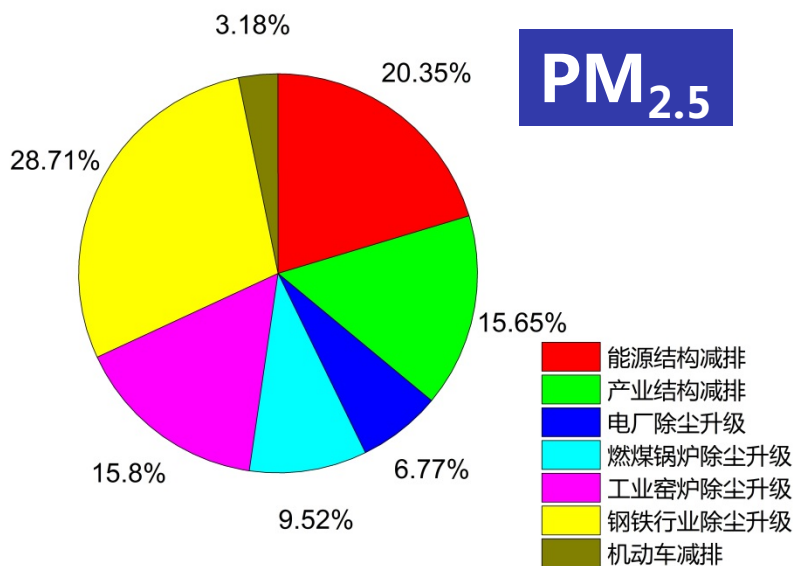
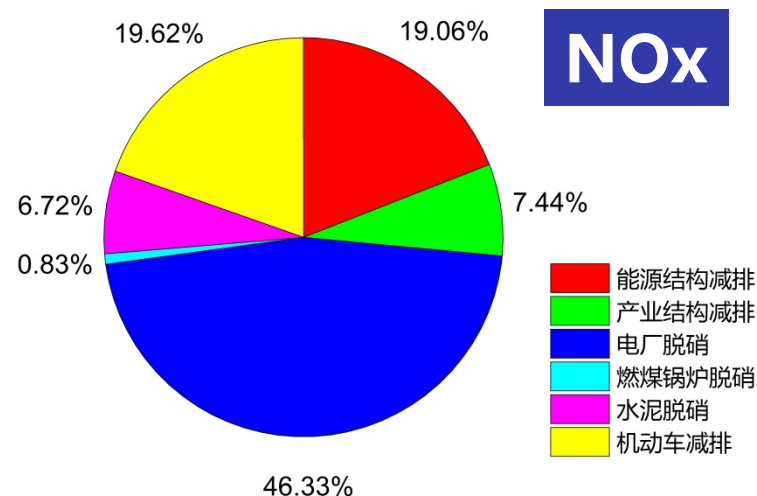
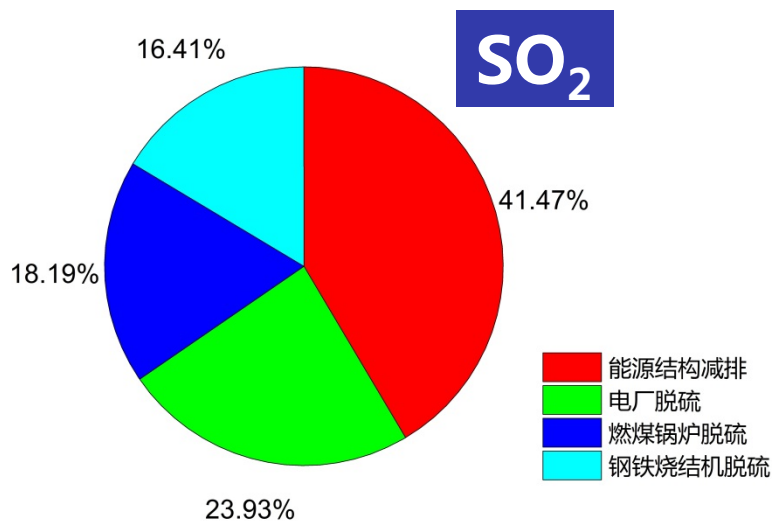
河北 Hebei



- 河北污染物排放量削减率总体低于京津。
Emissions reduction rates in Hebei are lower than Beijing and Tianjin.
- VOCs排放量削减缺乏政策的有效支撑。
More stringent policies should be implemented on controlling VOCs emissions.
- 在SO₂和NO_x大幅削减的情况下，NH₃排放量未削减，造成区域NH₃进一步过剩。
NH₃ will be further excess due to reductions of SO₂ and NO_x emissions.

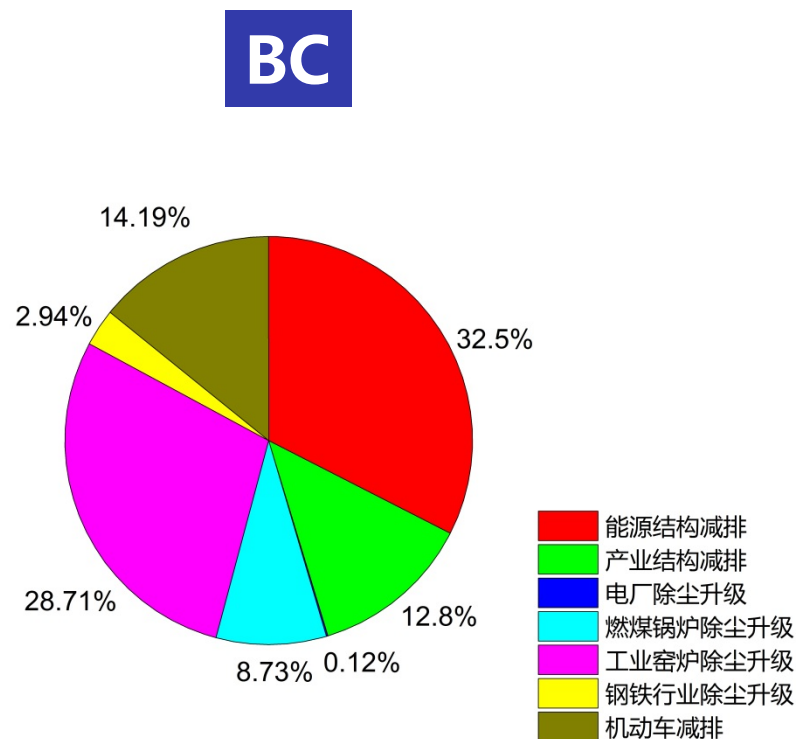
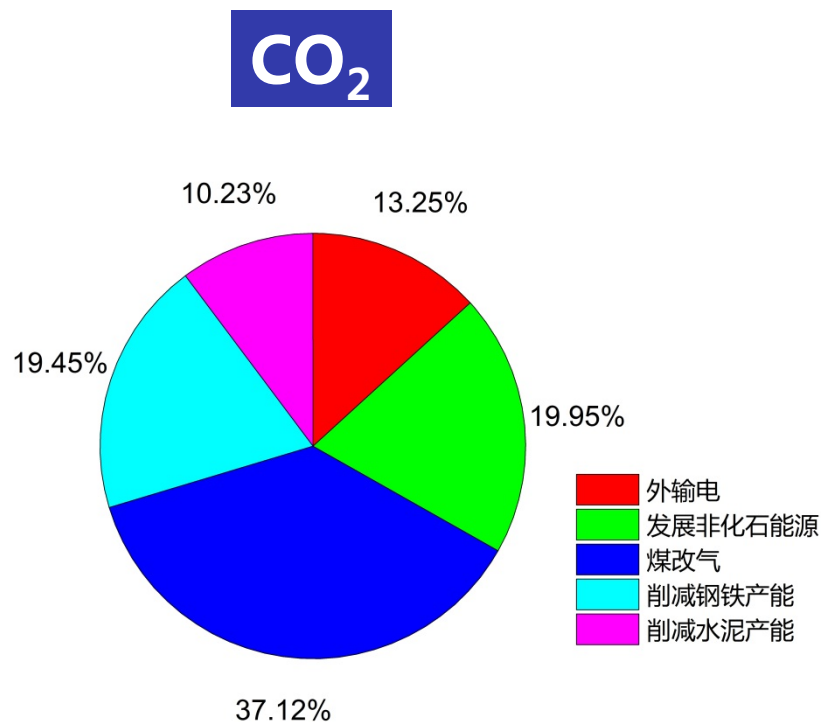
各项措施的减排贡献

The contributions of each measures on emission reduction



温室气体减排协同效应分析

Co-benefits on greenhouse gas mitigation



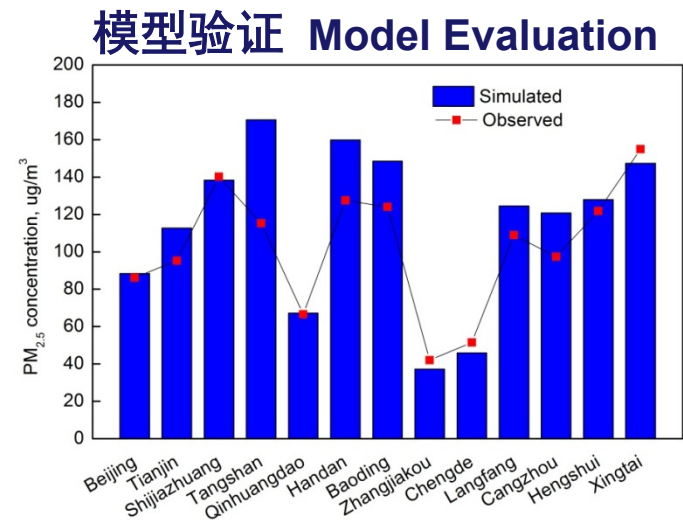
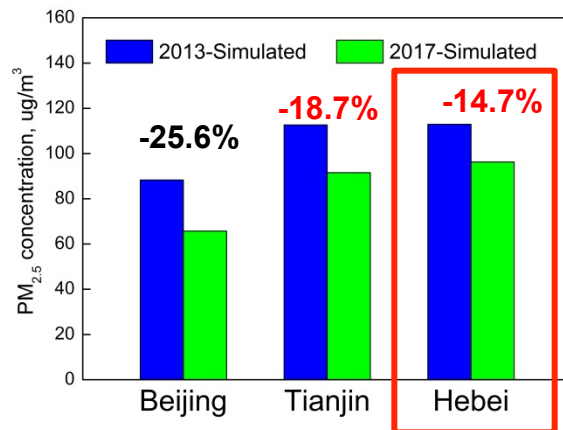
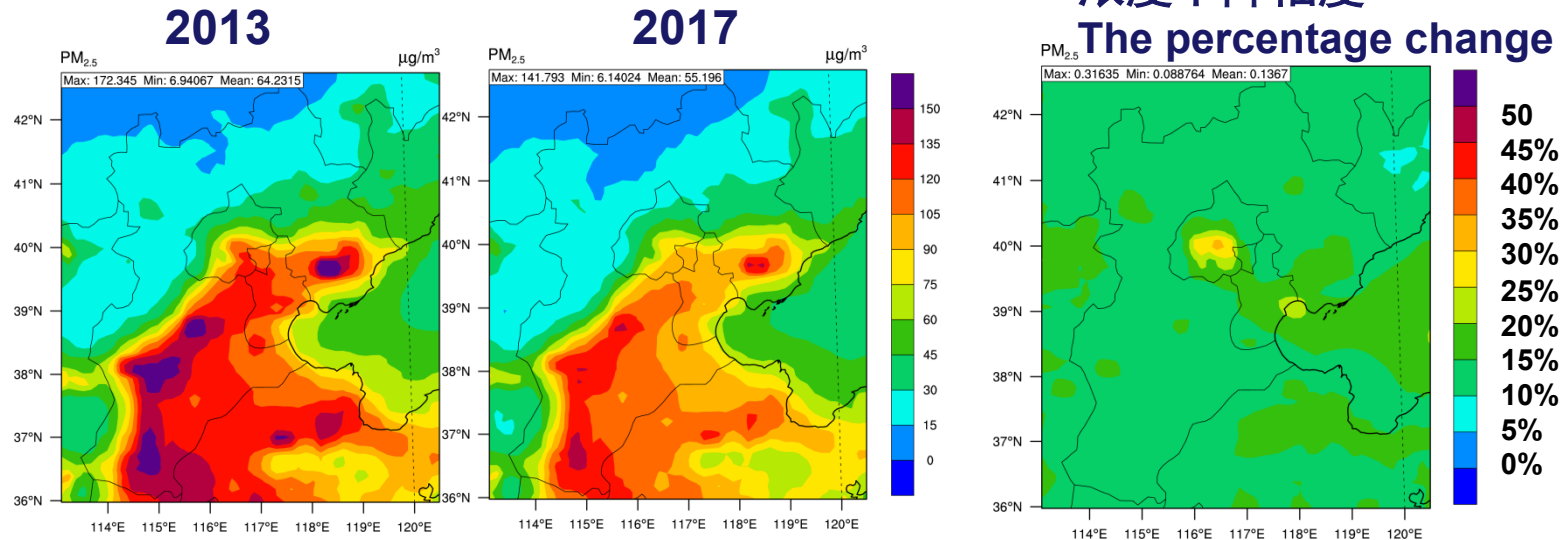
效果预评估：河北、天津难以实现改善目标

Pre-evaluation: hard for Tianjin and Hebei to achieve the goals

京津冀地区PM_{2.5}浓度变化 PM_{2.5} concentration changes in BTH

浓度下降幅度

The percentage change

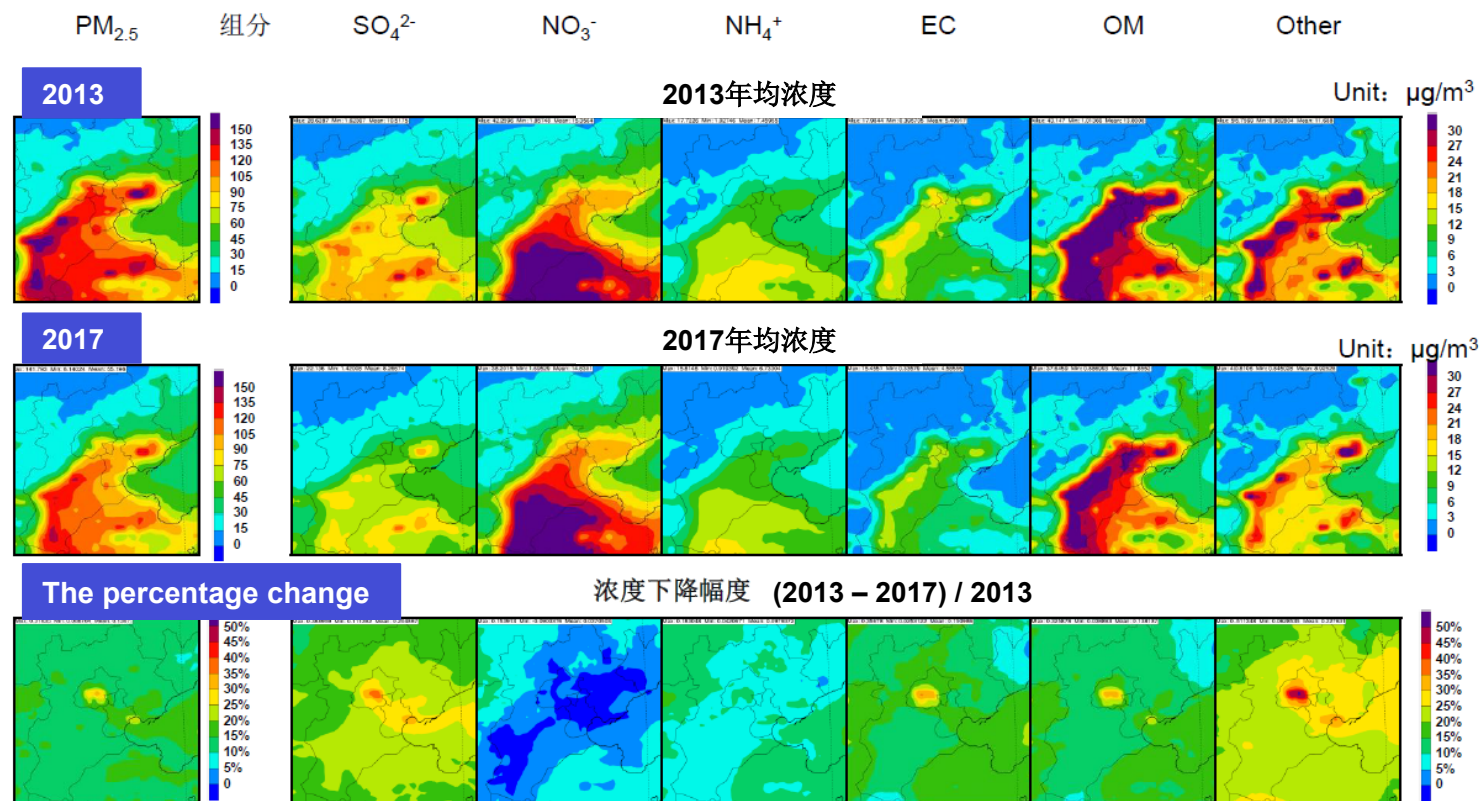


河北和天津无法达到预期效果的原因

Reasons for not achieving the reduction targets in Hebei and Tianjin

京津冀地区 PM_{2.5}浓度变化

PM_{2.5} concentration changes in BTH



- 华北地区NH₃过剩，大幅减少SO₂会促使冬季NO_x向硝酸盐转化。 Following the SO₂ emission reductions, nitrate concentrations increase under NH₃-rich condition in winter.
- 在NH₃过剩条件下，二次无机离子对大气氧化性更为敏感。因华北属于VOC控制区，减少NO_x排放会增加臭氧浓度，增强大气氧化性，从而促进二次无机离子生成。 As BTH is located in NH₃-rich conditions and VOC-limited regime, the NO_x emission reductions result in an elevated level of atmospheric oxidation capacity, then enhancing the SIA formation.

强化减排达标情景：强化的减排措施

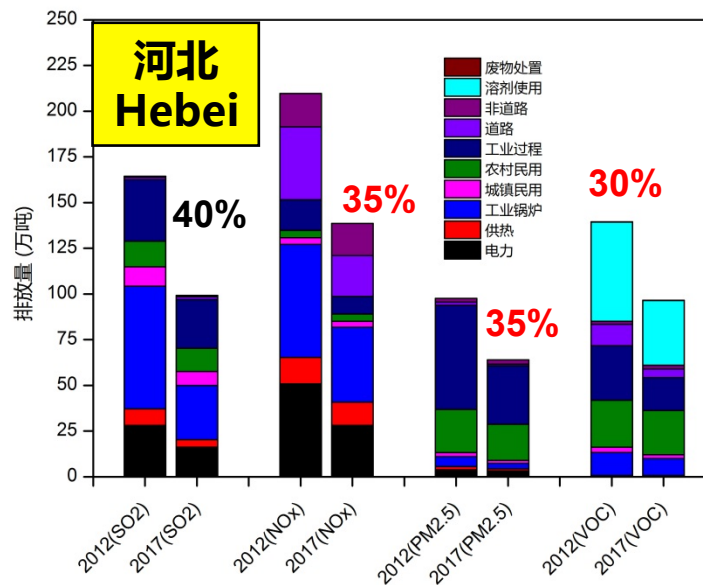
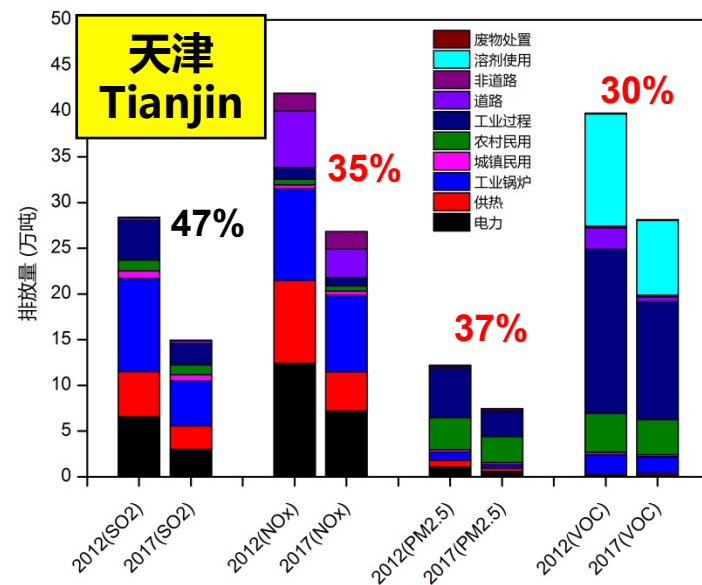
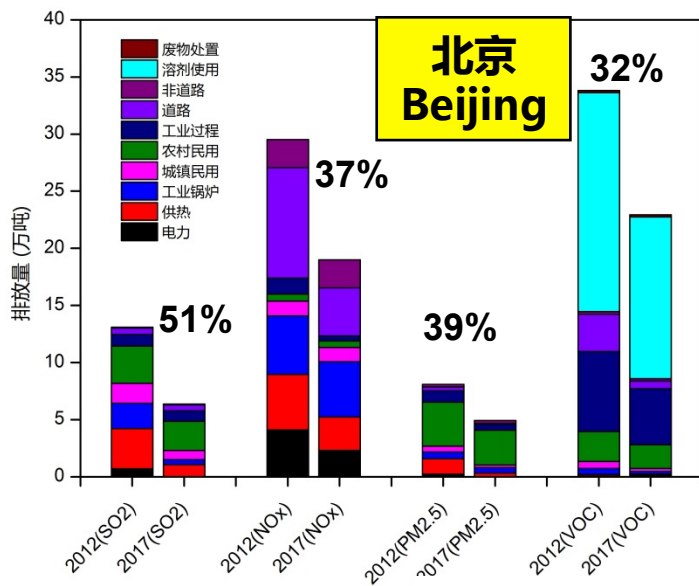
Enhanced reduction scenario : enhanced control measures



省份 Provinces	强化的减排措施 Enhanced control measures
河北 Hebei	钢铁产量削减，保证煤炭削减总量从4000万吨增加至6000万吨
河北 Hebei	工业煤炭洗选，禁止使用硫含量高于0.6%的煤炭
河北 Hebei	对欧三柴油车进行限行：其中重型载货柴油车油耗比例从基准情景的35~40%降低至20%
河北 Hebei	VOC重点行业减排30~40%（炼焦、涂料、制药等行业）
河北 Hebei	畜牧养殖业集约化比例增加30%、推广施用缓释肥料品种
河北 Hebei	钢铁、水泥、炼焦行业除尘升级改造
天津 Tianjin	50%的燃煤供热锅炉安装脱硝设施
天津 Tianjin	对欧三柴油车进行限行：其中重型载货柴油车油耗比例从基准情景的35~40%降低至20%
天津 Tianjin	VOC重点行业减排30~40%（涂料、制药等行业）
天津 Tianjin	畜牧养殖业集约化比例增加30%、推广施用缓释肥料品种
天津 Tianjin	钢铁、水泥、炼焦行业除尘升级改造

强化减排达标情景：污染物排放变化

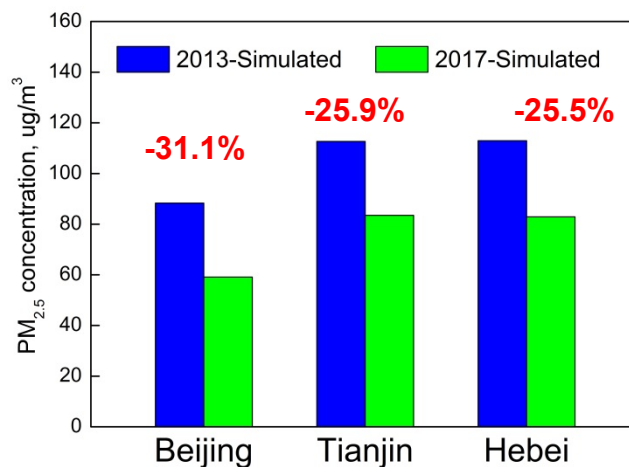
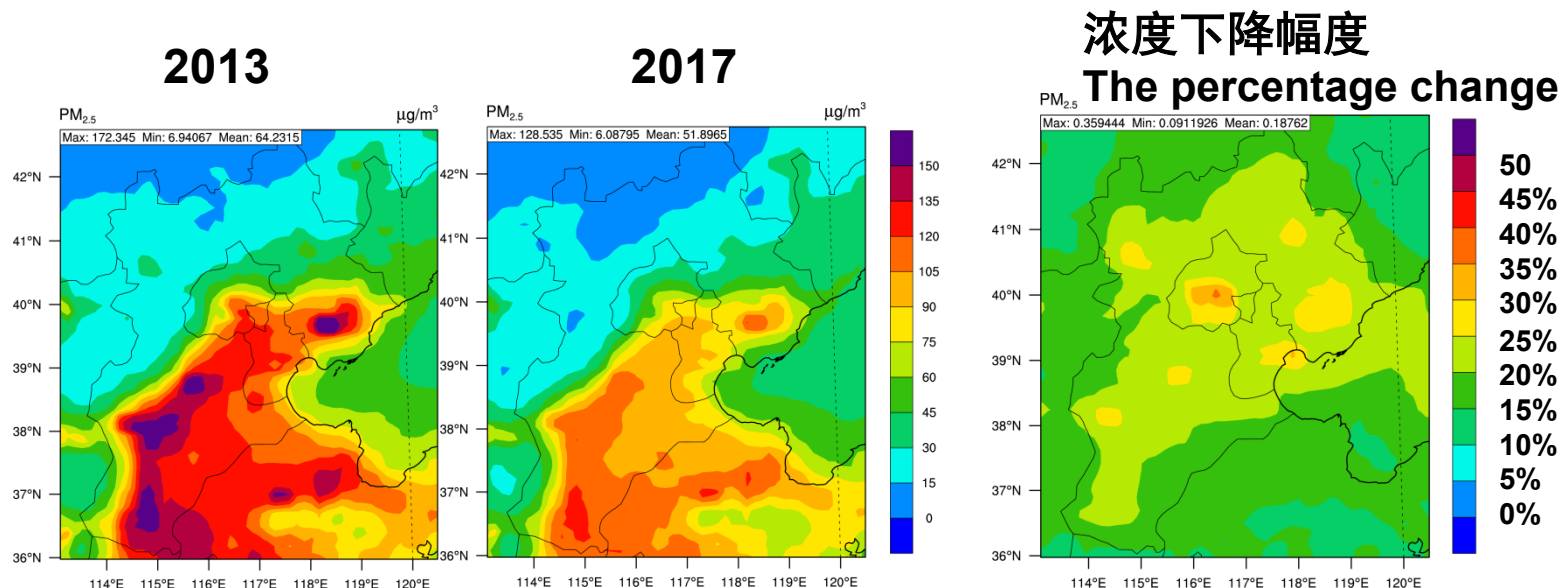
Enhanced reduction scenario : emission changes



强化减排达标情景：PM_{2.5}浓度变化

Enhanced reduction scenario : PM_{2.5} concentration changes

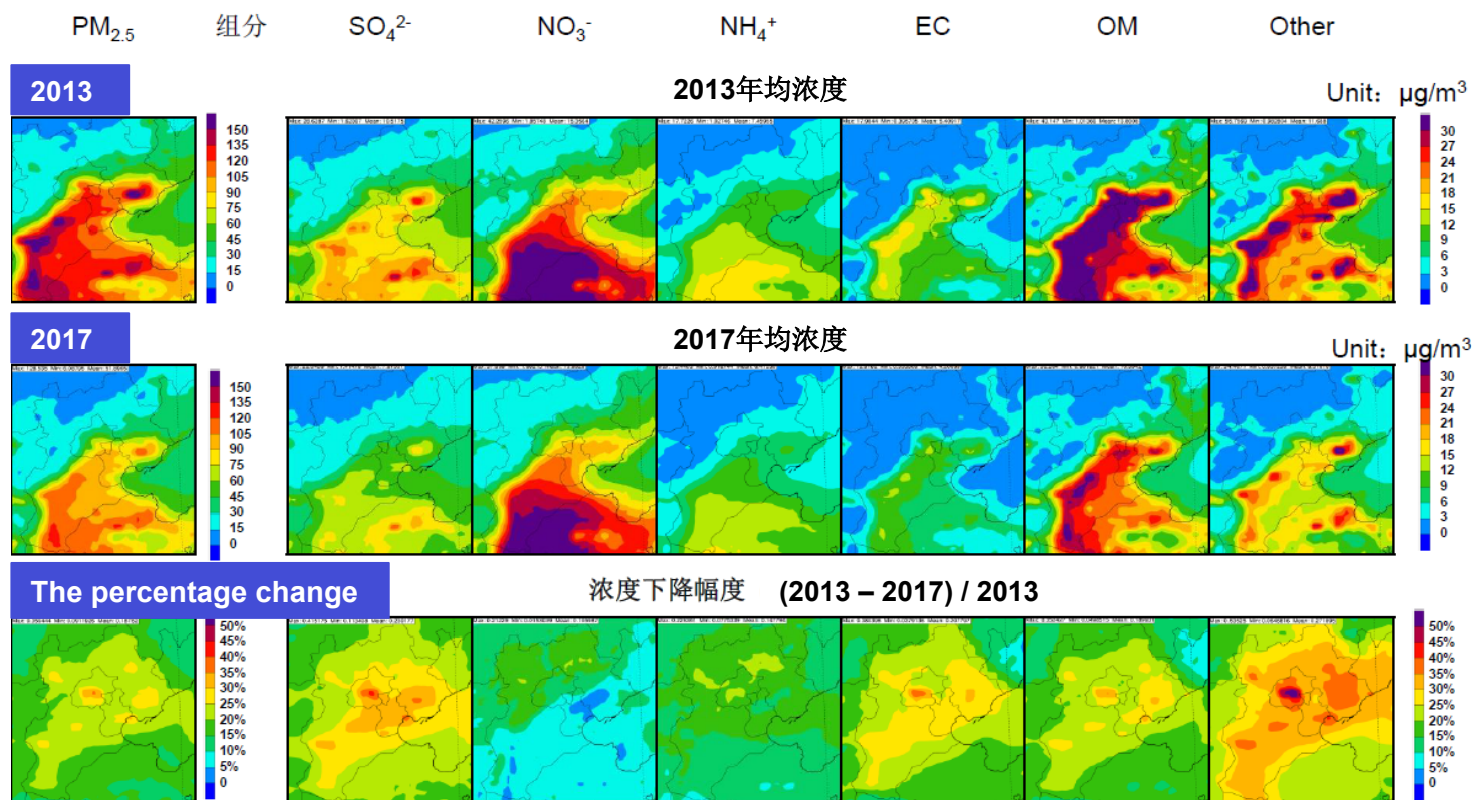
京津冀地区PM_{2.5}浓度变化 PM_{2.5} concentration changes in BTH



强化减排达标情景：PM_{2.5}化学组分浓度变化

Enhanced reduction scenario : concentration changes of PM_{2.5} and its components

京津冀地区PM_{2.5}及其组分浓度变化

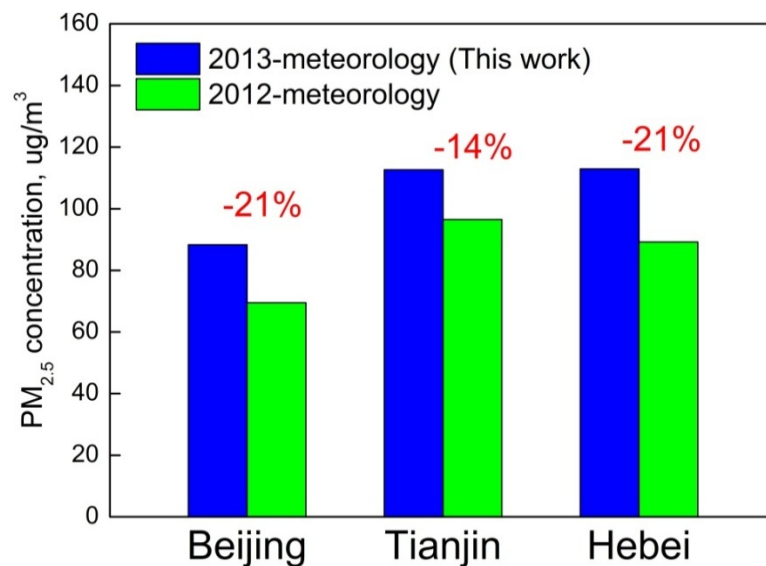


- 通过SO₂、NO_x和VOC的协同减排实现浓度下降目标。SO₂, NO_x and VOC emissions should be reduced simultaneously to achieve the targets.
- 充分体现了多污染物在多部门协同减排的必要性。Emissions of different pollutants from different sectors should be reduced simultaneously.

气象年际变化的影响

The impacts of inter-annual variability of meteorology

基准年模拟结果 Simulated results of base year



- 气象年际变化对于单年的浓度模拟结果影响较大。 PM_{2.5} concentration of one year is greatly affected by inter-annual variability of meteorology.
- 由于采用同一气象场，气象场的年份对于评估浓度下降比例的影响不大。 The selection of meteorological field has little impacts on reduction rates.
- 选择2013年作为“大气十条”考核的基准年，若2017年的气象条件较好，将有利于“大气十条”浓度达标。 If 2013 is selected as the base year for the assessment, it will be conducive to achieve the PM_{2.5} reduction targets.

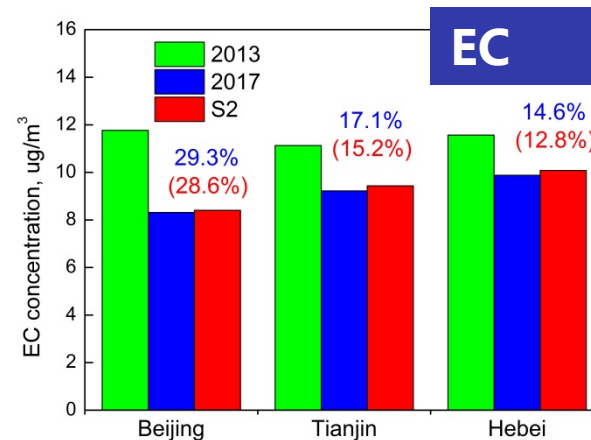
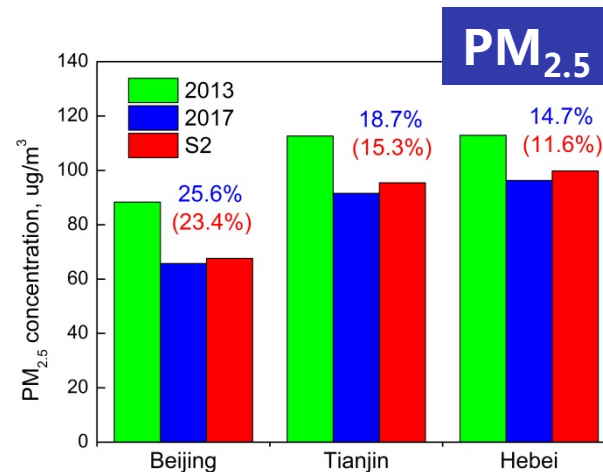
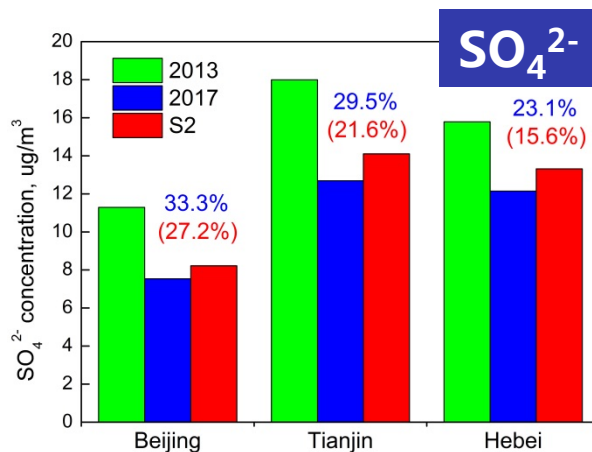
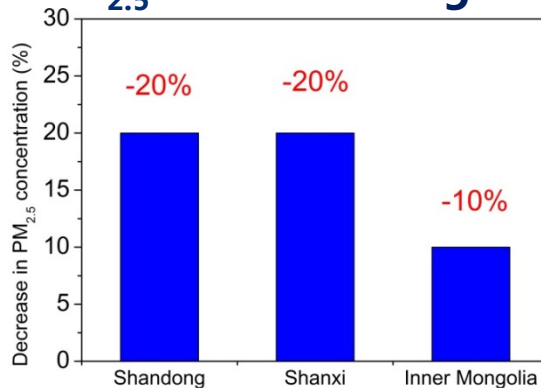
京津冀周边省份协同减排的重要性

The importance of synergistic reduction outside BTH

S2情景：
周边省份维
持在2012年
排放水平

S2 scenario :
surrounding
provinces
keep the
emission
level of year
2012

周边省份下降目标
PM_{2.5} reduction targets



- 充分体现了区域协同控制的重要性，特别是在控制二次无机气溶胶方面
- Regional synergic control are important for the reduction of the PM_{2.5} concentrations, especially for SIA

总结

Summary

- 依据现行可明确量化措施的初步分析结果表明，实施“大气十条”后，京津冀地区PM_{2.5}浓度降幅显著，但天津和河北仍存在达不到2017年浓度降低25%的风险。Based on measures that could be clearly quantified in the Action Plan, PM_{2.5} concentration in BTH will decrease significantly in 2017, but risks exist in Tianjin and Hebei to achieve a 25% decline in PM_{2.5} concentration.
- 通过SO₂、NO_x和VOC的协同减排实现浓度下降目标。SO₂, NO_x and VOC emissions should be reduced simultaneously to achieve the targets.
- 控制京津冀区域细颗粒物污染需要区域协同减排，特别在控制二次无机气溶胶方面。Regional synergic control are important for the reduction of the PM_{2.5} concentrations, especially for SIA.
- 气象年际变化对于单年的浓度模拟结果影响较大，空气质量考核评估时应将气象因素纳入。As PM_{2.5} concentration of one year is greatly affected by inter-annual variability of meteorology, the impacts of meteorology shall be considered during assessment.



Thank you !