

1 提纲

背景介绍

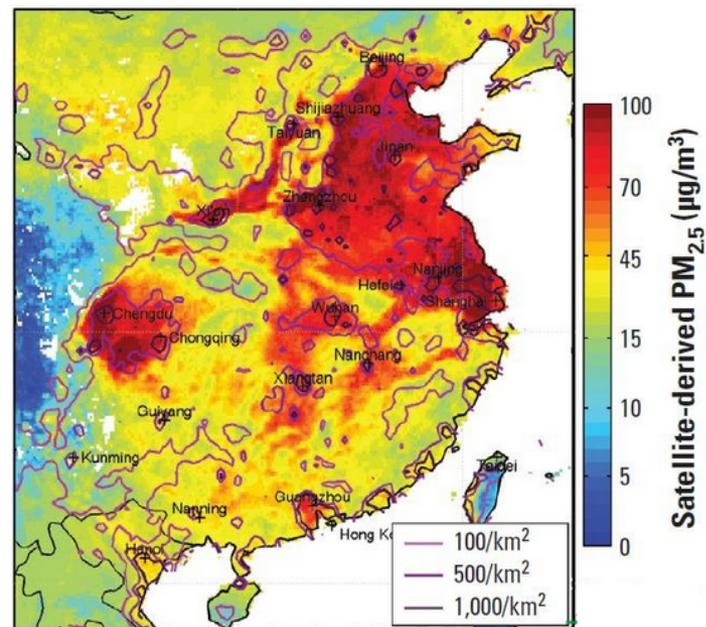
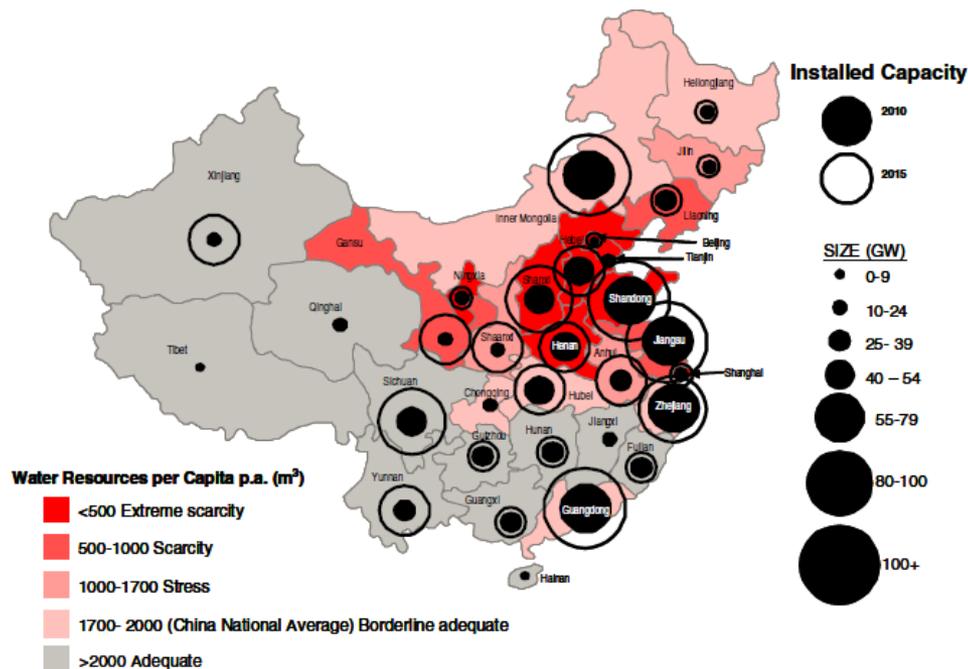
控煤的碳减排量测算

相关问题分析

结论和建议

中国空气污染问题加剧

- 2012年以来，中国多个地区爆发了大面积、长时间的雾霾天气
- 就污染程度、影响范围都是空前的，但不能说是绝后的。
- 究其原因，燃煤和燃油的排放是主要根源。煤炭消费与雾霾、硫化物、氮氧化物重污染区高度重合

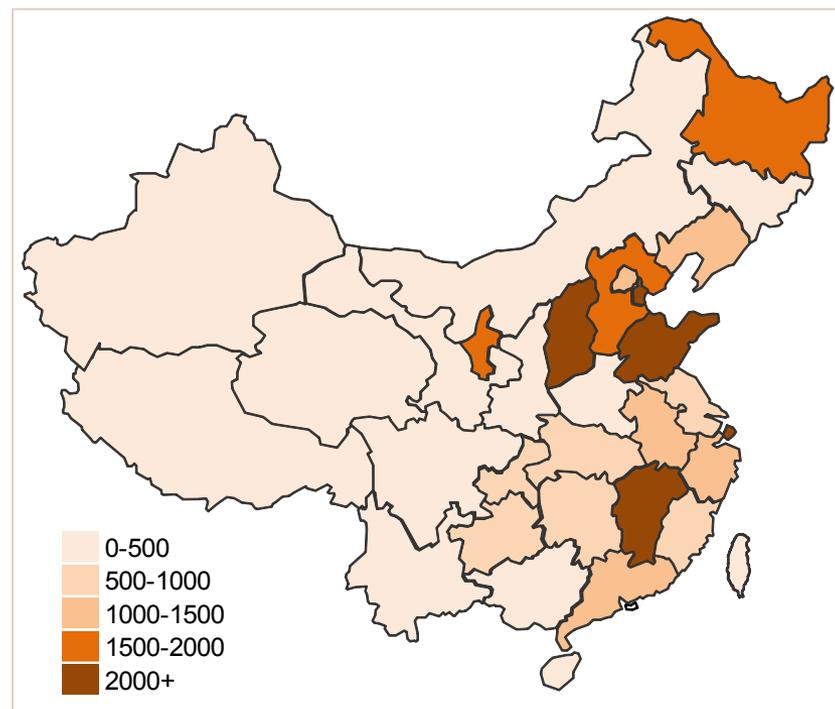


2013年1月强雾霾时期PM_{2.5}分布

“煤炭独大” 导致局地污染物和温室气体排放急剧增加

	除中国之外世界平均水平 (2012)	美国 (2013)	中国 (2013)
单位面积煤炭 使用量 (吨/km ²)	28.0	80	456
PM2.5浓度 (μg/m ³)	<10	<15	>75 (东部)

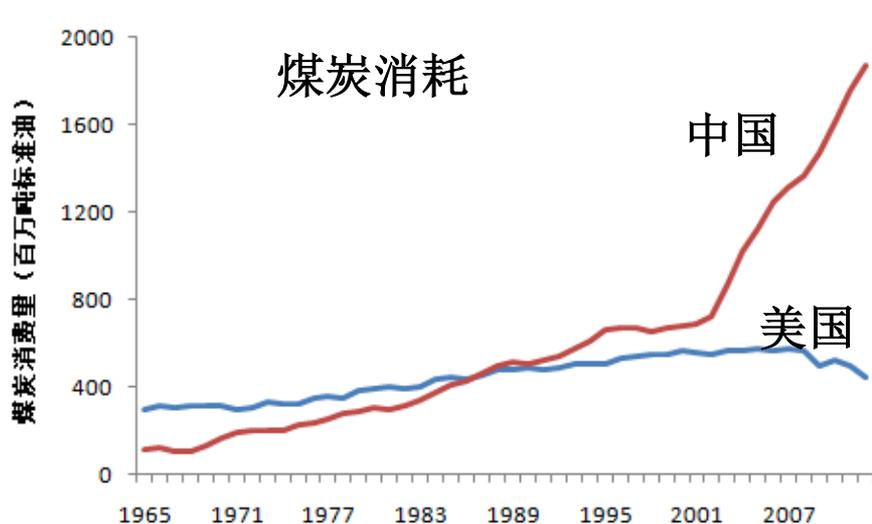
- 其中，华北地区的北京、天津、河北、山西、山东五省市平均单位面积煤炭使用量为**2098吨/km²**
- 东南沿海的上海、江苏、浙江、福建、广东五省市平均单位面积煤炭使用量为**1479吨/km²**



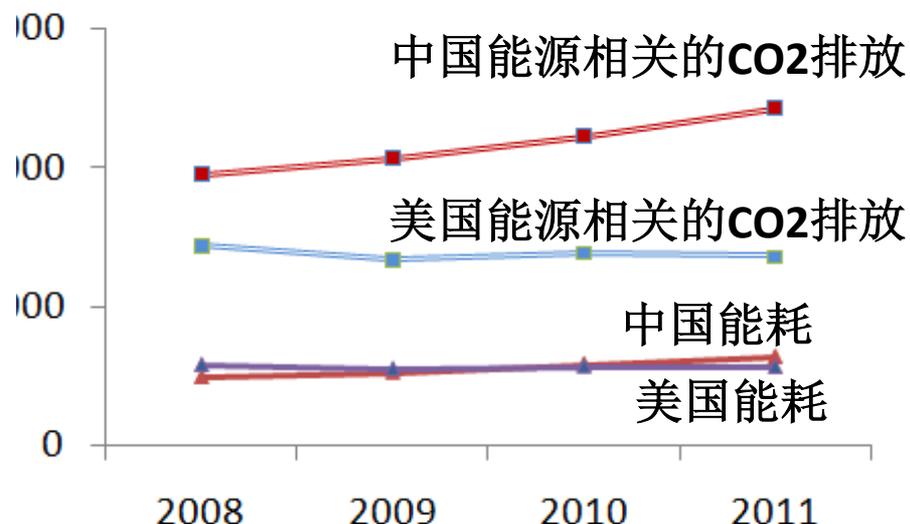
2013年各省市单位陆地面积煤炭使用量

煤炭消费与CO₂排放增长

- 1988年煤炭消耗超过美国，2007年能耗超过美国，2009年CO₂超过美国
- 2011年中国和美国能源消费量接近，但由于我国以煤为主，温室气体排放量比美国高出近80%



数据来源：BP能源统计



数据来源：IEA

煤炭消费控制能带来显著的协同效益

- 温室气体和传统大气污染物很大程度上都来自化石燃料的燃烧，如煤炭燃料燃烧，两者具有一定的同根同源性和减排措施一致性。
- 煤炭消费总量控制政策在大幅限制煤炭消费、减少煤炭相关大气污染物排放的同时，也为显著的碳减排带来可能。
- 通过煤炭消费总量控制，能够为低碳能源发展留出更多的空间，并引导企业进行转型和技术创新。

《大气十条》政策

- 为加强大气污染治理，2013年9月，国务院出台《大气污染防治行动计划（2013-2017）》（《大气十条》）。31个省（区、市）陆续出台地方大气治理行动计划。
- 相较《国民经济和社会发展第十二个五年规划》以及《能源第十二个五年规划》，《大气十条》提出了更加细化、更加严格的大气污染治理措施，且是第一次明确提出要制定国家煤炭消费总量中长期控制目标。
- 中国三大空气污染重点联防联控地区：京津冀-山东城市群提出煤炭消耗总量限制目标，将使燃煤量在2017年从2012的基础上削减8300万吨；长江三角洲和珠江三角洲地区的上海、浙江、江苏、广东省承诺到2017年实现煤炭负增长。辽宁省也提出在同一时间段内煤炭消费总量实现零增长。上述9个省市的煤炭消费量占到中国耗煤总量的30%。



长三角+珠三角： 2017对比2012实现负增长

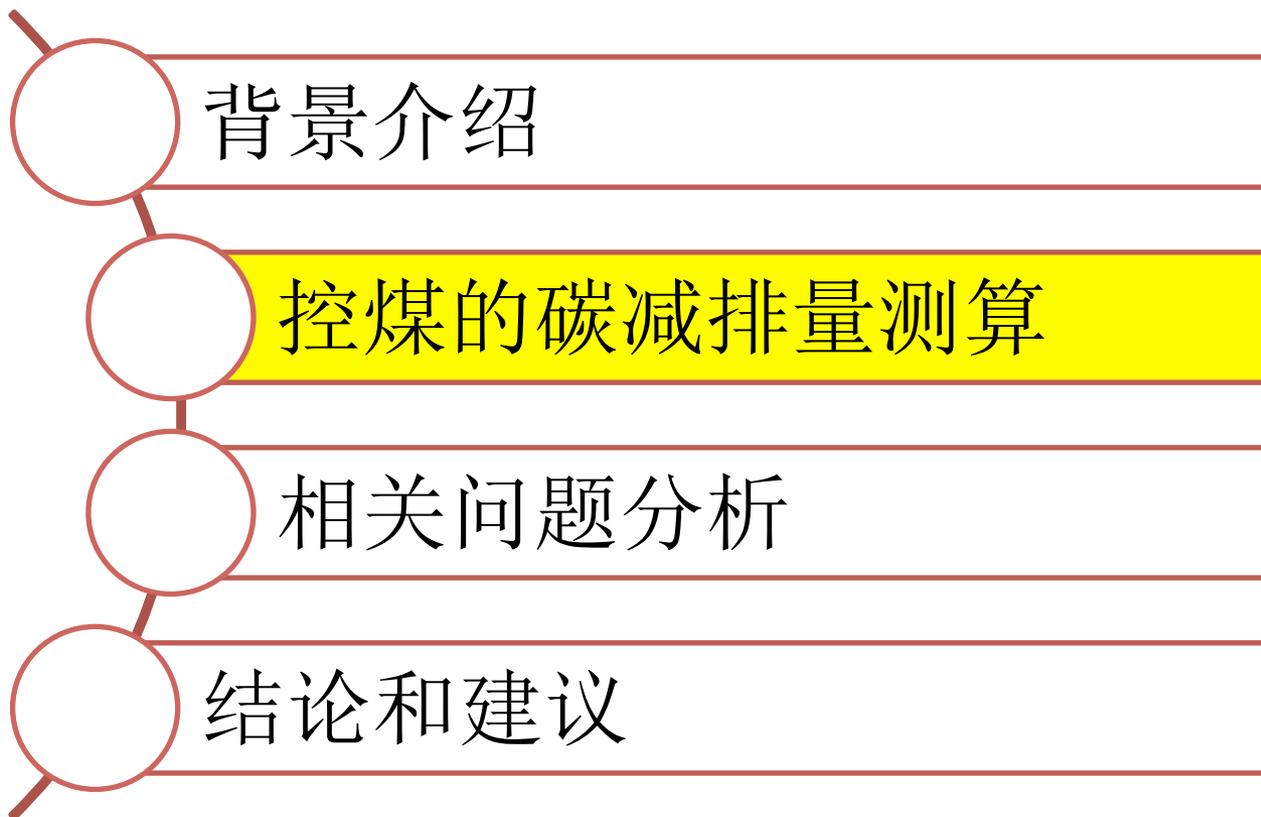
上海：实现负增长 江苏：实现负增长
浙江：实现负增长 广东：实现负增长

其它地区：

辽宁：2017年控制在2亿吨以内

图1 九省煤炭消费总量控制目标

提纲



情景设定

冻结情景

- 2013年至2017年，GDP保持十二五规划年均增速
- 2013年至2017年，能源强度保持2010年水平
- 2013年至2017年，能源结构保持2010年水平

既有政策情景

- 2013年至2017年，GDP增速保持十二五规划年均增速
- 2013年至2017年，能源强度按照十二五能源规划目标变化
- 2013年至2015年，能源结构按十二五目标变化，2016年至2017年，保持十二五时期煤炭消费量增速不变。

国十条情景

- 2017年，煤炭消费量采用各省行动计划中提出的煤炭用量
- 2013-2017年，煤炭消费量等速下降。

大京津冀-北京

2010年能源消费情况

- 能源消费总量：6916万吨标煤
- 煤炭消费量：2635万吨

十二五规划的相关目标

- 十二五期间，GDP年均增速为8%
- 2015年，能源强度较2010年下降17%。
- 2015年，煤炭消费量占能源消费总量的16.8%。

国十条情景

- 2017年，煤炭用量较2012年削减1300万吨

地区生产总值

- 2015年，17570亿元；
- 2017年，20494亿元

能源强度

- 冻结情景：0.58tce/万元
- 既有政策情景：2015年，0.48tce/万元，2017年，0.45tce/万元

大京津冀-北京

《北京市能源发展“十二五”规划》中提出了北京市到2015年能源消费总量及煤炭消费目标。

表2 《北京市能源发展“十二五”规划》中的能源消费目标

	2010年			2015年		
	实物量	标准量 (万吨标准煤)	比重 (%)	实物量	标准量 (万吨标准煤)	比重 (%)
煤炭 (万吨)	2750	2100	30.3	2000	1500	16.8
调入电 (亿千瓦时)	533	1600	23	710	2200	24.4
天然气 (亿立方米)	75	910	13.1	180	2200	24.4
油品 (万吨)	1482	2112	30.4	1680	2550	28.3
新能源和可再生能源		223	3.2		550	6.1
合计		6945	100		9000	100

大京津冀-北京

既有政策情景——“十二五”期间北京市采取的压减燃煤措施：

全面压缩发电、工业及民用燃煤总量

- 全面压缩发电、工业及民用燃煤总量，加快实施中心城区大型燃煤热电厂、63座大型燃煤锅炉的天然气替代工程
- 继续推进非文保区平房、简易楼小煤炉清洁能源改造
- 到2015年，基本实现五环内无煤化。

严格控制新城地区新建燃煤设施

- 乡镇地区按照“上大压小”原则适度发展燃煤集中锅炉房。
- 现有工业燃煤锅炉房逐步实施清洁能源改造

逐步建立煤炭全过程管理和清洁利用体系

- 加强煤炭运输、存储、加工、燃烧、排放等各个环节的清洁管理，所有燃煤设施排放均达到本市地方排放标准。

大京津冀-北京

国十条情景：到2017年，北京燃煤总量比2012年削减1300万吨，控制在1000万吨以内。

全面关停燃煤机组

- 全面关停燃煤机组，主要包括全面关停科利源、高井、石景山、国华及华能燃煤热电厂，建设四大燃气热电中心，共计削减920万吨

集中改造采暖锅炉

- 集中改造采暖锅炉，主要包括城六区完成137座约4900蒸吨锅炉“煤改气”，削减燃煤120万吨；
- 远郊新城和重点镇区20蒸吨以下燃煤采暖锅炉清洁能源改造、新城区域意外的商业服务单位实施清洁能源改造，已接通管道天然暖气的区域重点推进“煤改气”，其它区域推进电、热泵清洁能源改造，削减燃煤100万吨

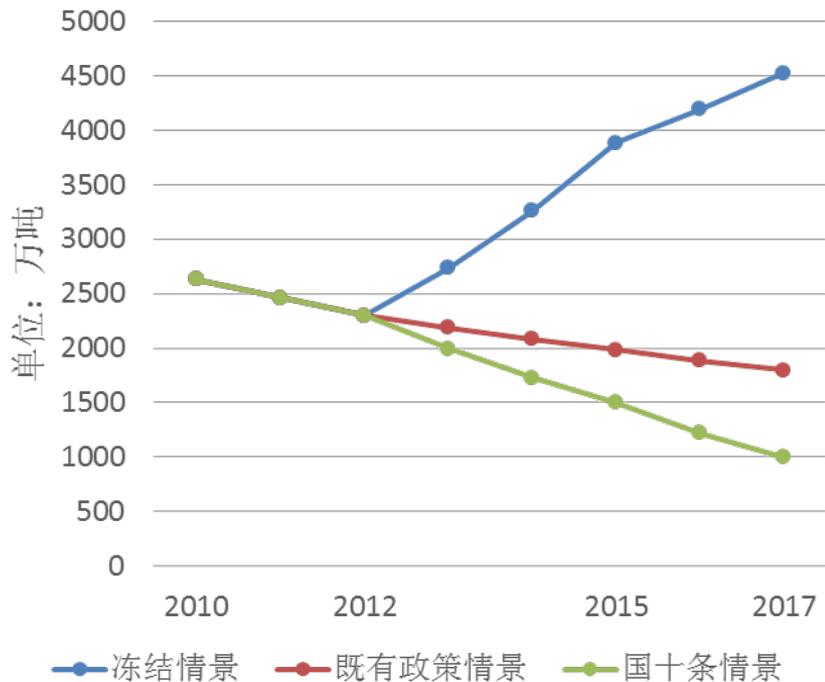
大幅压减工业用煤

- 大幅压减工业用煤，主要包括19个市级以上工业园区约2100蒸吨锅炉“煤改气”，削减燃煤50万吨；
- 基本完成全市规模以上工业企业锅炉“煤改气”，推进市级一下工业开发区、园区和产业接地燃煤设施清洁能源改造，削减燃煤55万吨；
- 高耗能、高排放行业压缩产能、淘汰退出，削减燃煤95万吨

多措并举治理散煤

- 东城和西城区实现无煤化；
- 削减朝阳、海淀、丰台和石景山区民用散煤；
- 农村用煤液化石油气替代、电力、燃气和可再生能源清洁改造。

大京津冀-北京



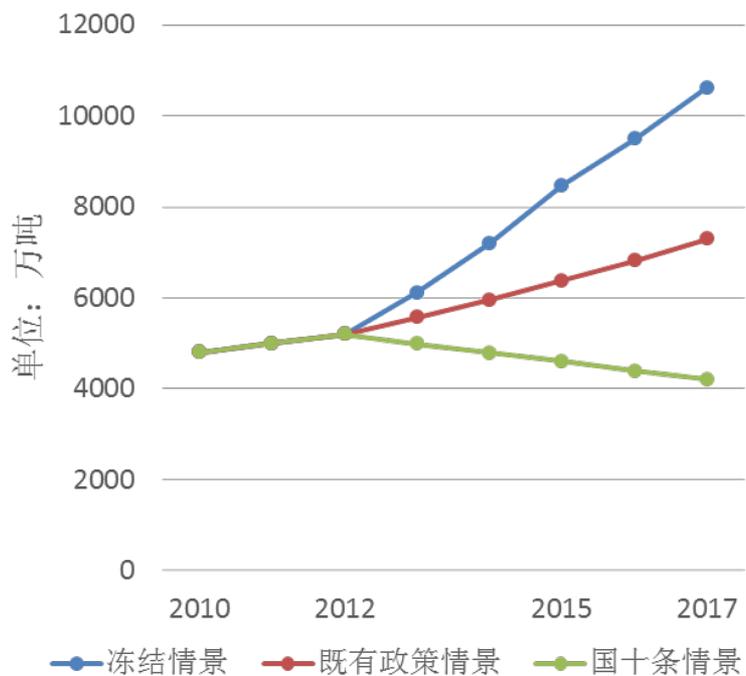
三个情景下北京市煤炭消费量预测

与既有政策相比，施行国十条政策将进一步带来煤炭削减量**799**万吨，带来CO2减排量**834**万吨。。

北京市煤炭削减措施及CO2减排量

措施		煤炭削减量 (万吨)	CO2减排量 (万吨)
火电关停改造	火电燃气替代	349	359
	火电可再生能源替代	0	0
改造供热锅炉	供热锅炉燃气替代	100	75
	供热锅炉可再生能源替代	0	0
压减工业用煤	工业燃煤锅炉燃气替代	55	48
	工业燃煤锅炉可再生能源替代	0	0
治理散煤	原煤散烧燃气替代	100	97
	原煤散烧清洁能源替代	50	79
	原煤散烧电力替代	50	4
淘汰落后产能		95	172
合计		799	834

大京津冀-天津



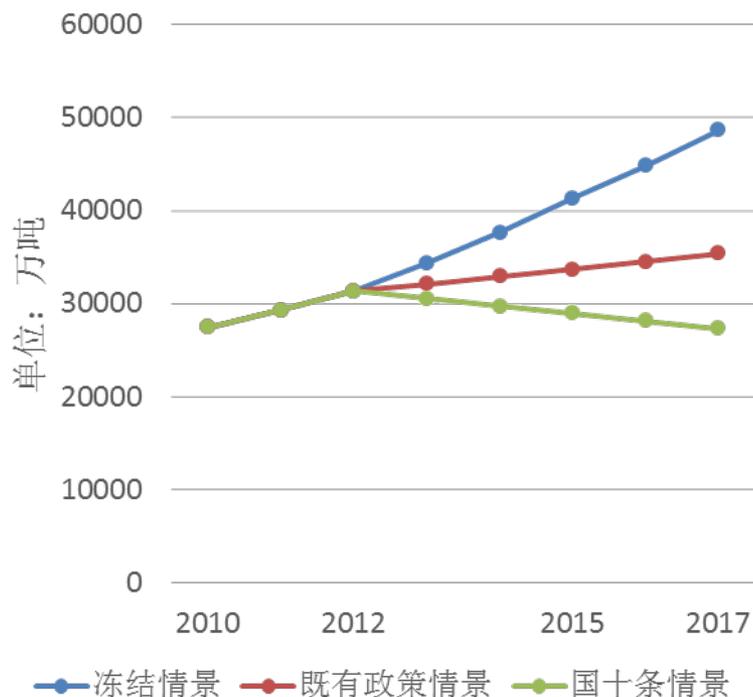
三情景下天津市煤炭消费量预测

天津市煤炭削减措施及CO2减排量

措施		煤炭削减量 (万吨)	CO2减排量 (万吨)
火电关停改造	火电燃气替代	775	797
	火电可再生能源替代	0	0
改造供热锅炉	供热锅炉燃气替代	465	351
	供热锅炉可再生能源替代	0	0
压减工业用煤	工业燃煤锅炉燃气替代	465	405
	工业燃煤锅炉可再生能源替代	0	0
治理散煤	原煤散烧燃气替代	310	302
	原煤散烧清洁能源替代	186	294
	原煤散烧电力替代	0	0
淘汰落后产能		898	1734
合计		3098	3882

与既有政策相比，施行国十条政策将进一步带来煤炭削减量**3098**万吨，带来CO2减排量**3882**万吨。

大京津冀-河北



三个情景下河北省煤炭消费量预测

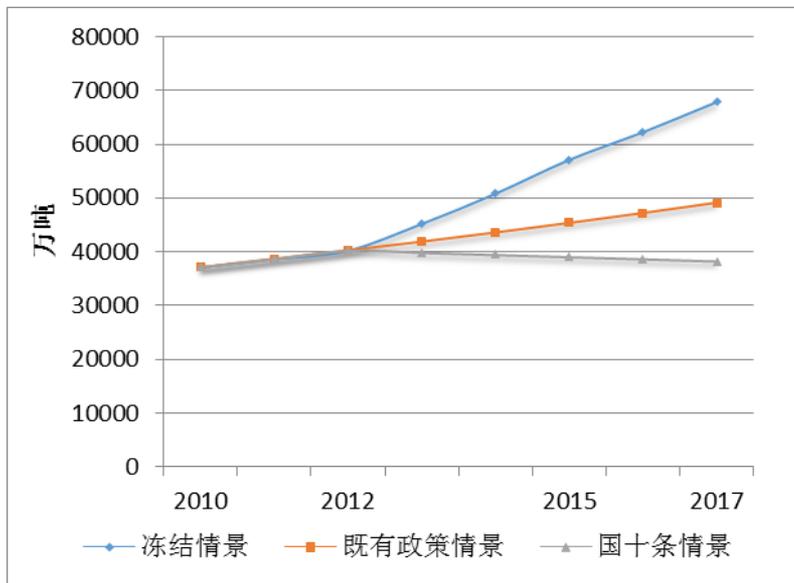
与既有政策相比，施行国十条政策将进一步带来煤炭削减量**8016**万吨，带来CO2减排量**13604**万吨。

河北省煤炭削减措施及CO2减排量

措施		煤炭削减量 (万吨)	CO2减排量 (万吨)
火电关停改造	火电燃气替代	0	0
	火电可再生能源替代	0	0
改造供热锅炉	供热锅炉燃气替代	1603	1201
	供热锅炉可再生能源替代	0	0
压减工业用煤	工业燃煤锅炉燃气替代	0	0
	工业燃煤锅炉可再生能源替代	0	0
治理散煤	原煤散烧燃气替代	401	391
	原煤散烧清洁能源替代	401	633
	原煤散烧电力替代	0	0
淘汰落后产能		5611	11279
合计		8016	13604

大京津冀-山东

山东省煤炭削减措施及CO2减排量



三个情景下山东省煤炭消费量预测

与既有政策相比，施行国十条政策将进一步带来煤炭削减量**10866**万吨，带来CO2减排量**17111**万吨。

措施		煤炭削减量 (万吨)	CO2减排量 (万吨)
火电关停改造	火电燃气替代	1630	1677
	火电可再生能源替代	435	868
改造供热锅炉	供热锅炉燃气替代	1087	820
	供热锅炉可再生能源替代	435	785
压减工业用煤	工业燃煤锅炉燃气替代	1087	947
	工业燃煤锅炉可再生能源替代	435	785
治理散煤	原煤散烧燃气替代	0	0
	原煤散烧清洁能源替代	0	0
	原煤散烧电力替代	0	0
淘汰落后产能		5759	11230
合计		10866	17111

总体分析结果-煤炭消费量

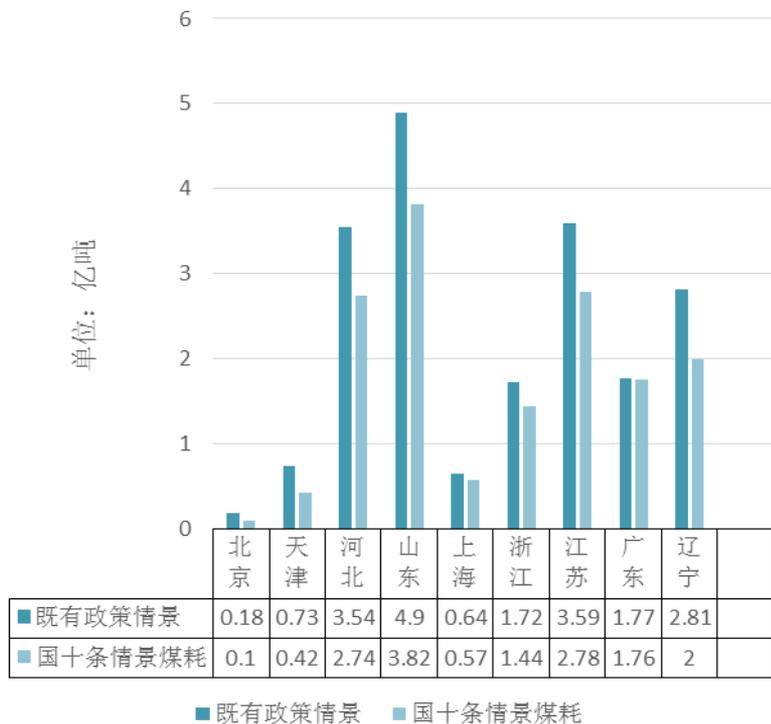


图1 2017年各省煤炭消费情况

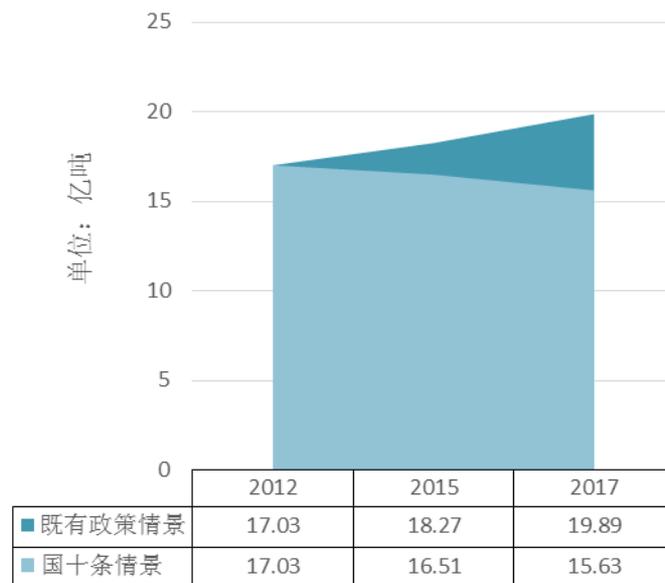
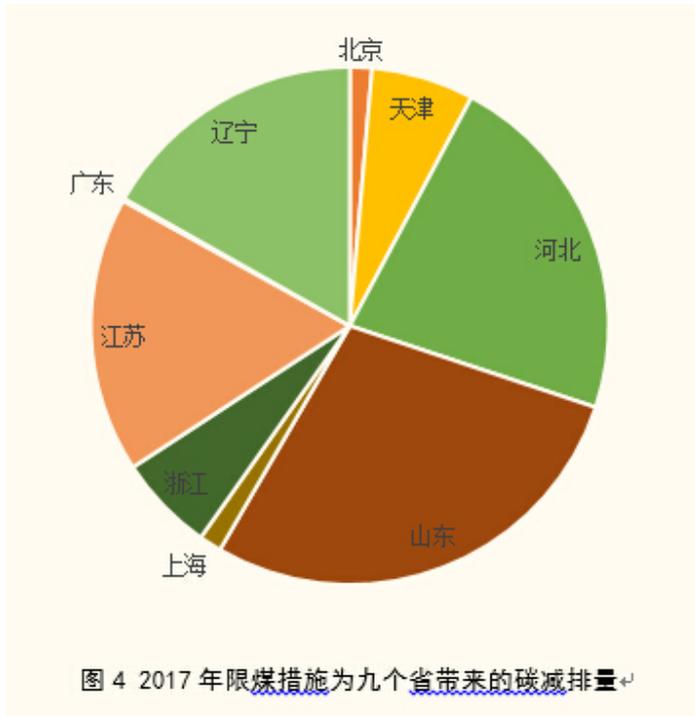


图2 2012-2017年煤炭消费总量趋势

与既有政策情景相比，国十条政策带来进一步削减量**4.26**亿吨

总体分析结果-碳减排量

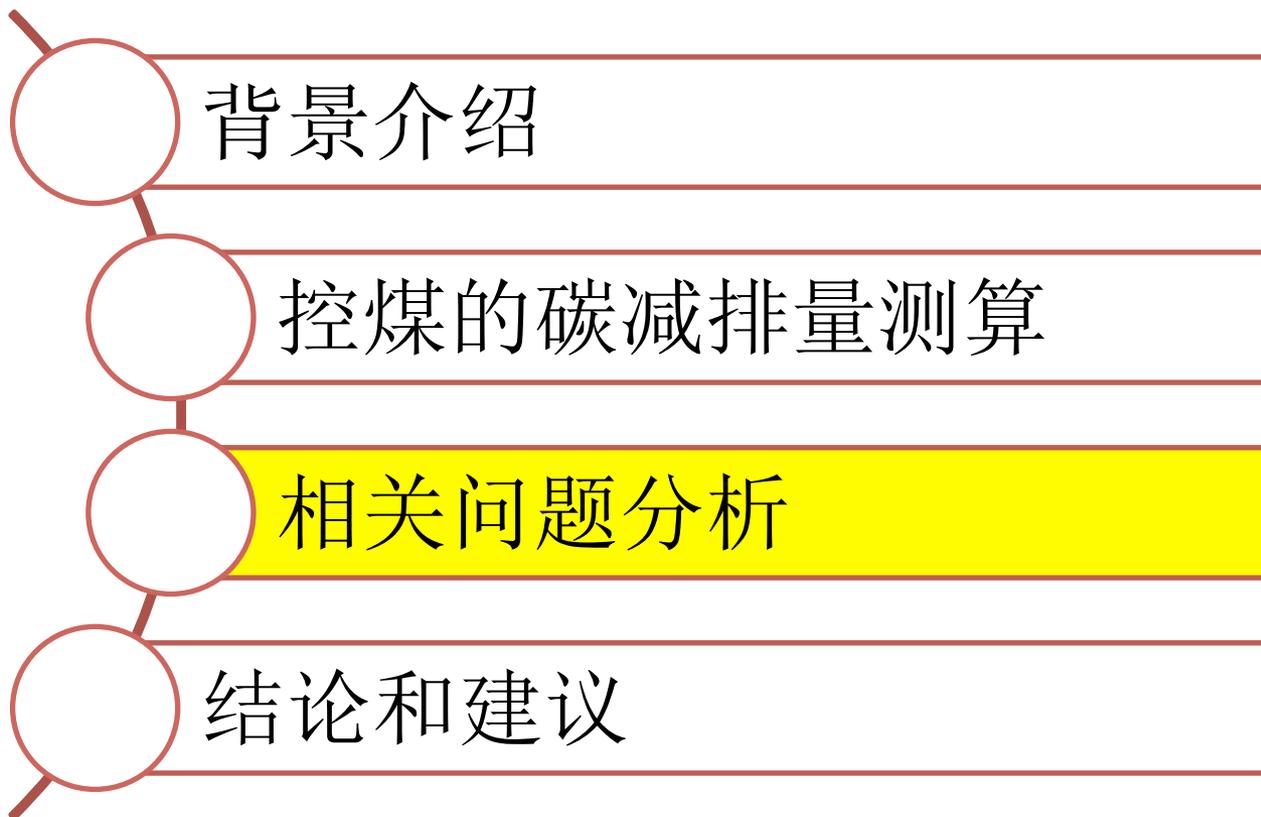


执行国十条政策，
将为9个省市带来共**6.05**
亿吨CO2减排量。

地区	北京	天津	河北	山东	上海	浙江	江苏	广东	辽宁	合计
减碳量 (万吨)	834	3882	13504	17111	845	3647	10423	88	10175	60509

图3 国十条政策为各省带来的CO2减排量

提纲



不同控煤措施的减排效果比较

表7 煤炭压减措施及其减排系数

控煤措施	减排系数 ⁽¹⁾ (吨CO ₂ /吨标煤)
节能与可再生能源替代原煤散烧	2.99
节能与可再生能源替代煤电	2.8
节能与可再生能源替代供热燃煤锅炉	2.53
节能与可再生能源替代工业燃煤锅炉	2.53
落后产能关停	2.49-2.53 ⁽²⁾
天然气替代原煤散烧	1.84
天然气替代煤电	1.44
天然气替代工业燃煤锅炉	1.22
天然气替代供热燃煤锅炉	1.05
电力替代原煤散烧	0.61
煤制气替代原煤散烧	0.58
外购电替代煤电	0.42
煤电转移至非限煤地区	0
落后产能转移至非限煤地区	0
煤制气替代煤电	-0.26
煤制气替代供热燃煤锅炉	-0.97
煤制气替代工业燃煤锅炉	-1.06

总体比较而言：

- ✓ 治理散煤无论从减少碳排放还是改善环境质量都具有较好的效果
- ✓ 压减工业用煤、改造供热锅炉的污染物减排和碳减排协同效果也较为显著
- ✓ 煤电关停改造、淘汰落后产能的减碳效果则取决于是否存在产能外移的情况

具体措施效果看：

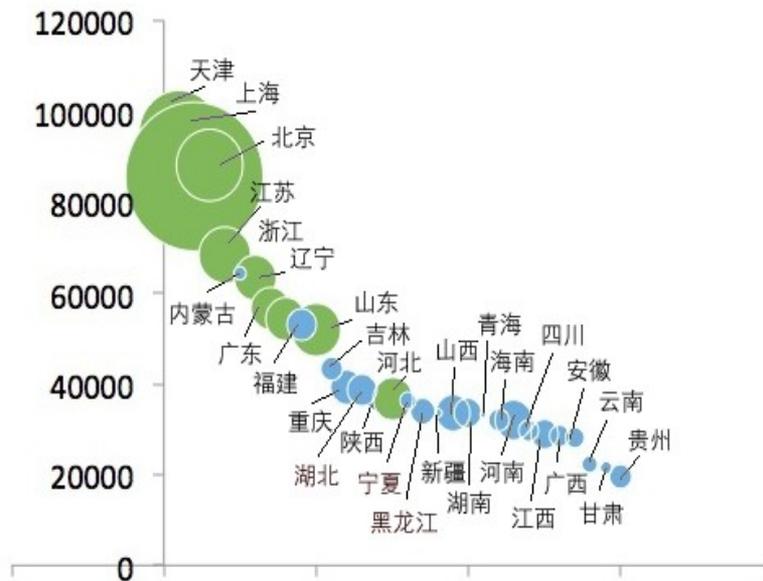
- ✓ 减排效应最显著的是淘汰落后产能和可再生能源替代（不考虑碳泄漏），燃气替代居中
- ✓ 通过外购电减少本地燃煤碳减排效益不明显
- ✓ 用煤制气替代燃煤，除替代原煤散烧以外，不仅不会减少碳排放，反而会增加碳排放，对于碳减排是负效益

注：（1）减排系数是指采用该措施每削减一吨标准煤带来的CO₂减排量。

（2）落后产能关停的减排系数取决于关停的产能类型，所以减排系数也会有所不同

可能的碳泄漏

- 人均GDP越高的地区，单位面积煤炭消费量具倾向于越大，两者具有有一定相关性，体现了目前我国各地经济发展对煤炭还存在很大程度的依赖。
- 9个控煤地区多为经济发展较快的煤炭大省，从这些省份入手开始控制煤炭，具有更高的紧迫性和更大的可行性。
- 但是，还有一些煤炭大省和环境质量已经较差的地区目前在限制煤炭的范围之外，它们主要聚集在中西部地区，人均GDP也相对较低。基于经济发展需求，这些地区很可能会吸纳控煤地区的能源需求量和转移的产业，这会产生所谓的“碳泄漏”，形成新的重污染区。
- 为避免产业从限煤地区向非限煤地区转移，造成这些地区的进一步污染，对非重点地区也需尽快出台煤炭总量控制的具体目标，。



2012年31个省和直辖市人均GDP（纵轴）及单位面积煤炭消费总量（半径）

可能的碳泄漏

在上述压减煤炭的各种备选措施中，淘汰落后产能和采用外购电替代煤炭最可能产生碳泄漏的问题。

- **淘汰落后产能：**可能分为两种情况，即落后产能直接关停和落后产能迁至非限煤地区，后者在到一定程度上相当于是将这些产能迁至非限煤地区，尽管在能源利用效率上可能提高，但会产生明显的碳泄漏。
- **外购电替代煤炭：**是减少局地CO₂排放量的有效措施，但如果因此而导致外供电地区燃煤发电比例的上升，所产生的碳泄漏同样不容忽视。当然，如果能充分利用外供电地区的资源优势，借势推动非化石能源发电的发展，则能在很大程度上减少碳泄漏带来的负效应，并对优化我国总体能源结构产生积极影响。

提纲



结论和建议

■ 煤炭消费总量控制政策的意义重大

- 大气污染防治行动计划的煤炭消费总量控制政策，是我国首次明确提出要制定煤炭消费总量的中长期控制目标。
- 如果其它22个省市都实现2017年煤炭消费量回到2012水平，全国煤炭消费量能削减10亿吨，可实现CO₂减排14亿吨。
- 推动煤炭消费总量控制，能带来显著的协同效益，是我国控制温室气体排放、减少大气污染物排放的关键所在。能倒逼实现经济增长模式的转型和能源结构的优化，是我国能源生产和消费革命的核心内容之一。

结论和建议

- 在全国范围施行煤炭总量控制政策，针对各地区不同情况制定控煤方案
 - 应尽快出台全国性的煤炭消费控制约束性目标和落实方案。
 - 目前，九个已经提出明确煤炭总量控制目标的省份无法全面代表全国所有地区的情况，需尽快在更大的范围内出台煤炭总量控制的具体目标
 - 探索适合各地区特点的煤炭消费总量控制措施和手段，有效避免污染从限煤地区往非限煤地区发展。

结论和建议

■ 应优先采纳协同效益较大的煤炭总量控制措施

- 总的来看，煤炭削减有一定的CO₂减排协同效应，但不同的措施碳减排效益不同，且其实施成本和经济影响也不同。
- 已经开展煤炭总量控制的地方，在落实煤炭总量控制时，应考虑地方特点及其可能带来的综合效果，尽量选取碳减排效应更好的措施，同时也兼顾措施的灵活性和多样性，达到控煤的多赢效果。
- 未开展煤炭总量控制的地方，在设计其控制目标方案时也要充分结合地区特点，选用减排效果显著、成本效益好的措施。
- 要谨慎使用煤制气的替代政策。

结论和建议

■ 应尽量避免减少碳泄漏

- 在淘汰落后产能及削减燃煤相关产能时，要加强区域间协调，避免只是产业的简单转移。
- 外购电替代煤炭政策是减少局地CO₂排放量的有效措施，但如果因此而导致外供电地区燃煤发电比例的上升，所产生的碳泄漏同样不容忽视。
- 如果能充分利用外供电地区的资源优势，借势推动非化石能源发电的发展，则能在很大程度上减少碳泄漏带来的负效应，并对优化我国总体能源结构产生积极影响。

结论和建议

- 结合地区发展态势和环保要求，加强规划的协调互动和动态调整
 - 当前地区间经济、生产、交通和资源配置等方面的互动逐步加强，未来随着各地区经济结构转型和环保低碳发展要求的不断提升，各省市在控制大气污染和碳排放工作思路要不断创新，要强化政策措施的经济有效性、可操作性和实施效果。
 - 在新的发展形势下，各省市应结合本地已有规划，更多地从综合治理的角度出发，对规划目标和措施进行及时动态调整。

非常感谢！
请多批评指正



刘 强

liuqiang@ncsc.org.cn

+86-10-68781157

国家应对气候变化战略研究和国际合作中心
National Center for Climate Change Strategy and International Cooperation (NCSC)