

"大气国十条"中煤炭总量控制政策的 协同碳减排效应分析



CAAC政策报告

CAAC Policy Report

“CAAC政策报告”专注于对中国大气污染防治政策及管理机制进行解读、分析，提出建议，以支持清洁空气工作的开展。“CAAC政策报告”由中国清洁空气联盟秘书处联合联盟成员与专家共同编制。

作者

国家应对气候变化战略研究与国际合作中心
刘强 田川 李卓

中国清洁空气联盟秘书处
解洪兴

能源基金会
赵立建 蔺苑

鸣谢

环保部环境规划院
杨金田 雷宇 宁淼

国家发改委能源研究所
姜克隽

清华大学地球系统科学研究中心
张强



能源基金会（EF）是本次报告的支持机构。

免责声明：本报告仅代表作者个人观点，不代表作者所在机构、支持机构、以及中国清洁空气联盟成员的观点。中国清洁空气联盟不保证本书中所含数据的精确性，而且对使用这些数据所产生的任何后果不承担责任。在注明来源的前提下中国清洁空气联盟鼓励出于个人和出于非商业目的对本报告所含信息进行印刷或复制。本研究报告由中国清洁空气联盟秘书处（柯灵爱尔（北京）环境技术中心）所有，未经联盟秘书处书面同意，使用者不得出于商业目的销售、传播或制作相关衍生作品。

目 录

一、主要结论及建议	1
二、介绍	3
三、情景与方法学的设定	5
四、计算与分析	7
五、参考文献	12
六、附件：泛京津冀地区计算与分析	13



一、主要结论及建议

面对巨大的空气污染挑战，国务院于2013年9月出台了“史上最严格”的空气污染防治计划——《大气污染防治行动计划（2013-2017）》，也称“大气国十条”。“大气国十条”不但提出了严格的空气质量改善目标，还明确提出将控制煤炭消费总量作为实现空气质量改善的重要措施。本报告研究表明，实施煤炭消费控制，不但可以推动空气质量的改善，还可以非常有效的减少温室气体的排放。由于煤炭替代方案不同，带来的协同减少二氧化碳排放量的效果也会有差别，所以各地在设计替代方案时，可综合考虑碳减排效果，增大协同效益。

1 因防治空气污染而推行的煤炭消费总量控制政策可带来巨大的碳减排协同效益

大气污染防治行动计划的煤炭消费总量控制政策首次明确提出要制定煤炭消费总量的中长期控制目标，并对北京、天津、河北、山东、上海、浙江、江苏、广东等8个重点省市提出了煤炭负增长的要求。此外，辽宁省自主制定了煤炭消费零增长的目标。根据本研究测算，这些措施与既有政策情景相比，在2017年能实现削减4.26亿吨燃煤，并带来6.05亿吨CO₂减排效益。

2 不同的煤炭替代方案的碳减排效益会有较大差异

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，其成本和经济影响也不同。如利用“可再生能源或能效措施替代燃煤”会产生较大的碳减排效益，而“运用煤制气替代燃煤”不但不会减少，相反还会增加碳排放量。建议已经开展煤炭总量控制的地方，尽量选取碳减排效应更好的措施以实现双重效益。

3 目前的实施煤炭消费总量控制的地区极具代表性，未来可以将控煤范围进一步扩大

当前的煤炭消费总量控制政策已经涵盖了中国单位面积煤炭消费量最大的9个省市。随着政策的推进，山西、河南、湖北、重庆等燃煤消耗较大的省市可以做为控煤政策进一步落实的重点地区。本研究建议在十三五时期在全国范围内进行煤炭消费总量控制，并探索适合各地区特点的煤炭消费总量控制措施和手段。可根据单位面积煤炭消费量、人均煤炭消费量、单位GDP煤炭消费量、空气污染状况等指标，选择需要重点开展煤炭总量控制的省份，以及这些省份煤炭总量控制的力度。

4 存在一定碳泄露和污染转移风险，可以通过有效的措施防控这些风险

限制燃煤后，煤炭缺口的能源需求可能会提高外购电的比例，或输入煤制天然气，造成碳排放的泄漏。“大气国十条”其中核心内容之一，是要求各省市通过调整产业结构，总体降低能源需求，提高清洁能源比例，优化能源结构。若可实现，则可大幅降低外购电和输入煤制天然气的需求，降低碳泄漏的风险。其次，必要的区域输电应尽可能鼓励加大可再生能源等清洁能源的比例，这样不仅能在很大程度上减少碳泄漏带来的负效应，还会对优化我国总体能源结构产生积极影响。此外，削减燃煤可能会导致一些本地的燃煤需求高的产业外迁，从而带来污染转移的风险。“大气国十条”提出在全国范围内提高节能环保准入门槛，加大污染物排放综合治理力度。如果可以很好落实，针对外迁企业，推行“最佳可行控制技术”机制，提高新建企业的环境要求，可以有效的抑制污染转移。

5 随着控煤措施的深入落实，未来将会带来更大的协同减碳效益

未列入本研究的22个未制定煤炭总量控制的省市，也已出台了落实“大气国十条”的行动计划，并在今年与环保部签署的大气污染防治目标责任书中也都纳入了多项节煤减排、煤炭清洁利用、转变能源结构等措施，对这些区域控制煤炭消费增长和碳排放控制也具有很积极的意义。这些措施对当前国内综合治理大气污染，转变能源结构和经济增长模式都具有示范和借鉴作用，并且对国家应对空气污染和气候变化有着前所未有的积极意义。



大京津冀：
2017比2012削减8300万吨

北京：-1300万吨
天津：-1000万吨
河北：-4000万吨
山东：-2000万吨

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

二、介绍

目前，中国空气质量问题的严峻程度不容小觑，各地雾霾天气频发。为加强大气污染治理，2013年9月，国务院出台“大气国十条”，提出到2017年全国可吸入颗粒物（ PM_{10} ）的浓度应比2012年下降10%以上的目标。其中，京津冀、长三角、珠三角的细颗粒物（ $PM_{2.5}$ ）下降目标分别为25%、20%、10%以上。相较于《国民经济和社会发展十二五规划》以及《能源十二五规划》，“大气国十条”提出了更加细化更加严格的大气污染治理措施，并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。

为贯彻落实“大气国十条”，31个省（区、市）陆续出台地方大气治理行动计划，并与环境保护部签署了《大气污染防治目标责任书》。中国三大空气污染重点联防联控地区，中国京津冀-山东城市群提出煤炭消费总量限制目标，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。另外辽宁省也提出在同一时间段煤炭消费总量实现零增长。以上九个省市的煤炭消费量占到中国耗煤总量的30%。

这样的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。温室气体和传统大气污染物很大程度上来自化石燃料的燃烧，如煤炭燃烧，两者具有一定的同根同源性和减排措施一致性。因此，在有限的经济资源、应对气候变化和空气污染控制多重压力下，实施协同控制措施显得尤其必要。

图1 九省市2017煤炭消费控制目标

落实煤炭消费总量控制有不同的实施路径和措施。从协同减排的效益角度，削减每单位数量的煤炭，哪些措施能带来较高的碳减排效益？哪些措施次之？哪些措施反而可能增加整体的碳排放？对不同的煤炭总量控制措施所带来的碳减排效益进行量化评估和排序，可以为决策者提供参考依据。在实施“大气国十条”中煤炭总量控制政策的过程中，综合考虑控煤政策的减排效果，做到既有助于大气污染防治，又有利于控制碳排放，从总体上提升政策的环境效益。

经测算，到2017年，与既有政策情景相比，九个已实行碳消费总量限制目标的省市将帮助中国每年削减4.26亿吨燃煤，相当于减少6.05亿吨CO₂排放。在各种减排措施中，淘汰落后产能和节能可再生能源替代的效果最为明显；燃气替代需考虑从西部天然气密集地区输送燃料到华北地区的可获得性及运输成本等问题；外购电能有效减少本地燃煤，但其碳减排效益取决于所调电力的发电模式（如：煤电、可再生能源）；谨慎使用煤制天然气，因为它不但不会减少碳排放，反而会增加排放。





三、情景与方法学的设定

本研究采用情景假设法，建立“十二五”规划情景和大气国十条情景。“十二五”规划情景计算数据来自《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》和各地区“十二五”能源发展规划等官方数据。大气国十条计算情景计算数据来自“大气国十条”和地区与环境保护部签署的《大气污染防治目标责任书》。



情景I：“十二五”规划情景

- “十二五”期间，GDP年均增长率按照“十二五”规划中设定的目标逐年匀速增长。2016至2017年，GDP年均增长率保持“十二五”水平不变。
- “十二五”期间，能源强度按照“十二五”能源发展规划中设定的目标每年等速下降。2016至2017年，能源强度下降率保持“十二五”水平不变。
- “十二五”期间，能源结构按照各地“十二五”能源发展规划中设定的目标每年等量变化（未发布“十二五”能源发展规划的地区，参考有关其它规划及方案中的规定值）。2016至2017年，煤炭增速保持2012至2015年的年均增速水平。

情景II：大气国十条情景

- 按照地方行动计划中提出的煤炭削减量，假设2012-2017年煤炭消费量每年等速下降。
- 长三角及珠三角的四个省（直辖市）只提出“煤炭负增长”的非量化目标，为了保守，按照“煤炭零增长”目标的情景计算。2017年煤炭消费量回到2012年水平。

碳排放计算：

为计算大气国十条情景相较于“十二五”规划情景煤炭削减量差值所带来的CO₂减排效益，根据地方行动计划判断煤炭削减量差值对应的减排措施，计算得出CO₂减排量。针对一些地方行动计划并未对削减煤炭有关的措施明确具体的削减量，综合该省份煤炭消费结构和资源禀赋，假设其煤炭削减措施进行计算。



四、计算与分析

1 煤炭削减

结果显示，若仅执行各省“十二五”规划，到2017年，九个省市煤炭消费总量将比2012年增长22.2%，达19.89亿吨。执行“大气国十条”后的限煤效果明显，2013至2017年间，九省市煤炭消费总量呈下降趋势，到2017年，在既有政策情景的基础上能实现4.26亿吨煤炭消费总量削减，总量下降到15.63亿吨，比2012年煤炭消费总量下降4%。

“大气国十条”中一些其它措施也具有碳协同减排效应，如机动车排放控制措施、工业排放控制措施等。这些措施的碳减排效应暂不在本研究范畴内。另外，未列入本研究的其它22个未制定煤炭总量控制的省市，也出台了落实“大气国十条”的行动计划，并在签署的目标责任书中也都纳入了多项节煤减排、煤炭清洁利用、转变能源结构等措施，对这些区域控制煤炭消费增长和减缓碳排放也具有很积极的意义。

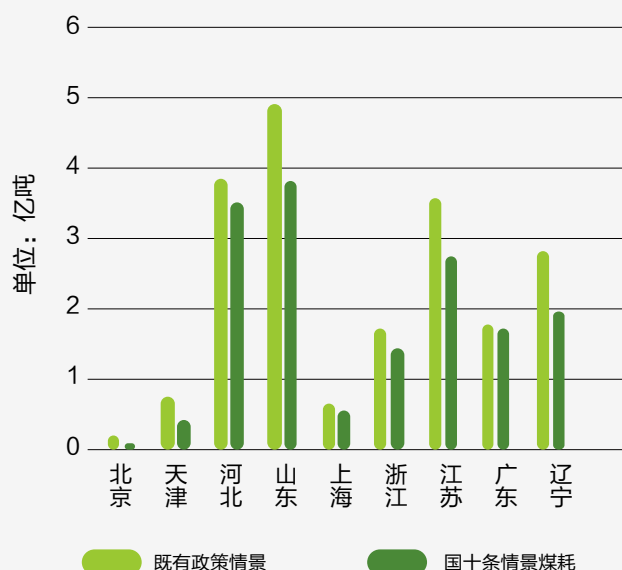


图2 两个情景下2017年各省煤炭消费情况

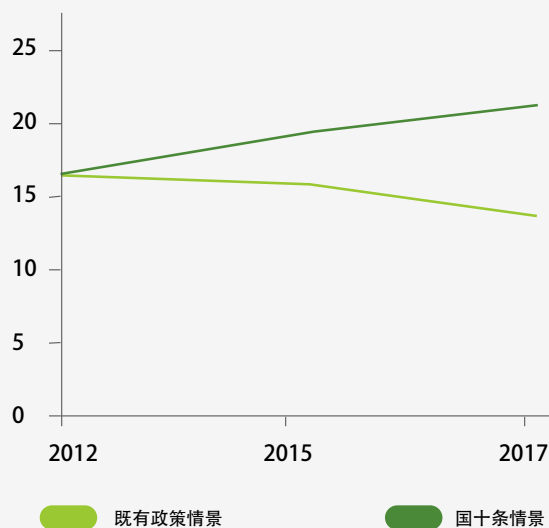


图3 最早两个情景下2012-2017年煤炭消费总量趋势图

2 碳减排

根据各地地区行动计划将采用的压减煤炭消费措施，到2017年，九个省市4.26亿吨煤炭消费削减量将带来约6.05亿吨碳排放减少（各地区限煤措施及计算过程详见附件）。

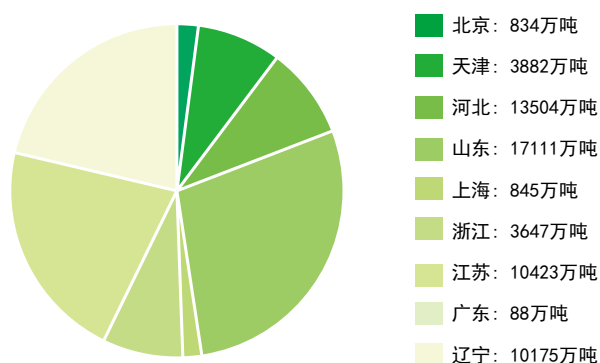


图4 2017年限煤措施为九个省带来的碳减排量

压减煤炭消费政策包括火电关停或改燃、燃煤锅炉改造、治理散煤、淘汰落后产能等。尽管限煤和减碳二者具有同源性，但不同的限煤措施带来的减碳效应也不同。下表罗列了各地行动计划中采用到的限煤措施，以及采用每种措施每减少1吨煤所带来的碳减排量。效应最强的是淘汰落后产能和可再生能源替代，燃气替代居中，通过外购电减少本地燃煤，基本上没有碳减排效益，而用煤制气替代燃煤。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，对于碳减排是负的效益。

表1 各项削减煤炭措施的CO₂减排效果

控煤措施	减排系数 (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
天然气替代原煤散烧	2.25
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	1.14
电力替代原煤散烧	0.83
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

3 碳排放的“泄露”

碳泄漏是指，如果一个地区采取有二氧化碳减排效应的措施，该地区一些高耗能高排放产业可能转移到其他未采取二氧化碳减排措施的地区。由于不同地区排放等量二氧化碳对全球气候变化的影响是相同的，二氧化碳对气候变化影响并不存在排放地域的差异。因此此消彼长的方式并不能在国家层面实现二氧化碳减排。

图5和图6反应了2013年中国各省经济发展及煤炭消费水平。图中显示，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，体现了目前中国各地经济发展对煤炭还存在很大程度的依赖。九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。然而，还有一些单位面积煤炭消耗大省，如福建，重庆，湖北，山西，河南等，也需尽快出台煤炭总量控制的具体目标，以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。

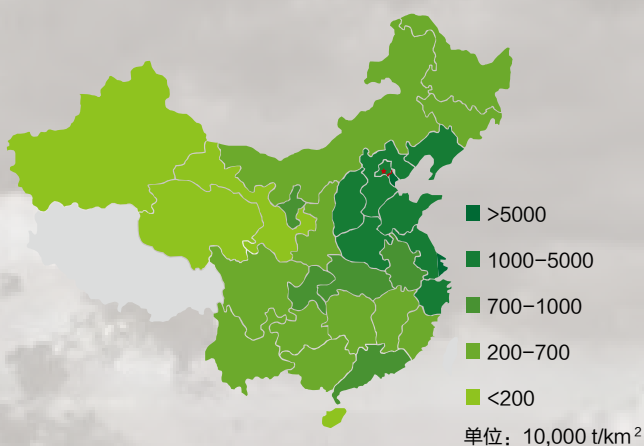


图5 2013 各省单位面积煤炭消费量

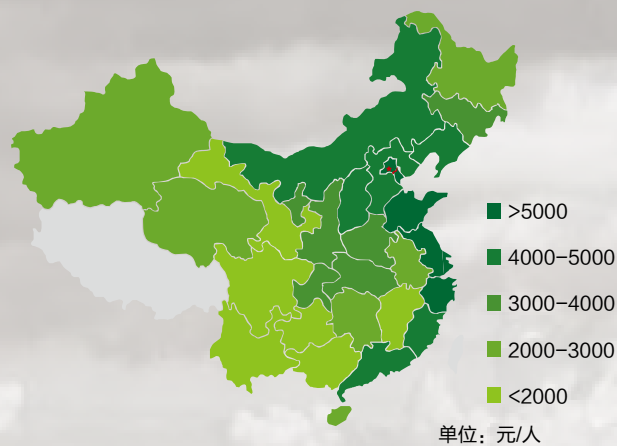


图6 2013 各省人均 GDP

从可获取的 $PM_{2.5}$ 各省暴露水平的最近期数据（图7）来看，如果从环境现状考虑，9个限煤地区确实多处于最重污染地区，但不乏还有一些环境质量已经较差的地区目前在限制煤炭的范围之外，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，导致这些地区碳排放量和其它污染物的增长，即产生所谓的“碳泄漏”，形成新的重污染区。这不仅会给当地的大气污染防治、能源结构优化以及经济结构转型带来挑战，还会造成其它污染物的转移，削弱控煤措施在国家范围内的总体效应。

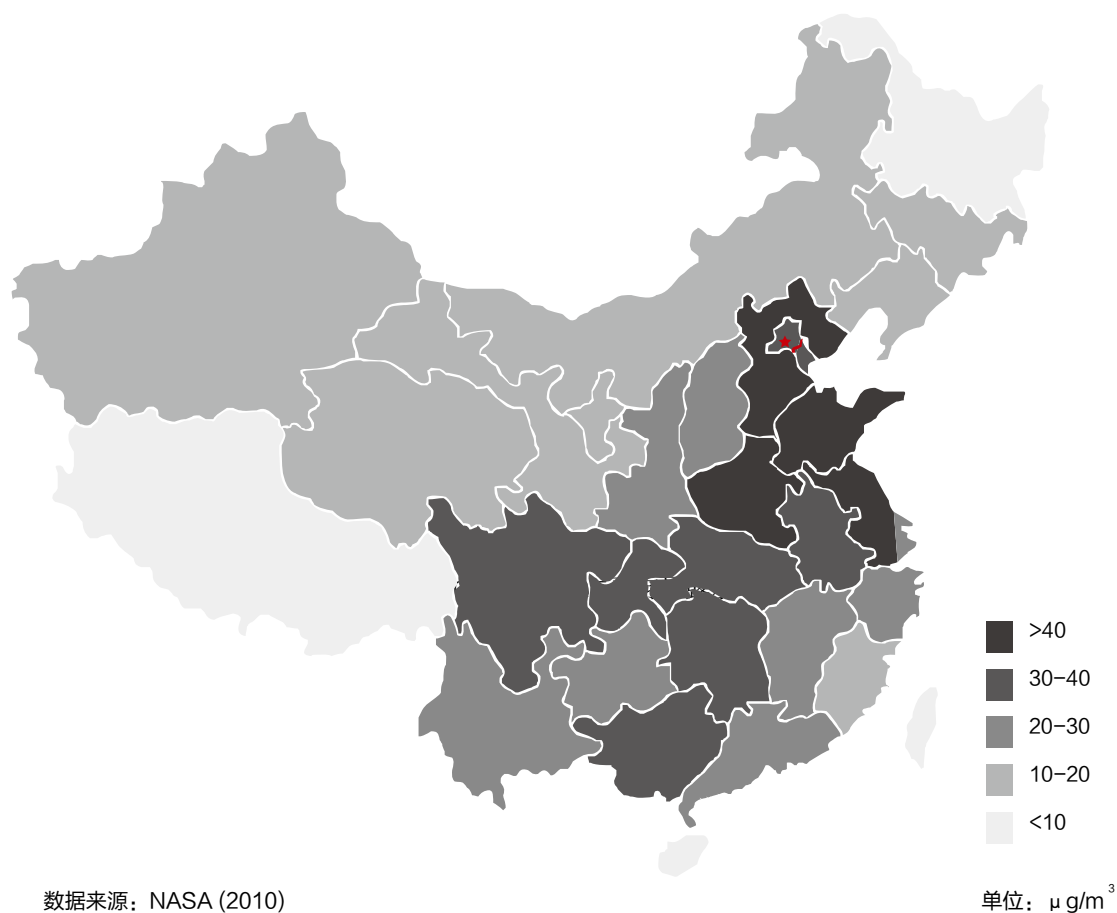


图7 2008-2010各省PM_{2.5}平均暴露度

空气污染是全国性的问题，2013年全国有PM_{2.5}监测数据的74个城市中，仅有3个能达到国家二级标准，而燃煤仍然是空气污染最大的来源。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。当然，如果能充分利用外供电地区的资源优势，借势推动可再生能源发电的发展，提高跨区域输电中可再生能源的比例，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。

五、参考文献

1. 国家统计局.中国统计年鉴(2011)[M].北京:中国统计出版社, 2011
2. 国家统计局.中国统计年鉴(2012)[M].北京:中国统计出版社, 2012
3. 国家统计局能源统计司.中国能源统计年鉴(2013)[M].北京:中国统计出版社, 2013
4. 北京市人民政府.北京市“十二五”能源发展建设规划[EB]. 2011
5. 北京市人民政府.北京市2013-2017年清洁空气行动计划[EB]. 2013
6. 北京市人民政府.北京市2012-2020年大气污染治理措施[EB]. 2012
7. 环保部,北京市人民政府.北京市大气污染防治目标责任书[EB/OL]. 2014. <http://www.mep.gov.cn/ztbd/rdzl/dqst/mbzrs/201401/P020140127516560167960.pdf>
8. 天津市人民政府.天津市国民经济和社会发展“十二五”规划[EB]. 2012
9. 天津市滨海新区人民政府.天津市滨海新区能源发展“十二五”规划[EB]. 2012
10. 天津市人民政府.天津市2012-2020年大气污染治理措施[EB]. 2012
11. 环保部,天津市人民政府.天津市大气污染防治目标责任书[EB/OL]. 2014. <http://www.mep.gov.cn/ztbd/rdzl/dqst/mbzrs/201401/P020140127516121761748.pdf>
12. 河北省人民政府.河北省国民经济和社会发展“十二五”规划[EB]. 2011
13. 河北省人民政府.河北省“十二五”控制温室气体排放工作方案[EB]. 2012
14. 河北省人民政府.河北省节能减排“十二五”规划[EB]. 2012
15. 环保部,河北省人民政府.河北省大气污染防治目标责任书[EB/OL]. 2014. <http://www.mep.gov.cn/ztbd/rdzl/dqst/mbzrs/201401/P020140127515180292164.pdf>
16. 山东省人民政府.山东省节约能源“十二五”规划[EB]. 2011
17. 环保部,山东省人民政府.山东省大气污染防治目标责任书[EB/OL]. 2014. <http://www.mep.gov.cn/ztbd/rdzl/dqst/mbzrs/201401/P020140127510014931902.pdf>
18. 上海市人民政府.上海市能源发展“十二五”规划[EB]. 2011
19. 环保部,上海市人民政府.上海市大气污染防治目标责任书[EB/OL]. 2014. <http://www.mep.gov.cn/ztbd/rdzl/dqst/mbzrs/201401/P020140127516343078870.pdf>
20. 浙江省人民政府.浙江省“十二五”及中长期可再生能源发展规划[EB]. 2012
21. 浙江省发改委,浙江省能源局.浙江省“十二五”和中长期能源结构优化方案研究[EB/OL]. 2010. http://fgw.zj.gov.cn/art/2010/12/20/art_101_7718.html
22. 环保部,浙江省人民政府.浙江省大气污染防治目标责任书[EB/OL]. 2014
23. 江苏省人民政府.江苏省“十二五”能源发展规划[EB]. 2012
24. 环保部,江苏省人民政府.江苏省大气污染防治目标责任书[EB/OL]. 2014. <http://www.mep.gov.cn/ztbd/rdzl/dqst/mbzrs/201401/P020140127512557262775.pdf>
25. 广东省人民政府.广东省能源发展“十二五”规划[EB]. 2013
26. 环保部,广东省人民政府.广东省大气污染防治目标责任书[EB/OL]. 2014. <http://www.mep.gov.cn/ztbd/rdzl/dqst/mbzrs/201401/P020140127508079943492.pdf>
27. 辽宁省人民政府.辽宁省国民经济和社会发展“十二五”规划[EB]. 2011
28. 环保部,辽宁省人民政府.辽宁省大气污染防治目标责任书[EB/OL]. 2014. <http://www.mep.gov.cn/ztbd/rdzl/dqst/mbzrs/201401/P020140127513741052968.pdf>
29. 2010年中国区域及省级电网平均二氧化碳排放因子[EB/OL]. 2013. <http://files.ncsc.org.cn/www/201312/20131221104541539.pdf>
30. IPCC收录的各种CO₂排放系数[EB/OL]. 1996. <http://wenku.baidu.com/view/7c13111810a6f524ccbf85fc.html>
31. 李俊峰, 杨秀, 田川. 煤制天然气技术环境与经济指标分析[EB/OL]. 2014. <http://www.ncsc.org.cn/article/yxgc/yjgd/201404/20140400000852.shtml>
32. Chi-Jen Yang & Robert B. Jackson, China's synthetic natural gas revolution[J], Nature Climate Change 3, 852-854 (2013)

六、附件

一、北京总量控制政策的协同减排效益估算	14
二、天津总量控制政策的协同减排效益估算	17
三、河北总量控制政策的协同减排效益估算	19
四、山东总量控制政策的协同减排效益估算	22

一、北京市煤炭消费总量控制政策概述

1.1 北京市煤炭消费总量控制政策概述

1.1.1 北京市“十二五”时期能源发展规划

2011年8月，北京市公布了《北京市“十二五”时期能源发展规划》（下称“北京能源规划”），设定了2015年能源消费结构目标（见表1.1）。

表1.1 “北京能源规划”中的能源消费结构目标

年 份	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	23.0	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

注：按现有统计口径预测平衡，2010年各能源品种总量为估计数。

为实现上述煤炭消费总量和能源结构优化目标，根据北京能源规划，“十二五”期间北京市将采取一系列压减燃煤措施，主要包括三类措施，分别是：

全面压缩发电、工业及民用燃煤总量。按照“总量控制、全面削减、全程管理、高效低碳”的原则，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治理，所有燃煤设施排放均达到本市地方排放标准。

1.1.2 北京市根据“国十条”采取的压减煤炭措施

根据《国十条》要求，到2015年，燃煤总量比2012年削减800万吨；到2017年，燃煤总量比2012年削减1300万吨，控制在1000万吨以内。2013年9月，根据《国十条》工作要求，北京市公布了《北京市2013-2017年清洁空气行动计划重点任务分解》，并专门针对压减燃煤工作发布了《北京市2013-2017年加快压减燃煤和清洁能源建设工作方案》（下称“北京市工作方案”），到2017年，北京市将采取一系列压减燃煤措施，主要包括四项措施，分别是：

表1.2 “北京市工作方案”下压减煤措施

措 施	削减量(万吨)
全面关停燃煤机组	920
集中改造采暖锅炉	220
大幅压减工业用煤	200
多措并举治理散煤	100
共计	1540

四项措施中的具体压减方案为：（1）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（措施1）。（2）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（措施2-1）；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（措施2-2）。（3）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（措施3-1）；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（措施3-2）；高耗能、高排放行业压缩产能、淘汰退出，削减燃煤95万吨（措施3-3）。（4）多措并举治理散煤，主要包括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能源改造（措施4）。

1.2 北京市煤炭消费总量控制政策的煤炭削减量预测估算

北京市2010年的煤炭消费量的既有数据来自《2011年中国能源统计年鉴》，2010年北京市能源消费总量6915.7万吨标煤，其中煤炭消费量2635.0万吨，折合1881.4万吨标煤，占能源消费总量的27.2%。2012年的煤炭消费量既有数据来自“北京市工作方案”，2012年北京市煤炭消费量2300万吨。

现估算三个情景下北京市2015年及2017年的煤炭消费总量。

（1）冻结情景（S1）下，GDP增速取“十二五”期间的平均值8%，2015年及2017年单位GDP能耗取2010年值0.58吨标煤/万元，煤炭占比取2010年值27.2%。

（2）既有政策（S2）下，GDP增速取“十二五”期间的平均值8%，2015年单位GDP能耗取“北京能源规划”中的目标值，即0.48吨标煤/万元，2017年单位GDP能耗按照“十二五”时期年均降速等速下降。煤炭占比取“北京能源规划”中的目标值，即16.8%，2017年煤炭用量按照2012年至2015年煤炭耗量的年平均增速继续增长。

（3）国十条情景（S3）下，按照2012年煤炭消费现状，以及2015年及2017年的煤炭削减量目标，直接得出2015年及2017年煤炭消费量。

表1.3 北京市三种情景下的计算结果

	GDP (亿元)		能源消费总量 (万吨标煤)		煤炭占比 (%)		煤炭量 (万吨)	
	2015	2017	2015	2017	2015	2017	2015	2017
S1	17571	20494	10191	11887	27.2	27.2	3883	4529
S2	17571	20494	8434	9119	16.8	14.08	1984	1799
S3	17571	20494					1500	1000

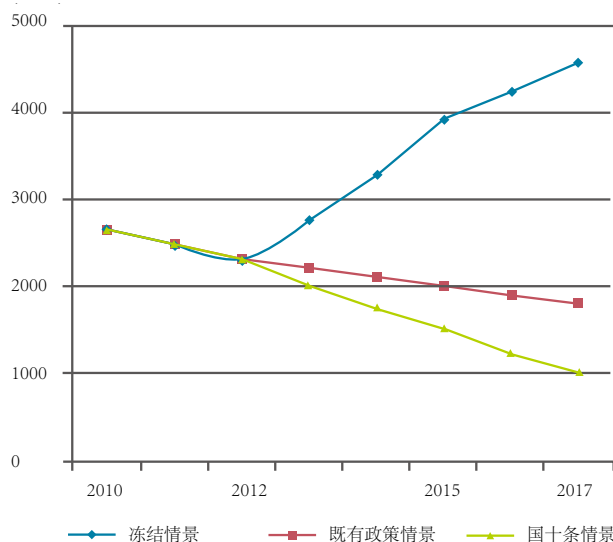


图1.1 三种情景下北京市煤炭消费总量对比

既有政策情景下，煤炭消费总量在2017年达1799万吨，国十条情景下，煤炭消费总量在2017年达1000万吨。对比可知，“国十条”公布后，较既有政策情景带来的煤炭削减量达799万吨。

1.3 北京市煤炭总量控制措施的二氧化碳减排效益评估

为计算“国十条”情景相较于既有政策情景煤炭削减量差值所带来的CO₂减排效益，需判断煤炭削减量差值对应的减排措施，从而计算得出CO₂减排量。对比“北京市工作方案”及“北京能源规划”，两者煤炭削减措施较为一致，其中“北京市工作方案”中的“城六区完成

137座约4900蒸吨锅炉“煤改气”，削减燃煤120万吨”及“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”与“北京能源规划”的削减煤措施基本一致。同时，“北京市工作方案”中的“全面关停燃煤机组”与“北京能源规划”中的“加快实施中心城区大型燃煤热电厂天然气替代工程”较为一致，故其余削减量的差值计入“火电燃气替代”措施，即349万吨。

表1.4 国十条情景相较于既有政策情景煤炭削减量差值及其CO₂减排量

措 施		煤炭削减量 (万吨)	排放因子 (t/t)	替代燃料	替代燃料量		排放因子		CO ₂ 减排量 (万吨)
火电关停改造	火电燃气替代	349	2	天然气	206a	万吨标煤	1.64	t/tce	359
	火电可再生能源替代	0	2	太阳能，风能等	0	万吨标煤	0		
改造供热锅炉	供热锅炉燃气替代	100	1.81	天然气	64b	万吨标煤	1.64	t/tce	75
	供热锅炉可再生能源替代	0	1.81	太阳能，风能等	0	万吨标煤	0		
压减工业用煤	工业燃煤锅炉燃气替代	55	1.81	天然气	31	万吨标煤	1.64	t/tce	48
	工业燃煤锅炉可再生能源替代	0	1.81	太阳能，风能等	0	万吨标煤	0		
治理散煤	原煤散烧燃气替代	100	1.58	天然气	37c	万吨标煤	1.64	t/tce	97
	原煤散烧可再生能源替代	50	1.58	太阳能，风能等	26	万吨标煤	0		79
	原煤散烧电力替代	50	1.58	电力	847435897d	Kwh	0.8845	kg/kwh	4
淘汰落后产能		95	1.81		0		0		172
合计		799						834	

备注：

- a.燃气发电比燃煤发电效率高17%左右；
b.根据《北京市居住建筑节能设计标准》，燃气采暖锅炉热效率比燃煤高10%左右；
c.居民燃气效率比散煤燃烧效率高30%；
d.取华北区域电网排放因子（OM）。

估算表明，北京市按照“国十条”的有关规定执行煤炭削减政策，到2017年，相较于按照《北京市“十二五”时期能源发展建设规划》所确定的情景，总计可减少CO₂排放834万吨。如果仅从煤炭削减政策本身考虑，在采取的各项煤炭控制政策中，火电关停改造所带来的CO₂直接减排效益最为突出，为359万吨CO₂，这主要是由于该措施对应的煤炭削减量大；其次是淘汰落后产能措施，可带来172万吨的CO₂减排量，该部分产生较多减

排量主要是因为该部分燃煤为直接削减，不涉及替代燃料；治理散煤所带来的CO₂减排量相较于其煤炭削减量，减排效益相对较小，原因在于以电力替代居民用煤，尽管在燃料消费上不产生直接排放，但外调电力部分所带来的间接排放仍较高，因此在减排CO₂效益上总体看不够突出。未来应更多鼓励用可再生能源来替代用煤，或鼓励天然气作为发电能源。

二、天津总量控制政策的协同减排效益估算

2.1 天津市煤炭消费总量控制政策概述

2.1.1 天津市国民经济和社会发展规划“十二五”规划

天津市未公布与能源发展有关的“十二五”规划，根据《天津市国民经济和社会发展规划“十二五”规划》（下称“天津规划”）要求，到2015年，万元生产总值能耗比“十一五”末降低18%，未提出具体的煤炭消费总量控制目标。

“天津规划”中提出的与煤炭消费量有关内容包括：

（1）建设北疆电厂二期、南疆热电厂、北郊热电厂、北塘热电厂等项目，新增本地装机800至1000万千瓦。实施陈塘庄热电厂搬迁工程，关停第一热电厂、永利电厂和军粮城电厂40万千瓦小火电机组。

（2）中心城区和滨海新区核心区继续推进燃煤小锅炉并网，禁止新建和扩建燃煤锅炉房。到2015年，全市集中供热率达到93%，热电联产比重达到40%以上。

2.1.2 天津市根据“国十条”采取的压减煤炭措施

按照“国十条”的要求，到2017年，天津的煤炭消费总量比2012年减少1000万吨。根据“国十条”工作要求，天津市于2013年9月28日市公布了《天津市清新空气行动方案》，该方案中列出了一系列优化能源结构的具体措施，包括实施火电机组改燃或关停、实施自备电站火电机组改燃或关停、实施炼化企业燃煤设施改燃、实施燃煤供热锅炉改燃或并网、实施燃煤工业锅炉改燃或并网、实施工业园区自备燃煤锅炉改燃或并网、加快基本无燃煤区建设、加强燃煤设施监督执法、增加天然气供应量、提高外购电比例、大力推进清洁能源项目建设、加大地热资源利用、禁止使用高硫煤、划定高污染燃料禁燃区、削减农村原煤散烧、推广乡镇、村洁净煤使用、实施建筑节能改造、推进绿色农房建设共十九项措施。鉴于天津尚未公布其《天津市煤炭消费总量削减实施方案》，根据《天津市清新空气行动方案》及《天津市2012-2020年大气污染防治措施》，归类整理天津市

的主要煤炭削减措施，并结合有关调研资料¹²³，将1000万吨的煤炭削减总量进行了估算分解，见表2.1。

表2.1 天津减煤措施

措施	削减量（万吨）
火电机组关停或改燃	250
供热燃煤锅炉并网或改燃	150
工业燃煤锅炉并网或改燃	150
原煤散烧燃气替代	100
原煤散烧清洁能源替代	50
淘汰落后产能	300
共计	1000

2.2 天津市煤炭消费总量控制政策的煤炭削减量预测估算

天津市2010年的煤炭消费量数据来自《2011年中国能源统计年鉴》，2010年天津市年能源消费总量6809.8万吨标煤，其中煤炭消费量4807.0万吨，折合3432.2万吨标煤，占能源消费总量的50.4%。2012年的煤炭消费量数据根据有关公布材料⁴，达5200万吨。各情景下的计算结果如表2.2所示。

现估算三个情景下天津市2015年及2017年的煤炭消费总量。计算结果见表5，煤炭消费总量对比见图2.1。

（1）冻结情景（S1）下，GDP增速取“十二五”期间的平均值12%，2015年及2017年单位GDP能耗取2010年值0.826吨标煤/万元，煤炭占比取2010年值50.4%。

（2）既有政策（S2）下，GDP增速取“十二五”目标值，即年均增速12%，2015年单位GDP能耗取“天津规划”中的目标值，即0.68吨标煤/万元，2017年单位GDP能耗按照“十二五”时期年均降速等速下降。煤炭占比取“天津规划”中的目标值，即46.3%，2017年煤炭用量

1. http://www.chinaacc.com/new/184_900_201308/02wa536433360.shtml
2. <http://news.enorth.com.cn/system/2012/03/16/008862657.shtml>
3. <http://news.xinmin.cn/shehui/2013/09/10/21853268.html>
4. <http://www.nbd.com.cn/articles/2013-09-13/773301.html>

按照2012年至2015年煤炭耗量的年平均增速继续增长。

(3) 国十条情景 (S3) 下, 按照2012年煤炭消费现状, 以及2017年的煤炭削减量目标, 得出2017年的煤炭消费量。

表2.2 天津市三种情景下的计算结果

	GDP (亿元)		能源消费总量 (万吨标煤)		煤炭占比 (%)		煤炭量 (万吨)	
	2015	2017	2015	2017	2015	2017	2015	2017
S1	14529.4	18225.7	12001.3	15054.4	50.4%	50.4%	8472	10627
S2	14529.4	18225.7	9836.4	11395.1	46.3%	45.7%	6373	7298
S3							4600.0	4200.0

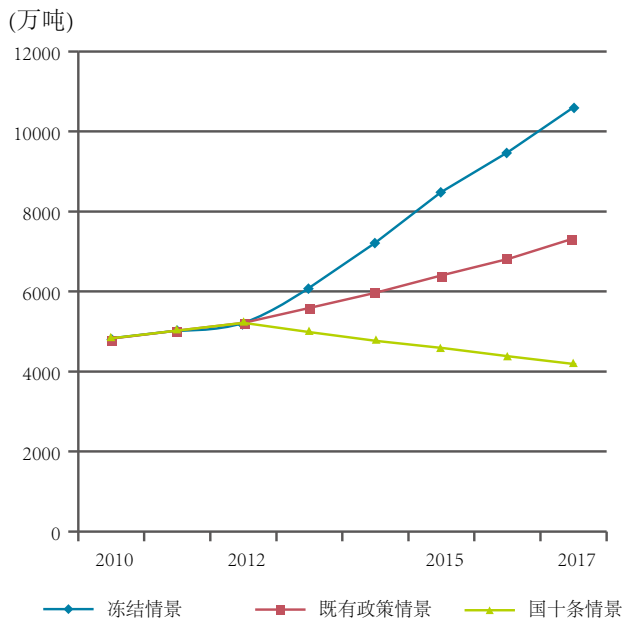


图2.1 三种情景下天津市煤炭消费总量对比

既有政策情景下, 煤炭消费总量在2017年达7298万吨, 国十条情景下, 煤炭消费总量在2017年达4200万吨。对比可知, “国十条”公布后, 较既有政策情景带来的煤炭削减量达3098万吨。

2.3 天津市煤炭总量控制措施的二氧化碳减排效益评估

为计算国十条情景相较于既有政策情景煤炭削减量差值所带来的CO₂减排效益, 需判断煤炭削减量差值对应

的减排措施, 从而计算得出CO₂减排量。由于“天津规划”与削减煤炭有关的措施未明确具体削减量, 且天津未根据“国十条”要求公布煤炭削减方案, 因此, 综合考虑天津市的煤炭消费结构及资源禀赋, 假设其煤炭削减措施中, 火电燃气替代占煤炭削减量的25%, 改造供热锅炉占15%, 压减工业用煤占15%, 原煤散烧燃气替代占10%, 原煤散烧清洁能源替代占6%, 淘汰落后产能占29%。
备注:

表2.3 国十条情景相较于既有政策情景煤炭削减量差值及其CO₂减排量

措施	煤炭削减量 (万吨)	排放因子 (t/t)	替代燃料	替代燃料量		排放因子		CO ₂ 减排量 (万吨)
				万吨标煤	万吨标煤	t/tce	t/tce	
火电关停改造	火电燃气替代	775	2.00	天然气	458	1.64	t/tce	797
	火电可再生能源替代	0	2.00	太阳能, 风能等	0	0.00		0
改造供热锅炉	供热锅炉燃气替代	465	1.81	天然气	299	1.64	t/tce	351
	供热锅炉可再生能源替代	0	1.81	太阳能, 风能等	0	0.00		0
压减工业用煤	工业燃煤锅炉燃气替代	465	1.81	天然气	266	1.64	t/tce	405
	工业燃煤锅炉可再生能源替代	0	1.81	太阳能, 风能等	0	0.00		0
治理散煤	原煤散烧燃气替代	310	1.58	天然气	115	1.64	t/tce	302
	原煤散烧清洁能源替代	186	1.58	太阳能, 风能等	98	0.00		294
	原煤散烧电力替代	0	1.58	电力	0	0.8845	kgCO ₂ /kwh	0
淘汰落后产能		898	1.93		0	0		1734
合计		3098						3882

a. 燃气发电比燃煤发电效率高17%左右;
b. 燃气采暖锅炉热效率比燃煤高10%左右;
c. 燃气工业锅炉热效率比燃气高20%左右;

估算表明, 天津市按照《国十条》规定的减煤量, 到2017年, 相较于按照《天津规划》所确定的情景, 总计可减少CO₂排放3882万吨。如果仅从煤炭削减政策本身考虑, 在采取的各项煤炭控制政策中, 淘汰落后产能的

CO₂直接减排效益最为突出，为1734万吨CO₂，主要是因为这部分的燃煤为直接削减，不涉及替代燃料；其次是

火电燃气替代，减排量为797万吨CO₂，这主要是由于该措施对应的煤炭削减量大。

三、河北总量控制政策的协同减排效益估算

3.1 河北省煤炭消费总量控制政策概述

3.1.1 河北省“十二五”时期能源发展建设规划

2009年12月，河北省发布了《河北省“十二五”能源发展规划》（下称“河北省能源规划”），设定了2015年河北省能源消费结构调整目标如下。

表3.1 “河北省能源规划”中的能源消费结构目标

年份	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)	34957	2495	90.6	36118	25789	75.0
调入电 (亿千瓦时)	-	193	0.7	-	34	1.0
天然气 (亿立方米)	27	358	1.3	207	2751	8.0
油品 (万吨)	1427	2039	7.4	-	3438	10.0
新能源	-	-	-	-	2063	6.0
合计	-	27549	-	-	34385	-

“河北能源规划”重在调整对煤炭过度依赖的能源结构，鼓励用天然气和可再生能源等清洁能源替代燃煤。到2015年，煤炭消费总量占能源消费总量比重降低到75%左右。

为实现“十二五”期间河北省能源消费总量控制以及抑制煤炭消费总量过快增长，优化能源消费结构的目标，根据《河北能源规划》，《河北省节能减排十二五规划》，河北省将采取如下压减煤炭措施：

淘汰落后产能，压缩过剩产能。分区域分行业明确落后产能淘汰任务，到2015年淘汰水泥落后产能6100万

吨以上，淘汰平板玻璃产能3600万重量箱；清理产能严重过剩行业违规在建项目。

加快清洁能源替代利用。鼓励天然气替代燃煤。大力提高天然气在能源消费中的占比。唐山LNG项目投产后，河北省北部天然气需求依靠LNG供给，南部主要依靠陆上天然气通过陕京线及其他管线满足需求；发展风能，生物质能发电，到“十二五”末，风电装机容量达400万千瓦，生物质能发电装机容量达40万千瓦。新能源发电占电力总装机容量的12%左右。

推行建筑节能。新建建筑严格执行强制性建筑节能标准，既有建筑加快完成供热计量和节能改造。推动可再生能源与建筑一体化应用，新建可再生能源建筑规模化应用比例达到38%以上。到2015年，全省城镇节能建筑在建筑面积中占比提高10%。

削减农村炊事，采暖和设施用煤。完善农机节能标准，因地制宜发展小水电，风能，太阳能，秸秆气化集中供热系统。

3.1.2 河北省根据“国十条”采取的压减煤炭措施

根据《大气污染防治行动计划》，到2017年，河北省煤炭消费量将比2012年净削减4000万吨，即降低到34900万吨。据此，河北省于2013年9月6日出台了《河北省大气污染防治行动计划实施方案》，针对“国十条”的分解任务提出了大气污染防治工作的50条措施，其中与压减煤炭相关的措施如下：

继续淘汰落后产能,严控“两高”行业新增产能。分区域分行业明确落后产能淘汰任务。到2014年,提前一年完成国家下达的“十二五”落后产能淘汰任务,并在2016年制定范围更宽,标准更高的落后产能淘汰政策。到2017年,淘汰10万千瓦以下常规燃煤机组,全省钢铁产能削减6000万吨。

禁止新建项目配套建设自备燃煤电站。耗煤建设项目要实行煤炭减量替代。除热电联产外,禁止审批新建燃煤发电项目;现有多台燃煤机组装机容量合计达到30万千瓦以上的,可按照煤炭等量替代的原则建设为大容量燃煤机组。

加快清洁能源替代利用。加大天然气,液化石油气,煤制天然气供应。积极有序发展水电,利用地热能,风能,太阳能,生物质能,安全高效发展核电。到2017年,现有工业企业的燃煤设施全部改用天然气或周边电厂供气供电,基本完成燃煤锅炉、窑炉,自备电站的天然气替代改造任务。优化天然气使用方式。新增天然气应优先保障居民生活或用于替代燃煤;鼓励发展天然气分布式能源等高效利用项目,限制发展天然气化工项目;有序发展天然气调峰电站,原则上不再新建天然气发电项目。制定煤制天然气发展规划,在满足最严格的环保要求和保障水资源供应的前提下,加快煤制天然气产业化和规模化步伐。到2017年,现有工业企业的燃煤设施全部改用天然气或由周边电厂供汽供电,基本完成燃煤锅炉、窑炉、自备电站的天然气替代改造任务。

划定城市高污染燃料禁燃区域。扩大城市高污染燃料禁燃区范围,逐步由城市建成区扩展到近郊。结合城中村、城乡结合部、棚户区改造,通过政策补偿和实施峰谷电价、季节性电价、阶梯电价、调峰电价等措施,逐步推行以天然气或电替代煤炭。2013年底前,各设区市和省直管县(市)完成“高污染燃料禁燃区”划定和调整工作,并向社会公开。各市禁燃区面积不低于建成区面积的80%。禁燃区内禁止原煤散烧。

削减农村炊事、采暖和设施用煤。结合全省农村面貌环境改造提升“四清四化”综合整治要求,加大罐装液化气供应和可再生能源炊事、采暖用能供应。推广使用洁净煤、型煤、生物质能等,鼓励开发使用太阳能、地热、水电等清洁能源,改造提升农村炊事、采暖和设施农业燃煤装置和设备。到2017年,我省平原地区和有条件的山区建立以县(市、区)为单位的洁净煤配煤中心、覆盖所有乡(镇)村的洁净煤供应网络,洁净煤使用率达到90%以上。

3.2 河北煤炭消费总量控制政策的煤炭削减量预测估算

河北省2010年的煤炭消费量数据来自《2011年中国能源统计年鉴》,2010河北省年能源消费总量27548.7万吨标煤,其中煤炭消费量34898.9万吨,折合24917.8万吨标煤,占能源消费总量的90.4%。2012年的煤炭消费量数据根据有关公布材料⁵,达38900万吨。各情景下的计算结果如表3.2所示。

(1) 冻结情景(S1)下,GDP增速取“十二五”期间的平均值8.5%,2015年及2017年单位GDP能耗取2010年值1.583吨标煤/万元,煤炭占比取2010年值71.2%。

(2) 既有政策(S2)下,GDP增速取“十二五”目标值,即年均增速8.5%,2015年单位GDP能耗取《河北省能源规划》中的目标值,即1.31吨标煤/万元,2017年单位GDP能耗按照“十二五”时期年均降速等速下降。2015年煤炭占比综合考虑《河北省能源规划》等规划目标值取70%,2017年煤炭用量按照2012年至2015年煤炭耗量的年平均增速继续增长。

(3) 国十条情景(S3)下,按照2012年煤炭消费现状,以及2017年的煤炭削减量目标,得出2017年的煤炭消费量。

5. <http://business.sohu.com/20130711/n381250659.shtml>

表3.2 河北省三种情景下的计算结果

	GDP (亿元)		能源消费总量 (万吨标煤)		煤炭占比 (%)		煤炭量 (万吨)	
	2015	2017	2015	2017	2015	2017	2015	2017
S1	26167.9	30805.5	41423.8	48765.2	71.2%	71.2%	41315.	48637
S2	26167.9	30805.5	34384.7	37569.7	70%	67.2%	33711	35375
S3							28959	27359

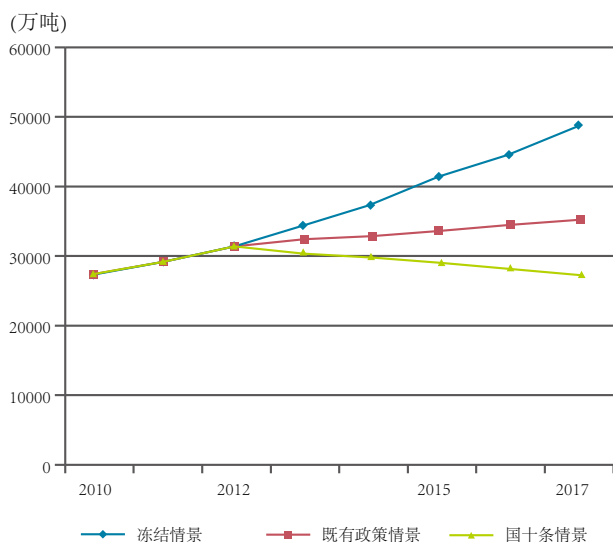


图3.1 三种情景下河北省煤炭消费总量对比

既有政策情景下，煤炭消费总量在2017年达35375万吨，国十条情景下，煤炭消费总量在2017年达27359万吨。对比可知，《国十条》公布后，较既有政策情景带来的煤炭削减量达8016万吨。

3.3 河北省煤炭总量控制措施的二氧化碳减排效益评估

为计算国十条情景相较于既有政策情景煤炭削减量差值所带来的CO₂减排效益，需判断煤炭削减量差值对应的减排措施，从而计算出CO₂减排量。对比《河北省能源规划》，《河北节能减排十二五规划》，《以及河北省大气污染防治行动计划实施方案》，得出进一步削减煤炭的措施及其削减量如下。其中，预计70%的煤炭削减量来自钢铁，水泥及玻璃等行业淘汰落后产能及压缩过剩产能，到2017年，将淘汰水泥落后产能6100万吨，

平板玻璃产能3600万重量箱；由于河北省天然气资源匮乏，用天然气大规模替代燃煤有很大难度，20%的煤炭削减量来自于天然气替代燃煤。居民区散煤削减占煤炭削减量的10%，如削减农村炊事，采暖和设备用煤。

表3.3 国十条情景相较于既有政策情景煤炭削减量差值及其CO₂减排量

措施	煤炭 削减 量 (万吨)	排放因 子 (t/t)	替代燃料		替代燃料量		排放因子		CO ₂ 减 排量 (万吨)
			替代燃料	替代燃料量	替代燃料量	替代燃料量	排放因子	排放因子	CO ₂ 减 排量 (万吨)
火电关停改造	火电燃气替代	0	2.00	天然气	0	万吨标煤	1.64	t/tce	0
	火电可再生能源替代	0	2.00	太阳能，风能等	0	万吨标煤	0.00		0
改造供热锅炉	供热锅炉燃气替代	1603	1.81	天然气	1031.	万吨标煤	1.64	t/tce	1201
	供热锅炉可再生能源替代	0	1.81	太阳能，风能等	0	万吨标煤	0.00		0
压减工业用煤	工业燃煤锅炉燃气替代	0	1.81	天然气	0	万吨标煤	1.64	t/tce	0
	工业燃煤锅炉可再生能源替代	0	1.81	太阳能，风能等	0	万吨标煤	0.00		0
治理散煤	原煤散烧燃气替代	401	1.58	天然气	148	万吨标煤	1.64	t/tce	391
	原煤散烧清洁能源替代	401	1.58	太阳能，风能等	212	万吨标煤	0.00		633
	原煤散烧电力替代	0	1.58	电力	0	Kwh	0.8845	kgCO ₂ /kwh	0
淘汰落后产能		5611	2.01		0		0		11279
合计	8016								13504

备注：

a.燃气锅炉热效率比燃煤锅炉高20%左右；

b.居民燃气效率比散煤燃烧效率高30%；

估算表明，河北省按照“国十条”规定的减煤量，到2017年，相较于按照《河北省能源规划》所确定的情景，总计可减少CO₂排放13504万吨。如果仅从煤炭削减政策本身考虑，在采取的各项煤炭控制政策中，CO₂减排量主要来自淘汰落后产能，将带来11279万吨的CO₂减排量，主要是因为这部分对应的煤炭削减量较大，且这部分的燃煤为直接削减，不涉及替代燃料。

四、山东总量控制政策的协同减排效益估算

4.1 山东省煤炭消费总量控制政策概述

4.1.1 山东省“十二五”时期能源发展建设规划

《山东省节约能源十二五规划》中提出，由于偏重的产业结构无法在短时间内扭转及工业化城镇化进程中能源刚性需求上升，大力推进节能减排是山东省“十二五”期间能源工作的重点。规划中未给出具体的煤炭消费削减量，但提出到2015年，万元GDP能耗降低到0.85吨标准煤，比2010年的1.02吨标准煤降低17%，比2005年的1.32吨标准煤降低35%以上，同时提出了相关的煤炭相关的措施：

改造提升传统产业。对电力，钢铁，有色金属等高耗能产业进行技术改造，降低生产过程耗能。山东是燃煤火电装机第一大省，装机容量高达5790万千瓦，规划中着重提出电力行业淘汰30万千瓦以下的小火电机组300万千瓦，支持钢铁、水泥等行业利用余热余压并网发电。鼓励实施核电、风电、太阳能光伏发电等新能源并网发电项目。实施“外电入鲁”工程，接纳省外来电1600万千瓦以上推进节能改造，到2015年单位增加值能耗降低9%左右。

加快淘汰落后产能。到2015年，全省钢产量控制在5000万吨左右，行业单位增加值能耗降低10%左右，焦炉、高炉煤气回收利用率95%以上，转炉煤气回收率达到100立方米/吨钢，大型高炉全部配备高炉煤气压差发电装置，固体废弃物综合利用率达到99%以上，工业用水循环利用率达到97%以上，主要生产企业实现负能炼钢和工业废水零排放。

4.1.2 山东省根据“国十条”采取的压减煤炭措施

根据《大气污染防治行动计划》，到2017年，山东省煤炭消费量将比2012年净削减2000万吨，即降低到38233万吨。据此，山东省于2013年7月出台了《山东省

2013-2020年大气污染防治规划》，针对“国十条”的分解任务提出了六大项主要任务措施，其中与压减煤炭相关的措施如下。

积极推进“外电入鲁”。加快推进“晋电送鲁”的各项工作。到2015年年底，力争实现“外电入鲁”1600万千瓦；到2017年年底，“外电入鲁”力争增加到2500万千瓦；到2020年，“外电入鲁”力争增加到3200万千瓦以上，外输电占比达到30%左右。

大力发展清洁能源。加大天然气利用力度，优先用于保障民生的居民用气和冬季供暖，鼓励有条件的地区建设LNG发电厂替代燃煤机组以及生产锅炉、窑炉，鼓励燃煤设施实施煤改气，积极协调中央石油企业加大对我省天然气的供应，到2015年年底，天然气消费量达到170亿立方米；到2017年年底，力争达到270亿立方米；天然气消费量达到170亿立方米；到2017年年底，力争达到220亿立方米；积极稳妥地发展海上风电，到2015年年底，海上风电装机容量达到50万千瓦；到2020年，达到300万千瓦。合理布局和规范建设生物质发电，到2015年年底，全省生物质发电装机容量达到110万千瓦；鼓励太阳能光伏发电，到2015年年底，全省光伏发电装机容量达到50万千瓦；积极建设抽水蓄能电站，到2015年，全省抽水蓄能发电装机容量达到100万千瓦；安全发展核电。到2020年，全省核电装机容量达到220万千瓦。

强力推进国家和省确定的各项产业结构调整措施。强力推进国家和省确定的各项产业结构调整措施。坚决淘汰国家和省确定的落后生产工艺装备和产品。逐步淘汰大电网覆盖范围内单机容量10万千瓦以下的常规燃煤火电机组和设计寿命期满的单机容量20万千瓦以下的常规燃煤火电机组；淘汰单机容量5万千瓦及以下的常规小火电机组和以发电为主的燃油锅炉及发电机组（5万千瓦及以下），到2015年年底，淘汰小火电装机容量140万千瓦

瓦；到2017年年底，淘汰小火电装机容量500万千瓦。到2015年年底，淘汰炼铁产能2111万吨、炼钢产能2252万吨，淘汰90平方米以下烧结机44台，面积1928平方米；到2017年年底，结合青钢搬迁和日照钢铁精品基地建设，淘汰青钢360万吨和青钢350万吨炼铁产能。淘汰土法炼焦（每炉产能2.5万吨/年以下）、炭化室高度小于4.3米的焦炉（3.8米及以上捣固焦炉除外）。2013年，淘汰210万吨焦炭产能。

严格控制落后产能。对钢铁、电解铝、水泥、平板玻璃、焦炭等产能过剩“两高”行业，制定实施产能总量控制发展规划，新、改、扩建项目实行减量置换落后产能，遏制产能过剩行业无序扩张。到2015年底，钢铁产能控制在5000万吨以内。加强“两高”行业整顿。对照逐步加严的标准，严厉整顿钢铁、电解铝、焦炭等重点行业，制定限期整改方案。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年底前，城市建成区、热力管网覆盖范围内，除保留必要的应急、调峰供热锅炉外，淘汰全部10蒸吨/小时及以下燃煤锅炉、茶浴炉。将工业企业纳入集中供热范围，2017年年底前，现有各类工业园区与工业集中区应实施热电联产或集中供热改造，全面取消分散的自备燃煤锅炉；不在大型热源管网覆盖范围内的，每个工业园区只保留一个燃煤热源。在供热供气管网覆盖不到的其他地区，改用型煤或洁净煤。

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年底前，城市建成区、热力管网覆盖范围内，除保留必要的应急、调峰供热锅炉外，淘汰全部10蒸吨/小时及以下燃煤锅炉、茶浴炉。将工业企业纳入集中供热范围，2017年年底前，现有各类工业园区与工业集中区应实施热电联产或集中供热改造，全面取消分散的自备燃煤锅炉；不在大型热源管网覆盖范围内的，每个工业园区只保留一个燃煤热源。在供热供气管网覆盖不到的其他地区，改用型煤或洁净煤。

4.2 山东煤炭消费总量控制政策的煤炭削减量预测估算

山东省2010年的煤炭消费量数据来自《2011年中国能源统计年鉴》，2010年山东省能源消费总量34799.9万吨标煤，其中煤炭消费量37139.5万吨，折合26517.6万吨标煤，占能源消费总量的76.2%。2012年的煤炭消费量数据根据有关公布材料，达40233万吨。各情景下的计算结果如表4.1所示。

(1) 冻结情景（S1）下，GDP增速取“十二五”期间的平均值9%，2015年及2017年单位GDP能耗取2010年值1.025吨标煤/万元，煤炭占比取2010年值76.2%。

(2) 既有政策（S2）下，GDP增速取“十二五”目标值，即年均增速9%，2015年单位GDP能耗取《山东省能源规划》中的目标值，即0.851吨标煤/万元，2017年单位GDP能耗按照“十二五”时期年均降速等速下降。根据相关预测，于2010年相比，2015年山东省新增煤炭消费量将控制在8200万吨以内，基于此数据计算煤炭占比，2017年煤炭用量按照2012年至2015年煤炭耗量的年平均增速继续增长。

(3) 国十条情景（S3）下，按照2012年煤炭消费现状，以及2017年的煤炭削减量目标，得出2017年的煤炭消费量。

表4.1 山东省三种情景下的计算结果

	GDP (亿元)		能源消费总量 (万吨标煤)		煤炭占比 (%)		煤炭量 (万吨)	
	2015	2017	2015	2017	2015	2017	2015	2017
S1	52238.2	62064.2	53544.1	63615.7	76.2%	76.2%	57144	67892
S2	52238.2	62064.2	44454.7	49028.9	72.8%	71.5%	45340	49099
S3							39033	38233

既有政策情景下，煤炭消费总量在2017年达49099万吨，国十条情景下，煤炭消费总量在2017年达38233万吨。对比可知，“国十条”公布后，较既有政策情景带来的煤炭削减量达10866万吨。

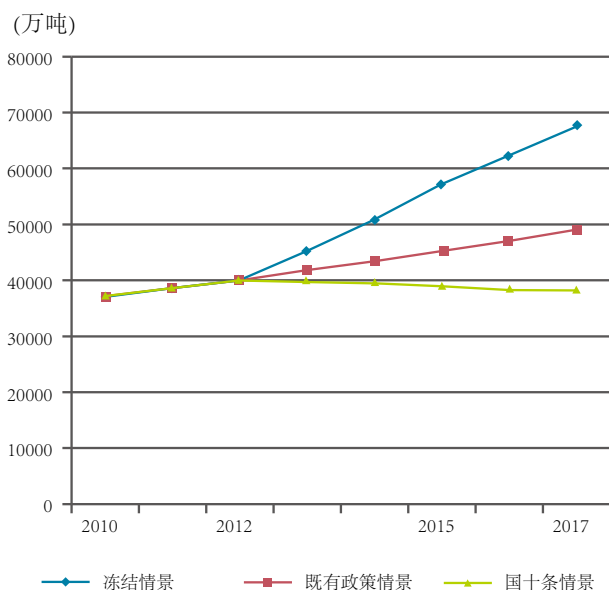


图4.1 三种情景下山东省煤炭消费总量对比

4.3 山东省煤炭总量控制措施的二氧化碳减排效益评估

为计算国十条情景相较于既有政策情景煤炭削减量

差值所带来的CO₂减排效益，需判断煤炭削减量差值对应的减排措施，从而计算得出CO₂减排量。对比《山东省能源规划》，《山东省节约能源十二五规划》，《山东省2013-2020年大气污染防治规划》，得出进一步削减煤炭的措施及其削减量如下。其中，预计53%的煤炭削减量来自淘汰及压减落后及过剩产能，此项措施可产生5759万吨的煤炭削减量。预计19%的煤炭削减量来自火电的燃气及可再生能源替代，此项措施可产生2065万吨的煤炭削减量。预计14%的煤炭削减量来自供热燃煤锅炉燃气及可再生能源替代，14%的煤炭削减量来自工业燃煤锅炉的燃气及可再生能源替代。

估算表明，山东省按照“国十条”规定的减煤量，到2017年，相较于按照《山东省能源规划》所确定的情景，总计可减少CO₂排放17111万吨。如果仅从煤炭削减政策本身考虑，在采取的各项煤炭控制政策中，CO₂减排量主要来自淘汰及压缩落后及过剩产能，为11230万吨CO₂，主要是因为这部分的燃煤为直接削减，不涉及替代燃料。

表4.2 国十条情景相较于既有政策情景煤炭削减量差值及其CO₂减排量

措 施		煤炭削减量 (万吨)	排放因子 (t/t)	替代燃料	替代燃料量		排放因子		CO ₂ 减排量 (万吨)
火电关停改造	火电燃气替代	1630	2.00	天然气	965	万吨标煤	1.64	t/tce	1677
	火电可再生能源替代	435	2.00	太阳能，风能等	311	万吨标煤	0.00		868
改造供热锅炉	供热锅炉燃气替代	1087	1.81	天然气	699	万吨标煤	1.64	t/tce	820
	供热锅炉可再生能源替代	435	1.81	太阳能，风能等	311	万吨标煤	0.00		785
压减工业用煤	工业燃煤锅炉燃气替代	1087	1.81	天然气	621	万吨标煤	1.64	t/tce	947
	工业燃煤锅炉可再生能源替代	435	1.81	太阳能，风能等	311	万吨标煤	0.00		785
治理散煤	原煤散烧燃气替代	0	1.58	天然气	0	万吨标煤	1.64	t/tce	0
	原煤散烧可再生能源替代	0	1.58	太阳能，风能等	0	万吨标煤	0.00		0
	原煤散烧电力替代	0	1.58	电力	0	Kwh	0.8845	kgCO ₂ /kwh	0
淘汰落后产能		5759	1.95		0		0		11230
合计		10866							17111

CAAC



中国清洁空气联盟秘书处

北京市朝阳区建外大街甲24号东海中心709室

电 话：+86-10-65155838

电子邮箱：cleanairchina@iccs.org.cn