



中国煤炭消费总量控制与研究项目

“十三五”中期评估 与后期展望研究报告

编写：李晶晶 杨舟 李雪玉

中国煤控项目：

中国是世界煤炭生产和消费第一大国。以煤炭为主的能源结构支撑了中国经济的高速发展，但同时也对生态环境造成了严重的破坏。为了应对气候变化、保护环境和减少空气污染，国际环保机构自然资源保护协会 (Natural Resources Defense Council, NRDC) 作为课题协调单位，与包括政府智库、科研院所和行业协会等 20 多家有影响力的机构合作，于 2013 年 10 月共同启动了“中国煤炭消费总量控制方案和政策研究”项目，为设定全国煤炭消费总量控制目标、实施路线图和行动计划提供政策建议和可操作措施，帮助中国实现资源节约、环境保护、气候变化与经济可持续发展的多重目标。

报告研究成员：

国家发改委能源研究所：戴彦德、田智宇、符冠云、裴庆冰
华北电力大学：袁家海、张为荣、张凯、王杨、雷祺
中国水泥协会：曾学敏、范永斌、高旭东、陈柏林
中国钢铁工业协会发展与科技环保部：黄导、陈丽云、张临峰
冶金科技发展中心：陈瑜
冶金清洁生产中心：杨晓东、彭杰、刘锟
中国煤炭科学研究总院：吴立新、李鑫、孙博超、史越瑶、焦静
中国煤炭加工利用协会：阮立军、杨芊
中国建筑科学研究总院：张时聪、杨芯岩
北京交通大学：刘菁
中国社会科学院：张莹
对外经贸大学：王蓓
环保部环境规划院：陈潇君
山西煤控课题组：袁进、秦艳、王恒康、曹海霞

内蒙古煤控课题组：赵海东、杨志坚、张学刚、张阳
河南煤控课题组：钱发军、任杰、张中霞、李双权
山东煤控课题组：周勇、刘传庚、邵波、范晓旭
武汉煤控课题组：项定先、卢腾飞、王贲、杨武
淄博煤控课题组：吴宗杰、董会忠、盛科荣、蒋兵
西安煤控课题组：谢宏皓、潘洁、车得福、杜勇博
中国煤控项目散煤治理课题组
中国煤控项目大气治理课题组

报告制图：

姚怡亭、冯晓畅、杨小雨

感谢自然资源保护协会杨富强、林明彻、陈炯、郑平、康俊杰对报告的审阅和宝贵意见

前言

中国煤炭消费总量控制与研究项目（下称中国煤控项目）的“十三五”煤控建议目标是将 2020 年煤炭占一次能源消耗的比重从 2015 年的 64% 降低到 55% 以下，并且把煤炭消费总量控制在 35 亿吨（25.1 亿吨标煤）。严守全国和地区生态环境资源红线约束，综合利用市场机制和行政手段等措施，采取具有协同效应的方法，努力推动煤炭消费利用的减量化、替代化和清洁化。高效低成本地达到改善生态环境、保护公众身体健康、节约资源和实现气候变化 2°C 温控等多重战略目标。

这一目标要比国家《能源发展“十三五”规划》提出的 58% 煤耗占比的约束性目标更严，更高。这是在科学研究的基础上设定的，目的是助力政府目标的完成和超额完成。

“十三五”开始，中国的经济发展由“高速增长”转向“高质量发展”，经济新常态步入新阶段，更加注重绿色发展和生态文明建设，为能源结构转型提供极为宝贵的战略机遇期。2013 年中国煤炭消费总量达峰以来，能源消费结构持续优化，煤炭利用效率明显提升，主要高耗能产品单耗水平持续下降，2013–2017 年煤炭消费减少了约 3.7 亿吨煤炭实物量，煤炭消费呈下降趋势。煤炭消费总量控制在保障经济持续稳健增长的同时，有力支撑了环境和生态的改善。2013 年以前，中国的年均 CO₂ 排放的增长率很高。2013–2017 年中国的 CO₂ 排放第一次进入波动平台期，这个转折表明，中国的经济步入低碳、绿色、可持续的发展阶段。

但是煤炭消费连续三年下降后，2017 年出现反弹，比 2016 年增加了 0.4%。特别是 2018 年上半年，随着用电需求的反弹，发电用煤量快速增长，加上部分新型煤化工项目投产，煤炭消费增长进一步提高。尽管目前煤炭消耗量没有恢复到 2013 年的峰值，但目前呈现的反弹趋势对下一步的能源转型、环境治理和碳减排提出了严峻的挑战。2017 年和 2018 年的煤炭消费反弹说明摆脱依赖煤炭和减少煤炭消费的道路不是平坦和顺利的，“十三五”后期的工作尤其重要，需要我们做出更多的努力和投入，促使煤炭消费在下降的通道上。

2018 年是“十三五”承上启下的关键年，是落实“十九大”各项目标任务的开局之年，是“三大攻坚战”目标实现的决胜年。本报告对国家“十三五”相关规划的完成情况（第一章第一节、第二章、第三章）和中国煤控项目所选取的重点部门和地方试点煤控进展（第四章、第五章、第六章）进行客观中期评估，总结行之有效的经验方法，针对近两年煤耗反弹形势，分析存在的问题和差距，厘清实施过程中的关键难题，对“十三五”后期煤控目标的推进和落实提出针对性的建议（第七章）。这对实现 2020 年各项约束性指标和打赢“蓝天保卫战”有重大意义，为“十四五”发展规划目标的制定提供重要的信息和借鉴，为 2020–2030 年可持续发展夯实基础。

除《企业家第一课》、《企业家功成堂》外，其他公众号分享本期资料的，均属于**抄袭**！
邀请各位读者朋友尊重劳动成果，关注搜索正版号：[《企业家第一课》](#)、[《企业家功成堂》](#)

谢谢观看！

企业家第一课，专注做最纯粹的知识共享平台



关注官方微信
获取更多干货



加入知识共享平台
一次付费 一年干货

目 录

执行摘要	1
一. “十三五”煤炭消费总量控制助力国家经济和社会高质量发展	7
(一) 国家主要煤控指标完成情况	8
1. 煤炭消费总量控制助力实现和提前实现国家“十三五”能源发展规划目标和二氧化碳排放目标	8
2. 煤控促进大气治理第一阶段目标完成, “十三五”大气治理开端良好	10
3. 《打赢蓝天保卫战三年行动计划》启动	11
(二) 中国煤控项目煤控目标完成情况	12
1. 中国煤控项目“十三五”煤控目标	13
2. 2013 年煤炭消费达峰, 完成煤控项目“十三五”煤控目标任务艰巨	14
二. 重点部门煤控与供给侧结构性改革相互促进, 取得积极进展	15
(一) 行业“去产能”工作取得积极进展	16
1. 煤炭行业完成三年去产能 5 亿吨任务, 产量控制效果明显	16
2. 钢铁行业去产能完成有望超过 1.5 亿吨目标上线, 取得阶段性成果	19
3. 煤电产能过剩仍是电力发展的主要矛盾之一	21
4. 水泥行业还没有具体国家目标, 行业自发去产能	24
(二) 重点行业“去杠杆”工作扎实推进	26
1. 煤炭行业去杠杆稳步推进, 行业资产负债率逐年下降	26
2. 钢铁行业资产负债率明显下降, 但仍高于国际平均水平	28
(三) “降成本”工作取得一定成绩, 但仍面临较大压力	29
1. 能效利用水平的提高直接降低了企业的经营成本	29
2. 电力市场化交易对降低企业用电成本发挥了积极作用	31
3. 煤炭价格高位运行不利于降低实体经济运行成本	31
(四) 行业“补短板”取得明显成效	32
1. 煤炭行业	32
2. 电力行业	33
3. 钢铁行业	34
4. 水泥行业	37
5. 煤化工项目	40
6. 建筑部门	40

（五）全国房地产库存量开始出现下降趋势	41
三. 煤炭“去产能”对就业的影响正在得到妥善解决	43
（一）煤炭“去产能”对就业影响的评估	44
（二）煤炭“去产能”中就业安置问题的经验总结和困难梳理	45
1. 积累的重要经验	46
2. 面临的困难和挑战	48
（三）钢铁行业“去产能”在就业问题的处理	50
四. 重点耗煤部门发展现状和煤控进展评估	51
（一）重点耗煤部门发展现状与煤控指标分析	53
1. 煤炭行业	53
2. 钢铁行业	57
3. 水泥行业	63
4. 现代煤化工项目	67
5. 电力行业	72
6. 建筑领域	79
（二）重点部门煤耗量分析	82
1. 电力需求超预期增长拉动煤炭消费上升	83
2. 受取缔“地条钢”影响，粗钢实际产量和煤炭消费峰值推后	84
3. 水泥产量小幅增长，需要加强煤炭消费控制	84
4. 现代煤化工项目出现反弹势头，加剧煤炭消费增长压力	85
5. 建筑领域清洁取暖减少煤炭消费	85
五. 散煤治理情况	86
1. 散煤消费约 7.5 亿吨，2020 年力争减少散煤 2 亿吨	87
2. 2017 年散煤消费减量 6500 万吨	89
3. 2018 年散煤减量目标为 6000 万吨	90
4. 工业锅炉正向着大容量、高参数、高能效、低排放方向发展	91
5. 散煤减量的环境、健康、社会效益	93
6. 环保督查和经济政策更加有力	93
7. 散煤治理是大气污染防治的最大难点和重点	94

六. 重点地区煤控实施进展和成果分析	96
(一) 重点省份和地区煤煤控工作实际进展与成果	97
1. 河南目标: 降低煤耗比重, 担负中部经济新动力	97
2. 山西目标: 摆脱煤炭依赖, 当好能源革命排头兵	103
3. 山东目标: 加强控煤力度, 助力新旧动能早转换	109
4. 内蒙古: 摆脱煤炭依赖, 构筑祖国生态屏障	116
(二) 城市层面煤控实施进展与案例	120
1. 武汉目标: 完善控煤措施, 实现碳排放目标早达峰	120
2. 西安目标: 推动联防联控, 打赢汾渭“蓝天保卫战”	124
3. 淄博目标: 改变耗煤工业, 赢取环境经济双增长	129
(三) 汾渭平原: 治霾控煤新战场, 不赢蓝天誓不还	133
1. 现状: 大气污染物浓度不降反升, 控煤治霾迫在眉睫	133
2. 政策目标与工作重点	134
七. “十三五”中后期煤控形势展望和建议	136
(一) 完成煤控目标的挑战和问题	137
1. 电力消费与经济增长关系复杂化, 把握用电增长态势更加困难	137
2. 煤化工出现反弹势头, 加剧煤炭消费增长压力	138
3. 去产能未能达到预期的“控产量”和“压煤炭”效果	139
4. 产能过剩的根本矛盾仍然没有得到根本解决	139
5. 一些煤炭替代措施经济性差, 可能造成煤炭消费反弹	139
6. 设备开工不足、环保压力加大, 或抵消部分节能节煤效果	140
7. 需要关注重点行业重大项目建设影响	141
8. 一些地区和行业存在刺激能源需求增长的倾向	142
(二) 应对措施和建议	142
1. 控增量	142
2. 减存量	145
3. 抓节能	145
4. 促替代	146
5. 讲效果	147
6. 重协同	148
7. 重地方	149
支撑报告	151
数据来源	152

图表索引

- 图 1-1. 2015-2020 年中国煤炭消费占比（单位：%）9
- 图 1-2. 2015-2020 年煤电供电煤耗（单位：克标煤 / 千瓦时）9
- 图 1-3. 2015-2018 年二氧化碳排放量（单位：万吨）9
- 图 1-4. 2017 年中国 PM_{2.5} 年均浓度分布及重点地区比较 11
- 图 1-5. 煤控目标分析的耦合模型示意图 13
- 图 1-6. 中国煤控项目煤炭消费情景分析 13
- 图 2-1. 2016-2017 各省煤炭行业实际去产能（万吨）18
- 图 2-2. 2016-2018 年 10 月钢铁行业各省实际去产能（万吨）20
- 图 2-3. 钢铁行业产能利用率 21
- 图 2-4. 全国煤电过剩规模分布（万千瓦）23
- 图 2-5. 全部机组利用小时数与火电机组利用小时数趋势图 24
- 图 2-6. 2017-2020 年水泥行业去产能计划（万吨）25
- 图 2-7. 全国工业企业平均和煤炭开采及洗选业资产负债率 27
- 图 2-8. 秦皇岛 Q5500 煤炭价格 31
- 图 2-9. 钢铁行业大气污染物现行标准与超低排放浓度限值 35
- 图 2-10. 全国房地产开发企业住宅库存量 42
- 图 3-1. 1998-2016 年煤炭开采与洗选行业城镇单位就业规模变化趋势 44
- 图 4-1. 2017 年重点部门煤耗在总煤耗中的占比 52
- 图 4-2. 煤矿数量 54
- 图 4-3. 大型煤矿产量占比 54
- 图 4-4. 大型煤炭基地产量占比 54
- 图 4-5. 煤矿安全生产事故死亡人数对比 56
- 图 4-6. 科学产能占比 56
- 图 4-7. 2000-2017 年中国主要钢铁产品产量及变化趋势 57
- 图 4-8. 2000-2017 年中国钢材进出口量变化情况 58
- 图 4-9. 2001-2017 年中国粗钢表观消费量变化情况 59
- 图 4-10. 2010-2017 年钢铁企业废钢消耗及废钢单耗情况 63
- 图 4-11. 水泥消费平台期 64
- 图 4-12. 水泥价格走势 64
- 图 4-13. 水泥行业利润 65
- 图 4-14. 2017 年年煤制油项目产能布局 67
- 图 4-15. 2017 年年煤制气项目产能布局 68
- 图 4-16. 2017 年煤制烯烃项目产能布局 68
- 图 4-17. 2017 年煤制乙二醇项目产能布局 69
- 图 4-18. 新型煤化工项目平均水耗 71
- 图 4-19. 新型煤化工项目平均煤耗 72
- 图 4-20. 2020 年预期各类电源装机情况 73
- 图 4-21. 煤电利用小时数 74
- 图 4-22. 十三五装机目标完成情况 77
- 图 4-23. 煤耗下降趋势 78
- 图 4-24. 历年弃风率变化情况 79
- 图 4-25. 2017 年重点省份弃风、弃光情况 79
- 图 4-26. 2020 年重点行业煤控目标 82
- 图 5-1. 2020 年散煤治理目标及路径 88
- 图 5-2. 2016 年和 2017 年第四季度 PM_{2.5} 浓度对比图 89
- 图 5-3. 2010-2016 年工业锅炉台数变化趋势 92
- 图 6-1. 2016 年河南分行业煤炭消费情况 100
- 图 6-2. 河南省电力结构与电力需求 100
- 图 6-3. 2020 年河南省电力结构预测 102
- 图 6-4. 2010-2017 年山西省煤炭消费总量与煤耗占比 104
- 图 6-5. 2013-2017 年山西省 PM_{2.5} 年均浓度与变化率 104
- 图 6-6. 2016 年山西分行业煤炭消费情况 106
- 图 6-7. 2017 年山西发电结构 107
- 图 6-8. 山西省火电装机与利用小时数 107
- 图 6-9. 山东省煤炭消费情况 110
- 图 6-10. 2017 年山东省电力装机结构 114
- 图 6-11. 内蒙古煤炭生产与消费情况 116
- 图 6-12. 武汉市 2015-2017 年煤耗行业企业和设备削减情况 121
- 图 6-13. 西安市煤炭消费总量与规模以上工业消费量（万吨）125
- 图 6-14. 西安市 2013-2017 年大气污染物浓度基本情况 126
- 图 6-15. 淄博市煤炭消费和空气质量情况 2013-2017 129
- 图 6-16. 2017 年淄博分行业煤炭消费情况 130
- 图 6-17. 汾渭平原 11 个重点城市 133
- 图 7-1. 负荷变化对于煤电机组煤耗的影响 140
- 图 7-2. “十三五”后期重大新建项目情况 141
- 图 7-3. “十三五”后期用电需求预测 143

表 1-1. 约束性节能强度指标、碳强度指标、非化石能源占比指标 (单位: %)	8	表 6-1. 2011-2017 河南省煤炭消费与大气质量情况	98
表 1-2. “十三五” 大气治理政策目标中期进度和 “十三五” 空气治理目标	12	表 6-2. 河南省煤控与大气目标	99
表 2-1. 重点统计钢铁企业 2014 年 -2018 年 (1-6 月) 工序能耗	30	表 6-3. 河南省 “十三五” 期间煤控与大气治理主要政策	99
表 2-2. 不同国家地区钢铁烧结烟气生产排放标准比较	36	表 6-4. 山西省煤控与大气目标	105
表 2-3. 全国水泥窑协同处置企业数量和能力	38	表 6-5. 山西省 “十三五” 期间煤控与大气治理主要政策	105
表 2-4. 水泥厂绿色建筑指标体系	39	表 6-6. 山东省政府煤控与空气质量目标	111
表 4-1. 煤炭行业 “十三五” 煤控相关指标完成情况及预测	55	表 6-7. 山东省 “十三五” 期间煤控与大气治理主要政策	111
表 4-2. 钢铁行业 “十三五” 煤控相关指标完成情况及预测	60	表 6-8. 山东省煤控与大气目标	112
表 4-3. 钢铁工业调整升级规划 (2016-2020) 煤控相关指标完成情况及预测	60	表 6-9. 内蒙古 “十三五” 期间煤炭生产与消费目标	117
表 4-4. 2011-2017 年重点统计企业固体废弃物综合利用率	61	表 6-10. 内蒙古 “十三五” 期间煤控与生态环境治理主要政策	118
表 4-5. 国内钢企与国际先进钢企主要废气污染物排放因子	61	表 6-11. 内蒙古煤化工项目情况	120
表 4-6. 不同国家地区钢铁烧结烟气生产排放标准比较	62	表 6-12. 武汉市能源目标设置	123
表 4-7. 水泥行业煤控相关指标完成情况及预测	66	表 6-13. 武汉市大气污染控制目标	123
表 4-8. 现代煤化工煤控相关指标完成情况及预测	70	表 6-14. 西安市 “十三五” 期间能源相关目标	126
表 4-9. 电力供应能力评估	73	表 6-15. 西安市 “十三五” 期间大气治理相关目标	127
表 4-10. 电力工业煤控相关指标完成情况及预测	76	表 6-16. 淄博市 “十三五” 期间能源与 PM _{2.5} 目标	131
表 5-1. 2017 年我国部分省市燃煤工业锅炉淘汰量梳理	91	表 6-17. “ 十三五” 期间国家对汾渭平原 11 城的相关要求和目标	135
		表 7-1. 煤化工 2015 年和 2020 年产能	138
		表 7-2. 2020 国家政策目标和中国煤控项目煤控情景的具体指标	148

执行摘要

一. 煤炭消费总量控制助力国家经济和社会高质量发展

2013 年中国煤炭消费达峰，2013-2017 年煤炭消费实物量减少约 3.7 亿吨，下降 8.3%。能源结构持续优化、主要耗能产品水平不断下降，能源利用效率明显提升。全国许多地区，特别是经济发达和传统煤炭消费量较多的地方，煤炭消费增长趋势得到遏制并有明显下降。

从“十三五”前半期国家各项能源规划目标的完成情况来看，煤控政策有力地支持了环境和生态的改善。2015-2017 年，一次能源消费的总量增长仅相当于“十三五”增量控制目标 7 亿吨的 27%；单位 GDP 能耗累计下降了 8.5%，已经完成节能强度下降 15% 目标的一半以上。2017 年，煤炭占一次能源消费总量比重从 2015 年 64% 下降到 60.4%；现役煤电平均供电煤耗降至 309 克标煤 / 千瓦时，超过国家设定的 2020 年煤电平均供电煤耗下降到每千瓦时 310 克标准煤以下的目标；碳排放强度累计下降已完成“十三五”碳强度比 2015 年下降 18% 目标的一半。《“十三五”能源发展规划》中煤炭占比 58% 的约束性目标超额完成已成定局。煤炭消费量和 PM_{2.5} 的浓度密切相关，煤炭消费的减量、替代、清洁利用从源头上对《大气十条》空气质量改善目标的超额完成做出了重要贡献。相比 2013 年，2017 年全国 338 城市 PM₁₀ 浓度平均下降 22.7%，京津冀、长三角和珠三角 PM_{2.5} 浓度分别下降了 39.6%、34.3% 和 27.7%，超额完成《大气十条》预定目标。中国 CO₂ 排放总量自 2013 年后第一次出现下降，2014-2018 年进入碳排放波动平台期，五年的碳排放增量之和约为零，这对中国的碳排放是极其重要的转折点。

综上所述，中国的经济发展已从高污染、高碳排放量、高投入、低效率的阶段步入绿色、低碳和高质量的可持续发展的阶段。

二. 煤炭消费减量、替代、清洁发展的经验总结

1. 强化重点部门煤控的管理，是实现煤控目标的关键。

控制煤炭消费总量，核心在于控制重点耗煤部门的煤炭消费总量。重点用能部门是煤控工作的主战场，也是供给侧结构性改革的重要着力点。“十三五”时期，虽然国家对重点部门没有制定煤炭消费总量控制目标，但是煤控项目设置了重点耗煤部门的定量煤控目标。“十三五”前期，中国政府把供给侧结构性改革作为经济工作的主线，针对煤炭、钢铁、电力等重点行业，出台了“三去一降一补”各项政策措施，而且在行业发展规划中，制定了能效提升、污染物减排、节水、结构调整等具体约束目标。这些措施与煤控的减量、清洁、替代三大实现途径相辅相成，相互促进。化解过剩产能与能效提升促进了煤炭利用减量化，用能结构的调整实现了煤炭利用的替代化，污染物减排的要求推动了煤炭利用清洁化。

从重点行业供给侧结构性改革取得的进展来看，煤炭和钢铁行业超额完成三年去产能任务，行业资产负债率水平持续降低，改善了企业经济效益和实现了市场供需平衡。电力、钢铁、水泥、煤化工项目通过能效的不断改进降低了企业经营成本。重点部门的安全、环保、绿色发展水平不断提高，单位产品能耗、水耗、污染物和碳排放持续下降，“补短板”取得明显成效。这些进展对提升行业的能效水平与增强竞争力打下了坚实的基础。

2016 年下半年以来，国内经济回暖，去产能改善了行业的经济效益，与此同时，高耗能行业的产量和煤耗出现反弹。2018 年煤炭消费量更是明显上升，前三季度煤炭消费比去年同期增长 3%，增加了大约 5000 万吨煤炭。煤炭消费出现反弹的主要贡献来自于电力部门、现代煤化工部门等重点领域和部门。经课题组核算，2018 年全年煤炭消费将比上年增长约 4000 万吨，增速约为 1.2% 以上。因此需要继续深化供给侧结构性改革，下决心扭转这种反弹势头。煤控项目要因时而动，对重点耗煤部门的控制指标做适当调整，更好地指导具体工作的开展。

2. 实施重点地区煤炭消费总量控制措施，加速地方经济转型

重点地区的煤炭消费减量替代和清洁利用对大气污染防治行动目标的超额完成起到了积极作用，是能源和经济转型的推动力。中国煤控项目在 2015 年起陆续在省级与市级层面开展研究，先后在大气污染重点防治区域的山东（煤炭消费第一大省）、内蒙（煤炭生产第一大省，煤炭消费第二大省）、山西（煤炭生产第二大省、煤炭消费第三大省）、

河南（煤炭消费第六大省）四个省份和武汉（碳达峰示范城市）、西安（汾渭平原重点省会城市）、淄博（耗煤工业聚集地）三个城市建立合作，协助地方组织煤控研究队伍，开展研究能力建设和全国及其他地区的煤控工作经验交流；在研究中综合分析了各地方的资源、生态、环境红线约束，确定了煤炭消费及生产控制目标、碳排放情景分析的峰值年，及排放量和煤控实施方案。

这些研究作为当地的煤控政策出台和实施及时提供了前瞻性、实效性和可实施的研究和政策建议方案，助力“四省三市”在政府“十三五”前半期的煤控工作取得进展和成效。中国煤控项目开展工作的所有地区，均于2017年前后相继制定了2020年煤炭削减量和煤耗占比目标，这是煤炭消费总量控制在地方实践的第一步。一些地方合作伙伴在煤控措施和方案研究上起步早，获得较成熟的研究成果，并提交给相关部门。西安和武汉的煤控课题组提交的2017年煤控目标和策略被采纳，写入政府文件。河南煤控课题组参与了《河南省“十三五”煤炭消费总量控制工作方案》的讨论与制定，并向有关主管部门提出到2020年比2015年减煤从10%提高到15%（多减少1200万吨煤炭）的煤控目标与省辖市、省管县的煤控目标分配方案。中国煤控项目各地方课题组为“四省三市”研究设定了2020年的发展目标，希望通过典型的省、市和区域试点获取普适经验，为全国能源转型提供自下而上的解决方案。

内蒙：避免煤炭独秀，构筑中华生态绿屏障

山西：摆脱煤炭依赖，当好能源革命排头兵

河南：降低煤耗比重，担负中部经济新动力

山东：加强控煤力度，助力新旧动能快转换

武汉：完善控煤措施，实现碳排目标早达峰

西安：推动联防联控，打赢汾渭蓝天保卫战

淄博：改变耗煤工业，获取环保经济双增长

汾渭平原：治霾控煤新战场，不赢蓝天誓不休

各个地方因为情况和发展需求不同，煤控进度有先后，要合力完成全国“十三五”煤控目标，同时打赢蓝天保卫战，在“十三五”中后期的挑战和压力不小，需要认真研究各地的煤控实施方案，推动落地，讲求成效。全国2020年煤耗占比58%以下，比2015年煤耗占比63.7%下降了5.7个百分点。四省三市煤耗占比高，2020年煤耗占比要在2015年的基础上比全国的占比目标多降低3个百分点。

3. 散煤治理在煤炭消费总量控制和大气污染治理中的作用愈加凸显

2013年以来，随着大气污染防治工作的推进，散煤被提上了重要的议事日程。从散煤消费的分布和构成来看，课题组研究调研后提出，我国散煤消费总量约为7.5亿吨，约占全国煤炭消费的20%，主要集中在工业和民用两大领域。其中工业领域的散煤消费主要来自落后产能和小型供热锅炉，以及量大面广的建材小窑炉；民用散煤总量约2亿多吨，其中超过90%来自北方地区农村居民冬季取暖、炊事。从散煤对环境影响的特征来看，1吨散煤的大气污染物排放量是1吨电煤的10-15倍。这些特点决定了散煤治理不仅是煤炭消费总量控制和大气污染防治的重点和难点，也是能源转型最基本的任务。中国煤控项目2020年散煤消费削减量目标为2亿吨煤炭实物量。

近年来，散煤治理逐年加码，尤其是2016-2017年《大气十条》的攻坚阶段，力度前所未有。2017年民用“电代煤”和“气代煤”约600万户，减少散煤消费近2000万吨；基本完成地级及以上城市建成区燃煤小锅炉淘汰，累计淘汰城市建成区10蒸吨以下燃煤小锅炉20余万台，再加上“禁煤区”或“禁燃区”的政策要求，散烧煤消费量的下降非常明显。2017年，在电力、钢铁、煤化工等重点行业煤耗上升的同时，散烧煤逆势减量约6500万吨，使得煤炭消费总量以0.4%的增长实现软着陆。“散乱污”企业整治、散煤清洁化替代对2017年京津冀地区PM_{2.5}平均浓度下降分别贡献了27%和21%。2017年11月-2018年3月北京市冬春季PM_{2.5}浓度大幅降低，散煤治理贡献率达40%左右。

总体而言，2017 年和 2018 年，重点区域散煤治理一刀切的政策得到了一定程度的矫正，在“双替代”的基础上强调因地制宜，宜电则电、宜气则气、宜煤则煤、宜热则热；农村清洁取暖工作破题，但经济性差异难点问题尚未解决、清洁能源的冬季供应短缺问题突出；散乱污企业整治和工业小锅炉淘汰工作初见成效，但仍须加大力度，疏堵结合，避免散煤复烧；环保督查新常态有待进一步下沉，为下一步的散煤治理的成效提供保障；散煤治理工作仍然依赖政府补贴，而补贴时效和退出机制或成本分摊的长效机制有待进一步明确。《打赢蓝天保卫战三年行动计划》明确了“十三五”中后期大气污染防治的作战思路和目标，散煤治理仍是重中之重。2018 年要减少散煤 6000 万吨。随着工作的推进，散煤治理将逐步迈向深水区，并在重重阻力中砥砺前行。2019 年散煤减少 4000 万吨以上，2020 年减少 3500 万吨以上，实现“十三五”减少 2 亿吨散煤的目标。

三. 实现煤控目标面临的挑战、可行性与对策建议

1. 完成煤控目标的挑战

减少煤炭消费、摆脱煤炭依赖的道路并不平坦和顺利。2014-2016 年，煤炭消费连续三年下降后，在 2017 年出现反弹，比 2016 年上升了 0.4%。特别是 2018 年上半年，随着用电需求超预期增长，部分现代煤化工项目陆续投产，以及钢铁、建材等行业的耗煤量上升，全国煤炭消费总量估算在 39.2 亿吨左右。尽管 2018 年煤耗量还远低于 2013 年 42.44 吨的峰值，但这种反弹趋势对能源转型、环境治理和碳减排带来了严峻的挑战，要引起政府、企业和社会各界的警觉和积极采取应对措施。虽然 2017 年和 2018 年前 10 月全国 $PM_{2.5}$ 平均浓度整体下降明显，但要充分认识到 $PM_{2.5}$ 浓度水平超标问题依然严峻。2017 年全国 338 个地级及以上达标城市比例仅 29.3%。京津冀及周边地区、长三角以及汾渭平原区域性污染问题仍然突出，要达到世界卫生组织提出的空气质量一级浓度限制（ $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 的年均浓度分别为 10 和 20 微克/立方米）仍相差很大，需要国家和全社会尽快做出更多的努力和投入，为 2020-2030 年经济社会可持续、高质量发展夯实基础。

2. 完成煤控目标的可行性

在“十三五”后期，世界经济增长乏力，下滑的几率增长。在环境、空气污染治理和全球应对气候变化的压力下，煤炭消费的减量化和去煤化加速推进。中国经济的增长仍然处于“L”型，GDP 增长率持续在 6.5%-6.72% 之间；供给侧结构性改革继续推进，建设美丽中国要求生态环境检查监督不放松。

近年来固定资产投资增速放缓，消费增长保持稳定，从经济发展的驱动力来看，消费已经取代了投资成为第一要素，高耗能行业对经济增长贡献率快速下降，附加值高的新兴产业和服务业正在成为经济增长的主要动力。整体来看，在加快打赢蓝天保卫战背景下，伴随中国经济加快高质量转型，经济增长与能源需求进一步“脱钩”，中国煤炭消费并没有大幅反弹的经济基础和动力。

短时期内，重点部门煤炭消费主要受宏观政策、产品市场需求等因素影响，也与煤炭和其他能源品种之间替代竞争关系变化密切相关。同时，煤炭行业供给侧状况变化，也会对终端煤炭需求带来一定影响。虽然 2016 年下半年以来重点耗能行业效益水平有所回升，出现了煤炭消费小幅反弹，但是主要高耗能行业在供给侧改革的背景下会逐步实现减量化发展，产量从峰值平台期向下波动式降低，电力增长回归新常态，增长在 5%-5.5% 之间，煤炭消费下降的趋势性并没有改变。

3. 主要应对建议

“十三五”后期，面临着许多不确定性因素。认真总结“十三五”中期的经验和有效措施，针对新挑战的难点，提出以下主要应对措施建议，确保“十三”各项煤控指标的完成和超额完成。

1 控增量

1) 由于新旧动能转换和居民用电增长进入快车道，电气化与经济发展的关系日益密切，但 2018 年上半年的电力

高速增长不具备可持续性。即使 2020 年全社会用电量可能会高于“十三五”电力规划的预期，煤电过剩仍是电力行业发展的主要矛盾，目前仍有一些省份开始重启相当数量的停缓建项目。煤电停缓建不能全面放闸，供给侧结构性改革政策仍需定力，加强实施不动摇，避免造成新一轮得投资资金搁浅风险。

2) 近几年，在煤炭产能过剩、国际原油价格回升、天然气供需矛盾加大、基础化工原料供不应求等因素带动下，煤化工出现反弹势头，加剧煤炭消费增长压力。预计在“十四五”时期，还会有大批煤化工项目投入运行，这将极大抵消全国压减煤炭的工作效果。而煤化工项目高耗能、高耗水、高污染、高碳排，煤化工产业快速发展与地区生态环境保护的矛盾极为突出。要充分考虑市场需求，以水定产，补足短板，讲求经济性，谨慎审批新的煤化工项目，防止一些煤制化学品产业出现产能过剩，暂停审批煤制燃料项目（煤制油、煤制气）。在 2020 年，煤电和煤化工耗煤量分别限制在 13.3 亿吨和 1.4 亿吨标煤以下。

2 减存量

1) 继续推进煤电去产能。2017 年全国煤电平均利用小时数只有 4289 小时 2018 年增加 150 小时左右，但仍远低于 5000 小时的正常水平。淘汰煤电产能煤电去产能是一项重要、迫切但又要坚持的系统工程，关键在落实。去产能执行靠地方，而阻力也主要来自地方。煤电去产能要“自上而下”形成政策合力和压力的同时，还需要“自下而上”因势利导培育动力，从地方来推动去产能。

2) 主要传统高耗能产业的产能过剩矛盾还没有得到根本解决，去产能也未能达到预期的既“压产量”也“压煤耗”效果，建议在提前完成“十三五”时期钢铁、煤炭去产能目标的基础上，及时调整制定更高的目标任务。扩大去产能覆盖范围，纳入建材、化工、石化和有色金属等主要耗能行业。改变单纯依靠行政手段去产能方式，鼓励跨省之间采用市场交易方式进行产能置换和交易。

3) 在中国出口的商品中，包括了许多高耗能产品，例如 2017 年出口约 7500 多万吨钢，以及有色金属、陶瓷、玻璃等。可以酌情减少高耗能产品出口量，减少对中国自身的能源消耗和环境污染。

4) 除了对钢铁的煤耗量进行调整外，其余的高耗煤产业达到煤控目标。

3 抓节能

1) 应再次强调节能是第一能源。我国长时期处于能源供应短缺的局面，节能受到重视。在新的能源供应充裕的情况下，如何开展有效的节能活动，是一重大的挑战。近两年大量环保设备的运行客观上增加了企业能耗，在一定程度上抵消了能效提升带来的节能和节煤效果。但是环保设备也有节能的潜力，要继续努力以国际领先水平为标杆，从工艺节能、管理节能等方面继续深挖潜力，探索技术改造措施和节能管理方法适应当前的环保需求。鼓励公众参与资源节约活动。

2) 目前国内新增电力需求由高耗能部门到新兴制造业、第三产业和居民生活领域，未来可能出现电力峰谷差拉大、供给不足等问题，对全社会煤炭减量替代带来负面影响。要强化用电的需求侧管理措施，动员全社会节电，制定各行业的节电指标，推动电力的节约、高效、有序、智能利用。

3) 中国北方地区电力、钢铁、石化等行业低品位余热资源高达 3 亿吨标准煤，超过北方城镇集中采暖的总用能需求，但是现在没有充分发挥其清洁取暖的作用，需要打破行业和企业壁垒，深度挖掘跨部门、跨区域工业余热等低成本清洁取暖潜力。建筑部门是除工业以外的最大节能潜力部门，继续完善阶梯电价和峰谷电价，在商业建筑和旅馆可以推行电力消费供应额度措施，奖少罚多。

4 促替代

1) 加快推行存量煤电机组灵活性改造和建设可再生能源输送电网，深入探索可再生能源电力调度机制的创新和电力市场化改革的实施。推进配额制，提高可再生能源消纳入网能力。实施绿色经济调度，优先安排清洁、高效的电源发电。加强电改力度，提高区域性电力调度和分布式可再生能源在配电网改革中的作用。加快煤电行业碳市场的建立和运行，力争实现“十三五”后三年煤电发电量零增长。

2) 中国京津冀、长三角、珠三角以及山东、河南、安徽等省占全国煤炭消费总量的 50% 以上，也是中国煤炭减量替代的重点地区。要加快跨区输电基础设施建设，鼓励东部受端地区采取长期协议、共同投资、兼并重组等多种方式与西部清洁能源大省加强合作，提升东部地区外送清洁电力的规模和保障能力。

3) 2017 年，北方很多地区在推行清洁采暖过程中，许多地方政府把“煤改气”作为“一把手”工程，逐级强化目标任务，是造成局部地区“气荒”问题突出，企业燃气和居民采暖负担明显加大。加快天然气价格改革和储气调峰能力建设，确保“煤改气”推得开用得起。

4) 中国能源开发的投资重点，要转到可再生能源、天然气、储能等领域。搭理推广电气化和可再生能源在电力和热力上的比重以至完全替代。

5 讲效果

1) 部分地区受经济下行压力加大影响，部分地区存在刺激能源需求增长的倾向，片面追求能源就地转化，不仅可能加剧高耗能行业产能过剩，还可能影响全国煤炭减量替代进程。强化能源“双控”和煤控目标约束，避免出台刺激煤炭和石油消费大力增加的政策。

2) “十三五”初期，能源“双控”和煤炭消费减量替代目标被分解到地区层面，主要采取目标责任考核等进行落实。随着各地的发展，出现了约束性目标过于严格和过于宽松等问题。建议以煤炭为重点，完善跨区域、跨行业用能权交易机制，在满足地方合理用能增长需求的同时，实现行业和地区之间能源资源高效配置，避免“十三五”期末出现依靠拉闸限电、错峰关停来保障目标实现的现象。

3) “十三五”后期还有很多重大建设项目需要开发，有的对煤炭消费带来直接影响，有的加剧用电用热的增长压力，对煤炭消费带来间接影响。要确保重大耗能项目建设符合国家产业规划、节能环保标准和生态红线要求，并对其进行全过程监管，确保煤耗在总量目标的控制范围内。

6 重协同

煤炭消费总量控制与空气质量改善、生态环境保护、CO₂ 减排和公众身体健康关系密切，相互促进和约束，协同效益显著。在当前要以改善空气质量为先导，以 CO₂ 排放为约束，促进煤炭消费下降。充分依靠和发挥生态环境部在环境、生态和气候变化的政府规划、政策出台、监管和督查的功能，扩大协同处理能力，取得最优的协同效益，加大对煤炭消费的约束和压力。

后两年的大气污染治理工作要从重点治理 PM_{2.5} 转向 PM_{2.5} 和臭氧 (O₃) 的协同治理，以及 VOCs 与 NO_x 的协同减排，同时增加汞和空气氨氮等总量控制指标，全国层面提高工业锅炉脱硫、脱硝、脱汞设施的覆盖率。

充分利用金融工具，提高节能、可再生能源、天然气和化石燃料清洁技术利用的绿色金融支持，逐步明显地减少对化石能源能源的投资。这既有利于我国的经济和能源转型，减少对化石能源的依赖，提高清洁低碳能源独立，也有利于从长远上降低投资搁浅，防范金融风险。



“十三五”煤炭消费总量控制助力国家
经济和社会高质量发展

(一) 国家主要煤控指标完成情况

1. 煤炭消费总量控制助力实现和提前实现国家“十三五”能源发展规划目标和二氧化碳排放目标

从“十三五”目标完成进展看，2015-2017 年，中国一次能源消费总量增长了 1.9 亿吨标准煤，仅相当于“十三五”增量控制目标的 27%；单位 GDP 能耗累计下降 8.5%，对比 2020 年万元国内生产总值能耗比 2015 年下降 15% 的目标，已经完成目标任务的 55%，预计“十三五”节能强度可以下降 17%，见表 1-1。2017 年全国煤炭占一次能源消费总量比重下降到 60.4%，2018 年上半年同比下降 1.3 个百分点，到 2020 年实现煤炭消费占比下降到 58% 以下的目标已成定局，预计 2020 年可以达到 56% 左右，见图 1-1。煤电发电效率的改进效果超出预期，2017 年，现役煤电机组平均供电煤耗降至 309 克标煤/千瓦时，提前完成规划目标，预计可以下降到 303 克标煤 /KWh 左右，见图 1-2。2016 年碳排放强度下降 6.6%¹，2017 年进一步下降 5.1%²，已完成“十三五”任务目标的一半，有望超额完成 2020 年二氧化碳强度下降 18% 的目标，达到 21%，见表 1-1。

《能源发展“十三五”规划》制定了到 2020 年，能源消费总量控制在 50 亿吨标准煤以内和单位国内生产总值能耗比 2015 年下降 15% 的“双控”目标，；要求届时煤炭占能源消费总量比重下降到 58% 以下，煤电平均供电煤耗下降到每千瓦时 310 克标准煤以下；单位国内生产总值二氧化碳排放比 2015 年下降 18%。

表 1-1. 约束性节能强度指标、碳强度指标、非化石能源占比指标 (单位：%)³

	2016	2017	2018 (预计)	2020 (预计)	政府目标 (年度 / 十三五)	煤控项目目 标 (年度 / 十三五)
节能强度 指标	5	3.7	3	17	3/15	3.9/18
碳强度指标	6.6	5.1	4.1	21	3.9/18	4.6/21
非化石能源 占比指标	12.7	13.75	14.07	15.3	15	15.7

注：节能和碳强度指标都基于 2015 年。

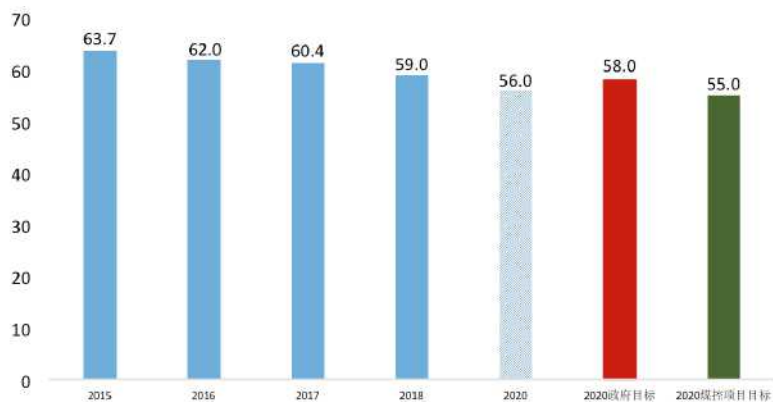


图 1-1. 2015-2020 年中国煤炭消费占比 (单位: %) ⁴

注: 2020 煤耗占比为估计值。

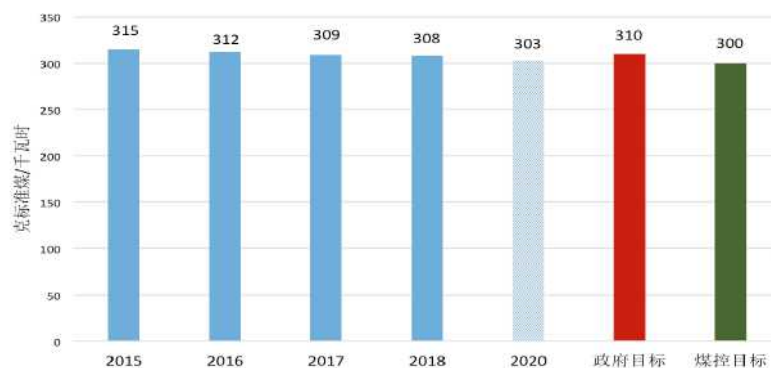


图 1-2. 2015-2020 年煤电供电煤耗 (单位: 克标煤 / 千瓦时) ⁵

注: 2020 煤电供应煤耗为估计值

更重要的是，中国 CO₂ 排放总量自 2013 年后第一次出现下降，并延续到 2016 年。尽管 2017 年和 2018 年 CO₂ 排放出现了反弹，但这五年处于排放波动平台期，五年 CO₂ 排放增量为零，见图 1-3。5 年期的 CO₂ 排放平台期揭示了重要的信息，中国的 CO₂ 排放速率远低于之前的各个时期。2013 年是一个重要的转折点，预示 CO₂ 排放峰值会提前到来。

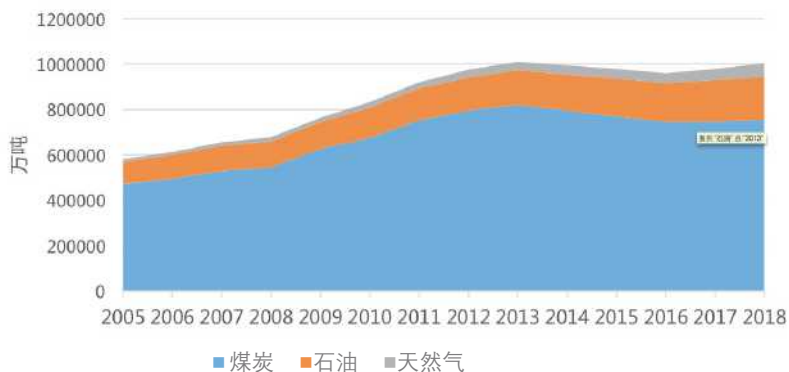


图 1-3. 2015-2018 年二氧化碳排放量 (单位: 万吨)

2. 煤控促进大气治理第一阶段目标完成，“十三五”大气治理开端良好

（1）完成《大气十条》煤控目标

从目标完成情况看，2017 与 2012 年相比，北京、天津、河北、山东都超额完成了煤炭消费减量替代目标任务，上海、江苏、浙江、珠三角地区不仅实现煤炭消费负增长目标要求，而且煤炭消费与 2012 年相比明显降低。煤炭消费减少，从源头的控制对 2017 年大气质量的改善和目标完成做出了重要的贡献。

（2）《大气十条》的空气质量改善目标超额完成

相比 2013 年，2017 年全国 338 城市 PM_{10} 浓度平均下降 22.7%，超额完成《大气十条》下降 10% 的预期目标。相比 2013 年，2017 年京津冀、长三角和珠三角 $PM_{2.5}$ 浓度分别下降了 39.6%、34.3% 和 27.7%，北京市 $PM_{2.5}$ 降至 58 微克/立方米，全面超额完成《大气十条》预期目标。

2013–2017 年间 74 个重点城市 $PM_{2.5}$ 年均浓度下降了 25 微克/立方米，重大减排工程、能源结构调整和产业结构调整各自贡献了 10、6.8 和 4.2 微克/立方米，分别占 40%、27% 和 17%。其中，燃煤锅炉整治、工业提标改造、电厂超低排放改造和扬尘综合治理是对 $PM_{2.5}$ 浓度改善效果较为显著的措施。

从重污染天数上看，相比 2013 年，2017 年全国 74 个重点城市重污染天气显著减少，大气重污染天数平均减少 22 天；京津冀从 75 天减少到 28 天，长三角从 21 天减少到 3 天，珠三角基本消除重污染天气。⁶

（3）煤控和空气质量改善协同效益显著

煤控从源头和末端治理展示了极强的空气污染治理和碳减排的协同效益，起到了事半功倍的作用，在 2014 年至 2018 年（1–6 月）期间，煤耗变化与 $PM_{2.5}$ 和 SO_2 、 NO_2 等主要污染物的相关性，尤其是对 $PM_{2.5}$ 和 SO_2 下降更为突出。除了抓源头减少煤耗意外，清洁利用煤炭的技术和减排设施的运行也发挥了作用。例如 2018 年 9 月，全国 65% 的电厂都安装了脱硫脱硝装置，达到超低排放。

2013 至 2017 年，全国二氧化硫、氮氧化物和一次细颗粒物排放量分别下降了 1493 万吨，561 万吨和 408 万吨，是历史上排放量下降最快的时期，降幅分别达到 59%、20% 和 29%。至 2017 年，全国二氧化硫排放量下降到 1000 万吨左右，城市二氧化硫浓度超标问题基本解决，颗粒物中硫酸盐浓度大幅下降。

尽管大气治理已经取得显著进展，但是 2017 年全国 338 个地级及以上达标城市比例仅 29.3%。2017 年全国、京津冀、长三角、汾渭平原分别是国家环境空气质量二级标准（35 微克/立方米）的 1.23 倍、1.83 倍、1.26 倍和 1.86 倍（见图 1-4）。

根据《大气污染防治行动计划》、《重点地区煤炭消费减量替代管理暂行办法》等，要求到 2017 年，北京市煤炭消费量比 2012 年减少 1300 万吨，天津市减少 1000 万吨，河北省减少 4000 万吨，山东省减少 2000 万吨，长三角和珠三角地区煤炭消费实现负增长。

2013 年国务院发布《大气污染防治行动计划》（以下简称大气十条）提出到 2017 年全国地级及以上城市可吸入颗粒物浓度比 2012 年下降 10% 以上，优良天数逐年提高，京津冀、长三角、珠三角等区域细颗粒物（ $PM_{2.5}$ ）浓度分别下降 25%、20%、15% 左右，其中北京市细颗粒物年均浓度控制在 60 微克/立方米左右。

京津冀及周边地区、长三角以及汾渭平原区域性污染问题仍然比较突出。与世界卫生组织公布的一级空气质量标准（10 微克 / 立方米）相比差距更大，大气治理任务依然严峻。

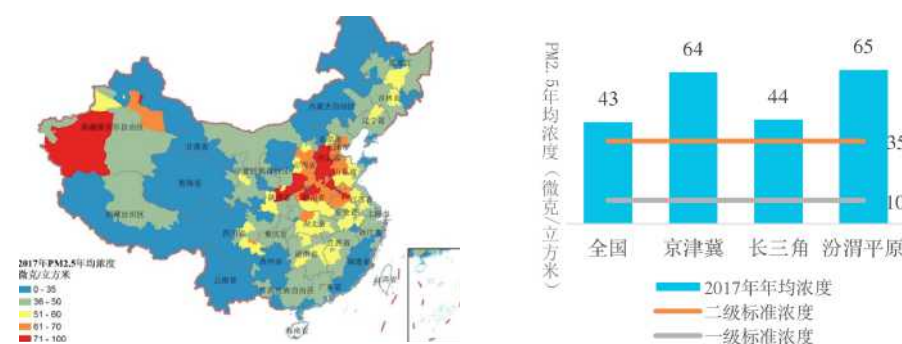


图 1-4. 2017 年中国 PM_{2.5} 年均浓度分布及重点地区比较

同时，过去两年里，全国 338 个城市的 NO₂ 和 O₃ 浓度不降反升，分别升高 3% 和 11%。尤其是在夏秋季 O₃ 已成为部分城市的首要污染物。2017 年，京津冀、长三角、珠三角区域 O₃ 浓度均超过国家二级标准。⁷ 除重点区域外，山东、河南、成渝等地也呈加重态势。

3. 《打赢蓝天保卫战三年行动计划》启动

2017 年超额完成《大气十条》治理目标后，为了进一步降低大气中颗粒物浓度，降低重污染天气，促进环境空气质量的总体改善，协同减少温室气体排放，增强人民蓝天幸福感，2018 年 7 月 3 日，国务院印发《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，2020 年环境空气质量和污染物排放总量目标与《“十三五”生态环境保护规划》保持一致，各省（区、市）目标与各自“十三五”环保规划等相一致。强调京津冀及周边地区、长三角地区、汾渭平原等区域为重点，持续实施以改善 PM_{2.5} 浓度为重点的大气污染防治行动，综合运用经济、法律、技术和必要的行政手段，以工业、重卡、散煤、扬尘为重点领域，大力调整优化产业结构、能源结构、运输结构和用地结构，强化区域联防联控，狠抓秋冬季污染治理，坚决打赢蓝天保卫战，实现环境效益、经济效益和社会效益多赢，推动经济社会高质量发展。

从 2016-2017 年煤控目标完成情况看，北京、天津、河北、山东、河南、上海、江苏等地区煤炭消费持续下降，基本完成“十三五”进度目标要求。但与 2016 年

相比，2017 年浙江、珠三角地区等煤炭消费不降反升，个别地区 2017 年当年煤炭消费增量甚至抵销了“十三五”前半期以来的煤炭消费减量成果。但是从整体上看，全国很多地方，特别是经济发达或者传统煤炭消费量比较多的地方，煤炭消费增长趋势得到了初步扭转。因此，在空气治理上应增加一条原则：空气质量只能改善，不得恶化。连续两年空气质量恶化的地方政府和企业要严肃督察问责。

表 1-2 是“十三五”大气治理政策目标以及过去两年目标至 2018 年（1-6 月）的实际完成进度。2017 年，338 个城市中有 217 个城市 $PM_{2.5}$ 未达标，占比 64.2%。其中以重点区域的京津冀和长三角来看，2017 年 $PM_{2.5}$ 平均浓度均比 2015 年下降 17%，《三年行动计划》要求 $PM_{2.5}$ 未达标地级及以上城市浓度比 2015 年下降 18% 以上，相比目标底线，已完成进度 94%。2017 年 338 个城市 $PM_{2.5}$ 浓度比 2015 年下降 12%，若全部按照下降 18% 的目标要求，现已完成目标进度 67%。以此来看，再经过三年的努力，预期能够完成“十三五” $PM_{2.5}$ 目标。势得到了初步扭转。

表 1-2. “十三五”大气治理政策目标中期进度和“十三五”空气治理目标

指标	2015 年	2017 年	2020 目标	〔累计〕	属性	完成进度
地级及以上城市空气质量优良天数比率（%）	76.7	78	>80	—	约束性	39%
地级及以上城市重度及以上污染天数比例下降（%）	3.2	2.6	2.4	〔25〕	预期性	75%
$PM_{2.5}$ 未达标地级及以上城市浓度下降（%）	—			〔18〕	约束性	
京津冀 $PM_{2.5}$ 浓度下降（%）	—	17		〔18〕		94%
长三角 $PM_{2.5}$ 浓度下降（%）	—	17		〔18〕		94%
全国 $PM_{2.5}$ 浓度下降（%）	—	14		〔18〕		67%

《打赢蓝天保卫战三年行动计划》（以下简称三年行动计划）提出经过 3 年努力，大幅减少主要大气污染物排放总量，协同减少温室气体排放，进一步明显降低 $PM_{2.5}$ 浓度，明显减少重污染天数，明显改善环境空气质量，明显增强人民的蓝天幸福感。

强调源头防治、标本兼治，以京津冀及周边地区、长三角地区、汾渭平原等区域为重点，持续开展大气污染防治行动。各地坚持空气质量不得恶化的原则。

重点区域继续实施煤炭消费总量控制。到 2020 年，全国煤炭占能源消费总量比重下降到 58% 以下；北京、天津、河北、山东、河南五省（直辖市）煤炭消费总量比 2015 年下降 10%，长三角地区下降 5%，汾渭平原实现负增长。

（二）中国煤控项目煤控目标完成情况

中国煤炭消费总量控制和研究项目（以下简称中国煤控项目）设定的目标是在科学研究的基础上设定的。一般来说，这些目标要比政府的目标更高一些，更严一些。中国煤控项目研究的目的是助力政府目标的完成和超额完成。其保障措

施的研究为决策部门提供参考；促进各界力量建言献策出力，加强实施力度。

1. 中国煤控项目“十三五”煤控目标

生态环境红线约束下的煤控耦合分析模型

中国煤炭消费总量控制研究项目（以下简称中国煤控项目）情景分析严守生态文明红线约束，以不同地区和不同部门空气质量、水资源、公众健康、土地利用和碳排放为红线约束条件，结合经济发展新常态的需求，耦合宏观经济的自上而下的模型、区域差异化的自下而上的模型和技术特点鲜明的部门模型，在不同的时期，选取最强的红线约束为煤控目标制定的底线，得出满足“水桶短板效应”的煤耗量作为全国的煤控目标，然后再分解到地方和部门（见图 1-5）。

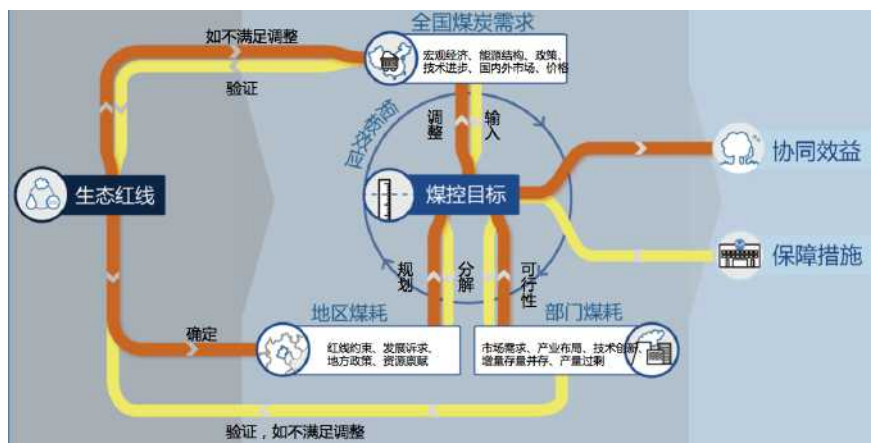


图 1-5. 煤控目标分析的耦合模型示意图

2020 年中国煤控项目煤控情景（见图 1-6）分析的结果概括为：在满足 2020 年全国地市及以上城市 $PM_{2.5}$ 年均值 45 微克 / 立方米左右，碳排放强度比 2005 年下降 50%，耗煤产业用水不超过 747 亿立方米等红线约束条件下，2020 年煤控（节能情景）的目标为 25.1 亿吨标煤（35 亿吨煤炭）；煤耗占比 55%；煤炭产量控制目标为 34 亿吨。此外“十三五”煤控项目设定了节能强度和碳强度目标比 2015 年分别下降 18% 和 21%。天然气和可再生能源占比分别达到 10.4% 和 15.7%。



图 1-6. 中国煤控项目煤炭消费情景分析

实现减煤目标不仅仅要在煤炭利用的本身上找潜力，也要在其他协同的综合目标的共同作用下支持减煤；减煤的主要途径有三条，煤炭减量化、清洁化利用和煤炭替代。“十三五”期间，通过煤炭减量化和资源高效利用，可以实现减煤目标 2.1875 亿吨标煤，占总减煤量的 72.9%；通过煤炭清洁化利用，可以实现减煤目标 0.296 亿吨标煤，占总减煤量的 9.9%；通过煤炭替代，可以实现减煤目标 0.296 亿吨标煤，占总减煤量的 9.9%。随着时间的推移，替代的作用和角色愈显重要。

煤控三大途径：减量化、替代和清洁化

2. 2013 年煤炭消费达峰， 完成煤控项目“十三五”煤控目标任务艰巨。

2013 年中国煤炭消费达到 42.4 亿吨峰值，2013-2017 年煤控效果显著，在一次能源消费总量增加了 3.2 亿吨标煤的情况下，煤炭消费累计减少 0.98 亿吨标煤（煤炭实物量 3.7 亿吨）。

煤耗连续三年下降后出现反弹，“再接再厉”，抑制煤耗反弹

2017 年在经济复苏的情况下，煤炭消费历经三连降后小幅上涨。根据国家统计局的资料初步核算，2017 年中国煤炭消费总量约为 38.7 亿吨，比 2016 年增加约 1400 万吨，增幅约 0.37%。虽然主要高耗能产品单耗水平普遍持续下降，但受经济新旧动能转换、供给侧结构性改革、完善统计方法等多种因素影响，2018 年全国煤炭消费继续反弹，经国家统计局初步核算，前三季度全国能源消费总量同比增长 3.4%，煤炭消费所占比重下降 1.3 个百分点。⁸ 根据煤炭工业协会的估算，2018 年前 9 个月，中国煤炭消费量约 28.75 亿吨，同比增加 8400 万吨，增长 3%。增长主要来自电力、钢铁、建材、化工等行业，其他行业，尤其是居民用煤明显下降。⁹ 经中国煤控课题组估算，若能源消费总量增长和结构变化趋势持续下去，2018 年全年煤炭消费将比上年增长约 4000 万吨，全年的煤耗约为 39.1 亿吨左右，增速约为 1.2%。煤炭消费占比 59%，比 2017 年降低 1.4%。煤炭产量 36.4 亿吨左右。

“十三五”后半期，持续大幅降低煤炭消费任务艰巨。到 2020 年，实现国家煤炭消费总量目标 41 亿吨（折合标煤约 29.3 亿吨），煤炭比重 58% 的国家规划目标没有悬念。预计煤耗占比 2020 年达到 56% 左右，但距煤控项目的目标有 1% 的差距；煤炭消费量会远低于 41 亿吨的国家目标，可能达到 37 亿吨。实现煤控项目提出的煤炭消费总量控制在 35 亿吨（折合标煤 25.1 亿吨）有 2 亿吨的差距。此外 2020 年实现国家制定的 15% 和 18% 的节能强度和碳强度下降目标可以超额完成，预计可以分别达到 17% 和 21%；与中国煤控项目提出的 18% 和 21% 目标基本一致。总之，完成煤控目标任务艰巨，对“十三五”期间能源转型、环境治理和碳减排提出了更严格的实施力度。

2017 年和 2018 年煤炭消费的反弹告诉我们，摆脱对煤炭的依赖和减少煤炭消费的过程不是平坦和顺利的，需要更多坚持不懈的努力和投入。总之，煤炭消费中长期下降的趋势不会逆转。即使与国家“十三五”煤耗控制在 41 亿吨相比，2013 年是煤炭消费的峰值年已是板上钉钉。

2

重点部门煤控与供给侧结构性改革相互促进，取得积极进展

“十三五”时期，虽然国家对重点部门没有制定煤炭消费总量控制目标，但是把供给侧结构性改革作为经济工作的主线，针对煤炭、钢铁、电力等重点行业，具体地推动了“三去一降一补”各项政策措施。在行业发展规划中，制定了能效提升、污染物减排、结构调整等具体约束目标。这些措施与煤控的减量、清洁、替代三大实现途径相辅相成，相互促进。化解过剩产能与能效提升促进了煤炭利用减量化，能源结构调整实现了煤炭利用的替代化、污染物减排推动了煤炭利用清洁化。

重点用能部门是供给侧结构性改革的主要着力点。随着供给侧结构性改革的深入推进，“三去一降一补”取得积极进展，工业企业的经营效益取得了明显改善，整体节能降耗水平不断提高，促进了行业转型升级的步伐，不仅为大气污染治理第一阶段目标（2013-2017）的完成作出了贡献，对于控制高耗能、高耗煤行业煤炭消费总量及碳排放产生了积极影响，为国家统筹推进“五位一体”建设起到了重要的推动作用。

（一）行业“去产能” 工作取得积极进展

1. 煤炭行业完成三年去产能 5 亿吨任务， 产量控制效果明显

去产能政策和措施：

《国发七号文》和《煤炭工业发展“十三五”规划》为“十三五”期间煤炭行业的去产能任务设定了总量目标。随后各相关部委通过发布部级政策对煤炭行业去产能措施进行了引导和强化，包括退出违法违规、落后过剩产能，压缩现有产能，严格控制新增产能，优化煤炭产能布局，提高优势地区煤炭产能等 5 项措施。并开展了淘汰落后、违法违规建设项目清理和联合执法专项行动，进行企业自查，地方核查。对专项稽查中发现的未停产停建煤矿，采取了多部门联合惩戒、通报、约谈等措施，督促有关企业和产煤地区立即停产停建。

煤炭去产能政策可大致分为两类，一类为对产能“永久性”的调控，主要是关闭和退出落后小煤矿和开采范围与自然保护、饮用水水源等区域重叠的煤矿，此类产能将被永久核销，不再具有供给能力；另一类为对产能“暂时性”的调控，主要指对全国所有生产煤矿安全年作业时间不超过 276 个工作日¹重新确定煤矿生产能

2016 年 2 月，国务院《关于煤炭行业化解过剩产能实现脱困发展的意见》（国发〔2016〕7 号文）提出，从 2016 年开始，用 3 至 5 年的时间，再退出产能 5 亿吨左右、减量重组 5 亿吨左右，较大幅度压缩煤炭产能，适度减少煤矿数量，煤炭行业过剩产能得到有效化解，市场供需基本平衡，产业结构得到优化，转型升级取得实质性进展。

2016 年 12 月，发改委、能源局《煤炭工业发展“十三五”规划》提出，到 2020 年化解淘汰过剩落后产能 8 亿吨，通过减量置换和优化布局增加先进产能 5 亿吨，煤矿数量控制在 6000 处左右，120 万吨/年及以上大型煤矿产量比重占 80% 以上，大型煤炭基地产量占 95% 以上。产业集中度进一步提高，煤炭企业数量 3000 家以内，5000 万吨级以上大型企业产量占 60% 以上。

¹ 安监总局发布《国家安全生产监督管理局国家煤矿安监局关于支持钢铁煤炭行业化解过剩产能实现脱困发展的意见》。主要重新核定煤矿生产能力，落实 276 天工作日以及加强超产监察力度等方面做出明确规定，提出停止新增产能煤矿的安全设施设计审查和产能核增工作、按照 276 天工作日制度重新核定生产能力、通过落实 276 天工作日制度严控超产等措施。

力。在此类政策下，煤矿的生产能力仍然存在，实际产量释放情况将根据煤炭市场变化，通过行政规定进行调节。

在控制新增产能方面，《国发七号文》提出，从 2016 年起 3 年内原则上停止审批新建煤矿项目、新增产能的技术改造项目和产能核增项目，确需新建煤矿的一律实施减量置换。随后国土部、发改委、能源局、煤监局等部委出台了相关政策，3 年内停止煤炭划定矿区范围审批，明确了如确需建设产能置换比例提升至 120%，110%，105%，要求各地建立煤炭产能置换指标交易平台，加快推进建设煤矿产能置换工作，明确规定了产能置换指标的计算比例和承诺比例。在政策指导下，煤炭行业市场化去产能措施稳步推进。

在优化布局和有序释放先进优势产能方面，发改委、能源局印发的《煤炭工业发展“十三五”规划》指出，全国煤炭开发总体布局是压缩东部、限制中部和东北、优化西部。在面临冬季取暖和迎峰度夏的用煤高峰期，根据市场供需情况，在确保安全的情况下适当增加先进产能的释放，有效保障供暖、供气 and 发电生产用煤。符合产能释放的主体包括中国煤炭工业协会评定的先进产能煤矿、国家煤矿安监局公布的一级安全质量标准化煤矿、各地向中国煤炭工业协会申报的安全高效煤矿等。

去产能完成情况和效果

“十三五”前半期，煤炭行业化解过剩产能工作取得的显著成果。通过对长期停建、缓建、未开工，资源枯竭和高硫高灰煤，灾害严重、安全开采条件差，长期亏损、资不抵债，不承担社会责任、长期欠缴税款和社会保障费用的落后产能和“僵尸”产能，按国家政策依法淘汰关停；通过重组整合，减少煤矿和主体数量，提高了行业集中度；对于新建项目，通过停止审批新建、新增产能的技术改造项目和产能核增项目和减量置换，新增项目得到了严格控制。全国来看，“2016 年，全国化解煤炭过剩产能 2.9 亿吨以上，超额完成 2.5 亿吨的年度目标任务。2017 年化解煤炭过剩产能 1.83 亿吨，超额完成 1.5 亿吨的年度目标任务。截至 2018 年 1-7 月，退出煤炭产能 8000 万吨左右，完成了三年退出 5 亿吨以上的任务。产能利用率从 2016 年的 59.5% 提高到 2018 年的 72.9%。2016-2017 各省煤实际去产能完成情况见图 2-1。

至 2018 年 9 月，现有的煤炭产能 40 亿吨，在建和扩建的产能 11 亿吨（已形成生产能力 3 亿吨左右），共计约 51 亿吨。2017 年产量 38.65 亿吨，产能利用率 76%。至 2017 年底，已关闭退出产能 5.4 亿吨，预计 2018 年达到 1.5 亿吨左右，到 2018 年底，化解过剩产能共约 7 亿吨。从当前的去产能速度估计，“十三五”煤炭行业去产能的目标可以完成。

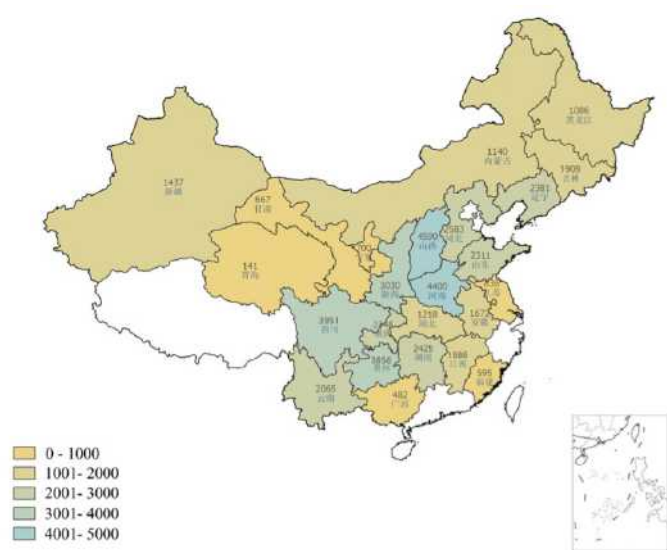


图 2-1. 2016-2017 各省煤炭行业实际去产能量（万吨）
数据来源：中国煤炭科学研究总院煤控课题组

煤炭去产能目标任务完成，煤炭科学产能优质化水平提升，产能利用率回归合理区间，煤炭市场供需实现基本平衡，煤炭价格出现了恢复性的回弹，对改善煤炭行业经营困境、提升企业效益水平发挥了重要作用，支撑了煤炭工业的平稳健康发展。

通过去产能的实施，煤炭生产布局优化，产业集中度进一步提高，大型现代化煤矿成为煤炭生产供应的主体。2017 年 14 个大型煤炭基地产量占比为 94.3%，煤炭生产中心越来越向优势资源集中。东部地区煤炭产量占比逐年下降，中部和东北地区煤炭产量有所限制，逐年缓慢下降，西部地区煤炭产量得到释放，产量逐年上升。山西、陕西、蒙西的产量占全国比例已经从 64% 提高到了 68%。落后风险高的产能淘汰后，安全系数上升。矿工死亡人数明显下降。表 * 列出“十三五”规划中产能化解、科学产能比例，如死亡人数等。

此外，煤炭去产能为防范经济失速风险发挥了重要作用。以山西为例，由于经济增长过度依赖煤炭及相关高耗能产业，在煤炭产能过剩情况下，2010-2016 年，山西经济增速由 13.9% 下滑到 4.5%，许多城市财政收入出现负增长。2016-2017 年，山西省完成煤炭去产能 4590 万吨，不仅没有造成经济持续下滑，反而促进了经济持续复苏。2016 年下半年山西开始逐步走出困境，2017 年上半年追平全国增速，第三季度经济增长超过全国平均水平，全年地区生产总值增长 7%，规模以上工业增加值增长 7%，一般公共预算收入增长 19.9%，超额完成经济社会发展各项预期目标。2018 年上半年，随着煤价的上涨，企业的经济经营状况进一步好转。

去产能政策实施后，主要煤炭净调出省份如晋陕蒙的煤炭产量有所上升，煤炭调出量也随之增加，一些煤炭净调入省份的区域煤炭供应呈现时间性的紧张。

2. 钢铁行业去产能完成有望超过 1.5 亿吨 目标上线，取得阶段性成果

2016年2月1日国务院印发《关于钢铁行业化解过剩产能实现脱困发展的意见》（国发〔2016〕6号文）明确了：在近年来淘汰落后钢铁产能的基础上，从2016年开始，用5年时间再压减粗钢产能1亿~1.5亿吨，行业兼并重组取得实质性进展，产业结构得到优化，资源利用效率明显提高，产能利用率趋于合理，产品质量和高端产品供给能力显著提升，企业经济效益好转，市场预期明显向好。

去产能政策和措施：

《国发六号文》为“十三五”期间钢铁行业的去产能任务明确了总量目标。随后各相关部委纷纷出台文件推动钢铁供给侧结构性改革，推动钢铁企业通过淘汰落后产能、严禁新增产能、严格执法监管，全面取缔“地条钢”、清理违法违规建设项目等行动和措施确保钢铁去产能顺利完成。

在化解过剩产能方面，一方面钢铁部门按照环保、能耗、质量、安全、技术等综合标准要求，达不到标准要求的钢铁产能依法依规退出。另一方面，通过完善激励机制，鼓励有条件的企业通过主动压减产能，兼并重组，转产搬迁等途径主动退出部分钢铁产能。

在环保方面，主要根据炼铁、炼钢、轧钢工序中的水污染排放、大气污染排放标准，全面调查钢铁行业环保情况，严格依法处置环保不达标的钢铁企业，进一步完善钢铁行业主要污染物在线监控体系，覆盖所有钢铁企业。此外钢铁行业执行新排污许可证制度后，严厉打击无证生产等违法行为。各省市方借此发证机会出台了更加严格的处罚措施，淘汰了一批环保不符合要求的钢铁企业。例如湖南省以及四川省成都市，对于没有获得排污许可的无证企业，下达了停产的文件，禁止企业无证排污行为。加大能源消耗执法检查力度，全面调查钢铁行业能源消耗情况，严格依法处置生产工序单位产品能源消耗不达标的钢铁企业。在能耗、质量、技术方面执行相关法律、法规，达不到强制标准要求的，依法查处并责令停产整改，在六个月内未整改或未达到整改要求的，依法关停退出。要求钢铁产能退出须拆除相应冶炼设备。具备拆除条件的应立即拆除；暂不具备拆除条件的设备，应立即断水、断电，拆除动力装置，封存冶炼设备，企业向社会公开承诺不再恢复生产，同时在省级人民政府或省级主管部门网站公示，接受社会监督，并限时拆除。

在严禁新增产能方面，严格执行《国务院关于化解产能严重过剩矛盾的指导意见》（国发〔2013〕41号），各地区、各部门不得以任何名义、任何方式备案新增产能的钢铁项目，各相关部门和机构不得办理土地供应、能评、环评审批和新增授信支持等相关业务。2018年1月出台了《钢铁行业产能置换实施办法》目的是在严控新增产能的基础上，减量置换，坚决不突破区域产能总量控目标的底线。明确了用于产能置换的冶炼设备必须在2016年上报的去产能方案清单内，2016年以后建成额合法合规冶炼设备也可以用于产能置换。但列入钢铁去产能任务的产能、享受奖补资金和政策支持的退出产能、“地条钢”产能、落后产能、在确认置换前已拆除主体设备的产能、铸造等废钢铁行业冶炼设备产能这6类产能不得用于置换。对京津冀、长三角、珠三角等环境敏感区域置换比例不低于1.25:1，其他地区实施减量置换。

在督导监察方面，经国务院同意，工信部、国家能源局、发改委、生态环境部、应急管理部、国家市场监督管理总局等部门组成十个督查组，从 2018 年 5 月 21 日至 2018 年 6 月 15 日，分赴包括天津、河北、山西、内蒙古、辽宁等 21 个省（区、市），开展 2017 年钢铁行业化解过剩产能、防范“地条钢”死灰复燃专项抽查和 2018 年工作部署情况督导检查，并于 6 月 22 日前总结上报抽查结果。此次抽查一方面是对钢企化解落后产能进行督查，严禁边减边增。另一方面，则是对“负面清单”中涉及“地条钢”地区进行抽查、举报平台中提及的地区与企业进行彻查。如对已取缔的“地条钢”生产企业进行回头看，查看是否存在死灰复燃、异地转移和“以停代关”的情况。在清缴“地条钢”方面，由于进一步明确省级负总责的责任制度，因此形成了区县初查、市级核查、国家督查等层层监督模式。另外，还通过利用卫星遥感技术监测钢铁行业去产能。对已化解过剩产能的企业和已取缔的“地条钢”企业持续开展卫星遥感监测，防止复产和死灰复燃。加强对钢铁企业建设等情况的卫星监测，健全相关部门有效沟通合作的工作机制，及时发现钢铁行业违法违规行为，提高对钢铁行业去产能监测的科学性和有效性。

去产能完成情况和效果：

“十三五”前半期，钢铁行业在去产能方面取得阶段性成果。产能削减量在 2016 年达到高峰，为 6500 万吨，2017 年在 2016 年基础上继续化解产能 5500 万吨，2018 年 1-7 月压减粗钢产能 2470 万吨，完成全年任务 3000 万吨的 80% 以上，“十三五”去产能任务将提前完成。2016-2018 年 10 月，各省实际去产能完成情况见图 5。此外，2017 年全国共整顿清理 730 多家合计产能超 1.4 亿吨“地条钢”企业。净化了市场环境，钢铁产能利用率在合理区间，企业经营效益和利润大幅度增加。

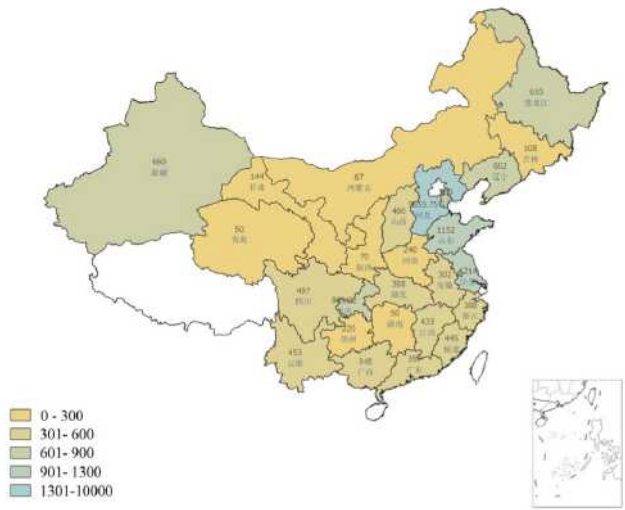


图 2-2. 2016-2018 年 10 月钢铁行业各省实际去产能量（万吨）
数据来源：根据公开数据整理

产能利用率不断提高。钢铁产能利用率持续回升。2015 年钢铁产能利用率在 70.9% 左右，2017 年产能利用率达 81.65%，提高了近 11 个百分点，已超过 2020 年 80% 的目标值。2018 年产能利用率还会上升若干百分点。优势产能得到充分发挥，钢铁产能利用率基本恢复到 79%-83% 的合理区间，见图 2-3。受钢铁去产能、“地条钢”全面取缔和市场需求回升等因素影响，优势产能得到合理释放，企业经营效益明显改善。2017 年，黑色金属冶炼和压延加工业主营业务收入 6.74 万亿元，同比增长 22.4%，实现利润 3419 亿元，同比增长 177.8%。中国钢铁工业协会统计的重点大中型企业累计实现销售收入 3.69 万亿元，同比增长 34.1%，实现利润 1773 亿元，同比增长 613.6%。2018 年上半年，重点统计钢铁企业实现销售收入 1.97 万亿元，同比增长 15.33%；实现利润总额 1392.73 亿元，同比增长 151.15%；销售利润率基本达到了全国规模以上工业企业利润率水平。

目前，中国钢铁行业去产能任务“大头”已经落地，已从过去产能严重过剩，向部分地区产能过大、钢铁产能集中度低、环境能耗难以承受三方面问题转化。

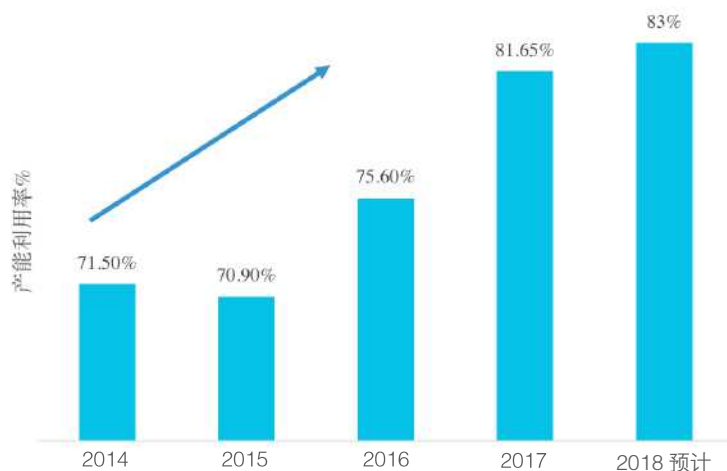


图 2-3. 钢铁行业产能利用率

3. 煤电产能过剩仍是电力发展的主要矛盾之一

去产能政策和措施：

2015 年以来，煤电产能过剩问题逐渐从行业讨论成为社会共识，煤电去产能作为供给侧改革的重点工作受到广泛关注。我国的经济增长自“十八大”以来向高质量的经济发展模式，GDP 的增长率进入“L”型的形态。但电力的发展仍然以煤

电为主，装机容量增长依然偏高，这不仅带来巨大的投资成本搁浅，浪费大量资源，也使电力部门锁定高碳路径，阻碍了可再生能源电力的发展。

2016 年 3 月，国家发改委、能源局联合下发特急文件，督促各地方政府和企业放缓燃煤火电建设步伐，以应对潜在的煤电产能过剩风险。2016 年 4 月，国家能源局连续下发三份文件，《关于进一步做好煤电行业淘汰落后产能的通知》、《关于促进我国煤电有序发展的通知》、《关于建立煤电规划建设风险预警机制暨发布 2019 年煤电规划建设风险预警的通知》，基于煤电建设经济性、当地煤电装机充裕度和资源约束情况建立了煤电风险预警机制。这一机制成为能源主管部门，国土、环保、水利部门，金融机构等利益相关方在各地煤电项目的有序规划、核准、开工建设、发放贷款等工作提供了参考依据，可以根据风险预警提示采取有针对性的政策措施。

2016 年 10 月，国家能源局发布《关于进一步调控煤电规划建设的通知》，提出严控自用煤电规划建设，并对外送煤电投产规模进行了限制。

2017 年 1 月，国家能源局下发《关于衔接 XX 省“十三五”煤电投产规模的函》，文件要求 13 个省份 85 个煤电项目合计 10245 万千瓦规模需停建或缓建，力求在 2020 年将煤电机组控制在 11 亿千瓦以内。

2017 年 3 月两会上，李克强总理在政府工作报告中提出要淘汰、停建、缓建煤电产能 5000 万千瓦以上。这是煤电产能过剩问题首次上升到国务院层面。

2017 年 7 月，国家发改委等 16 部委联合下发《关于推进供给侧结构性改革，防范化解煤电产能过剩风险的意见》，除了提出从严淘汰落后产能、严控新增产能规模等主要任务外，意见还提出多项政策措施，包括建立完善电力容量市场、辅助服务市场等电力市场机制，实施差别化金融政策及做好员工安置等。

2017 年 9 月，国家发改委等 3 部委下发《关于印发 2017 年分省煤电停建和缓建项目名单的通知》，通知明确了分省停缓建煤电项目清单，共涉及 79 个煤电项目。

2018 年 4 月，国家发改委等 6 部门发布《关于做好 2018 年重点领域化解过剩产能工作的通知》，文件提出了 2018 年煤电去产能的具体工作目标，包括全国淘汰煤电落后产能 400 万千瓦、淘汰关停不达标的 30 万千瓦以下煤电机组、依法依规清理整顿现有违规建设项目等。

2017 年 6 月 1 日国家发改委、国家能源局发布《电力发展“十三五”规划》提出严格控制煤电规划建设。“十三五”期间，取消和推迟煤电建设项目 1.5 亿千瓦以上淘汰落后煤电机组 2000 万千瓦，到 2020 年，全国煤电装机规模力争控制在 11 亿千瓦以内。

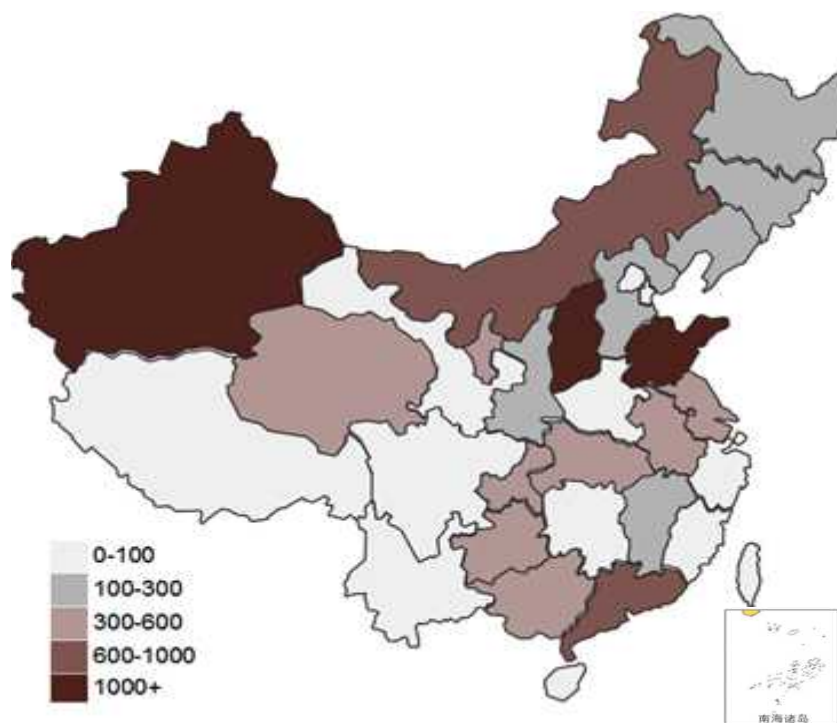


图 2-4. 全国煤电过剩规模分布（万千瓦）

去产能完成情况和效果

2016 年我国淘汰落后煤电机组 500 万千瓦，取消了 1240 万千瓦不具备建设条件的煤电项目，暂缓核准了部分省区除民生热电外的自用煤电项目；2017 年淘汰落后煤电产能约 770 万千瓦，停建煤电 3520 万千瓦、缓建 5517 万千瓦。尽管煤电项目已大幅缩减，但火电机组设备利用小时数仍然不断下降，从最直观的数据来看，火电平均利用小时数由 2014 年的 4739 小时大幅滑落到 2017 年的 4289 小时，远低于 5000 小时的正常水平（见图 2-5）。根据 2018 年 3 月绿色和平及全球煤炭网络 (CoalSwarm) 联合发布的报告《繁荣与衰落 2018：追踪全球燃煤发电厂》，中国在建煤电产能（9500 万千瓦）仍然位居世界首位，且计划产能尚有 1.16 亿千瓦。

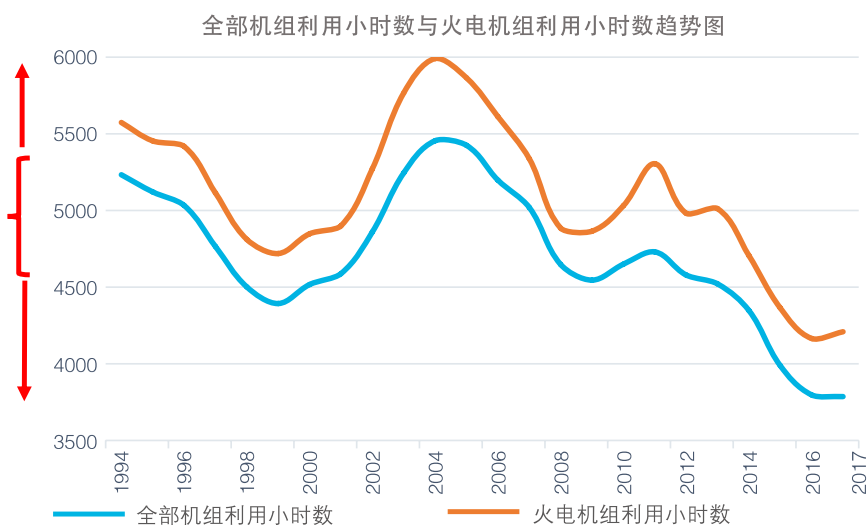


图 2-5. 全部机组利用小时数与火电机组利用小时数趋势图

4. 水泥行业还没有具体国家目标， 行业自发去产能

水泥产能过剩已严重阻碍了行业可持续发展，随着未来市场需求的下降，留给行业结构调整、去产能的“窗口期”有限，去产能将成为行业“十三五”期间的攻坚战。水泥行业积极主动配合协助政府主管部门开展去产能工作，在国家对水泥行业没有制定具体去产能目标情况下，2017 年水泥协会联合大企业集团成立了行业去产能工作领导小组，开展了行业去产能工作重大问题的专项研究。2017 年 7 月在公布了《水泥行业去产能行动计划（2017-2020 年）》，统一行业认识，推动水泥去产能工作，并将一系列政策建议上报行业主管部门，寻求政府对水泥去产能的支持，同时积极探索市场化去产能的模式。

水泥行业去产能的重点是去熟料产能。该行动计划的目标是力争在“十三五”实现减熟料过剩产能 39270 万吨，实行去产能与减排量双控制目标。如果该计划得到贯彻实施，熟料的产能利用率将由 2017 年的 69% 提高到 2020 年的 80%，实现能源节约 4411.3 万吨标煤，减少大气污染物排放，粉尘颗粒物约 9.6 万吨、二氧化硫约 4.8 万吨、氮氧化物约 35.8 万吨。¹⁰

水泥行业去产能将充分发挥各省、市、自治区水泥（建材）协会协调、引领作用，要求各省、市、自治区水泥（建材）协会，按《水泥行业去产能行动计划实施方案（2017-2020 年）》的要求，由各省、市、自治区协会向所在地政府主管部门提

2016 年《国务院办公厅关于促进建材工业稳增长调结构增效益的指导意见》（国办发〔2016〕34 号文）到 2020 年，再压减一批水泥熟料、平板玻璃产能，产能利用率回到合理区间；水泥熟料、平板玻璃产量排名前 10 家企业的生产集中度达 60% 左右；建材产品深加工水平和绿色建材产品比重稳步提高，质量水平和高端产品供给能力显著增强，节能减排和资源综合利用水平进一步提升；建材工业效益好转，水泥、平板玻璃行业销售利润率接近工业平均水平，全行业利润总额实现正增长。

出去产能实施方案建议，在地方主管部门领导下，配合主管部门尽快落实和组织实施去产能行动计划。去产能领导小组负责牵头组织、协调、推进全行业的去产能工作。泥行业去产能行动计划的各省目标如图 2-6. 2017-2020 年水泥行业去产能计划（万吨）所示。

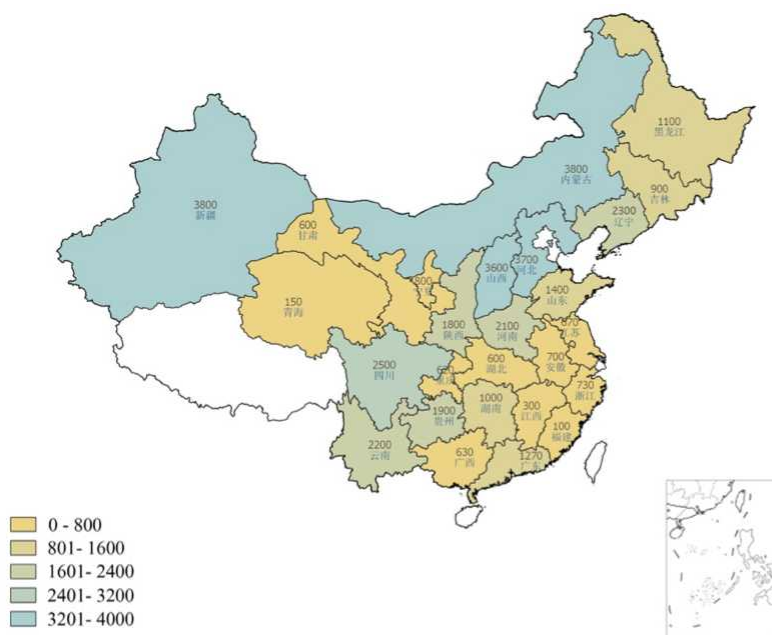


图 2-6. 2017-2020 年水泥行业去产能计划（万吨）

去产能工作需要采取的主要措施有：1、坚决遏制新增产能，停止一切新增产能建设项目。大企业应带头停止新增产能项目建设。2、配合政府主管部门清理无证生产企业、配合政府部门对水泥企业开展环保、能效、质量、安全的法规、准核查、督查，淘汰不达标的落后产能。3、引导协调行业内大企业（续存企）出资设立去产能专项资金，建立市场化过剩产能退出机制，确保退出产能企业职工安置工作。4、继续利用好企业兼并重组政策，优化市场布局，提高市场集中中度。5、配合政府部门开展清理违规建设项目，制定统一的规则处置已建成在建不规范的各项产能置换项目。6、开展熟料生产企业配备矿山资源调查，导矿山资源不匹配的熟料生产线退出市场。

目前水泥行业产能利用率维持在 68 - 70%，部分地区不足 50%，甚至更低。



目前行业内仍有生产线投产，新增产能继续增长。初步统计，2017 年仍有 13 条水泥熟料生产线点火投产，熟料设计产能 2046 万吨。由于新增产能增加，过剩产能退出缓慢致使产能过剩程度继续加重，产能利用率仍然偏低。虽然 2017 年在推动错峰生产、加强行业自律以及实施环境污染治理和加强环保督查的影响下，暂时缓解了市场供需矛盾，但是行业去产能还没有取得实质性进展，行业内在的产能严重过剩矛盾没有得到根本解决，只是完成去产量减库存，表象上暂时缓解了产能过剩矛盾。去产能工作不能真正到位，行业效益仍然难以获得长期的保证，仍存在着较大的不确定性。因此，去产能、调结构、稳增长、增效益将已经成为“十三五”期间，水泥行业供给侧结构性改革的主要任务。

值得指出的是，在建材行业中，玻璃、陶瓷、砖瓦等行业的产能过剩和产能利用率比水泥行业有过之而无不及。中央政府一再指出上述行业存在的去产能问题。建材各个行业也应借鉴水泥行业的行动和做法，做好去产能的工作。政府加强对建筑行业的指导尤为关键。否则各行业主动去产能的规划和行为后劲不足，完不成预订的目标。

(二) 重点行业“去杠杆” 工作扎实推进

“十三五”时期，去杠杆的主要任务是通过淘汰落后僵尸企业、推进兼并重组、完善现代企业制度强化自我约束、盘活存量资产、优化债务结构、有序开展市场化银行债权转股权、依法破产、发展股权融资等，积极稳妥降低企业资产负债率。

1. 煤炭行业去杠杆稳步推进， 行业资产负债率逐年下降

煤炭行业主要通 3 项主要措施，8 项政策推进去杠杆的实施

按照银监会《关于 2016 年进一步提升银行业服务实体经济质效工作的意见》、一行三会《关于支持钢铁煤炭行业化解产能实现脱困发展的意见》严控行业信贷条件。按照财政部印发的《工业企业结构调整专项奖补资金管理办法》、国务院印发的《关于积极稳妥降低企业杠杆率的意见》、银监会、发改委、工信部印发的《关于钢铁煤炭行业化解产能金融债券债务问题的若干意见》为符合条件的企业提供金融支持。按发改委印发的《关于市场化银行债权转股权实施中有关具体政策问题的通知》、发改委等五部门印发的《2018 年降低企业杠杆率工作要点》等推进企业债务处置，落实企业债转股。

去杠杆的效果

2012至2016年初，中国煤炭行业资产负债率一路飙升，由60%以下上升到70%以上，2016年4月达到70.23%的历史最高值，比同期规模以上工业行业平均资产负债率高14个百分点。自2016年去产能工作实施以来，煤炭行业资产负债率持续回落，据国家统计局数据显示，在2016年，煤炭采选业资产负债率达69.54%，较2015年上升了1.64%，超过上一轮改革顶点2000年的65%，煤炭企业存在着负债量大、负债率高的问题。2017年，煤炭采选业总资产为5.53万亿元，总负债为3.75万亿元，资产负债率达67.80%，较16年下降了1.74个百分点，与工业企业平均水平的55.48%还有一定的差距。2018年6月末，煤炭采选业总资产为5.44万亿元，总负债为3.60万亿元，资产负债率为66.18%，较17年下降了1.62个百分点，较17年同期下降了2.7个百分点；同时规模以上工业企业资产负债率为56.60%，同比降低了0.4个百分点。

根据国家统计局发布的数据显示，2018年11月，全国煤炭开采和洗选业实现主营业务收入2.385万亿元，同比增长5.7%，实现利润0.277万亿元，同比增长9.2%。2018年上半年，全行业从业人员329.3万人，同比减少4.6%，较去年同期降幅收窄3.4个百分点。2018年上半年，在金融去杠杆，加强监管下，银行的贷款利率均有不同程度的提高。加上资本市场违约事件频发，提高了债券融资成本。再加上其它税费，企业负担重。煤炭行业的高质量发展，仍需长期的努力，不断改善。

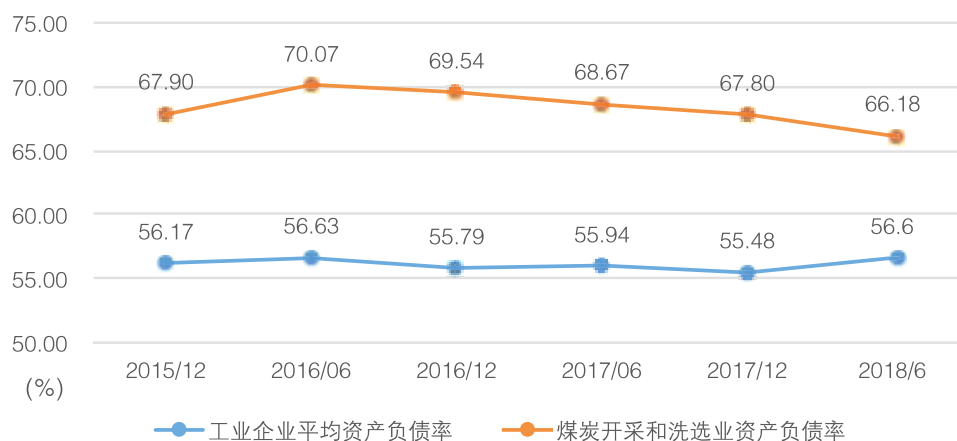


图 2-7. 全国工业企业平均和煤炭开采及洗选业资产负债率

然而，国有企业去杠杆工作并不容易，其中一个关键原因在于国企债务问题关联性过于复杂。国有企业的债权人不仅仅包括银行以及非银金融机构，还包括其他债权人，例如员工（拖欠工资及福利）、税务局（拖欠税款）、其他企业（供应商、关联企业）。关系着一个地方的产业结构调整 and 经济发展，也关系着相关当事人的权益维护和社会稳定，政府会更多地介入。不同债权人、当事人的利益诉求相互牵连，甚至可能有所冲突，增加了债务处置的难度。

另外，多数列入“去产能”而被关闭的矿井均属于连续多年大额亏损，负债累累甚至资不抵债，资金严重短缺，财务状况不佳以致无力偿付债务，他们很多自身没有融资能力，煤矿关闭退出后，所有债务均由集团公司承担，造成存续企业债务负担增加，不良资产率上升，经营风险加大。

2. 钢铁行业资产负债率明显下降， 但仍高于国际平均水平

钢铁行业主要通过以下措施，推进去杠杆的实施。做好化解过剩产能中的债务处理工作。在对原资产进行抵债处置、债务重组、减免债务和利息、重订还款方式、把不良资产打包处置等方面积极协调相关方妥善解决。具备债转股条件的企业应争取债转股政策。争取债转股政策，债转股的实施就会按照国家规定的原则、实施机制、工作程序进行。其关键要真转，不搞“明股实债”。“高杠杆”企业要在减少存量债务上加强工作，进行债务清理和债务整合，通过股权融资也是“去杠杆”的好办法，积极进行资产证券化和资本运作，在减息、免息、停息、减债、免债方面加强与债权人协商，缓解资金困难，盘活存量资产，拓宽融资渠道。

去杠杆效果

从重点钢铁企业情况看，2001-2016 年，中钢协重点统计钢铁企业平均资产负债率从 50.70% 上升到 70.19%，增加了 19.49 个百分点。在“十二五”期间，钢铁行业利润总额和负债率指标背离明显，特别是 2015 年，净亏损 761.12 亿元，资产负债率高达 70.73%。通过供给侧结构性改革的推进，钢铁企业经济效益持续好转，企业资产负债率有所下降，2017 年资产负债率有所好转，资产负债率为 67.23%，同比降低了 2.96 个百分点。2018 年 6 月末会员钢铁企业资产负债率下降至 67.30%，同比下降 3.97 个百分点。与发达国家企业相比，中国钢铁企业杠杆率过高的问题仍然突出。2016 年，安赛乐米塔尔公司资产负债率为 56.98%，浦项 42.53%，新日铁住金 52.57%。而中国仅宝武集团资产负债率为 52.28%，其他 5 家 2000 万吨以上企业平均负债率为 73.46%，远超国外同等规模企业水平，离 3-5 年后行业平均资产负债率要降到 60% 以下的目标还有很长的路要走。

（三）“降成本”工作取得一定成绩，但仍面临较大压力

“十三五”前半期，国家主要通过提高重点部门能源利用效率，加快推进能源领域改革，放开竞争性环节价格，加快推进电力体制改革等，不断降低企业用能成本。从实施进展情况看，通过推动煤炭消费减量替代，一方面，国内重点部门能源利用效率持续提升，电力市场化交易范围不断扩大，为企业降低用能成本奠定了较好基础；另一方面，受煤炭市场需求回暖等因素影响，煤炭价格持续高位运行，加大了部分行业用能成本压力。

2017 年全年新增减税超过 3800 亿元，减轻各位市场主体收费负担 6400 多亿元，超过政府预订的企业税负减少 3500 亿元左右和涉企收费 2000 亿元的目标。2018 年进一步减税降负。

李克强总理在 2018 年 3 月的政府工作报告中提出一般工商业电价平均降低 10%。国家发改委分三批推出 8 项措施进行落实。主要措施包括电网环节清费、转供电环节收费清理和规范、专项工程输电价改革、重大水利工程激进征收标准降低 25%，临时性降低输配电价等，按年计算，设计降价和消费金额 821 亿元。另外，减轻天然气用户的用能成本及对收费行为进行规范、清理和整顿不合理收费。在 2018 年下半年，对企业赋税标准进行调整，大大减轻企业的负担。

1. 能效利用水平的提高直接降低了

企业的经营成本

火电部门

“十三五”时期，国家制规划设定了新建煤电机组平均供电煤耗标准为 300 克标煤 / 千瓦时，并要求现役煤电机组经过改造以后平均供电煤耗降至 310 克标煤 / 千瓦时以下的发展目标。从目标完成情况看，发电效率的改进效果超出预期。2017 年，全国燃煤机组平均供电煤耗为 309 克标准煤 / 千瓦时，比上年下降 3 克标准煤 / 千瓦时。2018 年上半年又降低了 1.3 克已经提前三年完成规划目标。随着高参数大容量燃煤机组的建成投产，预期到 2020 年全国平均供电煤耗还将进一步下降。可以达到 305 克标煤 / 千瓦时，远超过 2020 年预设的 310 克标煤 / 千瓦时的目标。

钢铁部门

国家制定了吨钢综合能耗由 2015 年的 572 千克标准煤 / 吨下降到 2020 年 560 千克标准煤 / 吨的发展目标。“十三五”时期，从目标完成情况看，2017 年，全国钢铁协会会员生产企业吨钢综合能耗为 570.51 千克标准煤，同比下降 2.16%，较“十二五”期末下降 0.23%；吨钢可比能耗同比下降 3.99%，吨钢耗电同比下降 1.59%，较“十二五”末下降 0.23%。2018 年 1-5 月，全国钢铁协会会员生产企业累计总能耗同比上升 1.92%，但吨钢综合能耗为 561.42kgce/t，同比下降 3.87%，吨钢可比能耗同比下降 7.69%，吨钢耗电同比上升 0.78%。预期到 2020 年，全国钢铁部门将超额完成吨钢综合能耗降低目标。

表 2-1. 重点统计钢铁企业 2014 年 -2018 年 (1-6 月) 工序能耗

指标名称	单位	2018 (1-6月)	2017	2016	2015	2014
一、综合能耗指标						
吨钢综合能耗	kgce/t	559.40	570.51	585.66	571.85	584.7
吨钢耗电	kW•h/t	468.57	468.29	473.98	471.55	464.37
二、工序能耗指标						
烧结工序	kgce/t	49.25	48.50	48.39	47.2	48.9
球团工序	kgce/t	25.10	25.59	26.8	27.65	27.49
焦化工序	kgce/t	98.89	99.67	96.88	99.66	98.15
炼铁工序	kgce/t	390.88	390.75	391.52	387.29	395.31
转炉工序	kgce/t	-14.13	-13.93	-13.20	-11.65	-9.99
电炉工序	kgce/t	58.58	58.11	52.65	59.67	59.15
钢加工工序	kgce/t	57.04	56.89	56.08	58	59.22

水泥部门

国家制定了水泥熟料综合能耗由 2015 年的 112 千克标准煤 / 吨下降到 2020 年 105 千克标准煤 / 吨的发展目标。从目标完成情况看，2017 年。全国水泥熟料综合能耗已经降低到 110 标准煤 / 吨以下，新型干法水泥占比达 98% 以上。预期到 2020 年，全国水泥部门有望实现水泥熟料综合能耗降低目标。

水泥生产线加装低温余热发电（余热利用）设施，可以满足水泥厂 30% 的用电，有效的减少了水泥生产线对外购电量，进一步降低单位水泥产品综合能耗。

煤化工部门

随着技术的创新升级和示范项目的不断优化运行，新型煤化工在能效、物耗等指标方面明显优化，总体达到《规划》基准值，多数项目达到先进值。如神华鄂尔多斯煤直接液化项目能耗、物耗等均持续下降，吨油水耗由设计值 10 吨水 / 吨油品下降到 5.82 吨水 / 吨油品，万元工业增加值水耗为 17.8 吨 / 万元，远低于全国工业平均水平（68.2 吨 / 万元）；综合能耗由 2011 年的 2.12 吨标煤 / 吨降到 1.69 吨标煤 / 吨；能源转化效率为 58.0%。伊泰 16 万吨 / 年煤间接液化项目吨产品煤耗从 4 吨标煤降至 3.6 吨标煤；神华包头煤制烯烃项目吨产品水耗由设计 36.53 吨

/吨降低到 30 吨 / 吨以下，综合能耗由设计 5.88 吨标煤 / 吨下降到 5.5 吨标煤 / 吨左右；吨产品综合能耗从 3.6 吨标煤降至 3.3 吨标煤。

2. 电力市场化交易对降低企业

用电成本发挥了积极作用

2017 年电力市场建设出具规模，全国市场化交易电量累计 1.63 万亿千瓦时，同比增长 45%，占全社会用电量比重达 26% 左右，同比提升 7 个百分点，为工商企业减少电费支出 603 亿元¹¹。电力市场化交易对于降低用户用能成本的作用日益凸显。2018 年 7 月 2 日，国家发改委印发《关于创新和完善促进绿色发展价格机制的意见》，要求加大峰谷电价实施力度，运用价格信号引导电力削峰填谷。在各省市区下调工商业销售电价后，在 16 个省市发布了峰谷电价表。其中有 9 个省市的一般工商业的部分峰谷超过 0.7 元 / 千瓦时，既有利于工商业大企业更好地开展错峰生产，降低生产成本，又可以促进需求侧响应和储能发展。

3. 煤炭价格高位运行不利于降低

实体经济运行成本

自 2016 年第三季度以来，秦皇岛港口 5500 千卡 / 千克的煤炭平仓价格长期处于大于 550 元 / 吨高位。煤炭价格上涨传导延伸到下游行业，不利于实体经济降低成本。目前，煤电行业生产经营压力巨大、效益降低，提高煤电上网价格呼声较高。化肥行业由于合成氨原料来源三分之二为煤炭，煤炭价格上涨可能会对春耕及农业生产带来负面影响，不利于乡村振兴工作开展。

在煤炭行业去产能政策的推动下，2016 年下半年煤炭开始走出低谷，煤价上升。下游的电力企业成本提高。2017 年全国煤价运行大都在 600 元 / 吨以上发电区域，五大发电集团火电板块亏损 132 亿元。2018 年煤价运行在 580-550 元 / 吨绿色取件。2018 年 1-8 月，火电平均资产利润率为 1.1%，全国火电亏损面为 47.3%，预计全年火电板块亏损 140 亿元所有，亏损面超过 50%。



图 2-8. 秦皇岛 Q5500 煤炭价格

（四）行业“补短板”

取得明显成效

1. 煤炭行业

各个行业在“补短板”的共性问题就是补环境生态的“短板”。2017 年是“大气十条”的收官之年，各种污染物减排和大气质量治理都远超预订的目标，取得显著成绩。截止 2017 年底，与 2013 年比较，全国 338 地级以上城市 PM_{10} 平均浓度下降 27.7%。京津冀、长三角和珠三角 $PM_{2.5}$ 下降 39.64%、34.3% 和 27.3%。2018 年至 2020 年要实施“打赢蓝天保卫战三年行动计划”。空气质量治理任务仍然很艰巨，2017 年和 2018 年煤耗反弹，局部地区的空气质量有所下滑。京津冀及其周边地区和汾渭平原优良天数少于 60%，全国臭氧浓度同比上升。减少 VOC 和空气氮氧化物提出日程。这些地区是煤耗企业的重点聚集地区，要继续抓好行业环境生态的短板问题。2018 年 1-11 月份，全国 338 个城市 $PM_{2.5}$ 平均下降 7.2%。相比 2017 年同时期下降率，2018 年下降率有所减缓。根据 2018 年空气改善目标，2018 年 10 月 1 日至 2019 年 3 月 31 日，京津冀及其周边地区 $PM_{2.5}$ 下降 5%。重度以上污染天数同比减少 5%，而 2017 年这些目标都是下降 15%。

煤炭市场平稳运行机制逐步建立，煤炭市场逐渐回暖。2017 年煤价回暖，2017 年底达到 640 元 / 吨，煤炭固定资产投资 2648 亿元，同比下降 12.3%。吸取 2017 年对企业产量硬性规定生产天数的教训，2018 年采取“煤炭中长期合同”制度和“基础价 + 浮动价”定价机制、防范价格异常波动制度、最低和最高库存制度、调峰和应急储备产能制度促使煤炭企业与下游用户建立更长期稳定的合同关系，维护了煤炭市场的平稳运行。动力煤中长期合同（5500 大卡下水煤）价格始终稳定在绿色区间，炼焦煤价格基本稳定。2018 年前 5 个月，全国规模以上煤炭企业利润 1278.8 亿元，同比增长 14.8%。目前，全国建立了中国太原、大连东北亚、鄂尔多斯、华东等多个区域性煤炭交易中心，煤炭价格指数不断完善，市场发现价格功能明显增强。

转变煤炭行业发展方式和模式。煤炭行业升级提效的方式要向创新驱动发展，清洁低碳转型，做好服务和集约化发展方式，从产业结构、技术结构、人才结构、管理模式上做出改革，引导资金投向优良资产、清洁技术和环境保护。煤炭行业从“黄金十年”到近几年的快速下降，使整个行业清醒地认识到转型的必然和必要性，主动积极地去应对挑战。政府在企业努力降低生产和经营成本同时要降低制度性和政策性成本。

安全形势大为好转，煤矿百万吨死亡率大幅度下降。规划指出，十三五”期间，

中国煤矿事故死亡人数要从 2015 年的 598 人减少到 2020 年的 510 人以下，平均每年减少死亡人数 18 人，百万吨死亡率要从 2015 年的 0.162% 下降到 2020 年的 0.14% 以下。据中国煤炭工业协会数据显示，2016 年全国煤矿安全事故死亡人数为 538 人，较去年减少 60 人，百万吨死亡率为 0.152。2017 年全国煤矿安全事故死亡人数 375 人，同比减少 151 人，百万吨死亡率为 0.106。2018 年百万吨死亡率历史性地降到 0.1 以下。

全国煤矿科学产能增速逐步加快，科学产能水平逐步提高。据煤科总院科学产能评测组测算，2016 年全国科学产能平均得分 65.79 分，科学产能 20.55 亿吨，产能占比 60.26%；2017 年平均得分 67.02 分，科学产能 21.88 亿吨，同比增长了 1.33 亿吨，产能占比 62.16%，同比增长了 1.9 个百分点；2018 年平均得分 67.93 分，科学产能 23.41 亿吨，同比增长了 1.53 亿吨，产能占比 64.31%，同比增长了 2.15 个百分点。

2. 电力行业

电源结构优化不断优化，非化石能源装机和发电量比例逐年提升。电力“十三五”规划提出，到 2020 年非化石能源发电装机占比提升至 39%，煤电装机占比下降至 55%，非化石能源发电量比重提升至 31%。2017 年新增非化石能源发电装机 8988 万千瓦，创历年新高。截止 2017 年底，中国非化石能源发电装机容量 6.9 亿千瓦，占总发电装机容量的比重为 38.7%，同比提高 2.1 个百分点，已接近完成规划目标。其中，风电装机 1.64 亿千瓦，完成规划目标的 41.4%；光伏发电装机 1.3 亿千瓦，超出规划目标 30%。

根据中电联预测，2018 年全国新增装机容量 1.2 亿千瓦，其中非化石能源新增装机 7300 万千瓦，煤电新增装机低于 4000 万千瓦，2018 年底装机容量达到 19 亿千瓦，其中煤电 10.2 亿千瓦，非化石能源装机 7.6 亿千瓦，占比达到 40%。

根据实际装机增速，2020 年非化石能源发电装机占比有望提升至 43%-45%。煤电装机占比已降至 55.2%，2020 年有望进一步下降。电量方面，2017 年全国全口径发电量 6.42 万亿千瓦时、同比增长 6.5%，全口径并网太阳能发电、并网风电、核电发电量分别增长 75.4%、26.3% 和 16.5%；全口径水电发电量增长 1.7%，增速同比回落 3.9 个百分点。非化石能源发电量同比增长 10.0%，占总发电量比重为 30.4%，同比提高 1.0 个百分点，若十三五后期三弃问题得到更好改善，则 2020 年非化石能源发电量比重有望提升至 32%-34%，超出规划目标。

资源节约与污染物排放持续进步。目前中国煤电脱硫效率在 97% 以上，部分达 99% 以上，截至 2016 年底，中国已投运燃煤电厂烟气脱硫机组容量约 8.8 亿千瓦，占煤电机组容量的 93.6%¹²，相较 2015 年提升 2.4 个百分点¹³，加上具有脱硫作用的循环流化床锅炉，脱硫机组占比接近 100%，二氧化硫排放绩效降至 0.39 克 /

千瓦时。脱硝方面，截至 2016 年底已投运脱硝机组容量约 9.1 亿千瓦，占火电装机容量 85.8%，较 2015 年提升 1.3 个百分点，其他为燃机、CFB 锅炉，火电氮氧化物排放绩效降至 0.36 克 / 千瓦时，烟尘排放同样得到较好控制，2016 年约排放 36 万吨。此外，发电耗水及废水排放量也逐年减少，2016 年这两项指标分别降至 1.3 千克 / 千瓦时、0.06 千克 / 千瓦时。随着机组结构升级、环保要求加强，污染物排放指标将有更大的下降空间。

建设输电通道，为解决清洁能源进出局部网架受限问题。《大气污染防治行动计划》提出建设十二条贯穿中国东西部的输电通道，将内蒙、山西、陕西和云南等地的电力资源向京津冀、长三角和珠三角地区输送，用以解决这些区域日益严重的雾霾和电力短缺问题。截至 2017 年底，12 条重点输电通道中，10 条特高压输电通道基本建设运行，为改善空气质量、调整能源结构、提高能源利用效率、促进清洁能源发展起了重要作用。

电力体制改革有了政策机制。2015 年 3 月，国务院发布《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》（9 号文），拉开新一轮电改的序幕。9 号文提出近期推进电力体制改革的重点任务包括：有序推进电价改革，理顺电价形成机制；推进电力交易体制改革，完善市场化交易机制；建立相对独立的电力交易机构，形成公平规范的市场交易平台；推进发用电计划改革，更多发挥市场机制的作用；稳步推进售电侧改革，有序向社会资本放开售电业务；开放电网公平接入，建立分布式电源发展新机制；加强电力统筹规划和科学监管，提高电力安全可靠水平。同年 11 月，《关于推进输配电价改革的实施意见》等六个核心配套文件的发布让新一轮电力体制改革有了“施工图”。两年来，各地区的新一轮电力体制改革取得了阶段性成果。交易机构组建工作基本完成，输配电价改革实现体系性全覆盖，售电侧市场竞争机制初步建立，电改综合试点等各项改革试点工作迅速推进，形成以综合试点为主、多模式探索的格局¹⁴。

3. 钢铁行业

钢铁行业超低排放改造将推进钢铁行业高质量发展和改善大气质量。2018 年政府工作报告中，钢铁行业的超低排放改造被专门提出。生态环境部也明确，2018 年中国将启动钢铁行业超低排放改造，就钢铁企业超低排放改造工作方案征求意见。近期国务院发布《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》（国发〔2018〕22 号），要求推动实施钢铁等行业超低排放改造，重点行业污染治理升级改造，2018 年底前京津冀及周边地区基本完成治理任务，长三角地区和汾渭平原 2019 年底前完成，全国 2020 年底前基本完成。

《钢铁企业超低排放改造工作方案（征求意见稿）》提出，具备条件的钢铁企业要实施超低排放改造，力争 2020 年底前完成钢铁产能改造 4.8 亿吨，2022 年底前完成 5.8 亿吨，2025 年底前完成改造 9 亿吨左右。同时强调，实施钢铁企业超低排放改造是推动产业转型升级、改善大气环境质量、化解钢铁行业过剩产能的重要

举措，也有利于扩大投资、推动技术创新、促进钢铁行业高质量发展。

此次《意见稿》对一些具体指标作了明确，见图 2-9 所示。烧结机头烟气、球团焙烧烟气排放限值颗粒物、二氧化硫、氮氧化物小时均值排放浓度不高于 10、35、50 毫克 / 立方米，其他污染源颗粒物、二氧化硫、氮氧化物小时均值排放浓度分别不高于每立方米 10 毫克、50 毫克、150 毫克。同时，企业主要生产物料和产品通过铁路、管道或管状带式输送机清洁方式运输的比例达到 80% 以上，不具备条件的，可采用新能源汽车或达到国六排放标准的汽车运输。

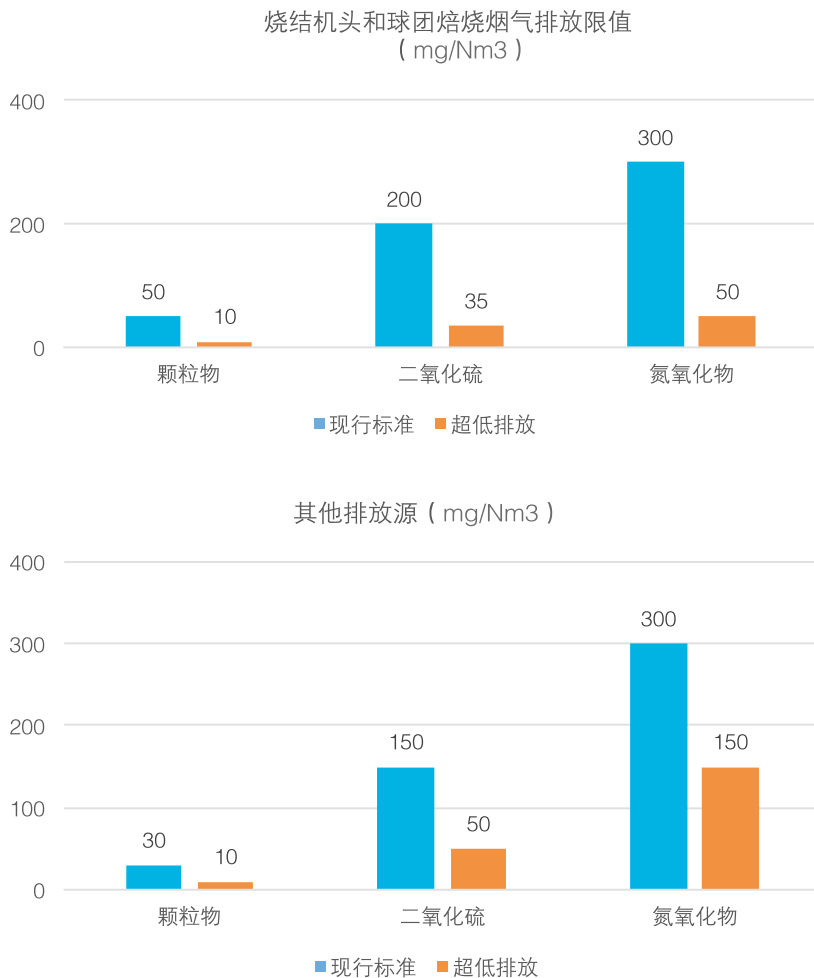


图 2-9. 钢铁行业大气污染物现行标准与超低排放排放浓度限值

《意见稿》同时要求，重点推进粗钢产能 200 万吨及以上的钢铁企业实施超低排放改造。鼓励采取烟气循环、低硫矿、低硫煤等源头控制技术。加快淘汰落后产能和不符合相关强制性标准要求的生产设施。全面加强企业污染排放监测监控。对全面完成或部分完成超低排放改造的钢铁企业，大气污染物排放浓度低于污染物排放标准百分之五十的，减按百分之五十征收环境保护税。地方征收的环境保护税要加大对钢铁企业超低排放改造支持力度。各级财政应加大对钢铁企业超低排放改造支持力度，给予引导性资金支持。中央财政大气污染防治专项资金，应向钢铁企业超低排放改造进展快、规模大的省份予以适当倾斜。此外，还将实施差别化电价政策、加大信贷融资支持、给予税收优惠政策、实施差异化环保管理政策和提供技术支持。

随着超低排放改造的推进，河北、河南、广西、江西、山东、山西、天津、唐山等省市以及京津冀及周边地区均出台了对大气污染物开展超低排放改造的要求，特别是对烧结烟气排放浓度的限值：颗粒物 ≤ 10 微克 / 立方米、SO₂ ≤ 35 微克 / 立方米、NO_x ≤ 50 微克 / 立方米。不同国家地区钢铁烧结烟气生产排放标准比较如表 2-2 所示，对比可知，上述排放限值不仅仅远低于国家相关标准中 40 微克 / 立方米、180 微克 / 立方米、300 微克 / 立方米的大气污染物特别排放限值，更是达到了国内外现行标准的最严水平。

表 2-2. 不同国家地区钢铁烧结烟气生产排放标准比较

国家 / 地区标准		烧结机头 (mg/Nm ³)			
		颗粒物	SO ₂	NO _x	二噁英
中国大陆	2015 年 1 月 1 日起执行	50	200	300	0.5
	特别排放限值	40	180	300	0.5
	超低排放限值	10	35	50	0.5
中国台湾	2012 年新建	20	102.5	133	
	已建	30	205	205	
日本	一般区域	150		451	0.1
	特别区域	100			
韩国	2010	30	772	450	
德国	新建	20	500	400	0.4
	已建	50			0.1

河北省在全国率先提出钢铁、焦化行业实现超低排放改造。近期，河北省发布《钢铁工业大气污染物超低排放标准》、《炼焦化学工业大气污染物超低排放标准》两项标准，并将于 2019 年 1 月 1 日正式实施，对于河北省现有企业自 2020 年 10

月 1 日起执行，新建企业自 2019 年 1 月 1 日实施之日起执行。上述两行业主要大气污染物排放限值达到国内外现行标准的最严水平。2018 年 1 月至 8 月份，河北省钢铁行业超低排放改造项目在建 168 个，完成 95 个；焦化行业超低排放改造项目在建 45 个，完成 39 个；煤电行业深度治理项目在建 42 个，完成 4 个。另据统计，河北省三年需改造治理的 359 个钢铁项目，目前除停产 10 个项目外，开展前期工作 83 个、开工在建 171 个。焦化行业需超低排放改造的 92 个项目，除停产 7 个项目外，开展前期工作 1 个。2018 年 10 月底前，唐山市所有钢铁企业（含独立球团、高炉铸造企业）须全部达到超低排放水平，并完成湿烟气脱白治理。2018 年 4 月，邯郸市启动钢铁、焦化行业超低排放改造和无组织排放深度治理，要求 9 月底前全市所有钢铁、焦化企业完成改造和治理任务。

通过超低排放改造，钢铁行业能有效的弥补环保短板，大大减少污染物排放量，打赢蓝天保卫战。同时也能促进钢铁行业深入淘汰过剩产能，兼并重组，技术创新和高质量发展。除了抓好超低排放改造，还要抓好污染物排放总量控制。例如，京津冀及其周边地区要达到空气质量标准，大气主要污染物要在 2015 年的基础上下降 40-80%，京津冀三地的钢铁产量控制在 2 亿吨以下。

4. 水泥行业

向清洁生产、环境友好、绿色制造产业转型

行业以国家产业政策为导向，以国家强制性能耗标准、各种污染物和温室气体排放标准为准则，加快技术改造和装备升级，以先进的废物综合利用技术和水泥窑协同处置技术为支撑，企业重新定位为环保功能和协同处置废物功能的企业。如金隅集团北京水泥厂和琉璃河水泥厂分别更名为北京金隅北水环保科技有限公司和北京金隅琉水环保科技有限公司，其主要功能为处置危废和污泥以及处置垃圾发电厂的飞灰，水泥产品是协同处置功能的副产品。

向纵向一体化多元产业转型

水泥企业都在延伸产业链条，向纵向一体化多元产业转型，在上下游关联领域如水泥与混凝土用矿物材料、混凝土骨料、水泥、商品混凝土、水泥制品、装配式建筑等领域协调矿山、资本、规模、人才和管理各方面的资源，建立相互支撑的多元化产业集群。在此过程中提高企业核心竞争力和抗风险能力，实现技术升级和产品标准升级。行业内很多企业如海螺、华润、华新、红狮、中国建材等企业在行业相关上下游关联领域延伸产业链条，向纵向一体化多元产业转型。海螺在装备制造、开发设计、砂石骨料、商品混凝土、危废垃圾处置、余热发电、海外开发、人才培养、企业管理等方面都有专门的公司。

向循环经济环保功能和高性能先进材料产业转型

充分利用国家资源综合利用税收鼓励政策，在水泥材料制造流程中，充分利用

其他产业废弃物替代原料和燃料，降低生产成本。针对低碳绿色和特种工程需求创新水泥品种，开发生产高品质、高性能水泥材料。如高贝利特硅酸盐水泥、高活性贝利特水泥等低钙水泥，硫铝酸盐水工水泥、核电水泥、道路水泥等高性能先进材料。

产业组织结构持续优化提升

“十三五”前期，水泥行业有三大整合事件，分别是中国建材和中国中材的合并、金隅和冀东水泥的整合、华新水泥整合拉法基中国水泥，这三个整合案例均是中国前十大水泥（建材）集团企业间的强强联合，涉及的企业多、产能大、地域范围广。事实也证明重组带来市场竞争环境的明显改善，提升了行业企业对未来发展的信心。截止到 2016 年中国前十大集团企业熟料产能占比从 2015 年的 54% 提升至 57%。

水泥窑协同处置生活垃圾、城市污泥和危险废物取得突破进展

水泥窑协同处置生活垃圾、危险废弃物的成套技术装备获得国家科学技术进步二等奖，协同处置生产线稳步推进。2017 年全国已投入运行的水泥窑协同处置生产线 93 条，其中生活垃圾处置线 43 条、年处置能力约 500 万吨；污泥处置线 24 条、年处置能力约 195 万吨；具有水泥窑协同处置危废资质的企业 30 家，核准年处置能力约 152 万吨（见表 2-3）。目前，在建和拟建的水泥窑协同处置生产线还有 90 多条。合计占全部生产线的 10%。山铝集团、重庆南桐特水等企业开展了围绕赤泥、铬渣等大宗工业有害固废的无害化处置和综合利用工作。水泥工业仍是利用粉煤灰、煤矸石、副产石膏、矿渣、电石渣等大宗工业固废的主要行业。

表 2-3. 全国水泥窑协同处置企业数量和能力

类别	企业数量	处置能力
生活垃圾	43	500 万吨
城市污泥	24	195
危废	30	152

制定了水泥工厂绿色建筑指标体系并实施。

制订了水泥工厂绿色指标体系（见表 2-4），推进水泥企业积极开展绿色工厂创建工作。在工信部已经发布的第三批绿色制造企业名单中，水泥企业合计 41 家，约占总数的 5%。保山海螺水泥有限责任公司入选第三批绿色供应链管理示范企业名单。

表 2-4. 水泥厂绿色建筑指标体系

水泥厂绿色建筑指标体系	
类别	主要指标
工艺技术装备	<p>规模≥日产熟料 2000 吨；</p> <p>新型干法工艺技术装备；</p> <p>采用 DCS 控制系统；</p>
能源、资源	<p>规模≥日产 5000 吨，熟料热耗≤ 105kg 标准煤 /t；</p> <p>规模≥日产 2000 吨≤日产 5000 吨，熟料热耗≤ 109kgce/t；</p> <p>水泥综合能耗≤ 95kg 标准煤 /t；</p> <p>水泥综合电耗≤ 90kWh/t（粉磨站企业≤ 36kWh/t）；</p> <p>根据条件，可安装低温余热发电系统；</p> <p>低品位石灰石（CaO 含量 < 46%）≥ 10%，有保障使用 30 年的石灰石矿山资源；</p> <p>根据条件，开展工业废渣（尾矿渣）综合利用；</p> <p>建设能源管控中心，应用能源管理优化技术等。</p>
碳排放	<p>吨熟料二氧化碳排放指标：</p> <p>≤ 0.86tCO₂/t 熟料</p>
污染物	<p>主要污染物排放标准：</p> <p>粉尘≤ 30 微克 / 立方米；SO₂ ≤ 200 微克 / 立方米；NO_x ≤ 400 微克 / 立方米</p> <p>有特别要求的地区主要污染物排放标准：</p> <p>粉尘≤ 20 微克 / 立方米；SO₂ ≤ 100 微克 / 立方米；NO_x ≤ 320 微克 / 立方米</p> <p>污水排放符合当地标准要求，如无当地标准，按建设方要求。否则执行中国相关标准。</p> <p>生产单位水耗≤ 0.25t/t 水泥</p>
管理体系	<p>在有条件地区开展替代原燃料的使用。建立质量管理体系、能源管理体系、职业健康与安全管理、环境管理体系，普及率达 100%。积极落实和践行社会责任，与当地社会、社区和谐共处。</p>

5. 煤化工项目

废水处理基本可以妥善处置，优秀项目基本实现“零排放”

环保曾是现代煤化工的一大制约因素，几个项目曾出现了较为严重的负面事件，受到社会和舆论的诟病。在环保排放方面，随着环保政策日加严苛和“近零”排放的刚性要求，煤炭深加工高浓度污水、浓盐水、水系统处理技术需要改进和优化，蒸发塘底泥无害化、结晶盐、分盐技术需要加快探索。

随着示范项目的不断的改进与完善和国家环境保护要求的不断提高“十三五”期间煤化工项目环保水平也在不断提高。大多数已完成污水处理系统改造，其中优秀的项目污水基本可以得到妥善处理。通过示范项目的建设和运行，初步摸清了煤炭深加工污染源及排放、组成规律，对不同污染源采用分类、分质处理措施，污染控制技术及其水平得到很大提高，将废水进行有效分类包括一般废水、含酚废水、高浓有机废水、含盐废水等。

同时废水处理工艺有较大的发展，如神华鄂尔多斯煤制油公司研发了高选择性多元协同强化催化降解新技术及生物与化学耦合分级处理关键技术，解决了煤直接液化高浓污水中溶解性有机毒物的选择性降解难题，大幅提高了废水的可生化性，保障了后续生化的稳定高效运行。废水回用率可达 98%，其余 2% 的高浓盐水进入蒸发结晶系统结晶成盐，基本实现了“零排放”。中煤图克高含盐污水处理装置生产出了结晶盐。通过固定床加压气化的运行示范，基本摸清了该类工艺所产酚水的性质。

6. 建筑部门

北方地区推进冬季清洁取暖是打赢蓝天保卫战重要措施

2017 年，2017 年，财政部、住建部、环保部、能源局开展中央财政支持北方地区冬季清洁取暖试点工作，国家层面、地方层面都相继提出了一系列有关清洁取暖工作的相关政策推动住建领域的节煤减排。根据这项工作安排，中央财政将支持试点城市推进清洁方式取暖替代散煤燃烧取暖，同步开展既有建筑节能改造，实现试点地区散烧煤供暖全部“销号”和清洁替代。试点示范期为三年，中央财政奖补资金标准根据城市规模分档确定，直辖市每年安排 10 亿元，省会城市每年安排 7 亿元，地级城市每年安排 5 亿元。经过竞争性评审，天津、石家庄、唐山、保定、廊坊、衡水、太原、济南、郑州、开封、鹤壁、新乡共计 12 个城市成为试点城市。12 个试点城市计划热源清洁化 16 亿 m^2 ，建筑能效提升 1.6 亿 m^2 。总投资达到 3000 亿元。其中，中央财政奖补 219 亿元，地方财政投入 697 亿元，计划吸引金融机构、企业投入等社会资本超过 2000 亿元。

研究显示，2016-2017 年，“2+26”城市完成“煤改气”“煤改电”470 多万户，

2017 年冬季北京市 PM_{2.5} 浓度大幅降低，根据专家团队的测算结果，散煤治理贡献率达 40% 左右。因此，《三年行动计划》将能源结构调整作为打赢蓝天保卫战的重要工作，建筑领域将有效推进北方地区冬季清洁取暖作为打赢蓝天保卫战重要措施予以部署。在技术路线上，提出坚持从实际出发，宜电则电、宜气则气、宜煤则煤、宜热则热，各地因地制宜选择采取多样化清洁取暖方式，不局限于“煤改气”，减轻气源保障压力。为防止出现“气荒”，强调抓好天然气产供储销体系建设，加大天然气供应量和管网互联互通建设。为确保取暖民生，明确新增天然气量优先用于城镇居民和大气污染严重地区的生活和冬季取暖散煤替代，重点支持京津冀及周边地区和汾渭平原，并强调“煤改气”坚持“以气定改”。同时，加大政策支持力度，扩大中央财政支持清洁取暖试点范围，完善相关价格政策。其目标是，2020 年采暖季前，在保障能源供应的前提下，京津冀及周边地区、汾渭平原的平原地区基本完成生活和冬季取暖散煤替代；对暂不具备清洁能源替代条件的山区，积极推广洁净煤，并加强煤质监管，严厉打击销售使用劣质煤行为。燃气壁挂炉能效不得低于 2 级水平。在 2018 年的采暖季节，没有出现“气荒”的现象。

为加快推进北方地区冬季清洁取暖工作，在 2018 年 8 月 28 日，财政部、生态环境部、住建部、国家能源局近日组织开展了中央财政支持北方地区冬季清洁取暖试点城市扩围竞争性评审工作，将邯郸、邢台、张家口、沧州、阳泉等 23 个城市纳入第二批中央财政支持北方地区冬季清洁取暖试点范围。

（五）全国房地产库存量 开始出现下降趋势

去库存是结构性改革的五大任务之一，分别从供给侧和需求侧来调节建筑的生产用能和运营用能，做好房地产去库存是降低建筑能源消耗，实现整体煤控目标的重要途径和有效手段。

国家统计局《2017 年全国房地产开发投资和销售情况》报告显示，2017 年末，商品房待售面积 58923 万平方米，比 11 月末减少 683 万平方米。其中，住宅待售面积减少 670 万平方米，办公楼待售面积增加 118 万平方米，商业营业用房待售面积减少 215 万平方米。从不同结构上看，住宅去库存比商业库存以及办公楼库存取得更加明显的成效。

截止到 2017 年 12 月，中国房地产开发企业住宅库存量为 30163 万平方米，同比下降 25.1%，可见中央调控政策成效显著，但与 2011 年 12 月相比，仍然增

加了 78.4%。在政府多措并举的政策引领下，全国房地产企业住宅库存量在 2016 年开始出现明显下降趋势，到了 2017 年 12 月库存量同比下降 14.2% 左右。2016 年全国住宅销售面积 13.75 亿平米创历年新高，一二三线城市住宅销售面积分别为 0.53、3.91 和 0.81 亿平米，所以这全国库存量的下降主要体现在一二线城市的房地产企业库存量下降较快较多，而三四线城市依然存在着较大库存，房地产销售形势严峻，去库存压力较大。一二线城市楼市库存量本来处于正常水平，并不需要去库存，但在政策刺激下，房价大涨，库存量大幅下降，一度出现了所谓的“抢房潮”。而本需要去库存的三四线城市，去化效果并不好。长期来看，三四线高库存区域去库存仍有赖于地方政府抓住新型城镇化和区域一体化机遇，推进多项措施发展产业以吸引人口流入和提供就业保障，进而拉动地产需求。

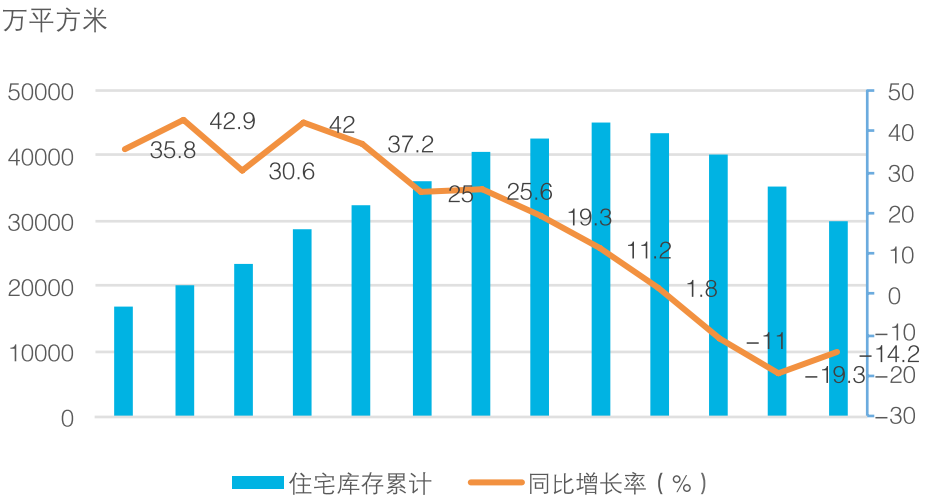


图 2-10. 全国房地产开发企业住宅库存量

3

煤炭“去产能”对就业的影响正在得到妥善解决

中国政府在“十三五”规划中的供给侧结构性改革是转变中国经济结构和可持续发展的重头戏。煤炭和钢铁行业首先列出其中,考虑到行业在转型中的困难和障碍,保证结构性改革和转型的顺利完成,中央专门为下岗工人的转岗、再就业和生活补助等问题,专门拨款 1000 亿元支持再就业的顺利进行,通常把此类问题称为经济转型中的正义。与国际上的经济教训和应对方案比较,中国政府在下岗职工安置和再就业问题上,应对措施有力有效,显得浓墨重彩。

（一）煤炭“去产能” 对就业影响的评估

与去产能和经济增速趋缓同步发生的是“去产能”产业就业的减少。2003 年到 2013 年期间,是煤炭行业发展的“黄金时期”,煤炭就业人数由 377 万提高到 530 万人,增加了 153 万人。2014 年标志着煤炭行业从业人数有增到减,短短三年间,煤炭行业的从业人数由从 530 万人下降到 397 万人(见图 3-1)。2017 年底,煤炭行业从业人数仅为 351.5 万人。最新的统计数据显示,到 2018 年 8 月,该数字进一步降至 327.3 万人。



图 3-1. 1998-2016 年煤炭开采与洗选行业城镇单位就业规模变化趋势。

数据来源: CEIC 数据库, 其根据国家统计局数据整理

应该指出的是,煤炭和其他行业在发展过程中,由于技术的变化和管理水平的提高,以及市场竞争的影响,对企业和行业的劳动生产率的上升有重大推动作用,供给侧结构性改革的去产能从政策方面加速了这一进度。

课题组采用《中国劳动统计年鉴》提供的数据来分析各省煤炭开采与洗选行业就业规模的变化趋势，结果显示和全国总就业的变化趋势类似，大部分省份的煤炭从业人员规模在 2010-2015 年期间均呈现先上升后下降的趋势。按照 2015 年就业规模进行排序，前三位为山西、山东和河南。其中山西省煤炭行业约有 93.93 万人，约占全国总量的 25% 左右；山东省约有 45.75 万人从事于煤炭行业，河南约有 39.04 万人。就业规模最多的十个省（山西、山东、河南、安徽、黑龙江、陕西、河北、内蒙古、辽宁河贵州）的就业总量约占全国总规模的 80% 左右。

从变化趋势来看，和全国煤炭从业总量的变化趋势一样，大部分主要产煤省份的煤炭就业规模都呈现了一个逐步上升直至峰值，然后逐渐减少的趋势，基本都在 2012 年或 2013 年到达煤炭从业总数的顶峰，例如陕西、河北、内蒙古、辽宁、贵州、云南等都是在 2013 年达到就业最大规模；而山东、河南、安徽、甘肃等省份都是在 2012 年达到最大规模；但也有少数几个地区的煤炭就业呈现不同的趋势，如黑龙江在 2011 年就达到最大规模随后一直保持减少趋势；湖南、北京等地的煤炭就业则是呈现持续减少的态势，这表明部分地区在各种具体因素影响下，煤炭转型发生的时间甚至要更早一些。

从 2015 年各省的煤炭从业人员数据来看，同该地区煤炭行业就业最大规模进行比较，就业减少最多的地区是黑龙江，约减少了 11.05 万人；其次是河南与山东，这两个省份的煤炭就业都减少了约 9.6 万人左右；安徽的煤炭就业减少了 9.16 万人。而煤炭产量大省山西和内蒙古，都仅减少了 7.61 万和 3.51 万，陕西的煤炭就业规模在 2012 年后基本保持稳定，只减少了 0.43 万人。

针对煤炭“去产能”将会引发企业结构改革与职工分流安置的问题，各主要产煤省（区）纷纷提出要对企业制度及组织结构进行优化改革，促进行业大调整，适应煤炭行业供给侧结构性改革大形势；借助 7 号文件提出的内部转岗、内部退养、补偿下岗、帮扶再就业四大职工分流安置意见的指导，制定了全省（区）职工安置策略。如黑龙江就制定了“十三五”期间安置龙煤集团 6.2 万职工的分步走计划。

（二）煤炭“去产能”中就业安置问题的经验总结和困难梳理

国家在 2016 年“去产能”政策启动伊始就已经出台了去产能职工安置工作、实施特别职业培训计划、创业担保贷款支持创业就业等一系列政策文件，开发上线了化解过剩产能企业职工信息系统，针对部分地区任务比较重的问题还组织实施了专项就业援助行动。通过发挥社会保障和生活救助的托底作用，确保没有能力再就业人员有稳妥的基本生活，并积累了一定的成功经验，但随着工作的推进，尤其是“去

产能”政策结束之后，由于劳动生产效率和煤炭产量的达峰，整个行业的就业将会面临长期的减少趋势，因此未来解决就业安置问题的困难和挑战也会逐步加大。

（1）积累的重要经验

煤炭的就业安置和保障受影响地区的平稳转型得以有条不紊的推行，最重要因素在于国家对就业和社会稳定的高度重视。在推动煤炭“去产能”和产业转型过程中，始终将职工就业安置置于优先位置。坚持实施积极的就业政策，优先解决“人向何处去”的问题。特别是去产能重点地区在制定产业、财税、金融等宏观经济政策时，始终将解决职工就业安置问题作为首要任务，把优先安置职工体现在政府政策之中、企业去产能方案之中、公共就业社保服务之中以及资金保障等各个方面。

二是完善配套的资金政策。中央、有关部门和地方制定和实施的一系列促进职工就业安置的政策措施，安排奖补资金，为安置职工提供了有力保障。财政安排的“去产能”专项奖补资金由地方政府和中央企业统筹用于符合要求的职工分流安置工作。具体包括，企业为退养职工按规定需缴纳的职工养老和医疗保险费，以及需发放的基本生活费和内部退养工伤职工的工伤保险费；清偿拖欠职工的工资、社会保险等历史欠费；弥补行业企业自行管理社会保险收不抵支形成的基金亏空，以及欠付职工的社会保险待遇等。这些为妥善解决就业安置问题发挥了重要的作用。

此外，在安置工作中，充分发挥了企业的主体作用，成为做好职工安置工作的基石。企业通过调整转型、转移就业，进行职工安置工作，被转岗的职工可以享受转岗安置补贴、职业介绍补贴或交通补贴；对挖掘内部潜少裁员的“三去一降一补”煤炭企业给予稳岗补贴奖励；兼并重组改革后注册成立的新企业多安置原煤炭企业职工，可享受相应的社会保险补贴。结合国有企业混合所有制改革机遇，积极吸收互联网企业、金融保类机构投资者等社会资本参与煤炭企业并购重组，变债权为股权，降低财务成本，优化公司资本结构、股东结构和治理结构，强化激励和约束机制，为煤炭企业长期可持续发展建立坚实的制度基础；借助债务重组和破产清算政策，通过国家级政策性债务处置平台，妥善处置煤炭企业债务和银行不良资产，通过兼并重组、市场出清，注销名存实亡的炭“僵尸企业”；调整转型，注册成立新企业，使新企业甩开历史沉重包袱、轻装上阵，增强其吸纳安置原煤矿职工就业能力。

而中国长期致力于建立完善的公共就业服务体系和社会保障制度也在安置职工，维护职工的合法利益中发挥了重要支撑作用。失业保险和养老保险制度都为妥善处理职工安置发挥了重要的稳定器作用。而政府提供的公益性托底岗位，为最脆弱群体提供了最基本的社会保障和生活救助，确保没有能力再就业的人员有了稳妥的基本生活。

三是采取“一把钥匙开一把锁”的方案，实施一省一地针对性的措施。

促进煤炭行业公正转型，要求建立一套完善的转型制度框架。其中包括的关键就业安置方案要求对不同地区、不同企业、不同煤矿的实际情况进行具体分析。尤其对一些资源型的地区，去产能和产业转型的差异带来不同的就业问题，更不建议采取“一刀切”的政策进行简单应对。

实地调研发现，即使同为煤炭生产基地，不同地区呈现的差异性也很大。经济水平和发展阶段、煤炭产业就业规模和比重、地区去产能方案、本地煤炭企业构成和企业淘汰冗余就业的举措等方面的差异性都会导致本地区面临截然不同的就业问题和挑战。比如内蒙古和山西同样作为资源型大省，内蒙古目前和未来面临的就业损失压力较小，而山西却面临漫长且严峻的就业安置问题。内蒙古已是煤炭生产第一大省，但其就业规模不到山西就业规模的 20%。而山西在去产能过程中，虽然煤炭行业的国有企业通过内部消化已解决了部分就业问题，但山西的煤炭就业占比仍不降反增。在企业内部消纳潜力有限的情况下，山西未来煤炭行业的就业压力将长期存在。长期“一煤独大”的局面也让山西面临煤炭企业职工子女就业安置的独有难题。

其次，在制定就业安置和鼓励再就业的方案时，也应考虑地区不同的资源优势特点，结合市场需求和趋势，借力地区新旧动能转换推进就业转型。一些煤炭资源丰富地区，利用资源优势吸引投资，延长产业链，从而实现产业结构调整、吸纳就业的目的。但很多地区所培育和发展的替代性产业并不适应本地实际情况，还可能引入新的污染。目前东北、华北地区一些煤炭生产基地，由于转型方向仍以资源开发为主，并未大力培育扶植有明显市场优势的产业。保守的转型思路并不能为再就业创造足够的就业空间，也无法长期有效地解决就业问题。对于内蒙古和云南，在面临再就业的问题时，可以考虑自身生态环境优势，在高端生态旅游产业中创造更多就业机会。

受到发展水平、地域条件、资源禀赋、政策影响等因素的影响，煤炭开采企业面临的就业安置和转型问题也需要具体问题具体分析。大型煤炭企业有较强的实力推动转型多元化发展，具有较为良好的未来发展前景，可通过培养和引进高端科技人才、整合产业链上下游推动多元化发展等方式实现就业转型。中等规模的煤炭开采企业，一方面要加快寻找新的经济增长点；另一方面要对冗余劳动力加以转岗培训，加快企业内部消化吸收。老旧小型煤矿，则需要跟过国家和地方政府的政策和财政支持，建立企业退出市场机制，引导企业对矿区开展生态修复工作，既能创造就业，也能恢复生态环境。

煤炭行业的去产能和产业转型是一项艰苦而耗时的任务。未来几年，持续推进“去产能”将带来的近百万的冗余劳动力。产业结构调整和就业转型的平稳过渡要求量体裁衣、因地制宜，才能有效、长远地解决就业公正问题，最大程度避免由就业问题衍生出的集体性时间和社会公正问题。

（2）面临的困难和挑战

继续安置煤炭职工难度加大。去产能企业职工普遍存在“四偏一单一高”问题，即：年龄偏大、文化程度偏低、学习能力偏差、跨区域就业意愿偏低、技能单一、就业安置期望高，就业安置难度较大。去产能企业职工的平均年龄在 45 岁左右，有的煤炭企业职工甚至接近 50 岁；去产能企业职工文化程度多为中学及以下水平，学习能力较差；长期从事某一项工种造成技能单一，难以满足新岗位的技能要求；多为本地户籍人员，家庭和社交圈均在本地，跨区域就业意愿较低。以课题曾经调研的黑龙江龙煤集团为例，2016、2017 年关闭退出 4 个煤矿，共安置职工近 8000 人，其中 40 岁以上 74.5%、45 岁以上 49.9%、50 岁以上 20%，初中及以下学历占 73.7%。由于工作环境问题，很多一线职工深受职业病困扰，许多职工体弱多病、家庭负担较重，转岗转业、就业创业极为困难。不少国企职工对企业有比较严重的心理依赖，对国企职工身份有较高预期，对分流安置的岗位有较强的攀比心态、积极主动意识较差。这一系列基本特征，都严重阻碍了去产能企业职工通过市场化方式实现再就业，加大了就业安置的难度。

主要的煤产重点地区的就业承载能力有限，职工就业安置矛盾十分突出。当前中国煤炭产能过剩的地区分布差异很大，这些煤炭资源型城市，多为产业结构单一的资源枯竭城市和独立工矿区，职工安置压力巨大，需要安置的职工多、难度大。这些煤城由于产业单一、就业渠道狭窄，职工安置难度非常大。例如在黑龙江的“四煤城”与陕西铜川等地，在去产能的影响下，这些地区其他产业也普遍萧条，分流职工缺乏就业渠道，一些职工在企业内处于隐形失业状态，补助水平低，家庭生活困难。有的独立工矿区职工子女就业难，地方和企业普遍依靠自身能力安置职工压力很大。

去产能企业继续成为职工安置主渠道的空间极为有限。去产能职工安置过程中，充分发挥企业特别是国有企业的主体作用，是国内去产能职工安置工作的主导思想，也是符合中国十八届三中全会确定的让市场发挥决定性作用的基本精神。以山西省为例，2016 年去产能需要分流安置职工 3.17 万人，主要分布在大型国有煤炭和钢铁企业，实际安置率高达 99.97%，其中转岗安置和内部退养两大渠道合计占 87.5%。近两年去产能职工安置工作的实际效果表明，职工安置顺利完成的前提是去产能企业（特别是国有企业）在职工安置中发挥主体作用，充分履行社会责任，尽可能内部安置分流人员。但实际上，企业尽可能采取内部安置方式的负担是巨大的，未来可持续的空间是有限的。

去产能职工通过劳动力市场实现再就业的难度较大，造成地方政府和企业的就业安置压力巨大。近年来，随着煤炭景气程度走低，行业全面启动人力资源优化计划，主要企业持续开展“减员增效”工作，以进一步提高劳动生产率，

降低单位人工成本。即便没有去产能任务的煤炭企业也有较大的人员分流安置压力，只不过这种压力可以在相对长的一段时间内释放。而去产能直接减少了现在岗位，造成企业短期内的人员安置压力陡增。单从企业自身生产经营的角度来讲，将富余人员直接推向劳动力市场，让其通过市场方式实现再就业，是更为简单高效的安置方式，后续矛盾和潜在风险较小。但实际操作过程中，分流安置人员通过劳动力市场实现就业的成功率较低，或者说其很难通过市场化的方式实现再就业。因此，去产能企业（特别是国有企业）出于维持稳定的需要，不得不更多采用内部安置方式，保证分流安置人员的基本生活。

去产能职工就业安置政策未能充分发挥作用。国务院先后发布了多项与化解过剩产能相关的指导性意见，分别是《关于化解产能严重过剩矛盾的指导意见》《关于煤炭行业化解过剩产能实现脱困发展的意见》。人社部等部委联合发布了三项与化解过剩产能职工安置直接相关的政策文件，分别是《关于失业保险支持企业稳定岗位有关问题的通知》《关于在化解钢铁煤炭行业过剩产能实现脱困发展过程中做好职工安置工作的意见》《关于做好 2017 年化解钢铁煤炭行业过剩产能中职工安置工作的通知》。人社部单独发布了一项化解过剩产能职工培训计划，即《关于实施化解过剩产能企业职工特别职业培训计划的通知》。这一系列的政策措施对促进化解过剩产能职工安置发挥了重要作用，取得了明显效果，保证了就业与社会局势的总体稳定。但在政策执行的实际操作过程中，仍存在一些政策空白点，也有一些政策衔接问题，还有一些政策点有待突破和继续完善。

保障职工安置的财政制度不完善，资金缺口仍然比较大。对于去产能的奖补资金使用，各省间补贴标准差异较大，经济发达地区往往标准较高。目前，国家对需要“去产能”的企业也没有统一明确的鉴定标准，煤矿退出机制不健全，国有企业淘汰落后产能缺少政策支持，而大量“僵尸企业”仍在接受财政补贴、银行信贷等多方持续“输血”。另外，各地普遍反映奖补资金远远不足与解决职工安置问题，按照 1000 亿的奖补资金，用于解决 180 万人的就业安置问题计算，理论上平均每个人能够分配到 6 万元，但是 6 万元仅仅相当于工人 1-2 年的工资收入，无论是企业反馈还是实际调研来看，这样的标准很难满足需要。例如，黑龙江龙煤集团按照人均 20.82 万元安置费用测算，关闭退出 16 座矿井就需要 102.35 亿元的总成本。龙煤集团特困群体多，人均月收入低于 500 元的特困家庭达 80 621 户，随着转流分岗的推进，潜在不稳定问题愈加突出。此外，安置费用标准还存在地区协调、不同安置方式间的协调、退养与在岗人员的协调问题。



（三）钢铁行业“去产能” 在就业问题的处理

把职工安置作为化解过剩产能工作的重中之重”，配套成立了工业企业结构调整专项奖补资金，对地方化解过剩产能中的人员分流安置给予奖补，同时要求发挥企业主体作用与社会保障相结合，采取挖掘企业内部稳岗就业潜力、对符合条件的职工实行内部退养、依法依规解除终止劳动合同、做好再就业帮扶等措施，确保做好职工安置工作。

与煤炭行业相比较，钢铁需求从 2015 年低谷期回升，钢铁行业的产量生产稳定在一个平台期，下岗的人数在各省都能较快吸纳，“僵尸”企业和“地条钢”企业的处置也较为彻底。省级和地方经济也没有出现像煤炭经济依赖那样完全依赖钢铁行业，应对钢铁行业“去产能”产业的就业问题也较为顺畅。不容忽视的是，在今后的一段较长的时间内，钢铁行业“去产能”仍是一项长期的艰巨的任务。

4

重点耗煤部门发展现状和煤控进展评估

控制煤炭消费总量，核心在于控制重点部门煤炭消费总量。工业煤耗占全国总煤耗的 90% 以上，同时工业排放也是粉尘、二氧化硫、氮氧化物、重金属等环境污染物和二氧化碳排放的主要来源。严格控制重点部门的煤炭消费，加快淘汰低效、落后、高污染产能，促进能效水平显著升级，有效利用二次能源和可再生能源，这既是支撑实现全国及重点区域煤炭消费减量替代目标的前提，也是从源头减少主要污染物排放和碳减排的最大潜力，对倒逼传统产业转型升级，推动经济实现高质量发展具有重要意义。

中国煤控项目选取了煤耗量排在前五位的电力、钢铁、建筑、水泥、煤化工这五大个重点耗煤部门，研究如何通过推进和落实“三去一降一补”任务抑制电力工业、建筑领域和现代煤化工项目的耗煤增量，同时大力削减钢铁工业、水泥工业等高耗能部门的煤耗存量，通过减量、替代、清洁三大途径完成煤控目标的落地实施、环境保护和行业的绿色转型升级。

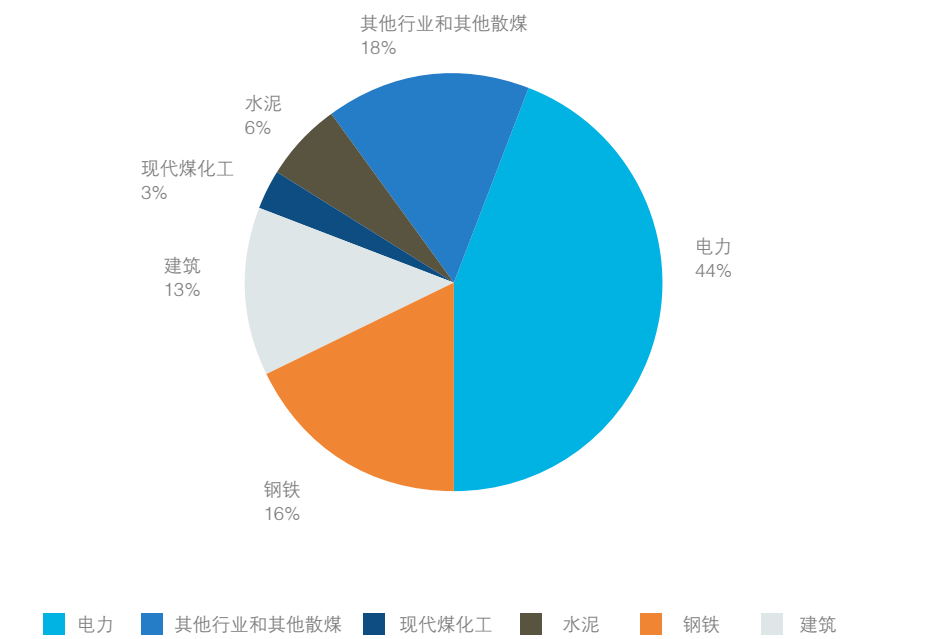


图 4-1. 2017 年重点部门煤耗在总煤耗中的占比

（一）重点耗煤部门发展现状与煤控指标分析

1. 煤炭行业

1) 完成去产能国家规划目标，煤炭产量增长得到一定控制

煤炭行业化解过剩产能工作在“十三五”前半期已经取得了卓越的成效，2018 年上半年已经完成了“十三五”煤炭行业去产能 5 亿吨的任务。从煤炭实际产量来看，2016 年中国煤炭行业化解过剩产能工作，尤其是“276”天工作日的实施，压减了全国原煤的产量。据统计，2016 年全国原煤产量为 34.1 亿吨，同比减少 9.1%；2017 年在宏观经济的拉动下，煤炭下游行业下游需求强劲，煤炭市场逐步回暖，产量自 2014 年来首次出现恢复性上涨，2017 年原煤产量为 35.24 亿吨，涨幅达 1.1 亿吨，同比增长 3.2%。2018 年由于下游电力部门和化工部门消费的增长，以及大型现代化矿井陆续的投入运营，全国煤炭市场供需基本平衡。2018 年 1-10 月份，全国原煤产量约为 29 亿吨，同比增长 5.4%，增长趋势明显。煤炭经济运行态势良好，市场价格处于合理区间，行业效益回升。

2) 产业布局西移，集中度提高

东部地区煤炭产量占比逐年下降，中部和东北地区煤炭产量有所限制，逐年缓慢下降，西部地区煤炭产量得到释放，产量逐年上升，产业布局西移。2017 年，全国煤炭产量 35.2 亿吨，东部地区煤炭产量 2.21 亿吨，占全国的 6.27%；东北地区煤炭产量 1.09 亿吨，占全国的 3.10%；中部地区煤炭产量 11.42 亿吨，占全国的 32.4%；西部地区煤炭产量 20.48 亿吨，占全国的 58.19%。在去产能政策的实施过程中，煤矿数量大幅减少，2016 年和 2017 年全国关闭退出约 2572 处小煤矿，煤矿数量减少到 7000 处以下。120 万吨/年及以上大型现代化煤矿达 1200 多处，产量占全国的 75% 以上，30 万吨/年的小型煤矿减少到 3200 处。14 个大型煤炭生产基地产量占比 94.3%，同比增长 0.6 个百分点。产业集中度进一步提高。图 4-2 到 4-4 分别表示煤炭工业发展十三五规划中的煤矿数量、大型煤矿产量、大型煤炭基地产量占比三个指标的完成情况及 2020 年发展预测。



图 4-2. 煤矿数量

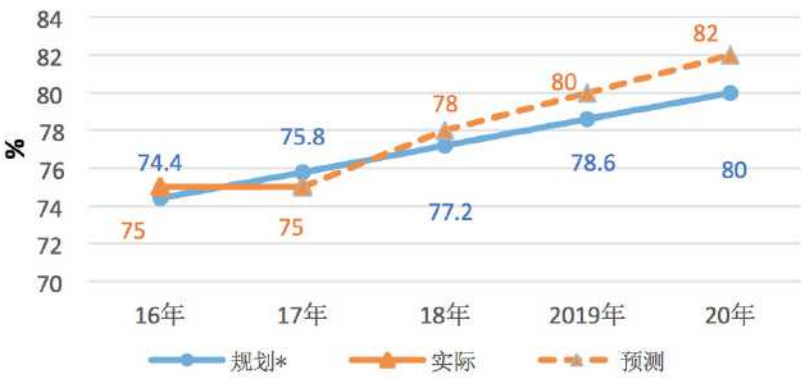


图 4-3. 大型煤矿产量占比

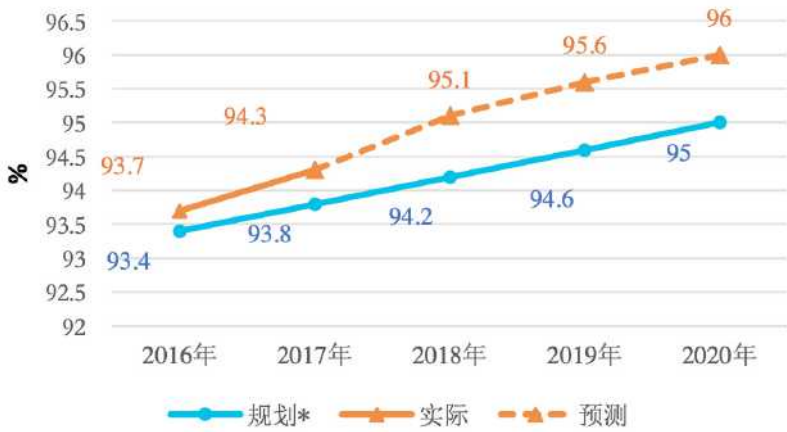


图 4-4. 大型煤炭基地产量占比

3) 煤炭行业煤控指标

十三五期间煤炭行业供给侧改革成效显著，2016-2018 年总计退出落后产能 7.43 亿吨，提前两年完成“十三五”目标任务。煤矿数量大幅减少，科学产能稳步提高，煤矿安全生产工作成效显著，全国煤炭产量控制效果明显。但 2018 年上半年，煤炭生产受下游部门消费的拉动，以及大型现代化矿井陆续的投入运营，全年煤炭产量达到 36.8 亿吨，高于煤控情景下的煤炭产量，预计在 2020 年将超过煤控课题的预测目标，但不超过国家“十三五”目标。见表 4-1。

表 4-1. 煤炭行业“十三五”煤控相关指标完成情况及预测

指标		2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2020 当年 煤控目标 完成预计
原煤产量 (亿吨)	规划 *	37.5	37.8	38.1	38.4	38.7	39	不超过 国家规划 目标
	煤控 *	—	36.63	35.99	35.35	34.72	34.10	超出煤控 目标
	实际 / 预测	37.5	34.1	35.2	36.8	36.5	36.6	
化解过剩 产能(亿吨)	规划 *		2.5	1.5	1.5	—	—	提前完成
	实际 / 预测		2.9	1.83	2.7	1.6	1.2	
煤矿数量 (处)	规划 *	9700	8960	8220	7480	6740	6000	可以完成
	实际 / 预测	9700	8100	7000	6200	5500	5000	
大型煤矿 产量占比 (%)	规划 *	73	74.4	75.8	77.2	78.6	80	可以完成
	实际 / 预测	73	75	75	78	80	82	
大型煤炭基地 产量占比 (%)	规划 *	93	93.4	93.8	94.2	94.6	95	可以完成
	实际 / 预测	93	93.7	94.3	95.1	95.6	96.0	
科学产能 占比 (%)	煤控 *	—	57.35	60.81	64.27	68.87	74.32	可以完成
	预测 *	54.19	60.26	62.16	64.31	—	—	
死亡人数 (人)	煤控 *	—	786	731	677	624	573	可以完成
	实际 */ 预测	—	538	375	—	—	—	

1. 规划 *：根据《煤炭工业发展“十三五”规划》数据折合平均每年的量。
2. 意见 *：国家能源局逐年印发的《能源工作指导意见》中的量。
3. 基准 *：煤控课题组提出的“十三五”煤炭消费总量控制基础上，基准情景下的预测性指标。
4. 煤控 *：煤控课题组提出的“十三五”煤炭消费总量控制基础上，煤控情景下的预测性指标。
5. 至今：2018 年 1 至 5 月的累积量。
6. 预测 *：评测课题组预测值。

数据来源：煤炭科学研究总院中国煤控课题组

煤矿安全生产责任体系不断完善，安全形势持续稳定好转

百万吨死亡率不断下降，2017 年低于规划目标国家安全监管总局副局长、国家煤矿安监局局长黄玉治在 2018 全国安全生产工作会议上的讲话中表示，2017 年全国共发生煤矿安全事故 219 起、死亡人数 375 人，同比减少 30 起、151 人，分别下降 12% 和 28.7%，百万吨死亡率为 0.106。煤矿安全生产工作成效明显，比煤控情景死亡人数减少更多。

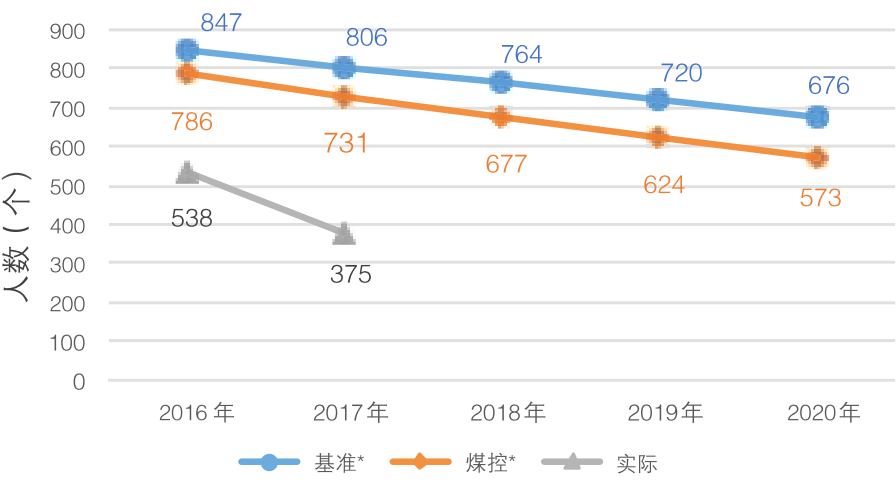


图 4-5. 煤矿安全生产事故死亡人数对比

科学产能占比不断提高

2016 年全国科学产能平均得分 65.79，产能 20.55 亿吨，占比达 60.26%；2017 年全国科学产能平均得分 67.02，产能 21.88 亿吨，占比达 62.16%；2018 年全国科学产能平均得分 67.93，产能 23.41 亿吨，占比达 64.31%。比煤控情景科学产能提高更快。

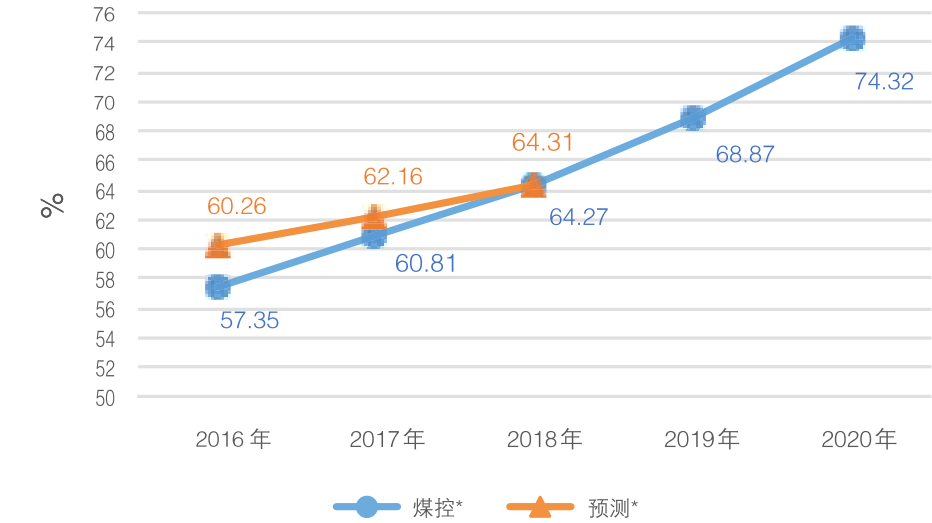


图 4-6. 科学产能占比

2. 钢铁行业

1) 去产能任务超额完成，产量在峰值平台期高位震荡

“十二五”期间，由于下游行业对粗钢的需求有所降低，粗钢产量同比增速放缓，并在 2015 年首次出现下降。进入“十三五”以来，钢铁行业大力推进以化解过剩产能为突破口的供给侧结构性改革，在 2018 年超额完成了压减粗钢产能 1.5 亿吨的任务；坚决开展了清除“地条钢”行动，行业从根本上扭转了“劣币驱逐良币”现象，有效优化了产能结构和市场环境，统计内合规产能开始快速释放，粗钢产量呈现反弹上升趋势。2017 年全国粗钢产量 8.32 亿吨，同比增长 3.0%，达到历史最高值；生铁产量 7.11 亿吨，同比增长 1.2%；钢材产量 10.48 亿吨，相比 2016 年的 11.3801 亿吨减少近 9000 万吨。

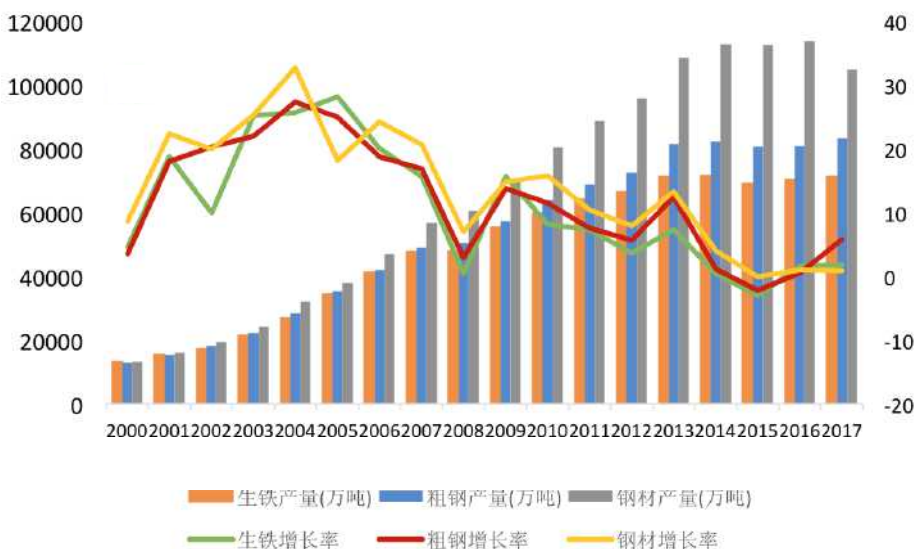


图 4-7. 2000-2017 年我国主要钢铁产品产量及变化趋势

根据国家统计局最新数据显示，2018 年 1 月至 6 月，全国粗钢累计产量 4.51 亿吨，同比增长 6.0%，生铁累计产量 3.73 亿吨，同比增加 0.5%，钢材累计产量 5.31 亿吨，同比增长 6.0%。受钢铁去产能工作深入推进、“地条钢”清除、采暖季错峰生产和市场需求回升等因素影响，生铁产量小幅波动，粗钢产量在峰值平台期高位震荡，有望在 2018 年达到峰值。

步增大。“十三五”以来，市场形势好转，需求复苏，特别是受基础设施、房地产、汽车等行业投资拉动的影响，粗钢表观消费量略有回升。2016 年粗钢表观消费量为 7.09 亿吨，同比增长 2%。2017 年粗钢表观消费量为 7.36 亿吨，同比增长 3.8%。

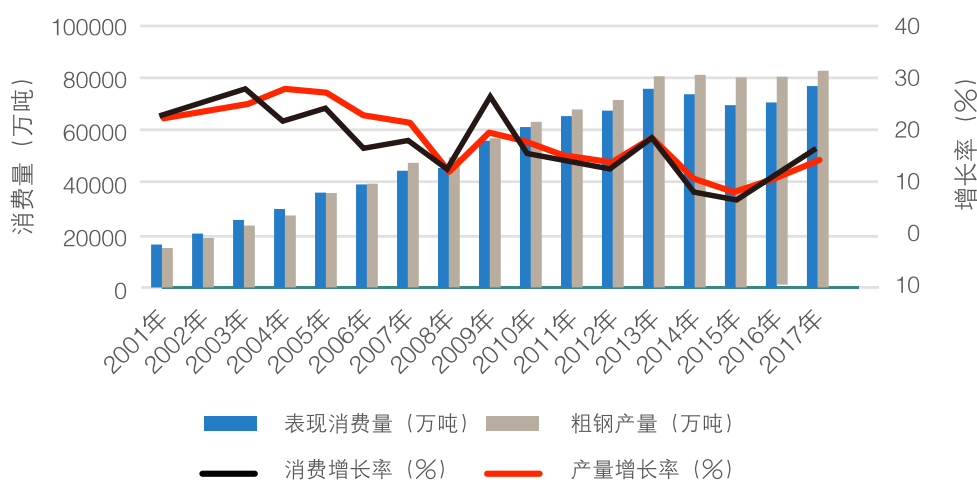


图 4-9. 2001-2017 年我国粗钢表观消费量变化情况

4) 钢铁行业煤控指标及节能减排进展

十三五前半期，钢铁行业以化解过剩产能为突破口，大力推进供给侧结构性改革，坚决取缔地条钢，推动钢铁行业超低排放改造，实现了节能环保水平的进一步提高和污染物排放的持续削减。取缔地条钢后，统计内合规产能快速释放，再加上国内市场需求回升，粗钢产量快速反弹上升，2018 年粗钢产量达到 9.28 亿吨，同比增长 6.6%。中国煤控项目在 2015 年做“十三五”煤控情景分析时，没有预测到取缔“地条钢”所带来的影响，认为 2015 年是粗钢生产的峰值年，所以在粗钢产量和消费量进入峰值平台期的前提下，粗钢产量的实际峰值年将比 2015 向后调整，钢铁行业的产量和煤控目标将难以完成，需要调整，见表 4-2。

表 4-2. 钢铁行业“十三五”煤控相关指标完成情况及预测

钢铁煤控指标		2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2020 当年煤控目标完成预计
粗钢产量 (亿吨)	煤控 *	8.1	7.9	7.6	7.4	7.2	7	淘汰“地条钢”后，粗钢产量峰值年推后到 2018
	实际	8.04	8.08	8.32	9.28	8.8	8.2	
废钢消耗总量 (亿吨)	煤控 *	0.93	1.07	1.18	1.3	1.4	1.51	超额完成
	实际	0.83	0.9	1.48	1.8	1.9	1.9	
废钢单耗 (kg/ 吨钢)	煤控 *	115	135	155	175	195	215	超额完成
	实际	104	112	178	190	200	210	
煤炭消耗总量 (亿吨标准煤)	煤控 *	4.36	4.17	3.93	3.74	3.56	3.39	不能完成
	实际	4.12	4.22	4.25	4.3	4.2	4.02	
外购电量 (亿千瓦时)	煤控 *	2289	2237	2157	2100	2043	1987	钢产量增加 + 电炉钢增加，外购电量比预计
	实际	2274	2295	2259	3200	2950	2800	
新水消耗总量 (亿立方米)	煤控 *	32.4	30.57	29.26	28.34	27.5	26.6	可以完成
	实际	26.28	24.83	23.55	24.03	22.1E	20.5	
其他煤耗相关指标		2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	
生铁产量 (亿吨)		6.91	7.07	7.11	7.6	7.4	7.2	
吨钢 CO ₂ 排放 (吨)		0.88	0.68	0.66	-	-	0.47	

煤控*：煤控课题组提出的“十三五”煤炭消费总量情景预测性指标。

数据来源：中国钢铁工业协会煤控课题组

表 4-3. 钢铁工业调整升级规划（2016-2020）煤控相关指标完成情况及预测

钢铁行业“十三五”规划指标	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年预测	2019 年预测	2020 年预测	2020 年规划	规划完成情况
粗钢产能 (亿吨)	11.3	10.69	10.19	9.8	-		10	超额完成
产能利用率 (%)	70	75.6	81.65	-	-	-	80	超额完成
产业集中度 (前 10 家) (%)	34.2	35.9	36.9	-	-	-	60	与目标相差较远
吨钢综合能耗 (千克标准煤)	571.85	585.66	570.51	559.4	560E	557E	不高于 560	完成
吨钢耗新水量 (立方米)	3.27	3.09	2.93	2.57	-	< 3.2	不高于 3.2	超额完成
吨钢二氧化硫 排放量 (千克)	0.85	0.68	0.66	0.47	-	<0.68	不高于 0.68	超额完成

数据来源：中国钢铁工业协会煤控课题组

节能环保水平进一步提高

“十三五”期间，钢铁行业能耗指标持续改善，资源、二次能源利用水平进一步提高。钢铁企业推行清洁生产、提高资源和二次能源利用效率，钢渣利用率、高炉渣利用率、含铁尘泥利用率、高炉煤气利用率、转炉煤气利用率和焦炉煤气利用率等均保持较高水平。

表 4-4. 2011-2017 年重点统计企业固体废弃物综合利用率

项目	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
钢渣利用率(%)	95.78	95.35	96.4	96.75	95.94	95.01	99.64
高炉渣利用率(%)	97.19	107.52	96.37	98.51	93.62	94.42	95.6
含铁尘泥利用率(%)	99.03	102.35	99.9	99.75	99.77	100	100

污染物排放持续削减

“十三五”期间钢铁行业重点推广一批节能环保新技术、新设施，有力地支持了钢铁行业污染物排放削减，推动节能环保水平明显提升。主要钢铁企业的环境质量明显改善，很多厂区“颜值”焕然一新，涌现了一大批“花园式”工厂、清洁生产环境友好型工厂。

2017 年，统计的会员企业吨钢耗新水同比下降 5.27%，外排二氧化硫下降 3.69%，外排废水中化学需氧量下降 2.96%，悬浮物下降 9.66%，挥发酚下降 9.43%。2018 年 1-6 月，统计的会员生产企业累计外排废水量同比下降 4.14%，外排废气中二氧化硫累计排放量同比下降 9.73%，外排废水中化学需氧量累计排放量同比下降 16.97%，悬浮物累计排放量同比下降 19.37%。虽然近年来钢铁企业平均吨钢排放烟粉尘、SO₂ 和 NO_x 排放水平有所下降，但是与国际先进水平相比仍有一定差距。

表 4-5. 国内钢企与国际先进钢企主要废气污染物排放因子

污染物	韩国浦项 2017 年	日本 JFE 2016 年	新日铁 2017 年	宝钢股份 2017 年	鞍钢股份 2017 年	121 家重点 大型钢企 2015 年
烟粉尘 (kg/t)	0.081	/	/	0.32	0.48	0.75
SO ₂ (kg/t)	0.50	0.47	0.79	0.30	0.52	0.81
Nox(kg/t)	0.73	0.78	1.08	/	0.97	0.97
吨钢综合能耗 (kgce/t)	/	768	785	596	575.6	/

注：韩国浦项、日本 JFE、新日铁、宝钢股份数据来源于各企业年度可持续发展报告；鞍钢股份数据来源于企业 2017 年度社会责任报告。

根据环保部《关于京津冀大气污染传输通道城市执行大气污染物特别排放限值的公告》（2018年第9号公告），在京津冀大气污染传输通道城市（2+26城市）执行大气污染物特别排放限值，新建钢铁企业自2018年3月1日起，现有钢铁企业自2018年10月1日起执行特别排放限值。钢铁行业将面临更严峻的稳定达标排放问题。

钢铁行业将进行超低排放改造

2018年出台的《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》（国发〔2018〕22号），要求推动实施钢铁等行业超低排放改造，重点行业污染治理升级改造，2018年底前京津冀及周边地区基本完成治理任务，长三角地区和汾渭平原2019年底前完成，全国2020年底前基本完成。随着超低排放改造的推进，河北、河南、广西、江西、山东、山西、天津、唐山等省市以及京津冀及周边地区均出台了对大气污染物开展超低排放改造的要求，特别是对烧结烟气排放浓度的限值：颗粒物≤10微克/立方米、SO₂≤35微克/立方米、NO_x≤50微克/立方米。不同国家地区钢铁烧结烟气生产排放标准比较如表11所示，对比可知，上述排放限值不仅仅远低于国家相关标准中40微克/立方米、180微克/立方米、300微克/立方米的大气污染物特别排放限值，更是达到了国内外现行标准的最严水平。通过超低排放改造，钢铁行业能有效的弥补环保短板，大大减少污染物排放量，打赢蓝天保卫战。同时也能促进钢铁行业深入淘汰过剩产能，兼并重组，技术创新和高质量发展。

钢铁行业超低排放改造，将助力打赢蓝天保卫战和进一步淘汰落后产能，实现钢铁行业的高质量发展。

表 4-6. 不同国家地区钢铁烧结烟气生产排放标准比较

国家 / 地区标准		烧结机头 (mg/Nm ³)			
颗粒物		SO ₂	NO _x	二噁英	
中国大陆	2015年1月1日起执行	50	200	300	0.5
	特别排放限值	40	180	300	0.5
	超低排放限值	10	35	50	0.5
中国台湾	2012年新建	20	102.5	133	
	已建	30	205	205	
日本	一般区域	150		451	0.1
	特别区域	100			
韩国	2010	30	772	450	
德国	新建	20	500	400	0.4
	已建	50			0.1

废钢利用大幅增加

根据相关研究资料分析，多用一吨废钢可节约0.4吨焦炭或一吨原煤，可减少1.7吨精矿粉的消耗，减少4.3吨原矿开采，减少1.6吨二氧化碳的排放。因此，钢铁企业大量回收使用废钢对控制行业煤炭消耗总量是切实可行并且效果显著的。

进入“十三五”以来，随着市场经济变化，废钢单价降低，企业用废钢利用量

逐渐增加，电炉钢量也反弹回升。国家对“地条钢”等落后产能的彻底取缔，给废钢资源腾出巨大的利用空间。与此同时，国家环保治理的力度日益加大，钢铁行业环保压力不断攀升。因此，钢铁行业大量利用废钢具有良好的条件和优势。

2016 年全国电炉钢占 6.42%，同比增长 0.35%；废钢消耗总量 9010 万吨，同比增长 8.2%；废钢单耗为 112 千克 / 吨，同比增长 7.66%。2017 年，电炉钢占比 9.33%，共消耗废钢 1.48 亿吨，首次突破 1 亿吨，同比增长 64.2%，废钢单耗为 178 千克 / 吨，同比大幅度增加 59.4%。2017 年废钢利用大幅度增加主要是由于煤炭价格翻倍上涨，造成了铁水成本不断攀升，钢铁企业为了降低成本，不断增加废钢铁的使用量；此外中国废钢资源产生量大幅度增加，能够支撑废钢应用比例攀升。2018 年 1-6 月废钢铁消耗总量 8772 万吨，比去年同期多消耗 2548 万吨，增幅 40.9%，废钢单耗 194 千克 / 吨。

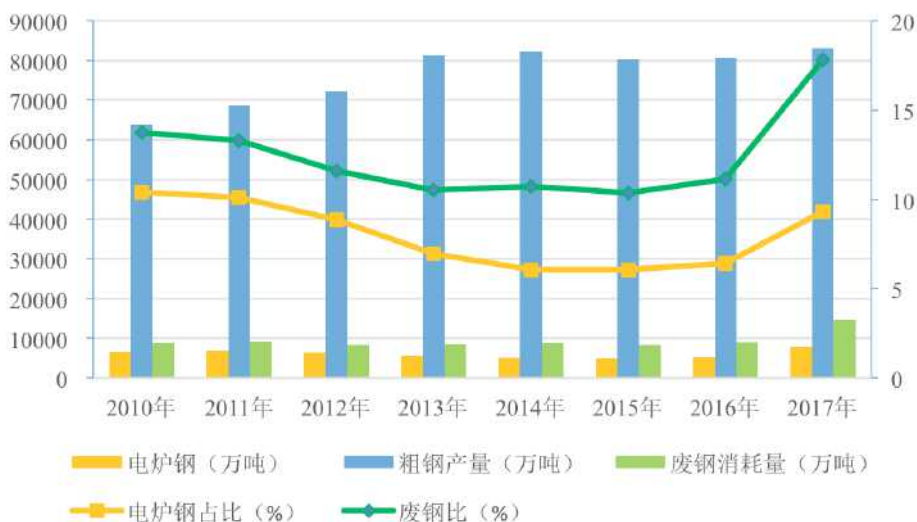


图 4-10. 2010-2017 年钢铁企业废钢消耗及废钢单耗情况

3. 水泥行业

1) 产量基本保持稳定，消费进入平台期

2014 年水泥和熟料的产量达到峰值。2015 年水泥需求出现近 25 年以来的首次下滑，全国规模以上水泥产量 23.48 亿吨，同比下降 4.9%。2016 年在基建投资保持快速增长和房地产市场回暖的带动下，水泥需求缓慢复苏，保持低速增长，产量为 24.03 亿吨，同比增长 2.34%。2017 年全国累计水泥产量 23.16 亿吨，同比下降 0.2%，为 2015 年后第二次负增长，水泥需求呈现逐步下降趋势。2018 年上半年，全国累计水泥产量 9.97 亿吨，同比下降 0.6%，去年同期为增长 0.4%。水泥从 2014 ~ 2020 年已进入消费平台区，之后呈缓慢下降趋势（见图 4-11）。

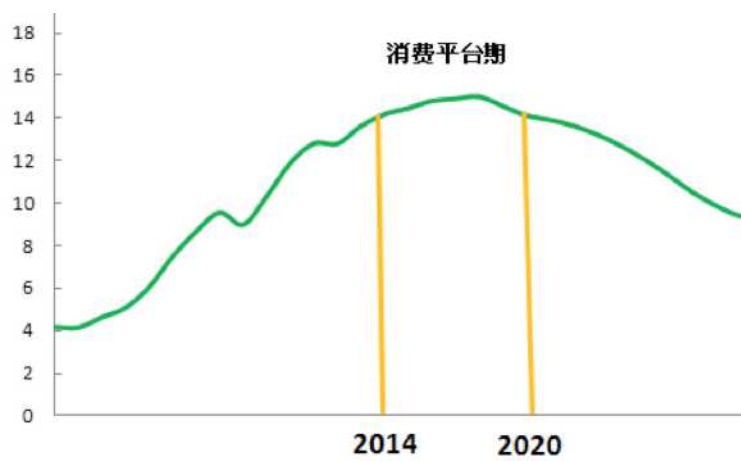


图 4-11. 水泥消费平台期

2) 错峰生产常态化，有效控制了行业产量减产

自 2014 年开始的北方地区水泥行业冬季错峰生产，已在全国推广实施进行了三年，对化解水泥行业产能过剩，稳增长、增效益工作起到了积极推动作用，有效控制实现行业产量减产，维护了市场供需平衡，实现了行业整体效益的大幅回升。随着环保督查力度的加强和蓝天保卫战打响，对水泥生产的约束和制约亦随着加强。各省 2018 年错峰生产政策更加具体明确，预计对水泥市场供给端的收缩将进一步加大。

3) 行业经济效益持续好转

行业在需求整体持平或略有下降，煤炭价格回升，石灰石等原料的开采和运输成本的增加的情况下，行业效益实现了快速增长，行业实施错峰生产功不可没，污染物排放标准提高、环保督查力度加强，助推了错峰生产的实施，使水泥供给端下降，水泥产品价格持续走高。虽然全年 2017 水泥产销为负增长，但由于价格持续

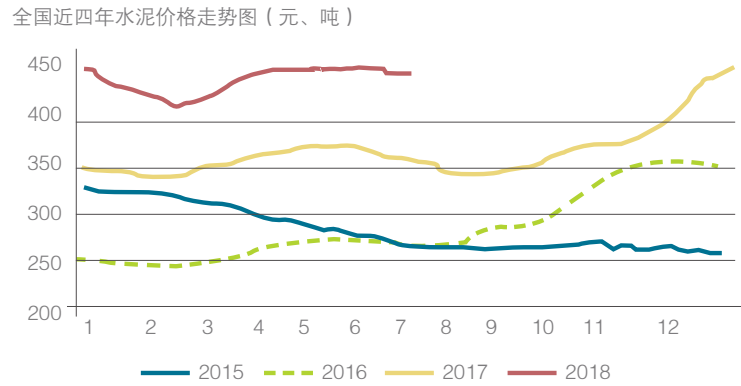


图 4-12. 水泥价格走势

来源：中国水泥协会 数字水泥网

走高，加之近几年大企业对节能减排技术应用持续投入，以及运用互联网技术带来的管理效率的提高，多数企业销售成本有了 10% 以上的降幅。根据国家统计局统计，2017 年，水泥行业整体效益水平比去年有了大幅度的提升，水泥行业实现销售收入 9149 亿元，同比增长 17.89%，利润总额 877 亿元，同比增长 94.41%。2018 年上半年水泥价格出现大幅度上涨，上半年全国平均水泥价位达到 419 元/吨，比去年同期上涨 79 元/吨。2018 年上半年累计利润 669 亿元，同比增长 100.3%。

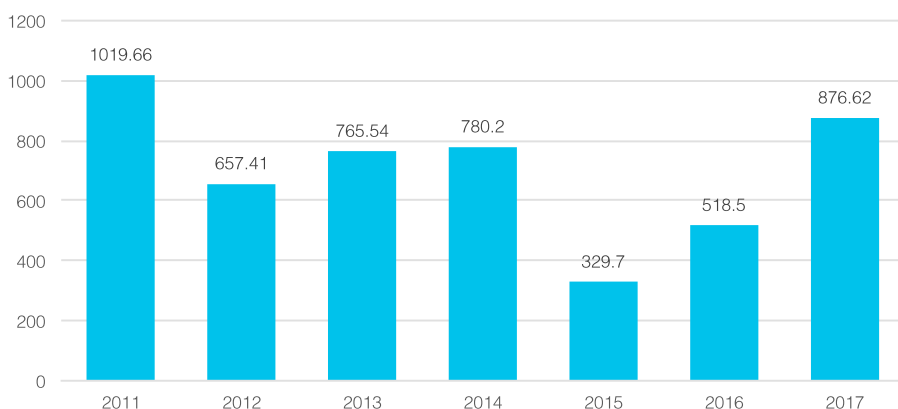


图 4-13. 水泥行业利润

4) 产能过剩严重矛盾没有得到有效解决

截至 2017 年底，全国共有水泥生产企业 3271 家，其中生产熟料和水泥的企业 1245 家，只生产熟料的企业 46 家，水泥粉磨站企业 1968 家，水泥配置站企业 12 家。据中国水泥协会统计，截止 2017 年底全国熟料生产线供 1715 条，熟料设计产能 18.2 亿吨。全国累计熟料产量 14 亿吨，同比增长 1.24%。2017 年在推动错峰生产、加强行业自律以及实施环境污染治理和加强环保督查的影响下，暂时缓解了市场供需矛盾，效益有所回升。但在行业去产能还没有取得实质性进展，行业内在的产能严重过剩矛盾没有得到根本解决，行业效益仍然难以获得长期的保证，并存在着较大的不确定性。

2017 年前十家水泥集团熟料产量 7.98 亿吨，占熟料总产量的 57%，已经接近 60%。行业组织结构得到进一步优化。但这与发达国家相比仍有较大差距，还有不小的提升空间。随着大企业集团间的重组联合的推进和淘汰落后产能力度的加强，到十三五末期，产业集中度预计可以达到 65%。

5) 水泥行业煤控指标及节能减排进展

“十三五”前半期，水泥行业加快向清洁生产、绿色制造产业转型，煤控成绩领跑高耗能行业。制订了水泥工厂绿色建筑指标体系，并着手实施，节能减排效果

明显。预计水泥行业 2020 年煤控目标将超额完成，电耗目标和污染物控制目标也都理应完成，但是由于水泥行业实施错峰生产，不利于水泥行业淘汰落后产能，淘汰 3.9 亿吨熟料目标完成困难，见表 4-7。

表 4-7. 水泥行业煤控相关指标完成情况及预测

水泥行业煤控指标	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年煤控目标*	2020 当年煤控目标完成预计
熟料产量 (亿吨)	13.5	13.8	14.0	14.0	14.0 E	13.9	可以完成
水泥产量 (亿吨)	23.6	24.0	23.4	22.1	22.0 E	22.0	可以完成
熟料行业集中度 (%)	56	57	57	58	60	62	可以完成
压减熟料产能 (亿吨)	0.3	0.2	1.3	1.1	1.4	3.9	不能完成
产能利用率	67%	68%	69%	69%	68%	67%	可以完成
单位熟料煤耗 (千克标煤)	121	119	114	110	107	105	可以完成
煤炭消耗总量 (亿吨标准煤)	1.64	1.71	1.60	1.54	1.50	1.46	可以完成
电力消耗总量 (亿千瓦时)	2301	2316	2029	1901	1750	1400-1500	可以完成
二氧化硫减排量 (万吨)	41.0	17.3	17.0	16.2	14.0	13.8	可以完成
氮氧化物减排量 (万吨)	170.6	139.0	128.0	113.0	109.8	108	可以完成
烟粉尘减排量 (万吨)	83.6	36.8	35.0	33.5	31.2	30.6	可以完成

煤控*：煤控课题组提出的“十三五”煤炭消费总量情景预测性指标。

数据来源：中国水泥协会煤控课题组

能效水平提高，节能减排效果明显

水泥行业能效水平明显提升，水泥产品能耗水平逐步降低。国家有关部门公布数据显示，在统计的年耗能 1 万吨标准煤及以上的重点耗能工业企业中，大中型企业普遍开展了技术节能改造，高效节能煅烧技术、工业废渣替代原料、高效隔热保温材料及砌筑技术、水泥窑炉富氧技术这四大节能技术的普及率达到 50% 以上，有超有过百家水泥企业建设了能源管控中心，提升了行业整体能效水平。实现了 2017 年水泥行业单位产品熟料标煤耗在 2016 年的基础上进一步下降，平均降低约 2% 左右，实现平均每吨熟料标煤耗约 112 千克。由于单位产品熟料煤炭消耗量的有效控制，吨熟料碳排放降低约 7kg，吨熟料碳排放降低约 7% 左右。金隅鼎鑫、芜湖海螺、华润（南宁）等三十多家水泥企业入选工信部绿色工厂名单；唐山冀东、泰安中联、天瑞（郑州）、华润（封开）四个水泥企业入选工信部智能制造试点示范企业。

通过推广应用尾端治理新技术和装备，2017 年实现了水泥行业单位产品污染物排放浓度的进一步

降低。其主要污染物，水泥行业烟粉尘排放约 35 万吨、二氧化硫排放约 17 万吨、氮氧化物排放约 128 万吨。较上年均有较大幅度的下降，分别降低约 5%、2%、8%。

在 2018 年工信部开展的 2017 年度高耗能行业能效“领跑者”遴选工作中，水泥是被遴选的九个行业之一，占遴选行业数的 11%。重点用能行业能效“领跑者”企业名单中，有 4 家水泥企业获得“领跑者”称号占总数的 21%，13 家水泥企业入围，占总数的 62%。2017 年水泥行业领跑者单位产品可比熟料综合能耗降低到 95.7 千克标准煤 / 吨。四个领跑者企业平均单位产品可比熟料综合能耗为 97.46 千克标煤 / 吨，较 2016 年五个领跑者企业的平均值 99.44 千克标煤 / 吨低了 1.98 千克标煤 / 吨。

4. 现代煤化工ⁱⁱ项目

1) 煤制燃料项目建设缓慢，煤制化学品迅速扩张

煤制油：2015 年底，中国煤制油产能为 254 万吨 / 年，产量为 115 万吨。“十三五”以来，中国煤制油产能规模显著扩大，居世界首位。截至目前，已建成煤制油项目 8 个、产能规模约 906 万吨 / 年，2017 年合计产量 322.7 万吨；在建项目 2 个、产能规模 300 万吨 / 年。建成项目中，煤直接液化项目 1 个，产能 108 万吨 / 年，2017 年产量 84.8 万吨；煤间接液化项目 7 个，产能合计 798 万吨，2017 年产量 237.9 万吨。

《煤炭深加工产业示范“十三五”规划》（下面简称《规划》）确立了 4 个煤制油新建项目，产能合计 680 万吨 / 年，目前已核准 3 个，其中潞安煤制油项目已建成一期 108 万吨 / 年装置；3 个储备项目仍处于前期阶段。

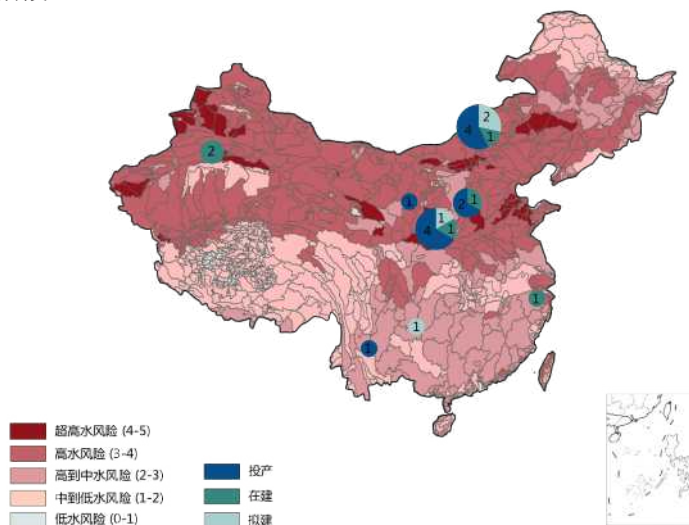


图 4-14. 2017 年年煤制油项目产能布局

水风险数据来源：世界资源研究所水道全球水风险地图

ⁱⁱ 现代煤化工，又称煤炭深加工，是指以煤为主要原料，生产油、气等清洁能源和多种基础化工原料的煤炭加工转化产业，主要包括煤制油、煤制天然气、低阶煤分质利用、煤制化学品、油煤共炼等模式，但不包括煤焦化、煤质合成氨、煤制尿素、电石等传统煤化工产业。

煤制天然气：2015 年底，中国煤制天然气产能为 31 亿立方米 / 年，2015 年产量 18.8 亿立方米。“十三五”期间，相对于煤制油产业，中国煤制天然气产业进展相对滞后。截至目前，已核准煤制天然气规模 251 亿立方米 / 年，但仅建成煤制天然气项目 4 个、产能合计约 51.05 亿立方米 / 年，2017 年合计产量 26.3 亿立方米。

《规划》中煤制天然气新建项目 5 个，产能合计 182 亿立方米 / 年，已建成伊犁新天项目产能 20 亿立方米 / 年。储备项目多个，均处于前期阶段。《规划》中已核准的苏新和丰 40 亿立方米 / 年、内蒙古北控 40 亿立方米 / 年煤制天然气项目尚未有实质建设进展。大唐克旗项目二三期、大唐阜新项目、新疆庆华项目二三期和“十三五”已核准未建的苏新和丰项目均有可能调整产品方案，改产烯烃、甲醇、乙二醇等较具市场竞争性的产品。

煤制烯烃：2015 年底，中国煤制烯烃（包括甲醇制烯烃）产能为 862 万吨 / 年，2015 年产量 648 万吨。截至 2018 年 10 月，中国 20 家煤（甲醇）制烯烃产能达到 1242 万吨 / 年，2017 年产量 634.6 万吨。

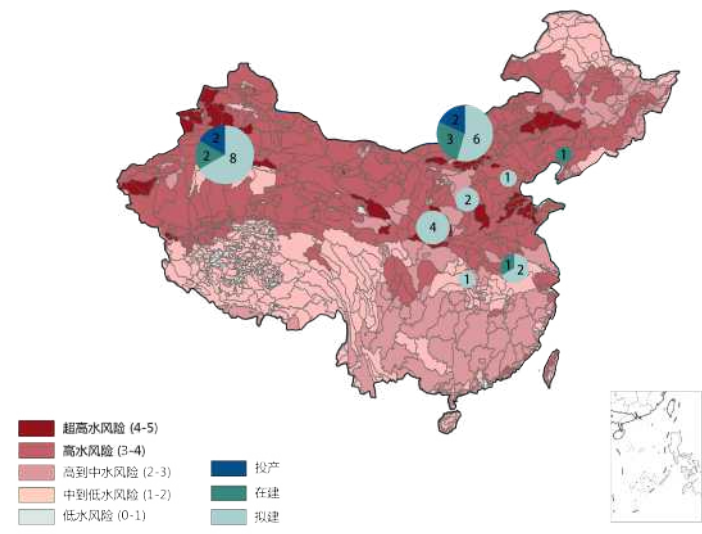


图 4-15. 2017 年年煤制气项目产能布局
水风险数据来源：世界资源研究所水道全球水风险地图

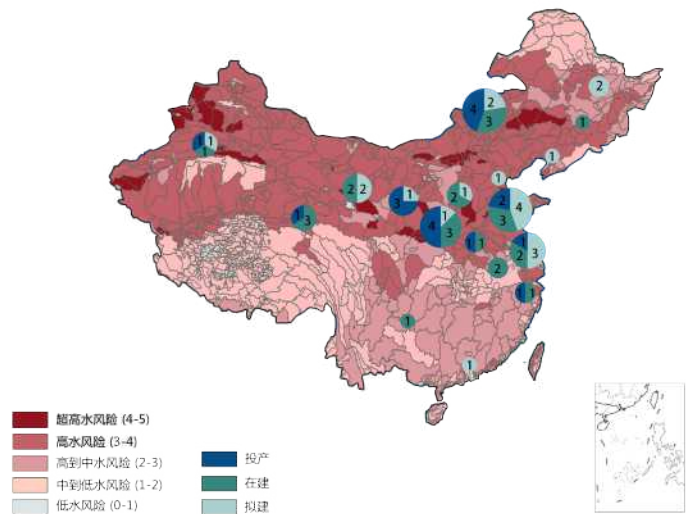


图 4-16. 2017 年煤制烯烃项目产能布局
水风险数据来源：世界资源研究所水道全球水风险地图

煤制乙二醇：煤制乙二醇投资相对较低，且受住了低油价考验，表现出较强的竞争力，项目投资热度相对较高。2015 年底，中国煤制乙二醇产能约为 216 万吨 / 年。截至 2017 年底，中国已建成煤制乙二醇项目 15 套，总产能 270 万吨 / 年，2017 年总产量约 153.6 万吨；截至 2018 年又相继投产 3 套，总产能达到 363 万吨 / 年；在建项目 15 套，总规模 353 万吨。

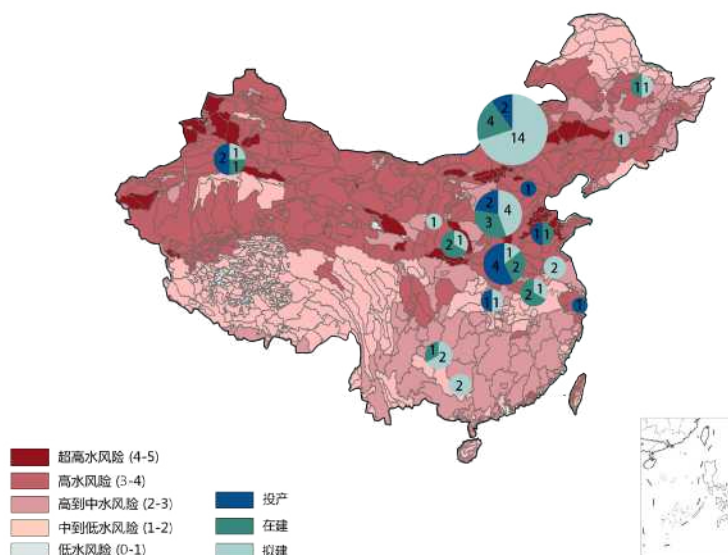


图 4-17. 2017 年煤制乙二醇项目产能布局

预计到2020年,将形成煤制油产能938万吨/年,略低于《规划》原计划的1300万吨/年;煤制天然气产能约90亿立方米/年,明显低于《规划》原计划的170亿立方米/年。相比“十一五”、“十二五”期间的未批先建、“遍地开花”式的过热发展,目前煤制油、煤制天然气示范项目已核不建、核大建小现象较为明显,示范进展相对滞后于《规划》预期,其原因是多方面的。一是中低油价下项目经济性较差。新型煤化工项目投资强度较高,固定成本在总成本中比重较高,可变成本所占比重较低。自2014年以来,国际油价断崖式下跌并持续低迷,煤价逆向上涨,煤制油气项目竞争力弱,企业亏损面扩大,投资趋于理性。虽然近期油价恢复性上涨,一些投机型企业被挤出,剩下一些有实力的企业也总体处于观望阶段。二是项目配套资源难以保障。一些地方政府、企业主体在前期争取项目积极,但后期推动不力,导致项目配套的煤炭资源不能充分保障、环境容量指标不能及时落实等多方面问题,影响项目推进进度。三是基地、园区等可依托公辅设施不能同步跟上、产品输配通道建设明显滞后、市场准入和消纳仍存在壁垒。四是沿海七大炼化基地大型石化项目建设提速,市场竞争更加严峻。

2) 现代煤化工项目煤控指标及节能减排进展

“十三五”期间现代煤化工产业尚处于示范发展阶段。相比“十二五”期间未批先建、“遍地开花”的过热式发展，由于中低油价下项目经济性较差，生态红线的要求和石化项目的竞争，目前煤制油、煤制气项目已核不建、核大建小现象较为明显，示范进展相对滞后于规划预期，预计现代煤化工项目的煤耗将可以完成煤控项目的 2020 年煤控目标。虽然一些企业的水耗、资源能源利用效率有所提高，但是仍在节水、节能、环保、碳排放方面存在发展的制约瓶颈，技术研发仍需加强攻关、项目管理和运行水平仍需提高，见表 4-8。

表 4-8. 现代煤化工煤控相关指标完成情况及预测

现代煤化工项目煤控指标	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年 煤控*	2020 当年 煤控目标完 成预计
煤制油产量	115	198	322.7	-	-	-	
煤制气产量（亿立方米）	18.8	21.6	26.3	-	-	-	
煤制烯烃产量	648	525	634.6	-	-	-	
煤制乙二醇产量	61	100	153.6	-	-	-	
煤制油单位吨产品耗煤量（吨标煤 / 吨）	4.7	4.6	4.5	-	-	4.5	
煤制气单位吨产品耗煤量 （吨标煤 / 千标方）	3.2	2.9	2.7	-	-	2.6	
煤制烯烃单位吨产品耗煤量 （吨标煤 / 吨）	7.5	6.7	6.7	-	-	6.5	
煤制乙二醇单位吨产品耗煤量 （吨标煤 / 吨）	5	5	4.9	-	-	4.8	
煤制油耗煤量（万吨标煤）	540.5	910.8	1452.2	1900E	-	2000	
煤制气耗煤量（万吨标煤）	601.6	626.4	871.3	930E	-	3600	
煤制烯烃耗煤量（万吨标煤）	4860	3518	4252	5000E	-	4300	
煤制乙二醇耗煤量（万吨标煤）	305	500	753	900E	-	1300	
现代煤化工煤耗量合计（万吨标煤）	6307	5555	7329	8730E	-	11200	可以完成
煤制油新鲜水耗单耗（吨 / 吨）	6.9	6.7	6.3	-	-	-	
煤制气新鲜水耗单耗（千标方 / 吨）	9.9	7.5	6.7	-	-	-	
煤制烯烃新鲜水耗单耗（吨 / 吨）	26	25	24	-	-	-	
煤制乙二醇新鲜水耗单耗（吨 / 吨）	12	10	9.6	-	-		
煤制油新鲜水耗（万吨）	793.5	1326.6	2033.01	-	-	7000	
煤制气新鲜水耗（万吨）	186.12	162	176.21	-	-	7000	
煤制烯烃新鲜水耗（万吨）	16848	13125	15230.4	-	-	15000	
煤制乙二醇新鲜水耗（万吨）	732	1000	1475	-	-	4000	
现代煤化工新鲜水耗合计（万吨）	18559.6	15613.6	18914.6	-	-	33000	可以完成
煤制油碳排放（万吨）	747.5	1287	2098	-	-	4300	
煤制气碳排放（万吨）	92.1	105.8	128.9	-	-	3200	
煤制烯烃碳排放（万吨）	6804	5512.5	6663.3	-	-	5200	
煤制乙二醇碳排放（万吨）	341.6	560	860.2	-	-	800	
现代煤化工煤碳排放量合计（万吨标煤）	7985.2	7465.3	9750.4	-	-	13500	可以完成

煤控*：煤控课题组提出的“十三五”煤炭消费总量
情景预测性指标。
数据来源：中国煤炭加工利用协会煤控项目课题组

水资源约束对煤化工的发展制约越来越严。

随着《水污染防治行动计划》、《实行最严格水资源管理制度考核工作实施方案》等产业政策的出台，对煤化工的发展提出了“以水定产、总量控制、严禁取用地下水”等更高标准，煤化工产业发展面临的水资源约束越来越严。

煤深加工由于单体项目规模大，水资源消耗较高，目前，煤炭深加工企业均通过建设节水工程和水权置换获取用水指标，同时扩大利用矿井水、城市中水等非常规水资源，采用消雾、密闭循环、空冷等技术进一步降低水耗，以降低区域用水总量。如神华煤直接液化示范项目目前生产用水全部使用矿井疏干水，稳定供水量达到 800 吨 / 时。

“十一五”和“十二五”建成的煤炭深加工示范项目的单位水耗较高。“十三五”期间煤炭深加工示范项目通过不断优化节水系统，如采用闭路循环及先进节水设备等，吨产品水耗有了大幅度的下降。“十三五”期间煤炭深加工项目单位水耗有望在目前水平上再降低 10%，降低到“十一五”期间设计值的 30~40%，可以实现煤制油 5-6 吨水 / 吨油品、煤制气 7-9 吨水 / 千立方米天然气、煤制烯烃 15-16 吨水 / 吨烯烃的先进指标。如神华鄂尔多斯煤直接液化项目吨产品水耗已从设计值 10 吨降至 5.82 吨，万元工业增加值水耗为 17.8 吨 / 万元，远低于全国工业平均水平 68.2 吨 / 万元。神华宁煤煤制油示范项目吨产品水耗已从设计值 15 吨降至 6.5 吨。

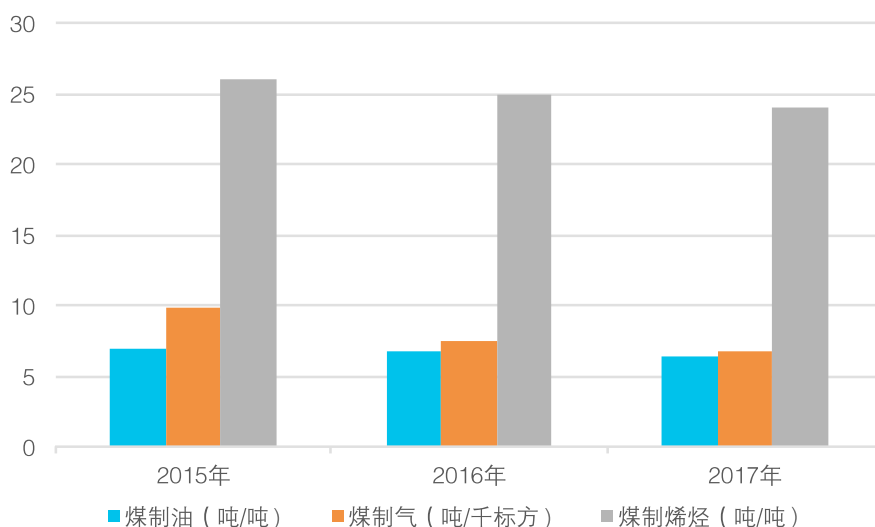


图 4-18. 新型煤化工项目平均水耗

废水处理等环保方案取得了较大进展

新型煤化工的项目在前几年曾出现了较为严重的负面环保时间，受到社会和舆论的诟病。随着国家日益严苛的环保政策约束和“近零”排放的刚性要求，“十三五”期间煤化工项目环保水平不断提高，大多数已完成污水处理系统改造，其中优秀的项目污水基本可以得到妥善处理。通过示范项目的建设和运行，初步摸清了煤炭深加工污染源及排放、组成规律，对不同污染源采用分类、分质处理措施，污染控制技术及其水平得到很大提高，废水现经过处理，都能达到排放标准。但由于西部地区缺少纳污水体，国家虽无强制性指标和硬性规定，但地方环保部门均要求煤化工企业实施“零排放”。有些项目已完成和实现“零排放”的改造和建设，有些当初没有设计和建设“零排放”的一期项目，

在二期项目实施时，均建设涵盖一期项目所有污水处理的“零排放”设施。如神华鄂尔多斯煤制油公司废水回用率可达 98%，其余 2% 的高浓盐水进入蒸发结晶系统结晶成盐，基本实现了“零排放”。中煤图克高含盐污水处理装置生产出了结晶盐。

综合能源利用效率不断提高

“十三五”以来，煤制油、煤制天然气示范项目单位产品的综合能耗、原料煤耗、新鲜水耗总体达到《规划》基准值，多数达到先进值。如神华鄂尔多斯煤直接液化项目能耗、物耗等均持续下降，综合能耗由 2011 年的 2.12 吨标煤 / 吨降到 1.69 吨标煤 / 吨；能源转化效率为 58.0%。伊泰 16 万吨 / 年煤间接液化项目吨产品煤耗从 4 吨标煤降至 3.6 吨标煤；神华包头煤制烯烃项目吨产品水耗由设计 36.53 吨 / 吨降低到 30 吨 / 吨以下，综合能耗由设计 5.88 吨标煤 / 吨下降到 5.5 吨标煤 / 吨左右；吨产品综合能耗从 3.6 吨标煤降至 3.3 吨标煤。兖矿未来能源煤间接液化综合能源利用效率最高上升为 45.9%，大唐克旗煤制天然气能源转化效率超过 54.4%。据各示范项目反映，随着技术进步和项目升级运行，相关指标有进一步优化的空间。

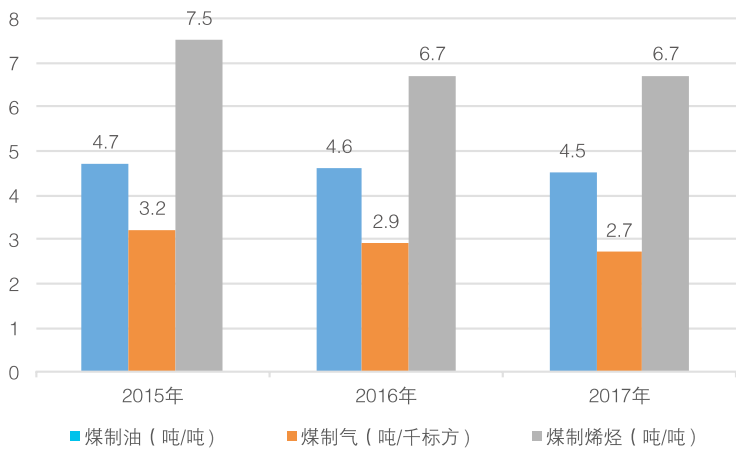


图 4-19. 新型煤化工项目平均煤耗

5. 电力行业

1) 电力供应能力的发展超出预期

截至 2017 年底全国全口径发电装机容量 17.8 亿千瓦、同比增长 7.6%， “十三五” 前两年发电装机年均增长 7.9%，若 “十三五” 后期也保持 7.9% 的年均装机增速，2020 年全国发电装机容量将达到 22.4 亿千瓦，远高于规划目标。根据 2016 年及 2017 年各类电源的装机增速和实际发电项目审批建设情况，对 2020 年预期各类电源装机规模进行展望。其中煤电、常规水电及抽水蓄能电站装机容量与规划目标一致；气电由于价格等问题、核电由于价格及安全性等问题，预期装机

目标将低于规划目标；风电装机布局逐渐从三北地区向中东部转移，未来每年将可以释放 2000 万千瓦左右的增长空间；太阳能发电装机增长迅速，预计 2020 年将达到 2.5 亿千瓦，远超规划目标。

另外，根据近年来全社会用电量增长趋势，2020 年电力消费极可能在 6.8-7.2 万亿千瓦时规划目标的基础上上浮 2000 亿千瓦时，达到 7.0-7.4 万亿千瓦时，如果考虑更强劲的电能替代等因素，甚至需要考虑 7.6 万亿千瓦时的可能性。而对于更高的电力需求，在强化需求侧管理，进一步提高光伏、风电利用率的情况下，电力供应完全可以保障需求。若要满足 7.6 万亿千瓦时的用电需求，到 2020 年各类电源利用小时数如表 4-9 中所示，其他电源基本处在合理利用率水平，而煤电在产能过剩的局面下利用率仅能维持 4200 小时的水平。

表 4-9. 电力供应能力评估

电源	2017 年				2020 年	利用
	装机	装机增速			装机	小时数
	万千瓦	2016 年	2017 年	年均增速	万千瓦	小时
煤电	98028	5.13%	3.60%	4.36%	110000	4200
气电	7629	6.17%	8.80%	7.48%	10000	3000
其他火电（垃圾、生物质、余温发电等）	4947	15.21%	10.94%	13.06%	6500	4000
常规水电	31250	3.00%	2.33%	2.67%	34000	3600
抽水蓄能	2869	15.79%	7.50%	11.57%	4000	800
核电	3582	23.83%	6.50%	15.36%	5500	7200
风电	16367	12.79%	10.50%	11.64%	23000	2000
太阳能	13025	80.91%	68.70%	74.70%	25000	1200

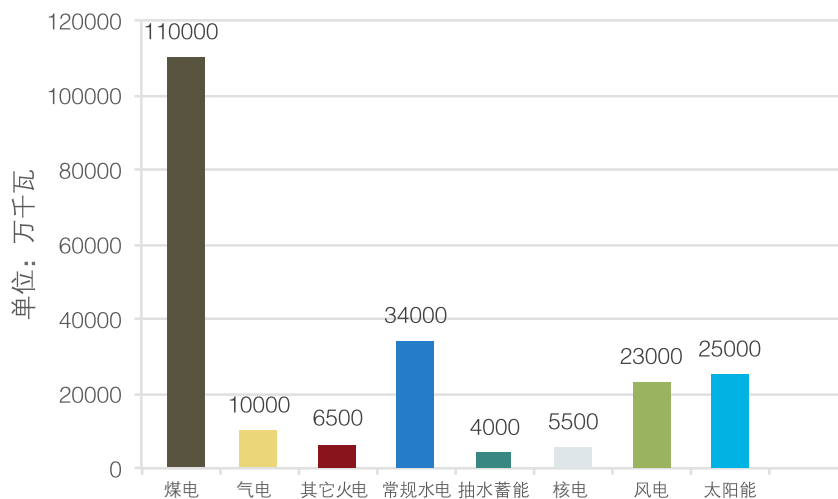


图 4-20. 2020 年预期各类电源装机情况

近 8 年来煤电利用小时数虽偶有波动，但总体呈现下降趋势，当前的煤电利用小时数已远远低于设计的合理运行水平。而 2020 年在不同电力需求预测下（全社会用电量 7.2-7.6 万亿千瓦时），煤电利用小时数分布区间为 3897-4200 小时，相较 2017 年又进一步下降。

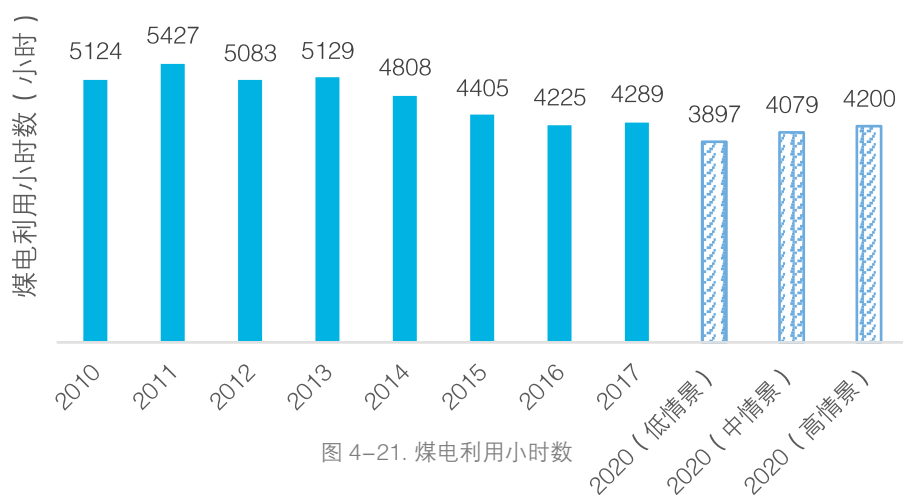


图 4-21. 煤电利用小时数

2) 电力体制改革取得了阶段性成果

两年来，各地区的新一轮电力体制改革取得了阶段性成果。交易机构组建工作基本完成，输配电价改革实现体系性全覆盖，售电侧市场竞争机制初步建立，电改综合试点等各项改革试点工作迅速推进，形成以综合试点为主、多模式探索的格局¹⁵，取得的成果主要体现在以下几点：（1）交易机构组建工作基本完成，为电力市场化交易搭建了公平规范的交易平台。（2）输配电价改革实现体系性全覆盖。（3）加快放开配售电业务，售电侧市场竞争机制初步建立。（4）加快放开发用电计划，电力市场化交易初具规模。（5）市场规则体系初步建立，市场交易日趋活跃。（6）开展电力现货市场建设试点，现货市场建设平稳起步。

但在取得初步成果的同时，电改也面临着诸多困难。包括：地方保护主义和省间壁垒在一定程度、一定范围内仍然存在，导致电力资源在省间、在更大范围内配置不畅，降低了市场有效性，保护了高煤耗的小火电，尤其影响到新能源的消纳，不利于电源结构优化。未形成跨区跨省的电力市场交易平台，缺乏统一的输配电价机制，各省各自为战，交易成本过高阻碍了电力资源在更大范围内优化配置。缺乏证明调度与交易公平性、有效性的信息披露制度安排；缺乏专业、独立的第三方监管评估机构。各方对于“降电价”认识不一。中央政府希望通过电力市场化来配置资源，而地方政府的理解仅仅是降电价，希望通过推动电力市场降价，改善投资环境，防止经济下滑，而不是由市场形成价格，让价格调节市场的供求关系。

3) 电力煤控指标及节能减排进展

电力“十三五”规划提出 2020 年全国发电装机容量 20 亿千瓦，年均增长 5.5%。根据 2016 年及 2017 年各类电源的装机增速和电源项目实际建设情况，对 2020 年各类电源装机规模进行展望，其中，煤电、常规水电及抽水蓄能电站装机容量可与规划目标保持一致；气电由于价格和气源供应等问题、核电由于工期延误，预期装机将低于规划目标；风电装机布局逐渐从三北地区向中东部转移，预计每年可实现 2200 万千瓦左右的增长；太阳能发电装机增长迅速，预计 2020 年将达到 2.7 亿千瓦。根据 2020 年的电量平衡情况来看，除煤电外，各类电源均可达到合理利用水平。预计 2020 年煤电利用小时数最理想的情况下也只能达到 4200 小时，煤电仍处过剩状态。

电力“十三五”规划提出，到 2020 年非化石能源发电装机占比提升至 39%，煤电装机占比下降至 55%，非化石能源发电量比重提升至 31%。近年来可再生能源发展迅速，装机和发电量比例逐年提升。截止 2017 年底，我国非化石能源发电装机容量 6.9 亿千瓦，占总发电装机的比重为 38.7%，同比提高 2.1 个百分点，已接近完成规划目标。其中，风电装机 1.64 亿千瓦，完成规划目标的 41.4%；光伏发电装机 1.3 亿千瓦，超出规划目标 30%。按此趋势推算，2020 年非化石能源发电装机占比有望提升至 43%-45%。

节能方面，发电效率的实际改进超出预期。2017 年，现役煤电机组平均供电煤耗已降至 309 克标煤 / 千瓦时，比上年下降 3 克 / 千瓦时，提前完成了规划目标。

电力部门煤炭消费方面，2015 年在用电需求不振的情况下，煤炭消费量有较大下滑，但随着 2016、2017、2018 年用电需求反弹、电煤占比逐年提升，耗煤量有所上升。由近两年的用电形势看，尽管煤电发电效率提高、节能措施推广及可再生消纳问题改善等供给侧改革措施的实施有利于电力行业煤炭消费控制，但风、光、水、核等清洁可再生电源的供应能力尚不足以支撑新增用电需求，因此“十三五”后期煤电发电量仍有较大的增长空间，导致电力耗煤仍将保持增长趋势，但电力行业煤耗 2020 年将到达峰值，预计耗煤量可以完成 2020 煤控目标，之后将处于平台期，并随着煤电定位调整和发电效率小幅提高而呈缓慢下降趋势。

表 4-10. 电力工业煤控相关指标完成情况及预测

2020 年规划								2020 当年煤控目标完成预计			
电力煤控指标	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年					
电力需求增速（%）	煤控*	4	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	年均 5.5%	-		
	实际	0.96	4.94	6.6	8E	5.68E	5.68E				
全社会用电量（万亿千瓦时）	煤控*	5.6	5.77	6	6.24	6.49	6.75	6.8-7.2	-		
	实际	5.6	5.97	6.3	6.76E	7.16E	7.5E				
电 力 煤 炭 消 费 总 量（亿吨标准煤）	煤控*	11.9	12	12.2	12.5	12.9	13.3	-	可以完成		
	实际	11.58	11.6	12.04	12.5E	12.8E	13.2E				
煤电装机容量（万千瓦）	煤控*	88419	88371	90735	92281	94012	95800	110000	可能超出煤控目标，但不超过国家规划		
	实际	90009	94624	98028	-	-	-				
风电（万千瓦）	煤控*	12830	15000	17500	20000	22500	25000	2.1	已完成国家目标 78.1%		
	实际	13075	14747	16367	-	-	-				
太阳能（PV）（万千瓦）	煤控*	4200	6400	8600	10800	13000	15000	1.1	已完成国家目标 118.18%		
	实际	4218	7631	13025	-	-	-				
太阳能（CSP）（万千瓦）	煤控*	-	50	100	300	600	1000				
	实际	-	2.83	2.83	-	-	-				
水电（万千瓦）	煤控*	29666	30500	31400	32300	33200	34000	3.4	已完成国家目标 89.74%		
	实际	29651	30538	31250	-	-	-				
抽蓄（万千瓦）	煤控*	2271	2500	2800	3200	3600	4000	4000		已完成国家目标 69.79%	
	实际	2303	2669	2869	-	-	-				
气电（万千瓦）	煤控*	6637	7200	7800	8500	9200	10000		5800		已完成国家目标 62.07%
	实际	6603	7011	7629	-	-	-				
核电（万千瓦）	煤控*	2608	3450	3600	4300	5000	5800	5800	已完成国家目标 62.07%		
	实际	2717	3364	3582	-	-	-				
煤电利用小时数		4364	4165	4209	4200E	<4200E	<4200E	-	低于合理水平		
淘汰落后机组（万千瓦）		1091	571	472	400E	400E	400E	-	-		
平均供电煤耗（克标煤/千瓦时）		315	312	309	-	-	-	<310	超额完成		
平均发电煤耗（克标煤/千瓦时）		297	294	291	-	-	-		-		
非化石能源装机占比（%）		34	35.7	37.8	-	-	44.95	39	超额完成		
非化石能源消费比重（%）		12.1	13.5	13.8	-	-	-	15	-		
电力占终端能源消费比重		22.9	23.9	24.9	-	-	27		-		
需求侧节电（亿千瓦时）		142.7	147.4	149.9	200E ⁺	250E ⁺	300E ⁺		-		

煤控*：煤控课题组提出的“十三五”煤炭消费总量情景预测性指标。
规划*：电力发展“十三五”规划（2016-2020 年）提出的预测性或约束性指标

200E*,250E*,300E*: 是煤控情景下的预测

数据来源：华北电力大学煤控项目课题组

非化石能源装机和发电量比例逐年提升

2017 年新增非化石能源发电装机 8988 万千瓦，创历年新高。全年新增水电装机 1287 万千瓦，其中，抽水蓄能 200 万千瓦；新增并网风电装机 1952 万千瓦，其中，东、中部地区占 58.9%，同比提高 8.8 个百分点；新增并网太阳能发电装机 5338 万千瓦，同比增加 2167 万千瓦，82.4% 的新增装机集中在东、中部地区，同比提高 19.6 个百分点。截止 2017 年底，中国非化石能源发电装机容量 6.9 亿千瓦，占总发电装机容量的比重为 38.7%，已接近完成规划目标。其中，风电装机已完成规划目标的 41.4%；光伏发电装机容量 1.3 亿千瓦，超出规划目标 30%。根据实际装机增速，2020 年非化石能源发电装机占比有望提升至 43%-45%，煤电装机占比已降至 55.2%，2020 年有望进一步下降。

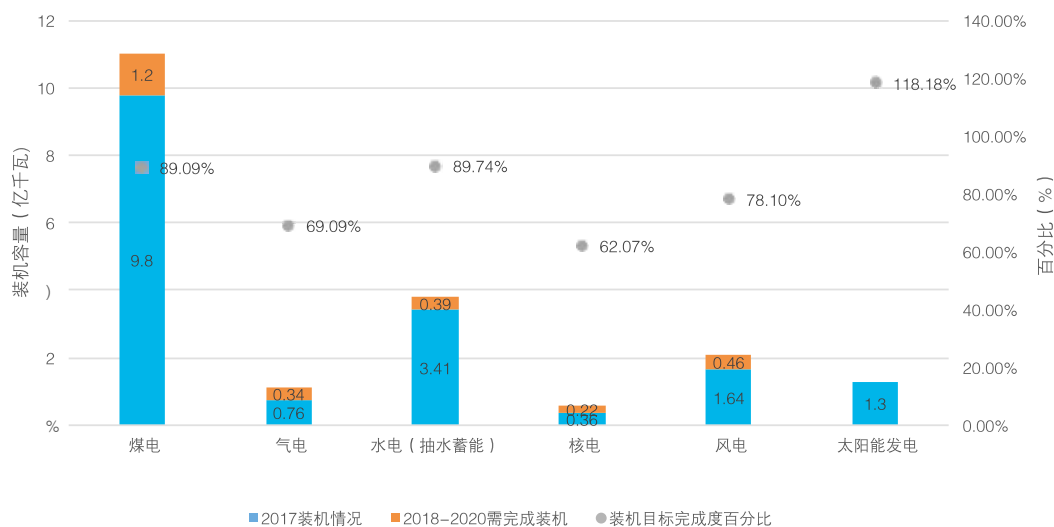


图 4-22. 十三五装机目标完成情况

电量方面，2017 年全口径并网太阳能发电、并网风电、核电发电量分别增长 75.4%、26.3% 和 16.5%；全口径水电发电量增长 1.7%，增速同比回落 3.9 个百分点。非化石能源发电量同比增长 10.0%，占总发电量比重为 30.4%，同比提高 1.0 个百分点，若“十三五”后期三弃问题得到更好改善，则 2020 年非化石能源发电量比重有望提升至 32% - 34%，超出规划目标。

供电煤耗快速下降，但后期技术提升能效空间不大

节能方面，规划设定了新建煤电机组平均供电煤耗标准为 300 克标煤 / 千瓦时，并要求现役煤电机组经过改造以后平均供电煤耗降至 310 克标煤 / 千瓦时以下；污染物及碳排放方面，规划指出 2020 年火电机组二氧化硫和氮氧化物年排放总量将

力争下降 50% 以上，“十三五”期间全国实施煤电超低排放改造约 4.2 亿千瓦，实施节能改造约 3.4 亿千瓦，30 万千瓦级以上具备条件的燃煤机组全部实现超低排放，煤电机组二氧化碳排放强度下降到 865 克 / 千瓦时左右。

发电效率的改进效果超出预期。“十二五”以来，电力行业供电煤耗一直保持较快的下降速度。2017 年，现役煤电机组平均供电煤耗降至 309 克标煤 / 千瓦时，比上年下降 3 克 / 千瓦时，提前完成现役煤电机组经过改造以后平均供电煤耗降至 310 克标煤 / 千瓦时以下规划目标。随着落后产能的逐渐退出与高参数大容量新机组的建成投产，平均发、供电煤耗可进一步下降。但课题组认为，由于当前超低和清洁高效改造已基本完成，考虑到现役机组的高基数，后两年新投产高效率机组带来的效率提升空间将不再显著。

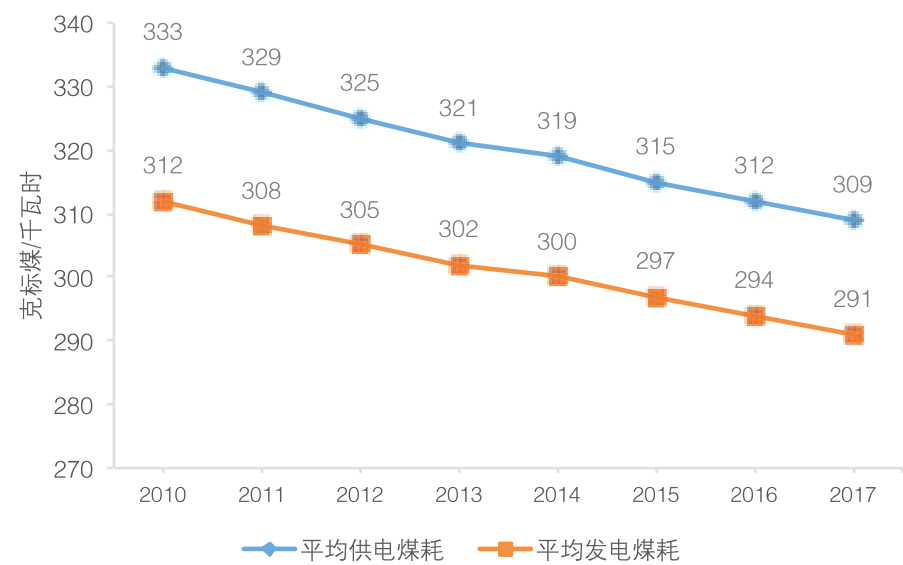


图 4-23. 煤耗下降趋势

可再生能源装机发展迅速，但并网消纳困难

“十二五”以来，中国可再生能源得到飞速发展，但是弃风、弃光一直是中国可再生能源发展的顽疾。随着电力需求回升、多条特高压输电线路建成投产、装机布局的转移，在政策和市场改变的共同驱动下 2017 年弃风、弃光局面有所好转，弃风、弃光率分别下降至 12% 和 6%（2015 年分别为 15% 和 12.6%），但仍高于可接受的合理水平。特别是在风、光资源丰富的地区，弃置率仍然居高不下：甘肃（弃风率 33%、弃光率 20%），新疆（弃风率 29%、弃光率 22%），吉林（弃风率 21%），内蒙古（弃风率 15%），黑龙江（弃风率 14%），陕西（弃光率 13.0%）、宁夏（弃光率 6.4%）、青海（弃光率 6.2%），见图 4-25。

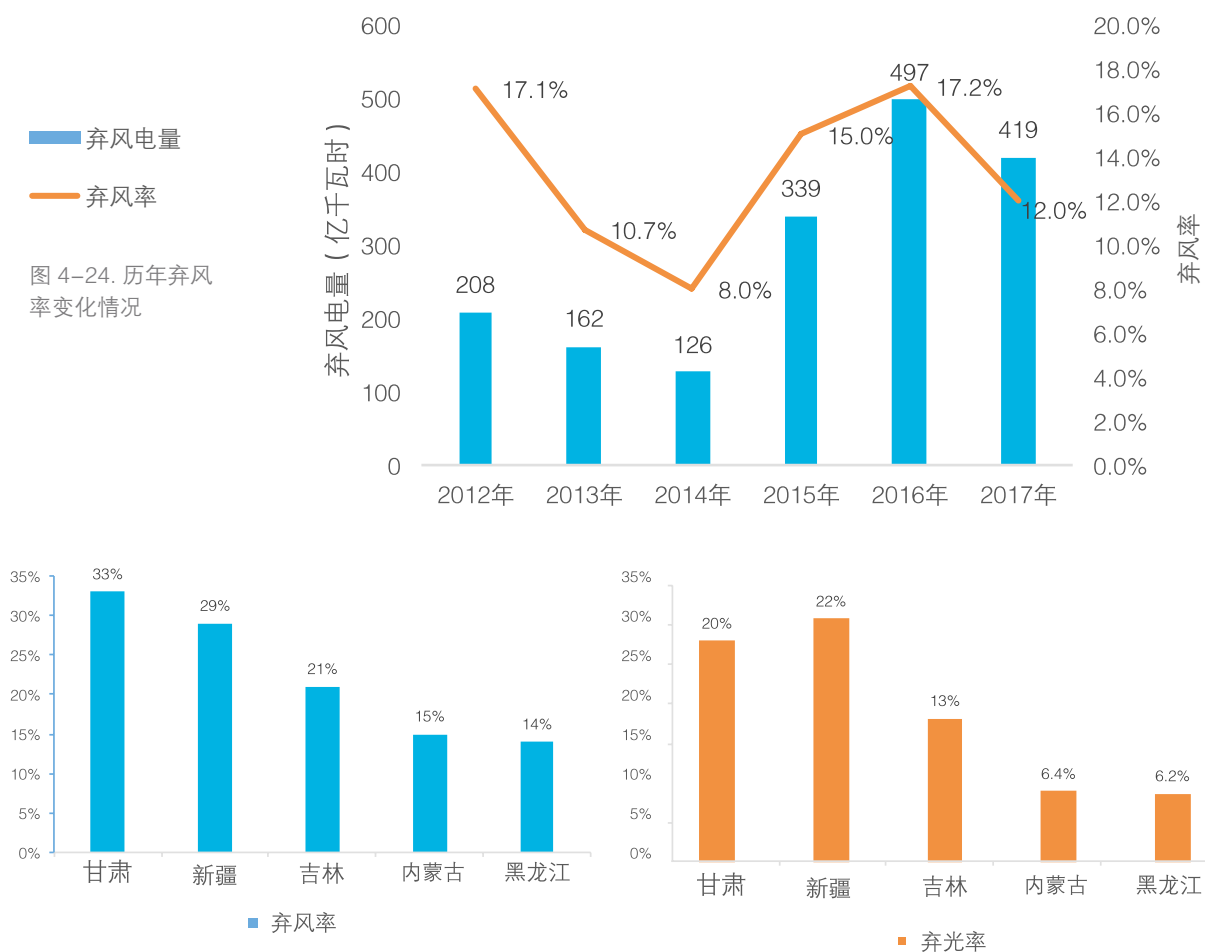


图 4-25. 2017 年重点省份弃风、弃光情况

“十三五”以来，可再生能源电力进一步发展的瓶颈已从过去技术装备和开发建设能力方面的约束，转变为市场和体制方面的制约，突出体现为当前水电、风电、太阳能发电的电网接入和市场消纳困难。为此，国家发改委、能源局等能源主管部门研究制定多项政策文件，力图破解可再生能源发展的体制机制障碍。虽然很多政策在可再生能源发展上做出贡献，但仍有部分政策的执行效果欠佳（如辅助服务补偿标准不合理、自愿绿色证书认购激励效果有限等），具备较大的改进空间。

6. 建筑领域

1) 全国建筑总量及建筑能耗总量

《中国建筑能耗研究报告（2017 年）》数据显示，全国建筑总面积达到 613 亿平方米，其中公共建筑面积约 113 亿平方米；城镇居住建筑面积 248 亿平方米；农村居住建筑 252 亿平方米。2015 年中国建筑能源消费总量为 8.57 亿吨标准煤，

占全国能源消费总量的 20%，其中：公共建筑能耗占建筑能耗 3.41 亿吨标准煤；城镇居住建筑能耗 3.2 亿吨标准煤；农村建筑能耗 1.97 亿吨标准煤。

2) 新建建筑节能标准提升

自 2013 年起，严寒寒冷地区，如北京、天津、河北、山东、新疆等地率先开始在城镇新建居住建筑中实施节能 75% 强制性标准，即达到第三阶段要求的基础上再节能 30%。

2015 年，国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 完成修订。此版技术内容较 2005 版有较大提升，例如更新了围护结构热工性能限值和冷热源能效限值；围护结构热工性能限值和冷源能效限值均按照建筑热工分区分别作出规定等。本次标准修订后全国公共建筑整体总能耗降低约 30%，相对于上世纪 80 年代建筑，节能 65% 以上。

3) 超低能耗建筑试点示范

在 2017 年 1 月颁布的《国务院“十三五”节能减排综合工作方案》中明确指出，要强化建筑节能。实施建筑节能先进标准领跑行动，开展超低能耗及近零能耗建筑建设试点，推广建筑屋顶分布式光伏发电。

三年间，中国超低 / 近零能耗示范项目已经从完全依赖国外技术体系及指标，发展至如今可以独立设计并施工建造近零能耗建筑，但对照住建部《建筑节能与绿色建筑“十三五”规划》提出“十三五”期间发展 1000 万平米的行业目标，目前工作仅仅是起步阶段，行业还需不断总结凝练适合中国气候区和建筑类型的技术体系。部分已建成并运行满一年以上的建筑能耗实测数据表明，寒冷地区超低 / 近零能耗示范项目年能耗可以控制在 $25 - 30 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，较该地区同类建筑可节能 80%；对于夏热冬冷地区和夏热冬暖地区，节能率也可达到 70-75%。与国际同类项目比，中国部分示范项目的节能性能已达到国际先进水平。示范项目选用的非透明围护结构传热系数可控制在 $0.1 - 0.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，透明围护结构传热系数可控制在 $0.6 - 1.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，建筑各部性能参数也基本与发达国家水平一致。通过对示范项目经济性成本的调研可发现，中国近零能耗建筑的增量成本为 $800 - 1200 \text{ 元}/\text{m}^2$ ，成本增量占比为 20 - 25%，最佳案例既有中国建筑科学研究院、河北建筑科学研究院等科研院所完成的示范项目，也有曼瑞德、森鹰、奥润顺达、南通三建、中德生态园等行业先锋企业完成的项目。

4) 既有建筑节能改造推进

十三五时期，中国北方采暖地区既有建筑节能改造补贴资金逐步退出。2017 年 2 月住建部发布的《建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划》中指出，“十三五”时期，完成既有居住建筑节能改造面积 5 亿平方米，公共建筑节能改造 1 亿平方米。2017 年 7 月通报的住建部办公厅《关于 2016 年建筑节能与绿色建筑工作进展专项检查情况》中指出，2016 年度完成既有居住建筑节能改造面积 8904 万平方

米，2017 年度计划改造面积 4627 万平方米。既有公共建筑 2016 年节能改造面积 2760 万平方米，2017 年计划改造面积 2488 万平方米。2017 年，既有居住建筑改造年节约标煤约 150 万吨。

5) 北方地区冬季清洁取暖是打赢蓝天保卫战重要措施

2017 年，2017 年，财政部、住建部、环保部、能源局开展中央财政支持北方地区冬季清洁取暖试点工作，国家层面、地方层面都相继提出了一系列有关清洁取暖工作的相关政策推动住建领域的节煤减排。根据这项工作安排，中央财政将支持试点城市推进清洁方式取暖替代散煤燃烧取暖，同步开展既有建筑节能改造，实现试点地区散烧煤供暖全部“销号”和清洁替代。试点示范期为三年，中央财政奖补资金标准根据城市规模分档确定，直辖市每年安排 10 亿元，省会城市每年安排 7 亿元，地级城市每年安排 5 亿元。经过竞争性评审，天津、石家庄、唐山、保定、廊坊、衡水、太原、济南、郑州、开封、鹤壁、新乡共计 12 个城市成为试点城市。12 个试点城市计划热源清洁化 16 亿 M^2 ，建筑能效提升 1.6 亿 M^2 。总投资达到 3000 亿元。其中，中央财政奖补 219 亿元，地方财政投入 697 亿元，计划吸引金融机构、企业投入等社会资本超过 2000 亿元。

研究显示，2016-2017 年，“2+26”城市完成“煤改气”“煤改电”470 多万户，2017 年冬季北京市 $PM_{2.5}$ 浓度大幅降低，根据专家团队的测算结果，散煤治理贡献率达 40% 左右。因此，《三年行动计划》将能源结构调整作为打赢蓝天保卫战的重要工作，建筑领域将有效推进北方地区冬季清洁取暖作为打赢蓝天保卫战重要措施予以部署。在技术路线上，提出坚持从实际出发，宜电则电、宜气则气、宜煤则煤、宜热则热，各地因地制宜选择采取多样化清洁取暖方式，不局限于“煤改气”，减轻气源保障压力。为防止出现“气荒”，强调抓好天然气产供储销体系建设，加大天然气供应量和管网互联互通建设。为确保取暖民生，明确新增天然气量优先用于城镇居民和大气污染严重地区的生活和冬季取暖散煤替代，重点支持京津冀及周边地区和汾渭平原，并强调“煤改气”坚持“以气定改”。同时，加大政策支持力度，扩大中央财政支持清洁取暖试点范围，完善相关价格政策。其目标是，2020 年采暖季前，在保障能源供应的前提下，京津冀及周边地区、汾渭平原的平原地区基本完成生活和冬季取暖散煤替代；对暂不具备清洁能源替代条件的山区，积极推广洁净煤，并加强煤质监管，严厉打击销售使用劣质煤行为。燃气壁挂炉能效不得低于 2 级水平。

如不考虑新增建筑直接形成的清洁取暖，仅试点城市一项工作，2020 年中国北方地区清洁取暖率可达到 41.3%。如考虑截至到 2020 年新建建筑 62 亿 M^2 全部采用清洁取暖，则结合试点城市工作，2020 年中国北方地区清洁取暖率可达到 54.8%。如进一步结合如如如考虑截至到 2020 年新建建筑 62 亿 M^2 全部采用清洁取暖，结合试点城市工作，并进一步结合其他城市清洁取暖工作，预计到 2020 年中国北方地区清洁取暖率可达到 60% 以上。未来工作中主要问题是资金缺口巨大。因而，大范围开展清洁取暖，必须选择技术经济性好、安全可靠的技术，同时

充分调动社会资本积极性。

此外，为加快推进北方地区冬季清洁取暖工作，在2018年8月28日，财政部、生态环境部、住建部、国家能源局近日组织开展了中央财政支持北方地区冬季清洁取暖试点城市扩围竞争性评审工作，将邯郸、邢台、张家口、沧州、阳泉等23个城市纳入第二批中央财政支持北方地区冬季清洁取暖试点范围。

6) 可再生能源建筑应用

2017年2月住建部发布的《建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划》中指出，提升可再生能源建筑应用质量。加快推广太阳能热水系统。积极探索太阳能光热采暖应用。全国城镇新增太阳能光热建筑应用面积20亿平方米以上。在建筑屋面和条件适宜的建筑外墙，建设太阳能光伏设施，全国城镇新增太阳能光电建筑应用装机容量1000万千瓦以上。

(二) 重点部门煤耗量分析

在“中国消费总量控制方案和政策研究项目”中，针对重点部门提出了2020年煤炭消费总量控制目标，具体如下：电力13.3亿吨标煤，占总煤耗的53%；钢铁3.4亿吨标煤，占13.5%；建筑部门2.3亿吨标煤，占9.2%，水泥1.46亿吨标煤，占5%；现代煤化工1.2亿吨标煤，占4%。2020各部门煤控目标如图4-26所示。

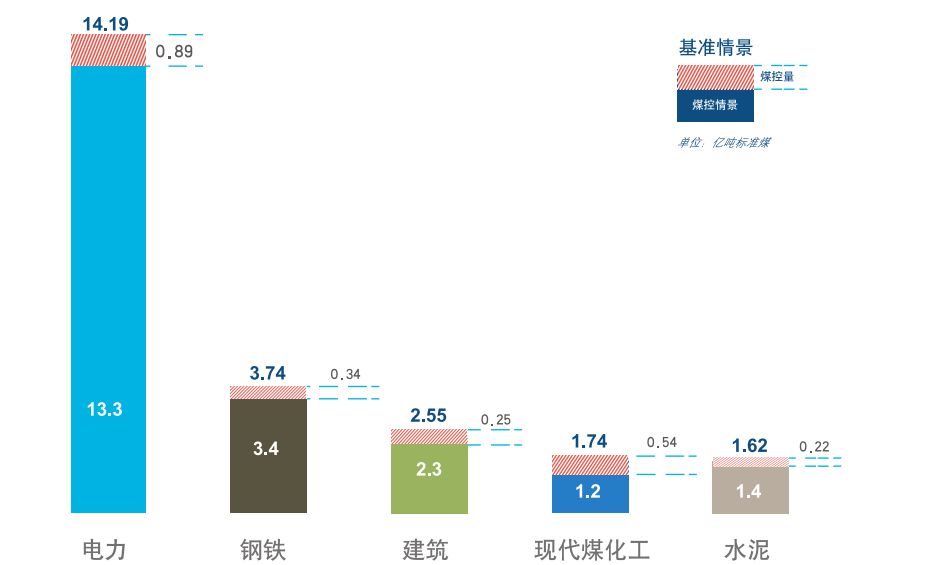


图 4-26. 2020 年重点行业煤控目标

2013 年中国煤炭消费达到 42.4 亿吨峰值，2014-2016 煤炭消费持续下降，2017 年和 2018 年煤耗反弹。2018 年中国煤炭消费相比峰值水平仍相差约 3.2 亿吨，煤炭消费下降最主要的驱动力来自火电、钢铁、水泥、传统化工等重点用能部门煤炭消费持续下降，以及非化石电力加快替代燃煤发电。其中电力部门煤炭消费下降约占 67%，钢铁、水泥部门煤炭消费下降分别占 23% 左右，传统化工行业煤炭消费有所下降，但现代煤化工部门煤炭消费大幅上升。

2017 年煤炭消费在连续三年下降后，首次出现小幅上涨，总量为 38.7 亿吨，比 2016 年增加约 1400 万吨，增幅约 0.37%。虽然主要高耗能产品单耗水平普遍持续下降，但各部门煤炭消费总量仍出现不同程度增长。分析原因主要与 2017 年水电来水较少、淘汰“地条钢”等一次性因素有关，在经济动能转换、普遍“去产能”背景下，重点耗能行业效益水平有所回升。

2018 年，在稳中有变的国内外经济环境下，国内经济仍保持持续较快增长，带动能源、电力和煤炭消费不断增加。根据国家统计局初步核算数，2018 年上半年中国能源消费总量同比增长约 3.4%，比去年全年能源消费总量增速提高了约 0.4 个百分点。2018 年煤炭消费量明显上升，上半年煤炭消费比去年同期增长 3.1%，增加了大约 5000 万吨煤¹⁶。从重点用能部门情况来看，煤炭消费的增長的主要贡献来自于电力部门和现代煤化工部门，钢铁和水泥部门的煤炭消费可能持平或小幅增长。经课题组核算，如果能源消费总量增长和结构变化趋势持续下去，2018 年全年煤炭消费将继续反弹，比上年增长约 4000 万吨，增速约为 1.2%。

1. 电力需求超预期增长拉动煤炭消费上升

2015 年在用电需求不振的情况下，煤炭消费量有较大下滑，但随着 2016、2017 年用电需求反弹、电煤占比逐年提升，耗煤量有所上升，2017 年电力耗煤 12.04 亿吨标煤，比 2016 年增长 3.7%，但仍低于 2014 年的耗煤水平。根据国家能源局最新发布的数据，2018 年 1-8 月份全社会用电量 45296 亿千瓦时，同比增长 9.0%，电力消费增长势头已经大大超出预期。

电力消费的超预期增长有以下几方面原因，首先以重工业为代表的旧动能还没有退出。虽然很多高耗能行业已经进入峰值期，但是受到基础设施投资拉动，去产能带来的效益改善和电改释放的降本红利的影响，在一定时期内一些行业的产量和用电量上还会继续上升。2018 年上半年四大高载能行业用电全部上升，尤其黑色金属冶炼用电量增长最快，同比增长了 11.4%。第二，以新型制造业和第三产业为代表的新动能用电比重不断提高。虽然有些行业用电总量还没有很大，但是增速很高，信息传输 / 软件技术等服务业用电上半年同比增长了 25.5%。第三，消费升级带来电器普及率提高叠加冬冷夏热的气候因素导致居民用电快速增长，2018 年上半年同比增长 13%。第四，应打赢蓝天保卫战的环境政策要求，电能替代的政策具体落实到了生产、交通、居民取暖等各个领域。最后，随着环保政策要求越来越严，企业环保设施大批量开动，错峰生产、限产导致的生产设备频繁启停增加高耗能行业的电耗。

在新旧动能转换时期，电力消费与经济增长关系复杂化，但长期来看，电力高速增长不具备可持续性。电力需求增长在 2019-2020 年间平均在 7-8% 之间。

预计 2018 年，在风电利用小时数为 2000 小时，光伏利用小时数为 1210 小时，煤电外的其他电源利用小时数基本与上年持平，全年电力增速为 8% 的情况下，电力行业煤炭消费总量将达到 12.5 亿吨标准煤，约比上年增长 3.8%。从后两年的用电形势上看，非化石能源的年新增电量还不足以支撑新增用电需求，因此“十三五”后期煤电发电量仍有较大的增长空间，电力耗煤仍将保持增长趋势。预计 2020 年电力行业煤炭消耗量控制在 2020 年煤控目标 13.2 亿吨标煤，如果通过需求侧管理、可再生替代、经济调度等手段充分掘节煤潜力，可以再节约标煤 0.93 亿吨。电力部门煤控的目标 13.2 亿吨标煤预计可以完成。

2. 受取缔“地条钢”影响，粗钢实际产量和煤炭消费峰值推后

随着基础设施、房地产、中高端制造业的需求拉动，加上钢铁行业大力推进化解过剩产能和出清“地条钢”，统计内合规产能开始快速释放，粗钢产量呈现反弹上升趋势。2017 年全国粗钢产量 8.71 亿吨，同比增长 3.0%；生铁产量 7.11 亿吨，同比增长 1.2%。按照铁水产量 7.1 亿吨，废钢消耗量 1.48 亿吨计算，2017 年钢铁行业煤炭消耗总量为 4.4 亿吨标准煤，同比增长 4.31%。

2018 年，全国共生产生铁 7.71 亿吨、粗钢 9.28 亿吨，分别同比增长 3% 和 6.6%。经课题组估算，按照 2018 年废钢消耗量 1.87 亿吨的情况下，2018 年钢铁行业煤炭消耗总量约为 4.52 亿吨标煤，同比增长 2.73%。煤耗增长的幅度小于粗钢产量增长的幅度主要是由于钢铁行业的煤耗主要与铁产量相关，由于废钢消耗的增加和钢铁行业的能效提高，十三五期间，钢铁行业单位产品的煤耗实际持续下降。

中国煤控项目在 2015 年做“十三五”煤控情景分析时，没有预测到取缔“地条钢”所带来的影响，认为 2015 年是粗钢生产的峰值年，这与之之前“地条钢”产能、产量和能源消耗并没有完全纳入统计范围有关。如果考虑“地条钢”的统计因素，全国粗钢“真实”需求可能并没有明显增长甚至有可能下降。所以在粗钢产量和消费量进入峰值平台期的前提下，粗钢产量的实际峰值年将比 2015 预测向后调整。2019 年基础设施投资继续增加，增值税税率下调，可能刺激钢铁行业产量继续在高位波动，煤耗量可能继续维持 2018 年水平，将难以完成 2015 年课题所设定的 2020 年将钢铁行业的煤耗控制在 3.4 亿吨标煤的煤控目标，需要重新调整钢铁行业 2020 年的煤控目标。

目前，在钢铁部门的煤炭统计数据也包含钢铁企业的自炼焦炭，这在制定钢铁煤控目标后没有考虑，钢铁部门煤控目标的调整中，要考虑到自炼焦炭的部分。

3. 水泥产量小幅增长，需要加强煤炭消费控制

水泥和熟料产量在 2014 年达到峰值，水泥消费在 2014-2020 年进入消费平

取缔“地条钢”后，之前没有被统计的产能、产量和能源消耗逐渐浮出水面，粗钢真实需求得以显现。

台期。2017 年全国水泥产量 23.36 亿吨，同比下降 0.3%，通过重点开展去产能、推进行业集中度，加快水泥行业的节能减排（四大技术）的广泛推广，大中型企业普及率不断提升，整体能效水平进一步提高，实现了 2017 年单位产品平均熟料标煤耗在 2016 年的基础上进一步下降约为 114 千克标煤，水泥行业在 2017 年的煤炭消费总量约为 1.60 亿吨标煤，同比下降 6.4%。

受基础设施投资企稳回升影响，2018 年 1-10 月，全国水泥累计产量同比上升 2.6%，在单位熟料煤耗进一步下降到 110 千克标煤的情况下，行业全年煤耗与去年相比可能小幅下降，实现 2020 年水泥行业 1.46 亿吨标煤煤控目标仍需继续努力，但有希望达成。

4. 现代煤化工项目出现反弹势头， 加剧煤炭消费增长压力

随着国际石油价格逐步回升，现代煤化工项目的产能利用率逐步回升。2016 年底以来，现代煤化工的几个大型项目陆续投产，2017 年现代煤化工项目的（煤制气、煤制油、煤制烯烃、煤制乙二醇）耗煤为 7329 万吨标煤左右，比 2016 年增长约 1774 万吨标煤，同比增长 32%。随着新建项目的投产运行和煤制气开足马力取保冬季供气，2018 年现代煤化工项目煤耗继续走高，预计约为 8730 万吨标煤，同比增长 19%。现代煤化工行业在“十三五”期间已经成为中国煤炭消费新的增长点，虽然可以实现 2020 年将煤耗控制在 1.2 亿标煤的煤控目标，但仍需要通过合理的产能规划和提高单位产品能效，来进一步降低煤耗。压缩 2020 年现代煤化工行业煤控目标 1500 万吨标煤，达到 1.05 亿吨标煤的新煤控目标。

5. 建筑领域清洁取暖减少煤炭消费

建筑领域的煤炭消耗主要在燃煤取暖，2017 年建筑领域的煤炭消耗总量约为 3.52 亿吨标煤。经课题组测算，通过新建建筑节能标准提升、既有建筑节能改造推进、清洁取暖工作的开展以及可再生能源建筑应用，2018 年建筑领域能耗量约为 10.14 亿吨标煤。其中根据《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021）》，2018 年北方地区清洁取暖率达到 45%，可完成约 5 亿平米非清洁取暖面积替代改造，约形成 350-400 万吨标煤节省能力。2018 年建筑领域的煤炭消耗总量约为 3.17 亿吨标准煤，同比减少 10% 的煤炭消耗。还需要进一步采取综合措施促进建筑领域降低能源消耗，使煤炭消耗量控制在 2020 年 2.3 亿吨标准煤的目标。

5

散煤治理情况

2013年以来，随着大气污染防治工作的推进，散煤被提上了重要的议事日程。散煤治理在煤炭消费总量控制中的作用凸显。散煤治理的环境和室内健康影响已成为重要的民生和民心工程，提到了政治任务的高度。在过去的两年里，清洁替代已经从工业领域扩展到民用领域，仅2017年一年，民用“电代煤”和“气代煤”约600万户，减少散煤消费近2000万吨；煤炭减量措施从重点行业的提标改造、能效提升，扩展至燃煤小锅炉、小窑炉的淘汰关停，再加上“禁煤区”或“禁燃区”建设，散烧煤消费量的下降是比较明显的。尤其是在2017年，中国煤炭消费总量在连续三年下降后首次增长，在电力、钢铁、煤化工等重点行业煤耗上升的同时，散烧煤逆势减量约6500万吨，使得煤炭消费总量以0.4%的增长实现软着陆。

1. 散煤消费约7.5亿吨，2020年力争

减少散煤2亿吨

“散煤”的定义和边界目前尚未明确和统一。现阶段狭义的散煤是指城镇和农村居民取暖和炊事等燃煤；广义的散煤是指电力和工业集中燃煤以外的散烧煤，包括工业、商业、农业、生活等领域中使用的小锅炉（35蒸吨及以下）、小窑炉、小煤炉等燃煤，这些散烧煤通常煤质较差、量大面广、分散使用、直燃直排。

根据《中国散煤综合治理调研报告2017》，2015年，中国散煤消费量约7.5亿吨。其中，民用生活燃煤约为2.34亿吨，北方农村地区的冬季采暖散烧煤约2亿吨，占比达90%左右。小锅炉燃煤约2.2亿吨，从应用领域来看，包括工业领域、农业生产、商用及公共事业单位的小锅炉燃煤，其中以工业散烧煤为主；从锅炉容量来看，以10蒸吨及以下的燃煤小锅炉为主。初步估算，20-35 t/h燃煤小锅炉煤耗量约0.6亿吨；10-20 t/h燃煤小锅炉煤耗量约0.6亿吨；10 t/h及以下燃煤小锅炉煤耗约1亿吨。建材行业工业小窑炉散煤约2.36亿吨，主要来自落后产能。其余散煤消费约0.6亿吨。¹⁷

根据中央和地方层面的散煤治理、北方清洁供暖、大气污染防治、煤炭清洁利用等方面的政策和实施进度，以及实际调研情况，中国煤炭消费总量控制方案和政策研究项目提出了2020年散煤治理目标。

散煤治理目标：2020年，力争减少散煤2亿吨，其中减量1.1亿吨、清洁能源替代0.7亿吨、清洁高效利用0.2亿吨。2017年，力争减少散煤0.7亿吨。

散煤治理路径：

减量：工业领域，主要通过淘汰落后产能以及散乱污企业关停并转等实现散煤减量；在民用领域，可通过提高城镇集中供热率、加强建筑保温和节能等方面实现散煤减量。

清洁能源替代：通过天然气、电力以及可再生能源（太阳能、风能、生物质、地热等）的利用替代散烧煤。

清洁高效利用: 选择使用经过洗选加工的洁净煤, 并通过过程控制、末端处理等, 提高燃烧或供热效率, 大幅降低污染物排放, 使之达到相关排放要求。



图 5-1. 2020 年散煤治理目标及路径

为保障 2020 年散煤治理目标的实现, 建议的具体指标如下:

煤炭洗选率:

2017 年, 70% 以上; 2020 年, 75% 以上; 民用煤, 95% 以上。

煤质要求:

大城市和区域性配煤中心: 硫分 <1%, 灰分 <12%, 挥发分 <10%;

污染严重地区和特大城市: 硫分 <0.8%, 灰分 <10%, 挥发分 <10%。

工业小锅炉和小窑炉:

- 2020 年, 新高效燃煤锅炉 (35 蒸吨以上) 达 50% 以上, 其余的要通过技改, 实现效率和污染物排放达标;
- 淘汰 10 蒸吨及以下燃煤工业小锅炉, 地级及以上城市建成区要淘汰 35 蒸吨以下燃煤锅炉;
- 特别重视生产工艺落后、污染和排放不达标的建材行业小窑炉, 关停并转小散乱污企业的小窑炉。

大城市集中供热率: 2020 年, 达到 80% 以上。

民用散煤替代: 2017 年替代 400 万户, 每年递增 100 万户;

可再生能源替代: 落实各地 2020 年可再生能源在建筑能源中的指标。

2. 2017 年散煤消费减量 6500 万吨

2017 年，“电代煤”和“气代煤”成为了取暖市场上最火热的话题。京津冀及周边地区实际完成“双替代”（“气代煤”和“电代煤”）近 600 万户，初步估算，减少散煤约 1800 万吨。其中“2+26”城市完成 475 万户，建成约 1 万平方公里的“散煤禁燃区”，农村清洁取暖破题。¹⁸ 从技术路径选择来看，气代煤占比约七成。

在工业小锅炉治理方面，2017 年京津冀及周边地区全面淘汰 10 蒸吨及以下燃煤小锅炉，“2+26”城市中 14 个城市要求淘汰 20 蒸吨及以下燃煤小锅炉，9 个城市要求建成区内淘汰 35 蒸吨及以下燃煤锅炉。

2017 年，京津冀及周边地区散乱污企业整治共涉及近 30 万家企业，其中“2+26”城市清理整顿“散乱污”企业 6.2 万余家。“散乱污”企业整治加速了落后产能的淘汰。根据环保部 2017 年砖瓦行业专项整治的数据，2017 年砖瓦行业共计减少企业数量 16897 家，减少散烧煤约 2640 万吨。建筑卫生陶瓷和石灰落后产能减少约四分之一，初步估算分别减少散烧煤约 348 万吨和 254 万吨。砖瓦、建筑卫生陶瓷和石灰三个产业的小窑炉总计减少散烧煤约 3242 万吨。¹⁹

散乱污企业整治和淘汰落后产能成为了产业结构调整的重拳。2017 年工业产能和产值两方面都出现了正增长，其中产能利用率迎来了近 5 年来的首次回升，比上年回升 3.7 个百分点。²⁰ 具体到京津冀地区的大气污染防治，2017 年“2+26”城市清理整顿了涉气“散乱污”企业 6.2 万余家，对 PM_{2.5} 浓度下降贡献率达 30%。²¹

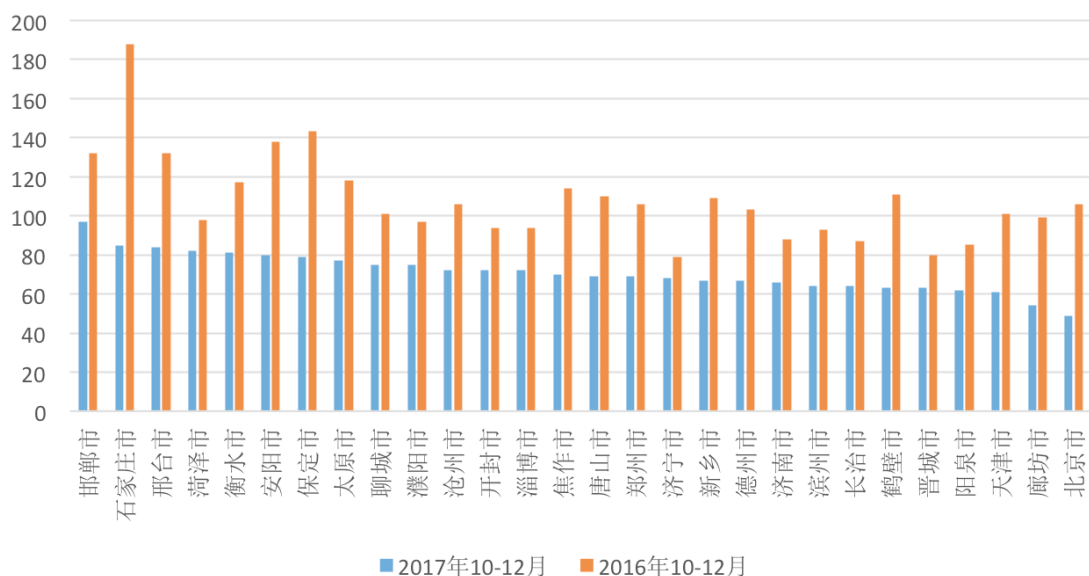


图 5-2. 2016 年和 2017 年第四季度 PM_{2.5} 浓度对比图

资料来源：环境保护部通报 2017 年 10—12 月京津冀大气污染传输通道城市空气质量状况，生态环境部，2018.01.10.

2017 年，北方清洁取暖工作破题，取暖方式正在向多样化和清洁化转变，对于改善室内空气质量和提高居民健康水平具有现实意义。2017 年京津冀及周边地区约 600 万户居民从此摆脱散烧煤的室内污染暴露。

此外，散煤消费减量体现了多重效益，首先，有效遏制了中国煤炭消费增长的势头，在经济回暖、高耗能行业煤耗增长的背景下，使全国煤炭消费以同比增长 0.4% 的速度实现软着陆，成为煤炭消费总量控制的重点和能源结构转型的托底任务。“散乱污”企业整治和工业小锅炉淘汰对加快落后产能淘汰，优化产业结构的作用开始显现。2017 年工业产能和产值两方面都出现了正增长，其中产能利用率迎来了近 5 年来的首次回升，比上年回升 3.7 个百分点。²² 具体到京津冀地区的大气污染防治，2017 年“2+26”城市清理整顿了涉气“散乱污”企业 6.2 万余家，对 PM_{2.5} 浓度下降贡献率达 30%。²³

3. 2018 年散煤减量目标为 6000 万吨

中国煤控项目提出的 2018 年散煤削减目标为 6000 万吨。

2018 年，三大重点区域，京津冀及周边地区、汾渭平原、长三角地区继续推进散煤治理工作，根据重点区域 2018-2019 秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案来看，北方民用散煤替代目标约 480 万户，计划散煤减少 1500 万吨左右。

根据《汾渭平原 2018-2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》和《京津冀 2018-2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》，2018 年 10 月底前，汾渭平原要完成散煤替代 118 万户。其中，山西省替代 38.3 万户；河南省替代 8.8 万户；陕西省替代 70.7 万户，西安市力争 2019 年 10 月底前基本完成散煤替代工作。

2018 年 10 月底前，“2+26”城市要完成散煤替代 362 万户。其中，北京市替代 15 万户，平原地区基本实现散煤“清零”；天津市替代 19 万户，力争 2019 年 10 月底前基本完成散煤替代工作；河北省替代 174 万户，力争 2019 年 10 月底前基本完成北京市以南、石家庄市以北散煤替代工作；山西省替代 28 万户、山东省替代 45 万户、河南省替代 81 万户。各地要以乡镇或区县为单元整体推进，完成散煤替代的地区，采取综合措施，防止散煤复烧。

由于京津冀及周边地区在过去几年里工业小锅炉治理力度较大，预计工业小锅炉的散煤减量将主要来自长三角地区。根据《长三角地区 2018-2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》，2018 年 12 月底前，上海市行政区域内所有每小时 20 蒸吨以下燃煤锅炉清零；江苏省、浙江省、安徽省基本淘汰每小时 10 蒸吨以下燃煤锅炉；江苏省、浙江省城市建成区淘汰每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉。其中，江苏省淘汰燃煤锅炉 379 台、6697 蒸吨，浙江省淘汰 200 台、1071 蒸吨，安徽省淘汰 907 台、8717 蒸吨。

《打赢蓝天保卫战三年行动计划》中，明确提出开展工业窑炉治理专项行动，目前重点区域各城市纷纷出台地方窑炉污染治理专项行动计划，对窑炉开展大排查，淘汰、升级改造及提高环保标准等措施。

4. 工业锅炉正向着大容量、高参数、高效、低排放方向发展

截至 2017 年，我国基本完成地级及以上城市建成区燃煤小锅炉淘汰，累计淘汰城市建成区 10 蒸吨以下燃煤小锅炉 20 余万台，累计完成燃煤电厂超低排放改造 7 亿千瓦²⁴。据不完全统计，仅 2017 年一年全国就淘汰燃煤锅炉超 12 万台，单台平均容量 3t/h。其中，河北省淘汰力度最大，共淘汰燃煤锅炉台数达 3.97 万台，淘汰容量达到 5.8 万蒸吨；山东省燃煤锅炉淘汰台数达到了 1.57 万台，淘汰容量达到 1.57 万蒸吨。截止 2017 年底，北京市燃煤小锅炉淘汰已完成 99.8%，天津市六区内已无燃煤锅炉，“2+26”城市中的山东菏泽市，全市 9000 余台燃煤锅炉，目前只剩下 62 台左右。表 5-1 梳理了 2017 年我国部分省市燃煤工业锅炉淘汰量。

表 5-1. 2017 年我国部分省市燃煤工业锅炉淘汰量梳理

省份	容量 (t/h)	台数 (台)	省份	容量 (t/h)	台数 (台)
北京	4633	1500	湖北	8218	2492
天津	—	10838	湖南	1419	503
河北	58000	39700	广东	—	1334
山西	—	11000	广西	—	179
内蒙古	2375	729	海南	356	101
辽宁	—	6968	重庆	124	—
吉林	—	6329	四川	—	2264
黑龙江	—	4652	贵州	—	578
江苏	—	11761	云南	—	1754
浙江	—	8686	西藏	—	157
安徽	1466	807	陕西	—	11000
江西	—	500	甘肃	24581	4123
山东	15766	15704	青海	983	—
河南	—	2914	宁夏	—	1640

同时，全国范围内，特别是一些大城市为了确保空气质量达标，大力推动了燃煤锅炉改天然气锅炉的工作，个别大城市的燃煤锅炉已基本被燃气锅炉所替代，另外一些地方燃气锅炉占整个锅炉总数的比例在不断上升。

如图 5-3，2010-2016 年工业锅炉台数变化趋势来看，2013 年工业锅炉台数达到最高值，2015 年开始工业锅炉台数呈现大幅下降趋势，至 2016 年全国工业锅炉约 53 万台，较 2013 年下降约 17%。

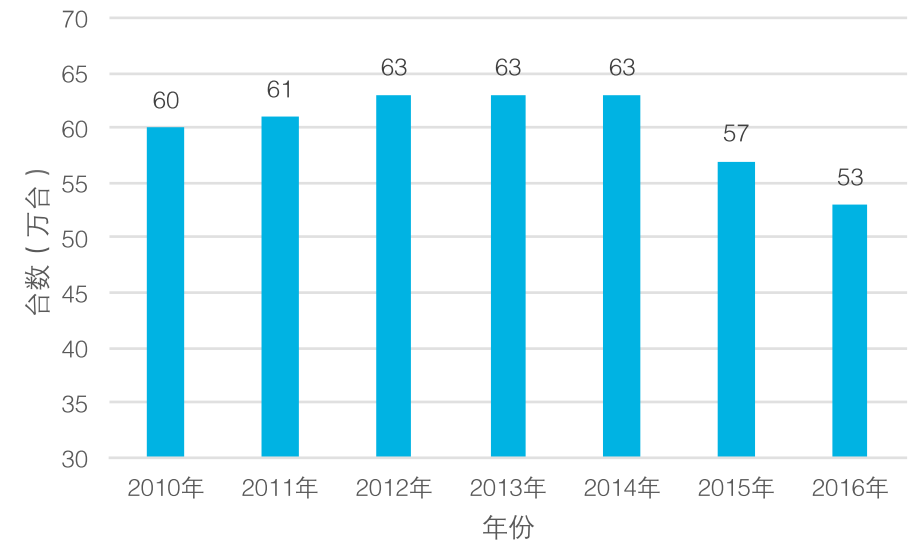


图 5-3. 2010-2016 年工业锅炉台数变化趋势

燃煤锅炉正向着大容量、高参数、高效能、低排放的方向发展，京津冀等重点区域城市建成区燃气等清洁燃料锅炉使用量逐年递增。

目前，京津冀“2+26”城市基本上在城市建成区内淘汰 35 蒸吨及以下的燃煤小锅炉，汾渭平原和长三角地区 2018 年也将重点开展燃煤小锅炉的淘汰。根据《汾渭平原 2018-2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》2018 年 12 月底前，河南、陕西省基本淘汰每小时 10 蒸吨及以下燃煤锅炉，城市建成区内基本淘汰每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉；山西省城市建成区内基本淘汰每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉，县城建成区内淘汰每小时 10 蒸吨及以下燃煤锅炉，积极推进行政区域内每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉淘汰工作。根据《长三角地区 2018-2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》，2018 年 12 月底前，上海市行政区域内所有每小时 20 蒸吨以下燃煤锅炉清零；江苏省、浙江省、安徽省基本淘汰每小时 10 蒸吨以下燃煤锅炉；江苏省、浙江省城市建成区淘汰每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉。其中，江苏省淘汰燃煤锅炉 379 台、6697 蒸吨，浙江省淘汰 200 台、1071 蒸吨，安徽省淘汰 907 台、8717 蒸吨。

5. 散煤减量的环境、健康、社会效益

从散煤的环境外部特征来看，1吨散煤的大气污染物排放量是1吨电煤的10-15倍。此外，民用散煤的消费存在明显的时空分布特性，消费的高峰期是冬季采暖期，且以北方地区为主。京津冀采暖季散煤污染排放的 $PM_{2.5}$ 在污染源中占比超过50%。²⁵因此，现阶段散煤治理比集中燃煤治理具有更好的环境效益。散煤燃烧对室内污染影响很大，尤其是妇女、儿童和老人为甚。据国内外有关资料的报道，室内污染比室外空气污染造成的早死亡率更高。初步估算，我国室外由于燃煤造成的早死亡率在2012年为70万人。室内燃烧煤炭和生物质对人的身体健康影响更大。

2017年入冬以来，北京及多地民众真切地发现，蓝天白云变多了，幸福感增强了。数据显示，2017年10-12月京津冀大气污染传输通道城市平均 $PM_{2.5}$ 浓度为71微克/立方米，同比下降34.3%。²⁶根据环保部门专家团队的测算结果，2017年“双替代”使整个京津冀地区全年 $PM_{2.5}$ 平均浓度下降至少2.3微克/立方米²⁷，2016年和2017年第四季度 $PM_{2.5}$ 浓度对比图可以看出，2+26城市冬季 $PM_{2.5}$ 浓度下降显著；“散乱污”企业整治、散煤清洁化替代对2017年京津冀地区 $PM_{2.5}$ 平均浓度下降分别贡献了27%和21%。²⁸北京市冬季 $PM_{2.5}$ 浓度大幅降低，散煤治理贡献率达40%左右。²⁹

2018年以来，各地各有关部门深入贯彻落实党中央、国务院关于打赢蓝天保卫战的决策部署，狠抓大气污染综合治理攻坚行动各项措施落实，加快推进产业结构、能源结构、运输结构和用地结构调整，强化环境执法监管，积极应对重污染天气，更加强调精准治污，各项工作都在井然有序、扎实开展。

2018年1-11月，全国 $PM_{2.5}$ 平均浓度38微克/立方米，同比下降7.3%。京津冀及周边地区“2+26”城市、长三角、汾渭平原 $PM_{2.5}$ 浓度分别下降12.1%、6.5%、11.1%。

从京津冀及周边地区来看，该区域1-11月空气质量总体呈改善趋势，京津冀及周边地区“2+26”城市1-11月平均优良天数比例为52.0%，同比上升0.9个百分点； $PM_{2.5}$ 浓度为58微克/立方米，同比下降12.1%。³⁰

6. 环保督查和经济政策更加有力

至2017年，全国首次实现中央环保督查31日省（市、区）全覆盖，督查进驻期间，共问责党政领导干部1.8万多人，受理群众环境举报13.5万件，直接推动解决群众身边环境问题8万多个。组织冬季大气污染防治专项执法检查，严厉打击超标排放等环境违法行为。

此外，公众参与程度不断提升。2017年环保部通过电话、微信、网络接到的举报就有17万件，是2014年的3.5倍。³¹

在相关经济政策方面，国务院有关部门发布环保电价、提高排污收费征收标准等 22 项配套政策。设立大气污染防治专项资金，中央财政已累计下达 528 亿元专项资金和 100 多亿元中央预算内投资。³² 2017 年中央财政安排专项资金 160 亿元，重点支持京津冀及周边、长三角、珠三角 13 个省（区、市）大气污染防治，重点保障燃煤锅炉整治、散煤替代、挥发性有机物污染治理、机动车污染治理等，其中 60 亿元专项资金用于北方地区冬季清洁取暖试点。“十三五”以来，中央财政累计安排专项资金 272 亿元，有力改善了大气环境质量，促进北京和河北完成了《大气十条》的目标任务。³³

7. 散煤治理是大气污染防治的最大难点和重点

中国燃煤污染仍然是大气污染防治的重点，近年来，电煤和工业集中燃煤治理突破，散煤治理成为了众矢之的。现阶段，散煤治理成为了煤炭消费总量控制和产业结构调整的重要潜力来源，同时，也是能源消费清洁化中的最难啃的骨头。

2017 年，重点区域散煤治理一刀切的政策得到了一定程度的矫正，在“双替代”的基础上强调因地制宜，宜电则电、宜气则气、宜煤则煤、宜热则热，农村清洁取暖工作破题，但经济性难点尚未解决、清洁能源的冬季供应短缺问题突出；可再生能源供热的成本和价格倒挂问题尚未完全解决；建筑节能水平低下带来了取暖效果和成本损失；散乱污企业整治和工业小锅炉淘汰工作初见成效，但散煤复烧现象时有发生，区域政策差异导致的“污染泄漏”；散煤治理工作仍然过渡依赖政府补贴，财政压力较大，补贴时效和退出机制或成本分摊的长效机制有待进一步明确；环保督查新常态有待进一步下沉，为下一步的散煤治理工作保驾护航。

中国散煤综合施治任重道远，随着工作的推进并逐步迈向深水区，难度也将倍增，其最大的难点在于如何在以下方面做好平衡，统筹兼顾。

首先，如何统筹不同部门的诉求点，增强各部门间的协调联动。只有将散煤治理与能源发展规划、蓝天保卫行动计划、产业结构调整政策、美丽乡村建设部署、北方地区清洁取暖规划、建筑节能要求以及相关的财政补贴政策等统筹兼顾、协同推进，争取在有限的投入中，实现社会利益的最大化。

其次，如何在供应有保障、能效最大化、排污最小化、经济成本可承受、治理效果可持续的原则中做好平衡。过去的经验告诉我们，源头把控看似“釜底抽薪”，但若不解决清洁能源供应问题，散煤必然复烧，此外，经济性痛点不解决，过度依赖政府补贴的现状是不可持续的。

再次，如何在短期和长期的发展战略和规划中做好平衡，兼顾温暖过冬与清洁取暖两项民生。中国正处于能源转型的关键时期，从长期来看，绿色、低碳是大势所趋，农村居民同等享用清洁能源的权力以及清洁能源利用所带来的室内环境和健康效益。短期来看，清洁能源利用的基础设施建设是一项长期工程，工业散煤治理和民用清洁取暖需要大量投入。如何在短期和长期中做好平衡，在清洁能源利用提交降本、



居民收入和取暖支付意愿逐步提升、政府补贴走向退出的过程中兼顾温暖过冬与清洁取暖，是一项重要课题。

最后，如何在“企业为主、政府推动、居民可承受”中找到平衡。促进新商业模式的低成本参与，完善成本分担机制，以确保政府财政、清洁能源供应商、终端用户的三方财务可持续。探索建立 PPP 等新兴投资模式，着力降低新主体、新模式融资成本，重点考虑财政资金能否撬动民间投资。结合市场需求，鼓励企业提供多样化的综合能源解决方案。

6

重点地区煤控实施进展和成果分析

中国煤控项目从 2016 年开始与省级和市级地方合作。目前省级地方合作伙伴包括：河南省、山西省、山东省和内蒙古自治区，四个省区的煤炭消费量排全国前五，其中山东、内蒙古、山西分别位列前三。山西和内蒙古既是煤耗大省，也是煤炭生产大省，原煤产量全国前两名，面临煤炭消费和生产端双控的压力。“十三五”期间，中国煤控项目的四个试点省份均承受由煤炭消费带来的生态环境方面的沉重压力。河南、山西和山东属于京津冀及周边地区，河南和山西各有 2 个和 4 个城市处于汾渭平原地区。三个省都是全国大气污染防治的重点区域。内蒙古的草原生态系统和水资源环境由于煤炭产业过度开发遭遇严重破坏，没能肩负国家对内蒙古“中国北方生态安全屏障”定位的责任。中国煤控项目选择这四个省作为省级合作伙伴，旨在帮助中国典型煤炭资源型地区和煤炭消费大省设置煤炭消费总量目标和控煤路线，通过典型省份的试点获取普适经验，为全国能源转型助力。

中国煤控项目地方合作伙伴包括
煤炭消费大省：
山东省、河南省
煤炭生产和消费双控：
山西省、内蒙古自治区
“2+26”通道城市：淄博市
汾渭平原重点城市：西安市
碳排放达峰先锋城市：武汉市

中国煤控项目的城市合作伙伴包括：武汉市、西安市和淄博市。武汉是中国提早碳排放达峰先锋试点城市之一，经济上摆脱传统工业、谋求高质量发展。这个定位都要求武汉在煤炭消费总量控制工作上要有更强的具体措施和实施手段。西安是汾渭平原重点城市中唯一的省会城市，大气污染物浓度近年不降反升，是散煤分布重镇，也是联防联控区域治理的重要城市代表；淄博是“2+26”京津冀及周边地区通道城市之一，空气污染严重，重工业集群，是整个山东省能源环境现状的缩影。中国煤控项目的三个城市分别代表了“十三五”期间国内城市群的三类画像特点：以产业转型和可持续发展为需求的城市、煤炭产业聚集导致高污染的城市、散煤分布广且污染输入性高的城市。中国煤控项目希望通过对城市煤控工作的支持，为更多处于能源和产业转型期的城市提供经验借鉴。

（一）重点省份和地区煤煤控 工作实际进展与成果

1. 河南目标：降低煤耗比重，担负中部经济新动力

1) 现状

河南省的煤炭消费总量在 2011-2014 期间保持增长趋势，于 2014 年达到峰值 24910 万吨。2015 年煤炭消费总量首次出现下降。“十三五”前半期，河南省的煤炭消费总量呈缓慢下降趋势。目前河南省煤耗总量全国排名第五。但煤炭消费占一次能源消费比例一直维持高位，在 73% 以上，比全国平均水平高出 13 个百分点。

表 6-1. 2011-2017 河南省煤炭消费与大气质量情况

	煤炭消费总量	削减率	煤耗占比	大气质量
	万吨		%	微克 / 立方米
2011	23381			
2012	23440	-0.3%		
2013	23689	-1.1%		
2014	24910	-5.2%		
2015	23720	4.8%	76.50	80
2016	23227	2.1%	75.10	73
2017	22669	2.4%	73.60	66

“十三五”初期，河南省空气重污染天气频发，2015 年均 PM_{2.5} 浓度达 80 微克 / 立方米，所有省辖市城市年均浓度均在国家空气质量二级标准（35 微克 / 立方米）的两倍以上。2017 年 3 月初，国家印发实施《京津冀及周边地区 2017 年大气污染防治工作方案》，将河南省作为京津冀及周边地区的重点省份，河南的 7 座城市：郑州、开封、安阳、鹤壁、新乡、焦作、濮阳市列入“2+26” 京津冀大气污染传输通道城市之中。2015 年以来煤耗削减促成河南省空气质量的改善——2017 年的煤耗量较 2015 削减 1051 万吨，下降 4%；全省年均 PM_{2.5} 浓度为 66 微克 / 立方米，比 2015 年下降 17.5%，超额完成省政府制定的目标 74 微克 / 立方米。

2018 年以来，虽然空气质量同比有所改善，但 2017 年秋冬季错峰生产结束后，工厂复工导致河南省工业用煤与排放明显增加，河南面临的空气质量形势并不乐观。河南省 2018 年第一季度 PM_{2.5} 平均浓度为 91 微克 / 立方米³⁴，2018 年前五个月的平均浓度为 74 微克 / 立方米，均高于 2017 年全年平均水平，也高于同期京津冀周边地区山东省和山西省的平均水平。2018 年 7 月，《打赢蓝天保卫战三年行动计划》新增汾渭平原为重点区域之一，河南的洛阳市和三门峡市被列为汾渭平原重点城市。河南 18 个省辖市中，一半的城市都在“十三五”后期大气污染治理重点地区之列。

2) 政策和目标

河南省煤炭消费总量控制方案和政策研究课题（河南煤控课题组）于 2017 年 3 月启动。课题组基于河南省生态红线约束，研究确定河南省的煤控目标为，2020 年煤炭消费总量比 2015 年下降 15.6%，煤炭消费总量控制在 2 亿吨，比 2015 年减少 3720 万吨煤；煤耗占比降至 66%；PM_{2.5} 年均浓度达到 47 微克 / 立方米以下。

自 2017 年开始，河南省政府陆续出台一系列煤炭消费总量控制与大气污染防治的工作方案、行动计划和管理办法，为全省确定了到 2020 年的煤控目标、大气质量目标与耗煤部门的减煤方案。河南煤控课题组参与了《河南省“十三五”煤炭消费总量控制工作方案》的讨论与制定，并向有关主管部门提出到 2020 年比 2015 年减煤 15%（3558 万吨）的煤控目标，以及各省辖市、省管县的煤控目标分配方案。

河南煤控课题组向有关部门提出 2020 年比 2015 年减煤 15% 的目标，比国家下达目标提高 5%。

河南省政府之前明确规定，到 2020 年，全省煤炭消费总量较 2015 年下降 10% 左右，控制在 2.13 亿吨以内，把 2020 年到达 58 微克 / 立方米的目標分解到“十三五”后三年。经参考研究单位的意见，目标定为 2020 年煤炭消费总量比 2015 年下降 15%，消费总量控制在 2 亿吨以下。

表 6-2. 河南省煤控与大气目标

	单位	政府 2018	政府 2019	原政府 2020	现政府 目标	煤控项目 2020
大气目标	微克 / 立方米	63	60	58	47	47
煤炭消费量目标	万吨	22300		21348	20000	20000
比 2015 年削减	%	6.0%		10%	15%	15.7%
煤耗占比目标	%					66%

表 6-3. 河南省“十三五”期间煤控与大气治理主要政策

时间	政策	主要内容
2017 年 7 月	《河南省“十三五”煤炭消费总量控制工作方案》	到 2020 年，全省煤炭消费总量较 2015 年下降 10% 左右，控制在 2.13 亿吨以内。大气污染传输通道 7 个市和洛阳市、平顶山市、三门峡市、巩义市、汝州市等重点地方煤炭消费总量下降 15%，许昌市、济源市和永城市煤炭消费总量下降 13%，其他省辖市和省直管县（市）煤炭消费总量下降 10%。
2018 年 5 月	《河南省 2018 年节能低碳发展工作要点》	2018 年全省单位生产总值能耗下降 5% 左右，能源消费总量控制在 25280 万吨标准煤以内。全省煤炭消费总量下降 3% 左右，煤炭消费总量控制在 22300 万吨以内。
2018 年 9 月	《河南省污染防治攻坚战三年行动计划（2018—2020 年）》	2018 年，全省 PM _{2.5} 年均浓度达到 63 微克 / 立方米以下； 2019 年，全省 PM _{2.5} 年均浓度达到 60 微克 / 立方米以下； 2020 年，全省 PM _{2.5} 年均浓度达到 58 微克 / 立方米以下； 到 2018 年年底，京津冀传输通道城市煤炭消费总量下降 3.2%。
2018 年 2 月	《河南省耗煤项目煤炭消费替代管理（暂行）办法》	所有新建、改建、扩建耗煤项目一律实施煤炭减量或等量替代。重点城市新上非电行业耗煤项目新增燃料煤总量实行 1.5 倍减量替代；对上一年度空气质量排序后三位的地方新上非电行业燃煤项目实行 2 倍减量替代。

3) 煤控重点

“十三五”后期，河南省在控制煤炭消费总量控制与大气污染防治方面将面临不小的压力。如果来实现河南煤控课题组提出的比 2015 年削减 15% 的煤炭消费的目标，则需要更全面、更有效、更迅速的煤控方案在各关键耗煤部门的落地实施。

电力行业：严控新增煤电产能，拓宽可再生电力来源渠道

电力、焦化、煤炭、钢铁等工业部门为河南的主要耗煤产业。其中，河南电力行业煤耗占比超过 45%，煤电装机在发电总装机中占 83% 以上，远高于全国平均水平。电力结构严重依赖煤电，电力行业控煤挑战巨大。

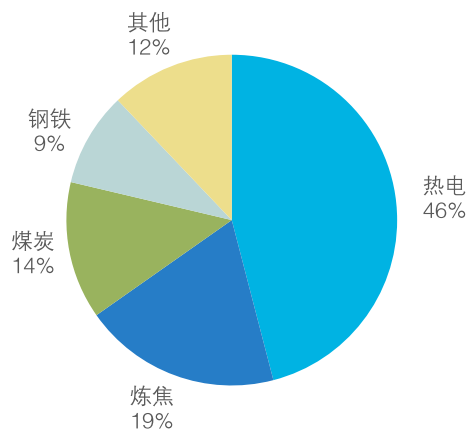


图 6-1. 2016 年河南分行业煤炭消费情况
数据来源：中国煤控项目电力课题组

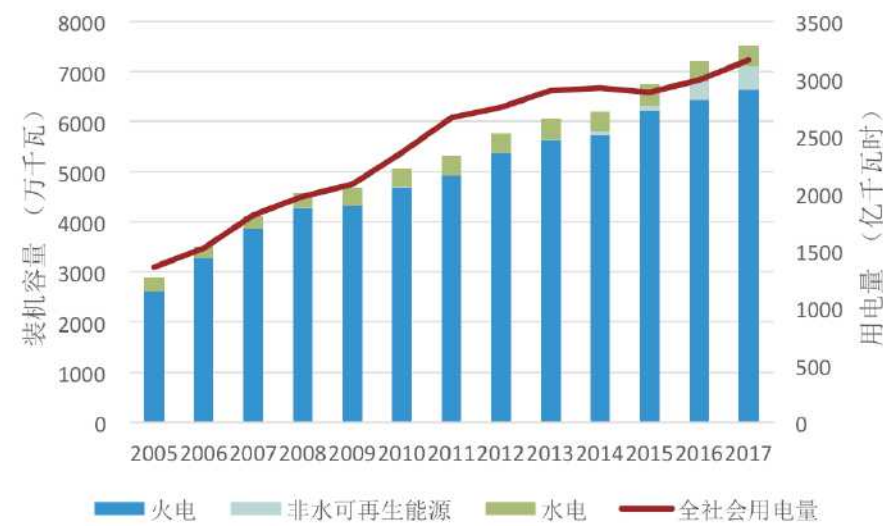


图 6-2. 河南省电力结构与电力需求
数据来源：中国煤控项目电力课题组

继续扩大煤电规模将导致进一步过剩，扩大“清洁外电入豫”规模能促进河南电力结构调整。

挑战之一：火电容量利用效率低，过剩严重。河南省全社会用电自 2011 年以来进入中低速增长期，2015 年出现负增长，全社会用电量趋于稳定。2018 年 1-5 月河南全社会用电量增速也低于全国平均水平（9.7%）。但河南省的火电装机持续增长，导致火电过剩严重。2015-2017 年火电利用小时数低于全国水平，低于 4000 小时。

挑战之二：机组能效优于全国平均水平，通过提高能效节煤的空间有限。此前，河南省有关清洁高效改造和落后煤电机组退出的政策已取得一定成绩。目前，河南省 10 万千瓦以下煤电机组已基本淘汰，2020 年之前将完成 30 万千瓦以下煤电机组淘汰，现有煤电机组提质增效潜力已比较有限。目前河南省煤电机组中，30 万千瓦以下的装机比重为 16%，超超临界和超临界机组比重为 52%，供电煤耗 308 克标煤 / 千瓦时（2017 年）高于全国水平。因此，进一步削减河南的电力耗煤，不能仅仅依靠提高能效。

国家利用其资源优势在煤炭产地和煤炭运输沿线布局坑口电站和路口电站。河南是国家“西煤东运”的关键交通枢纽，铁路和公路运输的煤炭大都经过河南。因此，河南成为路口电厂的优选布局地址，不少国家火电项目都已获批在河南规划建设。预计“十三五”和“十四五”期间，河南的新增煤电装机还会继续增长，河南的电力行业耗煤也将随着新增装机而持续增加。然而，由于河南省全社会用电需求比较稳定，新增煤耗装机只会进一步拉低整体机组利用小时数，造成更大程度的火电过剩。严控新增煤电产能，提高可再生能源发电比重，扩大清洁电力入豫应是河南在“十三五”后期调整电力结构的主要方向。

河南煤控项目将下降 15% 的煤控目标分解到各耗煤行业，到 2020 年，电力行业耗煤需要在 2015 年的基础上削减 10%，也就是煤耗降至 9699 万吨。2017 年河南省电力行业耗煤 10672 万吨，需要在三年内压减 973 万吨。在保障全社会电力需求的同时，要实现该目标，需要：

1. 电力富余地区，不再新增煤电产能；
2. 进一步提高对新增煤电规划建设的条件和要求；
3. 可再生能源发电占比达到《河南省“十三五”能源发展规划》中 8.5% 的预期性目标；
4. 外购清洁电量达到 714 亿千瓦时；
5. 继续推动煤电淘汰落后产能，供电煤耗维持 308 克标煤 / 千瓦时或更先进的水平。

河南煤控项目根据目前全省电力消费趋势预测，到 2020 年河南省全社会电力消费总量为 3134 亿千瓦时。2018 年 10 月 22 日国家发改委核准批复了“青电入豫”项目，该工程为中国第一条可再生能源特高压输电项目。项目计划与 2020 年 7 月投产，预计 2020 年可输送电量 200 亿千瓦时，相当于替代 880 万吨煤。如果达到《河南省“十三五”能源发展规划》中可再生能源发电占比 8.5% 的预期性目标，保持现有供电煤耗不变，要实现煤电消费目标，还需要外购清洁电量 514 亿千瓦时。

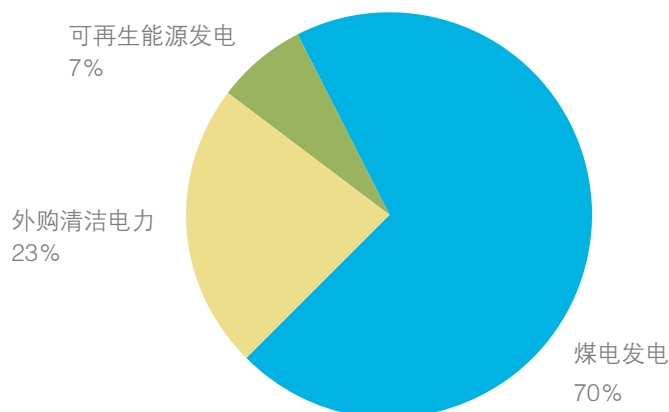


图 6-3. 2020 年河南省电力结构预测

焦化行业：减煤潜力与挑战并存，“以钢定焦”政策亟待出台

河南省焦化行业煤耗占全省的 19%，全省规模以上焦化产能为 2580 万吨。产能集中在安阳、平顶山、洛阳等地，三个市所占焦化产能比重高达 77%³⁵。在生态环境部 2018 年 9 月空气质量状况通报中，安阳与平顶山位列最后十位；安阳与洛阳分别是京津冀“2+26”中的通道城市和汾渭平原中重点控制城市。焦化产业对空气质量的影响显而易见。

河南省焦化行业产能和产量均严重过剩。2017 年，全省焦炭产量为 2290.8 万吨，其中 90% 用于钢铁行业³⁶。河南省钢铁行业去产能在 2016 年基本完成，目前年产量比较稳定，2017 年生铁产量 2702 万吨³⁷，根据《京津冀及周边地区 2018-2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》的要求，2020 年底前炼焦产能与钢铁产能比不高于 0.4 的目标。也就是说，河南省的焦化产能需要控制在 1081 万吨。2017 年的焦炭产量超出“以钢定焦”的额定产能一倍多。河南省焦化行业减煤压力巨大，到 2020 年底需要在三年内削减煤炭消费 1857 万吨。

焦炭行业若要按时完成“以钢定焦”0.4 的比例，必须在短期内出台并全面实施有针对性、有力度的“以钢定焦”的方案。方案应关注：

1. 如何有序、迅速地淘汰独立焦化产能；
2. 制定更严格的能效标准，进一步有计划淘汰落后产能；
3. 全省禁止新增钢铁、焦化等行业产能；

近年来，河南省总体经济发展保持较良好态势，经济总量位列全国第五位，中西部地区第一位，增速保持在 7 - 8%³⁸。但同时人均地区生产总值全国排名落后于全国平均水平，排名第十八位。河南作为全国人口第一大省和中部地区领先省份，经济上理应有更优秀的表现。河南省经济主要由工业拉动，工业增加值占 GDP

42%，传统支柱产业占规模以上工业的 44.5%³⁹；而工业用煤又占河南煤炭消费的绝大部分，达 98%。河南要实现有更加有竞争力的经济发展，需要摆脱对传统工业的依赖，形成由战略性新兴产业与高效节能制造业并驾齐驱的工业体系。河南省的能源转型和煤炭消费总量控制对产业经济转型升级有重要意义，是助力河南成为中部经济发展新动力的关键因素。

2. 山西目标：摆脱煤炭依赖， 当好能源革命排头兵

山西是通道城市和汾渭平原重点城市最集中的省份，2017 年全省环境空气质量综合指数全国最末，二氧化硫平均浓度全国最高。截止 2018 年 8 月，环境空气综合指数和二氧化硫浓度仍是全国倒数第一。

1) 现状

全省煤炭消费总量从 2013 年开始逐年下降，由 2013 年最高值 3.3 亿吨下降为 2015 年 2.9 亿吨。随着经济回暖，2016 年煤炭消费总量反弹至 3 亿吨⁴⁰。山西省煤炭消费总量控制方案和政策研究课题（山西煤控课题组）判断，山西省 2017 年的煤炭消费总量预计在 3 亿吨左右，与 2016 年基本持平或略有上升。山西省煤炭占一次能源消费的比重由 2010 年的 90% 左右下降至 2015 年的 87% 左右，2017 年下降至 84% 左右。

山西通过法制化、市场化和政府指导，坚决淘汰落后产能。从 2016 年起，通过关闭退出灾害严重、资源枯竭、安全条件差、煤质劣等的煤矿，缓解过剩产能，到 2018 年，共退出煤矿 88 座，退出产能 6920 万吨，规模全国第一。与此同时，加快推进煤矿科学安全产能，先进产能达到近 4 亿吨，占生产总能力的 42%，上升 6%。

自 2013 年实施大气污染防治行动计划以来，山西省环境空气质量连续三年改善，但在 2016 年出现反弹，PM_{2.5} 年均浓度为 60 微克/立方米，比 2015 年上升 7 个百分点⁴¹。2017 年，全省 PM_{2.5} 平均浓度达到 59 微克/立方米，较 2013 年下降 23.4%⁴²。虽然山西省完成国务院“大气十条”下达的 PM_{2.5} 平均浓度较 2013 年下降 20% 的任务，但空气质量改善幅度小。2017 年山西省环境空气质量综合指数在全国排名末位，二氧化硫平均浓度全国最高，空气质量的改善面临重大挑战，亟须全力攻坚⁴³。2018 年，山西省的空气质量有强烈的反弹趋势。2018 年上半年，山西省空气综合指数仍然垫底，是京津冀及周边省份水平的 1.1 倍⁴⁴。2018 年 1-9 月全国空气质量最差的 20 个城市中，山西省 7 市上榜，其中山西省临汾市，全国 169 个重点城市排名中位列最末⁴⁵。

全国《打赢蓝天保卫战三年行动计划》出台后，山西省 11 个城市中的 8 个城市被列入大气治理重点区域；《京津冀及周边地区 2018—2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》要求 2018 年 10 月 1 日至 2019 年 3 月 31 日，京津冀及周边地区 PM_{2.5} 平均浓度同比下降 3% 左右，重度及以上污染天数同比减少 3% 左右。山西省在未来三年面临前所未有的环境压力。



图 6-4. 2010-2017 山西省煤炭消费总量与煤耗占比
* 虚线代表反推趋势
数据来源：山西煤控课题组《山西省煤炭消费总量控制及对策建议研究报告》
《山西省统计年鉴 2017》



图 6-5. 2013-2017 山西省 PM_{2.5} 年均浓度与变化率
数据来源：《山西省环境公报 2013-2017》

2) 政策和目标

山西省的煤炭产业经过几十年的发展，建立了配套齐全的煤炭开采到煤化工的产业，对国家的能源供应做出了巨大的贡献。与此同时，山西对煤炭的依赖也日益加重，在能源和经济转型的关口，山西省的经济遭受到“资源诅咒”，生态环境质量严重恶化，经济和民生退坡明显。中央政府领导针对此现状，提出山西“当好能源革命的排头兵”。山西省人大在生态文明建设的立法中，提出“建立煤炭消费总量控制制度”，这为山西省的煤控工作指明了方向和奠定了坚实的法律基础。

全省在“十三五”规划中，要求到 2020 年山西省 11 个设区市 PM_{2.5} 年均浓度达到 45 微克 / 立方米，比 2015 年下降 20%；煤耗占比降至 80% 以下，在 2017 年基础上再降约 5%。全省目前设置了能源消费总量目标，并要求京津冀及周边地区与汾渭平原八个城市为煤炭消费总量控制城市，实现煤炭消费总量负增长。煤炭消费总量控制制度已经写入地方政策和法规中，但并未设置到 2020 年全省层面的煤控定量目标，对重点地区也没有设置定量目标。

山西煤控课题组根据生态红线约束与政策要求，为山西省确定煤炭消费总量目标为 3 亿吨，维持现有煤炭消费总量不再继续增长，保证自 2015 年来的平台期不反弹。煤耗占比降至 77%，比 2015 年下降 10 个百分点。

表 6-4. 山西省煤控与大气目标

	政府 2020	煤控 2020
大气目标	45 微克 / 立方米	44 微克 / 立方米
能源消费总量	2.24 亿吨标煤	
煤炭消费量目标	暂无	3 亿吨
比 2015 年削减	暂无	10%
煤耗占比目标	80%	77%
煤炭生产控制目标	9 亿吨左右	9 亿吨以下

表 6-5. 山西省“十三五”期间煤控与大气治理主要政策

时间	政策	主要内容
2016 年 12 月	《山西省“十三五”环境保护规划》	2020 年，设区的市 PM _{2.5} 年均浓度较 2015 年下降 20%； 二氧化硫、氮氧化物排放总量分别比 2015 年下降 20% 以上。
2017 年 4 月	《山西省 2017 年大气污染防治计划》	太原、阳泉、长治、晋城、晋中、临汾“4+2”城市列为全省首批煤炭消费总量控制城市，实现煤炭消费总量负增长。新建用煤项目实行煤炭减量替代。
2017 年 12 月	《山西省能源革命建设能源革命排头兵方案》	煤炭占一次能源消费中的比例下降至 80%。
2018 年 5 月	《山西省煤炭消费减量等量工作方案》	可再生能源占全省能源消费总量的比重达到 5% 以上； 大气污染传输通道太原市、阳泉市、长治市、晋城市 and 临汾市、晋中市煤炭消费总量负增长。
2018 年 6 月	《山西省 2018 年大气污染防治计划》	PM _{2.5} 平均浓度、优良天数比例及主要大气污染物总量减排完成国家下达的任务； 二氧化硫平均浓度达到 45 微克 / 立方米左右。
2018 年 7 月	《山西省打赢蓝天保卫战三年行动计划》	到 2020 年，天然气占能源消费总量比重达到 10% 左右； 煤炭在一次能源消费中的比重下降到 80%； 全省电煤占煤炭消费比重达到 55% 以上。
2018 年 10 月	《山西省“十三五”综合能源发展规划（修编版）》	2020 年，全省能源消费总量控制在 2.24 亿吨标煤。 全省电力装机容量 11000 万千瓦左右，其中煤电装机容量 7200 万千瓦左右。
2018 年 11 月	《关于开展 2018—2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动促进空气质量进一步改善的通知》	11 市全面完成 2018 年空气质量改善目标； 2018 年 10 月 1 日至 2019 年 3 月 31 日，京津冀及周边地区 4 市和汾渭平原 4 市完成国家下达的秋冬季大气污染综合治理攻坚目标； 大同、朔州、忻州 3 市对照年初下达目标落实。
2018 年 11 月 30 日	《山西省大气污染防治条例》修订版	2019 年 1 月 1 日正式实施。《条例》规定“本省实行煤炭消费总量控制，逐步调整能源结构，降低煤炭在一次能源消费中的比重。”

3) 煤控重点

山西省生产建设消费用煤占比始终保持在 95% 以上⁴⁶，主要集中于电力、炼焦、煤炭、钢铁、有色、化工、建材等重点耗煤领域。焦化和电力行业是山西省煤炭消费的大户，炼焦用煤占比为 37% 左右，基本保持稳定；受经济衰退影响，发电用煤占比由“十二五”期间的 35% 左右下降到 33%。自 2000 年以来，炼焦用煤和发电用煤占全省煤炭消费总量的比重保持在 70%-80% 区间，两大行业的耗煤情况决定全省煤炭消费总量的变化趋势⁴⁷。另外，据山西煤控课题组估算，全省民用散煤消费量在 2200-2500 万吨左右，工业散煤消费量远小于民用散煤量。

山西的热电和炼焦部门消费全省将近 70% 的煤炭，是煤控工作的主要领域。

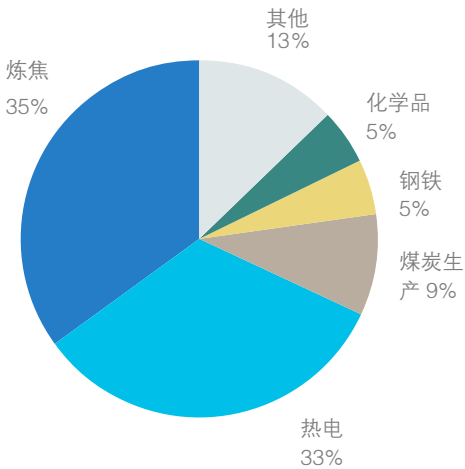


图 6-6. 2016 年山西分行业煤炭消费情况
数据来源：《山西省统计年鉴 2017》

电力行业：推进煤电高效化清洁化，发展非煤资源，优化电源结构

火电是山西省电力行业的绝对主力。2017 年，火电装机占全省发电总装机的 79%。虽然近年来，风电、光电装机有所增长，但火电发电比例仍高居 90% 以上⁴⁸。综合经济发展水平、电力消费水平和电源结构现状，以及外送电的需求十分旺盛，山西省电力行业煤控挑战巨大。目前，山西省电力行业控煤应主要关注以下几大问题：

一、电力产业过剩严重，煤电亏损严重，在建规模高。截止 2017 年，山西省火电装机容量继续保持增长，但自 2015 年后，火电利用小时数就开始低于全国水平。2017 年 1-8 月，省调 57 家火电企业，50 家企业亏损，亏损面达到 88%，企业净亏损 38.15 亿元。随着企业连续亏损，省调火电企业资产负债率不断攀升，平均负债率达 81.95%，负债率高于百分之百的企业已达到 12 家，占比达到 21%，负债率最高的已达 636%。企业连续亏损导致企业平均负债率高 81.95%⁴⁹。2018 年煤价一直处于高位，预计形势会更加严峻；

二、装备水平偏低，供电煤耗远高于全国用电煤耗。30 万千瓦及以下机组占总装机且运行年限超过 20 年的占比 11%。亚临界机组分布较多，占 75%。燃煤电厂

发电煤耗和供电煤耗分别高于全国水平 4% 和 5%。山西省 2016 年 60 万千瓦及以上机组平均供电煤耗为 320 克 / 千瓦时，政府要求到 2020 年煤电机组平均供电煤耗水平控制在 325 克 / 千瓦时以内，60 万千瓦及以上机组平均供电煤耗控制在 310 克 / 千瓦时以内⁵⁰；

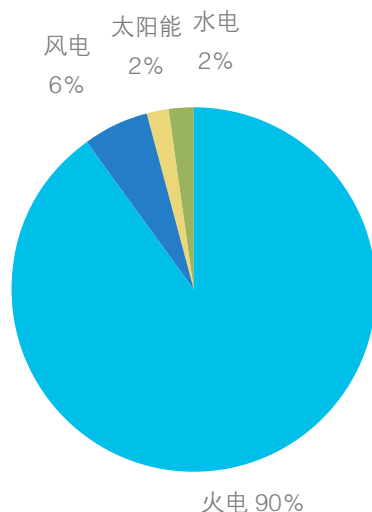


图 6-7. 2017 年山西发电结构

数据来源：山西煤控课题组，《山西省重点行业煤炭消费总量控制研究》，2018 年 11 月

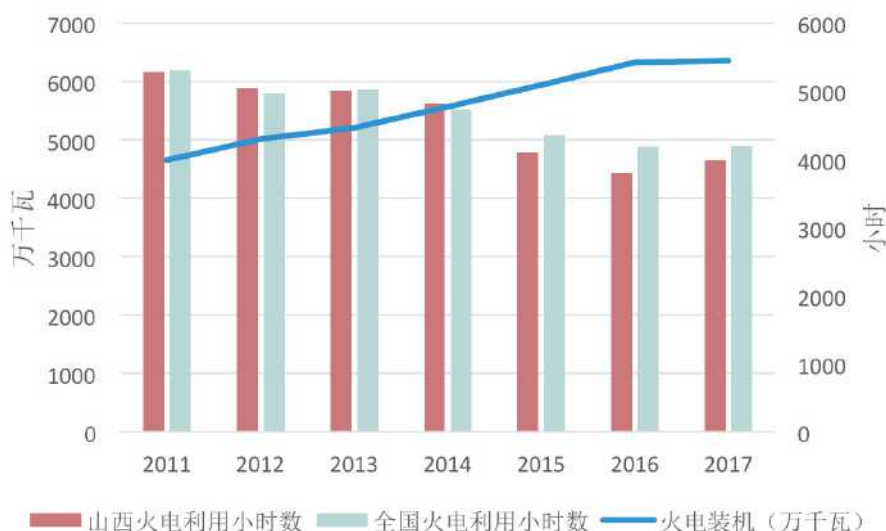


图 6-8. 山西省火电装机与利用小时数

数据来源：煤控项目电力课题组

三、山西省非煤资源丰富，但对煤炭替代作用不明显。山西省可再生能源开发起步较晚，风电、水电和光伏发电等可再生能源消费占全省电力消费占比仅为 9.5% 左右，低于全国平均水平 4.5 个百分点⁵¹，和发达省份差距大。山西的光伏和风电开发空间很大，2016 和 2017 年，光伏和风电的装机容量都翻了一倍。但以此规模，仍难以完成国家规定的 2020 年 10% 非水可再生能源目标。

根据以上控煤难点，总结山西电力部门在“十三五”后期的煤控策略方向如下：

1. 严控新增煤电装机，尽快出台并严格执行煤电机组等量置换方案。对一些尚处在建设早期的机组，建议慎重考量是否继续建设；

2. 煤电行业需在清洁高效改造和落后煤电机组退出政策作用下进一步提高效率；

3. 扩大非煤资源对煤电的替代潜力，山西的煤层气资源丰富，2018 年 3 月省政府办公厅发布《山西省深化煤层气（天然气）体制改革实施方案》，这是推动山西能源革命的一个突破口。但是该纲领性文件如何落地实施，跟上能源革命和煤炭替代的步伐，仍需要进一步探究；

4. 本地的电力消费增长乏力的情况下，统筹全国电力市场来解决山西的电力外送的问题。随着各地空气质量要求的提高和煤炭消费总量的限制，外送电力的需求会进一步提高。如何协调平衡煤电外送对山西省造成的环境生态影响，需要制定合理的政策和应对方案。

焦化行业：独立焦化厂污染多效率低，焦化退出是保障能源结构优化的前提

焦化产业是山西第一大耗煤行业，消费山西 35% 的煤炭，如果焦化产业的煤耗量不降，电煤占比 55% 的能源结构调整目标就很难实现。山西是全国乃至全球最大的焦炭生产基地，全省焦炉建成产能、运行产能、焦炭产量、出口量均居全国首位。全省焦炉产能超过全国的 1/5，焦炭产量占全国 18%，近年来焦炭年均产量稳定在 8000 万吨左右⁵²。山西焦炭主要是吕梁、晋中、临汾、运城，这四个城市恰好是汾渭平原四城。焦炭带来的环保风险不仅包括大气污染，还有污染物成分复杂的废水排放和焦油泄漏带来的土壤和地下水污染，吕梁和临汾均因为焦化产业产生的污染问题分别被生态环境部约谈过两次。

山西焦化产业目前面临最大的问题是独立焦化厂产能巨大，占全省焦化产能 86%⁵³，为全国之首。独立焦化厂存在设备落后、耗煤高、缺乏环保装置、无法规模回收处理工业余热等问题。目前山西的焦化产业尚未进行超低排放改造，大部分使用的是污染较重的 4.3 米的锅炉（国际领先水平是 6.25 米以上的锅炉）。

其次，山西省焦化行业的整体工艺技术装备水平相对落后。山西省焦化产业发展起步较早，技术装备水平与具有后发优势的山东、河南、河北等新兴产焦省份相比有较大差距。全省焦炭单位产品平均综合能耗 143.9 千克标准煤 / 吨其中独立焦化企业单位产品平均综合能耗 157 千克标准煤 / 吨⁵⁴，2017 年焦化行业炼焦能耗

山西焦化企业集中的城市，正是汾渭平原重点城市。山西的独立焦化产能占全省 86%，是煤控和空气污染治理的最大难点。

平均值为 122.75 千克标准煤 / 吨⁵⁵。山西整体的焦化水平落后全国平均水平，落后产能主要存在于独立焦化企业中。

针对目前山西焦化行业的煤控重难点，提出以下发展意见：

1. 亟待出台行动计划以全面实施“以钢定焦”方案，实现 2020 年前焦炭产能与钢铁产能比达到 0.4 左右的目标；

2. 亟待提出有效可行的解决方案以尽快退出独立焦化企业，推进焦化行业兼并重组、提标改造、向园区化变迁。

煤炭相关产业转型过程伴随就业问题。山西近年去产能成效显著，如果没有一套针对全省的完整、系统、可行的就业分流方案，将产生巨大的民生问题。随着全国去产能进程，全国煤炭行业的就业规模从 2012 年 500 多万人，迅速降到 2017 年的 350 万人左右。每年以行业下降五六十万人的速度缩减⁵⁶，虽然这也一定程度代表结构优化的成果，但给山西这样资源型地区将带来集中性的压力。妥善的处置好下岗的煤炭行业工人群体是能源和产业转型中不可忽视的问题。

煤耗占比长居高位也导致山西经济受制于煤炭行业，近几年山西经济发展动力不足，经济表现总体呈现下行态势，增速全国长居末位；人均 GDP 始终低于全国平均水平，且差距呈扩大趋势。这样的经济亟待摆脱对煤炭资源的依赖。山西的资源依赖型经济对外部冲击影响很敏感，受煤炭市场和价格影响大。2016-2017 年，煤炭市场逐步回暖又带来了 GDP 增速的明显回升。为打造“能源革命排头兵”，山西省除了减煤，还需要完成资源型经济全面转型的任务，根本扭转“一煤独大”的局面。此目标由中央下达，表明中央对资源型地区能源革命的决心势在必行。

整体来说，山西省煤控与空气质量相关政策推进基本与国家政策同步，但考虑到山西省煤控工作既面临紧迫的环境压力，还需尽快解决经济脱煤发展的问题，山西亟需一系列前瞻性的基础研究和可实施的计划方案，否则煤控工作将会相对被动。山西需要利用好国家给的政策空间，积极探讨煤炭能源结构和煤炭经济结构的问题，转变思想，而非依旧沿着煤炭一体化产业链继续发展。除了山西省内生的动力推动山西省经济和能源转型外，还要有外部的助力。

3. 山东目标：加强控煤力度，助力新旧动能早转换

1) 现状

全国煤耗第一大省山东在 2017 年首次实现煤炭消费量下降，比 2016 年减煤 2775 万吨。

山东省是全国煤炭消费第一大省。在全国煤耗整体处于下行趋势的情况下，山东省煤炭消费总量连年攀升。2016 年煤炭消费总量未达到政府煤耗量下降目标，反而继续增长到 4 亿吨。直到 2017 年出现拐点，煤炭消费总量首次出现下降，比 2016 年的峰值减少了 2775 万吨，下降 6.7 个百分点，降至 3.8 亿吨，完成了国家下达减少 2000 万吨的目标⁵⁷。得益于可再生能源的较快发展，山东省煤炭消费占一次能源比重近年来略有下降，由 2013 年的 80% 下降到 2017 年的 75%，但

此比重远高于全国平均水平，山东省能源结构仍然严重依赖煤炭。

山东省作为京津冀及其周边地区之一，有 7 个城市在通道城市之列，全省空气质量一直备受关注。山东省 PM_{2.5} 年均浓度自 2013 年的 98 微克 / 立方米下降到 2017 年的 57 微克 / 立方米⁵⁸。在最新发布的山东省第三季度环境质量状况中，全省 PM_{2.5} 平均浓度为 28 微克 / 立方米，同比改善 22%。

虽然 2017 年山东省的煤控工作在短期内取得可观成绩，并完成“大气十条”下达的空气质量目标，但其煤炭消费总量仍占全国总体消费的 10.6%⁵⁹，稳居全国第一。再加上全国煤炭市场反弹，就 2018 年的情况来看，继续保持目前的成绩并实现进一步下降仍有不小难度。以 2018 年第一季度为例，该季度 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 的平均浓度比上一季度分别上升 13% 和 5%。山东省规模以上高耗能行业增加值同比增长 4.3%。同时，山东省的臭氧浓度持续升高，2017 年 17 个市除威海外臭氧浓度全部超过国家二级标准，空气质量优良率提高面临挑战⁶⁰。



图 6-9. 山东省煤炭消费情况
数据来源：山东统计年鉴 2013-2017

2) 目标和政策

表 6-6. 山东省政府煤控与空气质量目标

年份	能源目标			大气目标		
	煤炭消费量 (万吨)	煤炭消费比 2015 削减	煤耗占比	煤耗占比比 2015 年下降 %	PM _{2.5} 浓度 (微克/立方米)	PM _{2.5} 比 2015 年下降 %
2018	37758					
2019	37291					
2020	36834	10%	70%	10	49.4	35
2030	31834	5000 万吨	55%	15		

表 6-7. 山东省“十三五”期间煤控与大气治理主要政策

时间	政策	主要内容
2016 年 12 月	《山东省能源中长期发展规划》	到 2020 年，煤炭占能源消费比重下降到 70%； 天然气提高到 7% 至 9%； 新能源和可再生能源提高到 7%； 油品消费稳定在 15% 左右； 电煤在煤炭消费中的比重提高到 58% 左右； 到 2030 年，煤炭占比下降到 55%。
2017 年 4 月	《山东省生态环境保护“十三五”规划》	到 2020 年，环境空气质量比 2013 年改善 50% 左右； 接纳省外来电能力达到 3500 万千瓦左右； 全省非化石能源占能源消费比重达到 7%。
2017 年 7 月	《山东省“十三五”节能减排综合工作方案》	到 2020 年，全省万元国内生产总值能耗比 2015 年下降 17%， 能源消费总量控制在 4.2 亿吨标准煤左右； 落实节能减排目标责任，将减排指标分解到各市、主要行业 and 重点 [能] 单位、重点排污单位。
2018 年 8 月	《山东省加强污染源头防治推进“四减四增”三年行动方案（2018-2020 年）》	到 2020 年，煤炭产能由 1.56 亿吨减少到 1.4 亿吨； 全省煤炭消费总量控制在 36834 万吨以内； 清洁能源在能源消费结构中的比重比 2015 年提升 4 个百分点； 全省 70% 以上的村庄实现冬季清洁供暖。
2018 年 8 月	《2018-2020 年煤炭消费减量替代工作方案》	煤控目标分解到 17 个设区市和“十三五”后期每一年； 要求各市编制煤炭消费总量控制实施方案。
2018 年 8 月	《山东省打赢蓝天保卫战作战方案》	到 2020 年，全省 PM _{2.5} 年均浓度比 2015 年改善 35%； 全省二氧化硫、氮氧化物排放总量分别比 2015 年下降 27% 以上； 臭氧浓度逐年上升趋势得到明显遏制。
2018 年 11 月	《山东省落实〈京津冀及周边地区 2018—2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案〉实施细则》	2018 年 10 月至 2019 年 3 月，7 个京津冀大气污染传输通道城市 PM _{2.5} 平均浓度同比下降 1.5% 至 4%。

到 2020 年山东省煤炭消费总量控制在 36834 万吨以内，在 2015 年基础上压减煤炭消费 4093 万吨。2017 年煤耗量比 2016 年下降 6.78%，比 2015 年下降 6.75%，下降 2762.3 万吨。2020 年计划比 2015 年下降 10%，后三年应下降 3.25%，还需减少约 1330.7 万吨。

山东省煤炭消费总量控制方案和政策研究课题（山东煤控课题组）根据政策要求和生态红线约束，为山东省 2020 年的煤炭消费总量进行了情景分析，在煤控情景下，2020 的煤炭消费总量需控制在 32250 万吨。在 2017 年的基础上再减少用煤 5915 万吨，比政府目标多减 4584 万吨。在此情景下，山东省 PM_{2.5} 年均浓度可降至 45 微克 / 立方米。从 2017 年的控煤进度看，后面三年合计减 5915 万吨依然可能，但难度巨大。

表 6-8. 山东省煤控与大气目标

	政府 2020	煤控 2020
大气目标	49.4 微克 / 立方米	45 微克 / 立方米
煤炭消费量目标	36834 万吨	32250 万吨
比 2015 年削减	4093 万吨	8677 万吨
煤耗占比目标	70%	64%

3) 煤控重点

山东省煤耗长期居高不下，这与严重依赖重工业的产业结构密不可分。产业结构调整不及时，2017 年的煤控削减量和大气治理阶段性进步都只能为暂时的成果，行政干涉的作用太强，难以抗拒市场和经济带来的反弹。在全国产业结构逐步优化的大背景下，按照历年可比价格计算山东省第三产业比重曲线与第二产业比重曲线，二者相对平行，没有出现按照现价计算的两条比重曲线交叉的优化趋势。这一趋势与全国大趋势相悖，但与山东省煤耗量从 2013-2016 年不断攀升的态势吻合。在第二产业中，重工业在近十年间的增长速度都大于轻工业，这是造成山东省工业能耗强度下降不快的原因。

工业用煤占山东煤耗一直在 95% 左右，近年来一度上升，2016 年工业用煤超过全省用煤 96%。工业用煤主要在电力热力、有色金属、焦化、钢铁、化工等行业。这五大行业消费了山东 79% 的煤炭。

电解铝：自备电厂高污低效尾大不掉，有计划、有步骤地退出转移实现新旧动能转换

近几年有色金属行业逆势快速增长，直接导致山东省煤炭消费持续上升。有色金属行业占山东煤耗 17%，集中度很高，其中氧化铝、电解铝和铝材为主要产品，产量均为全国第一。其中，电解铝产量增速自 2014 年起一直维持在 20% 左右⁶¹。山东的电解铝行业高速发展造成自备电厂井喷式增长，导致煤炭和电力消费量居高不下。

电解铝行业的自备电厂问题，是导致山东煤炭消费量居高不下的主要原因。电解铝行业控煤要求严格去产能的同时，还要考虑金融风险、社会稳定、市场需求等因素。

电解铝的产能主要集中在魏桥集团和信发集团，两家企业产能占全省电解铝产能的 84%。两家企业所在地滨州和聊城的煤炭消费量分别位居全省第一和第四；空气质量排名也位列全省倒数，其中聊城在 2017 年排名最末。

山东省政府曾计划关停违规电解铝 1000 万吨及配套煤电产能，但由于政策实施不力与电解铝市场需求大，电解铝的产量不但没有完成消减，反而增加了 1000 万吨。电解铝产业成为山东控煤和治霾工作中一个尾大不掉的问题。问题主要包括以下方面：

1. “大气十条”明确要求，新建项目禁止配套建设自备燃煤电站。2017 年山东省自备电厂容量和发电量占比分别为 35% 和 34%⁶²；山东的火电厂 2016 年发电能力平均利用率为 59%，而魏桥集团自备电厂的利用率则高达 80% 左右，形成山东煤控工作的最大难点；

2. 除了电解铝自备电厂本身高耗能、高污染的问题外，还存在无序发展、违规建设、虚报产能等一系列问题，但当地政府不作为。电解铝企业的无序扩增，没有按照“大气十条”实行煤炭消费等量或减量替代，给“十三五”后期推行错峰生产造成困难。大幅停产，还涉及到生产安全、金融风险和社会稳定等问题；

3. 中央政府虽然在电解铝清理整顿及自备电厂规范治理方面持续增强力度。但根据要求关掉等量的违规产能后，保存下来的产能反而提高了山东电解铝产业的效率，因此电解铝的产量不但没有下降，反而还有较大幅度提升，并未影响相关产业集群的发展。因此，单方面清理落后产能的整顿方案不能有效削减电解铝行业的煤炭消费；

4. 电解铝产业容易受到市场供求关系刺激，2018 年来，电解铝价格提升让魏桥和信发两个企业效益保持增长。

目前，从中央到地方政府都已进一步加强对自备电厂的整治力度，已形成行政与市场配套的政策方案，以配合既定目标开展实施。国家发改委 2018 年 3 月下发了《燃煤自备电厂规范建设和运行专项治理方案（征求意见稿）》，山东省发布在 2018 年 9 月发布《关于完善自备电厂价格政策的通知》。除了严格控制新建燃煤自备电厂、全面清理违法违规燃煤自备电厂和向自备电厂实施征收交叉补贴这些整治措施外，山东煤控课题组还为电解铝行业控煤工作提供以下建议和思路：

- 1. 启动高耗能项目产能转移前期调研工作，加快产业结构调整步伐；
- 2. 山东省的电解铝作为工业重要的原材料，带动了下游一大批关联产业。如果单纯压减电解铝产业，将会使其他关联产业失去材料供应，导致山东省的经济发展下滑。因此转变旧思路、寻找新的经济增长点、利用“新动能”替代“旧动能”才是解决煤控难点的关键所在；
- 3. 制定合理、可实施的人员安置方案是治理自备电厂的前提条件。整治燃煤自备电厂将带来巨大的就业问题，对于山东魏桥和信发两大集团铝业、热电、纺织等产业于一体的企业，涉及自备电厂涉及的关联企业员工安置的人数可能达到 24 万人。

电力行业：重工业拉动电力刚需，“外电入鲁”优化电源结构

热电行业占山东省煤耗的 36%。山东省是电力需求大省，2017 年人均用电量高于全国平均水平。从用电构成上来看，第二产业用电量占比很高，2017 年有所下降，但仍占 77.26%，处于典型的重工业发展阶段，消费仍然呈刚性增长趋势，电力行业煤控挑战很大。

山东省水资源匮乏，核电尚未投入运行，煤电在电力装机中占比 78%。近年来可再生能源发展较快，到 2017 年底，新能源占总装机占比提高到 19.4%。其中风电装机规模居全国第五位；光伏居全国首位。2017 年山东风电、光伏发电量占总发电量的 5%，实现全额上网消纳，但是要完成国家规定的 2020 年 10% 非水可再生能源发电的目标，目前看来挑战还比较大。

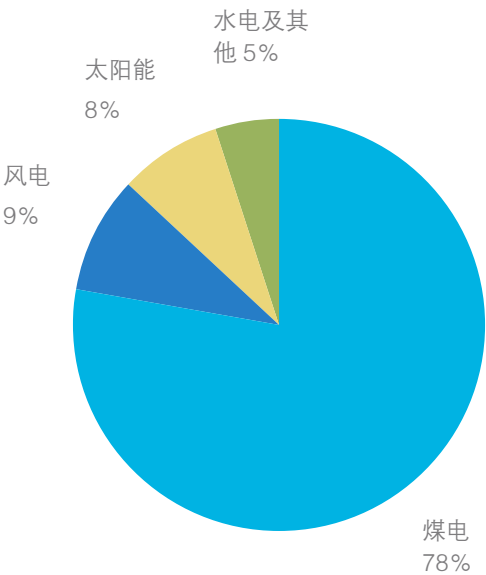


图 6-10. 2017 年山东省电力装机结构
来源：中国煤控项目电力课题组

山东省的煤控工作要充分利用国家关于“新旧动能转换”的政策优势，通过产业优化升级实现能源结构转型。

山东省电力行业目前主要问题及应对措施有以下几个方面（自备电厂问题已在电解铝行业中讨论，这里不再讨论）：

1. 山东火电装机持续增长，增加产能过剩风险。虽然火电利用小时数高于全国水平，但是从 2015 年开始，平均利用小时数在逐步下降。假设目前正在建的机组全部建成投产，山东省的装机容量将在 2020 年出现 2269 万千瓦的过剩。严控建设新增煤电项目，停缓建政策须保持定力；

2. 山东 30 万千瓦及以下机组占总装机比重达 21%，机组运行年限超过 20 年的占比 13%。亚临界机组分布较多，比重达 73%。建议以空气质量改善目标、提高节能环保标准倒逼过剩产能退出机制，关停落后煤电机组，实现僵尸企业市场出清。允许进行交易或置换，统筹安排建设等容量超低排放燃煤机组；

3. 利用跨区输电通道扩大调入规模，替代省内煤炭消耗。2020 年省外来电占全社会用电量的比重达到 20%，其中非化石能源电量占外来电量的 25% 左右，煤电占省内电力装机比重下降到 75% 左右。山东陆续建成了四条特高压输电通道，累计接纳省外来电 4000 亿千瓦时，相当于减少省内煤炭消费约 1.8 亿吨。目前已实现与内蒙、天津、宁夏、陕西等地区的电网互联互通，2018 年将展开 1000 千伏山东—河北特高压环网工程，预计到 2020 年山东省接受外电能力将达 3 千万千瓦以上，占到全省全社会用电负荷的 1/3。外电入鲁对不仅山东能源结构调整、降低煤炭消耗有重要作用，而且还会帮助西北、东北和华北地区可再生能源实现消纳。

山东省在 2018 年 11 月出台《关于加快七大高耗能行业高质量发展的实施方案》，针对钢铁、地炼、电解铝、焦化、轮胎、化肥、氯碱等七大高耗能行业提出高质量发展的要求，这将有利于传统产业向集约化、专业化、高端化转型升级，将对“十三五”后期完成国家设定的目标或进一步接近山东煤控课题组设置的目标有助力作用。但同时，山东省更应利用好国家关于“新旧动能转换”的政策优势和和环境压力的“倒逼”作用带来的契机，寻找并实践创新的、有突破性的经济增长点，根据本地资源优势结合财政激励手段建立新的增长模式。实现产业结构优化从根本上减少全省对电力的结构性需求，也能大幅降低高耗煤部门的煤炭消费。这将为其他尚在依靠传统工业谋取发展的省份树立一个可效仿的榜样。

4. 内蒙古目标：避免煤炭独秀，构筑中华生态绿屏障

1) 现状

内蒙古是煤炭生产和消费大省，生产量全国第一，消费量全国第二。

2017 年内蒙古煤炭生产量为 8.8 亿吨，自 2012 年内蒙古煤炭产量达到峰值 10.4 亿吨以来，内蒙的煤炭产量一直保持下降趋势。2017 年受煤炭市场刺激，煤炭产量首次出现同比正增长，比 2016 年上涨 4%。

内蒙古煤炭消费量 2011 年以后就一直维持在 3.4 亿吨以上的水平，2013 年以后一直保持增长势头，2015 年受到煤价影响，增速稍稍放缓，但后两年随着煤炭市场回暖，消费增速又反弹。2017 年 1-8 月的规上煤炭消费量同比增长了 4.8%。

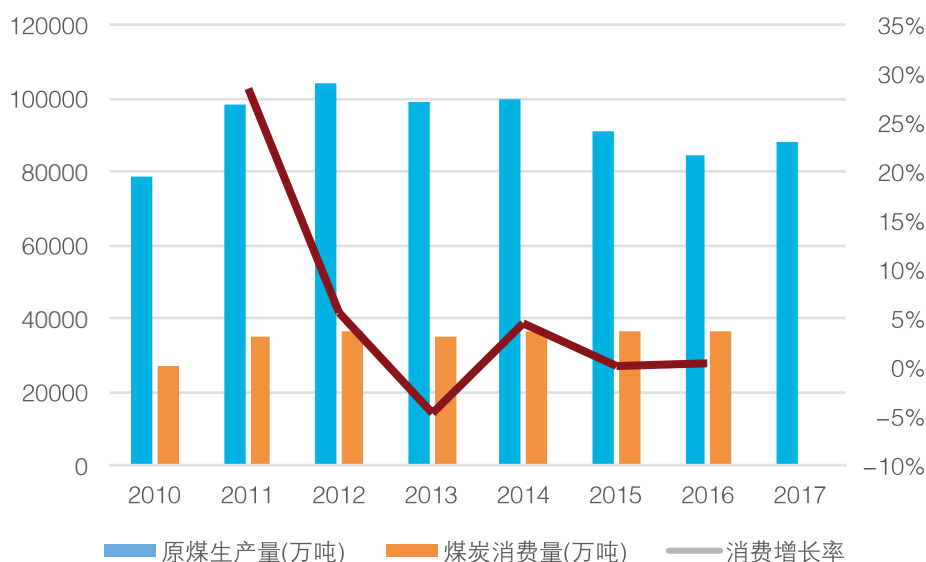


图 6-11. 内蒙古煤炭生产与消费情况

* 暂无 2017 年内蒙古煤炭消费量官方数据

数据来源：国家统计局

蒙古煤炭资源丰富，煤炭相关产业是内蒙古经济的支柱产业，因此内蒙古经济对煤炭市场十分敏感。2015 年煤炭市场需求减少、价格低迷导致全自治区有三分之一的煤矿亏损。近年来，内蒙古经济增速持续下跌，2017 年全区生产总值首次出现负增长，在全国其他地区都在积极推进产业转型升级、寻求高技术、高附加值经济增长点的情况下，内蒙古不改变资源型经济“一煤独大”的局面，煤炭产业产能严重过剩和传统产业动能不足直接拖累区域整体经济增长水平。

内蒙古“一煤独大”的局面不仅造成严重的生态破坏，还直接拖累全区整体经济增长水平，资源型地区亟待优化经济和产业结构。

内蒙古对资源的过度开发对生态环境造成严重破坏和威胁。内蒙古全区的PM_{2.5}平均浓度逐年下降，2016年达到国家空气质量二级标准（35微克/立方米）。内蒙古地广人稀，扩散条件优越，但煤炭产业分布集中度高，导致煤炭产业聚集区的空气质量并不理想。煤化工聚集的乌海和煤炭重工业城市包头的空气质量就在全区排名最末，包头2017年的PM_{2.5}浓度不降反升至47微克/立方米，没有完成政府下达的目标。

内蒙古煤炭产业对环境更突出的破坏表现在矿业开发占用及损毁土地资源、破坏地貌景观，矿业活动引发的地面塌陷、崩塌、滑坡等地质灾害，固体废弃物排放对环境的影响和矿业开发对地下水的影响与破坏等。全区中度以上生态脆弱区域占总面积的62.5%，其中，重度和极重度占36.7%；森林覆盖率低于全国平均水平，草原退化、沙化、盐渍化面积近70%⁶³。煤电基地在草原上的大规模扩张，采煤、燃煤发电、煤化工等大规模工业开发已成为草原沙漠化的主要原因之一。内蒙古耗水量极大的煤化工等项目主要集中在鄂尔多斯地区，煤炭资源与水资源分布不均加剧了西部严重缺水地区的水资源供需矛盾。没经处理过的废水造成严重污染。

2) 目标和政策

《内蒙古自治区能源发展“十三五”规划》规定全区能源消费总量控制在2.25亿吨标准煤左右，煤炭消费量5.5亿吨左右（包括外送电耗煤）。原煤产量控制在11.5亿吨左右。未来两年，煤炭消费量还有1.8亿吨的增长空间，煤炭生产量还有2.6亿吨的增长空间。

内蒙古煤炭消费总量控制方案和政策研究课题（内蒙古煤控课题组）根据生态红线约束为“十三五”时期制定以下目标：煤炭消费总量为3.54亿吨；非化石能源比重占15%；煤炭生产不超过9.5亿吨。

表 6-9. 内蒙古“十三五”期间煤炭生产与消费目标

	消费目标	煤耗占比	生产目标
	（亿吨）	（%）	（亿吨）
煤控项目规划目标	3.54	70	9.5
内蒙古十三五规划目标	5.5	79	11.5

数据来源：《内蒙古自治区国民经济和社会发展的第十三个五年规划纲要》

表 6-10. 内蒙古“十三五”期间煤控与生态环境治理主要政策

时间	政策	主要内容
2017 年 7 月	《内蒙古自治区生态环境保护“十三五”规划》	草原植被盖度由 37% 提高到 44%； 2017 年底前，全部淘汰 20t/h 及以下的燃煤锅炉，钢铁企业焦炉完成干熄焦技术改造； 2018 年 1 月起，现有燃煤发电机组全部执行大气污染物超低排放限值； 2020 年 1 月起，现有钢铁、水泥、焦化、电石、铁合金行业执行大气污染物特别排放限值； 到 2020 年，PM ₁₀ 和 PM _{2.5} 分别下降 25%、15%。
2017 年 8 月	《内蒙古自治区能源发展“十三五”规划》	全区一次能源生产总量达到 7 亿吨标准煤左右。原煤产量控制在 11.5 亿吨左右； 非化石能源生产量达到 3300 万吨标准煤； 电力装机容量达到 1.65 亿千瓦左右，其中火电 1 亿千瓦、风电 4500 万千瓦、光伏 1500 万千瓦左右； 全区能源消费总量控制在 2.25 亿吨标准煤左右； 煤炭消费量 5.5 亿吨左右（包括外送电耗煤）； 全社会用电量达到 3480 亿千瓦时左右。
2017 年 5 月	《内蒙古自治区煤炭工业转型发展行动计划》	2020 年，全区煤矿数量控制在 550 处以内、产能 13 亿吨左右，安全高效产能占比达到 90%； 2020 年，全区火电化工用煤新增 4.4 亿吨，煤炭就地转化率力争达到 50%； 继续开展现代煤化工升级示范，推动国家同意我区的 700 万吨煤制油、280 亿立方米煤制气、300 万吨煤制烯烃、200 万吨煤制乙二醇、1500 万吨煤制尿素等现代煤化工项目建设，支持京能锡盟 500 万吨 / 年褐煤热解分级综合利用项目、呼伦贝尔圣山 30 万吨 / 年褐煤清洁高效综合利用示范项目建设。
2018 年 8 月	《内蒙古自治区打赢蓝天保卫战三年行动计划实施方案》	PM _{2.5} 未达标地级及以上城市浓度较 2015 年下降 12%； 二氧化硫、氮氧化物排放总量较 2015 年分别减少 11%、11%； 严格控制钢铁、水泥、电解铝、平板玻璃等产能过剩行业新增产能，新、改、扩建项目要实行产能等量或减量置换； 大力推进能源消费总量和强度“双控”，通过节能降耗促进煤炭消费减量。

3) 煤控重点

国家给内蒙古的定位是中国北方重要生态安全屏障。内蒙古的生态状况不仅关系全区各族群众生存和发展，也关系华北、东北、西北乃至全国的生态安全。但是在自治区第一轮中央环境保护督察整改的情况看来，内蒙古草原生态系统仍然脆弱。中央督察组认为“在处理发展与保护关系时态度仍不够坚决，一些重要任务没有整改到位，有的地区和部门甚至存在敷衍整改、表面整改、虚假整改的问题”⁶⁴。矿山过度开采导致草原退化与国家给内蒙古“生态屏障”的定义相悖。中央督察组指出的诸多问题，都源于内蒙古“一煤独大”的发展方式没有转变。全国经济回暖导致内蒙古煤炭产量和消费量增加，但并未拉动区内经济增长。连年经济形势下行已经证明这种模式无法支持内蒙古的经济健康可持续发展。内蒙古“十三五”后期如果仅仅着手于煤炭生产消费双控，单纯以达到预定目标为目的，那么煤控生产消费

情况依然会很大程度上依赖煤炭市场供需关系，煤控工作的成绩很有可能出现反弹。要实现稳定长效的双控，还需要借力于从根本上转变经济增长模式、寻求新经济动力的发展思路。

电力行业：利用资源优势发展清洁电力，外送内消降低实现控煤

内蒙的工业用电量大，二产用电占比达 87.9%。2017 年火电利用小时数为 4623 小时，低于 5000 小时的合理水平。根据中国煤控项目电力课题组估算，2015 年内蒙火电已经过剩 1000 万千瓦，到 2020 年，假设现在在建和核准的机组全部建成投产，内蒙的火电装机将出现 2000 万千瓦以上的过剩。另外，内蒙的自备电厂多，发电量占全部发电量的 1/3 左右。内蒙电力行业中落后机组占比较高，内蒙 30 万千瓦及以下煤电机组占比达 19%，亚临界机组分布比重达 80%。

内蒙古可再生能源发展潜力巨大，风电资源全国第一，太阳能资源也位居全国前列。同时，内蒙古可再生能源弃电比例高，造成资源浪费。2017 年内蒙古自治区非水可再生能源电力消纳达到 528 亿千瓦时，消纳比重达到 18.3%，超过全国的 8% 的平均水平和 2020 年 13% 的消纳目标。2017 年，内蒙古地区弃风弃光电量共 100 亿千瓦时左右，蒙西地区弃风率 17%，弃光率 11%；蒙东地区弃风率 11%，弃光率 4%。仍有非常大的消纳空间。

“十三五”后期，为电力行业提出以下控煤思路：

1. 调整产业结构向多元化发展，减少重工业用电比重；
2. 严控建设新增煤电项目，停缓建政策保持定力，对自备电厂采取规范化整治；
3. 提高节能环保标准，加速淘汰落后机组，促进煤电转型升级和结构优化。要建立目标分解和责任落实机制，清理整顿违规项目，提前关停排放不达标、能效低下的老旧小机组。在合理的条件下，可以允许交易或置换，可统筹安排建设等容量超低排放燃煤机组；
4. 优化可再生能源调度，最大限度地提高电网接纳可再生能源的能力；并且探索提高消纳可再生能源的新途径，推进可再生能源清洁供暖和风光储示范工程的建设示范；
5. 内蒙古作为全国清洁能源输出基地的定位已经明晰，内蒙古清洁能源基地和通道建设重大项目被列入京津冀治理大气污染行动计划。2017 年，内蒙古全区外送电量 1534 亿千瓦时，同比增长 13.92%。预计到 2020 年，内蒙古电力外送能力将达到 6300 万千瓦，这将有效缓解内蒙古电力供大于求的矛盾，促进可再生能源并网消纳，同时也为受电端的能源结构调整，降低煤炭消耗起到重要作用。

煤化工行业：受制于水资源约束，谨慎发展示范项目

内蒙古自治区现代煤化工项目布局与煤炭资源分布大致相似，主要集中在鄂尔多斯、通辽、赤峰。作为国家现代煤化工产业示范基地，“十三五”期间共批复两个项目，280 亿立方米煤制天然气和煤制烯烃 300 万吨。目前内蒙古煤化工项目有 13 个，均分布在煤炭资源丰富但水资源匮乏的地区。内蒙古发展煤化工主要会受制于水资源的影响。

除了生态环境方面约束，在布局煤化工项目时还应重点考虑经济性问题。煤化工项目投资大、周期长。目前来看，国际油价稳定的情况下煤制燃料的经济性并不乐观。长远看，煤化工行业可以作为巩固国家能源安全储备选择之一，作为示范进行前期探索，并不适宜大规模布局发展。

表 6-11. 内蒙古煤化工项目情况

项目	数量	项目名称
煤制油	4 个	鄂尔多斯神华 108 万 t/a 直接液化煤制油项目
		鄂尔多斯神华 18 万 t/a 间接液化煤制油项目
		内蒙古伊泰鄂尔多斯 16 万 t/a 煤间接液化项目
		伊泰杭锦旗 120 万 t/a 精细化学品商业化示范项目
煤制天然气	2 个	大唐克旗 40 亿方 / 年煤制天然气项目
		内蒙汇能 16 亿方 / 年煤制天然气项目
煤制烯烃	5 个	神华包头 60 万吨 / 年煤制烯烃
		大唐多伦 46 万吨 / 年煤制烯烃
		中天合创鄂尔多斯 137 万吨 / 年煤制烯烃
		中煤蒙大新能源 50 万吨 / 年工程塑料
		久泰内蒙古 60 万吨 / 年甲醇制烯烃
煤制乙二醇	2 个	通辽金煤 20 万吨 / 年煤制乙二醇
		新航能源鄂尔多斯 30 万吨 / 年煤制乙二醇

数据来源：中国煤控项目煤化工课题组

煤控项目煤化工课题组对内蒙古煤化工行业在“十三五”后期发展提出以下建议和思路：

1. 现代煤化工仍处于初级阶段，要坚持示范为先，严控煤炭消费总量；
2. 受经济性影响，积极调整产品结构；
3. 积极适应新的环保要求，处理好污染物排放及限产，切勿对现代煤化工企业实行“一刀切”；
4. 受能源结构和发展趋势转变，现代煤化工应积极参与能源革命，主动发现和解决自身问题，不断自我提升，寻找合适定位。
5. 节水资源、废水处理和碳排放制约现代煤化工的规模化发展。

关于煤制乙二醇发展动态，煤-甲醇-二甲醚羰基化-加氢-乙醇-脱水制乙烯技术有突破，工业化成熟运行后将大大降低成本、物耗、水耗。

（二）城市层面煤控实施进展与案例

1. 武汉目标：完善控煤措施，实现碳排目标早达峰

中期回顾：煤控成绩可观，能源结构正在优化

武汉市在 2015 年全市煤炭消费总量 3388 万吨的基础上，两年间实现煤炭消费减量 488 万吨。其中，2016 年煤耗总量减少到 3014 万吨，累计削减 373 万吨，2017 年减少到 2900 万吨，累计削减 115 万吨⁶⁵。

煤炭消费总量控制工作对武汉市能源总量和能源结构产生了巨大影响，特别是煤炭消费量的削减，降低了武汉市能源消费总量的增长速度。煤控工作同时引领以煤为主的能源结构改变，逐步向以天然气、电力、非化石等清洁能源为主的方向转变。非化石能源占比比 2015 年提高 1.5 个百分点，煤耗占比下降 6 个百分点⁶⁶。

煤炭消费总量的削减直接导致武汉市空气质量逐年好转，各项大气污染物浓度逐年下降。其中，PM_{2.5} 年均浓度下降幅度最大，2017 年 PM_{2.5} 浓度为 53 微克 / 立方米，比 2013 年下降 41 微克 / 立方米⁶⁷。

2015 - 2017 年期间，武汉市耗煤部门煤控工作取得了显著成效。“十三五”前半期，通过推动煤炭消费总量控制工作，实施重点用煤企业产能压减、高耗煤设施关停改造、燃煤禁燃区扩大、散煤综合治埋和工业燃煤小锅炉淘汰或清洁能源替代等控制措施，共计淘汰不同型号的工业燃煤锅炉约 200 台，用煤企业相应减少 196 家。截至 2017 年底，武汉市剩下 34 家用煤企业和 108 台不同型号的燃煤设备⁶⁸。

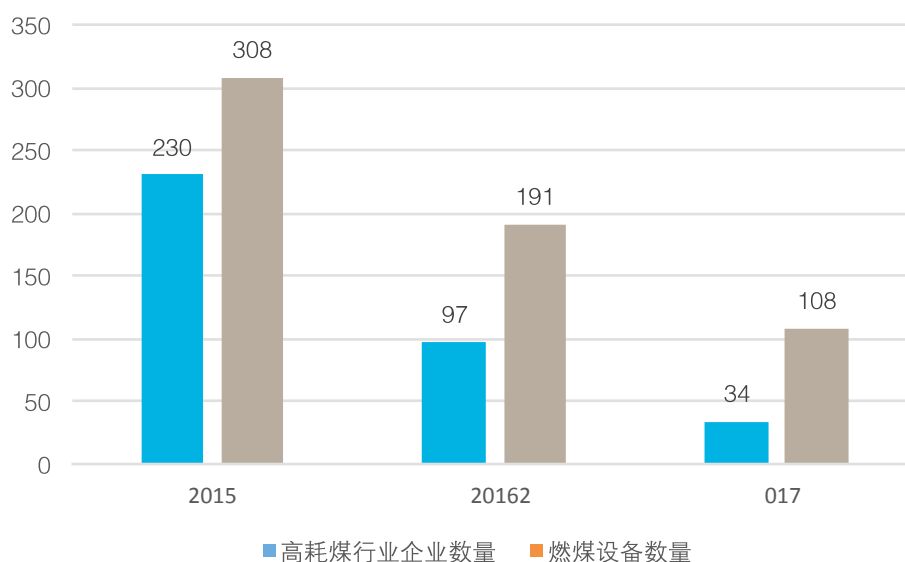


图 6-12. 武汉市 2015-2017 年煤耗行业企业和设备削减情况

数据来源：武汉煤控课题组，武汉市“十三五”煤炭消费总量控制方案和政策研究（五期），2018 年 11 月

截至 2017 年底，武汉市电力行业共有 11 台 20 万千瓦以上煤电机组已完成超低排放改造，6 台 20 万千瓦以下煤电机组已完成特别排放限值改造，全市范围内煤电机组污染物排放改造目标已全部完成。除武钢自备电厂之外，全市 20 万千瓦以上煤电机组已全部完成节能改造，改造后平均供电煤耗低于 310 克标准煤 / 千瓦时

钢铁行业。截至 2017 年底，除中国宝武武汉钢铁有限公司、武汉重工铸锻有限责任公司外，其他小型钢铁企业均已关停；2017 年中国宝武武汉钢铁有限公司全厂生铁产量 1555 万吨，粗钢产量 1600 万吨，吨钢能耗降至 598 千克标准煤 / 吨

水泥行业。截至 2017 年底，湖北黄石水泥有限公司已完成沸腾炉烟气脱硝技术改造，湖北亚东水泥有限公司加强了水泥窑脱硝设施运行管理，武汉亚鑫水泥有限公司完成了低氮燃烧改造，并加强脱硝设施运行管理。另外，武汉市所有水泥熟料生产和水泥磨粉企业对生产线均进行了除尘改造和烟粉尘无组织排放治理，武汉亚东水泥有限公司已完成热风炉改造工程（改为天然气锅炉）⁷¹。

其他行业。截至 2017 年底，武汉市已完成禁燃区范围内 80 台容量在 20 蒸吨 / 小时以下燃煤锅炉（共计 63 家煤耗企业）的燃煤锅炉拆除或清洁能源替代工作。其中：共有 25 家煤耗企业（共计 31 台燃煤锅炉）采取燃气锅炉替代、6 家煤耗企业（共计 8 台燃煤锅炉）采取生物质锅炉替代、3 家煤耗企业（共计 3 台燃煤锅炉）采取燃油锅炉替代、12 家煤耗企业（共计 18 台燃煤锅炉）关停或搬迁、17 家煤耗企业（共计 20 台燃煤锅炉）采取其他清洁能源替代（此部分包含未上报燃煤锅炉替代方式，但已完成清洁能源改造的企业）。已完成全市范围内 12 家煤耗企业（共计 21 台燃煤锅炉）的污染物排放治理工作⁷²。

散煤治理。在各级政府部门协作下，武汉市于 2017 年 7 月在全市范围内开展了散煤消费调研工作，摸清了武汉市居民散煤和餐饮服务业散煤使用基本情况。通过一年多来对武汉市高污染燃料禁燃区内散煤销售厂商的治理，2017 年底，武汉市基本完成禁燃区内全部散煤销售点的取缔工作，共涉及武汉市 13 个行政区域的 116 处散煤销售点。

武汉市煤炭消费总量控制方案和政策研究课题（武汉煤控课题组）于 2016 年启动，课题组的研究报告《武汉市“十三五”煤炭消费总量控制方案和政策研究》的成果被《武汉市“十三五”拥抱蓝天专项规划》、《武汉市低碳发展“十三五”规划》等多项文件采用，为武汉市“十三五”前半期推进能源结构转型做出了重要贡献。

后期展望：深度挖掘重点控煤潜力，实现煤控目标与碳排达峰

《武汉市能源发展“十三五”规划》中将武汉市 2020 年煤炭消费总量目标定在 2888 万吨。《武汉市环境保护“十三五”规划》要求到 2020 年，武汉市 PM_{2.5} 年均浓度下降至 49 微克 / 立方米。根据国家和武汉市最新的生态红线约束要求，结合“十三五”前半期实际控煤进度，武汉煤控课题组设置到 2020 年，煤炭消费总量新的目标为 2388 万吨。该目标除了能保证武汉在 2020 年的 PM_{2.5} 年均浓度

通过重点用煤企业产能压减、高耗煤设施关停改造、燃煤禁燃区扩大、散煤综合治理和工业燃煤小锅炉淘汰或清洁能源替代等控煤措施，武汉市实现两年累计削减煤炭消费 488 万吨。

下降至 42 微克 / 立方米，还能保证作为碳排放达峰先锋城市的武汉，其碳排放总量 2022 年达峰，能源碳排放 2020 年提前达峰。要在未来三年再减 512 万吨，减煤力度并不比 2016 和 2017 年的 488 万吨小，尤其在目前减煤空间和潜力更有限的情况下，控煤压力会更严峻。

表 6-12. 武汉市能源目标设置

	基准值 2015 年	2017 年	煤控目标			政府目标 2020 年
煤炭消费量 (万吨实物量)	3388	2900	2750	2575	2388	2888
煤炭削减量 (以 2015 年为基准)	\	488	638	813	1000	500
煤炭占比	49.8%	43.2%	37.2%	33.9%	30.6%	36.6%
煤耗占比下降 % (以 2015 年为基准)	\	6.6%	12.6%	15.9%	19.2%	13.2%
能源总量目标 (万吨标准煤)	4858	5137	5280	5423	5566	5640
非化石能源占比	11.5%	13.0%	13.9%	15.3%	16.7%	15.6%

表 6-13. 武汉市大气污染控制目标

	基准值		煤控目标			政府目标
	2015 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2020 年
空气质量优良 天数比例	52.60%	69.90%	73%	77%	80%	71%
重度及以上 污染天数	19	7	≤ 6	≤ 6	≤ 6	≤ 12
PM ₁₀ 年均浓度 (μg/立方米)	104	88	80	71	63	73
PM _{2.5} 年均浓度 (μg/立方米)	70	53	49	46	42	49
NO ₂ 年均浓度 (μg/立方米)	52	50	49	47	46	47
SO ₂ 排放总量 (万吨)	8.7	7	5.2	4.1	2.9	3.9
NO _x 排放总量 (万吨)	13.3	10.7	10.7	10	10	11.1
PM ₁₀ 颗粒物排 放总量 (万吨)	15.3	\	9.8	7.9	6.1	10.7
一次 PM _{2.5} 颗粒物 排放总量 (万吨)	6.8	\	4.3	3.5	2.7	4.8
VOCs 排放 总量 (万吨)	29.3	\	20.5	17.5	14.6	19
NH ₃ 排放 总量 (万吨)	1.63	1.56	1.49	1.45	1.4	\

武汉“十三五”后期的煤控工作中的主要挑战：

1. 钢铁、电力行业控煤阻力大。武汉的大型钢铁、热电企业属于央企，地区政府对其约束力较弱。武汉的非煤电力来源有限，燃气电厂和可再生能源电厂较少，特高压外购电项目尚处建设期，短期内很难改变电力供应结构；

2. 燃煤锅炉淘汰改造费用高。初步测算，如果要对全市 20 蒸吨以下的 73 台燃煤锅炉（共计 375 蒸吨）进行关停和改造，要有至少 1500 万元的财政支出；

3. 清洁能源供应不足。武汉市风能、地热能等新能源资源较少，“煤改气”、“煤改电”后对清洁能源和电力的需求会相应增加，保障本地区能源供应是一大难题；

4. 散煤销售点取缔后有重新开设隐秘销售渠道的情况，增加了彻底清除全市散煤加工销售点的难度。

武汉煤控课题组对“十三五”后期煤控工作提出以下建议：

1. 电力行业：提高外购电比例，调整武汉市燃气与燃煤发电配指标将是武汉市“十三五”后期电力行业煤控工作的重点方向；

2. 钢铁行业：“十三五”后期煤控工作的重点仍然在于钢铁产量的削减，最直接的体现就是炼焦产能和产量的削减，控制中国宝武武汉钢铁有限公司炼焦产量和粗钢产量，可以从根本上大幅度减少武汉市钢铁行业的煤炭消费量；

3. 水泥行业：减煤重点在于推进水泥磨粉企业“煤改气”。武汉煤控课题组调研发现从事水泥磨粉的企业煤耗工序是可以采用天然气替代的，且替代后污染物排放和能源效率均得到显著提高；

4. 散煤部门：武汉市“十三五”后期散煤治理的重点在于禁燃区内餐饮、服务业散煤的清零和禁燃区外的散煤综合治理，预计散煤治理对于“十三五”后期将会产生可观的减煤效果。

2. 西安目标：推动联防联控，打赢汾渭“蓝天保卫战”

中期回顾：煤炭消费总量稳定下降，大气污染物浓度不降反升，后期环境压力巨大

西安市煤炭消费的峰值出现在 2013 年，为 1530 万吨。2016 年西安全社会煤炭消费总量为 1350 万吨，比 2015 年下降 7.7%。2016 年，煤炭占全市一次能源消费总量的 51%；原油占比 33%；天然气占比 15%；可再生能源发电量占比 1%⁷³。

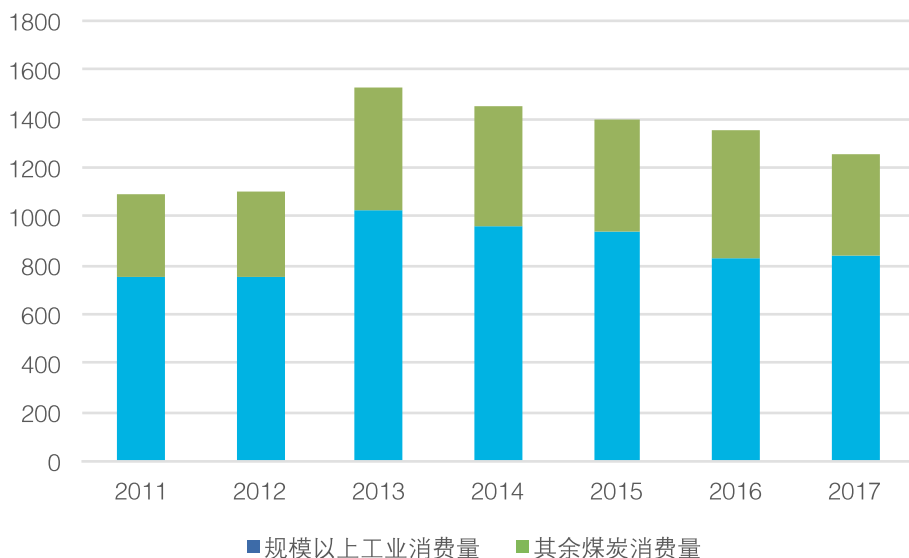


图 6-13. 西安市煤炭消费总量与规模以上工业消费量（万吨）

数据来源：西安煤控课题组，《西安市煤炭消费总量控制方案与措施研究 5 期》
2018 年 11 月

依靠散煤治理工作的推进，西安市煤控工作取得一定成绩，2017 年超额完成政府目标。但污染物浓度却不降反升，大气污染输入性程度较高。西安市空气污染治理需要结合区域联防联控工作机制。

2017 年，西安市煤炭消费总量为 1262 万吨（测算值），同比减少 16.18%⁷⁴。煤耗占比由 2016 年的 51 % 降至 50.4 %。2017 年的煤耗削减量大部分归功于成功的散煤治理。西安市在 2017 年削减煤炭 218 万吨，完成全年 170 万吨煤炭削减任务的 128%⁷⁵。削减散煤 233 万吨（测算值），完成全年 130 万吨散煤削减任务的 180%，规上企业煤炭消费增加 15 万吨，同比增加 1.8%。截至 2018 年 8 月底，全市规模以上工业煤炭消费 842.41 万吨，比去年同期增加 14.89 万吨，增量比 1-7 月份减少 6.89 万吨⁷⁶。

西安市煤炭消费总量控制方案和政策研究课题（西安煤控课题组）已开展三年研究工作，在西安煤控课题组的帮助下西安市政府出台了《西安市 2017 年“铁腕治霾·保卫蓝天”“1+1+9”组合方案（办法）》等一系列政策和实施方案，确定了 2017 年全年削减 170 万吨煤耗量的目标。西安煤控课题组还向市级部门、各区县（开发区）提供了关于明确散煤定义、统一散煤削减量核算标准的建议，为全市 2017 年煤控工作提供及时的参考。

尽管西安市的煤炭消费量近年来一直在下降通道上，但大气污染物浓度却不降反升。2015 年之后，PM_{2.5}、PM₁₀ 和 NO₂ 的浓度都有不同程度的反弹。西安市一直名列全国空气质量较差之列，2018 年 1-9 月 169 个重点城市排名中，西安又排名倒数 10 名之列⁷⁷。2018 年，西安被列为汾渭平原城市之一，作为大气污染防治重点城市之一，由京津冀及周边地区大气污染防治领导小组统筹领导。初步分析，两点原因导致西安市污染物浓度不降反增：西安市由于地理位置的特殊情况，容易受到周边城市污染物扩散的影响；西安市机动车持有量近些年来持续增加，汽车尾气导致大气污染物在一定程度上增加。

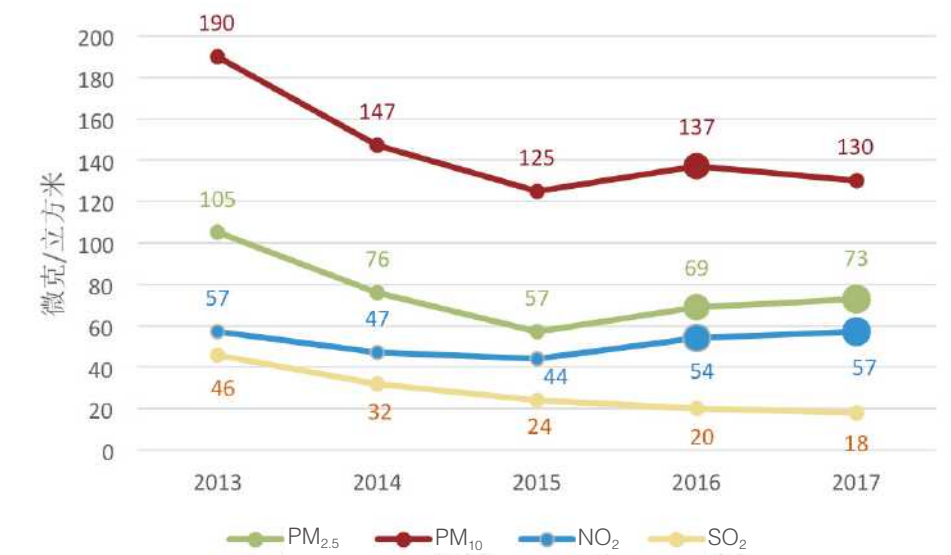


图 6-14. 西安市 2013-2017 年大气污染物浓度基本情况
数据来源：西安煤控课题组，《西安市煤炭消费总量控制方案与措施研究 5 期》，
2018 年 10 月

后期展望：煤控工作主要在热电和散煤，保卫蓝天还需联防联控

西安市政府为 2020 年确认煤炭消费总量目标为 1207 万吨，PM_{2.5} 浓度降至 51 微克 / 立方米，煤耗占比 56%，2018 年煤耗量削减 140 万吨。西安煤控课题组根据生态红线约束建议 2020 年煤炭消费总量目标为 1121 万吨，煤耗占比 50% 以下。

表 6-14. 西安市“十三五”期间能源相关目标

政府目标				
	煤炭消费量	煤炭削减量	煤耗一次能源占比	非化石能源占比
单位	万吨	万吨	%	%
2018	1283	140	/	/
2019	1241	/	/	/
2020	1207	/	56	10
煤控项目目标				
	煤炭消费量	煤炭削减量	煤耗一次能源占比	非化石能源占比
2018	1185	75	50.3	/
2019	1151	34	50	/
2020	1121	30	<50	15

表 6-15. 西安市“十三五”期间大气治理相关目标

政府目标				
	PM _{2.5} 浓度	PM ₁₀ 浓度	优良天数	优良占比
单位	微克 / 立方米	微克 / 立方米	天	%
2018	60	126	243	67
2019	54	122	257	70
2020	51	119	263	72
煤控项目目标				
	PM _{2.5} 浓度	PM ₁₀ 浓度	优良天数	优良占比
2018	60	124	252	69
2019	54	120	270	74
2020	51	110	292	80

数据来源：西安煤控课题组，《西安市煤炭消费总量控制方案与措施研究 5 期》，2018 年 10 月

热电行业和散煤部门是西安市“十三五”后期煤控工作重点。

西安市目前的煤炭消费结构中，热电为煤耗主力军，占比将近 70%。除热电以外的工业生产仅消费 11% 的煤炭。服务业和民用耗煤占 20%。因此西安市在“十三五”后期的煤控主要以热电企业燃煤锅炉拆改和经营性与居民散煤治理为主。现在最近的进展是，原先独立的咸阳区划归西安市管辖范围，增加了控煤工作的范围和强度。西安市“十三五”后期煤控工作的挑战存在以下几个方面：

1. 电能替代潜力大，但电代煤推广难度大。经济性问题导致终端用户缺乏实施电能替代的动力。由于缺乏对企业生产环保成本的量化和约束，企业使用高污染、低效率能源成本明显低于电能。且对大型机组而言，实施电能替代需配套改造供电设施，一次性投入较大。同时，“煤改电”也存在安全隐患。煤改电造成单位家庭以及校区用电量的显著增长，一些老旧公共电路和变压器等配套设施无法满足“煤改电”之后的相应增加的容量要求，可能会引发火灾等问题。然而煤改电在世界上是一成熟的方案，效果显著。除了如何降低成本外，加强安全用电的技术改进和用电安全知识普及；
2. 天然气推广动力不足。西安地区规划到 2020 年，天然气消费占比达 14%。国家分配给整个陕西省的天然气配气指标相对较低，天然气优先满足居民用户，因此对燃气的工业锅炉和窑炉的稳定运行就造成了很大的影响。经济性角度来看，根据现有补贴政策测算，对于第二产业的企业和供热公司而言，天然气的燃料成本高是个很大问题。另外，在西安农村地区天然气线路覆盖不全面，仍存在燃烧散煤的空间；
3. “十二五”期间，市政府调整能源结构的举措均为命令控制型政策，“十三五”前期发布的补贴方案，造成财务成本高，存在补贴落实不到位和不及时的风险。补贴政策无法长效保证控煤效果，容易反弹；

4. “十三五”后期，西安市顶着巨大的环保压力进行煤控工作。除了市区内的煤控工作，如果不对周边地区污染对西安市输入性污染进行研究和及时治理，西安市的大气质量要扭转恶化趋势并达到2020年51微克/立方米的目标将非常困难。

西安市“十三五”后期的煤控路径主要从四个方面着手：电力行业、供热行业、散煤部门和建筑领域。除此之外，还要加上咸阳区以工业园区的工业节煤。

1. 电力行业：通过空气预热器改造技术、汽轮机节能改造、锅炉烟气余热利用、供热管路改造、优化运行负荷等方式提高电站锅炉的热效率和效益，降低供电煤耗和污染物排放，再辅以一部分清洁能源替代来达到控煤降排放的效果；

2. 供热行业：如何保证即能满足不断增长的供暖需求，又可以削减供热站所消耗的煤炭，成为供热行业削减煤炭消费的难点所在。首先需要增大西安几个大的热电联产燃煤电厂的供热覆盖范围，从环保和经济的角度来看，这是城市供热的最佳选择；其次推广使用分散式电采暖、蓄热式集中供暖等电取暖的方式，这一措施可先在社会发展成熟的学校、医院、办公场所实施；最后对于靠供热公司的居民、企业，可并入供热公司的集中供热网，对于远离电厂或供热公司的区域，可建造天然气供热站来实现集中供热的，对于天然气管网无法覆盖的区域，可以考虑秸秆成型燃料供热。对于地热能覆盖地区，可以采用地热能供热；

3. 散煤部门：在农村持续推广燃气采暖和洁净煤炉具的同时，要考虑主要依靠政府补贴来降低散煤并非长久之计。西安煤控课题组将对能产生长远煤控效果的市场机制进行研究，解决通过单一的行政命令来控煤。深入研究如何降低散煤替代的成本，减少政府补贴；

4. 建筑领域：通过热源清洁化、输配系统提升、建筑能效提升实现建筑领域节煤。出台因地制宜地实现热源清洁化策略，城区及县城地区以热电联产、燃气锅炉等集中供暖为主，分散式天然气、电、可再生能源等利用为辅的清洁取暖格局；平原农村地区综合采用天然气、电、可再生能源、清洁煤利用等清洁取暖方式，完全替代散烧煤取暖；

5. 抓紧制定咸阳工业区的煤控工作，咸阳区并入西安后，增加了西安煤控的工作，可以借鉴各地工业区的减煤经验，制定减煤的时间表和路线。最重要的是以西安城市空气质量为强约束条件，把咸阳区的空气标准提高，为减煤工作提供动力。减少了西安输入性空气污染；

6. 汾渭平原是空气质量最差的地区，近年来全国各地PM_{2.5}污染改善的同时，汾渭平原却不降反升，西安市是汾渭平原十一个重点城市区中唯一的一个省会，汾渭平原的协调小组中，陕西省是由省委书记负责的唯一省份，西安市在汾渭平原煤控工作的重要性显而易见，要加强西安的领头作用。

西安市的控煤工作和治霾工作在“十三五”后期要更有机地结合起来。PM_{2.5}

浓度指标没有随着煤炭消费量削减而降低，其中一个主要原因是西安城市的周边地区高耗煤产业多，煤炭消费总量控制措施少，造成西安城市的空气污染物输入量大，PM_{2.5} 浓度仍继续位于高位。因此，借鉴京津冀及周边地区的区域联防联控经验和措施，根据汾渭平原地区的自然条件和污染源解析，制定有效的减排措施。西安是汾渭平原的唯一省会大城市，应发挥好头雁的引领作用，打赢打好汾渭平原蓝天保卫战。

3. 淄博目标：改变耗煤工业，赢取环境经济双增长

中期回顾：煤耗与空气质量均有进展，但总体情况仍在全省排名靠后

淄博是山东的煤耗大市，煤炭消费量在全省排名前三。2017 年煤炭消费总量为 2930 万吨原煤，比 2016 年减少 118.33 万吨。完成《淄博市煤炭总量控制工作方案 2017-2020 年》中制定的 2017 年淄博市煤炭总量控制目标 2990 万吨。

大力实施绿动力工程、散煤治理工程、行业燃煤治理工程、散乱污治理工程和区域燃煤总量控制工程后，淄博市空气质量得到显著改善，2016 年和 2017 年摆脱山东省城市空气质量排名最后一名，改善程度全省排名靠前。2017 年，淄博市年均 PM_{2.5} 浓度为 63 微克 / 立方米，同比改善 14.9%⁷⁸。



图 6-15. 淄博市煤炭消费和空气质量情况 2013-2017

数据来源：淄博煤控课题组，《淄博市重点耗煤行业煤控措施及政策研究 第五期》，2018 年 11 月

淄博的煤炭消费主要发生在热电和煤化工两大行业，耗煤量超过 60%⁷⁹。淄博通过以下几方面，实现近几年的煤炭削减：

- 1. 在高耗煤行业，淄博大力推广高效煤粉锅炉技术。淄博的 50 家企业用 58 台高效环保煤粉锅炉替代 79 台传统燃煤锅炉，每年节约标准煤 41 万吨。
- 2. 提前两年完成热电行业超低排放改造目标。2016 年，淄博市涉及到供暖的热电锅炉已全部完成超低排放，60% 以上的直燃煤小锅炉已完成清洁能源置换，实现了全市的清洁供暖；
- 3. 在钢铁、焦化、建材、有色等行业，实施错峰生产；
- 4. 通过淘汰关停、改用清洁能源、等量替代退出分散锅炉和自备燃煤锅炉；
- 5. 建陶行业工业窑炉一律改用天然气或集中煤制气；
- 6. 散煤部门，通过清洁供暖“气代煤”、“电代煤”工程，共完成 11.3 万户的改造，2017 年清洁取暖工作推进位列山东省第一。

淄博市的煤控工作和空气污染治理工作虽然都有进展，与其他城市仍有较大差距。但作为传统工业城市，需要一套全面的煤控方案在各耗煤行业落地实施。

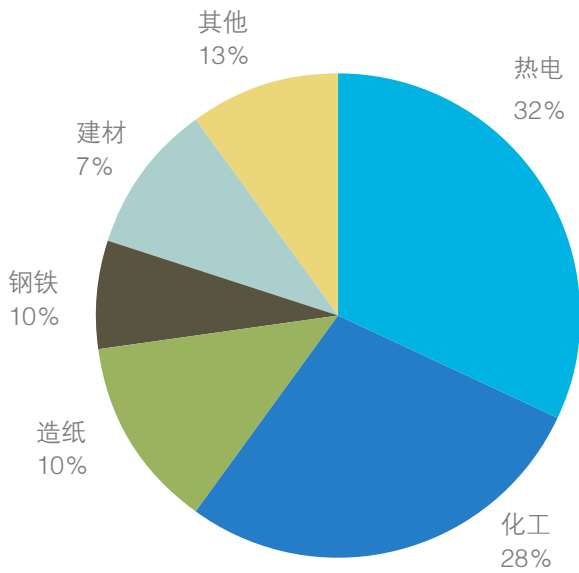


图 6-16. 2017 年淄博分行业煤炭消费情况
数据来源：淄博煤控课题组，《淄博市重点耗煤行业煤控措施及政策研究 第五期》，2018 年 11 月

虽然淄博市煤炭消费量和空气质量都处在向好趋势，但不可忽视淄博市作为传统工业城市，能源结构严重依赖煤炭，低效率、高污染的小型耗煤企业多，煤耗和空气污染程度一直在全省较差水平。作为京津冀及周边地区通道城市之一，淄博在“十三五”后期不仅需要完成本市制定的能源和环境目标，还要完成国家给通道城市在各耗煤行业制定的目标，压力和挑战都不小。

后期展望：传统工业城市控煤难度大，提高能效重组产能实现产业结构优化转型

淄博市政府的能源与煤控政策中要求到 2020 年全市煤炭消费总量 2700 万吨，全市 $PM_{2.5}$ 浓度为 54 微克 / 立方米。2018 年底，全市煤耗降至 2830 万吨。淄博市煤炭消费总量控制方案和政策研究课题（淄博煤控课题组）根据生态红线约束，设定 2020 年淄博的煤控目标为 2680 万吨，可保证 $PM_{2.5}$ 浓度降至 52 微克 / 立方米。如果淄博能达到本市制定的目标或接近煤控项目设定的目标，也就同时满足山东省煤炭消费总量控制方案给淄博市下达的任务。为了完成本市“十三五”期间设定的目标，淄博还需要降低 $PM_{2.5}$ 浓度 9 微克，减煤 770 万吨。从一个侧面可以看出，如果淄博市的煤控目标和空气质量目标可以达到，全省煤耗最高和空气质量最差的城市都可以做到，为全省树立一个榜样，助推全省的煤控目标的完成。

表 6-16. 淄博市“十三五”期间能源与 $PM_{2.5}$ 目标

	全省分配目标			政府目标		煤控目标
	2018 年	2019 年	2020 年	2018 年	2020 年	2020 年
煤耗量（万吨）	3039	2998	2959	2830	2700	2680
煤耗占比					70%	52%
$PM_{2.5}$ （微克 / 立方米）					54	52

数据来源：淄博市“十三五”综合节能减排工作方案、淄博市煤炭总量控制工作方案

“十三五”后期，淄博市的煤控重点落在煤耗占比靠前的并有较大节煤潜力的行业和领域：热电、化工、冶金、建材和散煤部门。各行业控煤难点如下：

热电行业

1. 机组落后，能效低。全市燃煤机组共 49 台，300 兆瓦以上的机组仅 3 台。通过火电机组优化的节煤潜力巨大；
2. 淄博市全社会用电量不断增加，需增加外购电量并完善供电基础设施才能保证电力需求；
3. 经过“十三五”前半期改造，大部分锅炉的热效率接近或者超过 90%，通过提高热效率减煤的空间不足；
4. 淄博大部分电厂是热电联产，对现有电厂进行节能改造和超低排放改造，保证居民取暖。同时减少污染，后期可以采取小型热电厂合并成规模较大的热电厂，增加效率，减低煤耗。

化工行业

1. 化工产业是淄博市的主导产业，根据已有的规划和政策预测，淄博市的化工产业仍将保持中高速增长，对能源的需求量也保持增长态势；
2. 化工企业的自备电厂设备落后效率低，对化工企业自备电厂和供热锅炉的

改造升级，并制定如何建立化工园区，集中供热供电，减少污染物排放和集中处理废水和固废，小型落后的化工厂要淘汰。

冶金和造纸行业

1. 造纸企业比较分散，难以形成规模集聚效应，企业的集中供热和供电无法实现，而采用外购电则会大大提高企业的生产成本；
2. 冶金企业多为老国有企业，地企政策联动性差，工艺设备逐步老化，能耗指标严重低于先进水平。
3. 制定规则，合并裁剪小型落后污染严重的造纸和冶金企业。

建材行业

1. 产能过剩行业导致产能利用率低，但产能相对分散，整合难度大；
2. 2017 年为保证“蓝天保卫战”成绩，主要建材企业停产 4 个月，给企业生产经营造成了巨大影响，企业经营的不稳定性使企业减煤的主动性不强，为后续减煤工作带来阻力；
3. 建材产品以低端为主，利润不足制约了产能压缩。解决小、散、乱、污的措施不能不出劲，要扎实地利用行政手段和市场机制淘汰效益差、污染大的建材企业。

散煤部门

1. 农村地区尚未铺设燃气管网，原有配电网功率小，改造成本高。供气供电代煤的主要用户是城镇居民和新农村试点的地区，然后份地区逐步推进；
2. 燃气和电力提供的单位热能价格，是燃煤的 2-4 倍，贫困农村家庭无法负担。目前政府补贴时间为 3 年，3 年之后经济可持续将受到极大挑战。要做好政策规划，避免替代计划中断；
3. 处于西气东输管线末端，天然气气源不足。要扩展气源来源，油田的 LPG 利用和 LNG 进口要早日启动规划。

针对上述控煤难点，淄博煤控课题组提出以下控煤思路和建议：

1. 热电行业通过火电机组的“上大压小”，取缔 10 万千瓦以下的机组，可以降低煤炭消耗 200 万吨左右。另外，如果到 2020 年，淄博市外购电能达到 160 亿千瓦时，能有效降低淄博市的发电量，从而抑制发电行业由于用电量增加使煤炭消费量增加的趋势；
2. 通过园区化统筹规划化工企业，化工产品高端化精细化，并推广高效节能设备，能在化工行业实现控煤 150 万吨；
3. 通过造纸企业锅炉改造和火电机组的“上大压小”，可节约煤炭 35 万吨；
4. 冶金行业通过替换能耗指标相对较低的环保型设备，能实现控煤 30 万吨；
5. 如果建材行业有合理方案实现产能深度整合，能实现节煤 20 万吨；
6. 通过稳步推进“煤改气”“煤改电”、建立补贴长效机制、外购清洁电力、拓宽气源等措施，散煤减少煤耗 80 万吨。

（三）汾渭平原：治霾控煤 新战场，不赢蓝天誓不休

2017 年，汾渭平原的 PM_{2.5}、二氧化氮和臭氧等污染物浓度均呈上升趋势，二氧化硫年平均浓度全国最高。汾渭平原大气污染治理难度大。

1. 现状：大气污染物浓度不降反升，控煤治霾迫在眉睫

自“大气十条”颁布以来，经过 5 年努力，全国空气质量总体改善，重污染天气较大幅度减少；京津冀、长三角、珠三角等区域空气质量明显好转。与 2013 年相比，这三大城市群 2017 年的 PM_{2.5} 浓度分别下降了 39.6%、34.3% 和 27.7%。然而在全国空气质量总体向好的情况下，与京津冀及周边地区毗邻的汾渭平原地区的空气质量却在不断恶化。

2017 年，汾渭平原的 PM_{2.5} 浓度不降反升，达到 65 微克 / 立方米，高于京津冀、长三角、珠三角三个重点区域。截止 2018 年 9 月，汾渭平原与京津冀及周边地区同为全国 PM_{2.5} 浓度最高的区域，1-9 月的平均浓度为 56 微克 / 立方米⁸⁰。全国 169 个重点城市排名最后 20 名中，汾渭平原 11 城中 8 城在列。另外，二氧化硫也是汾渭平原重要污染物之一，2017 年汾渭平原二氧化硫年平均浓度全国最高。采暖季是二氧化硫污染最严重的时期，2017 年 1 月，山西省临汾市区二氧化硫浓度小时均值超过 1300 微克 / 立方米，高出国家二级标准约 8 倍多⁸¹。其他污染物，二氧化氮和臭氧污染的浓度也呈上升趋势。汾渭平原在《打赢蓝天保卫战三年行动计划》中被新列为“十三五”后三年大气污染防治重点地区之一。山西、陕西和河南的 11 个城市是汾渭平原的重点城市。



图 6-17. 汾渭平原 11 个重点城市

汾渭平原原煤年消费量达 2 亿多吨，年人均煤炭消费量是全国平均水平的 1.5 倍⁸²。煤炭占能源消耗的比例接近 90%⁸³，比全国平均水平高出 30%。汾渭平原所在的陕西省、山西省和河南省原本就是国内耗煤大省，煤炭消费占全国 19%，汾渭平原的 11 个城市又是这三个省的耗煤主力军，煤耗量占三省总量接近 1/3。

汾渭平原原煤产量占全国的 11%⁸⁴，是重要产煤区，以焦炭、电解铝为主的产业结构严重依赖煤炭。焦化产业是汾渭平原最大的耗煤行业，汾渭平原的焦炭产量占全国的 12%⁸⁵，焦化设备落后、污染大。焦化产能较为集中的吕梁和临汾，焦炉装备 80% 以上为落后设施。例如，铸造企业较为集中的晋中、洛阳仍使用以焦炭为原料的冲天炉⁸⁶。

汾渭平原同样也是散煤广泛使用的区域，用量大、煤质差导致冬季散煤排放量占燃煤排放总量的 40%⁸⁷。汾渭平原覆盖的三个省消费了全国 12% 的散煤量，仅陕西省的 5 个汾渭平原城市就消费了 1000 万吨的散煤。汾河谷地户均散煤用量高于京津冀等同纬度地区，山西户均用煤量 4-5 吨，煤质较差，硫分约 1.5%⁸⁸。

2. 政策目标与工作重点

国家大气治理行动计划要求汾渭平原实施煤炭消费总量控制，在 2020 年实现负增长。山西、陕西和河南以及其重点城市均相继出台煤炭消费总量控制方案和大气污染防治行动计划，确保完成 2018 年与 2020 年的煤控与空气质量目标。

汾渭平原在“十三五”后期的控煤与治霾压力巨大，在“三年行动计划”出台之前，大部分城市缺乏针对本地区治霾因素的前期调研和深度分析，也没有煤炭消费总量控制与等量替代方案。虽然涉及省份和地区都有针对大气污染防治的举措，但整个汾渭平原区域没有分别针对结构性和输入性大气污染的研究，没有建立联防联控机制，致使汾渭平原地区空气质量恶化。学习和吸取京津冀及周边地区在过去五年的大气治理经验和教训是汾渭平原在未来三年取得“蓝天保卫战”胜利的捷径，作为汾渭平原城市在制定和实施本地行动计划的重要参考。

西安是中国煤控项目的试点城市之一。在梳理总结西安市煤炭消费与大气污染情况的过程中，发现空气质量的改善情况与煤炭消费总量下降趋势并不一致。西安煤控工作起步较早，也有一定成效，但空气质量改善幅度小，周边地区的大气污染物对西安的空气污染有较大比例的贡献。与京津冀及周边地区一样，汾渭平原整体区域的联防联控才能带来点状分布城市的空气质量改善。西安市作为汾渭平原的大城市，在煤炭消费总量控制工作方面已积累一些经验，应在联防联控工作中发挥带头作用。

汾渭平原长效可持续的煤控工作需要依靠整个区域产业和经济结构的调整。汾渭平原 11 个城市目前经济发展严重依赖重工业，经济动力不足。除西安、杨凌区和洛阳，其他汾渭平原城市的 GDP 在 1600 亿元以下，第二产业占比高；人均 GDP 和收入均低于全国平均水平；地方财政收入不足百亿⁸⁹。因此优化产业结构将能保证汾渭平原地区摆脱对煤炭产业的依赖，在打赢“蓝天保卫战”的同时也找到新的经济推动力。

表 6-17. “十三五”期间国家对汾渭平原 11 城的相关要求和目标

发布时间	要求和目标	相关	政府文件
2018 年 7 月	到 2020 年，二氧化硫、氮氧化物排放总量分别比 2015 年下降 15% 以上；PM _{2.5} 未达标地级及以上城市浓度比 2015 年下降 18% 以上，地级及以上城市空气质量优良天数比率达到 80%，重度及以上污染天数比率比 2015 年下降 25% 以上	空气质量	《打赢蓝天保卫战三年行动计划》
2018 年 7 月	到 2020 年，汾渭平原实现煤炭消费总量负增长	煤炭消费，调整能源结构	同上
2018 年 7 月	2020 年采暖季前，平原地区基本完成生活和冬季取暖散煤替代	煤炭消费，调整能源结构	同上
2018 年 7 月	2019 年底前基本完成“散乱污”企业综合治理	优化产业结构	同上
2018 年 7 月	2019 年底前完成重点行业污染治理升级改造	优化产业结构	同上
2018 年 7 月	全国铁路货运量比 2017 年增长 25%	调整运输结构	同上
2018 年 7 月	京津冀及周边地区、汾渭平原淘汰国三及以下排放标准营运中型和重型柴油货车 100 万辆以上	调整运输结构	同上
2018 年 7 月	扬尘综合治理，汾渭平原各市平均降尘量不得高于 9 吨 / 月	调整用地结构	同上
2018 年 7 月	实施联防联控，建立汾渭平原大气污染防治协作机制，纳入京津冀及周边地区大气污染防治领导小组统筹领导	联防联控	同上
2018 年 7 月	汾渭平原制定秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案	完善政策	同上
2018 年 7 月	汾渭平原纳入中央财政支持北方地区冬季清洁取暖的试点城市范围	完善政策	同上
2018 年 10 月	2018 年 10 月 1 日至 2019 年 3 月 31 日，汾渭平原细颗粒物（PM _{2.5} ）平均浓度同比下降 4% 左右，重度及以上污染天数同比减少 4% 左右	空气质量	《汾渭平原 2018-2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》

针对汾渭平原的现状和 2020 目标的要求，煤控项目提出，要充分学习和借鉴京津冀地区控煤改善空气质量的经验，建立区域性的量化控煤和空气质量的指标作为推动力，要求各级政府完成下述的目标。对完不成的任务的地方要分析原因，找出差距，制定可实施的措施，而不是提出一个笼统的、模糊的指标。推广“一城一策”的针对性方案与措施，做到人尽其责、有计可施、扬优罚劣。

7

“十三五”中后期煤控形势展望和建议

2018年4月2日，习近平总书记在中央财经委员会第一次会议上明确指出，打好污染防治攻坚战，要调整“四个结构”，做到“四减四增”，并首次明确指出要减少煤炭消费。近年来固定资产投资增速放缓，消费增长保持稳定，从经济发展的驱动力来看，消费已经取代了投资，高耗能行业对经济增长贡献快速下降，附加值高的新兴产业和服务业正在成为经济增长的主要动力。整体来看，伴随中国经济加快高质量转型，清洁能源发展将进一步加快，能耗水平会进一步降低，经济增长与能源需求进一步“脱钩”，长期来看，中国煤炭消费并没有大幅反弹的基础。

短时期内，重点部门煤炭消费主要受宏观政策、产品市场需求等因素影响，也与煤炭和其他能源品种之间替代竞争关系变化密切相关，同时，煤炭行业供给侧状况变化，也会对终端煤炭需求带来一定影响。从整体来看，在加快打赢蓝天保卫战背景下，伴随中国经济平稳增长和动能转换，煤炭需求既没有大幅增长的空间，也面临清洁能源和电力的加快替代，将持续趋势性下降态势。虽然2016年下半年以来重点耗能行业效益水平有所回升，由于产量上升出现小幅煤炭消费反弹，但是产能产量仍然处于饱和水平，钢铁、水泥等高耗能行业在供给侧改革的背景下会进一步饱和，由扩张周期到收缩周期，逐步实现减量化发展。煤炭消费下降的趋势性并没有改变。但是，应该清醒看到，煤控工作并不是一帆风顺，煤炭消费在2014年~2016年三年大幅度的下降后，2017年和2018年出现煤炭消费反弹。煤控工作应再接再厉，遏制煤炭消费反弹，实现“十三五”国家煤控目标。

（一）完成煤控目标的挑战和问题

“十三五”后期，中国实现经济高质量发展的国际国内环境更加复杂，面临的不确定性因素增多，伴随电力供需形势更加复杂，传统化石能源与清洁能源竞争加剧，煤化工等行业投资过热，特别是在环保加严和贸易争端背景下，中国实现“十三五”煤炭消费下降目标仍面临艰巨挑战。

1. 电力消费与经济增长关系复杂化， 把握用电增长态势更加困难

第一，电力需求高速增长因素复杂。电力消费结构明显变化，驱动需求增长因素更加多元化。2016-2017年，中国城乡居民生活用电仅增长7.8%，但2018年1-5月同比增长高达13.9%。2018年1-9月，中国四大高耗能行业用电比重较去年同期下降0.5个百分点，三产和居民生活合计用电比重提高1个百分点，同时电能替代助推终端用能结构持续优化，上拉用电增速2.6个百分点。此外，中国一些新产业、新业态用电量高速增长，2018年1-5月，软件和信息技术服务业用电同比增长66.1%，互联网和相关服务业用电同比增长63.3%，其中互联网数据服务业用电同比增长207.1%。

第二，部分领域电力需求弹性出现转折性变化，今后发展存在不确定性。2010-2015 年，中国工业增加值年均增速 8.0%，工业用电量年均增速 6.1%，工业电力消费弹性系数为 0.77，单位工业增加值电力消费累计下降 8.2%。工业电力消费弹性系数明显低于 1，体现了工业电气化率提升情况下，工业行业能效不断提升、工业内部结构不断优化。但从 2018 年 1-5 月情况看，工业增加值累计增长 6.9%，但工业用电量增速达 7.7%，工业电力消费弹性系数达 1.12，明显高于历史趋势水平。从 2017 年情况看，中国六大高耗能行业增加值比 2016 年增长 3.0%，但重工业电力消费相比上年增长 5.2%。匡算来看，中国 2017 年六大高耗能行业单位增加值电耗甚至不降反升。

第三，不同地区、不同能源品种竞争加剧，对煤电增长带来不确定影响。2016 年，中国京津冀、长三角、珠三角以及山东、河南、安徽占全国煤炭消费总量的 41.4%，要实现“十三五”时期 5% 和 10% 的煤炭减量替代目标，加大外购清洁电力是重要途径。但目前，中国西部许多清洁能源大省电力需求增长也很快，加之受经济利益分配、远距离输电基础设施不足等因素影响，跨区域清洁电力输送增长较慢，造成很多东部地区煤炭消费不降反升。2018 年 1-5 月，在中国水电大省中，云南全社会用电量增速达 15.9%，火电发电量增速达 56.1%；四川全社会用电量增速达 11.9%，火电发电量增速达 20.0%。

总之，2018 年全年电力增长 8.5%，GDP 增长 6.6%，电力消费弹性系数 1.29，是 2004 年以来最高。需要进一步认真分析和总结，明确经济与电力发展的关系和规律。

2. 煤化工出现反弹势头，加剧煤炭消费增长压力

近几年，在煤炭产能过剩、国际原油价格回升、天然气供需矛盾加大、基础化工原料供不应求等因素带动下，煤化工产业开始出现“投资热”迹象。随着煤化工技术的日益成熟，“十三五”时期及未来一段时期中国将建设投产若干煤化工项目，基本都分布在新疆、宁夏、内蒙、陕西等煤炭生产地区。例如神华宁夏煤业集团在建 400 万吨/年的煤炭间接液化项目、新疆京能建设投资有限公司三塘湖条湖 800 万吨/年煤炭分质利用项目等、陕西渭河郴州化工有限公司年产 30 万吨煤制乙二醇项目等。2020 年中国煤制油、煤制气、煤制烯烃产能将分别达到 938 万吨、77.65 亿立方米和 1200 万吨，比 2015 年水平分别增长 3.7 倍、2.5 倍和 1.4 倍。根据在建煤化工项目汇总情况，2020 年中国煤制油、煤制气、煤制烯烃产能将分别达到 938 万吨、77.65 亿立方米和 1300 万吨，预计与 2015 年相比将增加煤炭消费 3000 万吨以上标准煤。考虑到还有大量规划和拟建项目，预计在“十四五”时期，还会有大批煤化工项目投入运行，这将极大抵消全国压减煤炭消费的工作效果。

表 7-1. 煤化工 2015 年和 2020 年产能

	单位	2015 年产能	2020 年规划产能	2020 年预期产能
煤制油	万吨	254	1300	9381
煤制气	亿立方米	31	170	77.65
煤制烯烃	万吨	862	N.A	1300
煤制乙二醇	万吨	N.A	N.A	500

* 其中直接液化产能 108 万吨。

3. 去产能未能达到预期的“控产量”和“压煤炭”效果

去产能政策的出台，一方面是为了通过淘汰落后产能和“僵尸企业”来提升行业发展质量和水平，另一方面也是为了实现行业的供需匹配、避免恶性竞争，将高耗能产品产量控制在合理范围，进而达到压减煤炭消费、改善环境质量的目。但从近两年实际情况来看，虽然煤炭和钢铁行业去产能工作进展顺利、目标得到超额完成，但是 2016 年后半期开始，随着国内经济回暖、下游需求增加，使得基础原材料和能源产品价格上涨，由此导致高耗能产品产量和煤炭消费数量出现反弹。各地去产能过程中因煤价、钢价持续上涨，利润回升催生的“复产增产潮”打乱了国家去产能的规划，也是对去产能工作的负向激励，更不利于从根本上解决高耗能行业高质量发展问题。水泥行业的错峰生产对降低产量、减少库存、增长效益、平衡杠杆、能减排、保护环境起到了积极作用，但是错峰生产同时也是水泥去产能最大的障碍，一刀切的人为的限产，使市场供应紧张，推高了水泥行业的利润，使得落后的企业对节能减排的技术改造热情下降，也使得过剩产能、僵尸企业退出比较难。

4. 产能过剩的根本矛盾仍然没有得到根本解决

中国已进入工业化和城镇化的中后期，对于煤炭及钢铁、水泥等基础原材料的需求已基本达到饱和，逐渐降低的全社会需求与仍处于高位的生产能力之间的矛盾，将在未来很长一段时期内存在。虽然煤炭、钢铁等行业的去产能工作取得了显著的成效，但是产能严重过剩矛盾没有得到根本解决，主要问题已从过去产能严重过剩，向部分地区产能过大、产能集中度低、环境能耗难以承受三方面问题转化。在提前完成“十三五”时期钢铁、煤炭去产能目标的基础上，应制定更为前瞻和积极的去产能目标。扩大去产能覆盖范围，纳入建材、化工、石化和有色金属等主要用能行业，针对不同行业、产品逐年制定去产能目标。

目前，去产能工作主要是通过行政化手段层层分解指标，将压减产能的总任务、年度任务按指标分解到各市，各市再将压减任务依企业规模大小按比例分配。简单“按区域分配、按企业分解”的硬性方式去产能，或者按照企业规模和装备容量大小来划分，并不真正反映企业实际市场竞争力，造成了大量效益较好的中小规模企业被“误伤”。此外，针对煤炭行业出台的“276 个工作日”控产制度，使得企业在限产期间不得不保持井下通风等安全措施，变相增加了运行成本、降低了能源资源使用效率。要改变单纯依靠行政手段去产能方式，鼓励采取用能权交易等手段进行产能置换。结合行业发展特点及情况，综合考虑能效、环保、安全、质量等因素，改变“一刀切”工作方法，建立去产能工作的“绿色标尺”。

5. 一些煤炭替代措施经济性差，可能造成煤炭消费反弹

2017 年，中国许多地方把“煤改气”、“煤改电”作为煤炭减量替代的重要途径。但北方很多地区在推行清洁采暖过程中，许多地方政府把“煤改气”作为“一把手”工程，逐级强化目标任务，是造成局部地区“气荒”问题突出，企业燃气和居民采暖负担明显加大。河北、山西等地一户农村居民在一个采暖季大约需使用 1200-1500 立方米天然气，按照 2.2-2.4 元/立方米售

价，成本为 2640-3600 元。即便扣除政府补贴的 1000 元，仍要负担 1640-2600 元，相比过去燃煤采暖，费用翻了一番。

从单位热值能源价格比较看，以典型北方城市为例，天然气单位热值能源价格是煤炭的 2.7 倍，电力单位热值能源价格是煤炭的 6.4 倍。即使考虑包含生态环境损害的煤炭真实成本，天然气和电力单位热值能源价格仍远高于煤炭。今后随着“煤改气”、“煤改电”大规模推广，如果成本上涨矛盾未得到有效疏导，可能出现煤炭消费不减反增现象。以北京、江苏等地区为例，为了腾挪资源供应北方地区民生用气，地方政府不得不采取限气措施，甚至停止已经良性运转的天然气发电机组，转而重启煤电。

6. 设备开工不足、环保压力加大，或抵消部分节能节煤效果

近几年，中国高耗能、高耗煤行业的能源利用效率稳步提升，但是由于行业产能过剩导致设备开工不足，以及在环保“高压”态势下企业环保设备运行能耗增加，在一定程度上抵消了能效提升带来的节能和节煤效果。

企业和设备的能源利用效率与负荷水平和生产工况密切相关。以煤电机组为例，据测算，煤电机组负荷率在 100%~60% 区间时，负荷率每降低 10%，机组发电煤耗将升高 2~5gce/kWh；当负荷率在 60% 及以下时，负荷率每降低 10%，机组发电煤耗将升高 7~10gce/kWh；负荷率低于 40% 时还容易发生安全事故。当前中国大多数高耗能、高耗煤行业都处于产能过剩状态，错峰生产、限产停产等情况时有发生，企业订单减少也使得设备通常不能在满负荷工况下运行，单位产品的生产能耗会有所增加。上述原因共同导致了高效能设备无法充分发挥其节能效果。

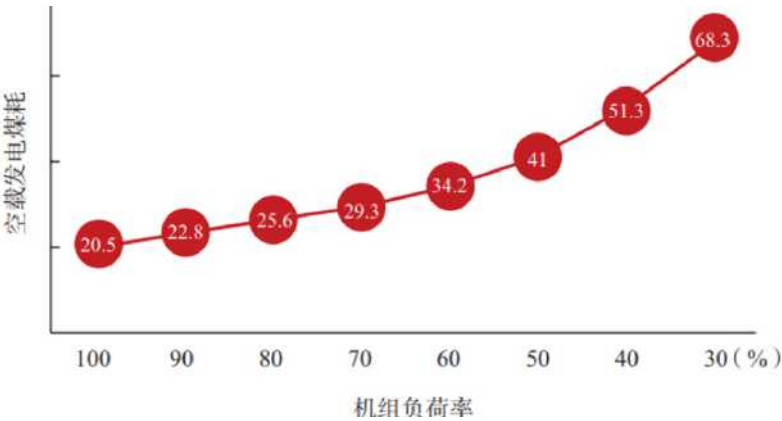


图 7-1. 负荷变化对于煤电机组煤耗的影响

环保治理已逐渐成为企业能耗、煤耗增加的重要因素。电力、钢铁、水泥首当其冲受到来自环保的巨大压力，大量环保设备的运行增加了企业能耗，客观上使得节煤节能效果在“账面上”打了折扣。以发电行业为例，近几年国家对于火电厂污染物排放标准不断收严。氮氧化物、二氧化

硫和烟尘排放限值，从《火电厂大气污染物排放标准》（2011年）提出的100、50和20微克/立方米，提升至《煤电节能减排升级与改造行动》（2014年）提出的50、35、10微克/立方米（超低排放），再到现在很多地方提出的“近零排放”，新增或增容改造后的环保设施使得厂用电率占比随之增大。据估算，除尘、脱硫、脱销设施所用厂用电约占总厂用电的25-45%，其中电除尘器能耗约占全部污染物减排设备能耗的一半，其次是脱硫设备，脱销设备方面，随着国家对于氮氧化物排放标准的加严，能耗还有上升趋势。总之，环保设备已成为影响电厂能耗的关键因素。

7. 需要关注重点行业重大项目建设影响

中国重点用能部门普遍产能过剩，但受布局结构调整、产能置换等因素影响，“十三五”后三年还有很多重大建设项目，可能对煤炭消费带来一定影响。此外，在制造业，各地区还规划建设了很多重大项目，尽管直接煤炭消费数量有限，但用电和用热需求快速增长，可能也会对煤炭消费带来间接影响。

初步汇总分析表明，2017-2020年，中国新建重大项目带来的新增能耗超过3亿吨标准煤。尽管其中包含了很多能耗等量和减量替代项目，以及一些2016年已经释放产能、产生能耗量的项目，但整体情况仍不容忽视。

从行业分布看，年综合能耗30万吨标准煤及以上重大项目主要集中在石化及化工、电力热力生产供应、钢铁、有色等行业。从能耗情况看，石化及化工项目能耗量达到1亿吨标准煤以上，占比达到40%以上，是能耗量最大的行业领域；电力热力生产供应项目能耗量为9444万吨标准煤，占比达到30%以上，规模也较为突出。另外，有色和钢铁重大项目能耗量也分别超过了4000万吨标准煤和3000万吨标准煤，分别占13.2%和9.8%；其他项目能耗量合计达到2000万吨，占比约为6.5%。

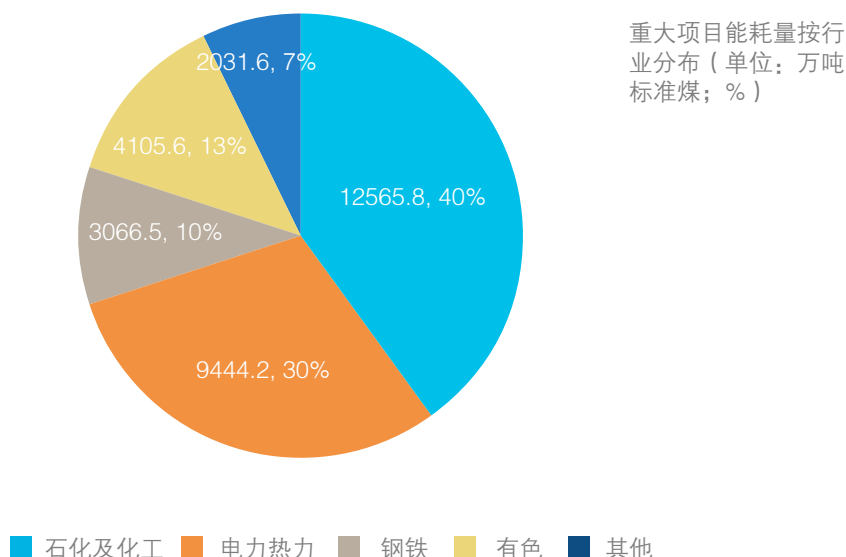


图 7-2. “十三五”后期重大新建项目情况

具体在电力和钢铁方面，电力热力生产项目分布较广，以山东、山西、江苏、陕西、新疆等地较多。其中，新疆预期建设投产的“疆电外送”燃煤电厂，总装机规模达 1320 万千瓦。钢铁项目主要集中在河北，其中有 3 个超 500 万吨标准煤的大项目，分别是广西的柳州钢铁股份有限公司防城港钢铁基地项目（一期），河北的唐山渤海钢铁有限公司联合重组暨城市钢厂搬迁改造项目，河北的首钢京唐钢铁联合有限责任公司二期工程项目。

8. 一些地区和行业存在刺激能源需求增长的倾向

受经济下行压力加大影响，部分地区存在刺激能源需求增长的倾向。以天津、辽宁等地区为例，2015-2017 年，尽管全社会能源消费数量不断下降，冶金、电力等高耗能企业生产回落，但仍预期通过加大投资和加快项目建设，实现能源消费快速增长。同时，一些地区片面追求能源就地转化，不仅可能加剧高耗能行业产能过剩，还可能影响全国煤炭减量替代进程。以云南为例，云南预期 2020 年水电铝产能达到 600 万吨，消纳水电 1000 亿千瓦时，相当于新增能耗需求达 3000 万吨标准煤。

（二）应对措施和建议

1. 控增量

1) 煤电停缓建不能全面放闸，供给侧改革政策仍需定力

电力高速增长不具备可持续性

2018 年 1-6 月份，9.4% 的全社会用电量增速远远高于 6.7% 的工业值增速和 6.8% 的 GDP 增速，电力消费弹性系数高达 1.38。如此高的用电增速和电力消费弹性系数显著高于正常水平，说明在新旧动能转换时期，电力消费与经济增长关系复杂化，把握用电增长态势变得更加困难。根据国网能源院的分析，2018 年上半年尽管全社会用电量增速高达 9.4%，真正靠经济增长拉动只有 4.4%，另外的 5% 的贡献主要来自温度负荷和电能替代。气候变化是未来用电需求增长的一个不确定性挑战，而电能替代是电气化发展到一定水平后的必然趋势，应打赢蓝天保卫战的环境政策要求，现在通过财政补贴的方式，让百姓提前实现采暖、炊事、交通的清洁化，把未来的要转化为电力的终端能源需求提前释放，这会在近中期加速电力消费，但是从长期看对拉升电力需求的作用不大。

中国煤控项目电力课题组认为，经济新常态下电力消费增长进入中高速区间的基本判断并没有错，2018 年上半年的高增速是偶发因素（温度异常）叠加短期政策因素（环保、电能替代）所致，不具备可持续性。2018 年全年用电量增速高位到 8.5%，2019 -2020 年的电力消费增速则主要取决于新旧动能转换的速度，不排除为了稳定经济增长，工业用电会继续增长。在此基础上，充分考虑新旧动能转换和居民用电增长进入快车道等因素，对“十三五”后期电力需求情况进行预测，

如预计 2020 年全社会用电量会处于 7.24 万亿到 7.54 万亿千瓦时，高情景比此前“十三五”规划的电量预测 7.24 万亿千瓦时要高出 3000 亿千瓦时。

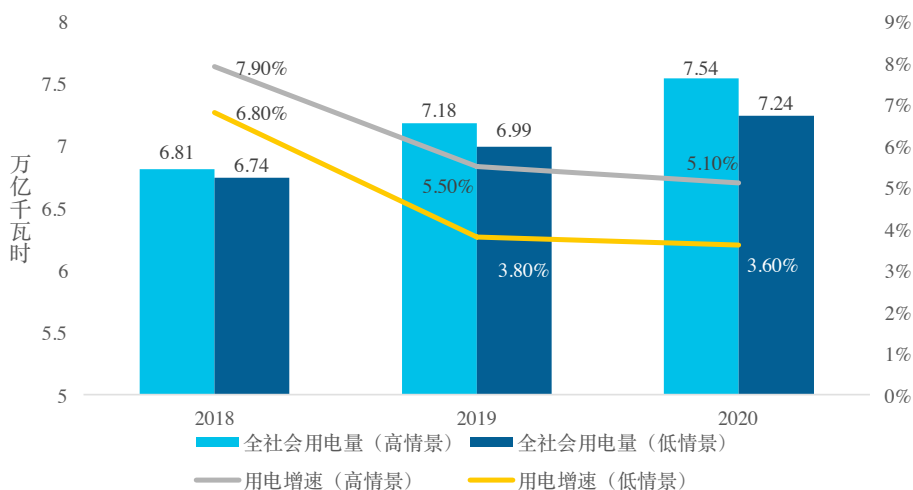


图 7-3. 十三五后期用电需求预测

电力供应能力超出预期，煤电过剩仍是主要矛盾

与此同时，近两年电力供应能力增长也已超出预期目标。截至 2017 年底，全国全口径发电装机容量 17.8 亿千瓦、同比增长 7.6%，2018 年可达到 19 亿千瓦装机容量，同比增长 6.5%。其中煤电 10.1 亿千瓦。“十三五”前两年发电装机年均增长 7.9%。根据近年来电源发展趋势特别是可再生能源的投产规模，若“十三五”后期保持 7.9% 的年均装机增速，则 2020 年全国发电装机容量将达到 22.4 亿千瓦，远高于电力发展“十三五”规划目标。

有关数据表明，“十二五”末全国核准在建煤电装机容量达 2.7 亿千瓦。若“十三五”期间不采取措施，即便不再新核准煤电项目，除去“十三五”期间正常退役的 3300 万千瓦，“十三五”末煤电在役机组容量将接近 11.4 亿千瓦。而 2020 年中国合理煤电装机规模为 9.6 亿千瓦左右，2030 年应控制在 9 亿千瓦以内；若不采取有效措施，煤电过剩规模将达 2 亿千瓦。即使是 2020 年全社会用电量达到 7.5 万亿千瓦时这种比较高的水平，按照电力发展规划 11 亿千瓦时的煤电装机，煤电利用小时数仅为 4200 小时，仍徘徊在历史最低水平。

从 2014 年煤电项目审批权从中央下放到地方以来，煤电项目迎来井喷式发展，尽管这两年电力消费反弹，但是火电平均利用小时数持续下降，2017 年下降到 4289 小时远低于 5000 小时的正常水平。所以当前面临的突出问题还是煤电产能过剩和淘汰落后。2018 年上半年，有些省份在做煤电规划建设预警的时候，已经把红色预警降级为橙色或者绿色，陕西、浙江等省份重启一些停缓建的煤电。如果因为用电增长较快就放宽停缓建政策，将会加重煤电产能过剩，导致煤电亏损局面继续恶化，并且阻碍新能源消纳和电力低碳转型，进一步推高煤电耗煤，危及中国的气候应对目标。

迎峰度夏期的短时尖峰负荷不足，应通过科学安排电力系统运行方式，加强跨省跨区电力互

济，优化抽水蓄能等调峰电站运行管理，发挥市场机制引导需求响应资源参与削峰错峰，加强应急和储备电源建设，鼓励符合条件的淘汰煤电机组认定为应急备用机组等手段来保障。简单地增加煤电装机来保障几十小时的尖峰负荷，是最不可取的下策。

2) 防止煤制化学品出现产能过剩，暂停审批煤制燃料

现代煤化工项目从一开始就面临严格的环保政策约束，但随着 2016 年下半年煤化工发展政策松动，环评审批逐步开闸，一些煤炭资源富集的地区积极支持煤化工等下游产业的发展，为煤炭发展寻找出路。特别是在高油价条件下，煤制烯烃、甲醇制烯烃与石脑油蒸汽裂解工艺相比，具有明显的成本优势，许多地方政府把煤制烯烃产业化发展作为煤炭经济转型升级的重点，驱动产能快速扩张。

但另一方面，虽然中国烯烃当量需求仍将持续增长，但煤化工项目也面对国内油基产品、进口制成品、进口油再制产品等三方面竞争，对现代煤化工自身的生存力和竞争力都提出了更高的要求。国内来看，随着七大石化基地和浙江石化、盛虹石化、恒力石化等大型炼化一体化项目加快建设，预计 2020 年中国 PX 产能将超过 3300 万吨，由目前自给率严重不足逐步转向供大于求，要重视可能出现的产能过剩。国际来看，中东地区乙烷资源丰富，美国页岩气革命带来大量廉价乙烷、丙烷供应，随着发达国家石化产品需求趋于饱和，中国煤制烯烃还面临中东、北美低成本产品的激烈竞争。

煤制油和煤制气的建设进度放缓。煤制油油品赋税重，企业负担较大。煤制气受制于管网垄断，生产成本和售价倒挂，亏损严重。这两类项目的投资强度大，财务风险高，在投资回报期内，各种影响因素和条件变数大，企业投资积极性不高，存在核准后不建、缓建现象。如果出台燃油车推出时间表，对煤制油将是极大的挑战。

多数煤化工示范项目布局在宁夏宁东、内蒙古鄂尔多斯、陕西榆林、新疆准东等地，这些区域水资源相对匮乏、生态环境承载力较弱、社会关注度高。而煤化工项目高耗能、高耗水、高污染、高碳排，煤化工产业快速发展与地区生态环境保护的矛盾极为突出。取水问题、废水处理零排放、二氧化碳减排等问题还没有得到普遍的完全解决，碳交易市场运行和开征环保税将对煤化工的发展带来巨大的打击。随着新环保法以及大气污染、水污染、土壤污染等专项行动计划的实施，煤炭利用面临更加严格的政策约束和“红线”要求，项目获得用水、用能、环境指标的难度加大，也面临碳减排压力。新建项目必须符合土地利用总体规划，及所在地区能耗总量和强度控制指标要求，满足城市规划、土地利用、安全环保、节能、节水等标准和规范要求。项目选址及污染控制措施应满足《现代煤化工建设项目环境准入条件（试行）》的相关要求，严格控制二氧化硫、氮氧化物、细颗粒物、挥发性有机物及其他有毒有害大气污染物排放，固体废弃物和高含盐废水做到无害化处理及资源化利用。

煤化工行业是“十三五”后三年，中国煤炭消费增长的主要来源。根据在建煤化工项目汇总情况，2020 年中国煤制油、煤制气、煤制烯烃产能将分别达到 938 万吨、77.65 亿立方米和 1300 万吨，与 2015 年相比将增加煤炭消费 3000 万吨标准煤。考虑到还有大量规划和拟建项目，预计在“十四五”时期，还会有大批煤化工项目投入运行，这将极大抵消全国压减煤炭的工作效果。在“十三五”期间，煤化工的发展特别要切忌盲目过热发展，现代煤化工项目，尤其是煤制油、煤制气项目，仍然升级示范优化为主，暂停审批新项目。充分考虑市场需求和产品竞争力，以水

定产、有序发展，把满足水资源约束作为现代煤化工发展前提，在水资源和环境承载能力脆弱的地区严禁发展高耗水煤化工项目。通过示范工程建设和运营，不断提升技术成熟度和管理水平，把现有煤化工的短板补足，使自身具备更强的竞争能力抵御未来的潜在风险，展示煤化工的经济竞争性、环保先进性和气候友好性的特点，方可加快上马更多的项目的建设。可以采取类似煤电去产能的停建、缓建的措施，来防止现代煤化工的过热发展。

2. 减存量

1) 淘汰煤电落后产能需要“自下而上”因势利导，落在实处

煤电去产能，一是要严控新建，二是要淘汰落后。需要区分短、中、长期，找到全社会成本最低的有效路径。短、中期看，严控新增是最有效、最经济的手段，但是在建项目已投入的沉没资金会限制严控新增的实际效果。中长期看，随着这些落后产能逐渐接近服役期满，淘汰落后的经济代价更低，但必须保证其经济社会影响可控、受控。因此，煤电去产能是一项重要、迫切但又要长期坚持的系统工程，淘汰落后这条路径也必须尽快落到实处。中共十九大所确定的以生态文明建设统领经济社会发展的新理念，建设全球命运共同体和引领国际气候能源治理的新要求，把电力部门作为全国碳市场建设首批纳入行业的工作部署，以及 2016 年以来国家出台的一系列煤电供给侧改革政策，都有利于形成“自上而下”的政策压力。但是去产能关键在落实，执行靠地方，而阻力也主要来自地方。地方干预过多、地方保护、经济社会影响、区域不协调、省间壁垒等都会成为去产能政策落到实处的障碍。特别是，现行三公调度和标杆上网电价体制的经济激励扭曲，产能退出引发的就业、税收方面的负面影响，潜在搁浅成本显性化和金融部门影响等因素都使得地方政府无切实力去产能。因此，煤电去产，能在“自上而下”形成政策合力和压力的同时，还需要“自下而上”因势利导，培育动力从地方“自下而上”来推动煤电去产能。

2) 煤炭、钢铁去产能适时调整更高目标，纳入建材、化工、有色等行业

近年来，重点用能部门去产能对实现煤控目标发挥了重要作用，随着许多行业能效水平达到世界先进水平，持续控煤的潜力将主要来自产能减量、工艺革新和能源结构优化，其中去产能对煤控的贡献最大。建议在提前完成“十三五”时期钢铁、煤炭去产能目标的基础上，及时调整制定更高的目标任务。扩大去产能覆盖范围，纳入建材、化工、石化和有色金属等主要用能行业。要以 2020 年全国煤炭消费总量控制在 35 亿吨左右为目标，针对不同行业、产品逐年制定去产能目标。改变单纯依靠行政手段去产能方式，鼓励跨省之间采用市场交易方式进行产能置换和交易。在完善法治标准基础上，鼓励试点省份采取用能权交易手段，在重点用能行业内部推行产能交易，促进行业集中度提高和资源高效配置。

3. 抓节能

1) 推动重点行业以节能环保国际领先为标杆，实现减量升级发展

中国电力、电解铝等行业能效水平已经达到世界先进水平，但先进与落后产能大量并存的问题突出。作为全球先进节能环保技术前沿，中国在推动行业能效对标、园区系统改造、工业低品位余热跨领域应用、应用能源互联网、智能机器人等创新技术方面具有很大潜力。在深化供给侧

改革趋势下，重点用能行业效益水平大幅改善，但产品需求饱和和持续下降的态势没有改变，要坚决防范高耗能行业出现新一轮产能扩张，引导重点行业以节能环保国际领先为标杆实现减量升级发展。

2) 强化新兴领域用电、用气等需求侧管理措施

当前煤控主要以重点耗能部门为主，煤炭替代主要以电力和天然气为主。电力和天然气快速增长，既有合理需求增长因素，也存在低效浪费等问题。随着国内新增电力需求由高耗能部门到新兴产业和居民生活领域，以及天然气在工业园区、电力、居民生活领域大规模应用，未来可能出现电力和天然气峰谷差拉大、供给不足等问题，对全社会煤炭减量替代带来负面影响。要强化新兴领域用电、用气等需求侧管理措施，进一步完善峰谷价格、差别价格、阶梯价格政策，推动重点部门煤炭节约利用、高效利用、有序利用、智能利用。

3) 深度挖掘跨部门、跨区域工业余热等低成本清洁取暖潜力

山西、河北等地区高耗能企业数量众多，在工业低品位余热方面具有很大潜力，是替代建筑领域煤炭消费的最大潜力。分析表明，中国北方地区电力、钢铁、石化等行业低品位余热资源高达 3 亿吨标准煤，超过北方城镇集中采暖的总用能需求。要打破行业和企业壁垒，把充分利用工业低品位余热资源作为清洁取暖重要方向，通过应用长距离、大温差输送技术，作为集中供热系统的重要组成。要根据供需两端不同特点，整合推进建筑节能改造、热电联产、余热利用、清洁能源消纳等。要统筹整合钢铁、水泥、电力等余热资源与区域用能需求，选择能效水平高、污染物排放少的高耗能企业，鼓励其采用余热余压等技术进行对外供暖，实现能源梯级高效利用。在制定错峰生产等重污染天气应急措施时，要对提供区域供热服务的企业有所倾斜。要深入供热体制改革，完善两部制热价机制，鼓励高耗能企业扩大供热范围，实现多种热源多个区域互联互通，不断提高供热体系的灵活性和可靠性。

4. 促替代

1) 加快电力部门的可再生能源消纳，推动能源供应的低碳清洁转型

加快淘汰和化解煤电过剩产能，争取在 2020 年控制煤电装机规模在 9.6 亿千瓦。国家规定的目标是 11 亿千瓦，可以通过淘汰落后电厂和暂停部分发电厂作为备用电源，逐步达到 9.6 亿千瓦的水平。在此基础上大力开发可再生能源发电能力，加强风电、光伏发电、水电、核电的市场消纳工作，发展优先安排清洁能源发电的电力规划，力争实现“十三五”后三年煤电发电量零增长。加快推行存量煤电机组灵活性改造和建设可再生能源输送电网，深入探索可再生能源电力调度机制的创新和电力市场化改革的实施，以接纳更多的可再生能源入网。

2) 大幅提升东部地区清洁能源、外送电力供给保障能力

当前，中国京津冀、长三角、珠三角以及山东、河南、安徽占全国煤炭消费总量的 50% 以上，也是中国煤炭减量替代的重点地区。建议进一步放开天然气、分布式能源领域投资和价格管理，鼓励有条件的地方政府大幅增加管道天然气、LNG、分布式可再生能源等多种供给，不断提升清洁能源利用规模。加快跨区输电基础设施建设，鼓励东部受端地区采取长期协议、共同投资、兼并重组等多种方式与西部清洁能源大省加强合作，提升外送清洁电力规模和保障能力。

3) 加快天然气价格改革和储气调峰能力建设, 确保“煤改气”推得开用得起。

短期内, 大规模推广天然气利用是工业、居民和电力领域控煤重要手段, 中国天然气供应增长迅速, 但面临储气设施缺乏和价格改革滞后突出矛盾。建议把增加储气设施建设、培育储气服务市场作为保障天然气供应的核心任务。优先保障储气调峰设施用地需求, 因地制宜出台配套财税支持政策, 拓宽融资渠道, 推广政府和社会资本合作(PPP)等方式, 吸引社会资本投资、建设、运营天然气基础设施。承担小时调峰及部分日调峰责任的城镇燃气企业, 如不具备自主建设储气设施的能力, 可采取投资省燃气集团储气建设项目的方式来落实调峰责任。将完善价格机制作为培育储气服务市场的主要抓手, 试点建立峰谷气价、可中断气价、季节性气价等, 在差别性价格体系下, 鼓励城镇燃气公司、直供大用户等向储气设施运营商购买储气服务或直接购买天然气资源。

4) 在重点行业实施煤炭的减量替代和清洁利用, 加快用能结构的优化升级

煤炭不仅是工业部门的燃料也是重要的生产原料。为了优化工业部门的用能结构, 在工业部门加快电气化进程, 使工业部门成为可再生能源的重要消纳领域, 在重点行业通过气代煤、电代煤、光伏发电、风电、地热能和使用更清洁高效的煤炭来实现工业用煤的部分清洁替代。

在水泥行业可以通过水泥窑协同处置垃圾、污泥、废弃物, 即可替代部分燃料, 又可以实现产业和城市融合发展, 解决垃圾围城的隐患。国家和地方政府进一步细化制定废物收集、分类和处置管理条例。提高对废物管理效益的认识, 采用国际最佳激励做法鼓励和促进更多地使用替代燃料和替代原材料。

在钢铁行业, 提高废钢消耗比例, 每少生产 1 吨铁水, 可减少耗煤量约 0.65 吨, 废钢综合利用是最重要的煤炭替代途径。按照中国钢铁产品报废率周期为 8 年~30 年估算, “十三五”期间, 除报废车辆以外, 众多桥梁、房屋、军工设备、煤矿用钢都到了报废年限, 而这些都将推动废钢积蓄量进一步上升, 是废钢产业重大的转折期。要规范和完善废钢市场, 稳定废钢供应渠道、合理定价、稳定市场、保证供给。促进合理利用废钢资源、提升电炉钢比例、实现结构节能所蕴含着巨大的上升潜力和发展空间。

5. 讲效果

1) 强化能源“双控”和煤控目标约束, 避免出台刺激能源消费显著增长的政策。

当前, 在供给侧改革特别是去产能、去杠杆背景下, 中国经济持续平稳增长, 固定资产投资、高耗能行业发展都没有大幅反弹的空间, 实现煤炭消费减量替代目标面临较好的宏观形势。在国际贸易争端和投资增速下滑形势下, 一些地区可能出台刺激投资增长的政策, 加剧产能过剩矛盾, 造成煤炭消费不降反升。建议进一步强化能源“双控”目标约束, 严格落实去产能、去杠杆各项措施, 加强对各类地方政府投资平台的源头管理, 杜绝地方政府采取低价、税收优惠、财政补贴等方式人为拉动投资增长。

2) 加强对新建重大项目的全过程监管, 确保煤耗在总量目标范围内。

“十三五”后三年, 中国重点用能行业还有很多重大项目将建成投产, 加剧煤耗和电耗增长压力。建议开展重点用能行业重大在建项目的全面筛查, 加强国家与地方规划统筹衔接, 确保重

大耗能项目建设符合国家产业规划、节能环保标准和生态红线要求。新建重点用能项目不仅能效水平要达到国内领先、国际领先，能耗和煤耗也必须控制在总量目标范围内。严格落实项目规划环节的等量减量替代要求，对不符合节能环保标准要求、未批先建的项目全面叫停，对产能严重过剩行业的项目实施停建缓建。

3) 完善跨区域、跨行业用能权交易等政策实现资源高效配置

“十三五”初期，中国将能源“双控”和煤炭消费减量替代分解到地区层面，主要采取目标责任考核等进行落实。随着各地区、各行业经济增速进一步分化，出现约束性目标过于严格和过于宽松等问题。建议以煤炭为重点，完善跨区域、跨行业用能权交易机制，在满足地方合理用能增长需求的同时，实现行业和地区之间能源资源高效配置，避免“十三五”期末出现依靠拉闸限电、错峰关停来保障目标实现的现象。

6. 重协同

煤炭消费总量控制与空气质量改善、生态环境保护、CO₂ 减排和公众身体健康关系密切，相互促进和约束，协同效益显著。在当前要以空气质量为先导，以 CO₂ 排放为约束，促进煤炭消费下降，反之亦然。

《蓝天保卫战三年行动计划》虽然确定了十三五中后期大气污染防治的具体战役，集中优势兵力，一个战役接着一个战役打，确保 3 年取得更大成效。但在《大气十条》成果和经验基础上，《三年行动计划》的目标设计并不够强有力，或者说是一个温和的加强版。

中国煤控项目提出了更高的目标，加速空气质量在 2025 年达到世界卫生组织关于颗粒物的空气质量第一阶段的目标。这要求所对应的煤炭消费量要减少得更多更快，所采取的各种措施要加严，加大力度不放松，才能尽早实现高质量的发展、能源转型和美丽中国的目标，和确保政府制定的目标能够完成。

表 7-2 列出了中国煤控项目提出的煤控情景目标及相应的污染物总量控制目标与政策目标。

表 7-2. 2020 国家政策目标和中国煤控项目煤控情景的具体指标

	国家政策目标	煤控情景目标	备注
煤炭消费占比	58% 以下	55%	
煤炭消费总量	41 亿吨	35 亿吨	
煤炭消费量	京津冀及周边（不含山西）下降 10%；长三角下降 5%；汾渭平原负增长	京津冀及周边地区下降 12—13%、长三角下降 6—7%；汾渭平原整体下降 2—5%。	以 2015 年为基础
全国 PM _{2.5} 平均浓度	进一步明显降低	全国平均 45 微克 / 立方米	2025 年，35 微克 / 立方米
SO ₂ 排放总量	下降 15% 以上	23%	以 2015 年为基础
No _x 排放总量	下降 15% 以上	21%	以 2015 年为基础
VOCs 排放总量	10%	18%	以 2015 年为基础
空气氨氮		16%	以 2015 年为基础

后两年的工作要从重点治理 $PM_{2.5}$ 转向 $PM_{2.5}$ 和 O_3 的协同治理，以及 VOCs 与 NO_x 的协同减排，同时增加汞和空气氨氮等总量控制指标，全国层面提高工业锅炉脱硫、脱硝、脱汞设施的覆盖率。强化 O_3 污染严重的重点地区 VOCs 减排，突出抓 O_3 生成潜力大的 VOCs 组分及其排放重点行业的控制，全面加强 VOCs 的总量的控制，实施 VOCs 与 NO_x 协同减排，强化 VOCs 增量控制。对于重点行业，建立基于 O_3 和 $PM_{2.5}$ 生成潜势评估的工艺及产能淘汰机制；对于重点区域，开展臭氧与 VOCs、 NO_x 响应关系诊断分析，建立基于区域大气氧化性评估的 VOCs 减排考核机制。

将散煤治理作为煤炭消费总量控制和产业结构调整的重点，建立散煤治理高层级协调机制，明确散煤治理总体规划。参考“替代优先、清洁煤保底”的原则，制定清洁替代目标与替代路径优先序，和过渡性兜底政策，如清洁燃烧、清洁型煤、限时替代、限定用煤方式等做法。坚持分类施策，先城镇后农村，生活生产并重；明确可再生能源利用在清洁取暖中的优先地位，因地制宜，多能互补；民用散煤治理重点解决清洁能源供应和经济性问题；工业散煤治理仍以小锅炉淘汰和散乱污企业整治为重点，并在全中国层面开展，杜绝污染转移和返煤现象，提高标准、加大力度、疏堵结合、做好台账、动态跟踪；加强政策实施的效果评估与信息反馈机制；建立长效的投入保障机制以及补贴时效和退出机制，还原清洁取暖的市场属性。

气候变化是国际国内共同关注的生态环境问题。煤炭消费占能源部门 CO_2 排放的 75% 以上。减煤、减排、减碳是紧密相连的协同效应和效益，对中国绿色低碳的高质量发展道路产生重要影响。新组建的生态环境部负责气候变化的职责。生态环境部有强有力的监督体系、机制和能力，可以同时将环境与气候变化统一协调、统一规划，实施、监管和督查。气候变化的具体政策、措施和碳交易市场等，都对煤炭消费产生有力的约束和引导作用。空气质量目标、碳强度和碳排放等约束性指标，可以进一步推动减煤、减排和减碳。

立足更长远的大气污染防治工作，强化绿色善治。除需体现善治所必需的多方参与、法治完善、决策和管理透明、有效性-效率-公平以及问责等要义之外，更需要强调基于科学认知改进、社会损益分析、区域社会经济发展情势等，制定基于区域发展成果共享、环境责任共担、长期行为改变激励的区域污染控制战略，实现区域污染控制目标实现的社会成本最小化、减排责任公平化、控制标准一体化、发展权益均等化的区域大气污染治理合作机制。

7. 重地方

煤控课题组在今后几年内，将工作重心从自上而下的全国推进转移到自上而下的地方煤控工作，尤其是煤耗高的省市。在省市狠抓政策和保障措施落实，加强散煤综合治理。给有关政府部门提出了积极的控煤目标和政策建议，省市课题组通过深入研究，设定更积极的煤控目标，为地方经济发展、环境生态保护和空气质量改善提供了强有力的支撑。例如武汉市政府采纳了课题组提出的更严格的空气质量治理目标，山西省以立法的形式推行煤炭消费总量控制的制度，河南课题组参与政府煤控目标的重新设定工作，从原来 2020 年煤炭消费量比 2015 年下降 10%，调整到 15%，山东省 2020 年继续消减 1500 万吨以上。散煤治理工作抓的及时有力，2017 年减少散煤消费 6500 万吨，2018 年下降约 5000 万吨，有效抵消了工业部门煤耗上升带来的污染物排放的增加，保障蓝天保卫战的胜利。

地方煤控面临的主要挑战是如何抑制 2017 年和 2018 年的煤耗反弹，在 2019 年和 2020 年的“十三五”后期，使煤耗重回到下降通道。这些高煤耗的省市如何加强新旧动能转换，改变现有的经济结构，培育新兴产业，增强经济活力，摆脱煤炭依赖性的经济。

高煤耗省市的环境治理形势严峻，生态环境保护滞后于经济社会发展。空气质量达标任重道远。到 2018 年底，中国还没有城市达到世界卫生组织（WHO）推荐的 $PM_{2.5}$ 年均浓度标准 10 微克 / 立方米。即使按照中国目前的标准，即 WHO 过渡期标准 35 微克 / 立方米，338 个地级或以上城市中也只有 99 个达标。汾渭平原空气质量反弹，呈恶化趋势。京津冀仍然是全国 $PM_{2.5}$ 浓度最高的区域。煤控项目的重点目标之一就是确保中国能源部门 CO_2 排放在 2025 之前达峰，煤耗下降速度更快，以抵消石油、天然气以及其他部门非能源活动 CO_2 排放增长的总和。

地方煤控工作要根据不同地方的经济产业和环境特点，提出有针对性和有效的战略指导原则和煤控目标。要求煤控研究方案和细则必须可落实，有成效。在原有的全国、省、市三个层面的基础上，以重点省份为抓手，城市为试点，治理雾霾为切入点，与行业部门和专业研究机构紧密结合，提出一省一策和一市一策的控煤措施。

地方团队要加强与部门的课题组合作，在电力、钢铁、有色金属、水泥、建材、煤化工、建筑节能等领域开展对口支援。通过淘汰落后产能和加快技术进步，提高工业生产过程中能源利用效率，使单位产品能耗不断减低。优化能源结构，提高能源加工转换效率，加大余热、余压及放散气等能量回收利用。提升新建建筑节能标准，推进既有建筑节能改造，大力发展可再生能源建筑应用。加强宣传和引导，增强全社会的节约意识。抑制不合理能源消费，提升能源消费清洁化水平，推动经济高质量发展。在煤控工作中要注重基于市场的机制和手段，与行政措施相结合，更高效的完成煤控目标。

总结前五期煤控项目经验教训，在“十三五”后期煤控工作方式和重点做出相应的调整，需要特别调整以下方面：

1. 加强课题组能力建设

根据前期课题组工作评价和新阶段研究内容的要求，对于现有课题组进行整整，力量不足的补充力量，不合格的重新调整。提高课题组研究分析能力。发现主要的壁垒和问题，提出独立的、有影响力和可行的解决方案。理顺与政府关系。切实发挥研究的影响力，提出有针对性的政策建议。倡导先进理念和行动为先。地方课题组的调整或重组是重点。重组的内容包括：以省级政策的落实效果为依据建立长效机制，支持地方课题组的能力建设，将地方课题组与国家级专业研究机构以单位合作的形式紧密结合，共同完成研究报告，提高研究成果的科学性和实效性。行业部门课题组要深入到地方调研，为每个省份和城市的重点行业提出具体的解决方案。

2. 加强政府管理部门对项目的积极支持和指导

针对有关政府部门主管官员的重视和政府机构的调整，补充和加强政策指导组和研究核心组的成员和作用。地方课题组加强与各级管理部门的沟通合作，特别是省级领导和各业务主管部门。在项目开展的各个阶段与管理部门保持沟通，取得政府指导与支持。让研究成果真正发挥影响力。建立省领导主持的、有各业务部门主管领导参加的省级政策指导组。在研究过程中充分听取意见，完善研究内容，使之能够实施和落地。研究成果要递交到各级管理部门，并得到有效的反馈。

支撑报告：

- 《电力“十三五”规划中期评估与展望》，华北电力大学中国煤控课题组，2018年10月
- 《钢铁行业煤炭消费总量控制“十三五”规划中期评估与展望》，中国钢铁工业协会中国煤控课题组，2018年10月
- 《建筑领域煤炭消费“十三五”规划实施中期评估及后期展望》，中国建筑科学研究院中国煤控课题组，2018年10月
- 《水泥工业转型创新和煤控进展》，中国煤控项目，2018年10月
- 《“十三五”时期重点部门煤控中期评估报告》，国家发改委能源研究所中国煤控课题组，2018年10月
- 《现代煤化工“十三五”中期评估》，中国煤炭加工利用协会中国煤控课题组，2018年10月
- 《“十三五”中国煤控现状及指标完成情况》，煤炭科学研究总院中国煤控课题组，2018年10月
- 《煤炭产业转型中的就业与社会公正问题研究》，对外经贸大学全球价值链研究所、中国社会科学院城市发展与环境研究所中国煤控课题组，2018年10月，
- 《中国大气污染防治回顾与展望报告2018》，中国煤控项目大气治理课题组，2018
- 《中国散煤治理综合调研报告2018》，中国煤控项目散煤治理课题，2018.08.31
- 《河南省煤炭消费总量控制方案和政策研究（第四期）》，河南煤控课题组，2018年3月
- 《河南省煤炭消费总量控制方案和政策研究（第五期）》，河南煤控课题组，2018年10月
- 《山西省煤炭消费总量控制及对策建议研究报告》，山西煤控课题组，2018年3月
- 《山西省重点行业煤炭消费总量控制研究》，山西煤控课题组，2018年11月
- 《山东煤控报告》，山东煤控课题组，2017年7月
- 《山东省煤控实施现状、问题及对策研究》，山东煤控课题组，2018年8月
- 《内蒙古煤炭生产与消费总量控制研究报告》，内蒙古煤控课题组，2017年1月
- 《内蒙古重点地区、产业煤炭生产与消费控制实施路径与措施研究》，内蒙古煤控课题组，2018年7月
- 《武汉市“十三五”煤炭消费总量控制方案和政策研究》，武汉煤控课题组，2017年1月
- 《武汉市“十三五”煤炭消费总量控制方案和政策研究（四期项目）》，武汉煤控课题组，2018年3月
- 《武汉市“十三五”煤炭消费总量控制方案和政策研究（五期）》，武汉煤控课题组，2018年11月
- 《西安市煤炭消费总量控制方案和政策研究》，西安煤控课题组，2017年3月
- 《西安市煤炭消费总量控制方案与措施研究4期》，西安煤控课题组，2018年3月
- 《西安市煤炭消费总量控制方案与措施研究5期》，西安煤控课题组，2018年10月
- 《淄博市煤炭控制路径及对策研究》，淄博煤控课题组，2018年1月
- 《淄博市煤炭消费重点领域煤控措施及政策支持研究（第五期）》，淄博煤控课题组，2018年11月

数据来源：

¹ 《中国应对气候变化的政策与行动 2017 年度报告》

² 《2017 中国生态环境状况公报》

³ 《中国统计年鉴 2018》、《中国应对气候变化的政策与行动 2017 年度报告》，国家发改委气候司，2017

⁴ 《2015 年国民经济和社会发展统计公报》、《2016 年国民经济和社会发展统计公报》、《2017 年国民经济和社会发展统计公报》、《2018 年国民经济和社会发展统计公报》

⁵ 《中国电力行业年度发展报告》，中国电力企业联合会，2018

⁶ 中国工程院院士郝吉明：能源结构调整已显著削减大气污染，中国能源报，2018.06.08.

⁷ 《中国大气污染防治回顾与展望报告 2018》，中国煤控项目大气治理课题组

⁸ 张洋：能源供需稳定增长 节能降耗扎实推进 2018.10.23 http://www.stats.gov.cn/tjsj/sjjd/201810/t20181023_1629305.html

⁹ 前 9 个月，我国煤炭消费量约 28.75 亿吨，同比增加 8400 万吨，增长 3%。2018.10.24 <http://www.chinacoal.gov.cn/templet/3/ShowArticle.jsp?id=101050>

¹⁰ 《水泥行业去产能行动计划（2017-2020 年）

¹¹ 国家发展改革委举行 1 月份定时定主题新闻发布会介绍宏观经济情况并回应热点问题

¹² 中国电力企业联合会，中国煤电清洁发展报告，2017

¹³ 中国电力企业联合会，中国电力行业年度发展报告 2016，2016

¹⁴ 北极星电力网，关注 | 电力体制改革整体进展分析，2017

<http://news.bjx.com.cn/html/20171212/866987.shtml>

¹⁵ 北极星电力网，关注 | 电力体制改革整体进展分析，2017

<http://news.bjx.com.cn/html/20171212/866987.shtml>

¹⁶ 国家能源局召开 2018 年上半年全国能源形势发布会，2018-07-31 <http://www.cec.org.cn/yaowenkuaidi/2018-07-31/183224.html>

¹⁷ 《中国散煤综合治理报告 2017》，中国煤控项目散煤治理课题，2017.08.31.

¹⁸ 能源结构调整已显著削减大气污染，别凡，中国能源报，2018 年 06 月 04 日第 03 版。

¹⁹ 《中国散煤治理综合调研报告 2018》，中国煤控项目散煤治理课题，2018.08.31.

²⁰ 2017 年四季度全国工业产能利用率为 78%，国家统计局，2018.01.19.

²¹ 环保部：“散乱污”企业治理将向全国推广，人民日报，2018.02.28.

²² 2017 年四季度全国工业产能利用率为 78%，国家统计局，2018.01.19.

²³ 环保部：“散乱污”企业治理将向全国推广，人民日报，2018.02.28.

²⁴ 《生态环境公报 2017》，生态环境部

²⁵ 北方冬季最大污染源散煤采暖治理之策，陶光远，财新网，2017.08.24.

²⁶ 《2017 中国生态环境状况公报》，中国生态环境部。

²⁷ “大气十条”实施与评价：改善空气质量的“中国模式”，王金南等，环境保护，2018.02.01.

²⁸ 蓝天保卫战五年回顾与三年展望，贺克斌，2018 年西安及汾渭平原煤炭消费总量控制高峰论坛，2018.08.03.

²⁹ 专家解读《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，生态环境部网站，2018.07.06.

³⁰ 生态环境部：今年秋冬季空气质量稳中向好 速胜论悲观论不符实际，新华网，2018.12.28.

³¹ 环保部部长李干杰答记者问，生态环境部网站，2018.03.17.

³² 《大气十条》五年圆满收官 蓝天保卫战仍是“持久战”，经济日报，2018.02.28.

³³ 《环境经济政策年度报告 2017》，报告执笔人主要为：董战峰、李红祥、葛察忠、王金南、郝春旭、程翠云、龙凤、李晓亮等，责任作者：李红祥。

³⁴ 2018 年河南第一季度空气质量：重污染天数较去年同期减少 63.4% <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1596802127426558411&wfr=spider&for=pc>

³⁵ 河南煤控课题组，《河南省煤炭消费总量控制方案和政策研究（第五期）》，2018 年 10 月

³⁶ 同上

³⁷ 同上

³⁸ 河南煤控课题组，《河南省煤炭消费总量控制方案和政策研究（第四期）》，2018 年 3 月

³⁹ 同上

⁴⁰ 《山西省统计年鉴 2017》

- 41 《山西省环境状况公报 2013-2016》
- 42 《山西省环境状况公报 2017》
- 43 新华社，山西将关闭取缔城市、县城及周边烟花爆竹零售网点，http://www.xinhuanet.com/2018-09/22/c_129959063.htm
- 44 中国能源报，山西：降低煤耗刻不容缓，http://paper.people.com.cn/zgnyb/html/2018-09/17/content_1882123.htm
- 45 生态环境部通报 2018 年 9 月和 1-9 月空气质量状况，http://www.gov.cn/xinwen/2018-10/19/content_5332314.htm
- 46 山西煤控课题组，《山西省煤炭消费总量控制及对策建议研究报告》，2018 年 3 月
- 47 同上
- 48 山西煤控课题组，《山西省重点行业煤炭消费总量控制研究》，2018 年 11 月
- 49 同上
- 50 中国煤控项目电力课题组
- 51 中国煤控项目电力课题组
- 52 山西煤控项目，《山西省煤炭消费总量控制及对策建议研究报告》，2018 年 3 月
- 53 山西焦化：专业焦化旗舰从资产注入启航，未来望持续受益于山西国改推进 http://www.sohu.com/a/220939256_99927678
- 54 山西煤控课题组，《山西省重点行业煤炭消费总量控制研究》，2018 年 11 月
- 55 搜狐新闻，焦化行业耗能情况与指标分析 企业节能降耗尚有空间，http://www.sohu.com/a/238168949_754864
- 56 中国煤控项目就业课题组
- 57 山东煤控课题组，《山东省煤控实施现状、问题及对策研究》，2018 年 8 月
- 58 《山东省环境状况公报 2013-2017》
- 59 中国电力报，山东：压减煤炭消费 促转型保蓝天，http://www.cpn.com.cn/jnhb/hyzz/201810/t20181022_1099477.html
- 60 《山东省打赢蓝天保卫战作战方案》
- 61 山东煤控课题组，《山东煤控报告》，2017 年 7 月
- 62 中国煤控项目电力课题组
- 63 《内蒙古自治区生态环境保护“十三五”规划》
- 64 新华网，中央第二环境保护督察组向内蒙古自治区反馈“回头看”及专项督察情况，http://www.nmg.xinhuanet.com/nmgwq/bt/ywlibrary/2018-10/23/c_1123599410.htm
- 65 武汉煤控课题组，武汉市“十三五”煤炭消费总量控制方案和政策研究（五期），2018 年 11 月
- 66 同上
- 67 同上
- 68 同上
- 69 同上
- 70 同上
- 71 同上
- 72 同上
- 73 西安煤控课题组，《西安市煤炭消费总量控制方案与措施研究》，2018 年 3 月
- 74 西安煤控课题组，《西安市煤炭消费总量控制方案与措施研究 5 期》，2018 年 10 月
- 75 同上
- 76 同上
- 77 生态环境部通报 2018 年 9 月和 1-9 月空气质量状况，http://www.gov.cn/xinwen/2018-10/19/content_5332314.htm
- 78 淄博煤控课题组，《淄博市重点耗煤行业煤控措施及政策研究 第五期》，2018 年 11 月
- 79 淄博煤控课题组，《淄博市煤炭控制路径及对策研究》，2018 年 1 月
- 80 生态环境部通报 2018 年 9 月和 1-9 月空气质量状况，http://www.gov.cn/xinwen/2018-10/19/content_5332314.htm
- 81 中国能源报，汾渭平原：煤耗“减重”刻不容缓，http://paper.people.com.cn/zgnyb/html/2018-08/13/content_1874861.htm
- 82 同上
- 83 国务院新闻办，汾渭平原成为环境污染三大重点防控区域之一，<http://www.scio.gov.cn/32344/32345/37799/38461/zy38465/Document/1631629/1631629.htm>
- 84 贺克斌在“2018 年西安市及汾渭平原煤炭消费总量控制高峰论坛”的发言
- 85 同上
- 86 杨金田在“2018 年西安市及汾渭平原煤炭消费总量控制高峰论坛”的发言
- 87 同上
- 88 贺克斌在“2018 年西安市及汾渭平原煤炭消费总量控制高峰论坛”的发言
- 89 汾渭平原蓝天攻坚：产业减“重”如箭在弦，http://epaper.21jingji.com/html/2018-07/23/content_90652.htm