



中国大气污染防治回顾 与展望报告 2018

执行报告



中国煤炭消费总量控制方案和政策研究 (中国煤控研究项目)

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对公众身体健康的威胁，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，促进煤炭高效清洁利用和清洁能源替代，推进能源转型，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。了解更多详情，请登录：<http://coalcap.nrdc.cn/>

中国石油消费总量控制方案和政策研究 (中国油控研究项目)

中国是世界上第二大石油消费国和第一大石油进口国。石油是中国社会经济发展的重要动力，但随着石油消费量逐年攀升，石油及其相关产业也对生态环境和气候变化造成了严重破坏和影响，同时石油对外依存度上升也威胁着中国的能源供应安全。为应对气候变化和减少环境污染，自然资源保护协会(NRDC)和能源基金会中国(EF China)作为协调单位，与国内外政府研究机构、智库、科研院所和行业协会等十余家有影响力的机构合作，于 2018 年 1 月共同启动了“中国石油消费总量控制方案和政策研究”。



自然资源保护协会(NRDC)是一家国际非营利非政府环保机构，拥有逾 140 万会员及支持者。自 1970 年成立以来，以环境律师、科学家及环保专家为主力的 NRDC 员工们一直为保护自然资源、公共健康及环境而进行不懈努力。NRDC 在美国、中国、加拿大、墨西哥、智利、哥斯达黎加、欧盟、印度等国家及地区开展工作。请登录网站了解更多详情 www.nrdc.cn。

系列报告

- 《中国高耗能行业“一带一路”绿色产能合作发展报告》
- 《“一带一路”电力综合资源规划研究》
- 《中国现代煤化工的煤控实施与产业发展》
- 《煤炭行业继续深化供给侧结构性改革》
- 《供给侧结构性改革背景下如何实现煤炭行业的公正转型》
- 《气候变化风险及碳社会成本研究报告》
- 《中国实现全球 1.5°C 目标下的能源排放情景研究》
- 《钢铁行业供给侧结构性改革》
- 《推进水泥行业转型升级，实现绿色低碳发展》
- 《深化供给侧改革，助推实现部门积极煤控目标》
- 《建筑领域煤炭消费控制潜力及实施路径研究》
- 《持续推进电力改革 提高可再生能源消纳执行报告》
- 《中国对外援助综合管理机构改革研究》
- 《中国能源气候管理机构改革研究》
- 《中国散煤综合治理调研报告 2017》
- 《钢铁行业煤炭消费总量控制方案和政策研究》
- 《水泥行业煤控战略(计划)实施研究》
- 《中国散煤治理调研报告 2017》
- 《中国煤炭行业供给侧改革关键问题研究》
- 《城市低效燃煤总量配额交易政策建议报告》
- 《“去产能”政策对煤炭行业造成的就业影响研究》
- 《“十三五”电力行业控煤政策研究》
- 《煤化工产业煤炭消费量控制及其政策研究执行报告》
- 《建言“十三五”——中国煤炭消费总量控制规划研究报告》
- 《行业部门煤炭消费总量控制研究》
- 《煤炭消费总量控制目标的协同效应》
- 《城市煤炭总量控制方案政策和案例研究》
- 《省域温室气体总量控制与煤炭总量控制相互作用分析》
- 《碳排放控制与煤炭消费总量控制的约束及相互影响》
- 《建筑领域煤炭(电力)消费总量控制研究》
- 《基于煤炭消费总量控制的煤炭行业可持续发展研究》
- 《中国能源转型和煤炭消费总量控制下的金融政策研究》
- 《煤炭消费减量化对公众健康的影响和可避免成本》
- 《煤炭消费总量控制的就业影响》
- 《煤炭消费总量控制的财税政策研究》
- 《水泥行业煤炭消费总量控制方案及政策研究》
- 《电力行业煤炭消费总量控制方案和政策研究》
- 《中国能源统计系统改革的几点建议》
- 《2012 煤炭的真实成本》
- 《中国 2012 年能流图和煤流图编制及能源系统效率研究》
- 《煤炭使用对中国大气污染的贡献》

更多报告 请访问中国煤控研究项目网站：

<http://coalcap.nrdc.cn/>

中国煤控研究项目系列报告

《中国大气污染防治回顾与展望报告 2018》

执行报告

执行报告编写成员

贺克斌 李雪玉

研究报告专家组成员（按姓氏拼音首字母排序）

高佳佳 刘欢 童亚莉 王灿发 王堃 岳涛 张世秋

支持单位

中国油控研究项目 自然资源保护协会



前言

“雾霾”作为一个表征 PM_{2.5} 污染现象的常用词汇，于 2007 年首次出现于百度词条。随后几年，雾霾污染大面积扩散，并成为一种常态，每年几乎按照同样的路径和方式在中国大陆地区出现，从北京南下到黄渤海之间的平原地带，成为了雾霾的高发区域。2012 年 2 月 29 日，国家环保部正式批准发布了新修订的《环境空气质量标准》，增加了细颗粒物（PM_{2.5}）和臭氧（O₃）8 小时浓度限值监测指标，成为 2012 年最具影响力的事件，也拉开了一场持久的“治霾战役”的序幕。

2013 年，国务院发布《大气污染防治行动计划》（下文简称《大气十条》），着重强化以细颗粒物为重点的大气污染防治工作。

2015 年修订后的《环境保护法》以及史上最严格的环境督查制度的实施，被长久诟病的执法能力弱、有法不依、违法成本低等现象开始得到纠正，法律权威得以树立，社会组织和公众对环境保护的关注程度以及参与和推动的力度和行动倡导，达到了前所未有的新的高度。

2017 年，《大气十条》圆满收官，我国大部分区域的空气环境质量有了明显改善，超额实现了既定目标。在《大气十条》实施的五年，中国环境保护的重点开始从遏制污染持续恶化的趋势，向总体改善生态环境质量转变，与此同时，新的环境治理，特别是多主体、多向度、多手段的多元环境治理模式与格局日渐成型，环境管理也逐步从末端治理向源头控制以及全过程管理转变，尤为重要，中国社会经济发展的绿色转型，不仅为中国生态环境质量改善提供了重要机遇，更是有望将环境和生态保护内化到社会和经济发展的基础和关键。

2018 年，国务院发布《打赢蓝天保卫战三年行动计划》。此计划与《大气十条》一脉相承，其重要意义不仅在于空气质量目标的实现，更应该成为推动中国环境良性治理（善治）的重要机遇和环境善治体系形成并完善的关键时期，使得中国环境管理有可能有效、长治、益民。

这意味着，将环境管理的控制目标从污染物排放控制转向以体现民众健康保障和民众生活质量诉求的环境质量改善为目标，这个管理目标的确定，必然意味着诸多的污染控制措施和政策的转变，包括将从单纯控制污染排放到基于环境质量改善的污染物排放

总量控制、从总量 - 浓度控制到基于健康保障的环境质量 - 风险管理、从污染生产过程的末端治理到包括产业结构调整等在内的源头控制和全过程管理等风险防范管理模式的转变。

值此承上启下之际，中国煤控研究项目开展的大气污染防治回顾与展望的专题研究，旨在总结过去、立足当下、放眼未来，推动中国大气环境质量改善的进程。“蓝天幸福感”的最大价值，就在于让生态环保理念成为全社会的共同底蕴，不仅是为了当下的清新空气，更是为未来绿色发展留下宝贵的思想精神“富矿”，为美丽中国提供不竭的动力。



目录

1. 大气污染防治 五年攻坚之路	7
1.1 “大气十条”目标超额完成，空气质量整体改善	
1.2 结构调整取得重大突破	
1.3 建成全球最大的清洁高效煤电体系	
1.4 工业锅炉治理兼顾结构调整和排放控制	
1.5 VOCs 治理快速起步	
1.6 散煤治理成效显著	
1.7 机动车污染治理进入新阶段	
1.8 法制保障和经济政策更加有力	
1.9 大气环境管理制度发生转变	
2. 大气污染防治面临的新形势	40
2.1 煤炭消费面临反弹，产业结构依然偏重	
2.2 PM _{2.5} 浓度尚未达标，NO ₂ 浓度下降缓慢，O ₃ 浓度不降反升	
2.3 VOCs 治理是大气污染防治的深水区	
2.4 散煤治理是大气污染防治的最大难点	
2.5 机动车污染防治形势依然严峻	
2.6 决战之际，仍需强调善治	
3. 对未来大气污染防治工作的思考	52



大气污染防治 五年攻坚 之路



2013年，在“雾霾围城”的严峻形势下，国务院发布了《大气十条》，着重强化以细颗粒物（PM_{2.5}）为重点，为当时的大气污染防治工作指明了方向。

《大气十条》实施的五年，是新中国成立以来，能源结构调整力度最大、能耗下降速度最快以及主要常规污染物排放量削减最快的时期；是中国高度重视环境质量改善的战略性转型和中国环境管理制度发生转变的重要时期。在过去的五年中，大气污染防治从强调减排到减排与提升整体大气质量并重；从强调控制污染，到控制污染与防范污染影响并重；从针对重点污染源和重点区域到针对重点但不忽视大区域的全部污染源；从局地治理到大行政区域治理再到依据污染形成和迁移的区域共治；从强化污染削减到源头治理、结构调整与末端治理并行的全过程管理。

1.1 “大气十条”目标超额完成，空气质量整体改善

《大气十条》要求，经过五年的努力，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。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。

根据生态环境部2018年6月1日对《大气十条》实施情况终期考核结果的通报，《大气十条》确定的45项重点工作任务，全部按期完成。与2013年相比，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。¹

截至2017年，全国338个地级及以上城市PM₁₀平均浓度比2013年下降22.7%；京津冀、长三角、珠三角等重点区域PM_{2.5}平均浓度比2013年分别下降39.6%、34.3%、27.7%；北京市PM_{2.5}年均浓度降至58微克/立方米。图1-1比较了重点区域PM_{2.5}浓度下降幅度与《大气十条》的目标要求，经过五年的努力，中国全

¹ 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.

面、超额完成《大气十条》确定的环境空气质量改善目标。其中，珠三角区域 PM_{2.5} 平均浓度连续 3 年达标。

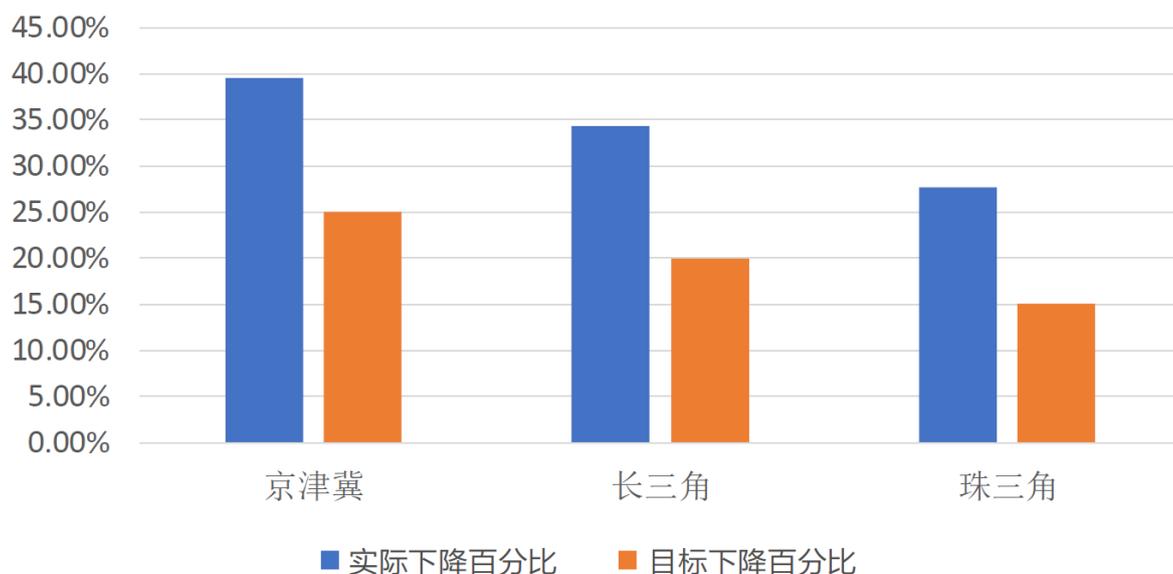


图 1-1 重点区域 PM_{2.5} 浓度下降百分比与《大气十条》目标比较

数据来源：《环境质量状况公报》（2013-2017 年），生态环境部。

如图 1-2 所示，2013-2017 年，74 个城市四种主要常规污染物 PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂、SO₂ 平均浓度整体呈下降趋势，五年分别下降 34%、30%、8% 和 56%。² 其中，二氧化硫、氮氧化物和一次细颗粒物分别下降了 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 59%、20% 和 29%。¹

² 《环境质量状况公报》（2013-2017 年），生态环境部。

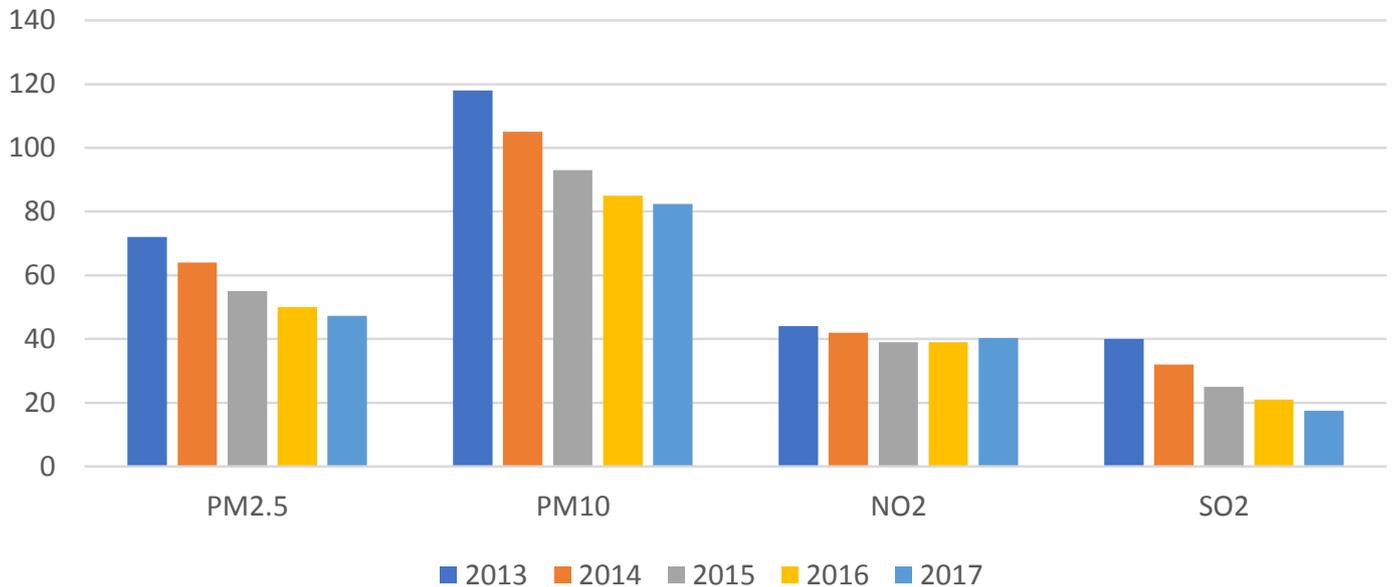


图 1-2 2013-2017 年四种常规污染物浓度变化趋势

数据来源：《环境质量状况公报》（2013-2017 年），生态环境部。

1.2 结构调整取得重大突破

2.1 煤炭消费比重持续下降

在能源结构调整方面，《大气十条》要求，到 2017 年，煤炭占能源消费总量比重降低到 65% 以下，非化石能源消费比重提高到 13%。

自 2013 年向污染宣战以来，中国煤炭消费总量占一次能源的比重持续下降。2013-2017 年煤炭消费量及其一次能源占比的变化趋势参见图 1-3。过去五年是新中国成立以来，能源结构调整力度最大、能耗下降速度最快的时期。³ 在过去五年里，中国煤炭消费下降 3.8 亿吨，3100 亿千瓦时电力替代了煤炭和油品，200 亿立方米天然气替代了

³ 统计数据显示能源结构正在进一步优化——我国进入能耗下降最快时期，李景，经济日报，2017.08.24.

燃煤⁴。如图 1-3 所示，2017 年能源消费总量 44.9 亿吨标煤，煤炭消费占能源消费总量的 60.4%，与 2013 年相比下降了 7 个百分点⁵。2017 年，天然气和非化石能源占比 20.8%，5 年内上升了 5.3 个百分点。⁶2017 年，非化石能源占比 13.8%。⁷煤炭消费占比和非化石能源占比均超额完成《大气十条》既定目标。

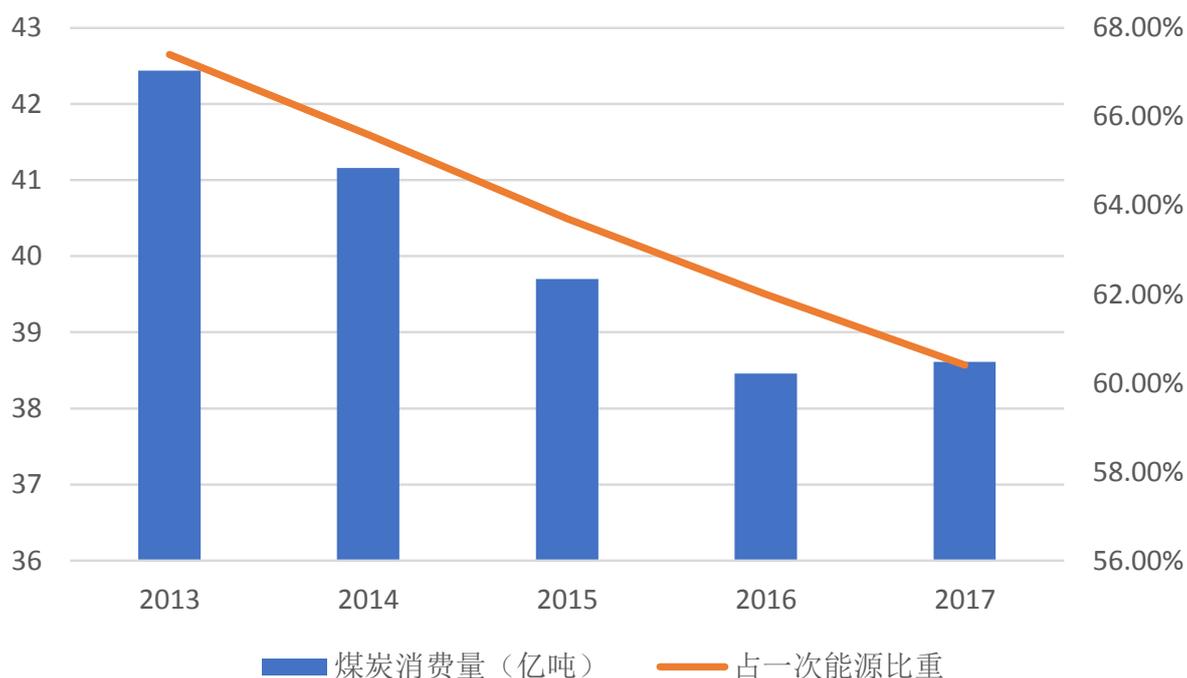


图 1-3 2013—2017 年煤炭消费量及其一次能源占比的变化

数据来源：《中国能源统计年鉴 2017》

值得注意的是，散煤治理在煤炭消费总量控制中的作用逐渐凸显。在《大气十条》实施的五年里，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

4 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.

5 《生态环境公报 2017》，生态环境部。

6 数据参考《中国能源统计年鉴 2017》，国家统计局。

7 《中国电力发展报告 2017》

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。如果散煤没有减量，那么煤炭消费增速将上升至 2.1%。

2.2 产业结构调整重点淘汰落后产能和整治散乱污企业

《大气十条》强调严格节能环保准入、优化产业空间布局。在东部、中部和西部地区实施差别化的产业政策，对京津冀、长三角、珠三角等区域提出更高的节能环保要求。强化环境监管，严禁落后产能转移。结合化解过剩产能、节能减排和企业兼并重组，有序推进位于城市主城区的钢铁、石化、化工、有色金属冶炼、水泥、平板玻璃等重污染企业环保搬迁、改造，到 2017 年基本完成。

《大气十条》实施的五年，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，其对大气污染治理贡献明显。五年间，我国淘汰落后产能和化解过剩产能，其中钢铁 2 亿多吨、水泥 2.5 亿吨、平板玻璃 1.1 亿吨重量箱、煤电机组 2500 万千瓦。仅 2017 年，就全面清零 1.4 亿吨地条钢，同时清理整顿了“2+26”城市涉气“散乱污”企业 6.2 万余家。⁸

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。⁹具体到京津冀地区的大气污染防治，2017 年“2+26”城市“散乱污”企业整治对 PM_{2.5} 浓度下降贡献率达 30%。¹⁰

2.3 交通运输结构调整开局良好

《大气十条》强调了产业结构优化和能源结构调整，虽然未提出交通运输结构调整，但在强化移动源污染防治方面提出了明确思路，为《打赢蓝天保卫战三年行动计划》中提出的调整交通运输结构提供了良好的开局。

在过去的五年里，中国初步建立了事前信息公开、事中达标监管、事后环保召回的新车环境管理制度。2017 年依法实施新生产机动车、非道路移动机械环保信息公开制度。加快机动车排放标准升级，全面实施机动车国五排放标准。2017 年 12 月，生态环境部首次处罚违法生产销售排放不合格汽车行为，罚款 3800 多万元。同时，加大在用车环境监管力度，强化排放检验机构监督管理。

在提升铁路货运比例方面，天津港等环渤海港口煤炭集疏港运输实现“公转铁”，

8 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.

9 2017 年四季度全国工业产能利用率为 78%，国家统计局，2018.01.19.

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

2017年10月1日零时起，环渤海港口煤炭运输全部改由铁路集疏港。据观测，经由北京延庆的运煤货车日均减少3000-4000辆，下降约50%，内蒙古西部-北京-天津港公路沿线大约可减少氮氧化物排放量超过50吨/天，降低沿线区域细颗粒物年均值2微克/立方米以上。¹¹

全国铁路货运占比扭转多年连续下滑趋势。2017年，全国铁路货运量占全社会货运量的比例由2016年的7.6%提升到2017年的7.7%，提升0.1个百分点，扭转了2005年以来铁路货运占比连年下滑趋势。¹²

目前，中国已经初步建立起了中国机动车环境管理新模式，初步形成了“油路车企”全面统筹、协同推进的良好局面，为下一步的交通运输结构调整奠定了基础。关于移动源污染排放控制的详细信息可参见本章第5节。

1.3 建成全球最大的清洁高效煤电体系

集中力量在重点领域、重点行业推进重大减排工程项目建设，是我国大气污染防治的一个鲜明特点。占全国煤耗近一半的煤电行业，在党的十八大做出“大力推进生态文明建设”的战略决策后，迎来了节能减排的最强音。2014~2015年，《煤电节能减排升级与改造行动计划(2014~2020)》和《全面实施燃煤电厂超低排放和节能改造工作方案》等国家级的政策方案出台，将我国煤电机组污染排放标准推上了新的高度，二氧化硫排放浓度等指标远超欧美标准，成为“世界最严”。¹³ 李克强总理在国务院常务会议上向有关部门明确了一项治霾的“硬任务”：在2020年前，对燃煤机组全面实施超低排放和节能改造。据了解，全国燃煤机组超低排放和节能改造完成后，每年可节约原煤约1亿吨、减少二氧化碳排放1.8亿吨，电力行业主要污染物排放总量可降低60%左右。¹⁴

自此，煤电超低排放和节能改造大规模推进。改造后燃煤电厂的SO₂、NO_x和烟尘排放限值分别比国家排放标准降低83%、50%和67%，达到天然气电厂排放水平。根

11 《中国机动车环境管理年报》（2018），生态环境部。

12 专家解读三年行动计划 正研究制定全国运输结构调整方案，第一财经，2018.07.05.

13 煤电：清洁高效转型发展，卢彬，中国能源报，2017.09.18.

14 国家力推燃煤电厂改造降低污染排放，陈炜伟，新华社，2015.12.02.

据统计，2015 年全国煤电超低排放改造助力电力行业减排成效显著，烟尘、二氧化硫、氮氧化物与此前排放峰值相比，分别下降了 93.3%、85.2%、82.0%。¹⁵2016–2017 年，超低排放改造时限提前，东、中、西部地区满足改造条件的燃煤电厂要分别于 2017、2018、2020 年前完成相应改造工作。2017 年，我国累计完成燃煤电厂超低排放改造 7 亿千瓦，占煤电机组总装机容量的 71%。到目前为止，中国已建成全球最大的清洁高效煤电体系，全国超过半数的燃煤机组已完成超低排放的改造，京津冀区域已完成全部燃煤机组的超低排放改造。燃煤脱硫机组装机容量即占到煤电总装机总量的 99% 以上、脱硝机组装机容量占火电总装机的 92% 以上。¹⁶ 据工程院评估报告分析，燃煤电厂超低排放改造在全国 SO₂ 和 NO_x 近五年的减排量中分别占 29% 和 47%，排在前两位。

随着电力行业超低排放的快速、大规模完成，雾霾治理正沿着从电力行业到非电行业再到散煤燃烧的路径逐步推进。

1.4 工业锅炉治理兼顾结构调整和排放控制

4.1 治理政策以淘汰和禁限建等强制措施为主

过去 5 年，随着环境管理要求不断严格，我国工业锅炉大气污染防治措施主要集中在淘汰落后锅炉、提升污染治理水平、加快实施升级改造、强化基础数据管理等方面，且逐步由“低效锅炉改造”、“煤炭消费减量替代”等节能环保综合提升为主转变为以燃煤小锅炉淘汰、禁建和限建等强制措施为主，治理力度不断加强。

2013 年 9 月，国务院发布《大气十条》，就工业锅炉大气污染防治的内容主要包括两个方面：

1. 从结构上对锅炉使用提出要求。主要内容为：全面整治燃煤小锅炉。加快推进集中供热、“煤改气”、“煤改电”工程建设，到 2017 年，除必要保留的以外，地级及以上城市建成区基本淘汰每小时 10 蒸吨及以下的燃煤锅炉，禁止新建每

¹⁵ 火电行业年度发展情况盘点，中国能源报，2016.12.26。

¹⁶ 中国改善空气质量的“模式”出来了：环保部专家概括为 20 个字，章轲，第一财经，2018.02.02。

小时 20 蒸吨以下的燃煤锅炉；其他地区原则上不再新建每小时 10 蒸吨以下的燃煤锅炉。在供热供气管网不能覆盖的地区，改用电、新能源或洁净煤，推广应用高效节能环保型锅炉。在化工、造纸、印染、制革、制药等产业集聚区，通过集中建设热电联产机组逐步淘汰分散燃煤锅炉。

2. 从大气污染防治技术上对锅炉污染防治提出要求。主要内容为：加快重点行业脱硫、脱硝、除尘改造工程建设。每小时 20 蒸吨及以上的燃煤锅炉要实施脱硫。燃煤锅炉和工业窑炉现有除尘设施要实施升级改造。

此后，国家相关部门相继发布工业锅炉治理政策。本报告梳理了过去五年工业锅炉大气污染防治政策及相关要求，详见表 1-1。

表 1-1 工业锅炉大气污染防治的相关政策要求

2013.09	国务院	《大气污染防治行动计划》	到 2017 年，除必要保留的以外，地级及以上城市建成区基本淘汰 10 蒸吨及以下的燃煤锅炉，禁止新建每小时 20 蒸吨以下的燃煤锅炉；每小时 20 蒸吨及以上的燃煤锅炉要实施脱硫。燃煤锅炉现有除尘设施要实施升级改造。
2014.05	国家发展改革委	《2014—2015 年节能减排低碳发展行动方案》（国办发〔2014〕23 号）	加快更新改造燃煤锅炉。开展锅炉能源消耗和污染排放调查。实施燃煤锅炉节能环保综合提升工程。全面推进燃煤锅炉除尘升级改造，对容量 20 蒸吨 / 小时及以上燃煤锅炉全面实施脱硫改造。
2014.10	国家发展改革委	《燃煤锅炉节能环保综合提升工程实施方案》（发改环资〔2014〕2451 号）	加快推广高效锅炉，淘汰落后锅炉；提升锅炉运行水平和锅炉污染治理水平，推动高效锅炉产业化和燃料结构优化调整，构建锅炉安全、节能与环保三位一体的监管体系。
2014.12	国家发展改革委	《重点地区煤炭消费减量替代管理暂行办法》（发改环资〔2014〕2984 号）	重点地区（北京市、天津市、河北省、山东省、上海市、江苏省、浙江省和广东省的珠三角地区），燃煤锅炉节能环保综合提升工程，燃煤锅炉改造和分散落后锅炉淘汰项目。
2015.02	工业和信息化部	《工业领域煤炭清洁高效利用行动计划》（工信部联节〔2015〕45 号）	在焦化、工业炉窑、煤化工、工业锅炉等重点用煤领域加强对能耗高、污染重的工艺装备技术改造，推广应用一批先进适用、经济合理、节能减排潜力大的煤炭清洁高效利用技术，加快落后窑炉、锅炉淘汰步伐，从源头减少煤炭消耗及污染物的产生，并配套相应的末端治理措施。

2015.04	国家能源局	《煤炭清洁高效利用行动计划（2015—2020年）》（国能煤炭[2015]141号）	实施燃煤锅炉提升工程，推广应用高效节能环保型锅炉。新生产和安装使用的20蒸吨及以上燃煤锅炉应安装高效脱硫和高效除尘设施；到2017年地级及以上城市建成区基本淘汰10蒸吨/小时及以下的燃煤锅炉；天津市、河北省地级及以上城市建成区基本淘汰35蒸吨/小时及以下燃煤锅炉。
2017.07	国家质量监督检验检疫总局	《关于在京津冀及周边地区实行锅炉节能环保特别要求的通知》（质检办特[2017]967号）	针对京津冀大气污染传输通道城市（“2+26”城市），严格限制新增燃煤锅炉，限制淘汰锅炉的使用，加强已淘汰锅炉的管理。强化锅炉基础数据管理，确保在用锅炉数据真实有效。

近五年来，锅炉的使用越来越受到能源政策和节能、环保要求的制约，锅炉综合整治已成为大气污染治理的重点，本报告总结梳理了国家及30多个地方政府（港澳台除外）一系列工业锅炉治理相关法律法规和政策规划的基础上，将工业锅炉污染防治措施归纳为以下几类：

- ① 京津冀、长三角、珠三角等有条件的重点区域地级以上城市建成区内的煤改气、煤改电等清洁化改造进程不断加快；
- ② 人口密集、锅炉使用量大的城镇、城市近郊，在热电联产集中供热管网能覆盖的地区，鼓励发展热电联产、集中供热等供热方式；
- ③ 针对天然气等清洁能源供应和保障不足且供热管网不能覆盖的地区，加快煤改生物质、煤改其他新能源等清洁化改造；
- ④ 针对20 t/h以上燃煤工业锅炉，实施技术改造全面提升污染治理水平，确保污染物稳定达标排放；
- ⑤ 随着北方清洁取暖和散煤治理工作的推进，目前京津冀及周边多地在建成区内开展“禁煤区”建设或35蒸吨及以下的燃煤锅炉的淘汰工作。

4.2 排放标准加严

2014年，《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271）迎来了第三次修订，修订的主要内容包括：

- ① 增加了燃煤锅炉氮氧化物、汞及其化合物的排放限值；
- ② 规定了大气污染物特别排放限值；
- ③ 取消了按功能区和锅炉容量执行不同排放限值的规定；
- ④ 取消了燃煤锅炉烟尘初始排放浓度限值；
- ⑤ 提高了各项污染物排放控制要求。

表 1-2 比较了 GB 13271-2001 和 GB 13271-2014 燃煤锅炉颗粒物主要大气污染物排放限值。GB 13271-2014 燃煤锅炉控制污染物从“烟尘、烟气黑度、二氧化硫”扩展到“颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、烟气黑度、汞及其化合物”五种污染物，同时排放限值更加严格。

表 1-1 GB 13271-2014 和 GB 13271-2001 燃煤锅炉主要污染物排放限值

排放标准	类别	颗粒物	二氧化硫	氮氧化物	汞及其化合物
		mg/m ³			
GB 13271-2001	自然通风锅炉 - 一类区	80			
	自然通风锅炉 - 二类区	120			
	其他锅炉 - 一类区	80	900	—	—
	其他锅炉 - 二类区	200			
	其他锅炉 - 三类区	250			
GB 13271-2014	在用锅炉	80	400、550*	400	
	新建	50	300	300	0.05
	特别排放限值	30	200	200	

* 位于广西壮族自治区、重庆市、四川省和贵州省的燃煤锅炉执行该限值。

随着 2014 年《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014) 的发布,北京、天津、上海、杭州、河北、山东等省市纷纷出台了更加严格的地方标准。随着燃煤电厂等行业超低排放技术的发展,山东、河北等地也纷纷提出燃煤工业锅炉超低排放的限值。表 1-3 和图 1-4 汇总了目前我国国家及地方燃煤工业锅炉污染物排放标准。从表中可以看出,地方燃煤锅炉的污染物控制要求要严于国家标准,且因地制宜,其中北京市的排放要求最为严格,山东省核心地区燃煤工业锅炉实行超低排放明显严于其他地区的相关要求。多数省市将汞及其化合物纳入排放标准,其中陕西省关中地区和杭州市汞及其化合物排放标准严于国家标准。

表 1-2 国家及地方燃煤工业锅炉污染物排放标准

地区	标准名称	说明	颗粒物	二氧化硫	氮氧化物	汞及其化合物
			mg/m ³			
全国	锅炉大气污染物排放标准 GB 13271-2014	在用	80	400	400	0.05
		新建	50	300	300	0.05
		特别排放限值	30	200	200	0.05
北京市	锅炉大气污染物排放标准 DB11/139-2015	在用	5	10	80	0.05
		新建	5	10	30	0.05
天津市	锅炉大气污染物排放标准 DB12/151-2016	在用	30	100	200	0.05
		新建	20	50	150	0.05
上海市	锅炉大气污染物排放标准 DB31/387-2014	在用 (2020.9.30 止)	20	100	150	—
		在用 (2020.10.1 起)	10	20	80	—
		新建	10	10	50	—
新疆	燃煤锅炉大气污染物排放 标准 DB 65/2154-2010	在用	50	200	—	—
河北省	《锅炉大气污染物排放标 准 (征求意见稿)》	在用、新建扩建、改建	10	35	50	0.05
山东省	《锅炉大气污染物排放标 准 (征求意见稿)》	在用	20	200	300	0.05
		新建 - 核心区	5	35	50	0.05
		新建 - 重点区	10	50	100	0.05
		新建 - 一般区	10	50	200	0.05
广东省	《锅炉大气污染物排放标 准 (再次征求意见稿)》	在用 - 珠三角	30	200	200	0.05
		在用 - 其他地区	50	300	300	0.05
		新建	30	200	200	0.05
		特别排放限值	10	35	50	—
陕西省	《锅炉大气污染物排放标 准 (征求意见稿)》	关中地区	10	35	50	0.03
		陕北、陕南地区	30	100	200	0.05
杭州市	《锅炉大气污染物排放标 准》 (征求意见稿)	在用、新建	20	50	150	0.03

地区	标准名称	说明	颗粒物	二氧化硫	氮氧化物	汞及其化合物
			mg/m ³			
成都市	《锅炉大气污染物排放标准》（征求意见稿）	在用	30	200	200	0.05
		新建			禁排	

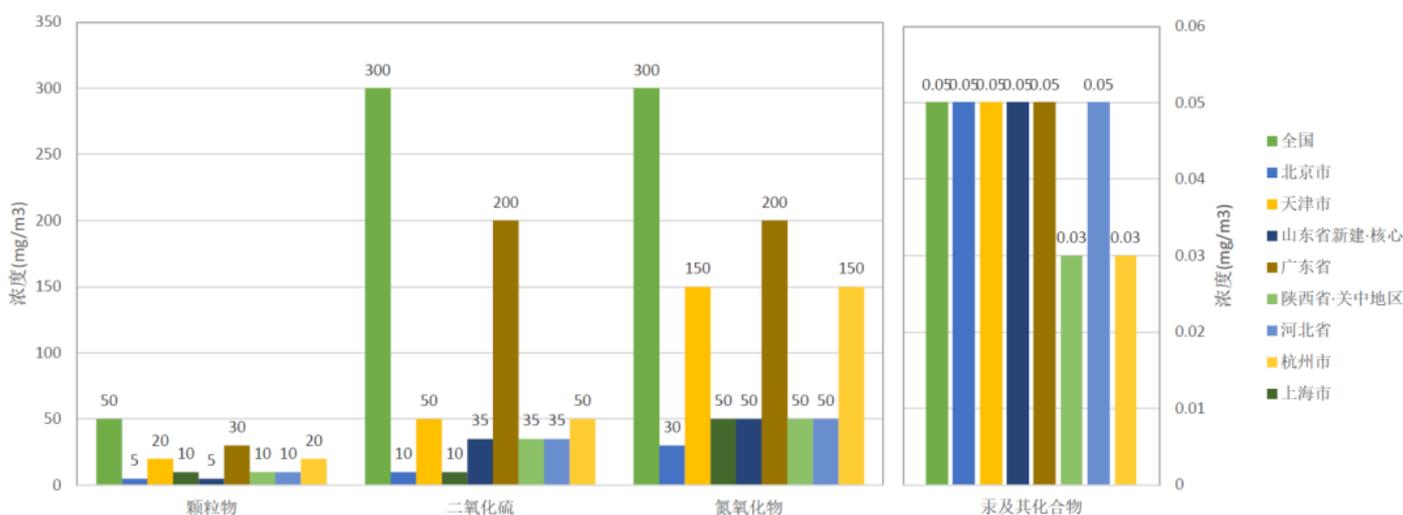


图 1-4 国家级地方主要省市燃煤工业锅炉污染物排放标准比较

4.3 排放控制技术不断进步

《大气十条》实施以来，特别是新的《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）颁布以来，燃煤锅炉大气污染物的治理快速发展，下文以超低排放、除尘、脱硫、脱硝及脱汞技术进展分别论述。

在工业锅炉超低排放方面，2015年，山东省率先发布《关于加快推进燃煤机组（锅炉）超低排放的指导意见》，提出“燃煤锅炉进行超低排放改造后，主要大气污染物烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放浓度在基准氧含量9%条件下，分别不高于10、50、200 mg/m³，重点地区氮氧化物排放浓度不高于100 mg/m³。”

在除尘方面，我国工业锅炉除尘工作开展得比较早，自2014年以来，我国燃煤工业锅炉颗粒物控制从200 mg/m³收严到80 mg/m³、50 mg/m³和30 mg/m³，部分地

方标准甚至收严到 20 mg/m^3 和 10 mg/m^3 。随着标准的不断加严，除尘技术从早期的多管、旋风除尘为主，到之后湿法除尘的快速发展，再到目前随着排放限值的加压，为实现颗粒物的深度治理，布袋除尘、静电除尘和电袋复合除尘已经成为主流的除尘工艺。

在脱硫方面，随着排放标准对工业锅炉二氧化硫的排放要求不断加严，工业锅炉二氧化硫控制措施应用比例不断提高。GB 13271-2014 发布前，中小型锅炉烟气净化技术以钠碱法和钠钙双碱法为主；GB 13271-2014 发布后，石灰石-石膏湿法脱硫技术在执行特别排放限值或超低排放要求下的大型锅炉中应用逐渐增多。¹⁷

在脱硝方面，2014 年新修订的《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）中增加了对于燃煤工业锅炉氮氧化物的排放限值要求，其中在用燃煤工业锅炉自 2015 年 10 月 1 日起才执行该排放标准。燃煤工业锅炉 NO_x 治理技术在近年来得到较大的发展，对于层燃炉多采用低氮燃烧技术、低氮燃烧 + SNCR 或 SCR 控制技术；对于循环流化锅炉多采用 SNCR 或 SNCR-SCR 联合脱硝技术等。

在脱汞方面，现有大部分工业锅炉还处于利用现有大气污染控制技术协同脱汞的阶段，专门脱汞技术研究还处于起步阶段，没有完善的技术可以利用。不同的污染物控制设施对汞的协同脱除效率有一定的差异。机械除尘和湿法除尘对汞的去除效率在 20% 左右，但是布袋除尘 + 干法脱硫 / 湿法脱硫或者 SCR + 布袋除尘 / 静电除尘 + 湿法脱硫对汞的协同去除效率均在 80% 以上。

4.4 工业锅炉正向大容量、高参数、高效能、低排放的方向发展

通过上述工作的全面实施，特别是从 2015 年以后，由于环保的持续高压，各地在淘汰燃煤小锅炉方面取得了显著的效果。全国范围内 20 t/h 及以下特别是 10 t/h 及以下的小容量燃煤锅炉数量正逐年大幅下降。

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¹⁸。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，目前只剩下不到一百台。

17 《污染源源强核算技术指南 锅炉（征求意见稿）》，生态环境部

18 《生态环境公报 2017》，生态环境部。

表 1-4 2017 年我国部分省市燃煤工业锅炉淘汰量梳理¹⁹

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。

从图 1-5 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%。

¹⁹ 各省环境状况公报，生态环境部，<http://www.mee.gov.cn/hjzl/zghjzkqb/gshjzkqb/>

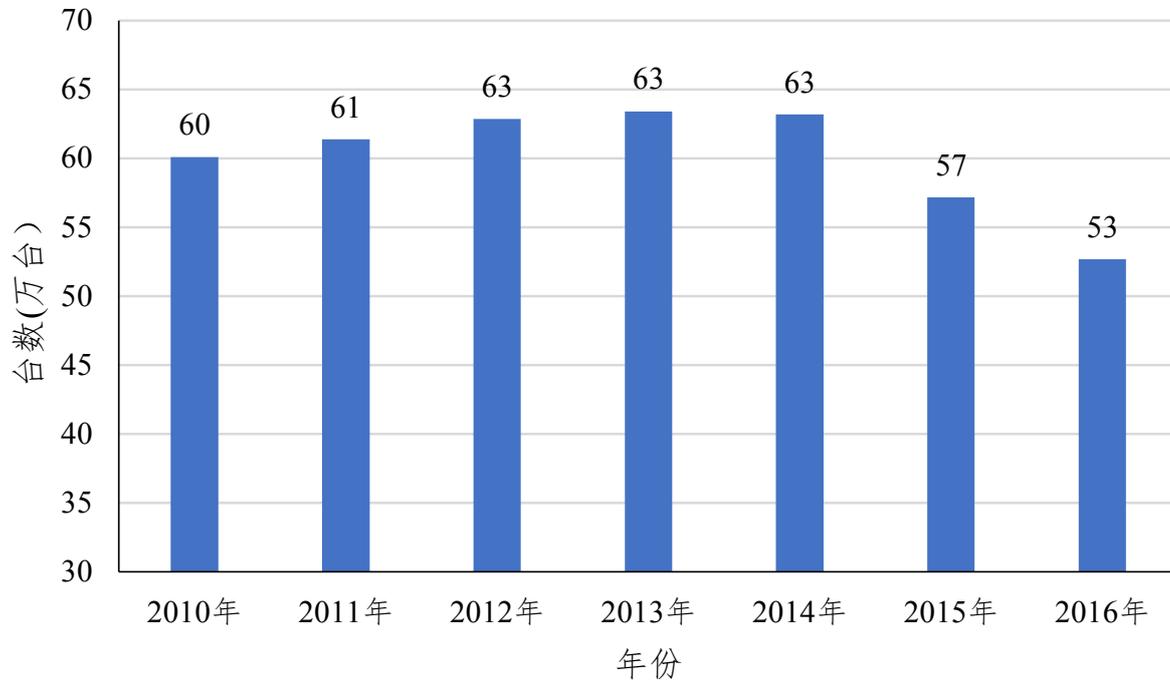


图 1-5 2010—2016 年我国工业锅炉台数变化^{20,21}

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。

20 国家质量监督检验检疫总局 . 质检总局关于 2010-2016 年全国特种设备安全状况情况的通报 . <http://www.aqsq.gov.cn/>.

21 中国电力企业联合会 . 2010-2016 年电力工业统计基本数据 . <http://www.cec.org.cn/>.

1.5 VOCs 治理快速起步

相比颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等污染治理，VOCs 防治在我国相对滞后。鉴于其对大气臭氧和二次有机颗粒物的重要作用，及其健康效应风险，2010 年，国家开始将挥发性有机物的控制提上日程，国务院转发的《关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量的指导意见》中，首次正式将 VOCs 列为继 SO₂、NO₂ 和 PM₁₀ 之后拟重点防控的大气污染物。2012 年底出台的我国首部综合性大气污染防治规划《重点区域大气污染防治“十二五”规划》中，首次明确提出要控制挥发性有机污染物。《大气十条》实施的五年，中国 VOCs 治理进入起步阶段。

5.1 不断完善相关法律、法规和技术政策体系

《大气十条》对 VOCs 防治要求主要体现在两方面，一是提出将 VOCs 纳入排污费征收范围；二是实施行业 VOCs 综合整治，包括石化、有机化工、表面涂装、包装印刷等。

继《大气十条》之后，国家先后出台 VOCs 防治的相关政策：

- 2013 年，环保部等部委发布《京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则》，要求京津冀及周边地区 2014 年底完成油气回收治理，2015 年底在石化企业完成有机废气综合治理，2017 年底对重点行业的 559 家企业开展 VOCs 综合治理。
- 2014 年 12 月，环保部发布《石化行业挥发性有机物综合整治方案》，针对基础较好的石化行业提出明确的整治节点，指出“2015 年底前，全国石化行业全面开展 LDAR 工作，京津冀、长三角、珠三角等区域石化行业完成 VOCs 综合整治工作，其他区域石化行业全面开展 VOCs 综合整治工作”、到“2017 年 7 月前，全国石化行业基本完成 VOCs 综合整治工作，建成 VOCs 监测监控体系”。
- 2015 年，财政部、发改委及环保部联合发布《挥发性有机物排污收费试点办法》（财税〔2015〕71 号）对石油化工业和包装印刷行业排放 VOCs 按照排放量进行收费。
- 2016 年，工信部与财政部共同发布《重点行业挥发性有机物削减行动计划》（工信部联节〔2016〕217 号），针对 VOCs 排放量占工业排放总量的 80% 以上的石油炼制与石油化工、涂料、油墨、胶粘剂、农药、汽车、包装印刷、橡胶制品、合成革、家具、制鞋等行业要求实施原料替代、技术工艺改造、回收及综合

治理工程，到 2018 年，工业行业 VOCs 排放量比 2015 年削减 330 万吨以上。

- 同年，环保部发布《国家先进污染防治技术目录（VOCs 防治领域）》，筛选出 18 种全过程控制技术，并指出其适用范围。
- 2017 年 1 月，国务院印发《“十三五”节能减排综合工作方案》，将 VOCs 纳入减排目标，并提出到 2020 年 VOCs 排放总量比 2015 年下降 10% 以上。

各地方以国家政策为依托，分别制定并出台相应的政策，对 VOCs 进行专项管控，详见表 1-5。

表 1-5 地方性 VOCs 防治政策及具体目标

政策文件	目标
北京市 2013-2017 年清洁空气行动计划重点任务分解；关于发布 2013 年重点企业强制性清洁生产审核名单的通知；北京市工业污染源 VOCs 总量减排核算细则；京津冀及周边地区大气污染联防联控 2015 重点工作	减排 VOCs 5000 吨（2013）；高污企业退出 300 家、支持环保技改工程 129 项，燕化公司和汽车制造等重点行业减排 VOCs 1.4 万吨（2014 年）；减排 VOCs 1.35 万吨，减少无组织 VOCs 排放 50%（2015 年）；重点行业 VOCs 排放量削减 50%（2017 年）
上海市清洁空气行动计划（2013-2017）；上海市环境保护局关于开展本市挥发性有机物排放重点企业污染治理工作的通知；上海市工业挥发性有机物治理和减排方案；上海市挥发性有机物排污收费试点实施办法	形成 256+1744 家 VOCs 治理企业名录（2015 年）；工业源 VOCs 减排 8 万吨/年（2015 年）；VOCs 减排总量 50% 以上（2017 年）
广州市建筑施工扬尘和挥发性有机物排污费征收重大行政决策工作方案；广州市 VOCs 中三苯排放量核算方法；关于开展挥发性有机物中三苯排污费征收工作的通知	重点行业 VOCs 排放总量比 2013 年明显下降（2014 年）；对三苯征收排污费（2015 年）；完成 60% 省级 VOCs 重点监管企业及 VOCs 年排放量在 500 吨以上的市级重点监管企业的综合整治（2017 年）
浙江省挥发性有机物污染整治方案；关于进一步加强石化行业挥发性有机物综合整治的通知；浙江省工业企业挥发性有机物泄露检测与修复技术要求	炼化与化工、涂装、合成革 3 个重点行业的 VOCs 污染整治（2015 年）；所有石化企业开展一轮 LDAR 技术改造（2015 年）；13 个主要行业的 VOCs 污染整治，监测、监控、预警和应急体系（2020 年）
山东省石化等四个重点行业挥发性有机物综合整治方案；济南市重点行业挥发性有机物整治实施细则；济南市加强安全环保节能管理加快化工产业转型升级实施方案	VOCs 治理项目完成率 50% 以上（2015 年），80% 以上（2016 年）；相对 2015 年 VOCs 排放总量削减 30% 以上，建立 VOCs 信息申报和管理平台（2017 年）

5.2 落实 VOCs 排污收费试点工作

以国家发展改革委、财政部和环境保护部联合发布的《挥发性有机物排污收费试点办法》（财税〔2015〕71号）和《关于制定石油化工及包装印刷等试点行业挥发性有机物排污费征收标准等有关问题的通知》（发改价格〔2015〕2185号）为伊始，自2015年10月1日起在全国范围内对石油化工、包装印刷行业进行试点开征VOCs排污费。

试点范围为石油化工行业中的原油加工及石油制品制造、有机化学原料制造、初级形态塑料及合成树脂制造、合成橡胶制造、合成纤维单（聚合）体制造和仓储业，以及包装印刷行业的包装装潢印刷。各地也相继制定并发布相应的VOCs收费办法和实施细则，对收费行业范围、收费费率和收费方式等作出规定。

《挥发性有机物排污收费试点办法》的颁布实施迫使未对VOCs进行防治的大型企业全面启动减排工作，尤其是北京、上海等管理要求高、执法力度强的地区，企业自身开始积极寻求提高清洁生产水平、降低VOCs排放量的方法和措施，极大的推进了污染防治工作。

表 1-6 各省市 VOCs 排污收费办法

地区	行业	费率	实施日期	说明
北京	石油化工、汽车制造、电子、印刷、家具制造	基本收费标准为 20 元 / 千克	2015 年 10 月 1 日	排放浓度低于本市限值 50%，且当月未受到环境保护部门处罚的，收取 10 元 / 公斤，环保违法者加倍未安装废气治理设备，或运行不正常，或超标的，收取 40 元 / 公斤。
上海	石油化工、船舶制造、汽车制造、包装印刷、家具制造、电子等 12 个大类行业中的 71 个中小类行业	自 2015 年 10 月 1 日起（第一阶段）收费标准为 10 元 / 千克，自 2016 年 7 月 1 日起（第二阶段）收费标准为 15 元 / 千克，自 2017 年 1 月 1 日起（第三阶段）收费标准为 20 元 / 千克	2015 年 10 月 1 日	排放浓度低于本市限值 50%，且当月未受到环境保护部门处罚的，收取 50% 排污费；未安装废气治理设备或运行不正常或超标的，倍收取排污费。其中，对淘汰类相关企业按收费标准的 2 倍计收排污费，对限制类相关企业按收费标准的 1.5 倍计收排污费。
天津	石油化工、包装印刷	10 元 / 千克	2016 年 5 月 1 日	排放浓度低于本市或国家限值 50%，收取 50% 排污费；浓度和总量超标的，按收费标准加 1 倍；同时存在上述两种情况，加 2 倍征收排污费。
安徽	石油化工、包装印刷等	每污染当量 1.20 元	2015 年 10 月 1 日	企业 VOCs 排放浓度值或总量超标的，按收费标准加 1 倍；同时存在上述两种情况的，加 2 倍征收排污费。

江苏	石油化工、包装印刷	2016年1月1日起，每污染当量3.6元；2018年1月1日起，每污染当量4.8元	2016年1月1日	企业VOCs排放浓度在限值80%~100%之间，按基准收费；在规定限值50%~80%，按基准80%收费；低于限值50%，按基准50%收费；浓度超标（国标或地标）或总量超标的，按收费标准加1倍；同时存在上述两种情况的，加2倍征收排污费。
河北	石油化工、包装印刷	2016年1月1日起，每污染当量2.4元；2017年1月1日起，每污染当量4.8元；2020年1月1日起，每污染当量6元	2016年1月1日	排放浓度低于本市限值50%，收取50%排污费；企业污染治理设施由第三方运营的，减免5%排污费；企业VOCs排放浓度值或总量超标的，或生产工艺装备产品属淘汰类，按两倍收费，上述三种情况叠加征收。
湖南	石油化工、包装印刷	每污染当量1.20元	2016年3月1日	浓度超标（国标或地标）或总量超标的，按收费标准加1倍；同时存在上述两种情况的，加2倍征收排污费；排放浓度低于本市或国家限值50%，收取50%排污费。
四川	石油化工、包装印刷等	每污染当量1.20元	2016年3月1日	排放浓度低于限值50%，且当月未受到环境保护部门处罚的，征收标准为每当量0.6元浓度和总量超标的征收标准为每当量3.6元；同时存在上述三种情况的，征收标准为每当量4.8元。
辽宁	石油化工、包装印刷	每污染当量1.20元	2016年4月1日	浓度超标（国标或地标）或总量超标的，按收费标准加1倍；同时存在上述两种情况的，加2倍征收排污费；排放浓度低于本市或国家限值50%，收取50%排污费。
山东	石油化工、包装印刷	2016年6月1日起，每污染当量3.0元；2017年1月1日起，每污染当量6.0元	2016年6月1日	企业VOCs排放浓度在国标或地标限值75%~100%，按基准收费；在规定限值50%~75%，按标准的75%收费；低于限值50%，减半征收浓度超标（国标或地标）或总量超标的，按收费标准加1倍。
浙江	石油化工、包装印刷等	2016年7月1日起，每污染当量3.6元；2018年1月1日起，每污染当量4.8元	2016年7月1日	--
海南	石油化工、包装印刷	每污染当量1.20元	2016年8月1日	排放浓度低于限值50%，且当月未受到环境保护部门处罚的，征收标准为每当量0.6元浓度和总量超标的征收标准为每当量2.4元；同时存在任意两种情况的，征收标准为每当量3.6元；同时存在上述三种情况的，征收标准为每当量4.8元。

山西	石油化工、包装印刷等	太原市每污染当量 1.80 元，其它地市每污染当量 1.20 元	2016 年 9 月 1 日	浓度和总量高于本市和国家限值的，按收费标准加 1 倍；同时存在上述两种情况，加 2 倍征收排污费；排放浓度低于本市或国家限值 50%，收取 50% 排污费。
湖北	石油化工、包装印刷	每污染当量 1.20 元	2016 年 10 月 1 日	浓度超标或总量高于国标、地标的按收费标准加 1 倍同时存在上述两种情况的，加 2 倍征收排放浓度在国标或地标限值 70% ~ 90%，按标准的 80% 收费；在规定限值 50% ~ 70%，按标准的 60% 收费；低于限值 50%，减半征收。
江西	石油化工、包装印刷	每污染当量 1.20 元	2016 年 11 月 11 日	浓度超标或总量高于国标、地标的按收费标准加 1 倍同时存在上述两种情况的，加 2 倍征收；低于限值 50%，减半征收。
福建	石油化工、包装印刷	每污染当量 1.20 元	2017 年 1 月 1 日	排放浓度低于限值 50%，且当月未受到环境保护部门处罚的，征收标准为每当量 0.6 元；浓度和总量超标的征收标准为每当量 2.4 元；同时存在任意两种情况的，征收标准为每当量 3.6 元；同时存在上述三种情况的，征收标准为每当量 4.8 元。
云南	石油化工、包装印刷	每污染当量 1.20 元	2017 年 1 月 1 日	排放浓度低于限值 50%，减半征收；浓度和总量高于限值的，按收费标准加 1 倍。

5.3 排放限值与管理性规定并重

以新的《大气污染防治法》为法律依据，国家和地方加大了重点行业排放标准的制定与实施力度，VOCs 排放标准体系不断完善。和国家标准相比，近年来诸多省市根据各地产业结构和减排方向，明显加大了与 VOCs 排放相关的地方排放标准的制定工作力度。同时结合配套的减排技术指南和排污收费办法，以排放清单为基础，优先对重点排放企业进行强制性减排。同时，VOCs 防治工作开展较晚的地区借鉴北京、上海等防治政策和措施较为完善地区的经验，较快的制定出适用性强的排放标准等法规和政策。

针对重点行业污染现状及管控需求，国家层面先后发布了 6 项涉及 VOCs 的重点行业排放标准；北京、上海等 9 个省市共发布 36 项地方 VOCs 行业排放标准；北京市、天津市和河北省 2017 年在全国率先发布了首个区域环境保护统一标准《建筑类涂料和胶粘剂挥发性有机化合物含量限值标准》。过去五年发布的 VOCs 相关排放标准详见表 1-7。

表 1-7 2013-2017 年间发布的与 VOCs 相关的排放标准

国家标准	电子玻璃工业大气污染物排放标准	GB 29495-2013
	电池工业污染物排放标准	GB 30484-2013
	石油炼制工业污染物排放标准	GB 31570-2015
	石油化学工业污染物排放标准	GB 31571-2015
	合成树脂工业污染物排放标准	GB 31572-2015
	烧碱、聚氯乙烯工业污染物排放标准	GB 15581-2016
北京市	防水卷材行业大气污染物排放标准	DB 11/1055-2013
	炼油与石油化学工业大气污染物排放标准	DB 11/447-2015
	印刷业挥发性有机物排放标准	DB 11/1201-2015
	木质家具制造业大气污染物排放标准	DB 11/1202-2015
	工业涂装工序大气污染物排放标准	DB 11/1226-2015
	汽车整车制造业（涂装工序）大气污染物排放标准	DB 11/1227-2015
	汽车维修业大气污染物排放标准	DB 11/1228-2015
	大气污染物综合排放标准	DB 11/501-2017
	北京市有机化学制品制造业大气污染物排放标准	DB11/ 1385-2017
	建筑类涂料与胶粘剂挥发性有机化合物含量限值标准	DB11/ 3005-2017
上海市	汽车制造业（涂装）大气污染物排放标准	DB 31/859-2014
	印刷业大气污染物排放标准	DB 31/872-2015
	涂料、油墨及其类似产品制造工业大气污染物排放标准	DB 31/881-2015
	大气污染物综合排放标准	DB 31/933-2015
	船舶工业大气污染物排放标准	DB 31/934-2015
	恶臭（异味）污染物排放标准	DB 31/1025-2016
广东省	集装箱制造业挥发性有机物排放标准	DB 44/1837-2016
山东省	挥发性有机物排放标准第 1 部分：汽车制造业	DB 37/2801.1-2016
	挥发性有机物排放标准第 3 部分：家具制造业	DB37/2801.3-2017
天津市	工业企业挥发性有机物排放控制标准	DB 12/524-2014

河北省	青霉素类制药挥发性有机物和恶臭特征污染物排放标准	DB 13/2208-2015
	工业企业挥发性有机物排放控制标准	DB 13/2322-2016
	建筑类涂料与胶粘剂挥发性有机化合物含量限值标准	DB13/ 3005—2017
江苏省	表面涂装（汽车制造业）挥发性有机物排放标准	DB 32/2862-2016
	化学工业挥发性有机物排放标准	DB 32/3151-2016
	表面涂装（家具制造业）挥发性有机物排放标准	DB 32/3152-2016
浙江省	生物制药工业污染物排放标准	DB 33/923-2014
	纺织染整工业大气污染物排放标准	DB 33/962-2015
	化学合成类制药工业大气污染物排放标准	DB 33/2015-2016
	制鞋工业大气污染物排放标准	DB33 2046-2017
重庆市	汽车整车制造表面涂装大气污染物排放标准	DB 50/577-2015
	大气污染物综合排放标准	DB 50/418-2016
	摩托车及汽车配件制造表面涂装大气污染物排放标准	DB 50/660-2016
	汽车维修业大气污染物排放标准	DB 50/661-2016
	包装印刷业大气污染物排放标准	DB 50/758-2017
	家具制造业大气污染物排放标准	DB 50/757-2017

同时，新标准的制定强调从源头、过程和末端进行全过程控制，大幅度增加了涉及到 VOCs 的控制项目（目前 VOCs 的控制项目已经由原来的 27 项拓展到 76 项），实行排放限值与管理性规定并重的原则，重视并明确了无组织排放的管理要求。

涉及到 VOCs 排放标准的制定需要有相应的基础科研工作支撑，虽然近年来已经立项的重点行业排放标准制定工作还有很多，但总体上进展缓慢，还有一批行业标准尚在制定过程中。

1.6 散煤治理成效显著

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，尤其是2016-2017年，民用散煤治理和北方清洁供暖更是作为重要的民心工程和民生工程，被放在政治任务的高度。

6.1 散煤消费约 7.5 亿吨，以工业和民用为主

“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，我国散煤消费量约 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。²²

6.2 散煤治理措施以行政手段为主

《大气十条》实施期间，散煤治理的主要措施包括：

- 禁煤区建设设立禁限煤区——在特定区域设立禁煤区、限煤区，禁止、限制使用低效高排燃煤。
- 北京、天津和河北省保定、廊坊市京昆高速以东、荣乌高速以北与京津接壤区域以及三河市、大厂回族自治县、香河县全部行政区域被划定为“禁煤区”，涉及保定、廊坊市 18 个县（市、区），包括 1 个城市建成区、14 个县城建成区（含 404 个城中村）和 3345 个行政村，约 105.4 万户。禁煤区内，除电煤、集中供热和原料用煤外，燃煤“清零”。除此之外，其他大气污染通道城市建成区均有划定各自的禁、限煤区。

²² 《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.

- 民用散煤治理方面，推进北方地区清洁取暖，尤其是京津冀大气污染传输通道“2+26”城市“电代煤”和“气代煤”工程；可再生能源代煤；洁净型煤与环保炉具的推广；建筑节能改造以及相对应的补贴政策等。
- 非民用散煤治理，主要是重点区域燃煤小锅炉的淘汰，散乱污企业的整治，落后产能淘汰，集中供暖替代燃煤小锅炉供热；清洁能源替代，以及洁净型煤的利用。

京津冀大气污染传输通道“2+26”城市的散煤治理政策的重点工作和任务可参见表1-8。

表 1-8 “2+26”通道城市散煤治理相关政策的重点工作和主要任务

重点工作	主要任务
燃煤总量控制	煤炭减量化，煤炭消费总量负增长。2017年，北京市压减煤炭消费量260万吨、天津市260万吨、河北省600万吨以上，山东省完成《大气十条》确定的煤炭消费减量任务，河南和山西省大气污染传输通道城市煤炭消费总量实现负增长。
	煤电机组关停或改燃、淘汰小火电，治理自备电厂 钢铁焦炭化工建材去产能或绿色生产。“2+26”城市须完成72台机组、398万千瓦的燃煤机组淘汰，并实现电力解列或烟道物理割断。河北省压减炼钢产能1562万吨、炼铁1624万吨、焦炭720万吨、平板玻璃260万重量箱；山东省压减炼钢产能183万吨；河南省压减焦炭产能55万吨。
城乡散煤治理	加快城乡散煤综合治理，统一规划连片治理。
	在重点地区设立禁限煤区，中心城区、重点地区散煤清零，强化高污染燃料禁燃区管理，严防散煤复烧。
	农村及农业散煤治理，农村煤改清洁能源，加快推进电代煤、气代煤工程（2017年完成300万户替代）。暂不具备清洁能源替代条件的农村地区，积极推广使用型煤、兰炭等洁净煤。 严控劣质散煤流通，加强质量监管，提高洁净型煤生产和配送能力。
燃煤锅炉治理	全面排查燃煤锅炉，建立管理清单和台账，并强调考核问责。
	落实10蒸吨以下燃煤锅炉淘汰目标，有条件的地区提高要求至35蒸吨以下。严控新建燃煤锅炉。
	35蒸吨及以下燃煤供热锅炉淘汰或改造。
	10蒸吨及以下各类燃煤锅炉“清零”、“销号”。 燃煤锅炉超低排放改造，燃气锅炉低氮燃烧技术改造。 供热锅炉煤改气、煤改电。

	加快推进城镇集中供热，全面提高集中供热率，扩大集中供热范围。
清洁供热行动	城中村、城乡结合部清洁供热改造。 集成供气供电基础设施改造。
财政支持或补贴政策	国家层面：直辖市、省会城市、地级市每年分别安排 10、7、5 亿元，并将重点支持“2+26”城市。 地方层面：煤改电、煤改气、洁净型煤等补贴政策。
其他保障措施	要求能源央企与地方政府认真做好衔接，切实保障供热季电源气源稳定供应和价格稳定。中石油于 2017 年 10 月底前确保完成陕京四线建设；落实分级储气责任，加快城市储气设施建设进度，城燃逐步具备年平均 3 天供气量的应急储气能力；国家电网公司要加大与清洁供热相关的配电网改造力度，与相关城市统筹“煤改电”工程的规划和实施。 建立电力和燃气应急机制，建立管网快速应急抢修队伍。 持续开展大气污染防治强化督查和中央环保专项督察。 建立舆论引导工作协调机制。

6.3 2017 年散煤减量约 6500 万吨

《大气十条》以来，散煤治理逐年加码，尤其是收官之年力度空前，散煤治理行动在重点地区强势落地，在史上最严环保督查的护航之下，成效显著。

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，建成交约 1 万平方公里的“散煤禁燃区”，农村清洁取暖破题。²³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，京津冀及周边地区实际淘汰 10 万余台燃煤小锅炉。其中，“2+26”城市淘汰 4.4 万台，淘汰小煤炉等散煤燃烧设施 10 万多个。²⁴其中，河北淘汰数量最大，减少散烧煤约 600 万吨。

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”

²³ 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。

²⁴ 京津冀及周边地区“散乱污”企业整治暨秋冬季大气污染防治综合治理攻坚阶段总结现场会召开，生态环境部网站，2017.11.22.

城市清理整顿“散乱污”企业 6.2 万余家。³“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。²⁵

6.4 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%。²⁶ 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。

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 $71 \mu g/m^3$ ，同比下降 34.3%。²⁷ 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²⁸，从图 1-10 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%。²⁹ 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。³⁰

25 《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.

26 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.

27 《2017 中国生态环境状况公报》，中国生态环境部.

28 “大气十条”实施与评价：改善空气质量的中國模式，王金南等，环境保护，2018.02.01.

29 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.

30 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.

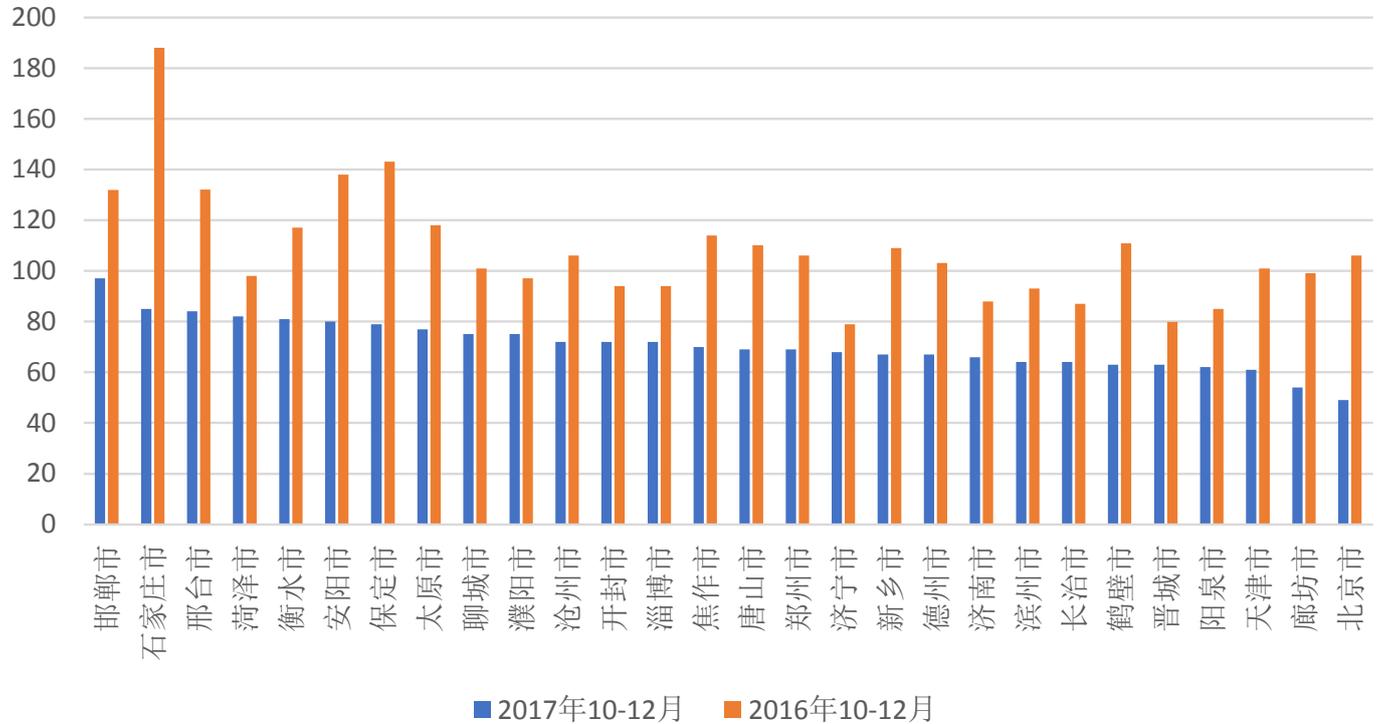


图 1-10 2016 年和 2017 年第四季度 PM_{2.5} 浓度对比图

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趋势，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。³¹

31 2017 年四季度全国工业产能利用率为 78%，国家统计局，2018.01.19.

1.7 机动车污染治理进入新阶段

《大气十条》提出了机动车污染治理的综合行动，在加强城市交通管理、提升燃油品质、加快淘汰黄标车和老旧车辆、加强机动车环保管理、加快推进低速汽车升级换代、大力推广新能源汽车等方面做出了部署。

- 加强城市交通管理。优化城市功能和布局规划，推广智能交通管理，缓解城市交通拥堵。
- 提升燃油品质。力争在 2013 年底前，全国供应符合国家第四阶段标准的车用汽油，在 2014 年底前，全国供应符合国四标准的车用柴油，在 2015 年底前，京津冀、长三角、珠三角等区域内重点城市全面供应符合国五标准的车用汽、柴油，在 2017 年底前，全国供应符合国五标准的车用汽、柴油。在 2017 年底前，全国供应符合国家第五阶段标准的车用汽、柴油。加强油品质量监督检查，严厉打击非法生产、销售不合格油品行为。
- 加快淘汰黄标车和老旧车辆。到 2015 年，淘汰 2005 年底前注册营运的黄标车，基本淘汰京津冀、长三角、珠三角等区域内的 500 万辆黄标车。到 2017 年，基本淘汰全国范围的黄标车。
- 加强机动车环保管理。加强新生产车辆环保监管，严厉打击生产、销售环保不达标车辆的违法行为；加强在用机动车年度检验，对不达标车辆不得发放环保合格标志，不得上路行驶。加快柴油车车用尿素供应体系建设。开展工程机械等非道路移动机械和船舶的污染控制。
- 加快推进低速汽车升级换代。不断提高低速汽车（三轮汽车、低速货车）节能环保要求。自 2017 年起，新生产的低速货车执行与轻型载货车同等的节能与排放标准。
- 大力推广新能源汽车。北京、上海、广州等城市每年新增或更新的公交车中新能源和清洁燃料车的比例达到 60% 以上。

《大气十条》实施期间，全国机动车保有量从 2012 年的 2.24 亿辆增加到 2017 年的 2.98 亿辆，年均增长率 5.9%。其中汽车保有量由 1.08 亿辆增加到 2.08 亿辆，年均增长 13.9%；柴油货车保有量由 1427 万辆增加到 1691 万辆，年均增长 3.4%。³²

32 《中国机动车环境管理年报（2018）》，生态环境部。



全国机动车四项污染物排放总量从 2012 年的 4612.1 万吨下降到 2017 年的 4359.7 万吨，年均下降率 1.1%。其中一氧化碳（CO）、碳氢化合物（HC）、氮氧化物（NO_x）、颗粒物（PM）排放分别减少 144.4 万吨、31.1 万吨、65.7 万吨、11.3 万吨。³¹

目前，我国机动车污染治理体系已经建立和完善，机动车污染治理进入了新的阶段。回顾近年机动车污染治理取得的进展主要包括：

- 推动运输结构优化调整。提升铁路货运比例，天津港等环渤海港口煤炭集疏港运输实现“公转铁”，经由北京延庆的运煤货车日均减少 3500-4000 辆，同比减少 50%，2017 年，全国铁路货运量占比同比提高了 0.1 个百分点，扭转了 2005 年以来连续多年下滑趋势。³³
- 初步建立新生产机动车环境管理新模式。初步建立事前信息公开、事中达标监管、事后环保召回的新车环境管理制度。2017 年依法实施新生产机动车、非道路移动机械环保信息公开制度。机动车排放标准升级加快，全面实施机动车国五排放标准。机动车的环保达标监管日益规范和严格，在 2017 年 12 月，生态环境部首次处罚违法生产销售排放不合格汽车行为。
- 改革完善在用车环境监管制度。机动车定期排放检验依法作为前置条件，与安全技术检验制度有效衔接。初步建立“环保取证、公安处罚”的部门联合执法机制。建成机动车遥感监测设施 260 多台（套）。
- 新能源汽车推广和高排放老旧车淘汰也卓有成效，2014 年以来，累计淘汰黄标车和老旧车 2000 多万辆，其中 2017 年淘汰 300 多万辆。到 2017 年，基本淘汰了全国范围的黄标车，新能源汽车累积推广超过 180 万辆³⁴，实现新能源汽车保有量占世界保有量的 50% 以上。
- 强化排放检验机构监督管理。建成国家 - 省 - 市三级联网的机动车定期排放检验机构监控平台，对近 90% 的机构实现实时监控。联合有关部门对全国机动车排放检验机构监督抽查，处罚违规检验机构，执法监管力度前所未有。2017 年 12 月，生态环境部首次出发违法生产销售排放不合格汽车行为，山东两家整车生产企业共被罚款 3800 多万元。
- 加快提升车用油品质量。2017 年，全国全面供应国五标准车用汽柴油，提前供应硫含量不大于 10ppm 的普通柴油。京津冀及周边地区“2+26”城市提前于 2017 年 10 月 1 日起，全面供应国六标准车用汽柴油，禁止销售普通柴油，率先实现车用柴油和普通柴油并轨。无论是新车排放标准还是油品质量标准，目前都是世界上最严格的。

2017 年，机动车污染防治在大气环境保护中的重要地位得到进一步确立，机动车环

33 专家解读《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，生态环境部网站。

34 《生态环境公报 2017》，生态环境部。

境管理的主要规章制度和标准体系基本建立健全，有关部门、行业之间的配合协作更加高效顺畅，车用汽柴油品质加快提升改善，交通运输结构开始优化调整，非道路移动机械和船舶污染防治工作逐步扩展深化，机动车环境监管执法能力水平得到明显提升，严查重罚超标排放柴油车的态势初步形成。总体来看，中国机动车环境管理新模式已经有效建立，“油路车企”全面统筹、协同推进的良好局面初步形成。

1.8 法制保障和经济政策更加有力

过去五年来，中国生态环保法制建设不断健全，执法监管力度空前。

2014年4月24日，《环境保护法》经十二届全国人大常委会第八次会议审议通过，并于2015年1月1日起施行。新《环境保护法》共七章70条，在基本理念创新、健全政府责任、提高违法成本、推动公众参与等方面有很多突破和创新，被誉为史上最严的环保法。

经过三年的实践，按日计罚、停产限产、查封扣押、移送拘留等执法手段更加丰富，成为遏制环境违法行为的有力武器。其中，2017年是执法力度最大的一年。全国实施行政处罚案件23.3万件，相比新环境保护法实施前的2014年增加了180%，罚款金额115.8亿元，比2014年增长265%。¹

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。¹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。³⁵

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

35 环保部部长李干杰答记者问，生态环境部网站，2018.03.17.

100 多亿元中央预算内投资。³⁶2017 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。³⁷

1.9 大气环境管理制度发生转变

通过《大气十条》等相关政策的实施，以及中国整体上强化环境质量改善的战略性转型，相比于 2013 年及以前，污染防治的总体政策执行环境发生了很大变化，具体体现在：（1）公众和社会各主体对空气污染及其治理的认知水平持续提高、治理污染社会共识达成、助力空气污染治理的政策与行动、在非直接利益相关领域尤其强烈；（2）政府治理污染的高度政治意愿不再受到怀疑，形成了强烈的政治信号；对地方政府和企业等相关管理和污染主体形成威慑作用；（3）督查等行政手段对污染者和不行为者形成了高度政治压力；（4）结构调整、产业转型、技术升级呼声渐高，并已经产生了相应的转变。

在承继此前的区域大气环境质量管理思路的基础上，大气环境管理制度开始体现了几个突出的转变：

- 从强调减排、到减排与提升整体大气质量并重，从针对重点污染源重点区域到针对重点不忽视大区域的全部污染源

污染物排放控制不再是唯一的政策目标，而是大气环境质量改进的手段和过程监控指标。这意味着未来的大气环境管理的考核指标、考核方式特别是控制环节都会发生变化，尤其是，不仅关注排放量大的源，同时，对大气环境质量影响大的源也需要同时给予特别的关注。

与此同时，方案特别关注了“小散乱污”的管理和治理问题。这种转变体现了从总

36 《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.

37 《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。

量控制到基于质量改善基础上的排放和总量控制政策的宗旨和要义，也体现了诸多最新科学研究中，针对各类污染源对大气环境质量影响的短期和长期影响的研究结论。

■ 从强调污染控制，到控制污染与防范污染影响并重

特别突出和强调了重污染天气应对，包括空气质量预报、紧急应急措施等。这种防范性的措施，对于降低污染带来的影响至关重要，尤其是，从年均浓度表征的空气质量改进与重污染天气和持续重污染并存的阶段，强调减排与污染防范和污染影响规避，通过各种可能的防范和防护措施，有助于降低污染带来的社会经济和健康影响，同时，也有助于释放环境信号，提升公众的环境意识，并进而促进公众转变其行为。

■ 从局地治理到大行政区域治理再到依据污染形成和迁移区域共治

过去五年，如《京津冀及周边地区 2017 年大气污染防治工作方案》等的出台，体现了中国环境管理区域治理从属地管理、局地治理到大行政区域治理再到依据污染形成和迁移区域共治的转变，突破了行政区划和分区自治分散治理所带来的行政区划与环境容量资源配置和相互影响不兼容的问题。

■ 强化污染削减到源头治理、结构调整与末端治理并行的全过程管理

方案继续强化结构调整，包括产业、能源、规模等经济活动，比如，淘汰过剩产能、高污染行业和产业限制、能源替代、城市综合治理等与污染产生密切相关的源头控制和管理措施与大气污染综合末端治理措施以及达标排放和依许可以及许可限值排放的结合。也同时关注了油品质量改进与机动车行驶污染排放控制的结合。

■ 更注重责任明确与共治的结合，不仅体现为管理手段的多元化，也体现在政策实施和监管的多元化。

2

大气污染防治面临的新形势

当前，当前大气环境形势依然严峻，我国大气污染防治工作已经进入攻坚期，产业结构偏重、能源结构偏煤、产业布局偏乱、交通运输结构不合理等多重压力，导致我国大气污染物排放总量大、排放强度高，经济总量增长与污染物排放总量增加尚未脱钩。

传统煤烟型污染与 PM_{2.5}、O₃ 污染等新老环境问题并存，生产与生活、城市与农村、工业与交通环境污染交织，末端治理减排空间越来越小，环境压力居高不下，产业、能源、交通运输结构调整和生产、生活方式转变更加迫切。³⁸

PM_{2.5} 污染防治虽已迈出第一步，但仍任重道远。SO₂、NO_x、烟粉尘、VOCs 等大气污染物排放量仍然处于千万吨级高位，远超环境容量。重点区域 O₃ 浓度呈现上升趋势，尤其是在夏秋季已成为部分城市的首要污染物。2017 年全国 338 个地级及以上城市中空气质量达标城市仅占 29.3%。³⁹

总体来看，中国空气质量管理进入 PM_{2.5} 和臭氧协同防控的深水区，VOCs 治理短板亟待补齐。能源、产业和交通结构调整的大气污染削减潜力有待进一步释放。国家减排行动计划（包括清洁柴油机行动计划等）和重大减排工程仍需精准发力。北方清洁取暖破冰，长效治理机制待解。以行政强制手段为主的环境管理制度有待进一步改善。

2.1 煤炭消费面临反弹，产业结构依然偏重

当前，中国燃煤污染仍然是大气污染防治的重点。中国能源结构以煤为主，清洁化利用水平仍偏低，结构性污染问题突出。自 2013 年向污染宣战以来，中国煤炭消费持续三年下降，直到 2017 年出现首次回升。国家统计局公布的数据显示，2017 年，我国煤炭消费量同比增加 0.4%。2018 年，经济运行延续稳中向好态势，煤炭消费上升趋势明显，1-9 月，我国煤炭消费量约 28.75 亿吨，同比增加 8400 万吨，增长 3%。⁴⁰ 随着煤炭消费回升，大气污染防治工作任务将更加艰巨。

目前，京津冀及周边、长三角、汾渭平原等区域单位国土面积煤炭消费量是全国平

38 《大气十条》五年圆满收官 蓝天保卫战仍是“持久战”，经济日报，2018.08.28

39 中国大气污染防治行动再升级：从治标进入标本兼治，杨谦，澎湃新闻，2018.07.05

40 前 9 月煤炭消费量上涨 3%，中国能源报，2018.10.25.

均水平的 4-6 倍。且重化产业围城现象突出，对当地环境空气质量产生重要影响。以京津冀及周边 6 省市（北京、天津、河北、山西、山东、河南）为例，国土面积仅占全国 7.2%，消耗了全国 33% 的煤炭，生产了全国 43% 的钢铁、45% 的焦炭、31% 的平板玻璃、19% 的水泥、60% 的原料药、40% 的农药，原油加工量占全国 28%。⁴¹2017 年，汾渭平原 11 个城市 PM_{2.5} 年均浓度为 65 微克 / 立方米，仅次于京津冀大气污染传输通道“2+26”城市，同时汾渭平原也是全国二氧化硫浓度最高的区域，煤炭在能源消费中占比近 90%，产业结构偏重、规模偏小、装备水平低，多数钢铁、焦化企业尚未实现稳定达标排放。⁴²

2.2 PM_{2.5} 浓度尚未达标，NO₂ 浓度下降缓慢，O₃ 浓度不降反升

近五年来，随着国家进一步强化大气污染防治措施，采取更多有效的污染物总量减排手段，着力解决突出的 PM_{2.5} 污染问题。图 2-1 展示了 2013 年 -2017 年第一批实施新环境空气质量标准的 74 个城市六种常规污染物的浓度变化趋势。

如图 2-1 所示，在过去五年，74 个城市颗粒物浓度水平整体下降，PM_{2.5} 和 PM₁₀ 的浓度水平下降幅度均超过 30%。SO₂ 和 CO 浓度持续下降，下降幅度分别为 58% 和 32%，NO₂ 下降趋势缓慢，降幅为 8%。O₃ 是 6 项环境空气质量基本评价项目中唯一不降反升的污染物，五年上升 20%。

41 专家解读《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，生态环境部网站。

42 专家解读《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，生态环境部网站。

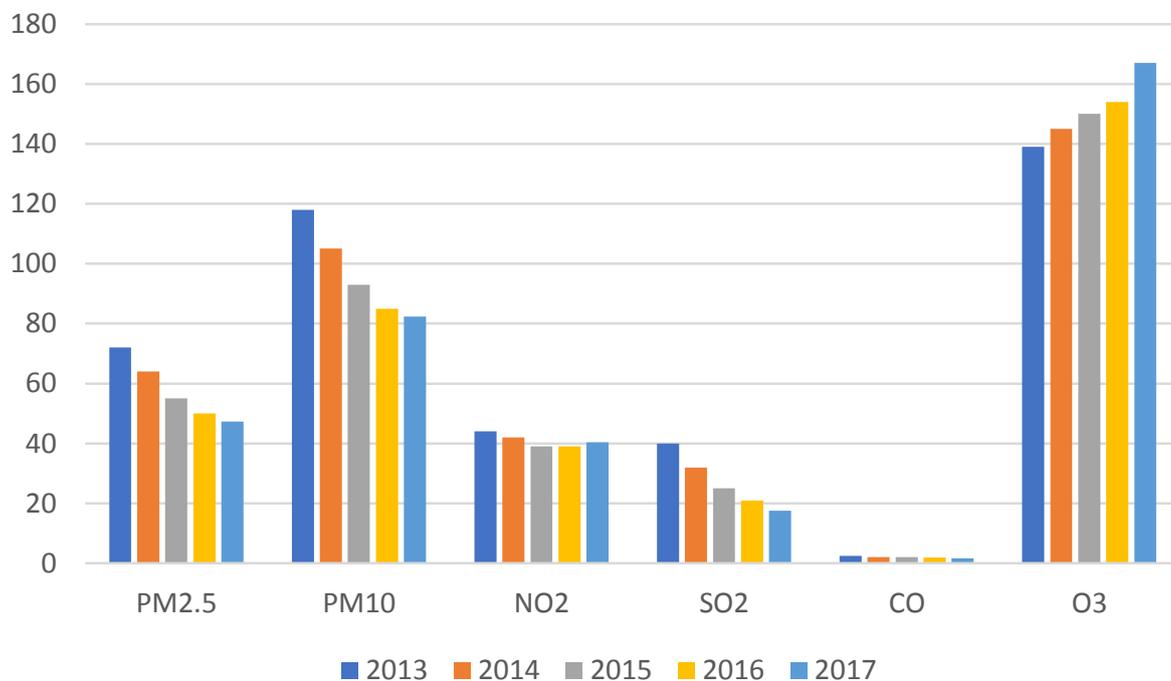


图 2-1 2013—2017 年 74 个城市六种常规污染物浓度变化趋势

数据来源：《环境质量状况公报》（2013—2017 年），生态环境部。

图 2-2 为 2013—2017 年全国主要城市及重点区域的 $PM_{2.5}$ 浓度变化趋势。从图中可以看出，自 2013 年实施“大气十条”以来， $PM_{2.5}$ 平均浓度整体下降趋势明显，京津冀、长三角、珠三角等重点区域 $PM_{2.5}$ 浓度下降 30% 以上，但 $PM_{2.5}$ 浓度水平超标问题突出。

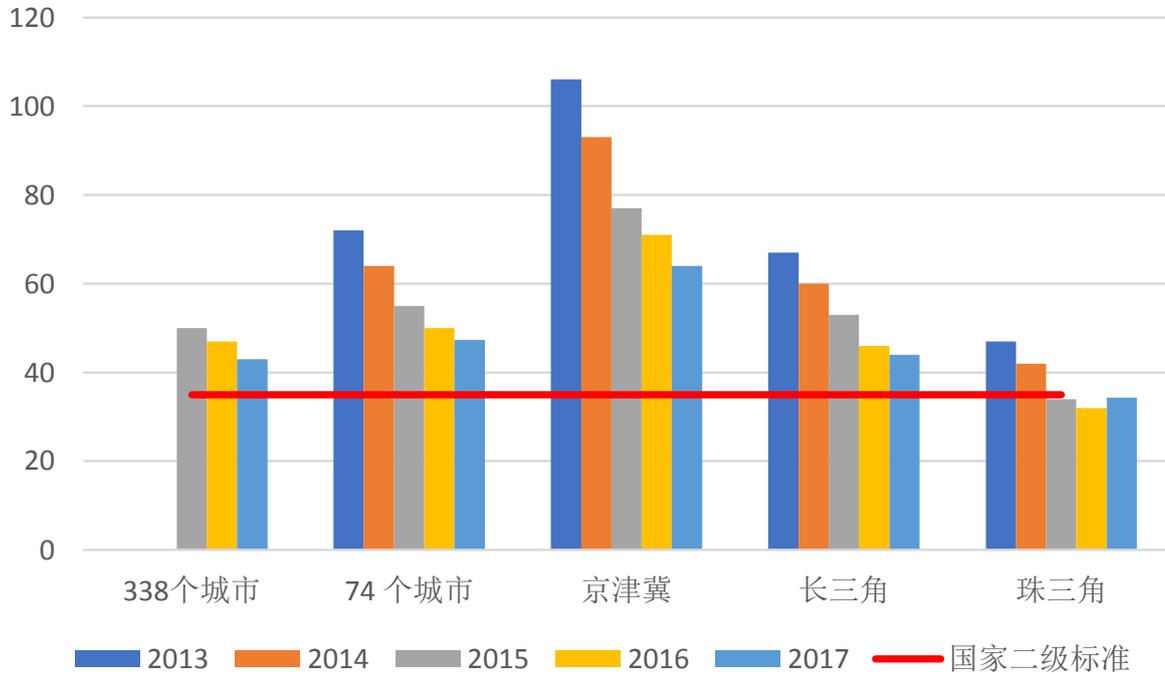


图 2-2 2013-2017 年 PM_{2.5} 浓度变化

数据来源：《环境质量状况公报》（2013-2017 年），生态环境部。

2017 年，74 个重点城市的 PM_{2.5} 超标 34%，其中京津冀 13 个城市的 PM_{2.5} 超标 83%。而汾渭平原的颗粒物污染浓度更是不降反升。目前空气中的颗粒物浓度水平与一级浓度限值（PM_{2.5} 和 PM₁₀ 的年均浓度分别为 15 和 30 微克 / 立方米）以及 WHO 的指导值（PM_{2.5} 和 PM₁₀ 的年均浓度分别为 10 和 20 微克 / 立方米）相比，超标数倍。

此外，除《大气十条》划分的重点区域外，2017 年，汾渭平原 11 个城市 PM_{2.5} 年均浓度为 65 微克 / 立方米，仅次于京津冀大气污染传输通道“2+26”城市，同时也是全国二氧化硫浓度最高的区域。⁴³

同时，重点区域 O₃ 浓度呈现上升趋势，尤其是在夏秋季已成为部分城市的首要污染物。如图 2-3 2013-2017 年 O₃ 浓度变化趋势所示，2013-2017 年，第一批实施新环境空气质量标准的 74 个城市 O₃ 浓度（日最大 8 小时平均浓度第 90 百分位数）上升 20%。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。

43 汾渭平原成全国空气污染最严重区域之一，寇江泽，人民日报，2018.07.05.

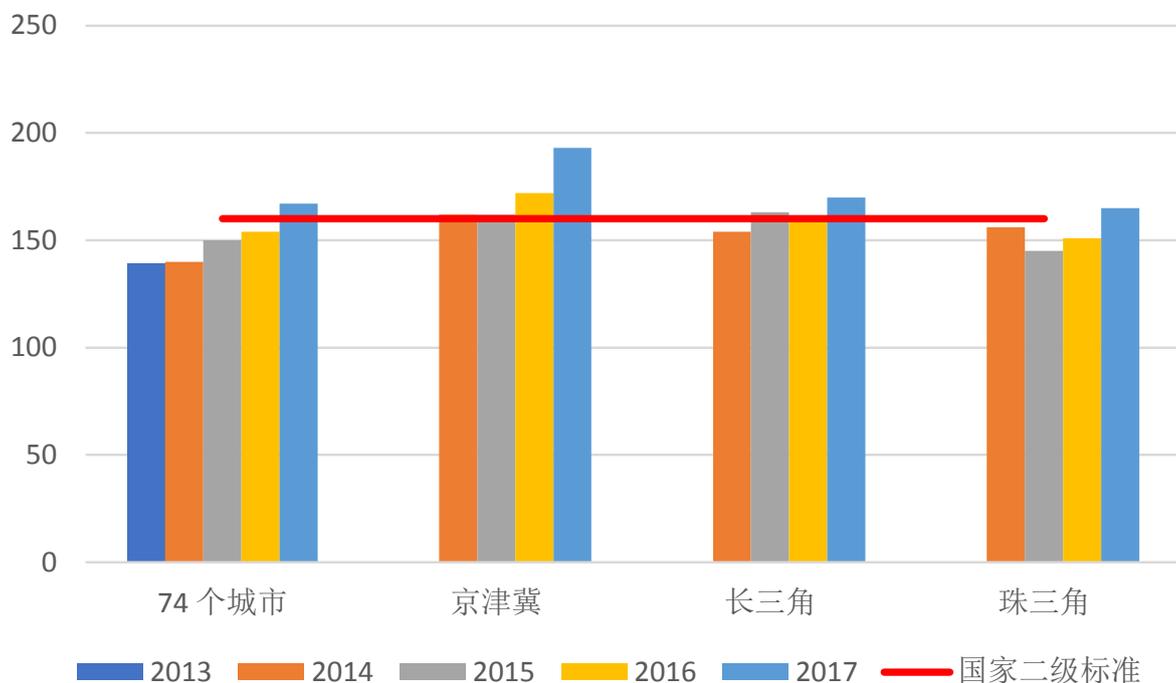


图 2-3 2013—2017 年 O₃ 浓度变化

数据来源：《环境质量状况公报》（2013-2017 年），生态环境部。

2.3 VOCs 治理是大气污染防治的深水区

当前，以颗粒物和臭氧为特征污染物的大气复合污染形势严峻，而 VOCs 是上述两种主要污染物的重要前体物。环保部去年对“2+26”城市的大气污染防治强化督查中，发现 VOCs 问题最为突出。现已成为我国大气污染防治中的重要短板，减排空间较大。

值得注意的是，相比颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等污染治理，VOCs 防治在我国相对滞后，目前尚没有 VOCs 排放量和排放清单的详细、权威数据，但国内每年 VOCs

总的排放量一般研究估计在 3000 万吨左右，有的估计高达 3500 万吨。⁴⁴

VOCs 种类繁多、性质各异、来源复杂、行业分散，其中工业源涉及国民经济中的众多工业行业，具体分类如下：

- VOCs 产生过程：原油和天然气开采、石油炼制和石油化工、基础化学原料制造等行业；
- VOCs 储存和运输过程：原油储运、有机溶剂储运、汽油储运、柴油 / 润滑油 / 煤油灯油品储运等行业；
- 以含 VOCs 产品为原料的工艺过程：涂料生产、油墨生产、胶黏剂生产、食品饮料生产、合成材料生产、日用品生产、轮胎制造等行业；
- 含 VOCs 产品的使用过程：家具制造、汽车制造、彩钢板制造、制罐、通用设备制造、钢结构制造、压敏胶带生产、漆包线生产、交通运输设备制造、电子及通信设备制造、建筑装饰、印刷和包装印刷等行业。

每一个行业 VOCs 排放占比最高都不会超过 30%¹，VOCs 排放的这些特点，给监测和治理都带来了严峻挑战。由于原料、工艺的不同，各行业 VOCs 排放特征差异性大，现有研究基础尚无法有效支撑 VOCs 的减排，我国 VOCs 治理的难点具体体现在：

- VOCs 排放目前仍然底数不清，且缺乏能够表征主要 VOCs 污染源排放强度的本地化排放因子，以及能够反应区域 VOCs 排放贡献和时空分布规律的排放清单，造成环境管理部门难于对其实施有效的环境监管和减排考核。
- 缺乏源成分谱。与 SO₂ 和 NO_x 等大气污染物不同，VOCs 的源成分谱与其在大气环境中的作用密不可分。掌握源成分谱不仅是量化城市环境影响的需要，也是有针对性提出面源污染控制措施的基础与依据。然而目前我国在这一方面的工作基础较为薄弱，有关的研究还刚刚起步，亟需加强。
- 治理工程的建设具有盲目性，国家不同层面高压督查的态势下，重点行业 VOCs 减排要求十分急迫，但工程治理公司众多，鱼龙混杂，污染企业无法识别可靠的治理技术和工程治理公司。另一方面，VOCs 监测技术要求高，第三方监测数据质量堪忧，也无法为企业治理决策和技术筛选提供有效依据。导致大多数企业虽然安装了 VOCs 治理设施，但有效性和稳定性很难保证，减排效果十分有限。
- 环境管理部门 VOCs 监测监管能力的不足，造成选用高效净化设施的企业体会不到“减排效果”，选用低成本净化设施应付督查和检查成为部分企业的选择。另一方面，监管能力和力度不足也使安装净化设施的企业疏于运行维护，治理措施不能稳定运行。

44 郝吉明院士：VOCs 治理是大气污染治理的深水区，京环之声，2017.07.08.

- 缺乏配套的经济政策，2016年实施的基于VOCs排放总量的收费制度在推动VOCs减排方面发挥了重要的作用，2018年“费改税”的实施使VOCs征收范围由VOCs总量排污收费调整到部分VOCs物种收税，而且以有组织排放监测结果作为征收依据，这一改变使环境税实际征收金额远低于试点期间排污收费，无法实现通过经济手段引导企业实施VOCs减排的初衷。

2.4 散煤治理是大气污染防治的最大难点

根据中国煤炭工业协会提供的数据，2018年1-9月，我国煤炭消费量约28.75亿吨，同比增加8400万吨。其中，电力行业耗煤15.5亿吨，同比增加1.09亿吨，增长7.6%；钢铁行业耗煤4.64亿吨，同比增加347万吨，增长0.8%；建材行业耗煤3.67亿吨，增加109万吨，增长0.3%；化工行业耗煤212亿吨，增加1026万吨，增长5.1%。其他行业用煤量则减少5000万吨，尤其是居民用煤下降明显。从当前的形势来，散煤治理正在成为煤炭消费总量控制的重点，产业结构调整 and 能源转型的关键和托底性任务。但与此同时，散煤治理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。

在过去一年的基础上，2018年，《打赢蓝天保卫战三年行动计划》的开局之年，散煤治理主要战区扩围，政策目标再加码。根据两大主站区的行动计划，京津冀及周边城市要完成散煤替代362万户，汾渭平原要完成散煤替代161万户，合计替代523万户。此外，散乱污企业整治、小锅炉淘汰及落后产能淘汰工作仍是重中之重。

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复杂的系统工程中做好平衡，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”，但若不能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持续大量投入。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，散煤治理长效机制形成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”中做好平衡。目前散煤治理严重依赖自上而下的行政手段，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。

2.5 机动车污染防治形势依然严峻

根据《中国机动车环境管理年报（2018）》，近年来我国机动车保有量快速增长，2017年，全国机动车保有量已达到3.10亿辆，其中汽车2.17亿辆。汽车保有量仍在以每年2000多万辆的速度增加，预计将在2020年位居世界第一。由此带来的机动车污染物排放量居高不下，四项污染物排放量达到4000多万吨，已成为大气污染的重要来源。

2017年，中国部分城市机动车排放已成为PM_{2.5}的首要来源，如北京、上海、杭

州、济南、广州和深圳移动源排放为首要来源，占比分别达到 45%、29.2%、28%、32.6%、21.7% 和 52.1%。南京、武汉、长沙和宁波的移动源排放为第二大污染源，占比分别为 24.6%、27%、24.8% 和 22%。⁴⁵

总体看来，机动车污染防治面临的形势依然十分严峻，进一步推动交通运输清洁化战略仍然存在一些难点需要集中攻克。一方面是机动车污染控制进入攻坚阶段，沿着建立起的机动车污染治理体系继续推动和完善阻力增大，另一方面是需要关注区域尺度上现有政策体系的区域及部门间潜在的利益冲突，需要建立区域尺度交通管控的联防联控机制和响应区域产业布局与结构调整的交通运输排放管控方案。具体表现在以下几个方面：

- 交通运输结构不合理。以柴油车为主的公路运输承担了 78.8% 的旅客运输、76.8% 的货物运输。铁路货运比例仅占 7.7%，集装箱海铁联运比例仅约 2%。
- 机动车超标排放问题突出。生产销售超标排放机动车现象尚未得到根本遏制，在用车辆超标排放现象较普遍，年检一次上线合格率不足 80%，不添加尿素、屏蔽后处理装置、排放检验机构弄虚作假问题较为突出。
- 柴油质量问题十分突出。京津冀及周边地区民营加油站柴油质量超标率达到 50%，特别是黑加油站点遍布各地，从货车油箱抽测的结果显示柴油合格率不到 10%。
- 环境监管执法能力和水平较低。全国仅 11 省设有专门机动车监管机构，186 个城市组建专门监管机构，专职监管人员不足 3000 人，面对 3.1 亿辆机动车、1 亿多台各类机械，平均每人监管 14 万台机动车和机械，不能满足环境监管需要。

2.6 决战之际，仍需强调善治

打赢蓝天保卫战，决战之际，仍需强调善治。长期的经济增长路径依赖和结构失衡的调整是一个长期、复杂且艰难的过程，环境污染痼疾已久，既有经济增长过快的原因，也是体制、制度安排、社会治理缺失以及无法可依、执法不严的结果。包括大气污染在内的众多环境问题不仅关乎环境质量、民众的生活质量乃至健康，也关乎到如何平衡收入提高、生活质量提高、环境质量改善之间的诸多权衡与取舍，各类措施的选择也必然

45 《中国机动车环境管理年报（2018）》，生态环境部。

具有相应的短期和长期的污染治理成本、管理成本和长期发展成本。而忽视或者漠视问题成因的复杂性、问题解决的长期性和各类权衡取舍的得失差异，以及不同的污染源其贡献大小、贡献方式、管理方式、治理方式、治理成本均有所不同的现实，期待毕其功于一役，有可能会解决今天关注的问题，但埋下了后天需要买单的隐患。

总而言之，在当今中国，大气污染问题的解决，不仅需要强烈的政治意愿，更需要从系统及长期的角度进行污染控制策略的制定和有效实施，环境污染痼疾已久，既有经济增长过快的原因，也是体制、制度安排、社会治理缺失以及无法可依、执法不严的结果。因环境问题引发的利益冲突的加剧，使得我们原来粗放式的管理手段不得不向精细化、弹性化同时又注重利益协调的方向转变，铁腕只有与善治结合，才可能从根本上转变经济增长方式、实现社会 - 经济 - 环境的协同发展，以及生产、生活、生态的共赢⁴⁶。

在绿色善治的道路上，空气质量显著改善依旧困难重重，且面临环境 - 经济 - 社会多系统相互制衡和影响的制约，具体表现在：

- 结构调整和发展转型，不仅涉及到产业和经济结构，也与区域和城乡发展、国内国际贸易与市场、以及社会不同群体的影响等有关。需要对各类转型和调整措施的各种问题给予充分重视，比如，如何避免在短期内和局部地区有可能激化环境与经济发展之间的矛盾，特别是与民生之间的矛盾，以及进而引发的环境执法效力反弹；在结构调整期，如何避免污染和过剩产能从发达的东部地区向相对不发达的中西部地区转移、从中心 / 大城市向中小城市和乡村的转移；如何确保清洁能源投资、环境友好的生产技术投资以及环境保护投资和投入的稳定性和长效性，使其不因为经济下行和结构调整而导致的政府和企业环境保护投入不足，以及污染控制措施的正常运行；如何应对部分结构调整措施出台之后出现的返潮效应，比如钢铁行业压产能之后出现的钢铁价格上涨、钢铁生产回潮导致压缩过剩产能困难阻力重重；
- 产业转型和行为转变的制度环境尚未形成。对因个人行为特别是消费行为引发的污染问题缺乏足够关注，也缺少恰当手段规制和引导个体行为；
- 目前对污染控制主要措施（包括战略、政策、监管等）的短期和长期影响机制和效应评估略显不足；靠督查等短期或者长期的高压政策可能有效果，但行为主体环境行为从被迫转变到主动转变的政策信号尚未形成，行为转变激励不足，导致政策的长效激励和长期效应不足。大气污染控制政策和措施的快速和强势推动，在限制了污染排放的同时，也带来了对社会问题的关注，比如就业问题等。尤其是，借助短期的行政管控措施，如部分限产、停产等短期行政措施，不仅无法从根本上实现污染治理的有效目标，也会因为影响百姓的正常生产、生活秩序，导致社会不满和社会情绪反弹。

46 京津冀一体化与区域空气质量管理，张世秋，《环境保护》，Vol 42 No 17, 2014 P30-33；绿色发展的制度和政策改革分析，张世秋，《环境保护》，2016年第11期.p34-37。

- 有效的财政、金融和价格等制度设计依旧不足，尚无法提供长期有效的可以保障和激励绿色转型的有效市场信号。
- 环境质量继续改善压力持续增大、未来污染控制成本有可能提高、社会阻力有可能加大。如部分污染控制措施和政策的高成本特征和成本分担争议，不仅会引发对政策本身的争议，同时也会从长期影响政策的有效实施，比如居民冬季取暖的煤改电的措施等。
- 污染治理控制措施强势推动的同时，达标排放、合规生产等政策执行和监管依旧存在诸多问题，执法不严、乱执法以及企业偷排漏排现象还在一定程度上存在，部分企业为降低运营成本，环保设施非正常运行造成的偷排现象还时有发生，最近要通过多次的中央督查来促进环境治理就是例证，表明当下政策在正常框架下的有机运作和足额实施还存在诸多问题。此外，司法手段（如环境公益诉讼等）未被充分利用。
- 目前存在一些尚未重视需要引起更多关注的问题，比如大气污染治理工作更多关注污染严重区域，对相对清洁地区的污染趋势防范尚显不足；对 PM_{2.5} 虽已经有充分认识和行动，对臭氧污染问题、VOCs 的治理以及其他污染问题尚未引起足够关注和重视，也未采取足够措施防范。此外，对污染控制主要措施（包括战略、政策、监管等）的短期和长期影响机制和效应评估仍需加强；对因个人行为特别是消费行为引发的污染问题缺乏足够关注，也缺少恰当手段规制和引导个人行为；产业转型和行为转变的制度环境尚未形成；国际关系和国际贸易对国家大气污染控制战略和政策的制定与实施的影响巨大，但关注和评估不足。

3

对未来大气污染防治
工作的思考

为了巩固和深化《大气十条》的成果，坚持目标导向，全面布局，2018年6月27日，国务院正式印发《打赢蓝天保卫战三年行动计划》（下文简称《三年行动计划》）。该计划确定了具体战役，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。从地域看，要以京津冀及周边、长三角、汾渭平原等重点区域为主战场，强化区域联防联控。从主要措施看，要协调有关部门加快产业结构、能源结构和交通运输结构调整，狠抓秋冬季重污染天气应对。⁴⁷

《三年行动计划》提出的环境空气质量目标：“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。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”。

由于《三年行动计划》执行时间与“十三五”剩余时间重合，一方面延续《大气十条》着重治理细颗粒物的思路，另一方面考虑再设立新的目标会对地方目标指标制定、分解、考核、重点任务设定等工作造成混乱。因此，《三年行动计划》对各省（区、市）和重点区域都不再设立新的量化目标，要求各地完成“十三五”约束性指标。⁴⁸上述因素，使得在《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。

蓝天保卫战，乃至整体的大气污染防治工作，是一场持久战，因此，报告建议地方在落实《三年行动计划》目标责任的过程中，结合实际情况，加大力度不放松，为后2020、更长远的大气污染防治工作打下坚实基础。本报告结合《大气十条》成果与当前大气污染形势，对未来大气污染防治工作进行了思考和探索，详见下文。

47 生态环境部部长在2018年全国环境保护工作会议上的讲话。

48 专家解读《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，生态环境部网站。

1. 在环境治理中强化绿色善治。⁴⁹

大气环境质量改善的长期性、艰巨性特征需要得到更好的认识并形成共识，短期的行政管控措施不能治本，需致力于环境善治变革。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。

首先，构建基于科学认知的多方参与决策的区域整体大气污染控制战略与规划，尤其关注能源 - 环境 - 资源 - 经济 - 健康的整合研究、源 - 排放 - 质量 - 健康 - 经济 - 社会的整合研究。区域大气污染控制及目标的制定和实施，要同时考虑社会发展实际和目标，以及民众对于环境及其社会经济各方面的现实意愿，制定区域内各行政辖区协商一致的整体目标；体现区域整体大气质量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，发展权益均等化等基本原则，并通过具体的政策手段，比如建立区域大气污染防治基金 / 区域财政转移支付等措施，激励区域合作与共赢，体现四个具体原则：责任共担、权责对等、利益共享、协商统筹。在区域范围内，通过统一监测、统一标准、统一法规、统一考核、统一监管、统一规划，特别是强化设立统一的环境准入标准，防止区域经济一体化进程中污染的区域间转移。

其次，在区域内推进科学研究，改善决策支持基础，比如，区域内布局合理、技术规范、数据有效、覆盖区域 - 城市 - 农村的立体区域大气污染研究性和监测性立体监测网络；建立区域内动态、可视化的区域大气污染源清单技术；建立具有公信力的多尺度、多污染物的空气质量模拟系统以及法规区域空气质量模型；进行大气污染的损害识别与评估、环境改善的费用与效益的分析和评估，以便为减排责任制定和权责界定提供基础，促进在事实认定基础上的区域大气环境管理合作和协商机制的建立和有效运行。

再次，污染防治需要关注策略和路径选择，寻求最小成本的污染防治策略。污染治理继续强化并关注污染的社会经济损失与治理效益，以及其不同行业、区域的异质性特征。

最后，加强污染控制措施的短期和长期的机制影响和效果评估，尤其是限产、停产、督查等短期行政污染控制措施和监管措施的实际效果评估。同时还要关注技术变革所带来的影响和机遇，以及信息公开、公众参与，制定引导消费行为的政策。

⁴⁹ 通过制度变革推进区域复合型大气污染的防控与管理，张世秋，《环境保护》，2012年第6期，p73-76；绿色发展的制度和政策改革分析，张世秋，《环境保护》，2016年第11期，p34-37。

2. 能源结构转型，一方面是加强煤炭的清洁、高效利用；另一方面是煤炭消费总量控制和清洁能源替代。建议在相关政策文件中增加全国煤炭消费总量控制的约束性指标，并根据地区差异进行目标分解，加强责任考核。

表 3-1 是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。

表 3-1 2020 国家政策目标和中国煤控项目煤控情景的具体指标⁵⁰

	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

⁵⁰ 煤控情景的信息来源：《中国十三五煤炭消费总量控制规划研究报告（2016-2020）》执行报告，中国煤控项目，2016.01；《中国煤控项目第四期（2017）研究框架》，中国煤控项目，2017.06。

3. 加强协同控制。一方面强化大气污染物与碳排放的协同控制；另一方面，加强大气污染物的协调减排，从重点治理 PM_{2.5} 转向 PM_{2.5} 和 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。此外，加强重点区域环境指标浓度控制和环境质量改善的同时，应确保非重点区域的环境质量不恶化。

4. 补齐 VOCs 治理短板，强化 O₃ 污染严重的重点地区 VOCs 减排，突出抓 O₃ 生成潜势大的 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。具体建议如下：

- 依托国家第二次污染源普查，建立和完善主要城市 VOCs 污染源排放清单，推动建立区县层面的 VOCs 污染源排放清单并实现动态更新，建立 VOCs 污染源成分谱库；确定不同人为排放源 VOCs 排放量计算方法，建立典型排放源排放因子库。
- 尽快出台国家层面的 VOCs 排放控制标准，地方行业 VOCs 治理、减排方案及细则；针对工业源、交通源、生活源制定差异化的 VOCs 减排技术路线，尽快建立多部门联合控污的长效工作机制。
- 实施重点行业 and 重点区域总量控制，严格新建企业环评准入，加强 VOCs 排放增量管控；对于重点行业，建立基于 O₃ 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。
- 以国家层面的清单编制方法为基础，指导并带动地方对于本地区 VOCs 排放源、排放量以及排放节点等基础数据的积累，为“一厂一档”和针对性治理方案的制定奠定基础；
- 建立基于“有组织监测，无组织评估，综合分析”技术路线的 VOCs 监管体系。尽快出台《污染源 VOCs 在线监测技术规范》，在重点行业实施 VOCs 在线监测。
- 推动炼油石化行业实施 VOCs 排放的深度治理。鉴于炼油石化行业 VOCs 排放量大，组分活性强的特点，在全国范围内实施炼油石化行业 VOCs 排放审计和减排全过程监管，完成减排潜力分析，推动其针对 12 源项分阶段开展 VOCs 排放的深度治理，定期实施“泄漏检测与修复”（LDAR），建立基于点源监测、面源评估的排放监测体系，确保国内石化行业在十三五末排放达到国际先进水平。
- 建立包括企业自主减排和公众参与的 VOCs 减排对策体系。建议通过派遣 VOCs 污染防治对策顾问，组织召开研讨会普及 VOCs 污染控制对策等方式引导污染企业采取自主措施控制污染物的排放；通过普及低 VOCs 产品使用案例、在政府采购优先使用低 VOCs 产品等方式引导公众参与 VOCs 减排。

5. 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。这里的散煤治理包括 35 蒸吨及以下燃煤工业小锅炉，小窑炉的治理以及民用散煤治理等。

在散煤治理方面，具体建议如下：

- 首先，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。同时，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。
- 其次，民用散煤治理重点解决清洁能源供应和经济性问题，加快清洁能源利用的提效降本工作；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。
- 再次，构建散煤治理和清洁取暖大数据平台和相关的监测平台。加强清洁能源供需研判，动态识别供需的区域匹配；追踪清洁取暖项目的建筑节能水平、房改房情况、工程进度、设备运行、维护服务、补贴发放等，提供清洁能源断供的风险识别和应急预案，并对异常情况进行事故报警等；建立中小企业信息共享平台，提供不同区域工业园区的准入条件和集中热源和污染控制系统的情况，散乱污企业及各行业落后产能的排查和整治的电子台账，动态追踪系统。
- 最后，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。此外，加强监管，环保督查新常态继续下沉，狠抓落实，同时，加强各相关部门的信息公开和公众教育也是非常重要的。

6. 在机动车排放控制方面，以改善交通结构为主，重点开展柴油车超标排放专项治理，加大对非道路机械、船舶等的大气污染排放控制。具体建议如下：

- 整合更多资源为精细化管理服务，可以由第三方来承担，比如重型车排放不应仅基于注册地核算，要与交通部门形成融合，以及公转铁等的效益评估；
- 通过管理倒逼产业核心技术的发展；
- 开展区域产业结构 - 交通流量 - 排放的影响链分析，加强区域尺度的联防联控。货物的运输是由经济驱动，现有的货运排放清单侧重于准确建立排放总量及分布，对于排放的驱动力分析不足，难以支撑精细化政策制定，例如外地车过境、货车绕行、老旧车淘汰等，无法量化评价政策对各区域产生的交通源减排成本效益及交互影响。
- 注重管控政策的综合评估。对于上硬件设施的项目，比如对柴油车加装 DPF 装



置等，需要综合评估实施条件和成本效益，选择最佳效益成本比的方案，明确各项措施的优先级和时间表。

- 注重非道路机械活动水平的管理。非道路机械的活动水平在以往的管理中有所缺失，掌握非道路机械的活动水平对非道路机械的减排至为关键。
- 注重碳霾同减。不仅要考虑传统污染物的减排，还需考虑黑炭、颗粒物浓度和IVOCs等在此前的管控中被忽视的污染物的减排效益，同时考虑CO₂的减排效益。
- 注重推动运输结构长期调整。在三年行动计划中，运输结构调整被提到了未来机动车污染治理的根本之策的高度，在政策的推动下，铁路的货运量在近几年会有明显的提升。从长期看，由于公路货运的自身优势，我国货运结构中公路货运占绝对优势地位的现状会持续下去，从优化货运结构、强化货运管理、创新货运技术等几个方向共同着力，减少公路货运的排放，更好地发挥铁路优势。

7. 在《大气污染防治行动计划》的基础上出台一部行政法规《煤炭污染防治条例》，真正将防治煤炭污染的法律措施系统化和严密化，规定有明确的适用对象和范围、完整的实施程序和准确的法律后果。此外，进一步完善法律责任追究的规定；发挥环境公益诉讼在控煤方面的作用。

8. 进一步完善污染源全面监测，强化区域联防联控和执法督查，提高执法效能，同时，进一步完善环境信息采集的多样化，加强信息公开与公众参与。

信息公开、公众参与需要更好设计和执行，整合、优化、并增强现有的与环境相关的经济、环境、能源、资源以及影响的信息收集和检测体系，并尽最大可能推动环保信息公开，包括环境污染的现状以及环境污染对人体危害的相关信息。制定引导消费行为的政策；通过宣传教育，形成并扩大共识，公众在享有对环境的基本权利的同时，也必须承担与环境改善相关的责任。



环保纸印刷