

北京市城乡供热取暖清洁化历程及启示

周扬胜

(北京市生态环境局, 北京 100048)

【摘要】 本文介绍了北京市供热采暖清洁化改造的背景、发展阶段和大气环境质量改善情况。1998年,北京市以实施控制大气污染紧急措施为契机启动供热清洁化工作。1998—2019年历经20多年,持续推进市区热电厂、燃煤锅炉和远郊新城燃煤锅炉供热、市区4个区平房和农村地区散煤采暖清洁化改造,全市完成总容量63370MW(90528t/h)燃煤锅炉清洁能源改造、城乡散煤清洁能源替代124万户,全市城乡清洁供热采暖比例从零起步达到99%。2019年与相应年份污染物浓度比较,SO₂比1998年下降了96.7%,NO₂比1998年下降了50%,PM₁₀比2000年下降了58%,PM_{2.5}比2013年下降了51.3%。基于北京市供热清洁化历程特点分析,提出了持续推进北方大气污染治理重点地区城乡供热清洁化对策建议。

【关键词】 供热取暖; 清洁能源; 空气质量; 北京

中图分类号: X21 文献标识码: A 文章编号: 1673-288X(2020)03-0057-10 DOI: 10.19758/j.cnki.issn1673-288x.202003057

1998年国务院将北京市确定为环境治理重点地区。从1998年12月开始至2010年,北京连续实施了16个阶段的控制大气污染措施;经过2011—2012年继续治理、2013—2017年实施清洁空气行动计划、2018年开始实施打赢蓝天保卫战,在经济社会快速发展的同时,大气环境质量持续改善。2018年与1998年相比,地区生产总值增长到30320亿元,按照可比价格计算增长了663%;人口增长到2154.2万人,增长了72.9%;能源消耗增长到7132.8万吨标煤(2017年),增长了87.3%;机动车保有量增长到608.4万辆,增长了348%^[1]。SO₂年均浓度从1998年的120微克/立方米下降到2019年的4微克/立方米(2004年达到国家二级标准60微克/立方米),下降了96.7%;可吸入颗粒物(PM₁₀)从2000年的162微克/立方米下降到2019年的68微克/立方米(达到国家二级标准70微克/立方米),下降了58%;NO₂从1998年的74微克/立方米下降到2019年的37微克/立方米(达到国家二级标准40微克/立方米),下降了50%;细颗粒物(PM_{2.5})从2013年的89.5微克/立方米下降到2019年的42微克/立方米,下降了51.3%,但是仍超过国家二级标准(35微克/立方米)16.7%^[1-3]。

20多年间,在对燃煤、机动车、工业企业、扬尘等领域实施大气污染综合治理过程中,北京市重视燃煤领域冬季供热采暖热源的排放治理,大力引进天然气、外调电力替代煤炭,供热能源结构不断优化,有效地控制了采暖季大气污染,改善了采暖季及全年大气环境质量。回顾北京市20多年供热采暖发展历程,分析热源结构演变特点,作者认为,根据城乡发展阶段目标和客观需要,以大气污染治理推进热源清洁化是北京城市发展贯彻始终的一条主线,这对于我国北方大气污染治理

重点地区京津冀及周边地区、汾渭平原城乡冬季供热取暖逐步清洁化、降碳减排、改善大气环境质量、提高城乡居民生活水平,都具有一定的借鉴意义。

在大气污染治理推进取暖清洁化工作中,既包括仅在冬季对供热热源的治理和改造,也包括对全年运行供热热源的治理和改造,后者指热电厂(热电联产一般采用冬季供热大于夏季、夏季发电大于冬季的运行模式)。本文所涉及的供热和取暖(供暖、采暖)是并行混用的,既包括冬季供暖取暖,也包含全年供热。

1 20世纪90年代分散式燃煤供热采暖是冬季污染严重的重要原因

1.1 20世纪90年代供热采暖以煤为主

在20世纪80年代初期,北京市的1983版城市规划就明确了发展集中供热的城市供热采暖技术路线。在发展热电厂供热的同时,鼓励建设区域集中供热锅炉房,陆续新建、扩建了一批区域大型燃煤集中供热锅炉房(左家庄、方庄、亚运村、西罗园等锅炉房供热面积都在百万平方米以上),在一定程度上减少了因房地产开发所带来的分散燃煤小锅炉房的建设数量;同时“拆小并大”,推行大院供热和联片供热,拆除分散燃煤小锅炉房,以控制大气污染。但由于集中供热锅炉房建设资金筹措与分散式房地产开发之间不同步协调,区域集中供热发展有限。

1990年,北京市市区有房屋建筑面积1.76亿m²,有暖气的1.37亿m²,占77.8%,其中集中供热5009.7万m²(其余8000多万m²依靠分散式小锅炉房供热)。无暖气的建筑依靠小煤炉采暖,面积3900万m²,占比22.2%。远郊区县城关镇、农村基本依靠分散式小

锅炉、小煤炉、柴火炉供暖取暖。

1991—1995年,北京市区房屋建筑面积由1990年的1.76亿 m^2 发展到1995年的2.19亿 m^2 ,同期市区集中供热总面积由1990年的5009.7万 m^2 发展到1995年的7537.3万 m^2 。1995年,城市热网(燃煤联产机组)供热面积2835万 m^2 ,占房屋建筑面积的13%;区域锅炉房(供热厂)和集中式燃煤锅炉房的供热面积3825万 m^2 ,占房屋建筑面积的17%;联片式燃煤锅炉房供热677万 m^2 ,占3%;工业余热供热200万 m^2 ,占1%。市区有14373万 m^2 建筑面积靠分散式燃煤锅炉房约3400多台小锅炉(单台容量7MW以下)和140万台小煤炉分散供暖取暖,其供暖采暖面积占市区房屋的66%,其中小煤炉采暖面积3900万 m^2 。如此众多的燃煤小锅炉和小煤炉供暖取暖加重了北京市的大气污染。1991年,采暖用煤共计720万吨,占煤炭消费总量的比例为30%。其中锅炉采暖用煤为320万吨、小煤炉采暖用煤近400万吨^[4]。

表1 1990年和1995年北京市集中供热面积和比例

项目	1990年		1995年	
	面积/万 m^2	占比/%	面积/万 m^2	占比/%
集中总供热面积	5009.7	—	7537.3	—
城市热网供热	1610.3	9.1	2835.2	13.0
集中锅炉房供热	1941.2	11.0	3825.3	17.0
联片供热	1308.0	7.4	676.9	3.0
工业余热供热	150.2	—	199.9	1.0

到1997年,北京市天然气使用量还很少,仅有来自华北油田的1.6亿立方米天然气,主要供应单位食堂、居民炊事使用,还不能用于供热采暖。人工煤气生产过程污染严重,不被认为是清洁能源。煤炭仍然是北京市的供热采暖能源,北京大气污染问题引起社会广泛关注。

1.2 20世纪90年代北京大气污染严重,冬季更加严重

1991—1998年,北京地区生产总值增长了232%(按可比价格计算)^[1]、常住人口增长了20.7%^[1]、煤炭消费增长了11.9%^[2]、机动车数量增长了175%^[2];房屋施工面积增长了117%^[1]。北京市继续将“煤烟型”污染作为治理重点,其中“八五”期间市区共建设了34座大型燃煤供热锅炉房,供热2966万 m^2 ^[5]但是由于城市建设和房地产行业发展迅速,从而带来了建筑采暖需求的持续增长,新建锅炉房为数不少,燃煤锅炉数量还在不断增加。虽然也对燃煤锅炉污染采取了治理措施,推广优质型煤并安装除尘器和脱硫设备,但由于污染治理技术水平低、排放标准限值宽松,加上治理资金投入不足,治理进度不及新增加污染。1991—1998年,环境统计数据表明^[2],全市二氧化硫、烟(粉)尘排放总量居高不下,分别为30万吨/年~38万吨/年和

22万吨/年~46万吨/年,环保欠账逐年积累。并且,在市区范围内(规划面积1040平方千米)集中了全市50%的人口、80%的建筑、60%工业产值和80%的能源消耗^[2],市区大气污染仍很严重。1997年市区大气中二氧化硫(SO_2)、总悬浮颗粒物(TSP)、氮氧化物(NO_x)的年均浓度分别超过国家二级标准108%、85.5%和166%,采暖期各项污染物严重超标,污染成倍增加。以下对比分析市区采暖季与非采暖季 SO_2 、TSP、 NO_x 、CO浓度差别^[2]。

(1)1991—1998年,采暖期市区 SO_2 污染十分严重

8年间, SO_2 年均浓度超标1倍左右;采暖季 SO_2 浓度平均为242微克/立方米、日均浓度超标天数比例平均为65%,非采暖期间 SO_2 污染较轻,平均浓度为39微克/立方米、日均浓度超标天数比例为1.8%。采暖期 SO_2 平均浓度是非采暖期的6.2倍,日均浓度超标天数比例是非采暖期的36倍。

(2)1991—1998年,采暖期市区TSP污染更加严重

8年间,采暖期TSP平均浓度为436微克/立方米、日均浓度超标天数比例平均为77.6%,非采暖期TSP平均浓度为320微克/立方米、日均浓度超标天数比例为45.7%。采暖期TSP平均浓度是非采暖期的1.36倍,日均浓度超标天数比例是非采暖期的1.7倍。

(3)1991—1999年,采暖期市区 NO_x 污染更加严重

9年间,采暖期 NO_x 平均浓度为174微克/立方米、日均浓度的超标天数比例最高为73.8%,非采暖期 NO_x 平均浓度为94微克/立方米、日均浓度超标天数比例最高为48.4%。采暖期 NO_x 平均浓度是非采暖期的1.85倍,日均浓度超标天数比例是非采暖期的1.5倍。

(4)1991—1998年,采暖期市区CO污染更加严重

8年间,采暖期CO平均浓度为3.9毫克/立方米、日均浓度超标率平均为40%;非采暖期平均浓度为2.2毫克/立方米、日均浓度超标率平均为7.2%。采暖期,CO平均浓度是非采暖期的1.8倍,日均浓度超标率天数比例是非采暖期的5.6倍。

综上所述,1991—1998年北京市市区采暖季大气中4项污染物平均浓度、日均浓度超标天数比例均是非采暖期的数倍,采暖期污染更加严重,见表2。北京市供热采暖能源基本为煤炭且多为分散式燃煤锅炉供热、小煤炉采暖,是采暖期加重大气污染的根本原因。

表2 1991—1998年北京市市区采暖期与非采暖期大气污染对比

污染物	平均浓度比值 (采暖期/非采暖期)	日均浓度超标率比值 (采暖期/非采暖期)
SO_2	6.20	36.00
TSP	1.36	1.70
NO_x	1.85	1.50
CO	1.80	5.60

2 北京市供热取暖清洁化发展阶段和空气质量改善

2.1 实施控制大气污染阶段措施、市区供热采暖清洁化初见成效(1998—2010年)

2.1.1 启动供热采暖设施清洁能源改造

1997年,北京市市区大气污染仍很严重,TSP、SO₂、NO_x年均浓度分别超过国家二级标准85.5%、108%和160%;1997—1998年采暖季3项污染物日均浓度超标天数比例分别为76.9%、67.9%和68.9%^[2]。在北京市第十一届人民代表大会第一次会议上,大气污染问题成为热点,有67名人大代表分别联名提出5件有关大气污染治理问题的议案。1998年,北京市将防治大气污染列为市政府15项重点工程之一,市政府责成原市环保局组织制定《北京市大气污染防治目标与对策》;1998年5月,国务院将北京市确定为环境治理重点地区^[2],改善首都大气环境质量成为各方共识。从1998年12月16日北京市政府发布实施控制大气污染紧急措施(相当于第一阶段)到2001—2002年采暖季,所实施的7个阶段控制措施每年分为两个阶段,分别为采暖季(10月至次年3月)和非采暖季(3月至10月)。从此,北京市冬季燃煤供热取暖污染治理工作被系统性地摆到突出位置,开始改变以前分式燃煤采暖、仅靠末端治理、污染逐年严重、冬季更加严重的被动局面。1998—2010年,北京市连续实施了16个阶段控制大气污染措施,有力地推进了市区和远郊新城供热采暖清洁化,供热结构不断

优化,热电联产大热网热力、燃气锅炉房逐步成为供热采暖主力,冬季采暖期和全年大气环境质量都得到明显改善。

2.1.2 引进天然气,燃煤从增到降

为治理采暖季供热采暖热源排放污染、改善空气质量、提高居民生活水平,在党中央的大力支持下,北京市把引进天然气替代煤炭作为治理大气污染的基本手段,在采暖季供热采暖能源的清洁化历程中,天然气发挥了“主力军”作用。1997年11月,陕京一线向北京输气;2005年8月,陕京二线竣工并向北京市正式输气,北京市天然气消费量逐年增加。1995年,天然气销售量仅为1.2亿m³;2000年,天然气消费量为10.9亿m³;2005年,天然气消费量增长到32亿m³,居全国之首^[5];到了2010年,全市天然气消费量已达到74.8亿m³^[2],其中供热采暖消耗51.55亿m³^[5]。

1998—2003年,尽管能源消费总量逐年增长,但由于天然气供应量逐年增加,煤炭消费量并未增长,保持在2600万吨/年~2700万吨/年之间,5年间占比下降了12.5个百分点。可能由于在远郊新城开始建设大型燃煤供热中心,扩大了集中供热采暖面积,使2005年煤炭消费量达到峰值3069万吨,2005—2010年煤炭消费量逐步下降,2010年煤炭消费总量为2530万吨,与1991年煤炭消费量相当,占能源消费总量的比例下降到28.2%,比1991年的61.9%下降了33.7个百分点。

表3 1991—2010年北京市能源消费总量及煤、气、电消费量统计表^[2]

年份	能源消费总量 /万吨标准煤	煤炭消费量		天然气消费量 /亿立方米	全社会用电量 /亿千瓦时
		万吨	所占比例/%		
1990	2709.7	2393.2	62.7	0.8	150.5(净调入50.9)
1991	2872.0	2506.5	61.9	0.8	161.4(净调入—)
1992	2987.5	2539.9	60.4	0.9	176.0(净调入—)
1993	3264.6	2538.5	55.2	1.0	192.5(净调入—)
1994	3385.9	2556.0	53.6	1.1	205.5(净调入114.3)
1995	3533.3	2670.5	53.7	1.2	222.6(净调入—)
1996	3734.5	2763.4	50.8	1.5	244.4(净调入—)
1997	3719.2	2780.0	53.1	1.6	263.6(净调入—)
1998	3808.1	2677.7	49.9	3.3	276.2(净调入—)
1999	3906.6	2650.7	48.2	6.5	297.3(净调入—)
2000	4144.0	2710.0	46.4	10.9	384.4(净调入204.9)
2001	4229.2	2675.0	44.9	16.7	400.0(净调入224.6)
2002	4436.1	2531.0	40.5	20.8	440.0(净调入257.4)
2003	4648.2	2677.0	40.9	21.2	467.7(净调入274.8)
2004	5139.6	2940.0	40.6	27.0	513.2(净调入308.5)
2005	5049.8	3069.0	43.2	32.0	570.5(净调入358.3)
2006	5399.3	3055.7	40.2	40.7	611.6(净调入409.3)
2007	5747.7	2990.1	36.9	46.6	667.0(净调入449.5)
2008	5786.2	2748.0	33.7	60.7	689.7(净调入462.1)
2009	6008.6	2664.7	31.4	69.4	739.1(净调入513.0)
2010	6359.5	2530.0	28.2	74.8	810.0(净调入558.1)

说明:1.表格数据为能源使用品种初次使用的占比;2.根据第三次经济普查,对2005—2010年能源消费总量及主要数据进行了调整;3.1991—1999年电力净调入“—”表示数据缺失。

2.1.3 市区供热采暖结构逐步清洁化

1998—2010年,北京市区范围内供热采暖清洁化可以分为两个部分:8个城近郊区和10个远郊区新城燃煤锅炉清洁能源改造;4个城区平房小煤炉采暖改为电采暖。

(1) 燃煤供热采暖锅炉清洁改造

1998年以后,随着天然气供应量的逐年增加,天然气供应领域由原来的以民用炊事为主,拓展到建筑供热和采暖、工业动力、燃气汽车等方面。1997年年底北京市开始推广天然气,1998年12月开始实施控制大气污染紧急措施,加快热源污染治理,把发展清洁能源、调整优化能源结构作为城市能源发展和污染治理的重大措施。1999—2000年全市首先完成了1.1万台燃煤茶炉和3.3万台燃煤大灶的清洁能源改造,居民住宅接入管道天然气,市区逐步实现炊事燃气化^[2]。

北京把市区(又称为城近郊八区)供热采暖清洁化改造作为重点推进,1998—2000年建设无燃煤区煤改清洁能源;2000年起,实施燃煤锅炉清洁能源改造。对市区内的燃煤锅炉,根据天然气管网通达条件和天然气供应能力,按照先易后难、先小后大(改造锅炉容量分为 $\leq 0.7\text{MW}$ 、 $\leq 7\text{MW}$ 、 $\leq 14\text{MW}$)、先内后外(从城四区到城八区),先低后高(烟囱高度)的原则,成片进行改造,拆除了一批老旧燃煤锅炉、安装新的天然气锅炉或者接入燃煤热电厂大热网,也有部分燃煤锅炉改为电锅炉。1998—2010年,市区共计完成10435台燃煤锅炉的清洁能源改造。同期,北京市新建、扩建了太阳宫、郑常庄、京丰、亦庄、电子城5座燃气热电厂和草桥燃气热电中心等一批热电联产项目,新增热力大网供暖面积2600万 m^2 ;5大燃煤热电厂完成燃煤机组烟气除尘、脱硫、脱硝深度治理,依靠大热网供热采暖面积不断扩大。

表4 1998—2010年北京市市区燃煤锅炉清洁能源改造项目一览表^[2]

年份	改造项目	完成情况
1998	卫生(医院)和旅游饭店系统燃煤锅炉	完成改造450多台、总容量900多蒸吨/小时(630MW)燃煤锅炉
1999—2000	燃煤锅炉改天然气	完成改造1000多台、总容量2000多蒸吨/小时(1400MW)燃煤锅炉
2001	燃煤锅炉改天然气	完成改造1500台燃煤锅炉
2002	燃煤锅炉改天然气	完成改造1681台燃煤锅炉
2003	城八区燃煤锅炉改清洁能源	完成改造燃煤锅炉1914台(改燃气816台,改热力237台,改电331台、改其他清洁能源404台,拆除81台)
2004	燃煤锅炉改清洁能源	完成改造1136台燃煤锅炉;城八区1037台(改燃气510台、改热力117台,改电189台,改其他清洁能源211台,拆除10台);远郊区县99台
2005	燃煤锅炉改清洁能源	完成改造249台、总容量1043蒸吨/小时(703.1MW)燃煤锅炉(改燃气132台、改热力26台、改电28台、改用其他清洁能源63台)
2006	燃煤锅炉改清洁能源	完成改造1400台、容量5290蒸吨/小时(3703MW)燃煤锅炉
2007	燃煤锅炉改清洁能源	完成改造1105台燃煤锅炉
2010	燃煤锅炉改清洁能源	完成改造燃煤锅炉总容量1050蒸吨/小时(735MW)

北京市远郊区县新城供热采暖清洁化,采取“撤小建大”的技术路线加以推进。从2007年开始,根据新城供热规划实施燃煤锅炉整合、集中供热,并安装高效除尘和脱硫设施。2008年投产10座大型燃煤集中供热中心,供热面积3000万 m^2 ,替代160多家燃煤小锅炉房。由于锅炉燃烧效率提高和安装了高效除尘和脱硫设施,烟尘、 SO_2 和 NO_x 分别减排74%、68%和67%。至2010年,累计建成投产30座大型燃煤供热中心,并配备高效除尘和脱硫设施,替代了670座分散式小型燃煤锅炉房,供热能力达到1.2亿 m^2 ,平均减排烟尘、 SO_2 和 NO_x 70%左右^[2],改善了远郊区县空气质量。

(2) 城四区平房区散煤采暖“煤改电”

北京市东城、西城、崇文、宣武4个城区平房多,集中供热管道难以通达,20世纪90年代还在使用小煤炉烧型煤(多为蜂窝煤)取暖,冬季城市笼罩在烟雾之中,对居民造成严重危害,是改善大气环境质量绕不过

的难题。1998年,城八区的小煤炉冬季取暖煤炭消耗量下降到100万吨。根据2000年统计数据,采暖用小煤炉约50万户^[5]。

2000年(控制大气污染第五阶段),北京市提出开展居民平房电采暖试点,首次将散煤采暖清洁工作提上日程。2003年(控制大气污染第九阶段),东城区和西城区完成了一批平房改用电采暖示范工程。平房电采暖采用蓄热式电暖器替代小煤炉采暖,具有利用夜间谷电蓄热、白天放热的特点。为满足采暖电功率需求,北京电力公司负责对平房区配电网进行改造扩容,每户容量达到10千瓦左右,同时也满足了家用电器消费的电力条件。户外线路改造资金由北京电力公司负责,市、区财政共同补贴户内线路改造、房屋保温和电暖设备购置,共投入资金104亿,平均每户6万多元。北京市制定了鼓励电取暖的政策,一是取暖设备蓄热电暖器购置安装费,由市、区、居民各承担1/3;二是实行谷电价格优惠政策,

谷电优惠至 0.3 元/千瓦时；三是财政补贴政策，市、区两级财政对夜间采暖用电各补贴 0.1 元/千瓦时，居民只需支付采暖电价 0.1 元/千瓦时。

到 2010 年，北京市城四区共完成 17.4 万户“煤改电”^[2]。中心城区民用蜂窝煤使用量由 2001 年的 43 万吨下降到 2010 年 8.2 万吨。2010 年，北京市中心城区仍有 10 万户居民用小煤炉采暖^[5]。

(3) 北京市供热结构逐步优化

1998 年后，天然气和外调电力不断增加，市区煤炭

消费量得到控制，供热结构逐步优化。2005—2010 年，热电联产供热面积持续增加，占比由 2005 年的 20.5% 增加到 2010 年的 23.0%；燃气供热面积持续增加，占比由 35.1% 增加到 2010 年的 43.5%；燃煤锅炉房供热面积因远郊城镇建设大型集中供热中心而有所增加，但是占比却从 2005 年的 41.4% 下降到 2010 年的 31.0%。2010 年，热电联产及清洁能源供热达到 69%。基本形成了“集中与区域共支撑、燃气与燃煤互补充”的多元供热格局。

表 5 2005—2010 年北京市供热结构^[6]

年份		2005	2006	2007	2008	2009	2010
供热面积/万 m ²	热电厂	9730	10757	12489	12866	14587	15344
	燃煤锅炉房	19711	19362	20661	20772	19670	20691
	燃气锅炉房*	16708	20323	22516	25648	27688	29126
	燃油锅炉房	800	841	719	573	592	623
	电及其他	617	533	554	396	1013	1066
供热总面积/万 m ²		47566	51816	56939	60255	63550	66850
其中，集中供热面积/万 m ²		31736	34971	37203	42501	44240	46715
供热结构/%	热电厂	20.5	20.8	20.1	20.2	21.8	23.0
	燃煤锅炉房	41.4	37.4	34.3	32.7	29.4	31.0
	燃气锅炉房*	35.1	39.2	37.4	40.4	41.4	43.5
	燃油锅炉	1.7	1.6	1.2	0.9	0.9	0.9
	电及其他	1.3	1.0	0.92	0.61	1.5	1.6

注：* 含燃气壁挂炉分户自采暖。

2010 年底，北京市有 5 座燃煤热电厂和 1500 多座燃煤锅炉房。城六区供热面积 4.4 亿 m²，燃气供热占 66.6%，燃煤电厂热力大网供热占 15.2%，燃煤锅炉房供热占 16%（大型燃煤锅炉房 58 座，供热 6000 万 m²），年耗煤 160 万吨^[7]。另外，城乡接合部和远郊区农村还分散有 215 户小煤炉^[5]，采暖季烟尘低空直接排放，仍然是造成北京市采暖期大气污染的主要排放源。

2.1.4 十二年空气质量显著改善^[2]

1998—2010 年，北京市清洁能源供应逐步增加，促进了供热采暖的逐步清洁化，显著地改善了空气质量，尤其是初步控制住了 SO₂ 超标污染。

(1) 初步控制住了 SO₂ 超标污染

2010 年与 1998 年相比，SO₂ 年均浓度从 120 微克/立方米下降到 32 微克/立方米，降幅为 73.3%，于 2004 年达到国家标准二级限值（60 微克/立方米）；采暖期 SO₂ 平均浓度从 252 微克/立方米下降到 64 微克/立方米，下降了 74.6%，日均浓度超标天数比例从 71.9% 下降到 4.0%（5 天超标），下降了 67.9 个百分点；非采暖期 SO₂ 平均浓度从 42 微克/立方米下降到 16 微克/立方米，降幅 61.9%，2001 年起日均浓度已无超标天数。原因分析：SO₂ 污染为燃煤燃烧产生。北京市在对燃煤设施进行烟气脱硫治理的同时，大力推进能源清洁化，供热采暖能源从燃煤转向天然气，有效地控制了采暖期

SO₂ 污染，并使其年度平均浓度持续下降。

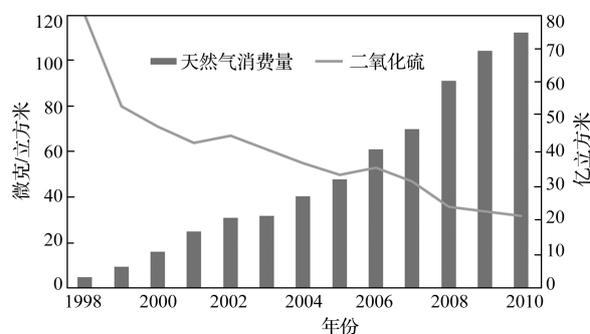


图 1 1998—2010 年北京市天然气消费量和大气中二氧化硫浓度变化对比

(2) CO 浓度降幅超 5 成

2010 年与 1998 年，CO 年均浓度下降了 54.5%、日均浓度超标天数比例下降了 21.9 个百分点；采暖期 CO 平均浓度下降了 54.5%、日均浓度超标天数比例下降了 37.2 个百分点，非采暖期 CO 平均浓度下降了 53.8%、2010 年已无超标天数。原因分析：煤炭不能充分燃烧会产生 CO 污染，小煤炉采暖时有煤气中毒现象发生就是由 CO 所引起。北京市推进燃煤锅炉改为天然气锅炉、平房散煤采暖煤改电，从热源源头防止小锅炉、小煤炉 CO 污染。同期的控制机动车污染措施也对降低 CO 污

染发挥了重要作用。

(3) 可吸入颗粒物有所降低

2010年与2000年相比(北京市从2000年开始全年监测),可吸入颗粒物 PM_{10} 年均浓度下降了25.3%、日均浓度超标率下降了22.1个百分点;采暖期平均浓度下降了22.6%、日均浓度超标率下降了20.4个百分点;非采暖期平均浓度下降了27%、日均浓度超标率下降了23.1个百分点。原因分析: PM_{10} 污染物既有燃煤一次排放颗粒物,又有来自机动车、工业、农业排放的 NO_x 、 SO_2 、VOC和氨气等转化形成的二次颗粒物, PM_{10} 污染治理效果反映大气污染综合治理效果,与治理 SO_2 污染相比难度更大、更加缓慢。

2.2 实施压减燃煤和清洁能源建设、清洁空气和蓝天保卫战行动计划,推进城乡供热采暖清洁化和低碳化(2011—2019年)

2011—2019年,为持续改善空气质量,北京市继续推进供热采暖热源清洁化,实施压减燃煤和清洁能源建设、清洁空气和蓝天保卫战行动计划。

2.2.1 工作目标和主要任务

(1) 加快构建本市安全高效低碳城市供热体系

2010年,北京市把清洁供热工作提到更高地位。2010年10月,北京市人民政府批转市发展改革委《关于加快构建本市安全高效低碳城市供热体系有关意见的通知》(京政发〔2010〕30号),提出构建安全高效低碳的城市供热体系:“十二五”末,要基本建成“1+4+N”+X(1个大热网+4个热电联产中心+N个燃气锅炉房+郊区新城X个供热中心)供热体系,全市供热能力达到8.5亿平方米,基本建成四大燃气热电中心,并完成城六区63座燃煤锅炉改造;至“十三五”,全面完善“1+4+N”+X供热体系,全市供热能力达到10.3亿平方米。

(2) 压减燃煤和清洁能源建设、清洁空气行动计划

为贯彻落实国家和北京市大气污染防治工作部署,2013年8月12日,北京市政府办公厅同日印发两份文件《北京市2013—2017年加快压减燃煤和清洁能源建设工作方案》和《北京市农村地区“减煤换煤、清洁空气”行动实施方案》。前者是全市加快压减燃煤和清洁能源建设工作的总体方案,后者则是专门针对农村散煤燃烧污染治理的难点问题所提出的具体任务和方法措施。2013年9月13日,北京市政府印发《北京市2013—2017年清洁空气行动计划》,部署了“能源结构调整减排工程”任务。一系列政府文件所提出的四个领域的治理目标和任务(火电厂、燃煤供热锅炉、工业用煤和散煤),有3个领域与清洁供热采暖有关,2013—2017年的主要目标是:(1)建设四大燃气热电中心,全面关停燃煤电厂,清洁能源发电比例达到100%,削减燃煤920万吨。(2)削减锅炉燃煤220万吨:城六区完成137座约4900蒸吨(3430MW)锅炉“煤改气”,削减

燃煤120万吨;远郊新城和重点镇区域内20蒸吨(14MW,不含)以下燃煤采暖锅炉全面实施清洁能源改造,削减燃煤100万吨。(3)多措并举治理城六区散煤燃烧,削减燃煤100万吨:东城区和西城区实现采暖无煤化,完成6.5万户平房采暖“煤改电”;加快朝阳区、海淀区、丰台区和石景山区城乡接合部城市化建设进程,按照“城市化改造上楼一批、拆除违建减少一批、炊事气化解决一批、城市管网辐射一批、优质煤替代一批”的原则,削减散煤。(4)平原农村地区结合新农村建设和城镇化建设,完成25万户电力、燃气和可再生能源清洁改造,为清洁能源采暖创造条件,力争完成散煤采暖清洁能源改造20万户。

(3) 打赢蓝天保卫战

2018年9月,北京市人民政府印发的《北京市打赢蓝天保卫战三年行动计划》提出,加快构建绿色低碳、安全高效、城乡一体、区域协同的现代能源体系。到2020年,优质能源比重提高到95%,基本解决燃煤污染。供热采暖领域的主要任务是:(1)打好压减燃煤收官战。按照先平原、再山区逐步推进的原则,以“煤改电”为主,科学选择技术路线,因地制宜推进农村地区村庄“煤改清洁能源”工作。2018年,完成平原地区450个村“煤改清洁能源”,同步开展农村住宅节能改造。完成平谷区、延庆区5座燃煤供热中心的锅炉清洁能源改造,基本实现全市平原地区“无煤化”。(2)进一步降低燃气采暖热水炉氮氧化物排放。新建、改建、扩建工程禁止使用能效标识2级及以下的燃气采暖热水炉,氮氧化物排放要达到燃气采暖热水炉国家标准规定的5级要求。

2.2.2 五年削减燃煤1700万吨

(1) 削减散煤300万吨。2013—2017年,北京市城乡共完成105.24万户散煤采暖清洁能源改造工程,按照每户燃烧散煤3吨估算,全市5年共减少散煤300万吨左右。

(2) 城六区和远郊区的建成区燃煤锅炉完成“煤改气”。完成23420MW(33420蒸吨/小时)燃煤锅炉清洁能源改造任务,按使用单位计99.8%的燃煤锅炉已淘汰,按容量计95.8%的燃煤锅炉已淘汰。远郊新城建成区35蒸吨/小时(24.5MW)及以下的燃煤锅炉全部淘汰。

(3) 完成燃煤热电厂改造为燃气热电中心(热电厂“煤改气”)。2017年3月,北京市四大热电厂燃煤机组关停,其中华能停机备用。

2013—2017年,北京市削减燃煤近1700万吨。2017年,全市煤炭消费总量下降到490万吨,占能源消费总量的比重为5.7%。其中,供暖锅炉房140万吨、农村居民采暖120万吨、城镇居民采暖60万吨,以及工业终端消费61万吨、发电36万吨、农业13万吨、第三产业59万吨。

2.2.3 蓝天保卫战燃煤削减到 300 万吨以内

2018—2019 年, 累计完成总容量 1190 MW(1700 蒸吨/小时)燃煤锅炉的清洁能源改造, 16 万余户完成散煤清洁能源替代, 燃煤锅炉基本“清零”, 平原地区基本实现“无煤化”。2019 年, 远郊新城燃煤供热中心全面完成清洁能源改造, 全市燃煤消费总量削减到 300 万吨以内, 全市集中供热清洁化比例达 99% 以上。另外, 3 年累计完成 3.5 万多 MW(5 万多蒸吨/小时)燃气锅炉的低氮燃烧改造。

1998—2019 年, 全市完成总容量 63370MW(90528 蒸吨/小时)燃煤锅炉的清洁能源改造; 城乡散煤清洁能源替代 124 万户 [数据来源为《北京环境年鉴 2017》、北京执政纪事(2017—2019)稿件]。

2.2.4 全市供热结构实现无煤化

2011—2019 年, 北京市连续 9 年实施压减燃煤、清洁能源建设、清洁空气行动计划和蓝天保卫战计划, 进一步改善了供热结构, 清洁供热比例不断提高。燃气热电中心供热基本保持在 1/4 比例; 燃煤锅炉房供热面积

和占比持续大幅度下降, 2018—2019 年采暖季实现无燃煤锅炉供暖; 燃气锅炉房供热面积占比持续增长, 从 2010—2011 年采暖季的 44.1% 提高到 2018—2019 年采暖季的 69.2%; 电能及其他取暖主要在城区平房区和农村村庄, 2015—2016 年采暖季电取暖占比虽然只有 1.3%, 但是对于难以实现集中供热的老城区平房、集中供热不经济的农村地区建筑采暖、居民温暖过冬却发挥了不可替代的作用, 2013—2019 持续增长, 2018—2019 年采暖季提高到 6.4%。

2.2.5 十年空气质量持续改善(2011—2019 年)

2019 年与 2010 年相比, 北京市空气质量持续改善: PM_{10} 从 $121\mu\text{g}/\text{m}^3$ 下降到 $68\mu\text{g}/\text{m}^3$ (首次达到国家二级标准 $70\mu\text{g}/\text{m}^3$), 下降了 43.8%; SO_2 从 $32\mu\text{g}/\text{m}^3$ 下降到 $4\mu\text{g}/\text{m}^3$, 下降了 87.5%; NO_2 从 $57\mu\text{g}/\text{m}^3$ 下降到 $37\mu\text{g}/\text{m}^3$ (首次达到国家二级标准 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$), 下降了 35.1%; $PM_{2.5}$ 从 2013 年的 $89.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 下降到 2019 年的 $42\mu\text{g}/\text{m}^3$, 下降了 53%, 但仍超过国家二级标准 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的 20%^[2-3]。

表 6 2010—2019 年北京市供热结构变化^[6]

		2010—2011 采暖季	2014—2015 采暖季	2015—2016 采暖季	2016—2017 采暖季	2017—2018 采暖季	2018—2019 采暖季
供热面积/万 m ²	热电厂	15743	22445	20546	20546	20546	21047
	燃煤锅炉房	21125	12236	11272	4962	1262	0
	燃气锅炉房*	29927	39301	46660	54121	57956	59718
	电及其他	1140	963	1072	2012	4501	5553
供热总面积/万 m ² (能源报告)		67935	74945	79550	81641	84265	86318
其中, 集中供热面积/万 m ² (统计年鉴)		46715	56786	58465	61136	60751	62932
供热结构/%	热电厂	23.2	29.9	25.8	25.2	24.4	24.4
	燃煤锅炉房	31.1	16.3	14.2	6.1	1.5	0
	燃气锅炉房*	44.1	52.4	58.7	66.3	68.8	69.2
	电及其他	1.7	1.4	1.3	2.5	5.3	6.4

注: * 含燃气壁挂炉分户采暖。

3 北京市供热采暖清洁化特点及启示

3.1 北京供热采暖清洁化历程特点

3.1.1 北京城乡供热采暖清洁化范围随着发展阶段逐步扩大

北京市根据空气质量改善的需要, 根据天然气供应和资金投入条件, 首先将人口密集的市区(城八区)供热采暖清洁能源改造放在优先位置。1998 年开始, 清洁能源改造分步推进, 推行家庭燃气化和餐饮食堂燃气化, 按照锅炉从小到大的顺序, 逐步以气代煤, 即使到 2010 年, 近郊区仍然有大型燃煤供热锅炉房供热采暖。中心城区平房型煤采暖污染治理从 2000 年启动试点, 直到 2017 年累计完成 20 多万户平房采暖“煤改电”,

改造投入平均每户高达 6 万多元^[2], 前后持续 17 年。

远郊区新城建成区供热采暖清洁化分两步走。一开始并没有像市区那样推行清洁能源改造, 而是在科学规划的基础上, 从 2007 年开始“拆小并大”, 建设大型燃煤供热中心, 并配套安装了先进的污染治理装置, 拆除分散式小型燃煤锅炉房。直到 2019 年完成燃煤供热中心清洁能源改造。

城乡接合部供热采暖清洁化依靠城市化得以实现。近郊区的城乡接合部散煤采暖一直是大气污染治理的难点, 曾经在 2007 年控制大气污染第十三阶段措施中提出采取清洁能源替代煤炭散烧取暖。但是, 由于城乡接合部建设缺乏规划、私搭乱建现象十分严重, 能源基础设施建设和提升无法实施, 只得随着近几年城乡接合部

基本完成了城市化建设,散煤燃烧污染问题才得以解决。

3.1.2 北京供热采暖清洁化是首都能源特殊地位和经济水平支撑的结果

经过20多年的发展,北京市完成了从以煤为主的能源结构到以电力、天然气为主的能源结构巨变,2018年北京全市天然气消费量已经达到191.6亿 m^3 。天然气消费占比为34.2%^[8],电力消费比重为26.3%,煤炭消费仅占2.8%^[7]。天然气和电力供应保障是由北京市的首都地位所决定的。

北京市不仅投入巨资推进清洁能源建设工作,而且还对建筑供热采暖实行财政补贴。北京的经济水平已经达到世界发达地区标准,有支撑清洁能源供热采暖的经济基础。2018年,北京市人均地区生产总值为140211元,高于同期全国人均117%;北京市财政收入7861亿元^[8],人均36500元,分别是河北省、河南省人均财政收入的4.94倍、6.77倍。

据北京市城市管理委员会供热办公室介绍,2018—2019年采暖季居民取暖补贴约为70亿元。

(1)北京市所有热电厂已经实现“煤改气”、全部建成燃气热电中心,但是供热采暖的收费价格却没有调整,依然保持燃煤机组热电联产供热时24元/平方米·采暖季的收费标准(尽管在北方城市不算低),而燃气热电中心的出厂热价已经从33元/GJ上涨到82元/GJ,热网运行亏损由市财政补贴,折合19元/平方米·采暖季。北京市大热网的供热建筑面积为2.1亿平方米,每年补贴总额近40亿元。

(2)北京市燃气锅炉房供热采暖收费标准为30元/平方米·采暖季,但是依然不能支撑供热成本。北京市对在市区、郊区运行的燃气锅炉房分别按照7.7元/平方米·采暖季和5.8元/平方米·采暖季的标准给予财政补贴,其中市级财政负担80%、区级财政负担20%,每个采暖季全市大约补贴30亿。

(3)对于中心城区平房的电能采暖,按照0.2元/千瓦时的标准,由市、区共同给予补贴;对于家庭燃气壁挂炉分户采暖,按照15元/平方米的标准给予补贴。

3.1.3 北京市农村基本实现采暖清洁化是城乡一体化和农村发展阶段的客观要求

北京市农村散煤采暖污染治理、基本实现清洁能源采暖,不是仅仅为了改善空气质量独立推进的,而是生态环境、农业农村、发展改革等部门为推进环境改善、农村建设、能源现代化以及村民改善生活愿望等诸多因素共同推动的结果。为减轻散煤采暖污染,北京市远郊区县农村地区也尝试过生物质锅炉采暖,终因污染控制效果不理想,存在年头比较短。只有当农村电网扩容得以实施、管道燃气可以通达,并且在市、区两级财政提供雄厚的财政补助,农村居民收入提高后,北京市直到

2013年才开始推行以电驱空气源热泵、燃气采暖热水炉为主体的清洁采暖。北京农村清洁采暖以“安得起、用得起”为原则,给予财政补助政策:(1)对农宅节能保温改造每户补助1万元,同时实施抗震加固改造的,每户补贴2万元的补贴;(2)空气源热泵购装费补贴每户2.4万元以上,其他清洁采暖用具购装费市、区、家庭分别承担1/3;(3)电采暖夜间12小时电费按照0.1元/千瓦时交纳(在谷电优惠价0.3元/千瓦时的基础上,市、区两级财政各给予0.1元/千瓦时的补贴),燃气采暖给予补贴后运行费用与电采暖相当。经过市生态环境部门走访调查得知,百分之八九十农村家庭认可清洁采暖。这也是北京市农村发展阶段对能源现代化的必然要求。2018年,北京农村居民人均可支配收入为26490元,比全国平均水平高出81.2%,恩格尔系数为23.8%^[8]。财政对采暖电费、燃气费进行补贴后,北京农民有能力承担清洁采暖2千元左右的正常支出。

3.2 持续推进北方大气污染治理重点地区供热取暖清洁化思路和对策建议

本文限于讨论京津冀及周边地区“2+26”城市和汾渭平原地区11城市的冬季供热采暖,不涉及东北、西北地区采暖问题。持续推进供热采暖清洁化,是供热采暖领域治理燃煤污染的总方向。鉴于以上地区的发展阶段,本文认为,清洁化的标准应是动态的,应与当地的经济条件相适应,不同发展阶段、城区和乡村的清洁化标准应有所不同。当前宜将分散式小型燃煤锅炉供热、直接燃烧散煤采暖作为清洁化重点,期望短期内完全实现清洁能源供热采暖可能会超越发展阶段。

3.2.1 地级城市供热采暖清洁化体系格局

根据人口密度、能源基础设施条件和发展阶段等因素,宜把一个地级城市划分为3个区域进行供热采暖布局 and 清洁化提升。

(1)主城区供热结构

在主城区确立构建以热电联产供热和小区燃气锅炉供热为基本支撑的清洁供热采暖目标。中小型燃煤锅炉房临近居民楼设置,不能像大型供热厂那样实现专业化运行。实践证明,其治理设施的排放水平难以达到排放标准,加之需要大量运煤存煤、出渣出灰,无组织排放也难以控制,对锅炉房附近居民和城市大气污染的影响还是比较严重的。因此,主城区建成区内居民小区不宜保留燃煤供热锅炉房,而要努力改为燃气锅炉房。20万千瓦规模的燃煤热电机组单台锅炉容量都在百吨以上,可以实施超低排放改造治理并稳定运行,有较好的成本—环境效益,因此不宜盲目将燃煤机组改为燃气热电联产。国家也不宜按照独立火电厂燃煤机组装机容量标准对燃煤热电联产供热机组进行强行关闭而改为大型燃气锅炉房供热中心或者新建燃气热电联产供热中心,因为北京市的实践证明,后二者的供热成本要比经

过超低排放改造的燃煤热电联产供热机组分别高出 54% 和 80%，如果不能实行较高的供热采暖收费标准和大量财政补贴，将难以为继。

(2) 县城供热结构

按照一个县城常住人口为 10 万~20 万人考虑，建筑面积应在千万平方米量级，适宜建设大型、超低排放的燃煤集中供热中心和部分燃气锅炉，并辅助以分户家庭燃气壁挂炉采暖，替代分散式小区燃煤锅炉房供热和户用小煤炉采暖。

(3) 农村村庄清洁采暖的困境分析

无论是燃气下乡安装壁挂炉采暖，还是农村电网扩容改造安装空气源热泵采暖，单明等对华北案例的研究分析表明^[9]：燃气壁挂炉、蓄热式电暖器、空气源热泵热水机组三种清洁能源采暖方式每个采暖季节采暖费折算年值(含一次投资折算年值和能源消费)分别为 42.3 元/m²、39.3 元/m² 和 40.8 元/m²，100 平方米则需花费 4000 元左右。如果没有财政补贴，河北、河南和陕西农村的一般家庭能否承受需要认真对待。

3.2.2 推进农村采暖清洁化展望

我国北方城市居民住宅供热采暖一直具有福利性质，居民采暖用热还不是完全按商品能源进行付费，在交纳采暖费之外，财政给予了成本补贴。即使居民交纳采暖费，其中的城镇职工还享受采暖津贴，而农村采暖与城市采暖则完全不同。长期以来，农民完全依靠家庭财力承担采暖设备和能源商品的支出。自然地，当家庭收入不高时，对采暖的清洁性、便利性和舒适性要求就不高，通常会购买相对便宜的煤炭或是自用柴薪作为采暖能源。治理大气污染需要改变直接燃用煤炭和薪柴的采暖行为而改用清洁能源采暖，无疑将使农民的采暖支出产生较大幅度的增加。农村居民的可支配收入高低、恩格尔系数大小是决定农民能否承受清洁采暖的经济条件。

建议从推进农村能源现代化、治理大气污染、解决“三农”问题等领域综合谋划，稳妥推进农村采暖清洁化工作。

(1) 农业农村部门应当成为推进农村能源现代化的

牵头部门

当前北方城市清洁采暖工作已经走向农村地区，建议农业农村部门作为牵头部门加入到农村采暖清洁化工作行列中。安全饮水、“五好”农村路、通信网络等基础设施建设正在农村实现，在全国实现脱贫攻坚目标后，农村清洁能源供应和清洁采暖问题将成为农村发展的突出短板，建议国家将其安排在“三农”体系中综合解决。

(2) 制定实施散煤采暖清洁能源替代污染减排奖励政策

如果参照燃煤电厂超低排放改造减排成本估算，则淘汰 1 吨散煤产生的环境价值在 800 元左右。从照顾农民利益和改善空气质量相结合的角度来看，中央和地方财政对清洁能源采暖安排一定比例的补贴也是符合国家财政支持解决“三农”问题的大方向的，而且这种补贴应当持续相当长的时期。

(3) 制定实施一揽子鼓励电能采暖的价格政策

一是全国全电网实行夜间谷电优惠价格，发挥冬季采暖填谷的作用，同时也更好地满足夜间加大建筑采暖热负荷的实际需要；二是引导和鼓励电网企业从营利增收(农村空气源热泵采暖电费一般为无电能采暖城市居民家庭电费的 4 倍以上)中反哺农村采暖用电，多用电、多打折；三是明确家庭电能采暖不实行阶梯累进电价政策。

参考文献：

- [1] 北京市统计局，国家统计局北京调查总队. 2019 北京统计年鉴 [M]. 北京：中国统计出版社，2019. 9.
- [2] 北京市地方志编纂委员会. 北京志. 环境保护志(1991—2010) [M]. 北京：北京出版社，2019. 12.
- [3] 北京市生态环境局. 2019 年北京市环境状况公报 [R].
- [4] 北京市地方志编纂委员会. 北京志. 市政卷. 供水志、供热志、供气志 [M]. 北京：北京出版社，2002.
- [5] 北京市地方志编纂委员会. 北京志. 市政管理志(1991—2010) [M]. 北京：北京出版社，2020.
- [6] 北京市发展和改革委员会，等. 北京能源发展报告(2011、2019) [R].
- [7] 北京市发展和改革委员会，等. 关于城六区大型燃煤锅炉房清洁能源改造方案(京发改[2011]165号) [Z]. 2001.
- [8] 北京市统计局，国家统计局北京调查总队. 数说北京 70 年 [M]. 北京：中国统计出版社，2019.
- [9] 单明，等. 北方农村煤改清洁能源不同技术的经济性和排放性能对比 [J]. 环境与可持续发展，2020，45(3)：43-49.

Processes and enlightenment of urban-rural clean heating in Beijing

ZHOU Yangsheng

(Beijing Municipal Ecology and Environment Bureau, Beijing 100048, China)

Abstract: This paper focuses on the background and development of urban-rural clean heating-supply and the air quality improvement in Beijing. In 1998, clean heating-supply transformation was launched by carrying out the air pollution emergency control measures in Beijing. During the period of 1998—2019, the range of clean heat-sources transformation has been expanding from the coal-fired boilers and the city coal-fired thermal power plants in urban areas to the ones in new town in the outer suburbs, and from the bungalow coal heating in 4 urban districts to the disaggregated coal combustion in rural areas. The amount of the total capacity of coal-fired boilers clean transformation is up to 63370MW(90528t/h), and there are 1.24

million households with disaggregated coal heating are replaced by clean heating. These transformation projects helped the urban-rural clean heating proportion grew from zero to 99%. In the meantime, the ambient air quality in Beijing has been well improved. In 2019, the concentration of SO₂ was 96.7% lower than that in 1998, NO₂ was 50% lower than that in 1998, PM₁₀ was 58% lower than that in 2000, and PM_{2.5} was 51.3% lower than that in 2013. On the basis of the analysis of development characteristics of Beijing urban-rural clean heating transformation, recommendations on urban-rural clean heating for key areas of air pollution control in northern China are put forward.

Keywords: heating-supply; cleaner energy; ambient air quality; Beijing

生态环境部环境与经济政策研究中心学科品牌 ——《中国环境战略与政策专报》2018年全年目录

《中国环境战略与政策研究专报》选题紧扣环境管理的“当务之急”，围绕生态环保工作重点、热点和难点，开展全面深入的调查研究和分析评估，形成有针对性、可操作的政策建议，为生态环境部履行生态环境管理职能提供决策参考，帮助基层生态环境部门把握重点、有的放矢。纵观历年《中国环境战略与政策研究专报》，既是一份具有决策参考价值的内部资料，同时还记录着生态环境政策研究领域的发展足迹，具有深刻的时代印记。以下为《中国环境战略与政策研究专报》2018年全年目录。

期数	题目	作者
2018年第1期 (总第272期)	总结推广督查巡查制，推动打赢污染防治攻坚战——京津冀大气污染强化督查巡查“五步法”评估	田春秀，张媚姮，冯相昭， 聂思捷，黄炳昭，杨小明
2018年第2期 (总第273期)	京津冀大气污染综合治理攻坚行动典型政策措施的经济拉动效应研究	安祺，张彬，张莉，樊宇
2018年第3期 (总第274期)	排污许可“核发一个行业清理一个行业”有关问题的法律分析与具体操作建议	王彬，贺蓉，贾蕾
2018年第4期 (总第275期)	特朗普执政一年的环保答卷及对中美环境合作的影响分析	李媛媛，黄新皓，姜欢欢， 李丽平
2018年第5期 (总第276期)	美国排污许可证后实施经验及对我国的启示	李媛媛，黄新皓，李丽平
2018年第6期 (总第277期)	农村人居环境整治模式与机制研究	马茜，孙飞翔
2018年第7期 (总第278期)	基于2018年各省《政府工作报告》的生态环境保护工作形势研判	俞海，王勇，李海英
2018年第8期 (总第279期)	第二次全国污染源普查中农业源污染物入河系数测算技术路线与关键方法探讨	耿润哲，殷培红
2018年第9期 (总第280期)	我国天然气供需关系对民用煤改气的影响分析与建议	沈晓悦，贾蕾，侯东林，冯雁， 冯相昭，王彬，孙飞翔
2018年第10期 (总第281期)	2018年两会期间生态环保话题舆情分析	韦正峥，金笛，张紫竹
2018年第11期 (总第282期)	美国面源污染监管和防治经验及启示	耿润哲，殷培红，王萌， 周丽丽
2018年第12期 (总第283期)	扩大畜牧产品进口，助力流域减排增容	张彬，李丽平，胡涛，张莉
2018年第13期 (总第284期)	借鉴美国经验 进一步完善我国危险废物监管制度	赵嘉，雷健，李丽平，张彬， 张莉
2018年第14期 (总第285期)	全国生态环境保护大会的社会影响分析	金笛，郝亮，郭红燕

(下转第78页)