

从雾霾围城，到蓝天常驻

——聚焦北京市大气污染治理“一微克”行动

引言：

2014年2月25日、26日，习近平同志在北京考察工作，就建设和管理好首都提出了五点重要指示，其中第五条就是要加大大气污染治理力度。在这个问题上，习近平同志说，“大气污染防治是北京发展面临的一个最突出的问题。蓝天难见、繁星无影……特别是长时间、大面积的雾霾，不但损害市民健康，也损害中国形象、首都形象。”时隔三年，2017年2月23日、24日习近平同志再次视察北京，在讲城市规划建设时，习近平同志强调“城市规划在城市发展中起着重要引领作用，要实现‘多规合一’，要划定生态红线，守住城市开发边界，对大气污染等突出问题，要系统分析、综合施策。”习近平同志两次视察北京，充分彰显了习近平同志对首都大气污染防治工作的高度重视和关心，这是我们治理首都大气污染、建设蓝天常驻的美丽北京的根本遵循。

摘要：

生态兴则文明兴。党的十八大以来，北京市着眼于国际一流和谐宜居之都的长远追求，不断厚植生态环境向好向优的基础，为全市社会经济发展转型提供坚实的生态保障。无论是规模宏大的新一轮百万亩造林绿化工程，还是从细节入手的大气治理“一微克行动”，无不见证首都践行绿水青山就是金山银山理念的铿锵脚步。作为打赢蓝天保卫战的重点区域，近年来，北京市升级大气治理思路，打出一系列治霾“组

合拳”，克服了蓝天保卫战路上一个又一个难啃的“硬骨头”，坚持精治、法治、共治，坚决向柴油货车、扬尘、挥发性有机物污染开战，空气质量持续改善，重污染天数明显减少。

2018 年，北京市环境空气中细颗粒物($\text{PM}_{2.5}$)的年均浓度为 $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，较 2017 年同比下降 12.1%。然而，目前北京市 $\text{PM}_{2.5}$ 的浓度仍未达到国家的环境空气质量标准，在秋冬季节重污染过程仍然时有发生，北京市大气污染防治工作任重而道远。蓝天白云何时能成为常态？治霾之路还要走多远？

本篇案例聚焦北京大气污染治理“一微克”行动，回顾 1998-2017 二十年间大气污染治理历程，通过空气质量管理规划、法规标准、经济政策、监测能力建设、空气重污染应急、信息公开和公众参与等六个方面梳理北京空气质量管理体系，展示大气污染重点领域的治理措施，总结北京大气污染治理成果及经验，并尝试性地提出下一步大气污染治理的建议。

关键词：北京 大气污染“一微克”行动 二十年 城市治理

目录

一、	治理背景.....	4
二、	北京市空气质量管理体系.....	6
(一)	空气质量管理规划.....	6
1.	大气污染防治规划.....	6
2.	规划的任务措施.....	7
3.	科技支撑.....	8
(二)	法规标准.....	8
1.	大气污染防治法律法规.....	8
2.	地方排放标准.....	9
3.	环境执法.....	10
(三)	经济政策.....	11
1.	经济政策.....	11
2.	财政资金投入.....	12
(四)	监测能力建设.....	12
(五)	空气重污染应急.....	14
(六)	信息公开和公众参与.....	14
1.	公开空气质量和预报信息.....	14
2.	环保理念传播和公众参与.....	15
三、	北京市重点领域大气污染控制措施.....	18
(一)	能源结构调整与燃煤源排放控制.....	18
1.	电厂超低排放改造及清洁能源替代.....	19
2.	燃煤锅炉污染治理.....	19
3.	民用散煤污染治理.....	19
(二)	移动源排放控制与交通结构调整.....	20
1.	启动在用车改造计划.....	21
2.	老旧车辆淘汰与区域限行.....	22
3.	其他控制措施.....	22
(三)	产业结构调整 and 工业污染治理.....	23
(四)	扬尘污染控制.....	24
四、	北京市与周边区域的大气污染协同治理.....	26
(一)	深化区域联防联控, 强化重点时段治理.....	26
(二)	转变治理工作思路, 探索科学工作模式.....	26
(三)	加强政策协同导向, 健全完善配套措施.....	27
(四)	加大治理资金支持, 加快重大项目建设.....	27
五、	北京市空气污染治理措施效果.....	28
六、	经验总结与未来展望.....	29
研讨题		30
附录		31
延伸阅读		31

一、 治理背景

北京市是中国的首都，一座快速发展中的特大城市，从1998—2017年北京市的经济总量增长了1078%、人口增长了74%、机动车保有量增长了335%、能耗增长了86%。迅速的城市化和经济增长，不可避免地给北京这座城市带来了严重的大气污染。在“中国速度”的发展背景下，北京市的大气污染发展迅速，引起了政府、公众和全社会的关注。

1998年，鉴于SO₂、总悬浮颗粒物(TSP)等污染物浓度严重超过了国家环境空气质量标准并且有进一步恶化的趋势，北京市首次发布了《北京市人民政府关于采取治理大气污染措施的紧急通知》，该份文件开启了北京积极治理大气污染的历程，这是中国地方政府首次向空气污染宣战。在过去的20年间，北京市的大气污染治理大致可以分为三个阶段。

第一个阶段从1998到2008年，北京市在地方层面启动大气污染治理专项行动，针对城区内的燃煤、工业和扬尘排放的污染以及机动车排放连续采取了数百项治理措施，取得了明显的成效，在社会经济讯速发展的背景下扭转了空气质量恶化的趋势，大幅度降低了SO₂、TSP、PM₁₀、CO等污染物浓度。

第二个阶段从2009到2012年，“后奥运”时期，也是一个相持中前进的过渡阶段，采取的污染治理措施逐步从末端治理向结构调整过渡。污染治理措施实现的减排效益抵消了经济社会快速发展产生的污染增量，空气质量持续向好。

第三个阶段从2013到2017年，二次污染物成为了该阶

段污染控制的首要目标，污染治理也从一个城市的努力升级为区域协同共治。2012 年底，北京及周边区域在秋冬季连续发生空气重污染，引发了公众和媒体的广泛关注和担忧。原环境保护部修订了国家环境空气质量标准，将 PM_{2.5} 列为控制指标。2013 年，按照国家《大气污染防治行动计划》要求，北京市制定实施了以防治 PM_{2.5} 污染为重点的《北京市 2013-2017 清洁空气行动计划》。五年中，以减轻 PM_{2.5} 污染为目的，在移动源排放控制、工业污染减排等重点领域采取了持续的治理措施。¹

在 20 年的大气污染治理过程中，北京市逐步建成了一套适应北京情况的空气质量管理体系，通过规划和实施改善能源结构、综合治理机动车污染、调整产业结构、提高城市精细化管理水平、加强生态保护以及提升公众环境意识等一系列措施，改善生态环境。然而持久战还远远没有结束。在全球化空气污染日趋严重、地球变暖、酸雨蔓延的大背景下，北京如何通过大气污染治理政策的实施缓解大气污染恶化趋势，逐步走出雾面迷阵，重拾白云蓝天，是今后需长期深入研究的城市环境治理热点问题。²

今年以来，北京着力深化“一微克行动”，在全社会形成“政府主导、企业自律、公众参与”的共治局面，积少成多、一微克一微克地改善。

¹联合国环境规划署 2019，北京二十年大气污染治理历程与展望，联合国环境规划署，内罗毕，肯尼亚。

²齐心：《北京“城市病”综合治理研究》，北京时代华文书局，2018 年版。

二、北京市空气质量管理体系

(一) 空气质量管理规划

1. 大气污染防治规划

1998-2010 年期间,北京连续制定并实施了 16 个阶段的大气污染控制措施,2011-2012 年的大气污染防治计划按年度发布实施。

2013 年,原环境保护部发布了《大气污染防治行动计划》,首次提出聚焦 PM_{2.5} 开展大气治理,要求到 2017 年,北京市 PM_{2.5} 年均浓度在 2012 年的基础上下降 25%,控制在 60 μg/m³ 左右。为此,当年北京市发布了《北京市 2013-2017 年清洁空气行动计划》,并在这个 5 年内每年制定实施年度清洁空气计划。

2015 年,中央政府发布了《京津冀协同发展规划纲要》。原环境保护部组织对京津冀区域实施《大气污染防治行动计划》进展情况进行评估后,为确保目标实现,要求区域内各省市制定强化的措施。随后,北京市发布了《北京市贯彻落实〈京津冀大气污染防治强化措施(2016-2017 年)〉实施方案》、《〈京津冀及周边地区 2017-2018 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案〉北京市细化落实方案》等文件,在年度措施的基础上,提出了“加强版”的措施。

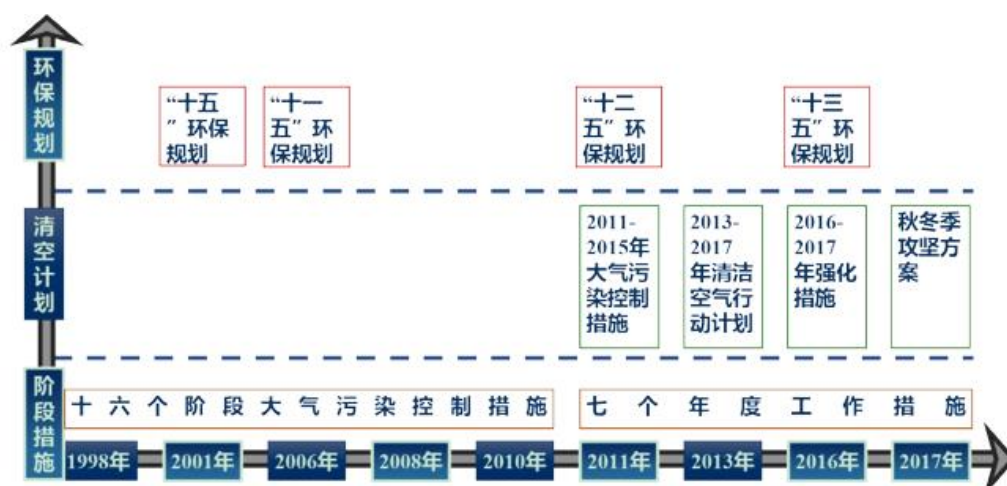


图 1 1998-2017 年期间北京市各项大气污染治理规划

（数据来源：联合国环境规划署）

2. 规划的任务措施

与其他大城市一样，北京市主要的大气污染源包括燃煤、机动车、工业排放和扬尘。20 多年来，北京市的大气污染治理措施围绕这四类污染源逐步深入，治理的重点由单项末端治理逐步升级为多领域综合治理和多项污染物协同控制。在燃煤污染控制方面，从安装脱硫除尘设施等末端治理和使用低硫煤转变为使用天然气、电能等清洁能源替代燃煤的源头治理；移动源污染防治从油品质量和排放标准同步升级、淘汰老旧车、发展公共交通等多领域着手形成了一套“车·油·路”一体化的综合治理体系，后期将重点推广新能源车、治理重型柴油车和非道路移动机械污染，优化城市和区域交通结构；工业污染防治措施从推进工业企业污染治理升级改造、加严排放标准向淘汰污染产能、优化产业结构转换；扬尘污染治理措施包括从推广治理技术和加强监管两个方面向推动施工工地、道路和裸地扬尘的管理和控制转变。

近年来,餐饮、汽修等生活来源的挥发性有机物治理也被纳入大气污染控制范围。

3. 科技支撑

大气污染相关的科学研究和新技术研发为北京市制定和实施大气污染治理计划提供了重要的支撑。北京市依靠在京科研单位、大学和环保系统自身的技术力量系统地开展了科学研究和技术研发。主要涉及:大气科学及污染形成机理,空气质量监测、预报、预警技术,污染源清单编制和 $\text{PM}_{2.5}$ 来源解析,污染治理技术研发和示范应用等。

(二) 法规标准

1. 大气污染防治法律法规

北京市在大气污染防治方面主要遵从国家的大气污染防治法律,包括《中华人民共和国环境保护法》(1979 年发布,2014 年修订)、《中华人民共和国大气污染防治法》(1987 年发布,2015 年修订)。为应对严峻的大气污染形势,在总结 15 年地方大气污染治理经验的基础上,北京市于 2014 年发布实施了《北京市大气污染防治条例》。作为地方法规,更加具体地确定了北京市大气污染治理的方向、模式和要求。该部条例是中国首部以 $\text{PM}_{2.5}$ 防治为主要目标的地方大气污染治理法规,针对 $\text{PM}_{2.5}$ 来源广泛的特点,确定了系列综合治理对策。

2. 地方排放标准

北京市自 2000 年开始加快制定发布地方大气污染控制标准。截至 2017 年底，在用的北京地方大气污染物控制排放标准已达 42 项，涵盖燃烧源、移动源和工业污染源等方面。形成了一套国内领先的地方大气污染物排放标准体系，为北京市实施各项大气污染治理措施提供了重要的支持。

典型案例：国VI排放标准实施，内燃机制造创新升级

为进一步加大机动车污染防治力度，持续改善北京市环境空气质量，依据《中华人民共和国大气污染防治法》、《北京市打赢蓝天保卫战三年行动计划》的有关要求，经市政府批准，北京市生态环境局、北京市市场监管局、北京市公安局公安交通管理局联合印发了《关于北京市提前实施国VI机动车排放标准的通告》。

通告规定：自 2019 年 7 月 1 日起，重型燃气车以及公交和环卫重型柴油车执行国VIb 排放标准。自 2020 年 1 月 1 日起，轻型汽油车和重型柴油车执行国VIb 排放标准。北京市生态环境局机动车排放管理处刘俊女表示“移动源排放已经成为我市大气污染的一个主要来源之一，实施国VIb 排放标准将有利于提升我市的机动车的排放水平，进一步减少污染排放。”

近日在北京国际展览中心老馆，内燃机行业正式推出了新一代的国VI发动机。国VI发动机集成式的后处理，通过四个部分的组合，处理排气的污染物，来达到相应的法规标准，保护我们的环境。业内人士纷纷表示，要减少机动车污染物

排放对环境的影响，实现我国 2030 年二氧化碳减排 65% 的目标，就要从内燃机转型升级抓起，加快创新驱动提质增效，从而促进机动车迈入清洁排放新时代。³

3. 环境执法

北京市设有市区两级环境执法队伍，分工合作开展环境监察执法工作。固定源的执法监管包括日常监管、专项执法检查、自动在线监控监管、热点网格监管等，建立了“一厂一档工业污染源数据库，并定期开展随机抽查；移动源监管主要包括新车抽检、在用车定期检测、路检路查以及针对非道路移动机械的入户抽查和专项执法等。

2017 年，北京市在公安局设立了环保警察队伍，环保、公安两部门建立了联合执法工作机制，环保部门可以将涉嫌环境犯罪的环境违法案件移送公安局，大大增强了环境执法的威慑力。

典型案例： 严管严查，留住蓝天白云

2019 年 8 月 1 日中午，骄阳似火。在大兴区 104 国道凤河营进京口，鲍晓胤正率领环保队员开展柴油车尾气检查工作。

“看远处驶来的车辆外观，根据车头、车灯等，大概能判断出这辆车出厂时间，也就知道是否属于应该淘汰的国Ⅲ车了。最直观也最简单的方法，就是看尾气排放是否冒黑烟，或者尾气管周边是否发黑，就能初步预判车辆尾气是否超

³京环之声：《生态环境 365：国Ⅵ排放标准实施，内燃机制造创新升级》，2019 年 8 月 18 日。

排。”多年来，鲍晓胤练就了“火眼金睛”，对于尾气超标车辆一查一个准儿。

大兴区位于首都南大门，扼守交通要道，进京车辆多，污染物易聚难散，治理难度全市“首屈一指”。像鲍晓胤一样，坚守在进京口、护卫蓝天的还有很多人。他们在大兴区4个主要进京道路实行24小时不间断执法。“无论白天与黑夜，无论春夏与秋冬，我们都会时刻坚守在自己的工作岗位上严格检查、严格管理，守好北京南大门，留住首都的蓝天白云。”鲍晓胤说。⁴

(三) 经济政策

1. 经济政策

为推动大气污染防治措施的有效实施，北京市逐步建立起了包括补贴、收费、奖励、价格、金融等多种手段的地方环境经济政策体系，为实施针对燃煤源、机动车、工业和扬尘等各项污染源的治理措施提供资金支持。

在燃煤污染治理方面，主要使用财政资金为实施燃煤锅炉清洁能源改造、城区平房采暖煤改电、农村散煤改造等工程的用户提供资金补贴。淘汰老旧车辆、改造重型柴油车和购买新能源车的车主也能够得到财政补助或奖励。2008-2014年，北京市按改造总费用的50%对实施颗粒物排放控制改造的重型柴油车车主进行补贴；2014-2017年期间，国家和北京市对购置新能源小客车提供总额不超过车辆销售价

⁴京环之声：《绿色发展，宜居之都》，2019年8月20日。

格 60%的财政补助。对工业污染源中主动退出或实施工艺废气改造的高污染企业，给予奖励或补助，同时根据废气排放浓度实施差别化的排污收费政策。

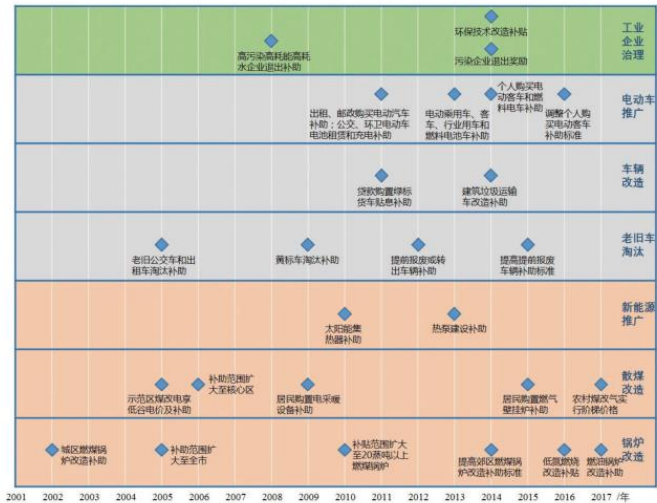


图 2 北京市主要大气污染治理经济政策

数据来源：联合国环境规划署

2. 财政资金投入

北京市一方面不断加大财政资金对大气污染治理领域的投入，同时带动了全社会环保投资，为治理措施的落实和空气质量改善奠定了坚实基础。2009 年北京市投入大气污染治理的财政资金为 17 亿元，2017 年达到 182.2 亿元，8 年间增长了近 10 倍。财政资金主要用于燃煤锅炉和散煤清洁能源改造补贴、老旧车淘汰补贴、企业调整退出补贴、绿色建筑和生态示范区建设补贴等。

(四) 监测能力建设

2016 年，北京市空气质量监测手段进一步升级，建设了

“天地空”一体化空气质量监测网络，提高了监测和分析水平。同时，借助大数据技术，自主研发智能传感器设备，开发网络运行和质量控制新模式，在全市网格化布设了 1000 余个 $PM_{2.5}$ 传感器监测站，建立起低成本高密度网格监测体系。该系统可精准识别北京市范围内 $PM_{2.5}$ 的高排放区域和时段，并为评价北京 325 个街乡镇空气质量提供了支持。

典型案例：跨入 Z 时代的北京空气监测网络

基于物联网、认知计算等新技术的北京市高密度空气质量监测网络，不仅能提供精准的空气污染数据，还能“聪明”地找到污染源并向监管部门报警。这个监测网络的传感器很可能就安装在您家附近的信号塔、路灯杆、建筑上。

为了拥有这套 Z 时代的空气质量监测网络，北京市环境保护监测中心的工程师们首先从筛选价格便宜、性能达标的微型传感器入手，为了让性价比最优的工业级光散射传感器在恶劣的室外环境下正常工作，为了让设备精度满足北京市精准治污的需求，工程师们进行了大量研发工作，并且申请了几十项专利。

传感器选好了，如何快速、低成本地“编织”起一张高密度网路呢？工程师们将布设点位放在信号铁塔、路灯杆、楼顶天线这些使用成本低、准入门槛低的社会公共资源上。2015 年至今，监测中心在北京市一共布设了 1300 多个点位，这相当于为诊断北京空气污染安装了一台巨型、高精度“CT”。如今，得益于物联网和认知计算、大数据这些新技术，运维人员只需动动手指，点几下鼠标，就能对全市所有点位的运

维状态了如指掌。⁵

(五) 空气重污染应急

为应对秋冬季节较为频繁的空气重污染问题，北京市于2012年发布实施《北京市空气重污染日应急方案（暂行）》，属全国首例。该方案历经4次修订，预警机制不断完善，预警分级和启动条件更加科学。同时，在预警期间采取应急减排措施有效降低了不利天气条件下的污染水平。《北京市空气重污染应急预案（2017年修订）》包括了预警分级、应急措施、应急响应和组织保障等四部分内容。

北京市依靠其成熟的大气环境质量监测网络，对未来空气质量状况进行预报。遇重污染过程，至少提前24小时发布预警。预警信息通过广播、电视、报纸等传统媒体，和微博、微信以及手机应用程序等新媒体及时发布，确保信息能够覆盖各个社会群体。通过媒体提前向社会发布预警服务及健康风险提示，一方面方便公众加强自身健康防护，同时也为启动应急污染控制措施预留了准备时间。

(六) 信息公开和公众参与

1. 公开空气质量和预报信息

1998年起，北京市开始通过电视等媒体向社会发布空气质量周报，并且在不断完善的空气质量监测网络支持下，逐步提升空气质量监测数据的发布频率和质量。2001年开始向

⁵韩继波：《放下情怀和执念，北京哪三项“治气”黑科技必提？》，载《京环之声》2019年8月20期。

社会发布空气质量日报和预报，对 SO₂、NO₂、PM₁₀ 等三项主要污染物污染指数范围和污染级别进行预测，并发布预报结果。在筹办 2008 年奥运会期间，空气质量预报已经成为一项重要的工作内容。以此为契机，北京市大幅扩建了空气质量监测网络。

自 2013 年开始，北京市 35 个空气质量自动监测站的 SO₂、NO₂、PM₁₀、CO、PM_{2.5}、O₃ 等六项污染物实时浓度、评价结果、健康提示和空气质量预报信息全部公开发布。除了电视、广播等传统媒体，北京的空气质量信息发布渠道也拓展到网站、微博、微信以及手机应用软件等新媒体。

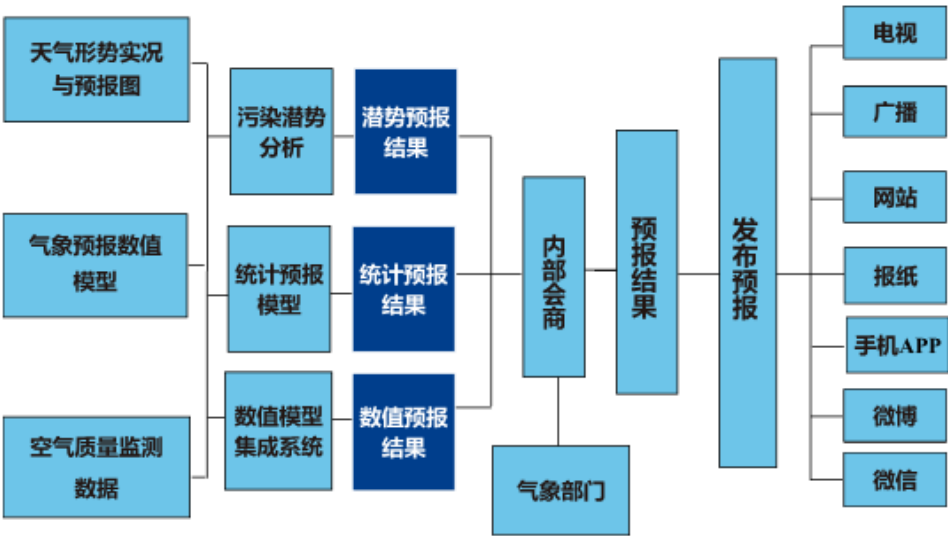


图 3 北京环境空气质量预报技术体系和业务组成

数据来源：联合国环境规划署

2. 环保理念传播和公众参与

北京市充分认识到公众参与环境保护工作的重要性，加强了环保宣传教育机构建设，搭建了包含报纸、广播、电视等传统媒体，和网络、微博、微信等新媒体的全媒体环境信

息和知识传播平台。其中“京环之声”微博、“北京环境监测”微博被列入中国十大环保政务微博，“京环之声”持续占据中国政务绿色公众号榜首。在全市建成了 38 家对公众开放的环境教育基地，通过发布新闻信息、宣讲环保知识、出版科普读物，播放专题节目，创作播出环保动画、环保话剧等形式向公众报道环保工作动态、解读环保政策、普及环保知识、传播绿色理念，公众的环境意识明显提高。

针对不同人群，北京市还组织开展了形式多样的环保活动。比如，面向青少年，多年持续开展环保主题的中小學生“我爱地球妈妈”演讲比赛、北京环保儿童艺术节等；邀请摄影和动漫爱好者参加“携手蓝天”环保摄影大赛和环保主题动漫设计大赛；针对私家车主推出了绿色驾驶系列主题活动；为社区居民开展了环境科普宣讲活动等等。北京市从 2013 年开始邀请社会知名人士担任北京环保公益大使，截至目前已有 10 位知名人士主动受聘成为公益大使，男性和女性各占 5 位，他们是：聂一菁、郭川、蔡祥麟、李莉、马布里、海清、李晨、杨扬、徐春妮、白岩松。他们协助向公众传播环保知识、倡导绿色生活方式。



图 4 北京环保公益大使，2013-2017 年

图片来源：联合国环境规划署

北京市建立了环境信访和投诉举报制度，开通了 12369 环保举报热线、建立网上投诉举报信箱，实施有奖举报，鼓励公众积极举报大气污染违法行为，最高奖励金额达 5 万元。

典型案例：“绿色用车 环保出行”科普展亮相北京汽车博物馆

2019 年 8 月 10 日，绿色用车环保出行科普展在北京汽车博物馆开展。本次展览设天空在变蓝、减排在行动、环保你我他、未来新创想四大板块内容，帮助公众认识生态环境保护，了解生态环境保护。

通过展品陈列、互动体验、视频演示、数据图表、科普图文等方式，并最终养成绿色出行，绿色驾驶的良好习惯。

在现场，机动车污染排放物展示了六个瓶子，吸引了不少市民驻足观看。左边的两个瓶子是未经处理的柴油车正常行驶一小时排放的黑炭颗粒物数量，右边的四个瓶子是安装不同规格排放处理装置的柴油车，正常行驶一小时排放的黑炭颗粒物仿真数量。由此看来，机动车排放控制装置对于污染物的排放影响显而易见。减排在行动板块，通过实物展出、动画视频、异形展板等方式，充分介绍了机动车减排原理和装置，不少实物展品更是首次与观众见面。

此外，展览还向参观者发出了绿色倡议，倡议大家从自身点滴做起，践行绿色生活方式，尽量少开车，不开车，身体力行，为美丽北京加油。⁶

⁶郝雅莉：《生态环境 365：“绿色用车 环保出行”科普展亮相北京汽车博物馆》，载《京环之声》2019 年 8 月 12 期。

三、北京市重点领域大气污染控制措施

燃煤源、移动源、工业污染、扬尘污染是治理北京大气污染的“最后一公里”难题，也是PM_{2.5}超量排放的罪魁祸首。20年间，针对这四项污染源，北京市按照“超常规”的节奏进行大气污染治理攻坚战，深化“一微克”行动，擦亮蓝天。

(一) 能源结构调整与燃煤源排放控制

从1988年开始，北京市大力推进了燃煤设施末端治理和能源结构调整两项主要措施，后者包括强制推广低硫煤、加快发展天然气、电力等清洁能源措施。1998年至2017年间各类燃煤源污染控制措施的实施历程如图5所示。通过这一系列措施，煤炭消费量由1998年的2800万吨下降至2017年的500万吨以内，燃煤占全市能源消费的比重由2013年的23.3%下降到2017年的5.7%左右；截至2017年底，全市优质能源比重提高到90%以上。

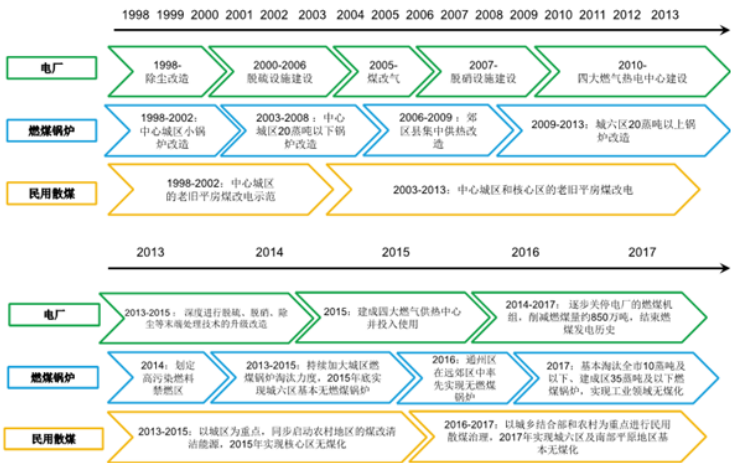


图5 1998-2017期间北京市采取的燃煤污染治理措施清单

来源：联合国环境规划署

1. 电厂超低排放改造及清洁能源替代

2013-2017 年间，北京市相继建成了四大燃气热电中心，替代燃煤电厂，电力行业五年间共削减燃煤量约 850 万吨。到 2017 年，北京市基本实现了无燃煤发电。

2. 燃煤锅炉污染治理

北京市从 1998 年起开始建设“无煤区”，在实施 2013-2017 年清空计划期间进一步加大了对燃煤锅炉治理力度，共完成 3.9 万蒸吨的燃煤锅炉改造或淘汰，削减燃煤约 850 万吨。到 2017 年基本淘汰全市 10 蒸吨及以下、建成区 35 蒸吨及以下的燃煤锅炉。

3. 民用散煤污染治理

抓住散煤污染控制就抓住了冬季大气污染防治的“牛鼻子”。1998 至 2017 年间，北京市依据“宜气则气、宜电则电”的原则不断推进采暖改造，减少散煤使用，共完成约 70 万户居民的民用燃料清洁化改造，至 2015 年底基本实现城市核心区（东城区和西城区）无煤化。2015-2017 年间继续在城乡结合部和农村地区推进散煤治理工作，在农村平原地区实施煤改清洁能源工程，实现燃煤量削减近 100 万吨/年，至 2017 年底，城六区和南部农村平原地区基本无煤化。

典型案例：延庆地区实行“煤改气”，守住蓝天。

占据得天独厚的地理位置，加之一直将生态文明建设作为区域核心优势打造的延庆区，可谓“霾外之地”。但因地处

山区农村众多，仍大面积存在民用燃煤污染问题，2013 年起，为落实“2013—2017 年清洁空气行动计划”，延庆区委区政府高度重视煤改清洁能源工作，在北京市委的支持下全力开展陕京四线输气管道工程、城镇燃气配套管网、场站建设及农村煤改气工作。

截止至 2017 年，陕京四线输气管道工程设计延庆区 70 余公里，计划改造村庄 36 个共计 10154 户，目前已有 28 个村庄进场施工，其余个别困难地区也逐步推进中。区政府对清洁能源改造工作高度重视，区级财政给予大量财政支持，户内管线每户承担不超过 3000 元，燃气取暖设备用户承担 2200 元，天然气投入使用后价格按用气量实行阶梯收费。

目前，延庆地区的“煤改气”工程已经进入攻坚阶段，天然气为环境保护提供清洁能源的同时也方便了寻常百姓的生活，更消除了锅炉取暖中潜在的煤气中毒和火灾隐患，因此农村地区早日实现取暖、洗浴、炊事燃气一体化对于提升居民生活质量、加快城市化脚步也具有重要意义。

(二) 移动源排放控制与交通结构调整

机动车排放控制始终是北京市空气污染治理的重点工作。从 1998 年至今，北京市制定和修订了 30 余项地方排放标准。2008 年以后，更多地运用了交通管控和经济鼓励等方式，逐渐形成了“车-油一路”一体化的城市机动车排放综合控制体系，并在 2013-2017 年期间不断得到完善。采取的

主要机动车排放控制措施及实施时间如图 6 所示。

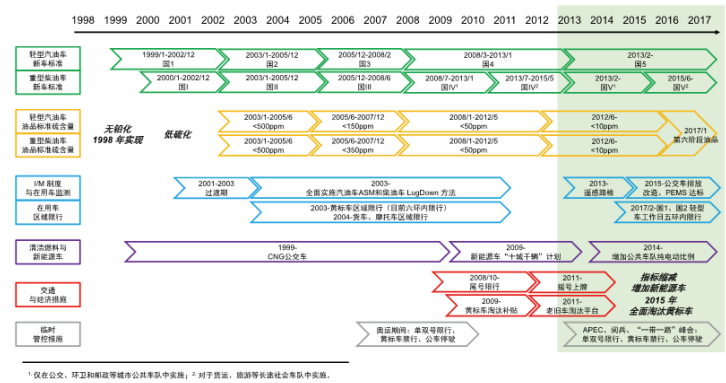


图 6 1998-2017 年期间北京市机动车污染排放主要措施

来源：联合国环境规划署

1. 启动在用车改造计划

20 年以来，北京市进行了 4 次较大规模在用车改造。1999 年，北京市开展了汽油车尾气治理改造工作，削减在用车排放的一氧化碳(CO)、总碳氢化合物(THC)和 NO_x，全年共改造近 20 万辆轻型小客车。2008 年北京市要求在用柴油车加装颗粒物过滤器，削减在用车排放的颗粒物，全年改造近 1 万辆。2015 年北京市对在用的 8800 辆选用 SCR 系统的国 IV、国 V 排放标准柴油公交车进行排放改造，解决车辆在排放认证与实际道路排放不一致，尤其是低速低工况时氮氧化物排放较高问题。自 2016 年 1 月起，北京市要求新增公交、环卫、邮政、班车、校车、旅游、机场巴士、渣土车共 8 类车辆要安装颗粒捕集器，截至 2017 年底，改造完成 1.7 万辆。

2. 老旧车辆淘汰与区域限行

北京市自 2003 年开始对黄标车在二环路内限行，2008 年奥运期间全市禁止黄标车行驶，2010 年限行范围扩大到六环路内，2015 年 12 月全市域内禁行。对轻型汽油车，2017 年起国 I、国 II 标准轻型汽油车五环路内限行；对重型柴油车，2017 年国 III 排放标准柴油车、载货车六环路内限行。在限制的同时，为鼓励高排放车辆提前淘汰，北京市自 2009 年开始对淘汰高排放老旧车辆实施政府补助的经济政策。在 2013-2017 年期间，北京市累计淘汰老旧机动车约 170 万辆，超额完成预期目标。

3. 其他控制措施

提升油品质量：北京市 1997 年率先在全国使用无铅汽油、2004 年制定并实施了严于国家标的车用燃油第二阶段地方标准，此后北京市油品标准持续领先全国一至两个阶段。北京市分别于 2005 年、2008 年、2012 年、2016 年出台第三、四、五和六阶段的油品地方标准，持续加严汽油和柴油中的主要环保指标。

积极发展新能源车：北京市从 1999 年起在公交车队中引入压缩天然气 (CNG) 公交车，逐步推广清洁燃料和新能源车。比如：2016 年更新的 2306 辆公交车中，1368 辆为电动车，占 59.3%。

优化交通结构：近年来通过优化城市布局，大力发展地铁、公交等公共交通，有效减少了机动车排放，也缓解了出

行高峰时段的交通拥堵。

北京市从 2008 年 10 月起实施小客车按车牌尾号工作日高峰时段区域限行的交通管理措施。2011 年起,北京市采取“新车限购”措施,将每月新增车小客车牌照指标上限设置为 2 万个;2014 年进步收紧新车上牌配额,年度配置指标总量从 24 万减少至 15 万。上述常态化限行/限购措施扭转了北京机动车数量过快增长的局面,并对缓解城市交通运行压力起到了作用。

(三) 产业结构调整 and 工业污染治理

围绕首都城市功能定位,北京市通过严格新建项目环境准入、淘汰落后产能、整治“散乱污”企业,以及推行清洁生产、强化末端治理等方式,推动产业结构优化升级,削减工业污染。从 2006 年起,北京焦化厂、首钢北京石景山厂区、东方化工厂等一批大型工业企业相继关停或搬迁,水泥生产企业由最多时的 19 家压缩至 2 家。2013 年以来,调整退出印刷、铸造、家具等行业的一般制造业污染企业 1900 余家,完成 1.1 万家“散乱污”企业分类处置。同时,积极发展高新技术产业、服务业等,第三产业比重由 2001 年的 67.4%提高至 2017 年的 80.6%,与发达国家平均水平基本一致。

典型案例：石景山——从传统重工业区到高端绿色之城

首钢石景山工厂应运而生、应需发展,开辟了重工业的新时代,又顺应国家政策调整和环保号召彻底离开北京,是北京大气污染治理中工业产业结构调整的重要案例之一。

21 世纪以来，环境保护的呼声日益强烈，对于大气污染治理提出了更高要求，首钢集团的工业污染迅速成为社会热点问题，申奥成功后首钢污染被列入 2008 年奥运会考察的重要指标之一。随后党中央、国务院对钢铁工业结构进行战略性调整，2005 年国务院批复了首钢搬迁调整方案，2010 年底北京石景山钢铁主流程停产，计划由北京迁往河北曹妃甸。

为了在确保基础产量的同时实现工厂的顺利迁移，搬迁工作“两步走”同时进行，一方面新厂区迅速投入生产以弥补搬迁期间原厂的损失，另一方面利用老厂区的场地资源发展新型工业文化产业。北京市委在首钢原址基础上开发，对首钢石景山厂区进行结构性保护、对部分区域进行整体保护，建立了国内第一家以工业文化为主要特色的新型主题文化公园，包括工业主题园、文化创意园、综合服务中心区、总部经济区等等。具有代表性的高炉、厂房、轨道等难以进行搬迁便在原厂进行再利用，废弃厂房被改造成酒店、咖啡厅，艺术展厅，冬奥会办公区等等……

今天，经过搬迁改造后的首钢正以一种新的姿态活跃在历史舞台上，是产业结构调整、升级的重要代表之一，为北京市的大气污染治理添上了浓墨重彩的一笔。⁷

(四) 扬尘污染控制

过去 20 年间，北京市一直处于城市快速发展阶段，施工工地数量多、规模大、范围广，扬尘污染问题突出。扬尘污

⁷首钢：被彻底带离北京[EB/OL]. http://www.sohu.com/a/276137550_263661, 2018 年 11 月 17 日。

染控制重点包括裸地、施工工地和道路。主要控制措施包括：对于施工工地，要求大型工地和混凝土搅拌站安装视频监控系统，推广高效洗轮设施及抑尘新技术，关闭不符合要求的搅拌站，推行绿色文明施工；对道路扬尘，2013 年以来对 8000 多辆渣土运输车进行密闭化改造，每月对主要道路进行尘土残存量检测并对外公布，全市“吸、扫、冲、收”道路清扫保洁新工艺作业覆盖率达到 88%以上，有效降低了道路扬尘。

典型案例：延庆抠出儒林蓝，PM_{2.5}控制在 45 μg/m³ 以内

儒林打造“儒林蓝”，从楼顶绿开始。街道采用新型容器式屋顶绿化技术，已完成 750 平方米的楼顶绿化。新型容器式屋顶绿化技术，既能消减噪音、吸附粉尘、净化空气，又可以加快施工进度、缩减工艺流程、降低造价成本。

街道购置的两辆电动扫水车、6 台电动湿化扫地机，实现了辖区物业日常保洁机械化。此外，还使用价格便宜的鹅卵石、透水材料、树皮等抑尘材料，苫盖了辖区内的 3200 个树坑。儒林街道为了强化扬尘污染治理，完善了“三包”巡查机制。即街道主要领导包辖区内建筑工地、搅拌站等主要污染源，副职领导、科长包社区，社区工作人员包网格。在层层织密“三包”机制同时，43 名社区网格员利用环保巡查 APP，加大餐饮企业、施工工地等重点点点位的巡查、检查力度。还为施工工地专门安排了 5 名环保督察员，按照每天至少检查 1 次的频次，督促施工单位落实洒水、苫盖等“六个百分百”降尘措施。

截至 2018 年 8 月初，儒林街道办事处通过“一微克行

动”，不仅抠出了“儒林蓝”，还完成了延庆区政府下达的PM_{2.5}控制在45 μg/m³的工作任务。⁸

四、北京市与周边区域的大气污染协同治理

2017年，区域七省区市按照《京津冀及周边地区2017年大气污染防治工作方案》和《京津冀及周边地区2017—2018年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》要求，以前所未有的力度共同加强重点领域大气污染治理，空气质量改善成效显著。京津冀及周边地区七省区市70个城市PM_{2.5}年均浓度为55微克/立方米，与2016年同比下降11.5%，与2013年同比下降37.2%。

（一）深化区域联防联控，强化重点时段治理

2017年，区域联防联控协作范围不断扩大，合作内容不断升级。京津冀及周边地区重点治理城市由原来的“2+18”进一步扩展到“2+26”大气污染传输通道城市，全面实施火电、钢铁、石化、化工、有色、水泥以及锅炉等重点行业大气污染物特别排放限值。严格执行环境保护部新修订的钢铁、建材、有色、火电、锅炉、焦化等20项国家污染物排放标准，实现了重点地区环境标准体系的整体提升。

（二）转变治理工作思路，探索科学工作模式

京津冀及周边地区大气污染防治协作小组不断适应新

⁸韩继波：《延庆抠出“儒林蓝”，PM_{2.5}控制在45 μg/m³以内》，载《京环之声》2019年8月5日。

的工作要求，转变工作思路，努力探索出符合我国国情的区域大气污染联防联控新模式。通过加大化解过剩产能、全力削减燃煤消费、加强车油路整治、大力治理“散乱污”企业等措施，区域能源结构逐步从“污染”向“清洁”转变、产业结构逐步从“低端粗放”向“高端精细”升级。

(三) 加强政策协同导向，健全完善配套措施

《京津冀协同发展规划纲要》是协同环保的纲领性文件，《京津冀协同发展生态环境保护规划》为协同治霾提供规划引领，《大气污染防治行动计划》及其配套文件是京津冀雾霾协同治理的总指南。⁹中央各有关部门不断加大政策支持力度，2017 年共出台支持区域大气污染治理政策文件 30 余项，为近三年最为密集的一年。这些政策覆盖大气污染治理相关的多个领域，多方共同发力、发挥协同效果，为区域大气污染治理提供了有力的政策保障。

(四) 加大治理资金支持，加快重大项目建设

中央财政 2017 年共支持京津冀及周边地区大气污染防治专项资金 140 多亿元，较去年增长超过 60%，支持了大气污染防治重点工程、大气重点实验室建设、“清煤降氮”等项目的顺利实施。¹⁰

⁹庄贵阳等：《京津冀雾霾的协同治理与机制创新》，中国社会科学出版社，2018 年版。

¹⁰京津冀及周边地区大气污染防治协作小组办公室：《不信蓝天唤不回》，载《前线》2018 年第 6 期。

五、北京市空气污染治理措施效果

“良好生态环境是最公平的公共产品，是最普惠的民生福祉”，北京市将蓝天作为市民幸福生活的标志之一。针对不同阶段污染特点，扎扎实实推进大气污染防治工作，一步一个脚印、一年一个目标，攻坚克难、久久为功。

2018 年，北京市大气主要污染物浓度持续下降。SO₂ 浓度为 6 μg/m³，比 1998 年下降 95%；NO₂ 浓度为 42 μg/m³，比 1998 年下降 43.2%；可吸入颗粒物 PM₁₀ 浓度为 78 μg/m³，比 1998 年下降 58.5%。特别是 SO₂ 浓度，从 2004 年开始稳定达到国家标准，目前已连续两年保持个位数。2013 年开始监测 PM_{2.5} 以来，PM_{2.5} 浓度连年下降，达到 51 μg/m³。2019 年 1-8 月 PM_{2.5} 平均浓度为 42 μg/m³，同比下降 14.3%。¹¹

通过坚持不懈的努力，一微克一微克去抠、一天一天去争取，北京市实现了空气质量持续改善，蓝天含金量也大幅提升。从优良天看，2018 年优良天数 227 天，比 2013 年 176 天增加 51 天，其中一级优天数为 72 天，增加 31 天。从重污染天看，2018 年重污染日共 15 天，比 2013 年 58 天减少 43 天。2019 年前 8 个月，北京市空气质量继续改善。其中，在 5-7 月连续三个月月均浓度保持“30+”之后，8 月份月均浓度更是出现历史新低的 23 微克/立方米，市民蓝天获得感、幸福感不断增强。¹²A 说：“我是 07 年来北京读大学的，雾霾明显比原来少了，现在晚上能看见星星和月亮”；B 说：“现

¹¹丁瑶瑶：《治霾之路还要走多远》，载《生态环境》2019 年第 1 期。

¹²京环君：《2019 年 1-8 月北京市 PM_{2.5} 平均浓度 40+，创历史新低》，载《京环之声》2019 年 9 月 3 日。

在煤改气、煤改电、还有新能源汽车，以及对路边烧烤的整治，让空气质量变好很多。”C说：“我是住在五环外面，给我印象最为深刻的是在各个进京口或者路口，都会设点检查大货车尾气超标的问题。现在，国III标准的货车都禁止进京了，空气的好转是必然的”。¹³

六、 经验总结与未来展望

20年来，北京市大气污染治理成效是显著的。时任联合国副秘书长、联合国环境规划署执行主任阿奇姆·施泰纳表示，在巨大的挑战面前，北京在保持发展的同时成功改善了空气质量，其经验值得与其他发展中经济体和新兴城市分享。

本篇案例中的空气污染问题，其复杂性跟北京特殊的发展阶段有关，一些措施的有效性也得益于中国的治理模式，其中也有很多共性的经验。总结来看，实现地方环境质量改善和可持续发展的关键在于政府坚定的决心，清晰的目标，制定能够提供有效支撑的法规、计划和政策，以及有效的实施安排和执法监察。其中，公众的积极参与对于推动环境改善和促进社会的和谐都是至关重要的。

尽管多年来北京市空气质量改善成效显著，但空气污染形势依然严峻。2018年PM_{2.5}年均浓度距离35 μg/m³的国家空气质量标准要求仍超标46%，与世界卫生组织推荐的10 μg/m³更有较大差距。大气环境质量的持续稳定改善仍需未来进行不懈的努力。

¹³张永江：《北京生态环境工作半年成绩单，您满意吗？》，载《京环之声》2019年8月25日。

长远来看，根据国内外大气污染治理的实践经验，北京市可从以下几方面继续推进空气污染治理：(1)PM_{2.5}和O₃协同治理，强化VOCs治理；(2)调整能源结构和提升能源利用效率并重，推动能源低碳化，统筹考虑空气质量改善和温室气体减排目标；(3)移动源排放控制和交通结构优化并重，建设低排放高效率运输系统；(4)强化非点源治理；(5)继续深化区域协同；(6)将城市环境改善目标与联合国2030年可持续发展目标更好地结合起来。¹⁴

打赢蓝天保卫战，要用好“天帮忙”的有利因素，更要将“人努力”发挥到极致。北京市生态环境局大气环境处处长李翔表示“一方面，党的十八大以来，五位一体的总体布局，让环保人大有可为。另一方面也赶上了大气治理成效集中体现的好时期。正是由于一代又一代北京环保人二十年如一日，一微克一微克地去‘抠’大气污染物，才使得北京大气环境越来越好，人民群众的蓝天获得感也越来越多。”20年后，北京的大气环境又将何去何从，这需要每个公民的努力与见证。相信未来有一天，“北京蓝”，不再是稀缺品，“北京蓝”，将成为新常态。

研讨题

1. 阅读本篇案例，总结北京市大气环境质量得到显著改善的原因。
2. 请查阅资料并了解北京市某个区深化“一微克”行动的具体案例与做法。

¹⁴联合国环境规划署2019，北京二十年大气污染治理历程与展望，联合国环境规划署，内罗毕，肯尼亚。

3. 学习习总书记关于“打赢蓝天保卫战”的论述，结合本篇案例谈谈治理大气污染的意义。

附录

1. 表 1：国家大气污染控制的主要政策



2. 表 2：北京市大气污染主要防治政策总结



延伸阅读

1. 联合国环境署：北京二十年大气污染治理历程与展望



2. 人民网：北京重拳治理大气污染



3. 张峰：贯彻习近平同志两次视察北京重要讲话精神 加大
大气污染治理力度



4. 京环之声



5. 《打赢蓝天保卫战》宣传片



6. H5：你不知道的大气污染防治

