

北京航空航天大学

第二十三届“冯如杯”

学生创意大赛竞赛论文

师夷长技以制“霾”

2013 年 4 月

摘要

近年来,随着我国城市化和工业化的快速发展与能源消耗的迅速增加,一些城市诸如霾一类的空气污染问题日益严重,危害了城市居民的身心健康,影响着城市形象和城市发展。为控制空气污染,提高大气环境质量,我国政府和民间也实施了许多举措。本文概述了霾的成因,分析了我国监察控制措施的不足之处,详细介绍了美国,日本,德国等发达国家对空气环境治理与维持的优质方法和有力政策,将我国空气环境治理现状与其一一对比,将它们的优势与国情相结合,提出了着眼于技术、教育、政策等多方面的空气环境改善对策,对今后中国未来城市空气污染控制进行初步展望。

关键词: 城市 空气污染 发达国家先例 改进对策

Abstract

Rapid urbanization and industrialization causes higher energy consumption in china, resulting in air pollution problems in some cities. The problems such as atmospheric haze have damaged citizens' health in both physics and psychology in a certain degree and influenced negatively on the identity and development of the city. In order to control air pollution and raise the quality of atmosphere, there is variety of measures being carried out from both government and unofficial organizations. This paper first reviews the causes of atmospheric haze, analyzes the shortages of the supervision and administration in air pollution in china. In the middle part of the paper, the applicatory measures and powerful policies on air pollution of developed countries such as the United States, japan and Germany are introduced in detail, and compared with those in china point to point. The last part of the paper concludes proper ideas in technics, education and policies on controlling air pollution learned from other countries, and draws a beautiful picture of the future air environment of china.

Keywords: city air pollution developed countries' experience improvement

目录

图表目录.....	IV
第一章 我国的空气污染现状.....	1
1.1 霾的前世今生.....	1
1.2 中国的空气质量何去何从.....	3
第二章 美国的空气环境治理之路.....	4
2.1 有力的政策与实行.....	4
2.2 深刻的启示.....	7
第三章 日本的空气环境治理之路.....	9
3.1 深入人心的环境保护教育.....	10
3.2 初具成效的废物循环措施.....	11
3.3 深刻的启示.....	11
第四章 德国的空气环境治理之路.....	12
4.1 有效的环境管理方法.....	13
4.2 先进的科学技术.....	13
4.3 深刻的启示.....	13
第五章 针对我国空气污染治理的其他建议.....	14
第六章 结束语.....	15
参考资料.....	15

图表目录

图 1. 1 北京雾霾天气.....	1
图 1. 2 机动车保有量 200 万辆以上城市 PM2.5 浓度值分布图.....	3
表 2.1 联邦主要的空气污染法案 ^[3]	6
表 2.2 1990 年清洁空气法案的影响评估 (CAA) ^[4]	7
图 3.1 在监测城市 SO ₂ 浓度的变化趋势	9
图 3.2 悬浮颗粒物颗粒灰尘等物质含量的变化趋势.....	10
图 4.1 空气质量的变化趋势.....	12

第一章 我国的空气污染现状

近期北京遭遇的严重雾霾天气无疑给我们每一个人敲响了一记警钟，能见度极低，人人上街都慌不择路地带上口罩，却殊不知很大一部分极其细小的颗粒物是防不胜防的。



图 1. 1 北京雾霾天气

1.1 霾的前世今生

根据中国气象局《地面气象观测规范》中的定义，霾，是由非水成物组成的气溶胶系统造成的视程障碍。

气溶胶是指沉降速度可以忽略的固体或液体颗粒在气体介质中的悬浮体。而形成霾的气溶胶颗粒直径主要在 0.001~10 微米左右，平均直径为 1~2 微米。

气溶胶颗粒主要是在运输、建筑施工、燃料燃烧（汽车尾气等）、工业生产（冶金、破碎加工等）、农业活动，或自然（土壤与岩石风化、火山喷发等）过程中形成的。其主要组成有煤粉、水泥、金属粉尘、粘土粉尘、石棉、氧化铝、氧化锌、氧化铅、飞灰等。^[1]

其实，大气污染物可以在一定气象条件、地貌状况以及污染物特征情况下，通过大气湍流混合作用被稀释扩散。城市霾天气的形成过程中集合了一系列不利于污染物扩散的因素，风和地形状况都是影响因素，但主要原因还是城市热岛效应。如果地区静风现象增多，又深受热岛效应影响，也就是产生了垂直方向的逆

温现象，而且又存在大量的自身不能沉降的直径小于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒物，那么这个地区便极易形成霾。

近年来中国城市居民肺癌发病率很高，城市居民呼吸系统疾病发病率明显高于郊区。雾霾天气，污染物质在浓度低、长时间作用于人体时，会产生对人体健康的慢性毒害作用，长期作用会有致癌效果。特别是霾中的飘尘很大一部分比细菌还小，可以很长时间，以数天，数月，甚至数年为单位的漂浮在大气中，其漂浮范围长达几公里至几十公里，甚至上千公里。因此在大气中会不断蓄积使污染程度加重。鼻腔只能滤掉吸入颗粒总数的 30%~50%。细小的飘尘甚至能越过呼吸道的屏障，粘附于支气管壁或肺泡壁上。由于颗粒对上呼吸道粘膜的刺激，使鼻腔粘膜机能亢进，腔内毛细血管扩张，引起大量分泌液。若长期吸入颗粒物，鼻腔粘膜机能持续亢进，会导致鼻炎，进而导致咽炎、喉炎、气管炎和支气管炎等。^[2]尤其是霾尘 **PM1**，其直径非常小，可以进入血液输往全身，其危害之大可想而知。

霾中的大量飘尘还会对精密仪器、设备的生产、安装调试和使用带来不利的影响。从经济角度来看就是增加了生产的费用，提高了成本，缩短了产品的使用寿命。

并且，霾会对天气和气候产生影响。颗粒物会使大气能见度下降，减少到达地面的太阳光辐射量。从工厂、发电站、汽车、家庭小煤炉排放到大气的颗粒物，大多具有水汽凝结核或冻结核的作用，吸附大气中的水汽使之凝成水滴或冰晶，从而改变该地区原有降水的情况。这种在离大工业城市不远的下风向地区，降水量比四周其他地区多的情况叫做“拉波特效应”。

1.2 中国的空气质量何去何从

从图 1.2.1 我们可以看出来，同样是机动车保有量在 200 万辆以上的城市，并且北京、上海和广州的机动车保有量还并不是最多的，但是 PM2.5 浓度值却惊人的高于机动车保有量更多的城市。

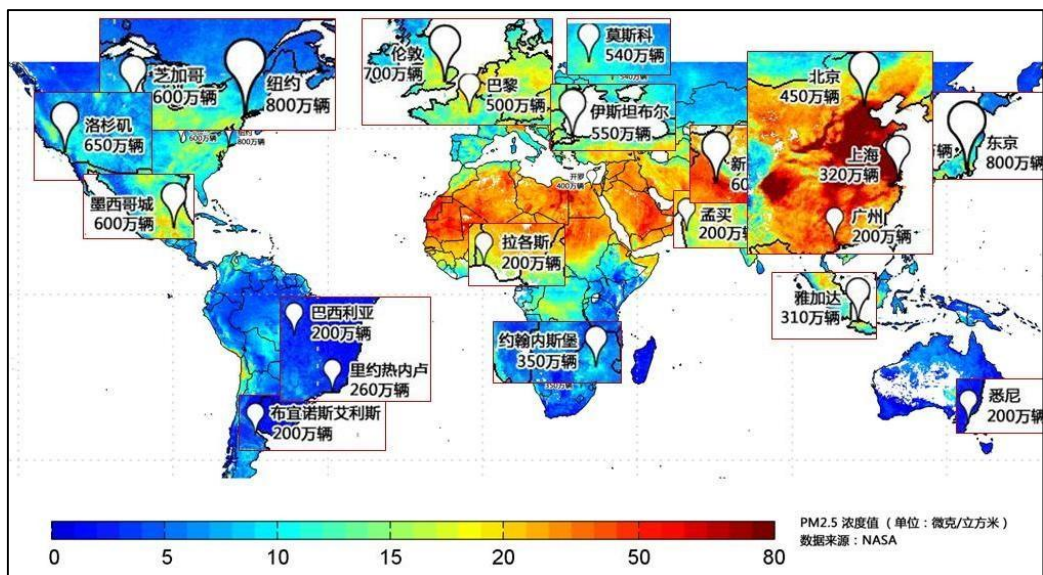


图 1. 2 机动车保有量 200 万辆以上城市 PM2.5 浓度值分布图 (NASA 发布)

分析一下机动车保有量很高但是 PM2.5 浓度值却不高的城市所在地，除了拥有大片热带雨林的南美洲的城市以外，基本都是一些发达国家，例如美国城市，日本城市，欧洲城市等。

当然，PM2.5 浓度值的影响因素不仅仅是机动车保有量和植被覆盖，但是我们可以从图 1.2.1 上以小窥大，看出我国的城市空气污染问题的严重性。

霾，绝不是空气污染问题的特例，只是中国面临的严峻空气问题的一个典型反应。由前文可知，霾的形成由多方面因素共同影响，类似的因素可以在不同的特定条件下形成诸如霾的无数空气污染问题，所以，我们面临的问题绝不是单单解决霾这么简单，而是从全局入手，最终要达到的目的是控制所有空气污染问题。

我们还要认识到，治理空气污染，绝不是一朝一夕之功，更不是少数人在一两个方面采取措施就可以一劳永逸的。事实摆在眼前，不光是要解决目前现存的或者潜在的污染源问题，还要在社会上大力推行相关教育，从小抓起，从每个人抓起，培养环保意识；政府制定和实施有效有力的政策，逐步完善法律法规体系，不给违法违规行为可乘之机；还要大力发展相关环保科技手段，已经造成的后果要治理，还未显现的危害要防范。

当然，光靠我们国人自己闭门造车是不行的，国际上有那么多先例，可以供我们效仿，扬长避短，批判地拿来，以一种适合于自身国情的方式应用到我国治理空气污染的道路上，见微知著，可以少走些弯路。师夷长技以制“霾”，不失为上佳之策。

第二章 美国的空气环境治理之路

2.1 有力的政策与实行

美国历史上也曾经历过严重的大气污染，尤其是在二战后，洛杉矶等多个城市曾相继陷入空气污染中，弥漫在空气中的污染物被称为“杀人尘”，使不少人罹患疾病甚至死亡。但从上世纪 50 年代开始，美国联邦政府针对空气污染问题颁布多项立法和修正案，通过一系列防治法规体系的控制，美国的空气质量已得到明显的改善。

当然，美国空气污染的改善与投入资金、先进的管理和高科技技术等综合因素是分不开的。但是其完善的空气环保法律体系无疑是一个很重要的因素。

《1955 年空气污染控制法案》（APCA）

批准卫生、教育、福利部（HEW）每年斥资 500 万美元开展大气污染方面的科研工作，帮助各州培训职员以及提供技术支持。1959 年和 1962 年对其进行了补充。

《1960 年机动车尾气研究法案》

指示卫生部、教育、福利部（HEW）进行一项为期两年的关于“机动车、空气污染和健康”的研究。

《1963 年空气清洁法案》（CAA）

授权联邦政府资助各州制定州和地方空气污染控制计划；建立协商机构解决跨州空气污染问题；加大了联邦开展空气污染研究的权利。

《1965 年机动车空气污染控制法案》

授权 HEW 制定新型汽车排放标准（没有规定最后期限）；处理全球大气污染并呼吁开展更多的研究调查。

《1966 年清洁空气法案补充规定》

补充了 1963 年清洁空气法案，并且授予各州更多的权利支持空气污染控制计划。

《1967 年空气质量法案》（AQA）

为各州提供额外资金制定空气污染控制计划；成立跨州空气污染控制部门，加大燃油和汽车研究；要求 HEW 建立国家级空气污染控制部门，公布空气质量标准，负责常规污染物技术通报；要求各州建立要件污染物的周边空气质量标准和达标计划；授权 HEW 向各州提供资金支援，以建立机动车监测计划。

《1970 年 CAA 修正案》

制定针对要件污染物的国家级周边空气质量标准（NAAWS）；要求在实施认证程序的同时制定新型机动车排放标准；责令实施“州执行计划”（SIPs）以控制现存的固定空气污染源。

《1977 年 CAA 修正案》

在空气质量优于全国标准的地区，制定“预防严重退化”（PSD）目标；把清洁地区分为三级：

一级区域：不允许有额外的空气质量下降（包括国家公园等）。

二级区域：允许一定程度的空气质量恶化（包括大多数 PSD 地区）。

三级区域：空气质量可以下降到 NAAQSs 规定的水平。

制定了适用于未达标地区新污染源的技术标准——“最低可达排放率”（LAER），还颁布了适用于 PSD 区域新污染源的“最佳可用控制技术”（BACT）。

《1990 年 CAA 修正案》

对新型汽车制定了更严格的排放标准，保险期也延长了；部分城市实施驾驶“清洁”汽车计划；某些城市使用合成燃料；加油站使用第二代抽油泵；车辆备有滤烟罐；允许改造后的固定污染源生产；通过 TBES（“最大可实时控制技术”，MACT）减少 189 种有毒气体排放；在环境较差的城市，制定更严格的地方性削减臭氧、一氧化碳和颗粒物的标准；进一步规定淘汰 CFCs；提出电厂间可转让排放许可证计划以减少二氧化硫排放量。

表 2.1 联邦主要的空气污染法案 [3]

1967 年的空气质量法责令卫生、教育和福利部门建立标准，将根据此标准制定针对六种常规大气污染物（二氧化硫、氮氧化物、臭氧、颗粒物、一氧化碳和铅）的环境空气质量标准。1970 年清洁空气法案修正案赋予了联邦政府处理空气污染事务的主动权，建立了美国延续至今的空气污染政策的轮廓：全国统一的环境空气质量标准、一系列基于技术能力的排放标准，以及更严格的汽车排放标准。而在 1977 年清洁空气法案修正案修正了 1970 年法案的统一标准带来的某些问题，区分了 PSD（“预防严重退化”）区域和未达标区域，不同的区域拥有不同的标准。在 1990 年，美国国会通过并由总统签署了 1990 年清洁空气法案修正案，创新性地提出了可交易 SO₂ 排放许可证机制。该项法规主要有五个部分组成，内容涉及：机动车及燃料、酸雨、城市空气质量、大气有毒污染物和平流层臭氧问题。

EPA 曾接受指示进行对比分析以掌握 1990 年空气清洁法案修正案的作用。下表列出了分析的部分结论：

	排放量（以每日百吨计）		
	1990 年实际值	2000 年未实施 CAA	2000 年实施 CAA
挥发性有机化合物	62.2	66.0	46.8
氮氧化物	67.3	67.8	49.5
一氧化氮	258.6	242.1	201.5

二氧化硫	61.3	64.8	48.5
颗粒物（直径 10 微米）	77.5	78.8	76.9

表 2. 21990 年清洁空气法案的影响评估（CAA）^[4]

（表中提供的数据是主要的空气污染物 1990 年的实际排放量、1990 年法案生效后 2000 年计划排放量以及如果没有此法案 2000 年的预期排放量。）

表中的数据无疑充分地说明了 1990 年清洁法案对空气污染的治理效果，也表明了公共政策能大幅度地消减排放量，从而提高空气质量。但是需要注意的是，如果 1990 年法案不存在，许多污染物的总排放量将增加一些，但二氧化碳的排放量也能降低，这就归功于先前政策的影响以及经济状况的改善。

我们可以从以上罗列的许多法案法规中读出，美国政府制定了许多关于控制汽车尾气排放，新型环保设备应用，监督措施实行情况，详细列举空气标准等条款。从标准到实施，全面覆盖，其取得的效果我们可以从上表得知，法案的颁布确实从某些方面改善了空气环境质量，其功不可没。

2.2 深刻的启示

加速发展的城市化给我国城市带来了严重的环境危机，固有的环境问题尚待解决，新的问题又层出叠见。自 20 世纪 70 年代以来，中国政府加强了对环保工作的力度，颁布并采取了一些大气污染政策和措施。迄今为止，中国已制定了《环境保护法》、《水污染防治法》、《大气污染防治法》等 6 部环境法律，初步形成了环境法律体系框架。但我国的环境保护法体系尚不健全，缺乏相应的《实施细则》与之相配套，比如 1998 年国务院批准了“两控区”（酸雨控制区或者二氧化硫污染控制区的简称），将征收二氧化硫排污费的范围扩大到了“两控区”，然而，目前二氧化硫收费仍低于脱硫成本，不能促进企业积极进行二氧化硫治理。^[5]另外，我国虽然 20 世纪 90 年代初就在太原、包头、开远、柳州、平原山等 10 多个城市开展了排污交易试点工作，但目前除太原市制定了相应的规章外，两控区其它地区还没有具体的行动。所以我国需要一个与现阶段的经济发展和城市建设相适应的完整的政策体系。

当前联邦空气污染法篇幅很长也很复杂，但可以归纳为以下几个方面^[6]：

1. 国家周边空气质量标准。国家针对要件污染物制定标准，根据不同地区空气污染的严重程度，指定不同层次的污染控制技术。

2. 基于技术能力的标准。针对释放废弃的固定污染源，分为以下三类：所有新污染源、未达标地区现有的污染源、排放有毒物的污染源。

3.新型汽车排放标准。在部分州开展检查和维护（I&M）。

4.一系列新的机动车污染技术规定（“清洁汽车”、新标准燃油、车辆安装气体过滤装置等）。

5.许多可转换许可证计划。针对特殊漂浮物的排放。

6.CFC（氟氯碳化物）阶段性标准。

在空气污染法规上，我国可从以下几个方面借鉴：

第一，美国的环境空气质量标准分级不同于我国，美国的 NAAQS 分为两级美国的 NAAQS 分为两级，但不论是一级标准还是二级标准都适用于全国。各地区首先要在规定的时间内达到二级标准，并尽可能快地达到一级标准。而我国的空气质量标准分为三级，分别对应于三类功能区，一类功能区实施一级标准，二类功能区实施二级标准，依次类推。

其次，州实施计划是美国有毒空气污染物控制的一个关键环节。当新的或修改后的标准(NAAQS 或排放标准)颁布后，各州都要向 EPA 提交在本州内执行这些标准的详细的州实施计划。这种方法比较灵活，切合实际，易于执行，这点很值得我们借鉴。我国是一个行政传统特别浓厚的国家，在大气污染防治问题上，以鲜明的行政驱动和行政强制为特征、以“三同时”、达标排放、总量控制、排污许可等为内容的“命令控制型”机制一直处于核心地位，在实践中也取得了较好的效果。

第三，美国环保署对有毒空气污染物进行管理的一个明显特点是对管理对象分类，采用不同的管理手段，细化管理。而分类的角度也多样化，分类标准有：排污源、污染物和区域。这点值得我们借鉴。

第四，由于传统的命令加控制的环境法规的不必要开支和行政繁琐问题日渐突出，自 20 世纪 80 年代以来，美国逐步采用了一些以市场为基础的环境政策，如抵消政策和泡泡政策。泡泡政策是把一家工厂或一个地区的空气污染物总量比作一个“泡泡”。一家排放空气污染物的工厂可以在 EPA 规定的一定条件下，有选择、有重点地使用空气污染治理资金，调节该厂的所有排放口的排放量，要求所有排放口排放的空气污染的总和不得超过 EPA 规定的排放量。泡泡可大可小，可以是单个工厂，也可以是拥有多个工厂的一家公司，或是某一特定区域。尽管如此，泡泡政策的应用仍受到 EPA 的严格限制，目的在于防止滥用泡泡政策而引起空气质量的下降。

1990 年美国又将可交易排放量系统正式写入 CAA。美国的实践已经证明，以市场为基础的环境政策可以大大地降低污染控制的费用。我国近几年也在一些城市开展了大气污染物排放交易的试点研究。由于我国的环境问题相当突出，而国力又限制我们不能向美国早期控制污染那样进行大投入的情况，运用市场机制减少污染控制费用就具有相当重要的意义。我们应汲取美国的先进经验，少走弯路。

第三章 日本的空气环境治理之路

日本率先在亚洲实现了飞速的经济发展，跻身世界经济大国前列。在工业化迅速腾飞的带动下，日本用了不到 30 年时间，完成了发达国家 100 年才得以完成的发展过程。毋庸置疑，在促进经济繁荣和社会进步的同时，也带来了一系列不容忽视的负面影响。

伴随着工业化逐渐发展起来时，和谐的自然环境很容易遭到破坏，同时非自然环境问题也突显出来，它涉及到整个社会的可持续发展以及城乡区域协调发展问题，具有更深层次的社会意义。我国在进一步深入城市化进程和改善环境问题的过程中，可以广泛的学习和借鉴世界发达国家的经验。我们的近邻日本，在治理空气污染问题方面有很多值得我们学习的地方。

日本的环境治理的部分成果：

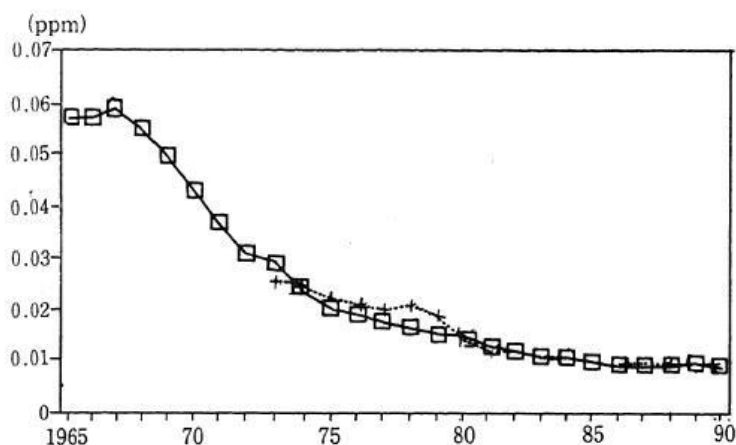


图 3.1 在监测城市 SO₂ 浓度的变化趋势（1965 年~1990 年）^[7]

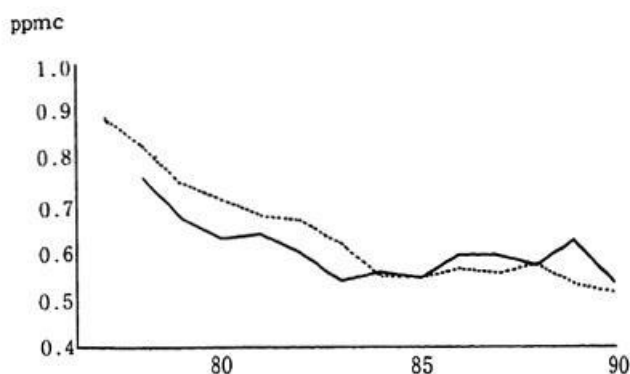


图 3.2 悬浮颗粒物颗粒灰尘等物质含量的变化趋势（上世纪 80 年代到 90 年代）^[7]

3.1 深入人心的环境保护教育

在日本，最早发现和防止大气污染的不是政府而是受到大气污染的民众。遭受污染侵害的当地居民直接向当地政府提出保护环境的要求，督促行政部门采取措施改善环境污染状况。这样，迫于当地民众及舆论的压力，地方政府率先制定地方性法规，应对环境污染问题。在大气污染防治方面，亦不例外，也是地方立法先于国家立法出台。在空气污染严重的城市及工业地带的地方政府，着手制定“排烟防止条例”等地方性法规，独自应对本地区的大气污染问题。这些地方性法规确立了排放申报制、许可制以及排放标准等制度。这些法律制度后来成为日本大气污染控制国家立法的基本内容。

日本民众的强烈的环保意识得益于政府的环境教育工作，这一点也是我国需要借鉴的地方。2003 年 7 月 18 日，日本政府制定并颁布了《增进环保热情及推进环境教育法》（简称《日本环境教育法》），成为亚洲第一个制定并颁布环境教育法的国家。《日本环境教育法》旨在通过明确主体责任和义务，相互协同，增进民众环境意识，保证环境教育可持续的发展，并处处渗透着参与、协作、体验的理念。除了在国家层面分工合作开发各类环境教育推进项目外，在地方层面，根据《日本环境教育法》第八条提及的“都道府县要制订公布符合本地自然社会条件的增进环境教育方针计划”，日本各都道府县也陆续出台了各自的环境教育促进方针，如滋贺县在 2004 年出台了《滋贺县环境学习促进条例》，福岛县、长崎县、熊本县等多个地方自治体制订了《增进环保热情及推进环境教育基本计划》，其他很多地方自治体也制订了各自环境学习促进基本方针，更有一些地方自治体在原有的环境教育方针基础上根据《日本环境教育法》的内容进行了修正和更新。截至 2006 年底，全部 47 个都道府县和 12 个政令指定市中，有总数超过 45 个地方自治体制订或更新了各自有关环境教育的基本方针计划。^[8]

3.2 初具成效的废物循环措施

循环再利用是处理固体废物的一种有效方法，它能够把废弃的材料转换为有用的资源，在减少污染的同时节约资源，创造就业岗位，并提升一个国家制造业的整体竞争力。循环再利用可以是最大化地减少焚烧垃圾或填埋垃圾产生的空气污染和环境污染。据美国的一项调查研究显示，一个典型的社区回收中心每循环使用 1 吨材料，不仅可以节约价值相当 187 美元的电力、石油、天然气和煤，还能减少至少 5 立方米的包括二氧化硫在内的有毒气体的排放。众所周知，日本在这方面是做得相当到位的。^[9]日本对生活垃圾的分类有着十分严格而细致的规定，而且不同地区和街道也有着各自更为具体的规定，其目的就是最大化地减少焚烧垃圾或填埋垃圾产生的空气污染和环境污染，最大限度地实现资源回流的回收再利用。

我国对垃圾处理的方法和政策很落后，公众环保意识也很薄弱。为此，政府应该加大对循环再利用的资金投入以及加强环保教育的普及力度。其实，如果我们从经济的角度来考虑循环再利用，也是十分划算的。最近一项研究表明，如果社区回收中心对废物的循环再利用率低于 10%（不包括节省的垃圾掩埋成本和回收材料的收入）为每吨 282 美元；若循环再利用率在 10%~20% 之间，则平均回收成本为每吨 102 美元；如果废物（不包括垃圾场堆肥）的循环再利用率大于 20%，平均回收成本为每吨 93 美元。换句话说，循环再利用率较高的城市花费的垃圾回收成本只相当于循环再利用率较低的城市花费的 1/3。因此，一项社区回收工程只要其对废物的循环再利用率超过 10%，收益就会超过成本。而且，随着政府和私人企业经营效率的提高，预计成本还会进一步降低。^[6]

3.3 深刻的启示

值得一提的是，日本走的是“先污染后治理”的城市化道路，虽然后来经过政府和民众近 40 年的努力，大气环境已经得到明显改善，但是治理前城市以及城市居民所遭受的损失，和治理过程中所付出的代价是惊人的。比如闻名世界的四大公害事件之一的“四日市哮喘”。自 1955 年以来，日本伊势西岸四日市相继兴建了三座石油化工联合企业，在其周围又挤满了三菱石化等十余个大厂和一百余个中小企业。石油冶炼和工业燃油产生的废气，严重污染了城市空气，全市工厂年排出二氧化硫和粉尘总量达 13 万吨，大气中二氧化硫浓度超出容许标准的 5-6 倍。在四日市上空 500 米厚的烟雾中还漂浮着许多种毒气和有毒金属粉尘。重金属微粒与二氧化硫形成硫酸烟雾。由于大气污染，形成支气管哮喘、慢性支气管炎、哮喘性支气管炎和肺气肿等呼吸系统疾病，这些病统称为“四日市哮喘”。1961 年四日市哮喘大发作，患者中慢性支气管炎占 25%，支气管哮喘占 30%，哮喘支气管炎占 40%，肺气肿和其他呼吸系统疾病占 5%。1964 年连续三天烟雾不散，气喘病患者开始死亡。1967 年一些患者不堪忍受痛苦而自杀。1972 年，

四日市哮喘患者达 817 人，死亡超过 10 人。由于日本各大城市普遍使用高硫重油，致使四日市哮喘已蔓延全国。

如十八大报告所提出的那样，我们必须走可持续发展道路，不能重蹈日本“先污染后治理”^[14]的覆辙。中国目前还处于建设可持续发展城市的初期，还有很大的发展空间。为实现可持续发展这一目标，中国必须积极发展循环经济，做到统筹安排，兼顾城市发展和环境保护两方面的协调统一。在环境保护政策方面，我国虽然已经颁布了《中华人民共和国循环经济促进法》，但是与之相配套的可持续发展相关法律政策还需要更加完善。尤其在生态环境建设方面，应该学习日本的先进经验和技术，促进资源的循环利用，为居民提供一个健康、安全、可持续发展的生活环境。

第四章 德国的空气环境治理之路

和其他发达国家一样，德国也曾经有过污染极为严重的时期，但自 1990 年以来，德国的许多大气污染物排放量大幅度减少，如 SO_x 减少了 76%， NO_x 减少了 34%， $NMVOCS$ 减少了 47%， CO 减少了 52%。其中， SO_x 和 NO_x 的排放强度分别比 OECD 平均值低 65% 和 50%，只有少数几个国家能超过这种水平。

20 世纪 90 年代以来，德国主要城市地区大气环境中的悬浮颗粒物浓度显著降低。1990-1999 年期间，弗莱堡悬浮颗粒物的年均浓度下降了 67%，1999 年达到了 $11 \mu g/m^3$ ；其他被评估城市的年均浓度也呈现下降的趋势，从 20%~50% 不等（图 4.1）。1999 年，德国主要城市悬浮颗粒物的年均浓度为 $36 \mu g/m^3$ 。

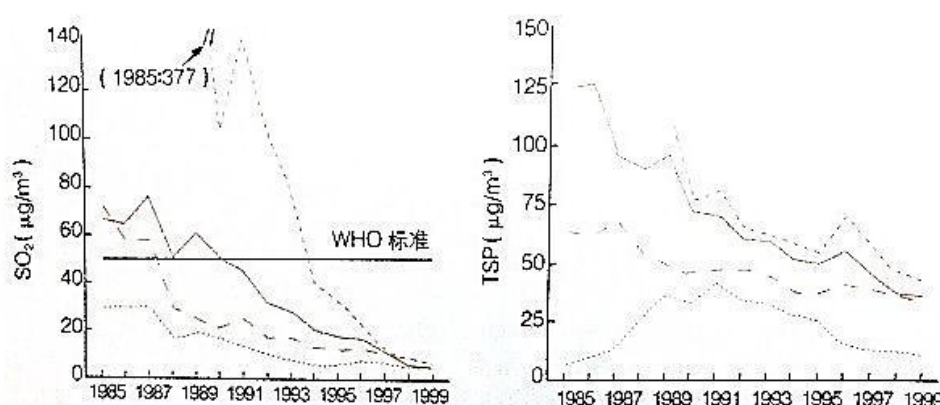


图 4.1 空气质量的变化趋势（部分城市，1985-1999）（OECD 环境绩效评估：德国）^[13]

以上四条数据线由上至下依次是柏林、莱比锡、法兰克福和弗赖堡。

由上表可知德国的治理成效显著，空气污染物的大幅削减主要得益于德国有效的环境管理方法和先进的技术。这两点也是我国急需解决的环境问题。

4.1 有效的环境管理方法

德国工业一直实行的是“一体化”管理方式^[10]，所谓一体化，是指在生产过程的最开始阶段就注意减少原材料和能源的消耗、用对环境污染小的材料代替那些加重环境污染的材料、用现代化设备取代已经过时的低效率设备等，尽可能减少产生需要处理的固体和液体废料；同时，还要对生产的环境状况进行监测与分析，以便及时采取必要的调整措施；在生产过程中，采用“最佳的技术”（在德国环境立法和技术发展过程中，“最佳的技术”这一术语是最重要的。所有的工厂经过相当的一段时间后，必须采用最佳技术进行建设和翻新改造。）；最后，在产品销售后，德国也明确制订了用户使用过后的废品处理与回收的方式。从一开始，工业就瞄准了低消耗、低污染的目标，而不是先污染再治理，这不仅是减少而且要防止污染的发生。这是很值得我国企业学习和借鉴的。

4.2 先进的科学技术

德国先进的工业净化技术也是举世闻名的。德国环境技术具有很强的革新精神，像电子产业一样，德国环境技术的进步也是很快的。目前，在国际市场上大约有 1/5 的环保产品产自德国；换言之，环保技术和环境技能已经成为德国经济发达的一个重要标志。德国联邦环保局(UBA)宣称：传统统计数据显示，在对外出口环境技术方面，德国环保产品的出口值约为 350 亿马克，处于世界领先地位；德国现有 10000 家企业从事环保工作在国际比较中仅次于美国——美国现有 80000 家环保公司。德国环保企业的大多数是中小企业，由于这些企业的专业化程度高，因此，对于所遇到的实际问题都能够找到相应的环境技术方面的解决方案。另外，德国企业所获环保技术专利的数量，同样可以反映其研制开发新产品的强劲动力。近 10 年来，德国企业每年注册专利的数量增加了 4 倍之多，迄今为止，在慕尼黑欧洲专利局(EPA)登记注册的环保专利中，有一半以上是属于德国公司的，德国企业是世界环保技术市场的领头人。

4.3 深刻的启示

虽然我国在大气污染治理技术和设备的研制和开发、推广和运用等方面已经做了不少工作，但治理技术的商业化程度远不如发达国家。使用技术的缺乏已经直接影响了大气污染控制的进程和效果。这个问题在洁净煤技术和冶金、化工、建材等行业的污染治理技术以及机动车内净化技术等领域表现得也十分突出。当然，技术的革新需要相当一大批人才来完成。然而，现在我国的环境人才供给与需求数量上极不对称，供给与需求的数量相比缺口是巨大的。有人估计，如果按

照德国 90 年代初期环保产业就业人员比例计算,我国需要环保产业人员 1000 万人;如果环保技术人员按环保从业人员的 5% 计算,将需要环保技术人员 50 万人。^[12]而我国现有的环保技术人员离实际需求相差甚远,培养环保技术人才的任务十分艰巨。

不仅仅是数量,我国的人才在培养上也存在着结构不合理的情况。环境人才的供给类型与需求的环境人才类型存在着明显的不对称。从社会对人才的需求而言,人才的结构是呈金字塔型的,即学术型人才是尖顶,属于少数;工程型和技术型是中间;技术应用型与技能型人才属于底座,需求量最大。而从目前高等环境教育培养的环境人才类型来看,却正好相反,是一个倒金字塔,培养的人才大部分是同一规格的、学术型或工程与技术型人才,而技术应用型、技能型人才却相对少量。因此,我国在环境人才教育方面,需要实时地加大人才教育的力度,并且优化人才教育的结构。

第五章 针对我国空气污染治理的其他建议

我国大气污染控制始于 20 世纪 70 年代,30 多年来,制定并两次修改了大气污染防治法,在全国范围内逐步建立污染源排污申报制度和覆盖全国的空气污染质量监测网和酸雨监测网,建立和完善主要大气污染物总量控制制度和排污许可证制度以及排污收费制度,通过实施环境影响评价制度开始逐步实现对新建项目的科学管理。总之,经过多年的努力,我国正逐步建立一整套适合国情的大气污染控制政策体系,但在其过程中仍存在很多不足之处:

第一,因为一些地方政府干预环保部门执法,批准建设短期经济效益好但能源资源消耗大,大气污染严重的工业项目,不执行国家环境影响评价制度的规定,盲目建设了一些布局不合理和污染超标的建设项目,受到经费的限制,环境监测机构不能开展对污染源的经常性监测,从而削弱了环保部门对污染源的日常监督管理,导致环保设施实行运行率低,使环保设施的作用不能充分发挥出来。所以我国应该加大力度保证各项法律和政策的严格执行,深入贯彻执法必严、违法必究的工作作风。

第二,环保投资渠道不畅,投资力度不够。目前,我国环境污染治理项目和旨在环境质量的城市基础设施建设投资占国民生产总值的 1%,但与我国环境污染严重和经济快速发展对环保投资的需求相比,仍十分不足。所以,我国应加快建立健全的环保投资的综合体系,畅通环保投资渠道、加大投资力度。

第三,与发达国家相比较,目前我国在环境方面的公开信息匮乏,不利于公众和舆论对环保的监控。所以,我国应该加大对环境问题的数据收集、整理和公布的力度,以此建立一个强大的舆论监控体系。

第六章 结束语

中国城市的空气环境质量虽然堪忧，但是从其广泛引起的影响程度来看，问题的解决还是有很大希望的。特别是有了其他国家先例的借鉴，我们再更努力一些，认真学习，结合国情，落实实践，相信我国空气质量的提高不会太遥远。

尽管空气污染治理的机理有许多相似之处，我们可以借鉴和学习发达国家的先进治理经验。但是需要注意的是，毕竟各个国家的政治、文化和发展进程等方面差异较大，把握学习和借鉴的程度是我们在治理过程中需要引起高度警觉的，以免出现反作用的效果。总之，一切的解决措施都必须要以我国的实际情况为基准，切不可盲目照搬。

师夷长技以制“霾”，污染物没了，民众意识增强了，科技手段和政策手段并用，我们头顶的天将会更蓝。

参考资料

- [1]成岳.环境科学概论[M].上海：华东理工大学出版社，2012-8.
- [2]方淑荣.环境科学概论[M].北京：清华大学出版社，2011-6.
- [3]Arthur C.Sten , “History of Air Pollution Legislation in the United State,” *Journal of Air Pollution Control Association* , 32(1) , January 1982 , pp.44 – 61;
- [4]U.S. Environmental Protection Agency, The Benefits and Costs of the clean Air Act1990 to 2010, Washington, DC, November 1999, pp. C-13, C-46.
- [5]平措 . 我国城市大气污染现状及综合防治对策[J].环境科学与管理. 2006-2.
- [6]巴里·菲尔德，玛莎·菲尔德 . 环境经济学[M].北京：中国财政经济出版社，2005-11.
- [7] Quality of the environment in Japan 1992.MOE.1992.
- [8]王元楣，王民，张静雅. 《日本环境教育法》的现状与修正[J].环境教育.2009-9.
- [9]日本对垃圾分类与回收实施精细化管理[M].2010-6.
- [10] 黄群. 德国环境技术政策与措施[J] 中外科技信息-环球透视.2002-2.
- [11]E.Mellar. Industry Experience in the Implementation of Clean Technologies in the Federal Republic of Germany[D].1994.
- [12] 王立新，耿世刚. 论中国特色的高职环境教育[J]. 中国环境管理干部学院学报.2006-3.
- [13]OECD.环境绩效评估：德国[M].北京：中国环境科学出版社，2006-6.

[14]姜斯乔. 日本城市化进程中的环境问题对策研究[D].北京: 对外经贸大学.2011-5.

[15]张继娟, 魏世强. 我国城市大气污染现状与特点[J].四川环境.2006-6.

[16]环境工程与科学导论(第三版)[M].北京: 高等教育出版社, 2009.