

• 专论与综述 •

氮氧化物的污染控制对策

周军英, 汪云岗, 钱 谊

(国家环境保护总局南京环境科学研究所, 江苏, 南京 210042)

摘要: 详细地介绍了日本针对不同的排放源——固定源和流动源——所采取的氮氧化物污染控制对策。对固定源, 在实施全国统一的排放标准的基础上, 对于一些工厂相对集中、污染问题严重的地区实施总量控制, 同时积极促进技术革新以降低氮氧化物的排放; 对流动源所采取的措施有, 确定不同车型汽车排放尾气递减的短期目标和长期目标, 实施汽车氮氧化物法, 积极推进低公害车的普及。通过采取上述措施, 在日本, 固定源排放的氮氧化物得到了较好地控制, 而在一些大城市, 流动源排放造成的氮氧化物污染仍较严重。分析了中国目前氮氧化物的污染现状, 提出了中国氮氧化物污染控制的建议。

关键词: 氮氧化物; 污染控制; 日本; 现状; 对策; 中国

中图分类号: X 511 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-2009(2000)02-0008-04

Controlling Measurements of Nitrogen Oxydes Pollution

ZHOU Jun-ying, WANG Yun-gang, QIAN Yi

(Nanjing Institute of Environmental Science of National Environmental Protection Bureau, Nanjing, Jiangsu 210042, China)

Abstract: The article introduced in detail the controlling measurements in Japan for nitrogen oxydes pollution from stationary and mobile sources. For stationary sources, on the basis of national discharge standard, total-amount control is carried out and technical reform for decreasing nitrogen oxydes is promoted in areas of more plants and heavier pollution; For mobile sources, different types of autos are limited with different short-term and long term standards, law of auto nitrogen oxydes is executed, and low pollution autos are promoted. With the measurements, nitrogen oxydes from stationary sources are well controlled, while nitrogen oxydes pollution from mobile sources is still serious in big cities. The article also analysed the situation of nitrogen oxydes pollution in China and presented the controlling suggestion.

Key words: Nitrogen oxydes; Pollution control; Japan; Situation; Measurements; China

日本曾有过严重的大气污染: 在工业化初期直至 60 年代初的大气污染主要表现为尘的污染。随着重工业和化学工业的发展及汽车的大量增加, 氮氧化物污染问题越来越突出。针对不同时期的大气污染, 日本采取了相应的控制对策。目前, 降尘和二氧化硫污染问题已基本解决, 氮氧化物和光化学烟雾问题则上升为日本大气污染的主要问题。针对氮氧化物污染问题, 日本采取了一些相应的控制措施, 控制效果如何, 这对中国的氮氧化物污染控制有一定的借鉴意义。

1 日本的氮氧化物污染控制对策

氮氧化物主要是随着燃料燃烧而产生的。其发生源有工厂的锅炉烟囱排放等固定源, 也有汽车

尾气等流动源。氮氧化物不仅是酸雨及光化学烟雾的成因物质, 而且高浓度的二氧化氮还会给人的呼吸器官带来不良影响。针对不同的发生源, 日本分别采取了相应的控制对策。

1.1 固定源 对策

1.1.1 实施全日本统一的排放标准

日本在 1973 年 8 月第 1 次规定了氮氧化物的排放标准。此后, 对排放标准进行了 4 次强化。详细情况见表 1^[1]。

统一排放标准是污染排放的最低标准。对于

收稿日期: 1999-06-04; 修订日期: 1999-10-11

作者简介: 周军英(1966-), 女, 安徽人, 助理研究员, 硕士, 发表论文 10 篇, 现主要从事有毒化学品污染控制的研究工作。

那些氮氧化物排放量较多, 严重产生大气污染的设备, 则作为限制对象进行追加排放标准的修正。

追加排放标准是指日本都道府县从该地区的自然条件和社会条件出发, 认为在仅靠国家制定的统一排放标准不能有效地保护人民健康和充分地保全生活环境的情况下, 在政令所规定的允许范围内依据条例, 在明确划定执行的地区范围之后, 制定出的更为严格的具有法律效力的排放标准, 以代替国家的排放标准。对违反这一标准的, 可以直接适用处罚以及改善命令等规定。

表 1 固定源排放的氮氧化物的限制过程

限制概要	限制对象 设备数目
第 1 次限制 1973 年 8 月	<ul style="list-style-type: none"> 排放标准的制定——大型锅炉、大型加热炉及硝酸生产设备 约 1 500, 占全部烟气发生设备的 1.1%
第 2 次限制 1975 年 6 月	<ul style="list-style-type: none"> 排放标准值的强化 限制对象设备规模的扩展——中型锅炉及加热炉 限制对象设备种类的扩展——大型水泥烧成炉及焦炭炉 约 3 400 占 2.5%
第 3 次限制 1977 年 6 月	<ul style="list-style-type: none"> 排放标准值的强化 限制对象设备规模的扩展——小型锅炉及加热炉, 中型水泥炉及焦炭炉 限制对象设备种类的扩展——烧结炉、氧化铝烧成炉及废弃物焚烧炉 约 13 000 占 9.5%
第 4 次限制 1979 年 8 月	<ul style="list-style-type: none"> 排放标准值的强化 限制对象设备规模的扩展——烧成炉、氧化铝煨烧炉、金属加热炉、废弃物焚烧炉 限制对象设备种类的扩展——气体发生炉、加热炉、煨烧炉、焙烧炉 约 105 000 占 72.9%
第 5 次限制 1983 年 9 月	<ul style="list-style-type: none"> 排放标准值的强化 废止了为有些设备制定特例性的缓和标准值的处理办法, 强化了标准值 约 105 000 占 72.9%

1.1.2 实施总量控制

日本对于工厂、事业单位较为集中, 仅按排放标准进行限制难以确保二氧化氮环境质量标准的地区, 从 1982 年起开始对氮氧化物实施总量限制标准。总量限制标准是在考虑气象、地形、发生源状态等因素的基础上, 计算出该地区内发生源允许排放的大气污染物总量, 总量限制标准是针对指定地区内的特定工厂而言的。

指定地区: 是指由政令确定的一些工厂相对集中的地区。在该地区中, 仅根据上述排放标准难以确保环境质量标准的实现。就氮氧化物而言, 指定地区有东京、神奈川和大阪 3 个地区。

特定工厂: 是指在排放氮氧化物的工厂或事业单位中, 每小时的原料(燃料)使用量换算成重油之后, 在 1 kL~10 kL 范围内并且由都道府县知事所规定的一定规模以上的所有工厂。换算方式是根据原料及燃料的种类, 并按环境厅确定的方法进行。对原料而言, 首先算出在处理单位原料过程中所产生的氮氧化物的量, 再换算出标准燃烧过程中产生等量的或氮氧化物所需的重油的量。对燃料, 按表 2 进行换算。

表 2 燃料与重油的换算

燃料的种类	燃料的量	重油的容积 V/L
原油、轻油	1 L	0.95
石脑油	1 L	0.90
煤炭	1 L	0.30~0.80
液化天然气	1 kg	1.3
液化石油气	1 kg	1.2
煤气	1 kg	0.33~1.30
其他燃料	1 L (固体或气体燃料时, 1 kg)	与该燃料每 1 L (或 1 kg) 有相同发热量的重油量

特别的总量限制标准: 是指在实行总量控制的指定地区内, 针对新建的烟气发生设备的特定工厂(包括在工厂或者事业单位中由于烟气发生设备的设置或者结构的变更而成为新的特定工厂的情况)以及新建造的特定工厂而制定的总量限制标准, 比一般的总量限制标准更为严格^[2]。

1.1.3 实行降低二氧化氮排放的技术措施

日本降低二氧化氮排放的技术措施主要有: 改进燃烧方式和排烟脱硝。改进燃烧方式有二段燃烧法、排气再循环和低氮氧化物燃烧器等, 通过这些技术的应用, 普及了氮氧化物排放量少的锅炉; 70 年代初日本的排烟脱硝和排烟脱硫同时起步, 设施数和处理能力逐年上升。增长数虽不如烟气脱硫的多, 但增长速度一直得以保持。如今排烟脱硝装置的设置基数及处理能力有了切实的增加。脱硝方式大多为干式选择接触还原法。

1.2 流动源对策

以大都市为中心的氮氧化物污染难以改善的原因之一是汽车尾气问题。日本汽车保有台数逐年上升, 尤其是货车中柴油车比例的增加, 使得氮氧化物的控制更加困难。针对汽车尾气污染, 日本自 1973 年开始就出台了一系列控制对策, 如东京

自1973年后,对汽车排气量按大、中、小各种车辆规定一氧化碳、烃、氮氧化物的排放量,且每年都作局部修改;大阪市把全市各种车辆分为轻乘车、乘用车、乘合、轻货车、小型货车、货客车、普货车、特种车共8种,并按不同的车速工况,分别定出排气系数,排气系数的规定逐年加严。尽管如此,从道路附近所设置的汽车尾气监测站(汽排站)的测定结

果来看,1994年二氧化氮环境质量标准超标站的比例仍高达32.6^[3]。为此,日本进一步加强了对汽车尾气的控制。

1.2.1 进一步强化排放标准

根据1989年12月的日本中央公害对策审议会,日本确定了汽车尾气中各种气体递减的短期(5年以内)和长期(10年以内)目标,见表3^[3]。

表3 汽车尾气中各种排放气体递减的目标值

车种分类	排放气体的种类	短期目标		长期目标			
		目标值	施行年度	目标值	施行年度		
轿小型车	氮氧化物 颗粒状物质	0.5 g/km	1990年	0.40 g/km	1997年		
		0.2 g/km	1994年	0.08 g/km			
车中型车	氮氧化物 颗粒状物质	0.6 g/km	1992年	0.40 g/km	1998年		
		0.2 g/km	1994年	0.08 g/km			
柴 轻型车(车辆 总重量1.7t以下)	氮氧化物 颗粒状物质	0.6 g/km	1993年	0.40 g/km	1997年		
		0.2 g/km		0.08 g/km			
柴 中型车 (1.7t~2.5t)	氮氧化物 颗粒状物质	1.30 g/km	1993年	0.70 g/km	手动变速车 辆 1997年	自动变速车 辆 1998年	
		0.25 g/km		0.09 g/km			
油 重型车(车 辆总重量 2.5t以上)	氮氧化物 直喷式 副室式 颗粒状物质	1.7 μg/J	1994年	1.30 μg/J	车辆总重量 3.5t 以下	车辆总重量 3.5t ~12t	
		1.4 μg/J			1997年	1998年	
		0.2 μg/J			1999年	1999年	
全车种	黑烟	40%	期限同颗粒 状物质	25%	期限同氮氧化物 及颗粒状物质		
汽油	中型车	氮氧化物	0.7 g/km	1989年	0.4 g/km	1994年	
	重型车	氮氧化物	1.5 μg/J	1992年	1.3 μg/J	1995年	

1.2.2 实施汽车氮氧化物法

为了控制以大城市为中心的氮氧化物污染,在与各相关省厅及地方自治体相互磋商的基础上,日本于1992年制定了“从汽车排放出的氮氧化物的特定地区内总量削减的特别措施法”,即汽车氮氧化物法。在汽车氮氧化物法规定的特定地区内,根据总量削减计划,实行了以下措施:

(1) 改进车辆的行驶状态。利用交通管理系统及信号系统保证交通通畅;限制大型车的通行线路;取缔超载及准备不良的车辆;加强道路建设以改善交通流量。

(2) 对车种进行限制。限制不符合排放标准的卡车及公共汽车的使用。

1.2.3 促进低公害车的普及

为了促进低公害车的普及,日本实施了一系列援助措施。具体有:

(1) 促进技术开发。积极进行电动汽车所用的

电池的开发及天然气汽车实用化的研究开发;对低公害车的使用进行监控调查,在对各种低公害车的排放气体进行统一性评价的基础上,于1995年制定出了排放气体的开发目标值。

(2) 经济补偿。对于购买低公害车给予降低价格以及减轻汽车所得税的辅助援助。

(3) 大力宣传。日本于1996年召开了有关低公害车的普及方面的国际研讨会。另外,在东京代代木公园及全国其他8个地点同时召开了“低公害车商品展示会”。

2 日本氮氧化物污染控制对策实施的成效

从以下的监测数据可以了解日本针对氮氧化物污染所采取的一系列控制对策实施后的效果。

日本于1978年制定出了氮氧化物小时日均值在0.075 mg/m³~0.113 mg/m³之间或低于此值(以二氧化氮计)的环境空气质量标准^[3]。为了掌

握大气污染状况,日本建立了较为完善的大气污染连续监测系统。到1994年,为掌握一般性的大气污染状况而设立的一般环境大气监测站(以下简称一般站)有1439个。为掌握道路周围的大气污染状况而在道路附近所设立的汽车尾气监测站(以下简称汽排站)有359个。1970年以后(汽排站是1971年以后)各监测站对二氧化氮浓度的监测结果表明:1979年到1985年这段时间二氧化氮浓度呈减少的趋势,但从1986年以后则有所增加,直到1994年其浓度一直呈现增高的趋势。

从环境质量的达标状况来看,1994年环境质量标准超标站的比例是,一般站为4.3%,汽排站为32.6%;在总量限制的特定地区内,环境质量标准超标站的比例是,一般站为36.4%,汽排站为76.3%;在汽车氮氧化物法所规定的地区内,环境质量标准超标站的比例是,一般站为19.6%,汽排站为61.9%^[3]。

可以看出,在日本,以大都市为中心的地区二氧化氮环境质量标准达标率仍然很低,而且汽排站的超标率远远高于一般站。再次提醒人们汽车尾气的污染问题是大城市的氮氧化物污染难以改善的重要原因。

3 中国的氮氧化物污染状况

近年来,中国的氮氧化物污染趋势加重,尤其是流动源增加造成的氮氧化物污染问题日益突出,氮氧化物已成为少数大城市空气中的主要污染物。1997年中国汽车保有量已达1200万辆。其中北京市127万辆,广州市90万辆,上海市80万辆。机动车所造成的大气污染随着汽车保有量的激增而日益严重^[4]。以上海为例,90年代是上海市机动车快速增长时期,机动车拥有量由1990年的21万辆增加到1996年的70万辆。年车用汽油消耗量也由50万t增至100万t,机动车排放的氮氧化物迅速增加,由1.73万t增至8.15万t。主要交通道路及路口氮氧化物日平均浓度为 0.37 mg/m^3 ,超标1.5倍,是同步邻近环境监测点日平均值的4.4倍^[5]。首都北京的氮氧化物污染也相当严重。据统计,1995年北京市机动车排放的氮氧化物在市区造成的污染分担率已达74%。广州的氮氧化物污染则更为严重,目前广州已被列为全球空气污染最严重的10个城市之一,主要原因之一就是氮氧化物排放量的增加,其对大气污染贡献的比例已由

1987年的43%上升到现在的80%。1996年广州氮氧化物超标率达61.1%^[6],均高于其他大气污染物的超标率。目前,32个重点城市空气质量周报显示,氮氧化物已成为北京、广州、上海、武汉、杭州、合肥、大连、深圳、珠海等9个城市的主要空气污染物。可见,中国的氮氧化物污染控制刻不容缓。

4 中国氮氧化物污染的控制对策

通过对日本氮氧化物污染控制对策的研究,结合中国的氮氧化物污染现状,提出以下控制对策。

4.1 针对固定源逐步强化排放标准

日本自1973年制定了固定源的氮氧化物排放标准以来,先后进行了4次强化,包括逐渐加严排放标准值及逐步扩大限制对象的规模和种类。当然,各个国家的具体情况不相同,建议国家根据中国的氮氧化物污染状况及各企业的技术水平,在条件成熟的时候,逐步强化排放标准。

4.2 下大气力控制流动源污染

由日本控制氮氧化物污染的历程可知,大城市的汽车保有台数逐年上升,使得汽车尾气污染逐年加重,而汽车尾气的控制难度很大。尽管日本从70年代就开始着重控制氮氧化物污染,也采取了一系列措施,但1994年汽排站的测定结果表明,环境质量超标的比例仍高达32.6%。为此,日本进一步加强了对汽车尾气的控制。

中国现阶段的氮氧化物污染同早些年日本的氮氧化物污染有共同的特点,即以大城市为中心,而且主要是汽车尾气污染问题。日本的氮氧化物污染控制历程一方面提供了可资借鉴的先进经验,同时也敲响了警钟,即汽车尾气的污染治理难度很大。因而在积极采取措施控制大城市的氮氧化物污染的同时,不能忽视现阶段氮氧化物污染还不严重的中小城市,不能再走末端治理的老路。

4.2.1 加强城市的道路建设与交通管理

通过加强城市的道路建设改善交通流量,同时利用交通管理系统及信号系统保证交通通畅;对有些车辆还可以规定其行驶路线。

4.2.2 加强车辆的检修,淘汰超标排放的车辆

机动车污染物排放的数量与发动机是否处于正常的工作状态密切相关,因而要加强车辆的检修,加速淘汰不符合排放标准的车辆。

(下转第19页)

表 1 对照实验结果

国产计数仪		实验装置	
粒径分档 $d/\mu\text{m}$	数量浓度 $C/\text{粒}\cdot\text{mL}^{-1}$	粒径分档 $d/\mu\text{m}$	数量浓度 $C/\text{粒}\cdot\text{mL}^{-1}$
		0.087	180.36
0.3	41.83		
0.5	25.24		
0.7	3.81		
1.0	1.26		
		1.98	1.22
2.0	0.83		
5.0	0.10		

验室内气体采样测试 5 次的平均结果。由表 1 可见对于粒径大于 $2\mu\text{m}$ 的颗粒, 国产某尘埃计数仪和实验装置测试结果比较接近。但对小颗粒的测量两者之间缺乏可比性。

(上接第 11 页)

4.2.3 积极促进环保型汽车的普及和推广

积极发展污染物排放量少的环保型汽车, 如电车、天然气汽车。对于环保型汽车的研制和开发国家应积极给予支持和援助; 对于购买环保型汽车的单位和个人实行一些优惠政策; 同时向全社会大力宣传, 以促进环保型汽车的普及和推广。

4.2.4 大力发展公共交通事业

据统计, 一列地铁或轻轨可以解决 500 人次~600 人次的出行, 相当于减少 125 辆~150 辆轿车的使用, 其污染物的产生要比使用轿车时少得多。在目前一些大城市人口多、道路拥挤、汽车尾气污染严重的情况下, 大力发展公共交通事业将对改善

4 结束语

可吸入污染物是各种有机化合物、无机化合物和细菌等的重要载体, 污染源也不尽相同, 用上述实验装置能够检测出颗粒物的数量浓度, 为治理空气污染提供了一些必要的参考数据。实验成果的商品化应用还有待于进一步深入研究。

[参考文献]

- [1] 车凤翔. 中国城市气溶胶危害评价[J]. 中国粉体技术, 1999, 5(3): 4-9.
- [2] T. Allen. Powder Sampling and Particle Size Measurement[J]. London, 1997, 349-390.
- [3] L. P. BAYVEL, A. R. JONES. Electromagnetic Scattering and Its Application[M]. England: applied Science Publishers, 1981. 163-179.
- [4] H. C. Van De Hulst. Light Scattering by Small Particles[J]. John Wiley & Sons, New York. 1957
- [5] 王建华. 超净介质中不溶性颗粒光学在线检测技术的理论与实验研究[C]. 上海: 华东工业大学博士论文, 1996.

城市的空气质量起到积极的作用。

[参考文献]

- [1] [日]环境厅环境情报研究会. 环境保全资料总览[M]. 东京: 第一法规出版株式会社, 1996.
- [2] [日]环境厅环境保全关系法令研究会. 环境保全关系法令质疑应答集[M]. 东京: 第一法规出版株式会社, 1996.
- [3] [日]环境厅. 环境白皮书[M]. 东京: 大藏省印刷局, 1996.
- [4] 郑菁英. 汽车尾气催化净化器在中国实用的可能性[J]. 环境保护, 1998, 4: 15.
- [5] 陆书玉. 上海市机动车污染及其控制对策[J]. 上海环境科学, 1998, 17(3): 1.
- [6] 徐家颖, 杨士弘. 广州大气氮氧化物浓度影响因素的灰色关联分析[J]. 上海环境科学, 1998, 17(10): 1.

• 简讯 •

全国环境监测技术管理职能转移至中国环境监测总站

根据国家环境保护总局《关于总局机关部分职能与机构编制调整的通知》(环发[2000]43号)精神, 原属总局监督司的环境监测技术管理职能(包括拟订环境监测技术规范, 管理国家环境监测网, 指导全国环境监测队伍建设和业务工作等)转移至中国环境监测总站, 中国环境监测总站的国控监测网站规划投资建设和归口联系职能划转到总局规划司。

摘自中国环境监测总站《环境监测信息简报》2000年第3期