

# 氮氧化物减排对策技术手册



EX 都市研究所有限公司

公益财团法人国际环境技术转让中心

# 目 录

## 前言

1. 日本氮氧化物减排对策的概要.....	1
1.1 日本大气污染问题的历史推移.....	1
1.2 日本大气污染对策(法制建设)的变迁.....	2
1.2.1 与重工业的发展相对应的大气污染对策.....	2
1.2.2 经济高速增长时期的大气污染对策~地方政府所开展的工作~.....	2
1.2.3 经济高速增长时期的大气污染对策~国家层面所开展的工作~.....	3
1.2.4 在公害国会上加强对策(1970年~).....	4
1.2.5 环境标准的发展过程.....	4
1.2.6 引进了工厂车间总量控制制度.....	5
1.2.7 汽车 NO <sub>x</sub> 法、汽车 NO <sub>x</sub> · PM 法.....	6
1.2.8 特种汽车的控制.....	6
1.3 以氮氧化物为中心各种标准值的推移.....	6
1.3.1 环境标准.....	6
1.3.2 针对每个固定发生源设施的浓度管制.....	7
1.3.3 控制汽车尾气排放.....	8
1.4 关于采取对策引进设备的补贴制度.....	8
1.4.1 防止公害事业团的补贴.....	9
1.4.2 对中小企业的融资.....	11
1.4.3 日本开发银行的融资.....	12
1.4.4 税收方面的措施.....	12
1.5 建设监控体制和改善大气环境质量.....	12
1.5.1 地方政府的组织建设.....	12
1.5.2 民间层面的组织建设.....	13
1.5.3 大气环境质量的改善状况.....	13
1.6 为中国今后采取对策提供建议.....	14
2. 中国引进氮氧化物排放对策技术的要点.....	16

2.1	近几年来火力发电的 NO <sub>x</sub> 减排技术· 运行管理技术状况 .....	16
2.2	引进火力发电对策技术时应注意事项、考虑要点 .....	18
2.2.1	对策技术适应注意事项 .....	18
2.3	近几年来工业用锅炉的 NO <sub>x</sub> 减排技术· 运行管理技术状况 .....	22
2.4	工业锅炉对策技术适应注意事项、考虑要点 .....	23
2.4.1	前言 .....	23
2.4.2	工业用锅炉 NO <sub>x</sub> 减排的相关背景 .....	25
2.4.3	有关小型煤炭燃烧锅炉的学习案例事例 .....	26
2.4.4	针对小型煤炭焚烧工业用锅炉的 NO <sub>x</sub> 削减对策的提案 .....	29
2.5	近几年来钢铁厂 NO <sub>x</sub> 减排技术及其运行管理技术状况 .....	33
2.5.1	钢铁产业的生存环境 .....	33
2.5.2	各公司的 NO <sub>x</sub> 排放状况 .....	35
2.5.3	各公司的 NO <sub>x</sub> 削减对策 .....	36
2.6	引进炼钢相关对策技术时的注意点、要点 .....	37
2.6.1	引进技术时的注意点、应考虑的要 点 .....	37
2.7	近几年有关水泥生产方面的 NO <sub>x</sub> 减排对策技术以及运行管理技术的状况 .....	41
2.7.1	水泥生产中氮氧化物削减对策 .....	41
2.7.2	中国水泥工厂采取氮氧化物减排对策应注意事项 .....	44
2.8	导入玻璃工业相关对策技术时的注意事项及应考虑的要 点 .....	46
2.8.1	玻璃工业削减 NO <sub>x</sub> 排放的相关背景 .....	46
2.8.2	玻璃工业的学习案例事例（燃烧改善） .....	46
2.8.3	针对玻璃工业的 NO <sub>x</sub> 削减对策方案（燃烧改善） .....	48
2.8.4	玻璃工业的学习案例事例（废气处理） .....	50
2.8.5	针对玻璃工业的 NO <sub>x</sub> 削减对策的提案（废气处理） .....	54
3.	各行业的 NO <sub>x</sub> 减排技术· 运行管理技术 .....	55
3.1	火力发电的 NO <sub>x</sub> 减排技术· 运行管理技术 .....	55
3.1.1	火力发电的大气污染防治技术 .....	55
3.1.2	运转管理（排烟脱硝装置、燃烧技术） .....	67
3.1.3	火力发电厂的排气测定技术 .....	69

3.2	钢铁工业的 NO <sub>x</sub> 减排技术· 运行管理技术 .....	72
3.2.1	钢铁工业的大气污染防治技术.....	72
3.2.2	钢铁工业的废气测定技术 .....	88
3.3	水泥制造工厂的 NO <sub>x</sub> 减排技术· 运行管理技术 .....	98
3.3.1	氮氧化物防治技术.....	98
3.3.2	水泥制造工厂的监测 .....	100
3.4	玻璃制造业的 NO <sub>x</sub> 排放对策和运行管理技术 .....	112
3.4.1	玻璃制造业的 NO <sub>x</sub> 对策设备的设计.....	112
3.4.2	玻璃制造业中的燃烧管理 .....	112
3.4.3	玻璃制造业中的 NO <sub>x</sub> 削减法 .....	113
4.	中国引进 NO <sub>x</sub> 排放对策技术的事例.....	129
4.1	电力行业 NO <sub>x</sub> 排放对策技术引进事例.....	129
4.2	中国烧结机排气干式脱硫脱硝技术引进事例 .....	132
4.3	在中国提高工业用蒸汽锅炉的效率和降低 NO <sub>x</sub> 的事例.....	139
4.4	NO <sub>x</sub> 监测原理及中国监测技术的引进事例.....	148
4.5	运用光触媒技术降低大气 NO <sub>x</sub> 的事例.....	154

参考资料：关于减排氮氧化物日本企业技术一览表

## 前 言

这个《氮氧化物减排对策技术手册》是受环境省的委托，由株式会社 EX 都市研究所作为实施《基于国际开展日本的示范环保对策技术普及环保技术的调查项目》的一环，总结编写出来，并在此基础上，由公益财团法人国际环境技术转让中心进行了局部修改。

从 2011 年开始的中国“第十二个五年规划”，已经把氮氧化物当作新的总量排放控制对象，全社会对于采取氮氧化物减排对策的关注度急速得到提高。而在日本，正如我们在第 1 章中介绍的那样，20 世纪 40 年代后期开始了经济复兴、经济高速增长，70 年代开始采取了大气污染物质的对策，1981 年开始了控制固定发生源的氮氧化物总量排放。象这样的氮氧化物减排措施，不仅包括控制发生、提高排烟脱硝技术，而且包括了改善燃料、燃料转换、提高操作管理技术等等，也就是说综合性地采取了减排措施。为了运用日本以往的经验，为今后致力于采取氮氧化物减排对策的中国提供帮助，是我们编写这份《减排对策技术手册》的初衷。

本次修订中，在手册中新增了玻璃制造业领域的同时，还在第 2 章与第 4 章中追述了 2013 年度以湖北省武汉市的小型燃煤工业锅炉、与玻璃制造业领域的示范企业为对象制作的学习案例的成果。

我们设想该手册的读者是中国地方政府环境保护局的负责人。负责人在对固定发生源进行场内检查和提出采取对策的建议时，需要了解氮氧化物的削减对策技术以及运行管理技术的种类以及它们的特征、减排能取得哪些效果等基础知识。在这方面如能为他们提供一些帮助，我们将感到十分的荣幸。

这个手册的第 3 章“关于按行业分类的 NO<sub>x</sub> 减排技术以及运行管理技术”部分，是从 1997 年和 1999 年环境厅监修的《发展中国家大气污染固定发生源对策手册》电力行业篇、钢铁行业篇、水泥制造业篇、以及 2001 年环境省监修的同手册中玻璃制造业篇关于氮氧化物减排对策的部分内容摘录（就玻璃制造业篇的废气脱硝进行了部分修改）。

另外，关于具体的氮氧化物减排技术信息，在卷尾我们附上了参考资料。请参考 2010 年财团法人国际环境技术转让研究中心（现为公益财团法人国际环境技术转让中心）编写的“关于氮氧化物减排技术一览表”。

最后，我们诚挚地希望这个手册能为中日环境商务进一步发展做出贡献。同时我们谨向在手册编制过程中给予我们帮助的各位有关人士表示衷心的感谢！

公益财团法人国际环境技术转让中心

2014 年 3 月

# 1. 日本氮氧化物减排对策的概要

## 1.1 日本大气污染问题的历史推移

日本的大气污染问题的源泉，一般认为可以追溯到 1880~1890 年代。在这个时代，明治维新政府实施了“殖产兴业政策”，开始了工业近代化。根据文献记载，在足尾铜矿、别子铜矿、日立铜矿等地，发生了精炼工序中生产的氧化硫危害农作物等问题，而在东京深川的水泥工厂则发生了粉尘等问题。

1910 年以后，在神奈川县、大阪府、福冈县等工业城市，随着钢铁行业等重工业的不断发展，煤炭燃烧导致的大气污染问题也变得越来越严重。20 世纪 20~40 年代，以制铁业和机器工业等重工业为核心的产业活动越来越活跃，同时大量的农村人口流入城市，城市的生活环境逐渐恶化，公害问题逐渐成为严重的社会问题。

第二次世界大战几乎摧毁了日本所有的工业生产设施。但是 50 年代以后，经济有了高速的复兴和增长。根据 1960 年发布的《所得倍增计划》，由于采取了经济高速增长政策，采矿工业被迅速发展起来，同时建设了一些大规模的石油联合企业、钢铁厂等。在这个时期，以工业城市为中心，因煤炭燃烧产生的煤灰、粉尘、氧化硫导致的大气污染现象也逐渐明显，此后，随着燃料转换为重油，更加剧了氧化硫的污染。四日市市发生了日本公害历史上最著名的大气污染问题，1963 年 3 月四日市市矶津地区的测量结果，近 1ppm 的浓度持续了长达 12 个小时。

1970 年，公害问题由于被媒体不断地报道宣传，成为国民非常关注的问题。这件事情的契机，是 1970 年 5 月在东京都牛込柳町十字路口附近发生的铅污染问题。根据民间医疗团体对十字路口附近居民实施的调查显示，该地区居民有铅中毒的可能性，这件事情引起了广泛的关注，从而发生成为当时严重的社会问题。以这个事件为契机，日本开始降低汽油里面的铅含有量，同时在全球率先开始了汽油无铅化的工作。之后逐步发展成为采取三元催化系统减少汽车尾气排放的氮氧化物对策。同时，7 月份在东京都杉并区立正高中发生了大气污染造成的危害健康事件。这天，在这家高中的操场上运动的学生中，有咳嗽、头晕、眼疼、恶心等重病患者被送进了急救医院。附近设置的东京都光化学氧化剂连续测量仪纪录下了高浓度，因此人们有理由怀疑是光化学反应导致了大气污染公害问题。这个事件作为宣传材料，被媒体大势渲染，从而以此为契机导致了在这一年 12 月召开的临时国会(俗称：公害国会)上集中审议公害对策。在日本首都发生的这 2 个事件，不仅对日本公害对策此后的发展带来了很大的影响，同时也对如何解决防止大气污染这个重要课题带来了很大的变化。也就是说，以往大气污染的主要课题是针对落在工厂车间的煤灰、粉尘、氧化硫，汽车尾气排放的一氧化碳，而从这一时刻开始人们开始关注氮氧化物造成的污染问题。1973 年国家公布了二氧化氮环境标准(日平均值 0.02ppm)、光化学氧化剂环境标准(小时值 0.06ppm)，为了实现这个标准，对工厂车间、汽车等都开始了氮氧化物的排放管制。

1970 年也是美国提议《防止大气污染法修改方案(Muskie 法)》通过颁布实施的年份。这个法律的管制内容是以 5 年为期把一氧化碳、烃、氮氧化物的容许排放量降到 10 分之 1，当然也适用于进口车(日本出口到美国的汽车)。当时大家都认为利用技术来降低氮氧化物的排放非常困难，但是日本的汽车制造厂为了达到这个管制标准努力开发技术，在美国取消氮氧化物管制的形势下，日本却实施了同样水准的管制(1978 年管制：日本版 Muskie 法)。

此后，1978 年重新评估了二氧化氮环境标准，将日平均值 0.04ppm 改为“日平均值从 0.04ppm 到 0.06ppm 的范围内或该范围以下”。在修订过程中，赞成派和反对派双方进行了激烈地讨论，引

起了社会的极大关注，此后，氮氧化物对策也成为媒体十分关注的内容。另一方面，由于采取燃料对策、普及排烟脱硫装置，从而改善了二氧化硫造成的污染。70年代后期开始，逐渐地开始重视采取氮氧化物减排措施。

从1975年到1985年，作为工厂车间的氮氧化物对策，主要是采取全国统一的按设施种类分别进行浓度控制，在污染严重的地域采取总量控制，使得一般环境大气测量局(对道路影响小的地点)的二氧化氮浓度慢慢得到改善。没有达标的主要是东京、横滨、川崎、大阪、神户、名古屋等大城市的干线道路沿线附近。在这以后，汽车尾气排放的氮氧化物对策也被逐步重视，成为日本大气污染对策的主要课题。

进入2000年之后，大城市的干线道路沿线的二氧化氮浓度有了某种程度的改善，日本的大气污染问题的关注点逐步向光化学氧化剂对策、柴油排气微粒对策等方面转移。

## 1.2 日本大气污染对策(法制建设)的变迁

### 1.2.1 与重工业的发展相对应的大气污染对策

1900年代中后期开始，随着重工业化的发展，全国主要工业城市的大气污染现象越来越严重，但是在国家出台相关措施之前，地方政府先行采取了一系列的措施。比如大阪府，在1891年出台了控制建设烟囱的大阪府令，在建设烟囱时必须提交工程建设说明书以及周围60间(约108m)范围内的居民同意书。这个规定后来被制定为《制造场取缔规则》，1920年又发展为《工厂取缔规则》。

1907年神奈川县制定了日本最早的《制造工厂取缔规则》，1916年公布了《工厂取缔规则》，规定对“有毒煤气、恶臭或噪音或有明显的飞灰”的工厂、“产生危害或危害健康或有危害的危险”的工厂进行取缔。

另一方面，国家在1911年制定颁布了《工厂法》，规定投资建设一定规模以上的工厂，必须申请批准，对于工厂的投产也建立了各种监督处分的机制。

1932年，大阪府施行了《防止煤烟规则》，1933年京都府也颁布施行了同样的规则。东京和神奈川县等一些大城市虽然没有在同一时期颁布类似的规则，但是也在防止大气污染方面采取了各种对策。

### 1.2.2 经济高速增长时期的大气污染对策～地方政府所开展的工作～

20世纪40年代后期，日本开始进入经济复兴和经济高速增长的时代。由于煤烟等的大气污染和由此造成的危害开始表面化，以1949年东京都制定了《工厂防止公害条例》为开端，1950年《大阪府事业场防止公害条例》、1951年《神奈川县事业场防止公害条例》、1955年《福冈县防止公害条例》等，一个个条例竞相出台。通过出台这些条例，各地方政府从各自独立的立场开始采取措施，开展防止大气污染的工作。这些条例以防止特定的工厂和车间发生的噪音、振动、粉尘、煤烟、废水等危害周边地区为主要目的，规定了在建设公害相关设施时的许可证发放制度、事前备案义务、改善命令、停止开工命令等内容，但是并没有具体规定大气污染物质排放标准等内容。

1955年东京都制定了《防止煤烟条例》，这是有关大气污染排放限制标准最初的条例。这个条例将煤烟定义为“随着燃烧飞散到空气中的煤灰、燃烧渣滓等可视物质”，并规定了浓度的测量方法和浓度标准。并且对于违反这个标准的要进行警告、入内检查、改善命令和违反命令处以惩罚等，

这个条例是现在的公害管制法的原型。在东京都的《防止煤烟条例》之后，20世纪50年代中期开始，全国各地的地方政府都制定了关于防止大气污染的条例。

在这个时代，地方政府都做出了极大的努力，特别值得一提的是签署了《防止公害协定》。1964年横浜市与准备进驻该市的根岸临海工业用填埋地的火力发电站之间，签署了《防止公害协定》。防止公害协定的前身，人们说是源于1952年岛根县政府与纸浆工厂及纺织工厂之间签署的《有关防止公害备忘录》，但是横浜市签署的《防止公害协定》具有以下特征：

- ① 在大气污染的现状和未来预测值等科学数据的基础上，在舆论背景下签署的协议。
- ② 采取的方式是：让企业提交与出售工业用地有关的《建设规划》及《防止公害计划》，由市政府提出审议意见，企业承诺实施。
- ③ 市政府给企业的审议意见尽可能具体。

通过这样的手法，使得签署《防止公害协定》非常成功，这种方式后来被称为“横滨方式”。此后《防止公害协定》与防止公害条例等法律措施一起，作为地方政府层面的环保防止公害对策的重要手段，在全国得到了普及推广。现在，作为高度的氮氧化物对策，日本有1000多个排烟脱硝装置，但是这些装置大多数并不是根据国家的《防止大气污染法》和地方政府的《防止公害条例管制标准》，而是根据《防止公害协定》的内容而建设的。

### 1.2.3 经济高速增长时期的大气污染对策～国家层面所开展的工作～

1962年成立的《煤烟管制法》，指定大气污染明显地域为对象地区，在该地区建设产生煤烟的设施时必须申报，同时煤烟发生设施所排出的煤烟浓度超标时，会被勒令对其结构进行改良等。另一方面，汽车排放废气并没成为管制对象。按照本法，东京、川崎、大阪、四日市、北九州等主要工业城市几乎都被指定为管制对象地区，实行管制。

《煤烟管制法》，是针对煤烟发生设施的管制措施，对于缓和当时最大的问题——降尘所导致的大气污染起到了一定的缓和作用，但是对于煤炭向石油的大规模能源转换所发生的氧化硫和汽车尾气排放，由于没能采取恰当的措施，由此带来的大气污染变得更加严重。

1967年，国家制定了《公害对策基本法》。50～60年代，一方面，就国家层面而言，除了国家制定了上述的《煤烟管制法》之外，还制定《关于保护公共用水水质法》（1958年）、《关于工厂排水等管制法》（1958年）等对于发生源进行管制，同时防止公害事业团（1965年成立）对防止公害设施提供补贴、实施优惠政策。另一方面，就地方政府层面而言，实施了《防止公害条例》采取管制措施，签署《防止公害协定》推进企业采取措施。但是，尽管如此，这些对策整体来说都是应急的、个别性的措施。因此需要建立一个能综合性有计划性地促进采取公害对策的体制，明确公害的范围以及国家、地方公共团体、企业各自的责任和义务。也就是说需要明确应采取对策的基本原则。因此应社会的需求终于出台了《公害对策基本法》。

《公害对策基本法》以综合性地推进采取公害对策，保护国民的健康，保全生活环境为目的，明确了企业、国家及地方公共团体的责任和义务，规定了防止公害的基本对策等，对基本原则作了规定。特别是提出了以下几项防止公害的基本对策，为此后日本解决公害问题发挥了重要作用。

- (a) 为防止公害加强管制措施的建设
- (b) 制定环境标准
- (c) 制定《防止公害计划》

(d) 建立处理公害纠纷制度及受害救济制度

1993 年为了应对地球环境问题，对该法进行了改定，增加并修改了相关规定，成为《环境基本法》一直适用至今。

1968 年，根据《公害对策基本法》的宗旨制定的《煤烟管制法》也被全面地重新修改，后来重新制定为《防止大气污染法》。增加了以下新的项目：

- (a) 从事前预防的角度出发进一步扩大了指定地区
- (b) 排放标准的设定方式合理化(引进了所谓的 K 值管制方式)
- (c) 设定特别排放标准 (对新建设施要求更严)
- (d) 加强了紧急措施
- (e) 设定了汽车尾气排放的容许限度

#### 1.2.4 在公害国会上加强对策(1970 年~)

1968 年制定了《大气污染防治法》以后，随着日本经济的高速增长，煤烟等排放量仍然有所增加，大气污染问题在全国各地继续蔓延。同时，光化学烟雾事件、铅污染事件以及氟化氢造成的大气污染问题本身也出现了多样化，污染程度更加严重。为了应对这种大面积、多样化的大气污染问题，在 1970 年召开的第 64 次国会上(俗称：公害国会)，对《防止大气污染法》进行了如下重要的修改。

- (a) 修改目的 (删掉了经济和谐条款)
- (b) 管制对象地区扩大到全国范围(废止了指定地区制度)
- (c) 扩大了管制对象物质(有害物质、粉尘、汽车尾气排放)
- (d) 授予都道府县知事(省长级领导)设定烟尘、有害物质另立标准的权限
- (e) 引进违反煤烟有关排放标准的直接处罚制度
- (f) 对多次违反排放标准的单位可命令其停产
- (g) 引进燃料使用管制制度
- (h) 对粉尘发生设施的管制
- (i) 强化紧急措施(增加紧急措施命令、要求交通管制等)

随着这个《防止大气污染法》全面修改，开始依法对氮氧化物的排放进行控制。也就是说，把氮氧化物作为固定发生源的“有害物质”之一、“汽车尾气排放”之一，纳入了防止大气污染法的控制对象物质的框架当中了。

#### 1.2.5 环境标准的发展过程

根据《公害对策基本法(现在称环境基本法)》中的规定，环境标准是指“在保护人类健康上需要维持的良好标准”。该基本法还规定，“政府必须综合有效地采取防止公害等政策措施，为确保保

障环境做出努力”。

以 1969 年的《二氧化硫相关环境标准》为起点，至今为止逐步增加、扩大了对象物质，加强了制定大气环境标准的工作。（表 1.2-1 参照）

表 1.2-1 大气环境标准制定工作的推移

1969 年	制定了二氧化硫 (SO <sub>x</sub> ) 相关环境标准
1970 年	制定了一氧化碳 (CO) 相关环境标准
1972 年	制定了浮游颗粒物 (SPM) 相关环境标准
1973 年	制定了二氧化氮及光化学氧化剂相关环境标准 修改了二氧化硫相关环境标准 (二氧化硫相关环境标准)
1978 年	修改了二氧化氮相关环境标准
1997 年	制定了苯、三氯乙烯及四氯乙烯的环境标准
1999 年	制定了二恶英相关环境标准 (二恶英类对策特别措施法)
2001 年	制定了二氯甲烷相关环境标准
2009 年	制定了微小颗粒物相关环境标准

### 1.2.6 引进了工厂车间总量控制制度

当初开始的对二氧化硫排放浓度的管制，后来转变成根据个别排放源的排放量以及烟囱高度进行控制的“K 值控制方式”，而且变得越来越严格。但是在工厂密集的地域，环境浓度的改善还不够，还没能达到环境标准。因此在 1974 年 5 月国家对《防止大气污染法》又进行了修改，引进了“总量控制方式”。这个控制方式要求，在一定的地域内科学地估算工厂排出的大气污染物质容许总量，为了严格地控制总量，使其达到容许总量以下，必须对个别发生源进行管制。随着不断地采取措施，二氧化硫造成的大气污染在全国范围内逐步得到改善。

早在 1974 年修改法律的时候，就针对制定氮氧化物总量控制制度的必要性进行过讨论。由于不仅是工厂、汽车等发生源存在多样性；以及氮氧化物起因于燃烧时空气中的氮，排放特性很复杂；再加上大气中的 NO 变化成 NO<sub>2</sub>，其污染预测手法、控制方法等比二氧化硫要更加复杂。因此当时得出的结论是总量控制为时尚早，还需要进一步进行研究讨论。

为了导入氮氧化物的总量控制制度，1974 年开始着手研究污染预测手法，调查降低氮氧化物的技术开发状况，以及研究氮氧化物的评估以及控制方法。1979 年开始，在高浓度污染的 6 个地域 (东京都特别区等、横浜市等、名古屋市等、大阪市等、神户市等及北九州市等地区)，分别对大气环境浓度水平进行了调查，取得资料为在 1985 年度出台环境标准做准备。根据对这些地区实施调查的结果，3 个地域 (东京特别区等、横浜市等、大阪市等) 在 1981 年开始实行总量控制制度。

1982 年这 3 个地区制定了《总量削减计划》，提出了到颁布环境标准的 1985 年 3 月为止，削减 20~30% 排放负荷量的目标。根据这个计划，一定规模以上的工厂开始执行这个总量控制标准。

其结果是确实削减了这些地域内固定发生源的排放量，与 1975 年相比，1985 年度的排放量各个地域都减少到 6 成以下。可是，尽管象这样减少了固定发生源的氮氧化物排放，但是还是没有大幅度地改善大气环境的浓度，特别是以汽车尾气排放测量局为中心，没有达到环境标准的非常之多。

因此，从 80 年代中期开始，进一步强化了以汽车为中心采取对策措施。

### 1.2.7 汽车 NO<sub>x</sub> 法、汽车 NO<sub>x</sub> · PM 法

在 20 世纪 80 年代，虽然逐步加强了对每个车辆的汽车尾气排放控制(单体控制)，但是随着汽车交通量的增加以及占货车很大比率的柴油车辆的不断增加，以大城市地区为中心因二氧化氮造成的大气污染仍然得不到显著改善，这种情况仍然在继续。在这种情况下，1992 年制定了《汽车 NO<sub>x</sub> 法(关于在特定地区削减汽车排放的氮氧化物总量等的特别措施法)》，这个法律的直接目的是为了保证二氧化氮(NO<sub>2</sub>)的大气环境标准。依据这个法律，对汽车尾气排放采取的措施，主要有以下 3 点组成。

- 1) 在汽车排放氮氧化物导致大气污染明显的特定地域，必须制定《总量控制基本方针》和《总量削减计划》。
- 2) 规定了主要在该特定地区使用的一定的汽车的氮氧化物排放标准(特别排放标准)。
- 3) 必须采取措施控制因事业活动使用汽车所造成的氮氧化物排放。

根据这个法律，1992 年涉及 6 个都府县(埼玉、千叶、东京、神奈川、大阪、兵庫)的区域被指定为特定地区，实施了特别排放标准(车型控制)。然而，大气环境中的二氧化氮浓度仍然没有得到很大的改善，而且因浮游颗粒物导致的大气污染也越来越严重，再加上又发现了柴油汽车所排放的柴油废气里面的微粒具有致癌作用，会对国民的健康造成不良影响，因此 2001 年国家对该法进行了修改。(《汽车 NO<sub>x</sub> · PM 法》)修改后的法律，把浮游颗粒物增加为控制对象物质，进一步又将涉及爱知县、三重县的地区增加为指定地区。

2007 年，国家又对该法进行了修改，增加了对进入指定地区的汽车采取措施等内容。

### 1.2.8 特种汽车的控制

2005 年，为了解决在建设现场被使用的推土机等不走公共道路的特种汽车的尾气排放问题，颁布实施了《关于控制特定特殊汽车排放废气等的法律》。这是由于一方面以大城市地区为中心，二氧化氮、浮游颗粒物的环境标准达标状况不理想，而另一方面，建设机器、产业机械等不走公共道路的特种汽车(即越野特殊汽车:至此为止一直属于尾气排放管制范围外)的大气污染物质排放量不容忽视(排放量占汽车整体排放量的比例，氮氧化物约 25%，浮游颗粒物约 12%)，因此需要加强管制将越野车辆的排放控制纳入到控制体系当中。

## 1.3 以氮氧化物为中心各种标准值的推移

### 1.3.1 环境标准

氮氧化物一旦吸入会到达肺部的深层，对肺等内脏器官带来影响，而且在太阳光的照射下，烃、特别是不饱和烃会发生反应，产生二次性的光化学氧化剂等污染物质，这也是众所周知的事实。同时，光化学氧化剂会刺激眼睛，对呼吸器官产生不良的影响，在 1970 年前后实际上曾发生了多起因急性影响造成的受害事例。因为这个缘故，需要制定环境标准，1970 年以后在举办的审议会上多次对此进行了讨论。

1973年5月，国家发布了有关二氧化氮及光化学氧化剂的环境标准。因二氧化氮的影响是慢性的，并且它与二氧化硫有累加效应，因此二氧化氮的标准值被设定为“1小时值的1天平均应在0.02ppm以下”。而对于光化学氧化剂而言，重点放在防止短期暴露的影响上，光化学氧化剂的标准值设定为“1小时值应在0.06ppm以下”。

当时设定这个标准，科学依据还不十分成熟。虽然进行了大量的动物实验，积累了相当大的数据，但是有关传染病学等对人类健康的影响方面能用的数据仍然不多。同时，氮氧化物的环境测量数据与氧化硫相比准确度上也有很大的问题。但是，由于已经认识到以往的防止大气污染的对策都是在经历了疾病增加健康受损之后采取亡羊补牢般的措施，出于对以上认识的反省，虽然还没有氮氧化物危害健康的具体案例，但是因光化学烟雾事件使得全社会对此高度关注，以及大气中的氮氧化物浓度呈现增加倾向，在这种背景下，从预防健康受损防患于未然观点出发，在当时有限的知识和见解的基础上，大胆果断地预测安全性，对环境标准进行了设定。

此后国内针对这个设定环境标准的科学依据展开了各种各样的讨论。直到1975年开始，随着国内外二氧化氮影响健康的科学知识越来越充实，多年的努力终于被普遍认同。1977年在公害对策审议会上开始审议，第二年1978年根据审议结果，将标准值修改成“1小时值的1天平均值在0.04ppm~0.06ppm范围内或者该范围以下”。

### 1.3.2 针对每个固定发生源设施的浓度管制

再看看规定和加强固定发生源排放标准的推移情况，1973年5月公布了有关二氧化氮的环境标准，为了实现这个目标在同年8月实施了第一次管制。此后，随着控制发生源的实际状态和评估对策技术的进展，多次加强了管制，增加了实施管制的对象设施。（请参照表1.3-1）根据这个《防止大气污染法》，以改善燃烧方法为前提评估对策技术从而设定了全国统一的浓度控制标准值，但这并不是一个要求设置排烟脱硝装置的标准。

表 1.3-1 加强固定发生源的氮氧化物浓度控制

	管制的概要		管制对象设施数量
第一次限制 1973年	设定NOx排放标准	大型锅炉等	约1,500 (所有煤烟发生设施的1.1%)
第二次限制 1975年	强化排放标准值 扩大限制对象设施的规模 扩大限制对象设施的种类	中型锅炉等 大型水泥烧成炉等	约3,400 (所有煤烟发生设施的2.5%)
第三次限制 1977年	强化排放标准值 扩大限制对象设施的规模 扩大限制对象设施的种类	小型锅炉等 烧结炉等	约13,000 (所有煤烟发生设施的9.5%)
第四次限制 1979年	强化排放标准值 扩大限制对象设施的规模 扩大限制对象设施的种类	小型锅炉等 煤气发生炉等	约105,000 (所有煤烟发生设施的72.9%)
第五次限制 1983年	强化排放标准值	个体燃烧锅炉等	约105,000 (所有煤烟发生设施的72.9%)

### 1.3.3 控制汽车尾气排放

日本的大气污染物质中对汽车的限制措施始于 1966 年。当时的运输省进行了行政指导，对使用汽油的普通汽车及小型汽车实施了一氧化碳的浓度控制。当时，在大城市的十字路口周边由于交通堵塞带来一氧化碳的大气污染受到了广泛关注。1968 年随着《防止大气污染法》的制定，明确了汽车尾气排放是限制对象物质，并建立了进行控制的法律体系。此后，由于光化学烟雾问题等的影响，增加了对氮氧化物、烃的控制。

从 1978 年开始，实施了日本版 Muskie 法对汽油汽车进行了管制。同时作为对策技术，三元催化系统得到了普及推广。因为这个缘故，每台汽油汽车的氮氧化物排放量变得特别少，相对地人们更加关注对柴油汽车的氮氧化物、尾气微粒采取对策。因为三元催化系统对限制柴油机的废气排放不起效果，柴油汽车的排放限制主要以改善发动机燃烧的技术为中心，需要一点一点地努力反复深入来进行控制。概略如图 1.3-1，图 1.3-2 所示。（2010 年版《环境·循环型社会·生物多样性白皮书》）

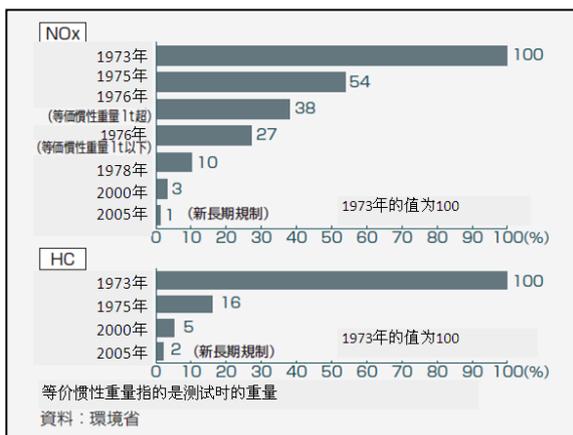


图 1.3-1 对汽油汽车加强管制的推移

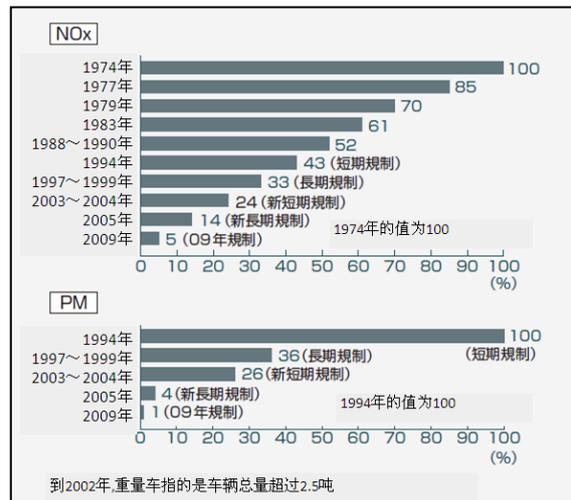


图 1.3-2 对柴油重量车加强管制的推移

## 1.4 关于采取对策引进设备的补贴制度

1967 年制定的《公害对策基本法》第 24 条规定，“对于企业投资建设防止公害的设施，国家或者地方公共团体必须努力采取必要的金融、税收以及其他措施给予支持”。而且还规定“在构建前述的措施时，要特别考虑到中小企业”。根据这样的基本思路，为了促进污染发生源的企业采取防止公害措施，日本实施了补贴、公共金融、税制优惠措施、工厂搬迁及指导措施、技术指导提供信息、企业内部组织建设以及人才培养等各种措施。在这之后，有政府背景的机关进行了统合重组，机关团体的名称、事业内容频繁地发生了变动，但是在这里，按照当时的名称，我们介绍一下日本的产业公害对策非常活跃的 20 世纪 60 年代以后开展的主要工作。

### 1.4.1 防止公害事业团的补贴

防止公害事业团是为落实政府对公害问题的补贴政策而在 1965 年成立的专业机构。1992 年法律修改后，防止公害事业团更名为“环境事业团”，2004 年又改名为“环境保护机构”，事业内容也进行了重新调整评估。同时，成立当初是属于通商产业省的下属单位，环境厅成立之后，转为由环境厅管辖。防止公害事业团实施的主要补贴项目如下。

#### 建设转让项目

对于建设防止公害设施技术、资金方面比较困难的企业及公共团体，事业团直接建设设施，完工后转让的项目。运营方式是：建设费用由政府提供低息贷款，转让后由委托方的企业及公共团体来偿还贷款给事业团。偿还期设施是 20 年以内，机械设备是 15 年以内，是低息贷款。具体的事业项目如下。

- 共同防止公害设施

在同行业的工厂比较集中的地区，相比每个工厂和企业单独建设处理设施，共同建设一个设施的话有可能降低成本。出于这样的考虑，才会实施这种共同防止公害设施的建设转让项目。与大气有关的，比如煤烟处理设施、粉尘防止设施等，也成为建设转让项目的对象。

- 集体建设建筑物

随着城市化的发展和产业结构的变化，难以确保空间来建设防止公害的设施，会造成近邻地区公害已经是不可避免的。因为这些理由，因此为多家企业集体搬迁，准备搬迁土地、平整土地、建设厂房以及建设防止公害设施、然后进行转让的项目。这个项目中也有可能包括在搬迁后的地点建设共同防止公害设施。

- 缓冲绿地

为了防止从工业地带排放的煤烟和粉尘等造成公害问题，非常有效的做法是在工业区和居民区之间种植缓冲绿地，将两个区隔开。大规模的建设绿地需要大量的费用，事业团代替地方公共团体来建设绿化地带，然后再转让给地方公共团体。

- 大气污染对策绿地

树木能吸收污染物质，具有净化大气的功能。利用树木的这个优点，为了缓和大气污染开展绿地建设项目。这个项目不仅包括在工厂周边建设绿地，还包含在城市区域内建设大规模的绿地项目。

图 1.4-1 显示建设转让项目成果的推移。

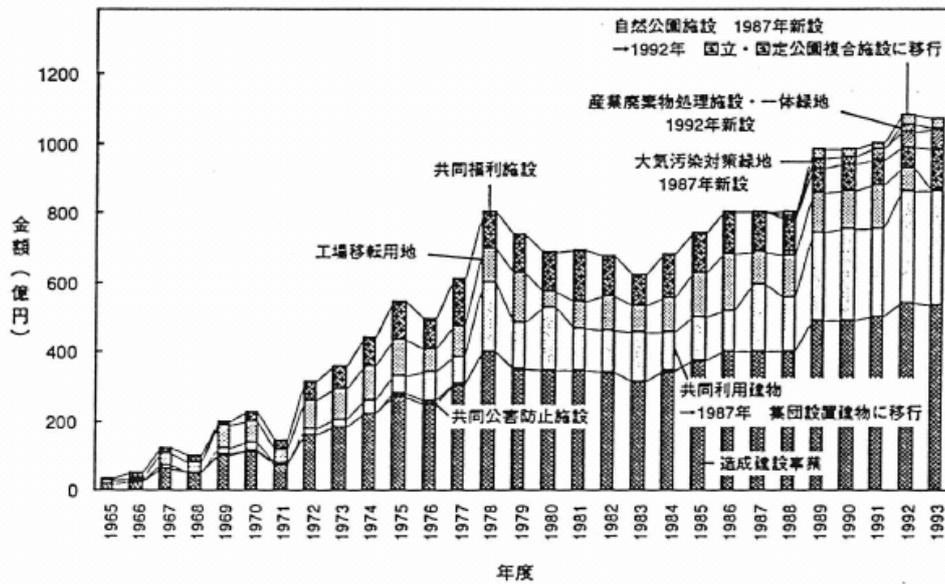


图 1.4-1 建设转让项目成果的推移

(出典：《环境事业团的概要和事例》，环境事业团，1994)

### 融资项目

对企业及公共团体发放低息贷款，来促进大家开展防止公害的活动。偿还事业团贷款，除了一部分项目外，一般设施在 20 年以内，机械设备在 15 年以内。可以融资的设施和项目如下。

- 防止产业公害设施

单独或者复数的工厂建设共同利用的防止公害设施，对其所需费用发放贷款。防止公害设施里面包括煤烟处理设施和粉尘防止设施等防止大气污染的设施。

- 控制特定氟利昂排放设施

为了防止对臭氧层的破坏，对于企业建设控制特定氟利昂及卤排放的设施或者再生利用设施发放贷款。

图 1.4-2所示实际融资金额的推移。

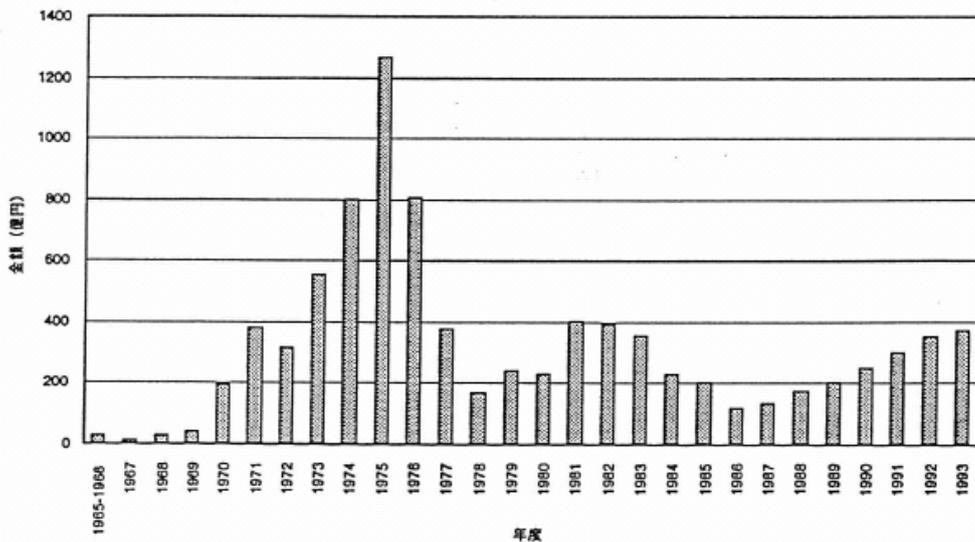


图 1.4-2 融资金额的推移 (出典:《环境事业团的概要和事例》, 环境事业团, 1994)

### 1.4.2 对中小企业的融资

#### 中小企业金融公库

是对中小企业者发放贷款的由政府全额出资的金融机关。为了促进中小企业的增长和发展, 向中小企业发放一般金融机关不愿意发放的设备资金和长期周转资金。1965 年开始, 为建设防止产业公害的设施以及实施防止公害的工厂搬迁等所需资金, 发放特别利息的贷款。防止大气污染方面, 如集尘除尘装置以及改善燃烧设施、测量分析装置等也是融资的对象。

#### 国民金融公库

国民金融公库是政府全额出资的金融机构, 目的在于向很难得到银行及其他一般金融机关的资金融资的国民大众提供必要的项目资金。从 1970 年开始, 为建设防止产业公害设施发放特别贷款。贷款发放的对象企业及设施, 与中小企业金融公库的情况大体相同。

#### 中小企业事业团

依据《中小企业事业团法》作为综合性地实施中小企业对策的机构, 由原来的中小企业振兴事业团和原来的中小企业共济事业团合并而成立了中小企业事业团。针对防止产业公害的相关项目, 实施资金补贴。

- 共同防止公害项目
- 防止公害设施共同利用项目
- 工厂等集群化项目(建设工业园等)
- 工厂共同化项目(共用工厂的建设)

- 共同设施项目

### 中小企业设备近代化资金

依据《中小企业近代化资金等助成法》规定，以为中小企业设备近代化做出贡献为目的，在各都道府县的窗口为个别的中小企业发放贷款。对象包括：通商产业大臣指定的行业种类的企业、及通产局长批准都道府县知事(省长)指定的地方产业振兴行业的企业为对象，对防止公害设施发放贷款。

#### 1.4.3 日本开发银行的融资

日本开发银行是为了提供长期的设备资金，促进经济的重建以及产业开发，为一般金融机关开展的金融业务进行互补、或者奖励而成立的银行。自 1960 年开始发放防止产业公害贷款，针对再生资源设施和节能设施等范围广泛的环境对策，实施贷款和贴息、债务担保等业务。

#### 1.4.4 税收方面的措施

作为针对防止公害对策的税收方面的优惠措施，国家税收以及地方税收各采取了以下一些措施。

(国家税收)

- 防止公害相关特定设备等的特别折旧
- 使用年限的特例
- 特定资产的以旧换新时的征税特例

(地方税收)

- 固定资产税的非课税措施
- 固定资产税的征税标准的特例
- 特别土地保有税的非课税
- 企业税的特例

### 1.5 建设监控体制和改善大气环境质量

#### 1.5.1 地方政府的组织建设

大气污染等的公害具有很强的地区性，会给当地地区带来不好的影响。从 20 世纪 50 年代开始，有重工业地区的地方政府在国家采取措施之前，率先成立了执行公害对策的机构。20 世纪 60 年代中期开始，随着《公害对策基本法》的制定和国家成立了环境厅，国家层面上采取的一系列措施，更进一步加速了全国各个都道府县、市镇村成立环境相关部门。

### 1.5.2 民间层面的组织建设

按照《公害对策基本法》规定加强了对公害的管制。但另一方面，为了加强工厂的防止公害体制，规定企业有义务成立防止公害的组织，加强防止公害的工作，在 1971 年又颁布实施了《关于特定工厂建设防止公害组织法》。这个法律，目的在于“组建防止公害负责人制度，致力于在特定工厂建设防止公害的组织，来为防止公害做出贡献”。属于制造业、供电行业、煤气供给行业以及供热行业的工厂，特定工厂指设置有一定的煤烟发生设施、污水等排放设施、噪音发生设施、粉尘发生设施或者振荡发生设施的工厂，规定特定工厂有以下的设置义务。

- 防止公害负责人

防止公害负责人是指为了防止公害执行指导和监督业务的人。但是，防止公害负责人应是管理统括该工厂业务的人，也就是说应该由厂长担任，资格方面没有其他特别的要求。

- 防止公害管理者

在执行防止公害时，从事技术性业务管理的人。防止公害管理者只能由拥有所定国家资质的人担任。

- 防止公害主任管理者

与防止公害管理者相同，从事技术性管理业务的人。不过，防止公害主任管理者在与大气和水质有关的工厂中，需要有两方面的管理技术。防止公害主任管理者也只能由拥有所定国家资质的人担任。

### 1.5.3 大气环境质量的改善状况

图 1.5-1、图 1.5-2 表示的是二氧化硫和二氧化氮的大气浓度(各测量局年平均值的全国平均值)、从 1970 年开始的推移。



图 1.5-1 二氧化硫环境浓度的推移

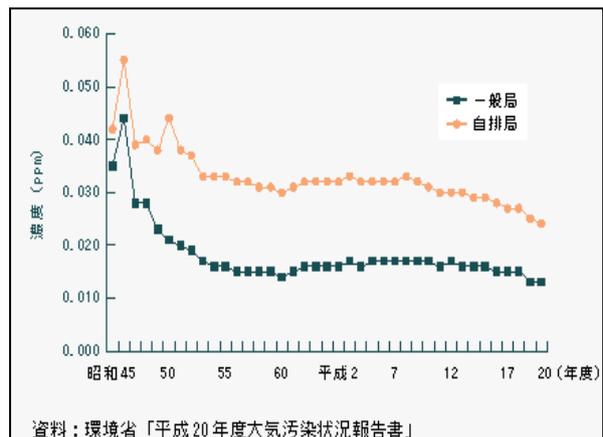


图 1.5-2 二氧化氮环境浓度的推移

就二氧化硫而言，因为导入了 1968 年《防止大气污染法》的 K 值限制以及之后的加强管制、1970 年修改此法又增加了使用燃料限制、1974 年修改后增加了总量控制等，取得了一定的效果。

一般环境大气测量局、汽车尾气排放测量局的测量数据表明，1980 年左右二氧化硫的排放确实有了明显的减少，此后虽然比较缓慢但是继续呈现减少的趋势。

二氧化硫的大气环境标准 1 天平均值在 0.04ppm 以下，但是按照这个水平算年平均的话，大家认为大概相当于 0.02ppm，根据我们了解，目前应该是低于这个水准在推移。

其次，就二氧化氮而言，根据一般环境大气测量局的数据，我们发现 1980 年时呈现减少趋势，此后，基本上持平没有很大的变化。到 1980 年为止，二氧化氮的浓度出现减少趋势，这是由于从 1973 年开始对固定发生源采取了全国统一的浓度控制，并多次加强了管制所取得的结果。二氧化氮的大气环境标准 1 天的平均值应该在 0.04~0.06ppm 之间或者以下，但是这个数据如果换算成年平均值的话，大概相当于 0.02~0.03ppm 左右。一般环境大气测量局的数据表明，与二氧化硫相同，二氧化氮的水平也在以比环境标准更低的水准推移。另一方面，汽车尾气排放测量局的数据表明，从 1970 年到 1990 年尾气排放一直出现减少的倾向，之后大体上在很长一段时期也是呈现出持平的状况。而且，这个浓度水平超过着环境标准的上限(年平均值按照 0.03ppm 比较)。这是由于 1978 年对汽油轿车采取了管制措施(日本版 Muskie 法)，之后多次对柴油汽车加强了控制所取得的成效，被汽车行车量的增加等抵消了。20 世纪 90 年代后期开始，《汽车 NO<sub>x</sub> 法(1992 年)》的车型限制开始发挥效果，2005 年又制定了《越野特殊汽车限制法》。到这个时期为止，总算日本的汽车保有台数也达到了饱和状态，NO<sub>2</sub> 大气环境浓度呈现了较小的减少趋势。

## 1.6 为中国今后采取对策提供建议

因氧化硫发生的大气污染，主要是来自于固定发生源，而且燃料、原料中的硫磺成份在燃烧设施、反应设施等被氧化，成为氧化硫排放到大气中去。因此，治理氧化硫的对策，从控制燃料中的硫磺成份等入手相对来说比较容易。同时，不用测量直接排放量和排放浓度，从燃料、原料中所含的硫磺成份及其使用量上也可以掌握排放量。而后者的方法，对于需要掌握较长时间(譬如月、年为单位的)总排放量极为有效。而与二氧化硫相比，氮氧化物对策则不那么简单。其差异主要有以下几个方面：

- 1) 固定发生源的排放，除了燃料、原料中的氮成份被氧化之后排放出来的氮氧化物以外，空气中的氮气在燃烧过程中由于高温被氧化也会产生氮氧化物。也就是被称为“thermal NO<sub>x</sub>”(热力型 NO<sub>x</sub>)的部分，而这部分因燃烧设施的种类和形态不同而不同，很难对此进行排放量的管理。
- 2) 测量排放废气量和估算浓度是掌握排放量的基本方法。如果需要测量一定期间(譬如月、年)的总排放量需要进行连续性的测量，而中小规模的设施基本上都没有配置连续测量仪，实际上很难测算出来。因此需要有一个假设，在这个假设的基础上进行推算。
- 3) 除了固定发生源以外，汽车尾气排放，特别是柴油汽车的排放占有很大的比例。因此，在考虑氮氧化物对策时，需要考虑固定发生源对策和移动发生源对策的平衡问题。
- 4) 与氧化硫作为一次污染物质以二氧化硫的形式产生并被排放不同，氮氧化物是在燃烧过程中主要是以一氧化氮(NO)的形式产生并排放到大气中。在大气环境中被氧化成为二氧化氮，给人类的健康造成不好的影响。除此之外，在大气环境中氮氧化物还与烃进行光化学反应，生成光化学氧化剂，而这也会给人类和植物等造成影响。进一步来说，如果在大气环境中进行反应会产生硝酸，被雨水吸收后发生酸雨。这些说明在大气中的反应很复杂，因此也会要求更加复杂的科学预测·模拟手法。

因为具有以上的特征，采取氮氧化物的大气污染对策比氧化硫要更加困难。因此，需要我们充分了解到这些因素，制定灵活应对的削减方策。

其次，我们认为应该根据中国的社会、经济、文化等实际情况来创造出更好的对策方法。日本和美国实施的氮氧化物减排政策，可以在中国实施政策时起到一定的参考作用，但是并不意味着能照搬照套。譬如日本实施的政策是在当时的社会背景下形成的政策，但是在经济效益方面、在内容是否合理等方面相对来说考虑得较少。而现在，从整个国家来看、为了最经济地实现减排目标，认为“CAP&TRADE”（总量控制和交易）的方式更加有效，但是日本在当时构建制度过程中并没有这样的创意。尽管如此，日本的工厂总量控制制度，基本上具备了“CAP&TRADE”制度化所需要的各种要素。

#### 参考资料：

1. 《关于发展中国家的大气污染问题的固定发生源对策手册 一汇总编-》，社团法人海外环境协力中心，1997年3月
2. 《日本大气污染的历史》，大气环境学会史料处理研究委员会，2000年3月
3. 《日本的产业公害对策经验-从发展中国家和价格、市场、清洁生产的观点出发-》，独立行政法人国际协力机构(JICA)，2004年3月
4. 《2010年版环境·循环型社会·生物多样性白皮书》，环境省，2010年6月