

中国大气污染的现状及其对策(I)

湯淺良之助·孫偉德

(受付 1997年10月9日)

前言

1 中国的环境保护

1. 1 考察中国的环境问题时应注意的几点
1. 2 中国的环境保护
1. 3 中国大气污染的特征

2 大气污染的现状

2. 1 能源消费和对环境的影响
2. 2 大气污染的现状(以上为本期)
2. 3 酸性雨

3 大气污染防治和将来的课题

3. 1 有关大气污染防治的法律
3. 2 大气污染防治对策
3. 3 大气污染防治面临的课题

结束语

参考文献

前 言

中国的经济建设是1949年中华人民共和国成立以后正式开始的。1951年至1980年,工业的年平均增长率达到了12.5%,80年代以后,随着经济改革·开放的深入进行,1981年至1990年的10年内,GNP的年平均增长率达到了9%。在实现经济高速发展的同时,能源的消费也在逐步增加。中国的一次性能源消费中,煤炭约占75%。所以,可以说中国的大气污染源是由煤炭的燃烧排出的粉尘、二氧化硫、氧化氮组成的。随着能源消费的快速增长,环境问题,特别是大气污染正在全国各地不断地恶化。

中国在未来的10年、20年内,经济将会更快地发展,为了满足这一要求,能源的消费将大幅度地增加,而随之而来的大气污染等环境问题,恐怕也会变得更加严重。

为了实现90年代中国经济新的飞跃，必须解决环境问题，特别是大气污染问题，实现经济·能源·环境的协调发展。为此，有必要执行有效的环境保护政策。应该转变那种只追求现代化，而不顾及生态环境的做法，使经济增长和环境保护得到协调发展。

本文在对有关资料、文献研究的基础上，对中国的环境污染，特别是大气污染的现状及其保护政策进行了总结。对于中国的大气污染，我想从以下两个方面进行探讨。一是能源方面：能源的开发和节约、省能源技术的开发等，采取省能源措施。二是政策方面：为减少大气污染物质的排出，应该制定怎样的政策。另外，对于将来的大气污染发展趋势，政府应该采取怎样的措施进行防止，本文也有所提及。

1 中国的环境保护

1. 1 考察中国的环境问题时应注意的几点¹⁾

1. 1. 1 历史上负的遗产

中国在历史上，曾经创造了世界上最灿烂的文化，同时，环境也很早就遭到了破坏。由于数千年间森林的采伐、农地的开垦、接连不断的战争，荒废了自然生态环境。举世文明的中国古代建筑——万里长城，是为了防止北部的侵犯而建造的，为此，消耗了无数的砖头。现存的6,000公里的长城就消耗了1.8亿立方米的砖头，加上破坏掉的部分，总共建造了5万公里长的长城，使用的砖头估计超过了14亿立方米，为此不知有多少的森林消失了，也就是说，加快了以森林为主的生态环境的破坏。经济史的研究还没有涉及到这个领域，可是现在每年排出16亿吨泥沙的黄河就是一个明证，排出的泥沙使黄河的河床高出了地面。由于洪水及长期冠水的影响，农作物遭到了破坏，而且，一到干季，土地就变成了盐碱地。这是历史给我们留下的负的遗产。

1949年，全国的森林覆盖面积仅为7.9%。与此同时，芬兰为70%，

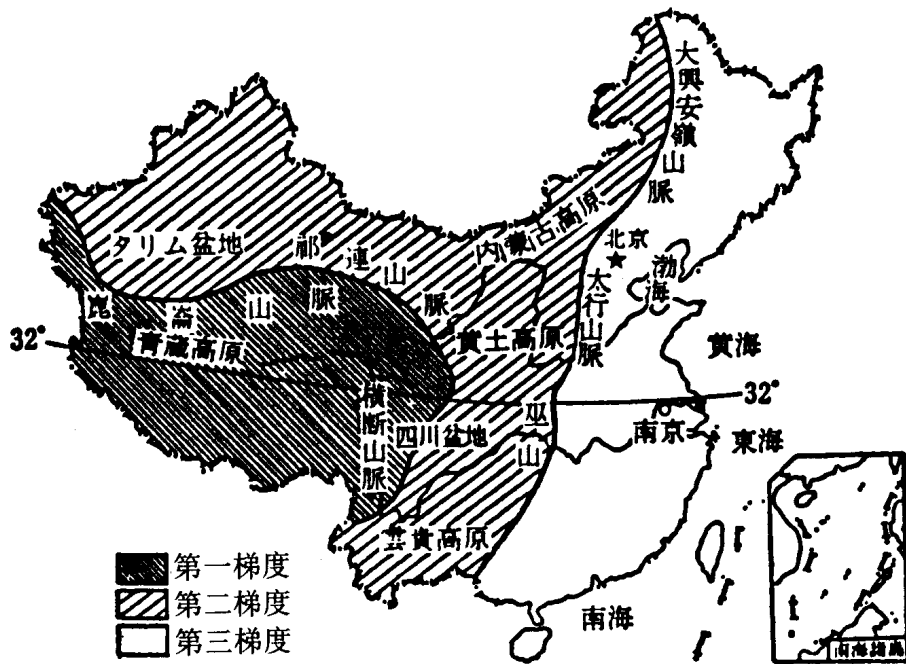
1) 本节的1. 1. 1、1. 1. 2、1. 1. 4参照小島麗逸·藤崎成昭『開発と環境——東アジアの経験』アジア経済研究所，1993年，62～67頁。

日本的森林覆盖面积是世界上第二位，达到67%，美国·苏联是33%，印度是25%。至于中国的华北平原，仅为2~3%，中国现有的森林面积已经不比沙漠化国家多多少了²⁾。中国在创造古代文明的同时，也带来了环境上的很大破坏。

1. 1. 2 自然风土

和日本、朝鲜半岛等亚州各国相比，中国有着环境易受污染的自然风土，这可以从三个方面加以观察。

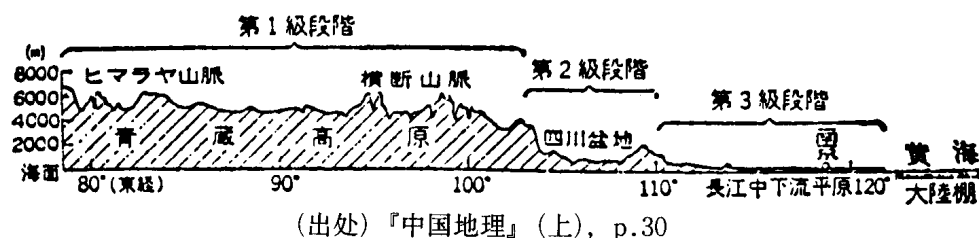
图1 中国的各梯度地势分布³⁾



(出处) 根据『简明中国地理』(上海人民出版社, 74年) p.2, 『中国地理』(上) p.30制成。

- 2) 『現代中国研究案内』(岩波講座、現代中国、別冊2) 岩波書店, 1990年, 368页。
- 3) 图1取之于日语文献, 本论文其它地方的图、表也有从日语文献上引用的(标明有“注”)。由于这些图表原本是刊登在中文文献上的, 所以再把这些图表翻译成中文时, 其字句可能会与原中文文献中的有所出入。本论文作者之一的孙伟德, 在日本的大学院里进行研究, 并用日语把其研究成果作为修士论文进行了总结。本论文是在对日语的修士论文进行若干修改的基础上翻译成的。

图2 北纬32度附近的地形断层图⁴⁾



(出处)『中国地理』(上), p.30

(1) 平缓的地形

中国的地形，如图1、图2所示，上海地处东海之滨，海拔为4米，而重庆虽然离长江入海口2,300公里，但海拔仅230米左右。前者和后者各位于图的第三梯度和第二梯度。这和有着陡峭地形的日本、朝鲜半岛等完全不一样，污染物质难于流动，水的净化能力和上述国家相比弱得多。

(2) 和半岛或者岛屿国家的不同点

日本拥有31,000公里的海岸线，韩国也是三面环海。与此相反，中国的海岸线为14,000公里，不及日本的一半。通过水的净化作用把污染物质排入海，最后通过潮汐的力量运到别处的能力和日本、韩国相比是极低的。一般地，如果是可分解的物质，海的净化能力是很强的。

(3) 降雨量少

长江以南的地区，因为是恒信风地区，每年有1,200~1,300mm以上的降雨量。但是，秦岭山脉和淮河的连接线以北地区属于干燥地带。北方地区降雨量最多的大连为1,000mm左右，北京、天津为600~700mm，山西、内蒙古等地区则更少，不超过500mm，而且降雨量多集中在夏天，其他的季节几乎不下雨。中国全土的年平均降雨量为630mm，与此相比，地处高温多湿的亚州恒信风地带的日本等国降雨量大，日本的四国、九州和韩国的降雨量为2,000~2,500mm，东京为1,800mm左右。在过去，中国把耗水量大的重工业主要建造在内地⁵⁾，从这些工厂排出大量的污染物质，由于这些地区的降雨量少，所以污染物质的净化能力低。反过来说，和日本、

4) 参照注3)。

5) 50年代至70年代初期，由于和美国在战略上的对峙，把许多工厂建在内地。

韩国等相比，要化费更多的环境保护费。

1. 1. 3 快速的经济增长

中国从1952年至1978年，社会生产总值⁶⁾的年平均增长率为7.6%。进入80年代后，经济运行活跃，1978年至1995年的实际平均增长率为9.4%，其中90年代前半期的年平均增长率达到了11%⁷⁾。日本从50年代后半期至73年的10多年间，年实际增长率是10.6%，达到了持续、高速的经济增长⁸⁾。日本的产业公害最严重的时期就是这个经济高速增长期，发生了象气喘病、水误病、疼痛病等重大的灾害。日本的经验告诉我们，经济的高速增长和环境的破坏密切相关，经济的高速增长带来环境的破坏。根据经济增长和产业·城市公害并进的法则，可以说，中国现在正是发生环境破坏最严重的时期。

1. 1. 4 高工业化和重工业偏重的产业构造

近十几年来，中国的经济实现了持续高速增长，可是这高速增长是由快速的工业化来实现的。图3是发达国家、发展中国家的人均GNP和工业化率的结合值，从图3可以看出，人均GNP大的国家，其工业化率也高，而中国，1990年的人均GNP虽然仅为370美元，可工业化率却高达42%，达到了发达国家同样的水平。

中国制造业的特点是重工业率非常高，不过这也有其历史的原因。首先，从1953年开始进行经济建设的中国，在当时的国际形势下，选择了与韩国、台湾等不同的路，采取了以军事工业为主的重工业优先政策⁹⁾。紧接着，在60、70年代的冷战和中苏之间对立那样紧张的军事、政治的影响下，为了保卫中国革命的成果，当时的领导层强烈地认识到，必须加强自

6) 1978年以前，中国没有使用资本主义国家的GNP统计方法，而使用工农业生产值和社会生产总值（工农业生产值加上其他物质生产部门的生产总值）的宏观经济指标。

7) 『新华文摘』，1996年，63页。

8) 小島麗逸·藤崎成昭，前列书，27页。

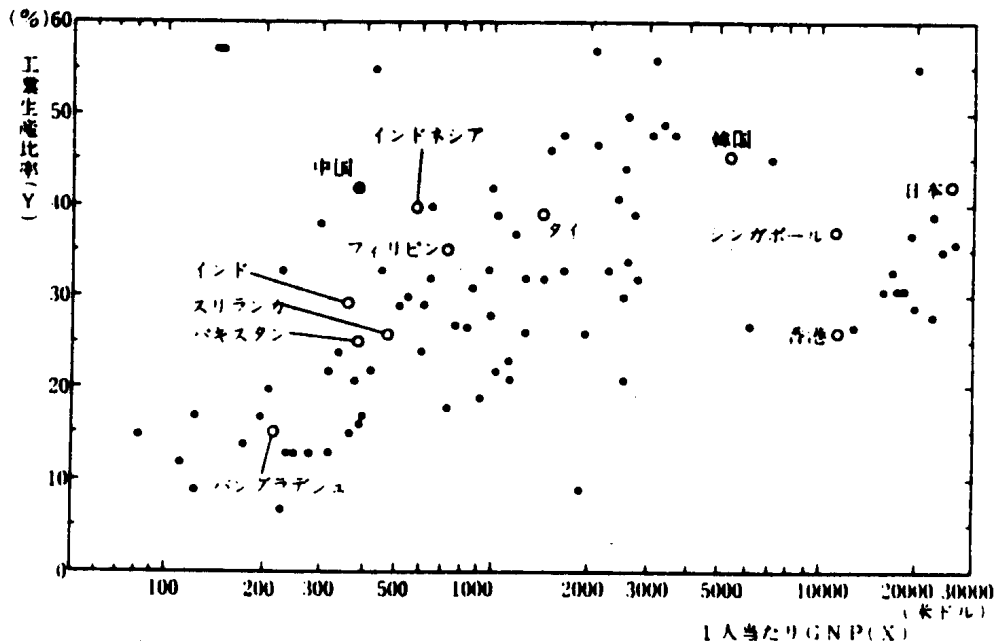
9) 50年代美国的军事、经济封锁，再加上60年代以后苏联的军事封锁。日本、韩国、台湾、菲律宾、香港军事基地的大炮都对准了中国，美国的第7舰队经常在中国的海上游戈，进行海上封锁。

己的军事力量，实现国家的富强，其结果，使得中国的重工业比率非常得高。

中国工业化初期的1960年，重工业比率已经达到了66.6%，其后重工业比率据高不下，即使到了90年代也达到了50.6%¹⁰⁾。和轻工业相比，重工业，特别是钢铁业、石油化工业的工业废弃物和大气污染物质的排放量很大。

由于长期以来中国采取优先发展耗能多的重工业政策，再加上能源利用率差和对于煤炭的过度依存（能源方面的条件限制），给中国的环境带来了极大的负担。

图3 世界各国人均GNP和工业生产比例 (1990年)



(出处) 渡辺利夫、白砂堤津耶『中国環境年鑑1989』

1. 1. 5 快速的城市化和对煤炭的依存

城市是经济、技术及社会文化发展的产物，城市化和工业化是和经济发展同时进行的。1979年以前，由于中国在法律上严禁从农村向城市的人口移动，所以几乎没有城市化现象，1952年至1978年的年均城市化率仅为3.4%。70年代末经济改革以后，中国的城市化步伐加快了，1980年，全

10) 中国研究所「中国の環境問題」『中国年鑑1993年版別冊』大修書店，1994年，4頁。

国的城市人口为1亿9,140万人,到了1995年,增加到3亿5,171万人。1980年,全国建立市制的城市是223个,到了1995年,增加到640个,城市化率从1980年的19.39%上升至1995年的28.85%¹¹⁾。

快速的城市化给城市环境带来了显著的影响。中国的能源消费以煤炭为主,煤炭和其它能源相比,更容易使环境受到污染,煤炭的消费是导致城市严重的大气污染和酸性雨的直接原因。中国城市的煤气化、电气化还没有普及,生活用能源消费中,煤炭所占的比率很高,而且是用不带排烟装置、燃烧效率很低的煤炉燃烧未经加工、比工业用还要劣质的煤炭,大气污染已成为城市的重大环境问题。

以上的所列种种,在今天或者将来,是造成中国的环境问题严重化的原因。如果不制定新的环境保护体制,我们这代人留给子孙的一定是可怕的国土和社会。

1. 2 中国的环境保护

1. 2. 1 中国环境保护的历史教训

50年代至60年代时期,中国对环境认识几乎没有(只注意环境污染对人体的影响)。对于50年代的伦敦烟雾事件和日本的气喘病等其他国家发生的环境危害,完全没有予以注意,认为是资本主义造成了那样的污染,社会主义不可能发生那样的事。

到了50年代后期,为了加快工业发展的速度,政府号召大炼钢铁,于是,制造了60万顿的炼钢炉、数千个小水泥厂和发电厂,给大气、江河等带来了严重的污染。60年代,发生了所谓的「文化大革命」,使中国陷入了极端的混乱之中,工业污染不仅被置之不顾,而且出现了农村生态环境恶化的问题,即,为响应政府的千方百计增产粮食的号召,大量的森林被破坏、草原被开垦、湖泊被填掉了,结果,大气、水质的污染更加恶化,沙漠化地区迅速扩大。

11) 中华人民共和国国务院新闻办公室「中国的环境保全」『北京周报』(增刊附录), No.24, 1996年。

进入70年代，政府对过去愚昧无知的政策及严重的环境破坏造成的痛苦教训进行了深刻的回顾和评价，为了有效地治理和防止环境的污染，采取了一系列手段。1973年，召开了第一次全国环境会议，提出了「综合计划、合理设计、全面利用、变害为利，为了人民利益的环境保护，全民参加」的方针。

1974年，政府设立了处理环境问题的「国务院环境保护领导小组」，各部设立了环境行政部门，着手设立环境研究机构、污染检测机构，进行人才的培训。1978年，环境保护的规定写入了宪法第11条，1979年，颁布了「中华人民共和国环境保护法（试行）」[以下略写为「环境保护法（试行）」]。

虽然环境保护在「环境保护法（试行）」里被明文化（第4条），可是只停留在「治理」（灾害的去除）的水平上。1983年以后，为了保护环境，鉴借外国的经验，把环境管理作为国家的重要政策，在同年的全国第2次环境保护会议上，政府发表了「环境保护是中国的基本国策」的声明，制定了「环境·经济·社会」同时发展的方针，开始强化预防为主、综合管理的政策。1984年，国务院成立了环境保护委员会，并成立了其属下的环境保护局。欧美、日本等多数国家是先发展经济，再进行环境保护的，虽然当时在中国也有这种想法，即，中国也同样在发展经济后，再治理污染，可最终还是选择了「预防为主、预防第一」的政策。

中国政府在过去的十几年间，制定了被称之为三大支柱¹²⁾的环境保护政策。一个是「三同时¹³⁾」政策和代表综合利用的未然防止政策。第二个是污染物排出许可证制度和强化污染者责任的排污费、超标排污费徵收制度。70年代，中国政府导入了「污染者负担原则（PPP）¹⁴⁾」。经济改革开放以后，由于企业自己可以规划生产、留存资金，国家也取消了企业的负担，这是普及「污染者负担原则」的时期。第三个是强化环境管理。至

12) 中国研究所，前列书，43页。

13) 1979年的「环境保护法（试行）」第6条是这样规定的：建设项目的污染防治设施与主体工程要同时设计、同时施工、同时投产。

今为止，已制定了4个环境保护特别法、8个资源法、20个以上的行政法规和231项环境标准，而且，中央、省、市、乡村一级的环境监测站配备了7万人以上的环境专业人员，环境监测站也增加到2,030个，中国全国发行的环境刊物有40种以上，环境管理人员和环境研究人员的规模恐怕是世界上最大的¹⁵⁾。可是，中国的环境政策和经济发展之间还存在着以下几个方面的矛盾¹⁶⁾。

第一，在污染集中型产业的构造下，如果采取经济增长优先的政策，环境问题容易严重化。其结果，不得不花费膨大的环境复原费和损害赔偿费，从长远利益来看，有可能得不偿失。

第二，关于企业技术改造和公害防止的关系。在中国，强化企业的污染防治政策主要是通过企业的技术改造并采用公害防止技术来执行的，可是，如果对所有排放污染物质的企业，马上采用这种政策的话，由于技术改造要花费膨大的费用，实际上是不可能的。而且，如果进行和现有的经济发展速度同步的技术改造，对于来不及进行技术改造的企业，不得不容许其排放污染物质。虽说经济发展和环境保护同时进行，可是环境管理必须和生产相结合，如果不能进行技术改造或者综合利用，而应该首先采取公害防止措施时，事实上，不得不承认，污染防治对策是有欠迅速的。

第三，农村地区乡镇企业¹⁷⁾的巨大发展。农村的经济在发展的同时，环境污染也正在日益严重化，而且，重要的是至今为止，还没有找到解决

14) PPP原则 (Polluter Pays Principles) 是OECD (经济协力开发机构) 提出的。70年代，中国参照这个PPP原则和日本的污染者负担原则等，制定了对于在建设和生产过程中，造成环境污染和破坏的企业，责令其采取改善和治理环境措施的政策，这个政策的制定，主要明确了下面二点，一个是企业的环境保护责任，另一个是企业必须负担防治环境污染和破坏的费用。

15) 参照注10)。

16) Ueta, K., "Dilemmas in Pollution Control Policy in Contemporary China" *The Kyoto University Economic Review*, Vol. LVLLL, No.2, 1988年, 1-69页。

17) 所谓乡镇企业，就是人民公社时代，公社和生产大队所有·经营的「社队企业」，在人民公社解体后，重新组织成乡营和村营的集团经营企业和改革开放以后，农家自个经营或者几户农家共同经营的加工业、建筑业、运输业、饮食·服务行业等的农村非农业部门的总称。

这个问题的方法。

第四，经济的发展和城市化的进展而发生的城市问题。由于经济的发展，不仅带来了工业化，从一定意义上说，也带来了城市化，所以城市的环境变得更加严重。和工业技术改造不同，如果不能引导企业自发地投资于下水道等的生活基础设施的建设，要调和经济发展和生活基础设施投资之间的矛盾是很困难的。为了解决环境和经济发展之间的矛盾，应适当地把对于环境的顾虑纳入实现工业化的过程中，为此，企业、个人、政府有必要认识一下环境的重要性。另外，环境污染受害者的呼声、要求制定环境对策等民主渠道也是不可缺的。

1. 2. 2 环境管理制度

1. 2. 2. 1 环境管理的基本体系

中国的环境管理制度在1979年颁布的「环境保护法（试行）」中得到了明确规定。包括有三个制度，即，环境影响评价制度、「三同时」制度和废弃物排出费征收制度，这三项制度被称为“老三项制度”。

(1)环境影响评价制度

该制度是由于企业可能给周围的环境带来坏的影响，而提出的进行事前调查、预测、评价，防止环境破坏的环境评价制度。从该制度的执行情况来看，1980年至1985年的大·中型项目执行率为76%，而且，由于1986年颁布了「基本建设项目环境保护管理办法」，使该制度得到了强化，其结果是1986至1988年的执行率达到了100%¹⁸⁾。该制度的1992、93年的全国平均执行率都为60.4%，大·中型项目的执行率基本上达到了100%¹⁹⁾。

(2)「三同时」制度

建设项目的污染防治设施与生产主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用（「环境保护法（试行）」第26条）。「三同时」制度在1973年颁布

18) 小林熙直「中国の環境管理制度」『アジア各国の環境保護政策』（アジア研究所，研究プロジェクト報告書3）亜細亜大學，1993年，147頁。

19) 徐开钦·須藤隆一「中国における環境政策と環境教育」『資源環境対策』，Vol.30，No.15，1994年，1409頁。

的「环境保护和改善的若干规定」中明确地规定了下来。由于1973年至79年还没有完善的法规，80年代前半期，大·中型建设项目的执行率低下，但随着「基本建设项目环境保护管理办法」(86年)、「建设项目环境设计规定」(87年)等有关规定的颁布，90年代的「三同时」执行率达到了99%。表1是大·中型项目「三同时」的执行率(%)情况。

表1 大·中型项目的「三同时」执行率(%)²⁰⁾

年	76	78	80	82	84	85	87	88	89	90
三同时执行率	18	40	53	75	29	85	93	95	97	99

(出处)『中国环境管理制度』中国科学出版社

(3)污染物质排出费徵收制度

该制度是对向环境中排放污水、废气、固体废弃物等各种污染物质的

表2 废气排放费的征收标准²¹⁾

有害物质名称	征收标准 元/超过标准值每kg	超过标准值浓度 (元/每10m ³)
气体 SO ₂ , CO ₂ , H ₂ S, NO _x , 氟化物, Cl ₂ , HCl, CO	0.04	
硫酸(雾), pb, Hg, Be及其 组成的化合物		0.03~0.10
生产性粉尘 玻璃棉, 石棉, 铝化合物, 矿物绵 发电厂煤粉 水泥粉尘 炼钢炉粉尘, 其它粉尘	0.10 0.02 0.04	
工厂及锅炉烟尘		
超过倍数 每吨燃料的费用	4以内 3.0	4.1~6 6.1~9 9以上 4.0 5.0 6.0

(注) 1) 对机车及其它移动污染源的排烟暂时不征收。

2) 对于发电厂, 工业及锅炉的排放废气, 在现阶段根据粉尘的征收标准征收, 其它的有害物质暂时不征收。

20) 参照注3)。

21) 同左。

排放者，根据一定的标准或规定，征收一定费用的制度。包括征收污染物质排放超过标准的不超过标准，但排放污染物质的费用两个方面，关于大气污染物质排放费，现在主要是执行前面一种方法。表2是废气排放费的征收标准²²⁾。

该制度虽然是在1979年颁布的「环境保护法（试行）」中规定的，可是自从1982年「污染排放费征收临时办法」执行以来，到1991年底，已在全国范围内执行。1979年以后，全国征收的污染物质排放费达到了247亿元²³⁾。

虽然在80年代，“老三项制度”得到了强化，可还存在着下面几个不足点：第1，只重视控制新污染源，对原有的污染源控制不严；第2，只重视浓度的控制，排放总量控制不足；第3，综合·集中的控制不足；第4，只重视定性管理，定量管理不足；第5，强调全国一样的标准，没有地方性的标准；第6，环境管理部门积极参与，其它部门的积极性没有得到发挥。因此，在1989年召开的第3次全国环境保护会议上，根据各地的环境保护活动的经验，制定了5项制度，称为“新五项”制度，加上原有的三项制度，共计八项制度，从1989年开始，成为新的环境管理制度，下面简单说明一下。

(1)环境保护目标责任制度

该制度最初是甘肃省政府作为环境保护部门的基本职责制定的，省环境保护委员会和兰州等5个市之间污染处理等具体目标的最早责任制度。到了1988年，山东省、山西省、河南省、江苏省、浙江省和太原市、南京市等省市开始执行该制度²⁴⁾，1989年召开的第3次全国环境会议正式建议在全国范围内推广。

该制度是责成各级政府或者污染排放企业，在自己的责任范围内，改善环境的行政管理制度。该制度的法理是「宪法」第26条：国家保护、改

22) 王羽亭·井文涌·何强『环境学导论』，1985年，284～287页。

23) 『中国环境年鉴』中国环境科学出版社，1993年。

24) 参照注9)。

善生活环境及生态环境，并防止其它公害的发生，还有「中华人民共和国环境保护法」(略称「环境保护法」)的第16条：地方政府对其管辖地区的环境状况负有责任，必须采取措施改善环境状况，第24条：发生环境污染及其它公害的企业，必须制定环境保护计划、环境保护责任制度。

(2)城市环境综合治理定量审查制度

该制度是在市政府统一指导下，运用行政、法律、经济、技术、建设等各种手段，污染处理和环境管理相结合，用定量标准审查城市环境综合治理的效果，促进城市环境状况改善的新制度。1989年，32个重要城市及170多个地方城市开始实施这个制度，到了1990年，在20个以上的省·自治区·直辖市及240多个城市得到了实施。

(3)废弃物排放许可证制度

1985年，上海市政府根据「上海黄浦江上流水源保护条例」，开始实施污水排放许可证制度，可以说这是该制度的开端。1987年，国家环保局在徐州、常州、安阳等50个城市试行了许可证制度，之后，在1989年的第3次全国环境保护会议上颁布了该制度，并开始正式实施。

该制度在「环境保护法」第27条中明确规定，污染物质排放者，应根据环境行政主管部门的规定，进行申报·登记，「大气污染防治法」也有类似的规定。根据1992年的统计，全国已有291个城市实行申报·登记制度，发放污染物质排放许可证的城市有128个，31,744家企事业单位进行了申报·登记，并向10%以上的3,428个企事业单位发放了污水排放许可证²⁵⁾。到1995年底，全国实行污染物质排放申报·登记的城市有480个、进行申报·登记的有企业77,000家，其中发放污染物质排放许可证的城市有240个，总共向14,000家企业发放了污染物质排放许可证²⁶⁾。

(4)污染限期治理制度

该制度是对污染严重、市民不满的重大污染源，限其在一定的期限内，

25) 小林熙直，前列书，151~152页。

26) 中国国家统计局「关于1993年度国民经济和社会发展统计公报」『人民日报』(海外版)，1994年。

就某个治理项目，达到一定效果的带有强制性的措施。是为保护环境和市民的健康，政府依法对污染排放企业采取的一种行政手段。「环境保护法」里，已经把污染限期治理的条文（第17条）放了进去。除此之外，「水污染防治法」第16条及「大气污染防治法」第11条也有污染限期治理的规定。

根据国家环境保护局的统计，虽然国务院对全国范围内的污染严重的企业，下达了必须在1996年9月30日之前关闭的命令。可是至10月7日止，大约只关闭了42,000家，占国务院规定总数的80%。对到期没有关闭的有关省·直辖市·自治区及有关的领导，政府将严厉处分²⁷⁾。

(5)污染集中处理制度

污染集中处理制度是以地区、流域等作为特定单位，根据污染防治计划，对污染物质的性质、种类、所在场所采取集中管理方法，以较少的投资，尽可能取得较大的环境·经济·社会效果的重要制度。在过去，由于片面强调点源的治理和防治，地区总体的环境质量没有得到改善，1980年以后，在各种法律中加入了集中处理制度的条款。

这八项制度是互相关连的，今后中国的环境管理政策可以说是怎样把这些制度有机地结合起来。

1. 2. 2 对中国环境保护的不利点

经济改革以来的快速增长路线，产生了不得不轻视环境保护的状况。1981年以后的15年间，为了保护环境，中国政府投入了很多的资金。第6次5年计划期间（1981—85年）投入了170亿元的污染防治费，第7次5年计划期间（1986—90年），投入的污染防治费用增加到470亿元，相当于GNP的0.7%，预计第8次5年计划期间（1991—95年），污染防治费用将超过GNP的0.85%，达到800多亿元²⁸⁾。可是1991、92、93年分别为160亿元、192亿元、251亿元，仅占GNP的0.73%左右，没有达到国家环境保护局所需要的0.85%²⁹⁾。

27) 『北京周报』，No.24，1996年。

28) 『北京周报』，No.44，1996年。

29) 『北京周报』，No.4，1992年。

据推测，为了制止环境的恶化，必须投入GNP1~2%的资金。中国是发展中国家中投资于环境保护资金最多的国家，可是，环境状况还不理想，局部得到了一定程度的抑制，总体却继续恶化，前途不容乐观。中国是一个煤炭消费大国，1990年的一次性能源消费中，煤炭所占的比例为76%，这样的消费构造预计在本世纪内不会改变。而且，用于环境保护的资金、能源、水等的严重不足，在达到一定的经济发展水平之前，不可能用大量的资金投资于环境保护，所以，在短期内对于环境的改善是不容乐观的。

第二，中国有许多耗能多、污染大的产业，这对环境来说是一个重大的负担。中国的产业构造从1952年的轻：重比例为64%：36%，到1978年的43%：57%，轻、重工业的比例倒转了过来，1989年的轻：重比例为49%：51%，大致上达到了同样的比例³⁰⁾。和先进国家相比，中国的重工业在整个工业中所占的比例要高得多。和轻工业相比，重工业排放的废弃物、大气污染物质多，所以，用于环境保护的资金也多。

中国固有的历史原因决定了中国的工业化，其中之一是配套主义。从50年代至70年代，由于战争经济的影响和人口众多、经济未发达的原因，每一个省·市·自治区、县都追求化学工业—轻工业—资源产业的循环经济，县一级称之为「五小工厂」，即，水泥、钢铁、农业、化学、机械。配套主义对于促进地方的就业、避免城市的膨胀，以及促进经济开放下的乡村企业的发展等起到了举足轻重的作用。但是，「五小工厂」发挥不了排水、废气处理的规模优势，而且，由于其布局分散，污染防治非常困难，现在引人注目的乡镇企业和「五小工厂」有着同样的问题。中国在公害防治和环境保护方面有着许多自然和地形上的不利因素，另外，人口的压力及公民反对运动、环境保护运动等的不足，对环境的保护也是不利的。

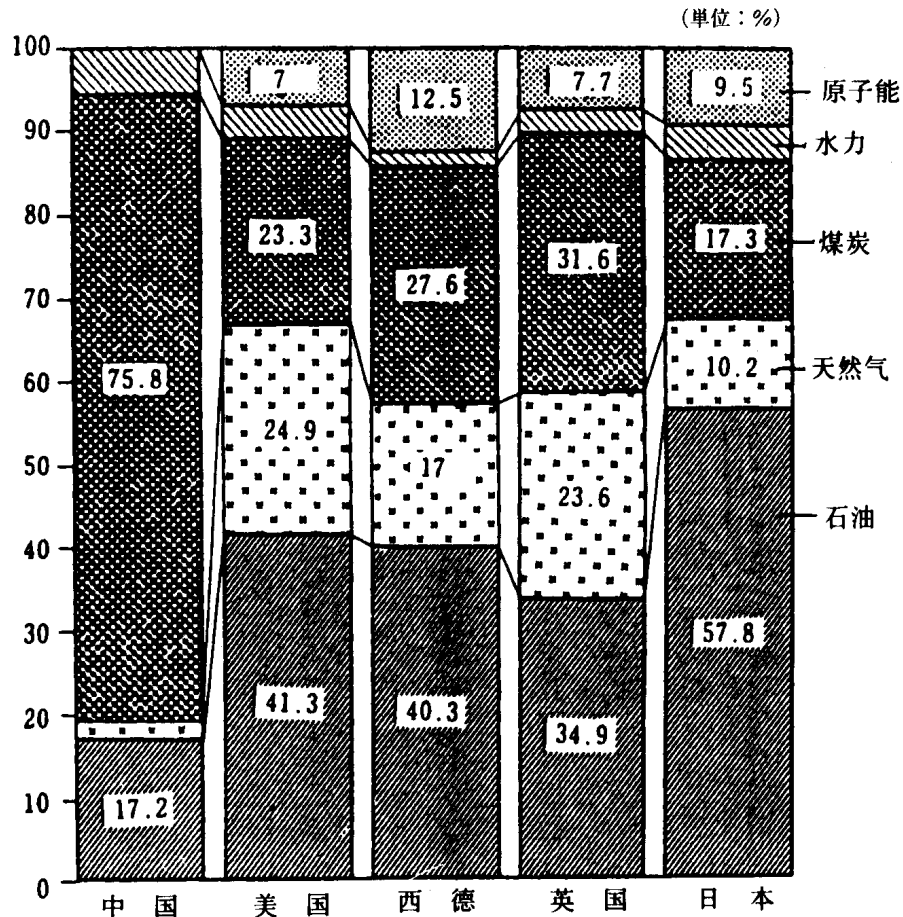
30) 国家环境保护局局长曲格平在第3次全国环境会议上的发言。

1.3 中国大气污染的特征

1.3.1 对煤炭消费的高度依存

1953年，中国的1次性能源消费比例为：煤炭94%、石油4%、水力2%，煤炭几乎占了全部。以后，由于发现了大油田，1976年的1次性能源消费中煤炭所占的比率降到了70%，可是1980年又达到了72%（石油21%），到了1988年更是提高到了76%（石油17%），煤炭的比率逐年提高，这样的能源消费构造在世界上是很少的。

图4 使用能源构成的国际比较（1989年）



(出处) 日本マクロエンジニアリング学会编『MACRO REVIEW』Vol.5 No.1 (1992年)

图4是使用能源的国际比较。从图可以看出，和发达国家相比，中国的1次性能源消费中，煤炭所占的比率要高3~7倍，而且，预计这种构造还会继续相当长的时间。对于煤炭的过度依存，不仅是能源的浪费，对环

境也带来重大的影响，所以，中国大气污染的其中一个原因可以说是对煤炭的高度依存。

1. 3. 2 二氧化硫的发生源和煤炭的特征

二氧化硫是大气污染的主要物质，二氧化硫以及由其引起的酸性雨，给环境带来严重的影响。中国的大气污染是典型的煤烟型污染，主要集中在城市，污染物质主要是二氧化硫和煤尘，1994年，全国的二氧化硫排放量1,341万吨，煤尘为1,414万吨³¹⁾。由于象中国这样以煤炭消费为主的国家很少，所以向大气中排放的硫黄和煤尘也要比别的国家要多。据统计，由于煤炭的燃烧而排放的污染物质占大气污染物质的96%，这个比例在大气中的有害物质之中是最多的，煤尘占全部粉尘排放量的60%，二氧化硫占全部排放量的87%，氧化氮占全部排放量的67%。由此看出，中国主要的大气污染物质可以说是燃煤而产生的煤尘、二氧化硫及氧化氮³²⁾。

中国的二氧化硫发生源的特征有以下几个：

- (1)以煤炭燃烧为主。
- (2)大型火力发电厂燃烧煤粉，一般工厂及中小锅炉为炉内燃煤。
- (3)没有安装脱硫、脱硝装置。
- (4)燃烧率及热效率低下。

中国是主要的煤炭生产国，1989年起，煤炭的生产量成为世界第一，89年的煤炭生产量达到了10.4亿吨³³⁾，本国消费了其大部分，而1995年，煤炭的生产量更是达到了12.98亿吨³⁴⁾。随着国民经济的高速发展，2000年的中国煤炭生产量将超过14亿吨，占一次性能源生产量的70%以上。煤炭的蕴藏量分别为：华北地区最多，占全国总蕴藏量的39.5%，其次是西北

31) 中国大使馆科学技术部「中国環境の現状と対策——1994年中国環境状況公報の概要」『産業と環境』，1995年，114页。

32) 曲格平『中国的环境问题和对策』中国环境科学出版社，1984年，114页。

33) 『北京周报』，No.17，1995年。

34) 『北京周报』，No.13，1996年。

地区为32.5%，东北地区为21.3%，其它地区占6.7%³⁵⁾³⁶⁾。

中国煤炭的特征有：

- (1)含硫量、灰分高，含热量低。
- (2)选煤率不高。
- (3)炭泥·煤渣也作为燃料被使用。

另外，再加上中国的一次性能源消费中煤炭所占的比率高，每年生产的煤炭的84%左右直接被燃烧掉，所以，可以说中国的大气污染主要是消费煤炭引起的。

1. 3. 3 污染物质排放的中日地理上的比较³⁷⁾

中国是大陆国家，海岸线的长度为14,000公里，不及日本的一半。海滨城市只有大连、青岛和厦门，大都市上海也只是位于长江的支流——黄浦江畔，广州也位于珠江之畔。而天津、北京，还有经济中心哈尔滨、吉林、南京、重庆等都地处内陆，这些城市排放的污染物质即使在大气中扩散，也都会降落在其周围的土地、居民区。四川省是高山环绕的盆地，一年中，和风的天数达到73%，由于大气层构造稳定，排放到空气中的二氧化硫难于稀释、扩散，容易发生酸性雨。在考察公害问题时，这是个不容忽视的事实。

与此相反，日本是四面环海的岛国。在日本，不濒临海滨的城市只有札幌和京都，占日本人口的一半，生产活动的三分之二的三大城市群都靠近东京湾、伊势湾和大阪湾。如果交替刮海风和陆风，沿岸的大企业排入大气的污染物质，其一半消失于海上。

另外，中国的森林面积少。日本的森林覆盖率为67%，而中国仅为13.9%（根据1989年至1993年全国森林资源第4次调查），比日本少得多（但日本

35) 『北京周报』，No.17，1995年。

36) 华北地区包括北京市、天津市、河北省、山西省、内蒙古。西北地区包括：陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区。东北地区包括：辽宁省、吉林省、黑龙江省。

37) 参照柴田德衛「中国の環境問題」『公害研究』，1988年6月，55～56页。

很少的草原，中国约有320万平方公里，相当于国土的33%)。中国内陆的沙漠化速度还在加快，中国的沙漠化面积为33.4万平方公里，其中已经被沙漠化的有17.6万平方公里，沙漠化可能的15.8万平方公里³⁸⁾。现在，一部分的农地和草原正在受到沙漠化的威胁。

考虑到两国地理上极大的不同点，可以想象，即使发生同样的污染，其结果是很不一样的。通常，中国的环境一旦开始恶化，其速度和灾害的程度，可能比日本要大得多。中国在发展经济的过程中，在引进日本的各种技术、设备的同时，如果无视这些前提条件，就会带来极大的公害和环境的破坏，对此，中国政府应该予以足够的重视。

2 大气污染的现状

2.1 能源消费和对环境的影响

2.1.1 中国能源消费的增加和低利用率

2.1.1.1 能源消费的增加

建国以来，在经济发展的同时，能源生产和消费也得到快速增长。1949年到1995年，1次性能源的生产量从2,374万吨标准炭增加到12.39亿吨标准炭，约增加了52倍，能源的生产也完成了从单一的煤炭构造到多种能源的综合构造的发展。中国的1次性能源消费从1953年的5,411万吨到1978年的5亿7,144万吨，增加了10多倍，而且到了1990年，更是增加了18多倍，达到了9亿8,700万吨。随着经济的发展，能源的消费也正在不断地增加，中国制定了2000年的实际国民生产总值比1980年翻4番的目标。根据这个目标，如果维持现有的能源需求构造，预计到2000年的能源消费量将达到约21亿吨标准炭，能源产业的快速发展对国民经济的发展起着促进和保护作用。

38) 日本エネルギー経済研究所，「中国のエネルギー事情と環境問題——エネルギーと環境に関する日中共同研究最終報告 (IEE-SR 244 研究調査報告93-5)，1993年，8頁。

中国能源消费的主要特征有以下几点³⁹⁾：

- (1)最终的能源消费主要以煤炭和传统的能源为主。大量煤炭的直接燃烧和生物性能源的大量使用，不单造成能源的浪费，也会引起严重的环境污染和生态环境的破坏。
- (2)优质能源所占的比率非常少，电力、石油的不足妨碍了经济的发展。
- (3)最终能源的消费部门主要是工业和民用两大部门，两者合计占总消费量的80%以上。
- (4)交通运输业、商业及建筑业的最终能源消费所占的比率非常低。
- (5)能源利用率低。

2. 1. 1. 2 低能源利用率

在煤炭消费增加的同时，其利用率低下，能源的低利用率，原因之一是有对煤炭有很大依存的中国能源消费构造所决定的。由于中国长期以来采取优先发展耗能多的重工业政策，使能源消费得到了快速的增长，而且其增长速度可保持到本世纪末。在过去40多年间，中国的1次性能源消费取得了举世罕见的快速增长。

中国是继美国、苏联之后的第三大能源消费国。虽然1990年中国的人均1次性能源消费量仍然为598公斤（换算成石油），比世界人均的1,567公斤（同年）低的多，但和中国的人均收入水平（1990年人均GNP为370美元）相比是很高的。而同年的发展中国家的人均GNP为840美元，人均1次性能源消费为605公斤（换算成石油），低收入国家人均GNP为350美元，人均1次性能源消费为322公斤（换算成石油）。换一句话说，中国的能源利用率非常地低，如果以1次性能源消费原单位⁴⁰⁾作为一个指标来看，这个数值是很高的。

39) 日本エネルギー経済研究所「中国のエネルギー事情と環境問題——エネルギーと環境に関する日中共同研究第二期最終報告書 (IEE-SR 245 研究調査報告書93-8)」, 1993年8月, 8页。

40) 能源消费原单位是指特定的经济部门生产每一单位的总生产额 (GNP) 所消费的能源的量，这是测量能源效率的尺度。

表3是1990年能源消费原单位的国际比较。中国的能源消费原单位是OECD平均的7.1倍、日本的12.5倍，即使和发展中国家相比，也是韩国、马来西亚、泰国、印度尼西亚的4~5倍，也是同属于低收入的大陆国家——印度的2.6倍。中国的能源消费原单位在70年代后期进行的经济改革·开放之前更低，可是从那时起，由于采取了各种节省能源的措施，1991年的原单位降低到了1977年的61.3%的水平，收到了明显的效果⁴¹⁾。

表3 能源消费原单位的国际比较 (1990年)

	(1) 1次性能源消费量 换算成石油 百万吨	(2) GDP 百万美元	(3) 能源消费原单位 换算成石油 吨/百万美元
发展中国家	2,031.4	3,334,260	609.25
中 国	653.3	364,900	1,790.35
印 度	178.6	254,540	701.66
巴 西	94.3	414,060	227.74
新 加 坡	19.5	34,600	563.58
韩 国	89.5	236,400	378.60
马来西亚	18.1	42,400	426.89
泰 国	29.1	80,170	362.98
菲 律 宾	12.9	43,860	294.12
印度尼西亚	42.8	107,290	398.92
DECD加盟国	4,026.0	15,993,410	251.73
美 国	1,929.3	5,392,200	357.79
日 本	422.7	2,942,890	143.63
德 国	272.4	1,488,210	183.04
英 国	209.7	975,150	215.04

(注) 德国一栏显示的是旧西德的数据。

(出处) 根据The British Petroleum Company, "BP Statistical Review of World Energy," London, 1992, 33页及The World Bank, *World Development Report 1992*, New York, Oxford University Press, 1992, 222-223页制成。

煤炭和石油、天然气相比，其利用率本来就低，再加上在中国，不太进行洗煤，所以能源利用率更低。洗煤率低的原因是煤炭产地用于洗煤的水不足，也可以说是因为资金不足，而且设备落后。能源利用率的低下和

41) 中国国家统计局『中国统计年鉴 (1992年)』中国统计出版社，1992年。

不得不利用煤炭的资源方面的限制，肯定会对中国的环境带来很大的负担。

中国的能源利用率低下的原因，主要有以下4点⁴²⁾。

第1，对煤炭过多依存的能源消费构造是能源利用率低的原因。和石油、天然气相比，单位重量煤炭的能量低，再加上中国的技术和设备的落后，其热效率就相对的较低，而且由于只对原煤的20%左右进行选煤，使得含有很多灰分和硫黄的原煤直接被燃烧掉。这样，不仅造成热效率的更加低下，也使环境污染严重化。

第2，中国的工业化是以耗能多的重工业优先发展来推进的，工业在产业构造中所占的比率高，特别是重工业的作用出奇的大，1989年的轻：重工业比率为49%：51%。虽然中国还是一个发展中国家，可重工业作为主角的工业化率却达到了先进国家一样的水平，即使在目前，重工业消耗着总能源消费的一半以上。另外，由于推进内陆的工业建设，而且每一个地区都有自成一体的工业体系，这也和能源利用率的低下有着密切的关系。

第3，工业等领域的机械设备老化，能源利用率低下，而且由于国营企业的“大锅饭”性质、没有折旧制度等的原因，使得企业经营者缺乏更新设备、降低生产成本的意识。根据中国政府的调查（1985年），已经使用20年以上，偿还完了（法定偿还率为5%）的占总固定资产23%的机械设备仍然在使用，全国钢铁企业2/3的设备是30~50年代制造的⁴³⁾。要在短期内更新这些陈旧的设备是很困难的。

第4是低于国际标准的能源价格。中国科学院能源研究所的周氏在『关于90年代能源政策的见解』一文中，是这样阐述的：能源价格的过低和混乱，不利于能源的开发和合理利用，根据国内的平均资金利润率，逐渐调整煤炭和电力价格，使原油和石油制品的价格接近国际市场价格⁴⁴⁾。

中国政府在1992年至1993年间，使煤炭价格大幅度地自由化，也进

42) 藤崎成昭『地球環境問題と発展途上国』（開発と環境シリーズ）アジア経済研究所，1993年，153页。

43) 丸山伸郎「中国工業化の問題」（野村浩一他編『もっと知りたい中国(I)』弘文堂、1991年），242页。

44) 『北京周报』，1991年3月9日。

行了价格体系地改革。在中国，不仅仅是能源价格，一般的生产资料的价格也比最终产品的价格要定位的低，因此压迫了能源·原材料产业的利润，阻碍了其发展。另一方面，由于能源价格的相对便宜，因而发挥不了需求方节约能源的积极性。

能源利用率的低下，意味着在扩大单位产品生产的同时，消耗了多余的能源。在能源生产徘徊不前的同时，利用率的低下也是造成能源紧张的一大原因。

2. 1. 2 能源利用对于环境的影响

能源是发展经济、提高人民生活水平的重要物质基础，也是产生大气污染的重要原因。中国的能源消费以煤炭为主，据估计，燃烧煤炭而排放的污染物质占大气污染物质的96%，其中的粉尘、二氧化硫、氧化氮是大气污染的主要原因物质，可以说，中国的能源问题归根到底是如何调和经济增长和环境保护等的关系，有效地利用煤炭的问题。

能源利用对环境的影响主要有三个方面：

(1)中国南部、东部的大气污染有恶化的可能性

由于中国的工业主要集中在东部沿海地区，冬天污染严重的地区也集中在这个地区的城市。这个地区的每平方公里的年平均二氧化硫排放量不算很多，可是都集中在冬天，这是问题的所在。

(2)中国南部的酸性雨有扩大的可能性

1983年，酸性雨降雨量最多的地区分别为四川省、贵州省、江西省。到了1984年，形成了二个酸性雨污染地区：一个是以重庆市为中心的地区；另外一个是以南昌市为中心的地区。到了1985年，更是形成了四个污染地区：第一个是西南部（重庆市、贵阳市、柳州市的周围地区）；第二个是以南昌市为中心的地区（特别是南昌市、长沙市、黄石市）；第三个是厦门、福州地区；第四个是青岛市。这些地区平均的降水酸度在pH5以下，降酸性雨的频度超过90%。今后，随着能源消费的增加，酸性雨地区恐怕也会扩大。

(3)中国的工业污染有更加恶化的倾向

产业公害是引起中国环境污染的主要原因。为了加快中国的工业化速度,相对地,必须发展污染严重的钢铁、化学、建材等的基础产业,象今天这样,产业公害防治措施落后于工业发展速度的情况大概会继续下去,即,可以说产业公害有更加恶化的倾向。

2. 2 大气污染的现状

中国是世界上第2大的煤炭生产国,二氧化硫的排放量也是世界第3位。1993年,中国的煤炭生产量为11.41亿吨,煤炭的消费量为11.21亿吨,同年的二氧化硫和煤尘的排放量分别1,795万吨和1,416万吨,中国北部主要城市空气中的总悬浮粒子状物质(TSP)为日平均 $407 \mu\text{g}/\text{m}^3$,和1992年基本上相同,南部主要城市空气中的TSP为日平均 $251 \mu\text{g}/\text{m}^3$,和1992年相比稍有增加。根据77个城市的统计,北方城市的二氧化硫为日平均 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$,南方城市为日平均 $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

中国二氧化硫的第2级环境标准为日平均 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。1993年,超过这个标准的城市有贵阳市、重庆市、青岛市等,占了被统计城市20%。虽然酸性雨还只局限于部分地区,可是根据对73个城市的统计,几乎有一半的城市所降雨水的pH值低于5.6,重庆、桂林等城市,降酸性雨的频率超过70%⁴⁵⁾。

2. 2. 1 二氧化硫的污染

2. 2. 1. 1 中国的二氧化硫固定发生源的特征

二氧化硫是由燃烧化石燃料而产生的,煤炭含有的二氧化硫要比石油、天然气多。下面是中国的二氧化硫固定发生源的特征。

(1)煤炭燃烧为主。

煤炭的消费量占中国1次性能源消费量的75%以上,而且还以每年6%的速度增加,对煤炭的高度依存本世纪内将不会改变。石油容易脱硫、脱

45) 中国国家环境保护局『1993年中国环境状况公报』, No.15, 1994年, 657~658页。

硝，但煤炭的脱硫、脱硝在技术上还相当困难，所以，二氧化硫几乎都是因燃烧煤炭而产生的。

(2)大型火力发电厂主要燃烧炭粉，一般工厂及中小蒸气锅主要是炉内燃煤。

中国消费最多的煤炭的平均含硫量比亚洲大多数国家的0.5%~0.7%多2倍左右，达到1.35%，特别是贵州省、四川省等地区使用的煤炭的含硫量高达3%，这些地区严重的酸性雨主要是因为燃烧含硫量高的煤炭所引起的。现在开采的煤炭中，含硫量超过2%以上的煤炭占近二成，煤炭的九成作为燃料被使用，只有其中二成的煤炭在燃烧前进行洗炭，而民用炭的大部分直接被燃烧。

(3)没有安装脱硫装置

中国的煤炭大部分被作为燃料被使用，可是安装脱硫装置的却不多。即使安装有脱硫装置，由于其脱硫率低，大部分的二氧化硫被直接排放到大气中去，还有民用炭的直接燃烧产生的二氧化硫也只有被排放到大气中去了。

(4)燃烧效率及热效率低下

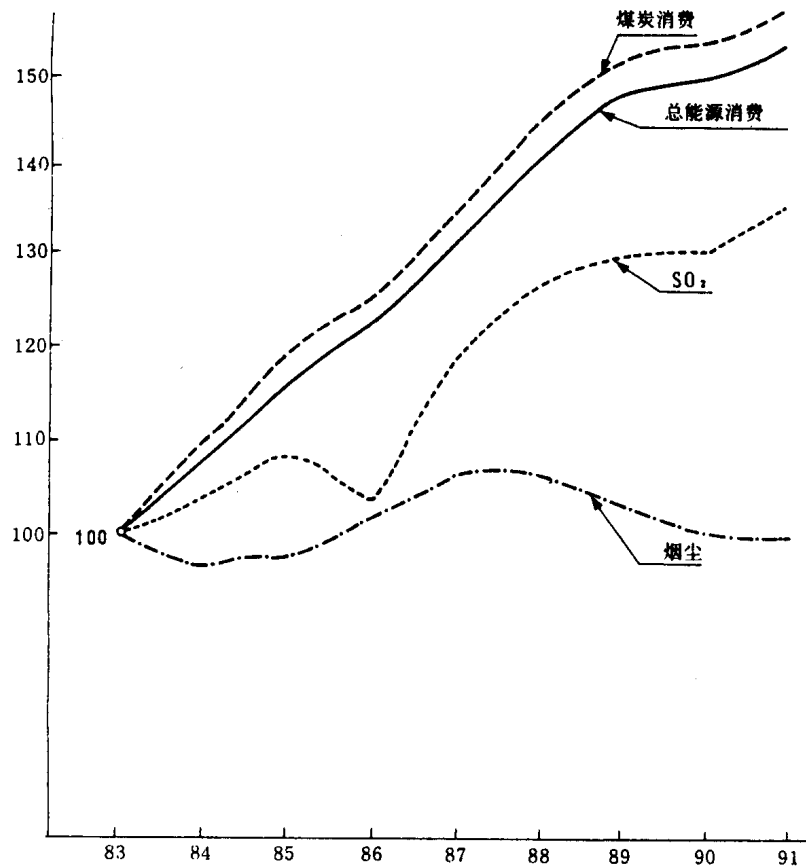
中国的能源利用率要比发达国家低的多。日本为57%、美国为51%、EU为40%，而中国只有30%。比较一下就可以知道，发达国家火力发电厂的能源利用率为35%~40%，而中国为28%。发达国家工业用锅炉的能源利用率是70%~80%，中国是55%。发达国家钢铁工业的能源率是50%~60%，中国是28%⁴⁶⁾。根据专家们的估计，1989年中国的五大用煤设备，即，发电厂锅炉、工业用锅炉、工业窑、民用灶、其它炉灶的年煤炭消费量为10亿吨，二氧化硫排放量为1,480万吨，占全国二氧化硫排放量的94%。

2. 2. 1. 2 二氧化硫排放量和地区分布

燃煤而产生的二氧化硫是中国大气污染的主要原因，随着大气污染的恶化，会带来呼吸器官疾病的增加、酸性雨的危害等，给健康和自然带来影响。

46) 曲格平『中国环境问题及对策』中国环境化学出版社，1984年，208~210页。

图5 中国年煤炭消费和二氧化硫、烟尘排放量增加指数的变化倾向
(1983年量以100计)



(出处) 日本エネルギー経済研究所「中国のエネルギー事情と環境問題——エネルギーと環境に関する日中共同研究第二期最終報告書 (IEE-SR 245 研究調査報告書93-8)」, 1993年8月, 39页。

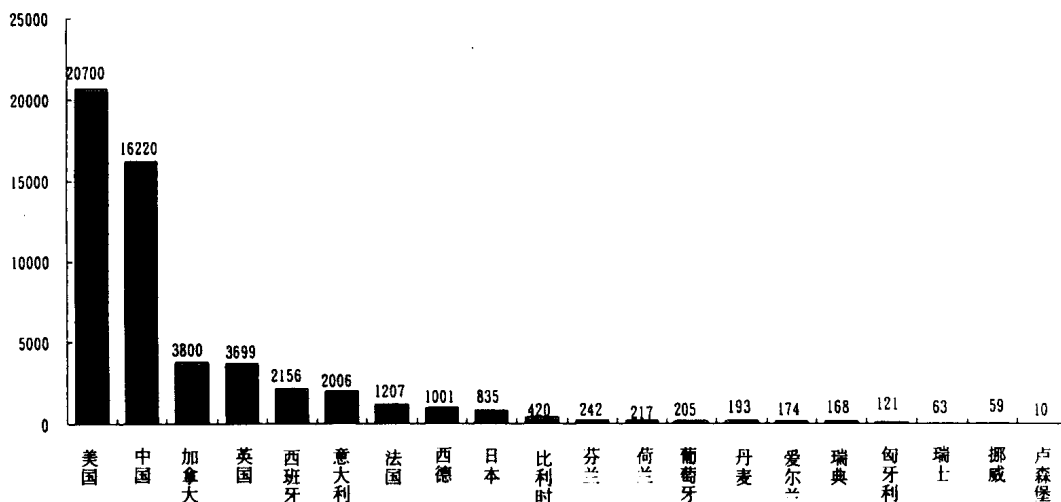
图5是1985年至1991年中国1次性能源及煤炭的消费量和烟尘及二氧化硫的排放量。在政策和资金方面, 由于把烟尘对策放在重要位置, 并进行集尘器的安装, 使防治烟尘污染的对策得到了及时的贯彻执行。其结果, 从图可以看出, 1987年的烟尘排放量达到了最大的1, 445万吨, 其后却逐年减少。

另一方面, 1986年的二氧化硫排放量为1, 230万吨, 从那以后, 二氧化硫的排放量急速增加, 1991年达到了1, 622万吨, 和1990年相比增加了8.5%。其原因是, 二氧化硫对策主要是采取高烟囱化, 而且能源是以对环境有很大影响的煤炭为主。

图6是中国和世界各国的二氧化硫排放量的比较。中国是继美国之后的第2大排放国，是日本83.5万吨/年排放量的约20倍。另一方面，图7是中国各省的二氧化硫排放情况，山东省是第1位，其次是四川省、江苏省、辽宁省，这4个省的排放量都超过日本，可以说是污染大省。其原因是四川、贵州、广西、江苏、山东省所生产、消费的煤炭的含硫量很高，而且山东、四川、江苏、河北省的煤炭消费量大。

中国的硫化物排放量占整个亚洲排放量的69%，而其中的89%是由燃烧煤炭而产生的。根据国家环境保护局的预测，中国2000年的硫化物排放量将达到2,000吨，其中很多将是沿海地区排放的，沿海11个省市⁴⁷⁾的排放量将占总排放量的48%（面积为14%），如果加上四川省的话，将占总排放量的57%（面积为19%）。

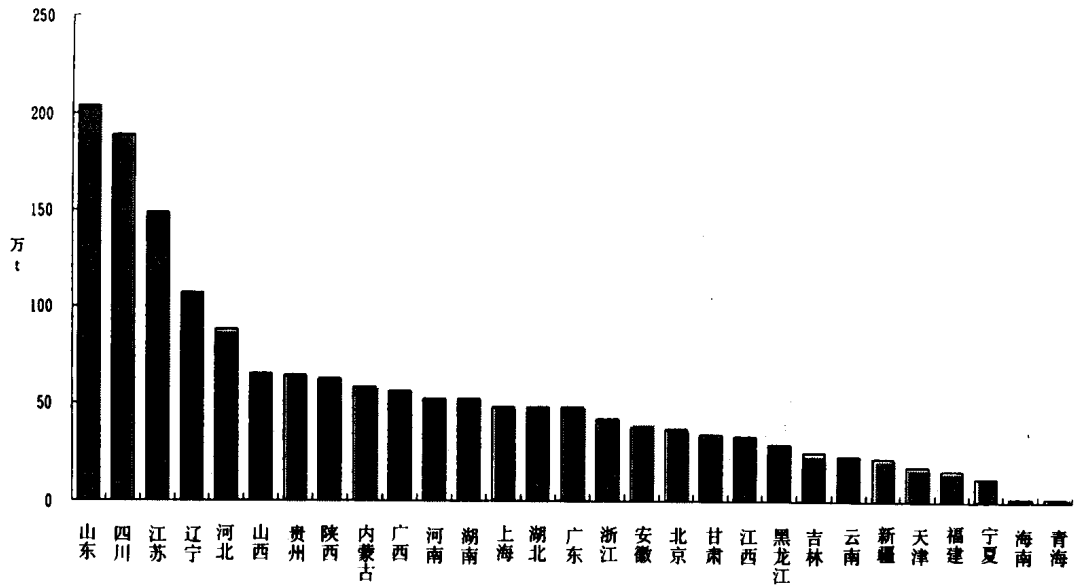
图6 主要国家氧化硫排放量（1000吨）



(出处) OECD ENVIRONMENTAL DATA 1991 『中国统计年鉴1991』

47) 11省市是指上海市、天津市、北京市、辽宁省、山东省、江苏省、浙江省、广东省、山西省、四川省、贵州省、甘肃省。

图7 中国各省的二氧化硫排放量



(出处) 『中国統計年鑑1992』

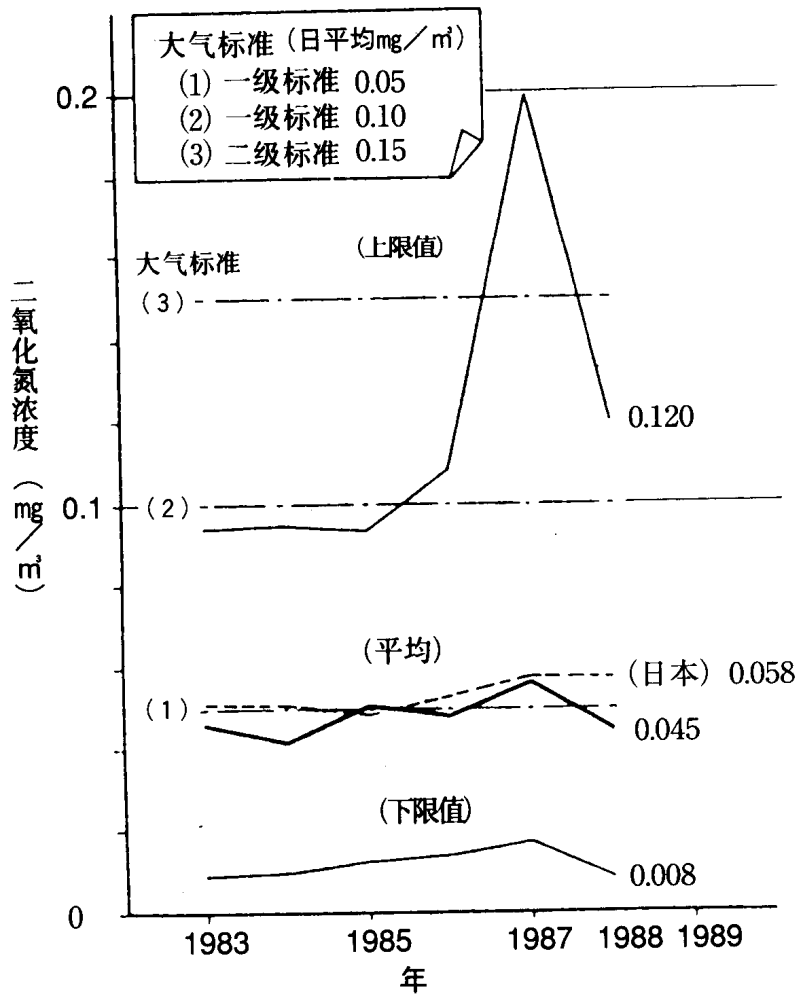
2. 2. 2 氧化氮的污染

和二氧化硫一样，中国是亚洲最大的氧化氮排放国，占亚洲排放量的48%。是继旧苏联、美国之后的第3大排放国。图8是中国各年度氧化氮排放量的平均值及最大值。虽然全国的平均值达到1级环境标准，但是与日本的平均值相比，基本上和现在还把能否达到环境标准看成是个问题的日本污染地区处于相同的程度。

根据日本1991年的调查，中国酸性雨的原因物质二氧化硫的排放量，从1975年的1,017万吨，增加到1987年的1,998万吨，氧化氮也从1975年的373万吨增加到1987年的737万吨⁴⁸⁾。中国现在的氮化物浓度还相当低，极少有超过3级标准的。在城市，燃煤是氧化氮的主要发生源，象北京这样的大城市，交通量多的道路沿线，氧化氮浓度也有超过3级标准的。在中国，由于对电力的依存度还低，运输部门的能源消费量还少，所以氧化氮的污染还没有二氧化硫那样成为严重的环境问题。但随着今后电气化率的提高、汽车的普及，氧化氮污染在中国将成为重大的环境问题，在不久的将来，有必要推进高效率发电等省能源技术的发展。

48) 参照日本化学技術庁・化学技術政策研究所『アジアのエネルギー利用と地球環境』，1992年。

图8 中国全国氮化物的变化倾向⁴⁹⁾



(出处) 中国环境科学学会『中国环境科学年鉴1989』

2. 2. 3 总悬浮粒子状物质——TSP

总悬浮粒子状物质 (TSP: 100 μ m 以下的微粒) 浓度在全国范围内每年度呈现高的趋势, 北方城市的煤炭消费量大, 而且由于土壤的影响, 和南方城市相比, TSP 的浓度高, 因燃煤而产生的煤尘在夏天占 TSP 的 40%, 冬天占 60%, 而南方城市的灰尘占 TSP 的 1/3 以下。TSP 中含有煤炭不完全燃烧而产生的环化碳化氢等致癌物质和铅、镉等有害金属, TSP 是大气污染的主要物质之一。

中国的大气环境标准 (GB 3095-82) 中设立了 TSP 的标准值, 总悬

49) 参照注3)。

浮粒子状物质 (TSP) 的日平均值⁵⁰⁾ 为: 1级标准为 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2级标准为 $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 3级标准为 $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。根据对80年代初期实施该标准的几个城市进行的环境污染调查表明, 北方城市大气中的TSP基本上都超过了环境标准值, 平均浓度为 $930 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 南方城市大气中的TSP浓度超过环境标准值的也很多, 平均浓度为 $410 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

看一下大气污染的情况吧! 现在的发电厂、工业生产用、交通运输用及民用锅炉虽然安装有各种除尘设备或者装置, 但其除尘率大概只有70%左右。今后, 如果这样的除尘率得不到提高的话, 预计冬天进行集中供热的北方城市大气中的TSP浓度将从现在的 $930 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 增加到2000年的 $1,670 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 严重的城市将达到 $2,500 \sim 5,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。这也是英国伦敦烟雾事件的大气污染水准。

TSP中含有烟、煤尘、尘埃、液滴等, 这是从燃料的燃烧、工业制造、农业生产的过程或者一系列的自然物质变化中产生的⁵¹⁾。二氧化硫和挥发性化合物 (VOCs) 等的气体凝聚后, 成为粒子状物质的重要来源。人类排放的粒子状物质中, 大约有一半是二氧化硫, 二氧化硫在大气中变成硫黄粒子, 最后成为粒子状物质⁵²⁾。一般地, 西方各工业国家, 从70年代以来, 成功地减少了城市 SO_2 和TSP的排放, 在全国范围内也得到了抑制, 而中国等的发展中国家, 由于工业规模的扩大、城市拥有量的增加, SO_2 和TSP的排放也随之增加。

2. 2. 4 大气污染的影响

化石燃料的燃烧而产生的氧化硫、氧化氮的气体会随风漂移。由于二氧化硫和二氧化氮等是有毒气体, 其本身就是大气污染的元凶, 排放的气体升上高空后还可以漂移2,000公里以上, 在漂移过程中, 和云中的水蒸

50) 「日平均」就是每天平均浓度的限界值。根据有关的规定决定样本的测定时间。

51) U.S.Environmental Protections Agency (EPA), *National Air Quality and Emission Trends Report*, 1989 (EPA, Washington, D.C., 1991), 2-3页。

52) Global Environmental Monitoring System, *United National Air Quality and Emission Trends Report*, 1989 (EPA, Washington, D.C., 1991), 25页。

气、水滴等相遇，在紫外线的照射下，同时在微量重金属和各种浮游物质的催化下，氧化硫生成硫酸等物质、氧化氮生成硝酸等物质。另外，在这一系列化学反应过程中，也可以生成对动植物的生存特别有害的臭氧物质⁵³⁾⁵⁴⁾⁵⁵⁾。而且，空中的化学反应生成的酸性物质中的微小尘状固体物质，即干性降落物降到地上，这些酸性尘状物随着呼吸而被吸入肺内，并很容易到达肺的深部。干性降落物不仅会引起呼吸器官的病变，而且有时极有可能引发肺癌⁵⁶⁾。留在云中的酸性物质随云飘流，变成酸性雨、酸性雪或者冰雹、雪珠、雾等降到地上，这些称作湿性降落物，对动植物的生存产生影响。

实验室的试验表明，人体处于高浓度的硫酸微粒环境中，会产生各种各样的健康危害。硫酸微粒浓度为 $750 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，会刺眼睛，视力会暂时低下，硫酸微粒浓度为 $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，气喘病患者会产生呼吸次数的增加，肺功能的变化等症状。一般地，人处在硫酸微粒的环境中，对慢性心脏病、肺病的人是危险的。另外，有报道说小麦、大麦、棉花、大豆等农作物在 $0.25\sim 4.0\text{ppm}$ 的二氧化硫环境中放置 $1\sim 8$ 个小时，对于二氧化硫敏感度的大小依次为小麦、棉花、大豆、大麦⁵⁷⁾。

1982年在全国2,400个观测点对大气污染的调查表明，由二氧化硫等

53) National Acid Pre-cipitation Assessment Program, 1983, *Annual Report 1983 to the President and Congress*, Prepared by the Interagency Task Force on Acid Precipitation.

54) 日本水質汚濁研究会，昭和五八年度環境庁委託業務結果報告書「陸水の酸性化による影響及び機構解明調査——文献調査——」日本水質汚濁研究会，1984年。

55) Office of Technology Assessment, Congress of the United State, 1985, *Acid Rain and Transported Air Pollution: Implications for Public Policy*, New York; Unipub.

56) U.S. Government Printing Office, 1982, *Hearings before the Subcommittee on Health and the Environment of the Committee on Energy and Commerce*, House of Representatives. Ninety Seventh Congress. Oct. 1, 2 and 6. Washington, D.C.; U.S. Government Printing Office.

57) 曹洪法·高映新等『中国环境科学』, No.9, (3)183, 1989年。

物质引起酸性雨的地区占全国面积的44.5%，遍及22个省市，值得一提的是发生重大危害的地区是长江以南的四川省重庆市，其酸性雨的发生率极高，81年以后已达到100%⁵⁸⁾。根据对13个省市的25个矿业公司实施的环境调查统计，受二氧化硫污染而产生影响的农地面积达到35万亩，造成粮食作物减产1,781万公斤，蔬菜减产99万公斤，受害总额达到595万元⁵⁹⁾。另外据报道，由于大气污染而使北京市1983年的经济损失达到4.96亿元，其中TSP所造成的损失占60%，二氧化硫造成的损失占20%⁶⁰⁾。

关于大气污染对人体的影响，根据北京市的统计，1949—79年的30年间，癌症的死亡率增加了145%，从死亡原因来看占第2位。癌症死亡率中，因大气污染引起的肺癌死亡率最高。按地理分布来看，肺癌发病率高的地区是工厂密集、大气污染严重的市区及矿业发达的地区⁶¹⁾。另外，根据四川省重庆市环境科学研究所1992年的调查，重庆市大气污染严重的地区肺癌死亡人数比一般地区多近2倍。

根据国家环境保护局的统计，过去10年间中国的大气污染日益严重，北京、上海、沈阳、西安及广州已经进入了世界十大污染最严重的城市行列，二氧化硫的大量排放，已经给中国29%的土地带来了危害⁶²⁾。有报道称，受煤炭污染的油菜减产了9.9~38.8%⁶³⁾。

比较一下1967年日本的几个城市和1982年中国城市的二氧化硫浓度，67年日本的四日市为232 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，川崎为219 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，东京为172 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，横滨为129 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。82年中国的北京为182 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，沈阳为158 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，上海为120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，广州为80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁶⁴⁾。1982年是中国经济改革·开放刚开

58) 国家环境保护局政策研究室审定『实用环境法手册』中国政法大学出版社，1989年，188页。

59) 曲格平，前列书，208页。

60) 谷清·徐长松等『中国环境科学』，No.8，(2)1，1988年。

61) 曲格平，前列书，207页。

62) 『北京周报』，No.10，1995年，7页。

63) 孔再德等『中国环境科学』，No.10，(1)24，1990年。

64) 黎明主编『中国的危机和思考』天津出版社。

始的阶段，北京、沈阳的二氧化硫浓度已经接近67年日本的东京、川崎，从经济发展阶段论来比较一下中日两国的经济的话，中国现在相当于「日本的60年代」，从现在开始将迎来环境公害的时代。

二氧化硫部不仅直接能使植物的叶子受到伤害，同时，也能使土壤的酸性度增加，从而有助于土壤中的铅、水银、镉、铜等的溶解。河流、湖泊、地下水等被酸性化后，各种金属、矿物质溶解到水中，如果这样的水被当作饮料水饮用，或者食用被溶解出来的有毒物质污染的鱼、贝类的话，会发生健康危害。关于氧化硫对于植物和人体的影响的研究、调查还不多，只得期待以后更深入的研究。

2. 2. 5 中国的城市污染

中国1次性能源消费量的75%以上是煤炭，而其中的40%以上是由城市地区的工厂消费掉的，中国的城市污染有以下几个问题⁽⁶⁵⁾⁽⁶⁶⁾。

(1)南方城市的酸性雨

中国的酸性雨主要分布于西南地区的省市，特别是成都、重庆、贵州、长沙等地区的降雨普遍为酸性。

(2)南方城市的大气污染比北方城市严重，特别冬天更加严重。

(3)一部分大城市的污染有缓和的倾向，中小城市的污染日趋严重。

(4)污染程度和人口、经济、能源消费量密切相关。

中国的大气环境标准(GB 3095-82)中设定了二氧化硫的标准值，二氧化硫年·日平均值⁽⁶⁷⁾的1级标准是 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，1980年代初对几个城市实施的环境污染调查的结果表明，超过二氧化硫环境标准值的城市很多，北方城市达到了30%，南方城市达到了19.2%⁽⁶⁸⁾。

65) 参照高林「中国における都市生態環境の基本特徴および都市生態系の質に関する研究」『都市政策』(神戸都市問題研究所)，No.74，1994年，88页。

66) 参照陳超他「中国の環境問題の現状と対策」『資源環境対策』，Vol.29，No.9，1993年，24～25页。

67) 「年·日平均」就是一年中某一天的平均限界值。

68) 曲格平，前列书，204页。

表4 中国北方和南方城市的TSP和SO₂浓度⁶⁹⁾ (赵等, 1988年)

地区	城市		平均浓度 (μg/m ³)					
			TSP			SO ₂		
			7月	12月	年间	7月	12月	年间
北部	沈阳 (1983)	中心区	251	552	383	13	209	132
		清洁区	177	290	236	15	72	47
	北京 (1983)	中心区	206	821	517	17	354	127
		清洁区	125	314	245	6	52	19
南部	上海 (1984)	中心区	227	172	212	14	109	68
		清洁区	141	116	151	9	12	16
	重庆 (1981)	中心区	480	870	610	170	380	260
		清洁区	—	130	60	20	40	20
	贵阳 (1981)	中心区	863	840	898	403	419	393
		清洁区	160	147	159	64	109	88

表4是1988年, 中国北方和南方主要城市的总悬浮粒子状物质 (TSP) 和二氧化硫 (SO₂) 的浓度。TSP是城市中心地区高, 远远超过了3级环境标准, 而南方的上海、广州比北方的城市低, 这主要是TSP中所含的土壤粒子比例要比北方城市低1/3以下的缘故。但即使在南方, 象重庆、贵阳那样的盆地, 经常会形成气温的逆转层, 再加上风速小, 这些地区的TSP浓度要比北方城市更高。二氧化硫浓度是北方城市的冬天供热期比夏天的非供热期要高10倍左右。另一方面, 上海、广州的二氧化硫浓度虽不比北方高, 可和TSP一样, 重庆、贵阳的城市中心在冬天有和北京不差上下的高浓度二氧化硫, 夏天也比北方高。这是由于在重庆等地, 使用含硫量高的煤炭 (3~5%), 再加上一一年四季大气难于扩散等的原因, 除上海、广州以外, 南方主要城市中心地区的二氧化硫浓度远远超过3级标准值。

根据1991年的大气环境观测结果, 中国各城市大气中二氧化硫的年·日平均浓度为4~350 μg/m³, 北方城市的平均浓度为92 μg/m³, 南方城市的平均浓度为88 μg/m³, 城市的年月平均煤尘量为3.2~51.2t/m², 悬浮粒

69) 参照注3)。

子状物质的年·日平均浓度为 $80\sim 1,433\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，氧化氮浓度为 $11\sim 164\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

中国现在的发电厂、工业生产用、交通运输用及民用锅炉基本上没有安装脱硫装置，如果这种状况持续下去的话，预计排放到大气中的二氧化硫的量将从现在的年1,800万吨（1993年）增加到2000年4,000万吨。特别是北方城市大气中的二氧化硫浓度将从现在的 $120\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 增加到2000年的 $270\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，污染严重的城市将达到 $850\sim 1,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。这意味着中国的大中城市，特别是北方城市的二氧化硫大气污染要超过50年代先进国家大城市的二氧化硫大气污染水平。因此，对于各种燃煤锅炉，力争在2000年以前安装脱硫装置，使其脱硫效率达到42%，把二氧化硫的排放量控制在2,350万吨以内，尽管这样，这也意味着中国的二氧化硫大气污染将更加严重。

另外，和大气污染有关的其它目标：工业废气处理率将从现在的62%提高到2000年的90%。而且，从中国全国来看，由于城市煤气的普及率、集中供热的比率还非常低，为此每年有1,200万吨以上的煤炭被浪费掉，可以说这也加快了城市的大气污染。因此，力争在2000年以前，使城市的民用煤气化率达到60%，集中供热面积增加到4.7亿平方米。

Summary

The Present Condition of Air Pollution and the Measures against it in the People's Republic of China (I)

Ryounosuke Yuasa and Weide Sun

Since the new birth of the People's Republic of China in 1949, her economy has been developing by leaps and bounds. However, the consumption of energy has increased sharply with the rapid economic growth. With this rapid expansion of consumption of energy, environmental problem, especially air pollution is getting more and more serious all over the country. As coal accounts for a large proportion of the first energies in China, it can be said that the main pollution materials are dust, sulfur dioxide, and nitrogen oxides discharged from coal.

China cannot go forward avoiding the environmental problems, especially air pollution problem from burning of coal in order to develop further her economy.

This paper deals with the present condition of air pollution and the measures against it in the People's Republic of China.

In the first part of this paper, we discuss environmental protection, consumption of energy and its influence to environment, and the present condition of air pollution in China.