

# 污 染 控 制 技 术

全国环境保护科技长远规划组

海 洋 出 版 社

# 污 染 控 制 技 术

全国环境保护科技长远规划组

海 洋 出 版 社

1 9 8 4 年 · 北 京

## 内 容 提 要

本书综合国内外的科技情报资料，着重介绍了工业污染源的控制技术，包括二氧化硫、氮氧化物、颗粒物的控制；膜分离、高梯度磁分离、臭氧氧化等污水处理新技术；固体废弃物的处置与利用。对一些新的处理技术及其发展趋势作了比较详细的论述，对比了它们的优缺点和适用范围，并就在我国的应用与发展提出了建议。可供从事环保科研、教学和管理的人员以及有关同志参考。

### 污 染 控 制 技 术

全国环境保护科技长远规划组

海 洋 出 版 社

(北京复兴门外海贸大楼)

责任编辑 张长户

沈阳第六印刷厂印刷

1984年10月第1版 开本787×1092 1/16

1984年10月第1次印刷 印张：12

印数：1-5000 字数：260000

统一书号：193.0414 定价：2.30元

内 部 发 行

# 前 言

我国的环境污染问题主要是由工业污染源造成的。工业生产中工艺技术落后、设备陈旧、缺乏必要的污染控制措施是造成污染物大量排放的主要原因。要消除或控制环境污染，采用经济有效的污染物控制和处理技术是至关重要的。为配合全国环境保护科技长远规划的编制工作，规划科技情报研究组吴景学、刘双进、毛文永、高达治、张康生等收集国内外比较先进的污染控制技术资料，编写成这本《污染控制技术》专集，供有关方面参考。由于编者水平有限，资料收集未必全面，有的看法也难免有错，恳请读者批评指正。

本专集内容包括大气污染控制技术、污水处理技术、固体废弃物处置与利用技术等。在编写过程中，得到了中国科学院环境化学研究所研究员申葆诚先生热心指导和认真审阅，谨至诚挚的谢意。

全国环境保护科技长远规划组  
一九八四年一月

# 目 录

当代环境问题及污染控制技术·····	1
除尘技术·····	14
二氧化硫的干式洗涤·····	28
氮氧化物的控制技术·····	33
日本大气污染防治技术与基本对策·····	46
工业废水的厌氧处理·····	51
活性炭吸附在污水处理中的应用·····	60
离子交换法在污水处理中的应用和进展·····	74
臭氧在水处理中的应用·····	88
反渗透和超滤在水处理中的应用·····	103
高梯度磁分离技术在污染控制中的应用·····	130
海洋油污染的治理·····	139
工业废物的处理·····	151
污泥的利用与处置·····	165
美国有害废物的控制方法与途径·····	176

# 当代环境问题及污染控制技术

本文根据联合国环境规划署关于世界环境（1972—1982）的报告和日本“环境研究”等杂志上发表的有关文章，试就当代环境问题加以论述和探讨。

## 一、环境概念的发展

人类与环境的关系自古有之。早在公元前，就有人写“水、空气、土地”这样的书。但由于那时人类的社会活动对环境造成的影响，尚未明显地产生对人类本身和社会发展的危害，因此没有引起人们的注意。

到了第二次世界大战以后，现代技术飞快发展，世界各国都在迅速推进自己的经济建设，人口急剧增加，生活水平迅速提高，导致了环境污染的出现，并进而产生了一系列社会问题。因此，各个国家不得不把环境问题作为紧迫而重要的国策加以认真处理。

随着环境问题的出现，人们要求对环境有一个统一的定义，即按照相同的概念来考察环境问题。法国的克罗德·贝尔纳尔首先从自然科学的角度阐明了包括人类在内的环境。苏联的斯柯彼把环境分成生物地球物理环境和自然环境，前者又进一步分成物理化学环境、生物环境和社会经济环境。日本的铃木武夫则认为人既以社会形式存在，也以人类这样的生物学形式存在，因此，可称之为人类环境。由于环境问题出现的时间尚短，不同的国家对各自环境问题中的主要课题或对环境问题的认识各不相同，各人所处的立场不同，认识也有很大差异。因此，目前在探索中前进的环境科学还不可能建立统一的概念。

然而，人与环境的深切相关性是众所周知的。人类活动会对环境产生影响，使之遭到破坏，结果会使生态平衡失调，对人类健康造成不同程度的危害。当然，相反的情况也有。人类的活动是根据环境所具有的能力和资源来进行的，因此，环境也是限制人类活动的因素。环境状态发生变化，可能使人类的某些活动受到抑制甚至停止。

## 二、从斯德哥尔摩会议到内罗毕宣言

早在六十年代，先进工业国的环境污染问题急剧恶化，发展中国家的资源受到先进工业国的掠夺而使自然环境遭受严重破坏，全世界开始感到恐慌，对人类环境的关心迅速高涨。在1968年第44次联合国经济理事会上，瑞典代表指出：“技防革新包含着否定的方面，尤其是无计划无制限的开发，使人类的环境受到破坏，正威胁着生活基础。应当从各个角度来探讨这个问题，通过在联合国的讨论加深了对这一问题的理解；联合国

机构应当加以调整，以便加强国际合作，提议召开一次国际会议。”当时，瑞典的森林受到发源于英国和德国的酸雨的严重危害，而且人们普遍感到环境问题已威胁着人类的前途，要解决这个问题不能只靠一国的努力，而要依靠多国和许多人的共同努力。基于这样的背景，1972年6月联合国召开了斯德哥尔摩会议，即联合国人类环境会议。在这次会议上，发展中国家和发达国家的代表进行了激烈的辩论。

发展中国家和发达国家的环境问题是根本不同的。发展中国家环境问题，本质上归因于贫困，是为殖民地政策付出牺牲的结果，普遍存在的问题是急性传染病，营养不良，居住条件恶劣，缺乏良好的饮用水供给等；资源被他国所掠夺，别国的资本和技术使其自然环境遭受破坏。发达国家的问题主要是环境污染，他们为了抑制发展中国家的发展而为所欲为，甚至蛮横地提出只保全发达工业国的性命的主张。经过113个国家代表的剧烈辩论，终于通过了“人类环境宣言”和“行动计划”。

人类环境宣言规定了“环境的权利和义务”、“天然资源的保护”、“野生生物的保护”、“有害物质的排放标准”、“防止海洋污染”等26项原则；要求各国政府和人民为了人类及其子孙后代，以保护和改善人类环境为目标而共同努力。在行动计划中提出了“为使人类有更好的生活环境而加强人类居住的计划和管理”，“天然资源管理”，“把握和管理具有广泛国际意义的污染物”，“与环境问题有关的教育、情报、社会及文化等”，“开发与环境”等五个领域的109项建议及其他有关建议。根据这些会议的决议，设立了联合国环境规划署（UNEP），其事务局设在肯尼亚首都内罗毕。

曾经有人相信环境具有无限的能力，认为人类可以从环境中取得资源和能源来从事人类活动，所产生的废弃物也会被无限的自然净化能力所净化。然而，环境的能力必竟是有限的，人类发现地球就像是航行在宇宙中的唯一一艘宇宙飞船那样的封闭体系。基于地球有限论的立场，在斯德哥尔摩会议上提出“只有一个地球”的口号。

自1972年斯德哥尔摩会议以来，联合国相继召开了世界人口会议，联合国人类居住会议，联合国水会议，联合国防止沙漠化会议，世界气候会议等一系列国际会议，为推动全球规模的国际协作做了很多工作。

此外，根据人类环境会议所通过的行动计划，实施了全球环境监测系统（GEMS）计划，世界气候计划，海洋监测和海域协定，海洋污染防治条约，海洋环境保护条约，水利利用的环境评价，水系疾病管理，生态系统保护和污染防治，国际饮用水供给和卫生十年宣言（1981—1990），土地利用计划和生物圈管理的计划，关于有灭绝之虞的野生动植物品种国际交易的条约，实施了世界人口行动计划，国际情报源查询系统，国际有害化学物质注册制度。

为了对斯德哥尔摩会议以来十年间所开展的各项工作加以总结，考察今后国际协作的方向，1982年5月10—17日在内罗毕举行了联合国环境规划署特别会议，并通过了内罗毕宣言。宣言再次强调了地球有限论的观点并指出斯德哥尔摩会议所建议的行动计划，经过十年的实施虽取得部分成效，但还没有达到解决地球环境危机的地步。

内罗毕会议强调了沙漠化、森林毁灭、二氧化碳浓度增加、人口剧增等全球规模的问题。会议认为造成地球规模的环境危机的最大原因是发展中国家的贫困和发达国家的

浪费，为了改善和防止地球环境的这种危机，必须根据国际环境战略 确立新的 经济秩序。

### 三、环境与健康

环境对人体健康有直接的或间接的影响，有好的方面，也有坏的方面。最初所提出来的环境问题，就是人所造成的环境污染和人体健康的关系。从疾病和环境的关系可以看出环境问题的的发展过程。

进入二十世纪以来，最重要的疾病是传染病。这是由细菌、原生动动物、寄生虫、病毒等引起的，是由于生活条件不卫生造成的。这些疾病除人体因素外，还受到环境生态学调节系统的支配。生态学调节系统一旦受不卫生条件破坏，就以传染病的形式表现出来。到了五十年代后半期，出现了引人注目的环境性疾病。主要表现是肺气肿、支气管炎、癌症。这些疾病往往和大气质量的恶化有显著的相关性。调查表明，癌症患者有60—90%直接或间接与环境性致癌物有关。在近三十年中，心血管疾病特别多，这与物质生活水平的提高、社会环境的变化、劳动条件的变化、生活方式的城市化等都有密切关系。营养性疾病也重新引起人们的注意，在贫困的国家表现为营养不良和营养失调，而在发达国家则表现为糖尿病、高血压和肥胖症。最近变态反应性疾病有所增加，虽然变态反应患者与许多因素有关，但与环境因素的关系最为密切，例如哮喘病患者症状的恶化与大气污染的恶化密切相关。最令人恐惧的环境性疾病是由环境污染物引起的发育异常症。例如日本的水俣病就是吃了含高浓度甲基汞的鱼引起的，在子女中就已有了胎理性影响。接触滴滴涕和多氯联苯的孕妇所生的新生儿体重减少，美国的拉布溪谷事件，就是由于在土壤中掩埋工业废弃物而从地表渗出二恶烯及其他若干种化学物质，导致流产和发育异常现象增加。

根据世界卫生组织（WHO）报告，目前已知的天然和人工合成的化学物质有400万种以上，其中有商业价值的至少有6万种，用来制造杀虫剂的有1500种，用作药品的有4000种，用作制剂的约2000种，用作食品添加剂的约5000种。据估计，现在仍以每年数千种的速度合成新的化学物质。年产量超过5万吨的化学物质达100种以上。近十年来，生产和消费都有特别显著的增加。化学物质通过生产、运输、使用、废弃等过程进入大气、水、土壤，最后进入食物中，而像肥料、杀虫剂、除草剂等则直接进入环境。

人体与化学物质接触产生的急性影响，如事故或直接接触，容易发现。而慢性的或复杂的影响危险性最大，往往酿成范围很广的严重事件。

对于化学物质所产生的影响比较容易理解，但要作出准确的诊断则很困难。此外，对于化学毒物在环境中的迁移、转化、归宿及其毒性变化等过程也难以确定。人们对于化学物质的最大关心是遗传变异，发育异常，及其致癌性。但是像致癌性往往要经过很长的潜伏期才能观察到，从接触致癌物到发病一般要经过5年到50年，平均20年。因此，各种化学物质与疾病的关系，它们在环境中的迁移转化及毒性变迁，对它们的危险评价及管理，都是今后重要的研究课题。



## 四、产生环境污染的背景

### 1. 工业发展速度

工业在短期内迅速发展是近代环境污染的一大原因,不仅发达的工业国如此,全世界的趋势也是如此。例如,OECD(经济合作与发展组织)各成员国1965到1975年的十年是工业发展最快的时期,若以1965年为100计算产值指数,那末对于北美、日本、澳大利亚、OECD欧洲地区,1975年的工业总产值指数分别为130, 224, 139, 142;化工、橡胶、石油产品及煤产品的产值分别为168, 251, 187, 175;汽车产值分别为88, 362, 138, 131。除美国的汽车和钢铁外,几乎所有的国家,所有的工业(除纺织、服装和皮革外),都达到了高速度发展。其中尤其是化工产品,石油产品,及煤产品等现代工业最为显著,无论按增长率还是按地区分类,日本都是增长最快的国家。对于像日本这样人口密集,土地面积小的国家,不顾环境容量,在短期内如此快速地发展工业,环境污染当然会迅速发展为成社会问题。事实上,到了七十年代初期,日本的环境污染就已出现重大危机的局面。到了八十年代,日本的发展速度略有减慢,进入了所谓稳定发展时期。

### 2. 能源消耗

从能源的消费情况,同样可以看出一个国家的工业发展水平和生活水平及其与环境污染的关系。OECD各成员国总能量消费的年平均增长率为5.1%,与国民生产总值的增长相似,其中以石油消费的增长最快,其次是天然气。当然石油的消费情况因两次石油危机的冲击而有所下降。近年来许多国家都在开始转向烧煤,因此煤的消耗有所回升。要使国家富裕起来就必须推进工业化,能量消耗也就要有相应的增加,因而给环境带来的影响也就不言而喻了。

### 3. 人口问题和城市化问题

1980年世界人口已经达到44亿。随着人口的增加,就必须相应地解决衣食住行和医疗保健等问题,就要从事各种各样的活动,因而给环境增加压力。人口在地球上的分布是极不均匀的,到1980年,发达国家总人口的70%以上(不包括苏联)在城市中生活,估计到2000年全世界总人口将有50%,发达国家总人口的80%要生活在城市中。根据联合国的统计和预测,1975—1980年世界城市人口平均增长率是2.9%,其中发达地区是1.7%,不发达地区是4.1%;1980—1990年,世界城市人口平均增长率仍为2.9%,其中发达地区为1.5%,不发达地区为4.0%。就日本而言,全国总人口的57%集中居住在占全日本总面积2.2%的土地上。人口向城市集中的后果是造成居住条件恶劣,城市居民既是环境污染的制造者,也是环境污染的受害者。据统计,城市人口中有20—30%居住条件极端恶劣。人口如此密集,工业发展速度又如此之快,如果没有良好的环境污染对策,那么环境污染就会恶化到难以想像的程度。因此,城市化的问题是一个和环境污染密切相关的问题。当然,除了人口向城市集中以外,城市化的另一个侧面就是生活方式城市化,它所涉及的范围更加广泛,也会对环境造成一定的影响。

#### 4. 公众对环境污染的关心

由于经济的发展以及城市化的进展,在各地,尤其是在城市地区引起环境污染,许多人在不同情况下不同程度受到健康危害,精神上感到苦恼,因此普遍对环境污染表示强烈关心,直至向行政当局提出申诉,要求予以裁决。日本环境厅的公害苦情调查表明,1972年制造业的公害苦情占各种苦情总件数的一半,随后由于推行公害对策,到1982年已大大减少,但是对于建筑业、卫生设备、交通运输等公共事业方面的公害苦情则显著增加,这表明公众对由此引起的环境污染问题更加强烈关心。此外,由于市民生活引起的环境污染如噪声、垃圾等所谓近邻公害也更加关心了。当然,关心与现象的本质并不是一码事。例如,1979年日本环境厅的公害苦情调查表明,噪声占36.6%,恶臭占24.6%,大气污染占18.3%,水质污染占14.7%,振动占5.4%,土壤污染占0.3%,地底下沉占0.1%。因为噪声、恶臭和振动这些都是和生活直接有关的,因此表现出最大关心。

## 五、大 气 污 染

从五十年代到六十年代末期,在许多工业国家中大气污染是最受关心的环境污染。这是由于在第二次世界大战中比利时的缪兹事件,早期美国的多诺拉事件,墨西哥的波扎利卡事件,五十年代的伦敦事件,这些大气污染事件都伴随着死亡,因此许多国家都把大气污染对策作为重要国策。所谓环境污染,最初就是指大气污染。

大气污染最初是在城市或工业区发现的,它导致居民的健康障碍、疾病、视觉障碍,损坏建筑物,危害植物的生态,河流和湖泊,尤其使人感到不快的是烟雾的出现。这种状态一接持续到七十年代中期。如果用感观来判断大气污染程度,那么可以说许多国家现在已经有了很大改善。

无论在什么国家,造成大气污染的最根本原因就是燃烧化石燃料,其中尤以煤为甚。

虽然燃烧化石燃料时会产生各种气体和颗粒物,但对它所造成的大气污染进行的评价,无论过去还是现在,一般都以 $\text{SO}_2$ 和飘浮颗粒物为指标。粒径在5—10微米以下的颗粒物对环境有重大的影响。 $\text{SO}_2$ 和飘尘会危害人体健康。因此,做为污染源的消烟除尘工作极为重要。

由于对颗粒物和 $\text{SO}_2$ 的排放加以限制,许多国家的环境质量已有明显改善。美国接触有害气体的人口比例,从1970年的45%降低到1975年的28%;英国冬季的日照时间延长了。OECD各成员国在1970—1975年期间的 $\text{SO}_2$ 和颗粒排放量比六十年代末期减少1/2—1/3。然而,日本大气中的飘尘浓度几乎没有变化,相当多的地区不能达到环境标准,因此1982年6月对煤尘的排放标准做了更加严格的规定。值得注意的是,飘尘向地表的沉降速度极慢,可能飘移数千公里的距离。

今后应当对飘尘的化学组成加以研究。它不只是化石燃料的燃烧产物,也可能从其他生产工艺产生,它和空气中的气态污染物发生化学反应;空气中的某些气态污染物本

身发生化学变化和物理变化,也会以飘尘或气溶胶的形式存在。例如,今后应当加紧研究硫酸和硝酸盐的排放、转化和迁移过程,因为这些污染物的越境迁移已造成国际污染而成为国际问题。在斯堪的纳维亚半岛和欧洲各国之间,在美国和加拿大之间,酸雨危害已成为国际问题。估计今后在中国、朝鲜和日本之间也会有酸雨问题。

SO<sub>2</sub>不仅仅是一种气体污染物,而且也是硫酸盐和酸雨的成因物质。

OECD各成员国1970—1976年的SO<sub>2</sub>日浓度年平均值,除法国外,均有显著降低。日本从1970年到1976年的排放量成功地减少一半,从1967年以后环境浓度就迅速降低,环境浓度的最高值也降低到过去的1/5。这些都是推广脱硫技术和推行SO<sub>2</sub>对策的结果。尽管如此,问题仍然表现为社会问题。流行病学研究表明,某些地区人口集团的呼吸器官症状和SO<sub>2</sub>浓度有(非因果的)相关性。

随着SO<sub>2</sub>问题的逐步解决,氮氧化物的污染便开始受到注意。氮氧化物是燃料在燃烧时,空气中的氮或燃料中的氮在一定的高温下被氧化产生的。氮氧化物对人体健康的危害性比SO<sub>2</sub>更强。氮氧化物在空气中能生成硝酸或硝酸盐,与芳烃共存时会使某些芳烃硝化而成为致癌物;在太阳光的照射下,当有碳氢化合物存在,在一定的温度(如25℃)以上,在微风状态下,会生成臭氧或氧乙酰基硝酸酯(PAN),即所谓光化学氧化剂,是刺激性的有毒物质。

氮氧化物的问题可以通过改善燃烧方式和利用脱硝技术来解决,但脱硝费用比脱硫费用高,而且有相当数量的NO<sub>x</sub>排放来源于汽车尾气,分布范围很广,因此解决起来更困难一些。美国从1974年以来经济发展速度放慢,氮氧化物排放有稳定或减少的趋势,英国也有所减少,但OECD其他成员国则都在增加。从单位能耗所产生的NO量来看,美国、加拿大和芬兰较高,而日本较低,在1965年—1975年期间,每消耗一吨重油所产生的NO量,日本是7吨,而美国、加拿大和芬兰是10吨。

NO<sub>x</sub>的污染一般产生于公路沿线,虽然开始推行NO<sub>x</sub>对策,但多数不能达到要求,有些地区虽然达到要求,但污染程度仍比SO<sub>2</sub>严重。道路沿线的NO<sub>x</sub>污染是和噪声、振动同时发生的,随着汽车数量的不断增加,理所当然要受到沿线居民的强烈谴责,成为重要的环境污染问题。因此,这也是今后必须研究的重要课题之一。

此外,由汽车产生的一氧化碳和铅的污染也开始引起人们的注意。对于一氧化碳,由于已经有成功的一氧化碳去除技术,比较容易解决;在许多国家,通过禁止使用加四乙基铅的汽油或限制汽油中的加铅量,已经成功地限制了铅的排放量。

随着环境科学技术的发展,仅以上述提到的污染作为大气污染指标已觉不够充分。因此,现在已经开始转向污染物的化学变化和物理变化方面的研究,也就是说从新的角度对大气中的二次污染物作进一步深入的研究。此外,还有一些应当引起充分注意的方面,如大气中的低浓度重金属,其中包括镍、铍、镉、铅、钼、铈、铬、钴、汞、锌等;以石棉、氯乙烯、芳烃、苯并(a)芘等为代表的致癌物;有机卤化物、苯等。这些物质单独或以飘尘形式存在于大气中,不仅威胁人体健康,而且会散射阳光,降低能见度,造成令人不快的环境。对这些方面也应加以研究。

## 六、水质污染

水和空气一样,是维持生命最重要的物质。水不仅用于生活和工农业生产,而且也是电力的潜在资源。水在渔业、航运和娱乐等方面有着多种效益。从古希腊时代起,水质就开始受到重视,因此,水质的研究有着极其悠久的历史。然而,水承受冲击的能力比大气要差得多。虽然水的卫生学研究和管理是从古希腊时代延续下来的,但随着科学技术的发展,有必要对它进行重新评价和研究,因此,全球环境监测系统(GEMS)提出了众多的水质监测项目。

世界各国的人均需水量差异甚大,这与气候、工农业发展程度、生产方式、能源生产以及生活习惯等方面有关。从1975年一年的人均需水量来看,美国2700立方米,加拿大和澳大利亚1200立方米,荷兰1000立方米,日本和意大利700立方米,法国、西德、挪威约500立方米,丹麦和瑞士只有100立方米。

水的利用方式不同,对环境产生的影响也有很大差异。例如埃及的阿斯旺水坝建成后,虽然对灌溉起了很大的作用,但导致环境生态混乱,寄生虫病害猖獗。水的利用与水质有密切的关系。虽然发达国家对饮用水的水质加以重点保护,但仍经常发生水质下降的问题,而且随着需水量的增加而更加突出,每年都需要大量的氯或臭氧用于水处理。即使如此,现在的处理方法仍不能使其完全满足饮用水标准,还残存微量的可能是致癌性的物质。

现在各国的水质污染都有增加的趋势,这是由于农田中的大量肥料和农药随退水排出未进行任何处理就进入水体;虽然对特定的污染源采取了相应的对策,但对非特定的污染源却缺乏令人满意的措施;各国对污水处理的程度也有悬殊的差异,有的低至5%以下,有的高达80%以上。对OECD各成员国主要河流的调查表明,河水中可检出的污染物达数百种之多,主要有:有机氰化物、重金属、有机磷化合物、农药、肥料、大气沉降物、汞、多氯联苯、滴滴涕等。

富营养化是水质恶化的一种特有的现象,它是由于城市生活污水、合成洗涤剂、农业肥料大量排入水体,水中的藻类摄取其中过多的磷、氮等营养成分后大量繁殖而造成的,往往产生极其严重的后果。在富营养化的水体中溶解氧大量减少,破坏了鱼类的生态环境,使渔业受损,水体发臭,降低了水的各种使用价值,而且由于其异味和恶臭难以完全去除,因此也难以用作饮用水和其他生活用水。日本滋贺县的琵琶湖就是内陆水域富营养化的典型实例。富营养化在封闭性海域中则表现为赤潮。赤潮同样是海水中的特种浮游微生物摄取过量的营养大量繁殖的结果。由于海水缺氧,鱼类大量死亡,使渔业蒙受惨重损失。日本的濑户内海就是典型的赤潮发生海域,调查表明:1977年发生236次(27次造成损失),1978年165次(造成损失者15次),1979年216次(17次造成损失),1980年212次(12次造成损失)。美国、瑞士、日本的许多湖泊都有富营养化问题。

沿海岸域的污染也使环境遭受严重破坏。近十五年来,许多国家在沿海发展旅游事

业，建立重工业或石油化学工业，处理废弃物等，结果加剧了海洋环境污染，使沿岸水域脆弱而有重大意义的生态系统受到破坏，已使近海渔业濒临毁灭。沿岸工业区或海港的流出油污染也发生重大危害，达到了不可忽视的程度。此外，由于热电厂排出的废热量日益增加，致使水温升高，溶解氧降低，破坏了水生植物和鱼类的生态平衡，妨碍鱼类的回游和孵化。

近年来，淡水水域的水质有逐渐改善的趋势，但远未达到令人满意的阶段，而湖泊和水库则仍没有改善的迹象。流经城市的河流COD也在逐年改善，到1980年，危机程度已有所缓和。OECD各成员国主要河流的BOD值均在不断降低，其中以此表示的水质改善特别显著的是日本和英国。这是由于提高了城市污水处理和工业废水处理的水平，采用了抑制污染物生成的工艺，也与这个阶段工业发展停滞有关。

现在水质污染的主要问题已不是细菌，而是工业污染物。日本每年排出的工业废弃物总量已达23649万吨，其中真正进行处理的寥寥无几。这对于未来以水污染为中心的环境污染无疑是十分严重的。日本接受污水处理服务的人口数还不足总人口数的五分之一，冲洗厕所的普及率不到三分之一，无论从公共卫生的角度，还是从水质污染的角度来看，这仍是一个重大课题，但即使只做了这种程度的处理，也已使河流的BOD有所降低。

世界卫生组织(WHO)制定了一项国际水理学十年规划，提出把1981年开始的十年作为“供给清洁饮用水的十年”，要求为改善饮用水水质而进行国际努力。目前，全世界安全提供饮用水的水平很低，农村人口只有14%能获得安全的饮用水，即使在1980年，全世界能够获得安全饮用水的人口也只有29%。在城市所占的比例较高一些，1970年为67%，1980年上升到75%。

最近十年工业用水量虽然有所增加，但由于用水量的限制和水污染的增加，使得水的利用率不断提高。日本全国工业用水量，1965年是5000万立方米，1974年猛增至15000万立方米；水的回用率1965年为三分之一，到七十年代中期达到三分之二。

## 七、噪声污染

噪声是城市居民反映最强烈的环境污染问题，这种污染与生活质量密切相关。噪声污染主要来源于邻近的声音，如钢琴的乐声，空调装置，建筑业或工厂机器的运转，汽车和飞机等。这些噪声不但危及个人的生活，而且危及该地区的社会安定。噪声对健康的影响，一般并不引起像职业病那样的听觉异常，而是一时性的听觉障碍，血压升高，心动过速，呼吸急迫，血液中的激素增加，出现无意识的紧张压迫感。长期接触噪声，有可能导致循环系统疾病，或其他与紧张有关的复合症状。噪声影响睡眠，影响生活和工作，妨碍儿童语言能力的正常发展，妨碍教学活动。噪声的影响程度与其声级有正相关关系。

在日本，噪声污染已发展成为社会问题，经常有人为此而发起市民运动，甚至提出诉讼。它不仅影响地区性的社会生活质量，而且逐渐以社会性的和政治性的问题表现出

来。

噪声问题中最引人注目而又难以解决的，是许多国家都存在的公路交通噪声和飞机声音问题。飞机起落次数和汽车运行台数的增加速度大大超过了治理措施的进展。曾试图从技术对策，运输管理和运输计划等方面来对运输过程产生的噪声加以控制，但收效甚微。目前，噪声公害仍然有增无减。日本环境厅的交通公害委员会曾对此进行反复讨论，至今尚无结论。除非采取有效的低噪声对策，否则对噪声污染无法控制。

## 八、土壤污染

土地是自然环境的重要组成部分，是人类生活和活动的基础。生态系统与土地状况密切相关，彼此错综复杂地交织在一起。土壤作为一种重要的环境因素已逐步被人们所认识。

随意砍伐森林，无计划地发展农业，采取不恰当的耕作方式，大规模地更换作物品种，都会使土壤质量发生变化，使土地的肥力和土壤的稳定性遭受破坏。土壤质量的改变也会引起生态平衡的破坏，一些动植物品种的灭绝或动植物个体的死亡，将导致遗传因子资源的损失，这意味着将来人类的粮食供应会发生危机。现在最引人注目的是热带雨林的损失和世界各地沙漠化的发展。

据报道，现在每年有600万—2400万公顷的热带雨林受到严重危害。造成这种危害的原因除酸雨外还有发达的工业国到南方各国和非州的热带森林去乱砍滥伐。结果促使沙漠化迅速发展，使耕地和牧场受损失。据估计，1978年损失的面积约为600万公顷。沙漠化使表土损失，土壤发生不可逆的变化。

由于不合理使用土地，也使地表结构发生很大变化，例如发展城市和工业，建设住宅、道路、各种建筑物，提供旅游设施等，这些活动，已使某些人口和工业密集地区的天然地表所剩无几。

废弃物的不合理处置对土地所发生的危害甚至达到了令人不可思议的程度。美国的洛美事件就是国际上轰动一时的典型土地污染事件。这是美国的佛加化学塑料公司在一条没修成的洛美运河上掩埋有毒的化学废弃物，占地约15英亩，到1952年止，共掩埋21800吨。后来在这块地上修建了小学校 and 住宅区。1971—1977年期间，大雨过后经常涌出大量恶臭物质和带色的水。经纽约州卫生部检测，检出的化学物质多达82种，可能有致癌作用的达11种。流行病学调查表明，癌症和发育异常的情况很多。结果，行政当局下令封闭该住宅区，孕妇和2岁以下幼儿到别处避难。1978年10月的环境调查，发现有剧毒的二噁烯，引起居民的强烈抗议，并对该公司提出控告。1980年2月美国环保局对该地区进行调查，并公布了从大气中检出的可能有致癌性的物质。1980年5月对居民的血液检查表明，被检查的36人中有11人的染色体有异常损伤。1980年5月有710个家庭迁往他处。为了彻底查清该事件的真相及其所造成的影响，纽约州政府，联邦政府和科学研究财团（NSF）联合制定了一项大规模的五年调查计划。

日本由于废弃物处置造成土壤污染，也已经发展成社会问题，例如，污染所产生的

痛口病。目前已经指定33个地区对4000公顷的土地进行换土净化工作，以便去除镉、铜、砷的污染。1973年在京都日本化学工业公司旧址修建地下铁路时，发现该地埋有大量六价铬矿渣，1975年在该公司旧址以外的大片土地上也发现有埋藏的铬矿渣。这些铬矿渣是日本化学工业公司小松川工场制造重铬酸钠时产生的，总量尚不清楚，已知从1940年到1973年约573700吨，其中1965年以后的327500吨的掩埋地点已经搞清，有257370吨埋于陆地，65200吨投入海中，4930吨回用作原料。陆地填埋总面积约为332100平方米。目前这个地区有已建的和正在修建的住宅区，还有学校和公园。在所进行的环境调查中，发现土样中有高浓度的六价铬污染；虽然居民没有受到肉体伤害，但都感到不快，有受刺激症状。为了防止居民受害，根据现行的土壤污染对策，当局正在兴建大规模的土木工程，以封闭受污染的土壤，估计耗资数亿日元，全部由公司方面承担。

诸如此类的土壤污染问题，是今后应当着重研究的重要课题之一。

## 九、全球规模的环境污染

全球规模的环境污染问题正在迅速引起人们的关注。这是因为在南极的水中和在阿尔卑斯山的冰雪中都检出了铅。超音速飞机在同温层中飞行所排出的氧化氮破坏了臭氧层，有可能使人类的皮肤癌增加。此外，早就开始的大气中二氧化碳浓度的增加以及微小颗粒物及气溶胶的增加，可能引起气候变化，这些都使人们感到忧虑。

1982年的内罗毕会议对全球规模的环境污染，着重指出了大气方面的三个问题。

(1) 二氧化碳浓度确实上升，二氧化碳的温室效应是已经得到公认的事实。从1850年到1980年期间，由这种温室效应造成的气温上升是1—2℃，这对气象和农业都产生了不良影响。微小颗粒物浓度的增加对气温的影响尚无定论，有待于今后的研究。

(2) 大量使用氟利昂气体会使同温层受到破坏，这个问题也已引起人们的忧虑。随着氟利昂浓度的上升，到2050年臭氧层将会减少10%。臭氧层的减少使到达地面的紫外线量增加，从而增加了发生皮肤癌的可能性。

(3) 大气污染物的长距离飘移，已逐渐成为一个重要的问题。硫氧化物和氮氧化物经过数千公里的飘移而形成酸雨，造成环境危害。也有人提出光化学氧化剂的长途飘移问题。

除以上问题外，还应引起注意的是海洋的石油污染问题。从1970年到1978年期间，共发生46起重大的漏油事故，漏入海洋中的石油达1188870吨，污染面积占海洋总面积的10%。

## 十、环境问题的解决和污染控制技术

以上仅提到环境问题的一些重要方面，但由此已经可以看到人类的活动对环境产生的压力在日益增大，若对这些环境问题不加以解决，压力将会越来越大。

对于这些环境问题，必须依靠消费者、实业家、政府官员、政治家、科学家、新闻

记者；以及其他各种人来共同寻求解决的途径。

1960年以来，一般公众对环境的关心在迅速增加。环境问题与其他问题最大的不同之处，就在于它从一开始就受到了很多人的关注。

以前美国的多诺拉事件，五十年代英国的伦敦大气污染事件，以及原子弹试验造成的环境破坏等问题，都是众所周知的。此后，人们又认识到了很多关于环境破坏的问题。因此，目前各国都在环境污染问题方面作大规模宣传，依靠专家们的研究，又赢得公众舆论的支持。

随着经济的发展，人民的生活得到了改善，消费水平也提高了。但这往往会产生新的环境问题，反过来威胁人类的健康和福利。人们要求在消费水平提高的同时，保证有清洁的水和空气，安静的环境，美丽的景色和丰富的大自然，总而言之，就是要提高生活的质量。为了保护和创造舒适的生活环境，各国都在广泛收集情报资料，拟定开发计划，合理调整工业布局，发展环境调查，制定环境政策，严格环境标准和排放标准，建立环境影响评价制度，制定环境法律，普及环境保护教育等。为防治污染各国都作出了努力，关键是革新生产技术。例如，生产噪声小的新型飞机，开发汽车尾气处理装置，采用无害工艺及闭路循环体系，改进燃烧技术和装置，开发省能的生产工艺等等。

但是，工业生产中“三废”总是不可避免要产生的，而且在某些国家和地区仍有发展的趋势。因此，污染控制技术的研究一直是各国环境保护部门的重要课题，许多投资省、效率高、操作简单、能回收资源的先进技术相继被开发出来，相应的设备在向定型化、成套化、自动化方向发展。

### 1. 大气污染控制技术

(1) 二氧化硫污染的防治。这是各国七十年代大气污染防治的重点，主要抓燃料和排烟处理。其措施是：降低燃料含硫量、建造高烟囱、进行排烟脱硫。排烟脱硫率高，成本较低，技术易过关，受到各国的普遍重视。迄今为止，烟气脱硫法已发展到60—70多种，大多数采用石灰或石灰石洗涤工艺，也有的采用碳酸钠、氧化镁、双碱和亚硫酸钠洗涤。日本排烟脱硫技术在七十年代取得了突飞猛进的发展，1970年，各类烟气脱硫装置不到100套，从1972年到1976年，平均每年增加222套，处理能力增加228万标米<sup>3</sup>/时。现在日本拥有烟气脱硫装置1300套以上，总处理能力超过 $1.3 \times 10^9$ 标米<sup>3</sup>/时。目前，世界上出现的新工艺有氧化铜吸收、干法吸收、干法碱洗涤、活性炭干法脱硫、柠檬酸盐工艺等，丹麦尼罗雾化公司(Niro Atomizer)最近几年研制的喷雾干燥吸收器已在美国和欧洲有20套装置在运行和建造中，总功率5300兆瓦。对含硫0.3—4.0%的煤，其SO<sub>2</sub>脱除率70—90%。

(2) 氮氧化物污染的防治。氮氧化物的治理技术是近几年研究的重点之一。根据其生成机理，一般采用两种控制方法，一是限制氮氧化物的生成，二是烟气脱氮。比较广泛采用的污染控制技术是改变锅炉和炉窑的运转条件或采用新的燃烧技术，如低过剩空气燃烧，非化学当量燃烧、烟气再循环、降低燃烧速度等。日本东京造纸厂采用“二段低氧化氮燃烧装置”，使锅炉烟气中氮氧化物降低到以210ppb以下。

烟气脱氮多采用氨选择性催化还原法，脱氮率85—95%。氨选择性非催化还原法



用于控制民用锅炉氮氧化物的生成也相当有效,已受到各国愈来愈大的关注。同时脱硫脱氮技术,如氨作还原剂的氧化铜-二氧化钛体系,电子束辐射等也都在进行研究和试验,并取得了初步的结果。

(3) 烟尘污染的防治。各国对于烟尘污染主要从两方面去防治:一是改进燃料结构,如以油代煤、以气代煤、采用无烟燃料等;二是配备消烟除尘装置,如布袋除尘器和静电除尘器等。在日本,静电除尘应用得比较广泛,电厂锅炉除尘应用达94%,水泥和耐火材料厂为71%,钢铁企业为56%。目前电除尘器最大处理能力达180万标米<sup>3</sup>/时,排出口含尘量低于50毫克/米<sup>3</sup>。

## 2. 水污染控制技术

(1) 合理利用水资源,发展城市污水资源化。为了控制水污染,防止水资源危机,许多国家都在研究合理用水节水的措施,以压缩用水量,降低各种产品用水的单耗,减少排污量,提高循环使用率和重复利用率。美国的工业用水循环使用率1970年36.8%,1975年49.0%,1980年67.0%,1985年计划达到75%,2000年计划达到89.0%;全国用水循环使用率1975年28.0%,1985年计划达到52.0%,2000年计划达到72.0%。苏联工业用水循环使用率1971年53.7%,1985年计划达到75—80%;日本1969年48.1%,1970年51.7%,1985年计划达到70.0%;西德1965年63.0%,1969年64.3%;南非的钢铁工业达92.2%,热电97.5%,煤和炼油92.7%,化学工业96.6%。

当前许多国家都把城市污水当作新的水源。实践证明,城市污水经适当处理可用于工业、农业、渔业和城市建设等领域,而其投资费用往往比开发新水源要低。

美国到1971年止利用城市污水的工厂达358处,城市污水回收量5.1亿立方米。回用对象有钢铁厂、化工厂、热电站、炼油厂、冶炼选矿厂等。日本东京1971年利用城市污水量534万米<sup>3</sup>/日,1975年增至900万米<sup>3</sup>/日,1985年预计发展到1100万米<sup>3</sup>/日。许多工厂利用城市污水处理厂的二级出水,还设置专门的管道系统,谓之“中水道”(杂用水道)。许多事业单位和研究所也发展“中水道”,将污水净化后用于冲洗厕所和汽车等。

(2) 利用城市污水灌溉农田,发展土地处理系统。英国、法国、波兰、澳大利亚、美国、苏联等都比较普遍。美国1955年已有一百多个污水土地处理系统,1964年有二千多个净化生活污水和工业废水的土地处理系统。七十年代美国西南部干旱或半干旱诸州的污水土地处理厂占全国总数的80%。据最新资料,美国目前有724个污水处理厂,每日出水流量340万立方米用于土地处理系统。到2000年预测将有1343个污水处理厂,用于土地处理系统的城市污水日流量将达650万立方米。澳大利亚、以色列、南非等地均建有规模巨大的污水土地利用系统。1950—1970年间,大多数国家主要是发展二级城市污水处理厂,最多是美国,目前美国每一万人就有一座污水处理厂。七十年代中期提倡污水土地处理系统,近年来发展很快。

(3) 完善二级生化处理,发展污水三级处理体制。一级处理属预处理,主要目的是去除悬浮物质,均和水质,减轻腐化等,以降低二级处理的负荷量。采用的工艺技术主要有格栅、沉砂池、浮选、中和等。