

环境保护知识丛书

工业污染源 控制

李惕川 编

化学工业出版社

JIANJING BAOHU ZHISHI CONGSHU

50.955

268

C.I.

环境保护知识丛书

工业污染源控制

李惕川 编

zk568/01

化学工业出版社

内 容 提 要

《工业污染源控制》是《环境保护知识丛书》的一个分册。全书共六章，从与环境关系密切的五大工业部门，即化工、矿业、冶金、轻工及能源工业入手，比较全面地介绍了有关解决工业环境问题的具体技术。内容包括这五大工业部门的主要污染物、污染源的产生和危害；环境管理的经验和方法；技术改造与综合利用的政策和途径；污染控治的技术和措施等。为工业企业，特别是这五大工业部门的企业解决污染问题提供了良好的经验和较具体的措施。

本书可供广大从事环保工作的各级领导干部和职工，一般经济管理干部，以及具有初中以上文化水平的教职员、学生阅读。

环境保护知识丛书 工 业 污 染 源 控 制

李惕川 编

责任编辑：张婉如

封面设计：季玉芳

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本850×1168 $\frac{1}{2}$ ，印张9 字数244千字 印数1—4,970

1987年7月北京第1版 1987年7月北京第1次印刷

统一书号15063·3903 定价 2.25 元

《环境保护知识丛书》编委会成员

主任委员：曲格平

副主任委员：刘天齐

刘培桐

委员（按姓氏笔画排列）：

马太和

王绍汉

刘天齐

刘培桐

曲格平

李惕川

张敦富

郭宝森

前 言

工业“三废”的排放和资源、能源的不适当开发所造成的环境污染和生态系统的破坏问题，举世瞩目。我国的环境问题，特别是城市环境污染问题已趋严重。北方城市大气中颗粒物100%超标；二氧化硫有30%的城市超标；酸雨危害几乎遍及江南；城市地面水和地下水已普遍受到有机物的污染，重金属的污染和危害尤为严重；我国废弃物处理效率低，但排量不断上升，“新渣”、“旧渣”逐年叠加，已构成很大的环境压力。

人们从长期生产和环境保护实践中逐步认识到，不顾环境的生产增长和为保护环境而停滞生产增长（“零增长”）都不足取，只能是保证生产与环境协调发展，即所谓经济建设、城乡建设和环境建设同步规划、同步实施、同步发展。即十二大提出在本世纪末实现国民生产总值翻两番的宏伟战略目标之后，于1983年底第二次全国环境保护会议上，我国又将环境保护提到“基本国策”的至高地位，并提出到本世纪末力争全国环境污染基本得到解决，自然生态基本恢复良性循环的环境保护奋斗目标。

一般来说，随着生产发展污染会加重，产值翻两番，污染怎么办？这是摆在各工业部门面前的一个十分现实而严峻的问题。近百年的经验和教训说明，仅仅依靠以终端（排放口）处理为主的单项治理技术，是难以解决复杂因素组成的环境问题的，况且经济支持也无法保证。工业污染源的有效控制，必须首先加强环境管理；结合企业技术改造，提高资源和能源的利用率，尽量把污染消灭在生产过程中；开展综合利用使“三废”资源化；以及尽可能采取技术可行、经济合理和效果明显的净化技术等。目前，我国正向从环境整体上寻求区域综合治理的最佳方案发展。这是国内外近年来工业污染控制的基本经验和发展的特点。我国中小企业居多，技术、

经济落后，管理水平不高，更拟采取环境、经济、社会三种效益统一，以防为主、防治结合、综合治理的方针。

鉴于上述，现代工业企业的广大工人、干部和环保工作者应当既有生产观点又有生态观点，应当懂得一些环境管理、治理和综合利用等方面的基本知识，这是实现本世纪末我国经济和环境两个战略目标的需要。本书遵循这一目的而编写，但因涉及诸多工业部门和领域，特别是水平有限，力不从心，不能如愿以偿，不妥之处诚盼指正。涉足资料书刊较多，恕不一一列出。

本书编写过程中得到刘天齐同志的热忱帮助；所有插图承周巧玲工程师协助绘制，在此一并致谢。

编 者

1986 年

目 录

第一章 工业污染源	1
第一节 工业污染是恶化环境的罪魁祸首	1
一、连绵不绝的工业污染事件	1
二、我国工业污染已趋严重	3
第二节 工业污染的巨大危害	4
一、对人体健康的危害	5
二、工业污染的经济损失	6
第三节 工业污染源	7
一、大气的工业污染源	8
二、水体的工业污染源	19
三、工业固体废物污染源	28
第四节 防治工业污染的有效途径	31
一、国外工业污染防治的发展道路	31
二、我国防治工业污染的有效途径	32
第二章 化工污染源控制	35
第一节 化工污染与危害	35
一、化工污染的特点	35
二、化学工业的主要污染物	37
三、化工污染物的危害	41
第二节 化工企业的环境管理	49
一、整顿老企业与控制新污染源	50
二、严格控制污染物的流失	51
第三节 化工企业的技术改造与综合利用	62
一、结合技术改造治理污染的途径	63
二、综合利用的方法	65
第四节 化工废气的净化	71
一、除雾技术	71
二、净化有害气体的基本方法	74
三、硫酸尾气中二氧化硫的净化	83
四、硝酸尾气中氮氧化物的净化	85
五、磷肥厂含氟废气的净化	88
六、石油炼制尾气中硫化氢的净化	89

七、有机化工废气的净化	93
第五节 化工废水的治理	95
一、治理原则和处理方法的选择	95
二、处理工业废水的物理方法	98
三、处理工业废水的化学方法	101
四、处理工业废水的物理化学方法	105
五、处理工业废水的生物化学方法	111
六、酸、碱废水的处理	116
七、含酚废水的处理	120
八、含氰废水的处理	124
九、含油废水的处理	128
十、含汞废水的处理	131
十一、含铬废水的处理	134
十二、农药废水的处理	140
第三章 矿业污染源控制	144
第一节 采矿工业的环境问题	144
一、矿业生产	144
二、矿业中的环境问题	146
第二节 矿业的环境管理	152
一、规划与布局	152
二、环境影响报告书 (EIS)	154
第三节 矿业废水的控制	157
一、矿山酸性废水的防治	158
二、选矿废水的治理	160
三、洗煤水和火药厂废水的防治	163
四、监测控制	164
第四节 矿业废渣的处理与利用	168
一、矿业废渣的种类与数量	168
二、矿业废渣的无害化处理	169
三、矿业废渣的综合利用	171
第四章 冶金工业污染源控制	173
第一节 冶金工业的环境问题	173
一、冶金工业是环境污染的“大户”	173
二、钢铁工业的环境问题	174
三、有色冶金工业的环境问题	176
第二节 钢铁工业污染源	178

一、钢铁工业的生产工序	178
二、炼焦污染源	178
三、矿石准备污染源	179
四、炼铁污染源	180
五、炼钢污染源	181
第三节 钢铁工业的环境管理	183
一、环境管理的体制与机构	184
二、环境管理的规章制度	185
三、环境的计划管理	186
四、环境保护的统计工作	187
五、环境监测	189
第四节 钢铁废水治理	191
一、焦化含酚废水的处理	191
二、高炉、转炉烟气洗涤水的处理	192
第五节 钢铁烟尘治理	194
一、除尘器	195
二、烧结机尾烟气的净化	200
三、吹氧平炉烟尘净化	201
第六节 钢铁“三废”综合利用	202
一、水资源的回收	203
二、热资源的回收	204
三、钢铁渣的利用	205
四、含铁尘泥的利用	206
第五章 轻工业污染源控制	208
第一节 轻工业的环境污染	208
一、轻工业是多行业的综合体	208
二、轻工业是环境污染的“大户”之一	208
三、轻工业的污染危害	209
第二节 轻工企业的环境管理	210
一、健全环保机构, 厂长亲自领导	211
二、综合防治, 厂内为主	212
三、加强企业的环境监督管理	215
第三节 造纸工业的污染与防治	216
一、造纸工业污染的特点	216
二、造纸工业污染的产生	217
三、黑液的回收和综合利用	219

四、造纸废水的厂外处理·····	222
第四节 制革废水的污染防治·····	224
一、制革废水的形成和危害·····	224
二、制革废水的处理方法·····	226
第五节 食品工业污染与防治·····	228
一、食品工业的范围和污染问题·····	228
二、食品污染危害和防范·····	229
三、食品工业废水的处理·····	232
第六节 印染工业废水的污染防治·····	234
一、印染废水的产生·····	234
二、印染废水的危害·····	237
三、印染废水的厂内处理·····	237
四、印染废水的无害化处理·····	239
第六章 能源工业污染源控制·····	241
第一节 能源的分类与能量的度量单位·····	241
一、能源的分类·····	241
二、能源与能量的度量单位·····	242
第二节 能源消费与能源结构·····	243
一、能源的消费量·····	243
二、能源结构·····	244
第三节 能源工业与环境·····	246
一、能源的环境影响·····	246
二、能源环境政策·····	247
第四节 火力发电厂的污染防治·····	249
一、火力发电厂的大气污染防治·····	250
二、火力发电厂“废热”的污染防治·····	254
第五节 汽车尾气的污染与控制·····	258
一、发动机有害物的形成·····	258
二、光化学烟雾·····	260
三、汽车尾气的净化·····	263
第六节 核工业的污染与控制·····	265
一、核燃料与核电厂·····	265
二、核电厂的环境问题·····	269
三、核电厂的热污染与处理·····	270
四、放射性废物的产生与危害·····	270
五、放射性废物的处理·····	274

第一章 工业污染源

第一节 工业污染是恶化环境的罪魁祸首

一、连绵不绝的工业污染事件

在从远古时期到十八世纪中叶,即工业革命以前的漫长岁月里,工业基本上属于手工操作,能源主要是风力、水力和畜力,燃料以木材为主。这些小规模的生产活动对人类赖以生存的自然环境(空气、水、土壤)骚扰不大,引入的“异物”大多能被环境所“消化掉”。因此,可以认为人们是生活在一个比较清洁的环境中,没有觉察到来自环境的威胁。

工业革命之后到十九世纪末,由于蒸汽机的出现与广泛使用,使生产力和生产规模以空前速度发展起来。煤的开采与消耗量激增,工业、人口集中于城市,工业生产排出的大量废气、废水和废渣在环境中集聚而难以“消化”,即工业污染使城市生活环境发生了明显的恶化。1873年首先在工业革命的策源地英国,发生了举世闻名的烟雾事件。由于大气中烟尘和二氧化硫的弥漫,单是伦敦就先后发生了十几起烟雾事件,夺走了近万人的生命。十九世纪末,日本发生一起震动世界的足尾铜山污染事件。冶炼废气中除二氧化硫外,杂有剧毒的砷化物和有色金属粉尘。有害气体使附近整片山林和庄稼毁坏,有的土地寸草不生,影响方圆400公里。污水流进渡良濑川,使鱼虾憋死。当时,又恰遇洪水泛滥,铜矿污水横流,所到之处田园荒芜,数十万人流离失所。有人描述当时的情景是:“二十年前的肥田沃野,变成黄茅白草满目惨憺的荒野”。

本世纪初至五十年代,继英国之后,美、法、德、俄、日等国相继完成工业革命。二次世界大战的刺激,使得电力、石油、化工、

汽车、造船、机械制造等一系列新的重工业部门建立起来，形成了许多大工业区和大工业城市。石油等新能源被大量利用（1956年达到6亿吨），内燃机迅速发展取代了蒸汽机。以致工业对环境的污染更趋严重，并由点源污染扩大到区域性污染。大气污染方面，从早期伦敦烟雾型的煤烟危害，发展到五十年代出现的新型的美国洛杉矶的光化学烟雾；在水污染方面，从早期对水生动植物的影响，发展到日本的水俣病（有机汞中毒）、骨痛病（镉中毒），直接威胁千百万人民的生命和健康。各工业先进国家的过去引为民族骄傲的大河流，如美国密西西比河、英国泰晤士河、苏联伏尔加河、欧洲的多瑙河等等，由于工业废水的不断泻入，而变成了“污水渠”。近五十年来，资本主义国家发生了几十起工业污染的公害事件，真可谓此起彼伏，连绵不绝。

更为不幸的是本世纪五十年代以后。由于科学技术突飞猛进，能源与资源的开发肆无忌惮，工业生产的发展速度前所未有，令人吃惊。特别是有机化学工业的发展，人工合成了许多化学物质，如多种化学纤维、塑料、橡胶、染料、化肥、农药和多种有机产品如多氯联苯等。这些物质中很多是自然环境所难以降解的，如DDT在土壤中可以残留10~15年之久。它们流失于自然界中成为“顽固”的污染物。到1972年为止，全世界人工合成的化学物质达400多万种，年产6000多万吨（其中毒物约50万种，400万吨）。每年施用的矿物肥料4亿吨（其中毒物约400万吨）。所有这些物质有50%以上被冲刷到江河湖海和飘荡于大气中。此外，每年还有3000万吨以上的有毒重金属和数千万吨废油排入天然水域。七十年代以后，这种趋势有增无减。这样，种类繁多、数量惊人的有毒、有害污染物，以排山倒海之势不断倾泻于环境之中，并通过自然循环扩散到世界各地，即使南极的冰川和企鹅体内也发现有DDT等多种杀虫剂的踪迹。致使环境污染又由区域性扩展成为全球性问题。污染物还通过食物链在动物脂肪中成万倍浓缩富集，而迫使许多动物停止繁殖和不能孵化。据统计，目前世界上已有数百种动物和鸟类绝种。人类生活这样的环境里，尤其在现代工业城市中，确有四面楚歌之感。

近些年来，无论是在日本，还是在美国，工业污染事件和事故非常频繁，此害未平，它害又起。

值得引起注意的是，现在全世界每年消耗化石燃料高达70亿吨。如此巨量化石燃料的燃烧，排出的二氧化碳已超过了环境的调节能力。据推测1850年以前，大气中二氧化碳含量约为190 ppm^①，到1978年已增至330 ppm。若按目前速率增长下去，二氧化碳产生的“温室效应”将使全球气温升高，结果会引起南、北极冰川融化，带来灾难性的后果。此外，大气污染物导致臭氧保护层的破坏，以及酸性降雨的形成，都是令人关注的全球性、长远性危害效应，有可能从根本上打破生态系统的平衡，给人类带来无可挽回的灾难。

二、我国工业污染已趋严重

发展中国家随着经济的发展，工业污染也越来越严重。墨西哥每年近十万人死于污染造成的后果。巴西的库巴坦市因受化工、冶炼厂的污染，得到“死亡的山谷”之称。因此，环境保护已成为第三世界的紧迫任务。1980年东盟国家在马尼拉制订了共同环境规划，提出发展经济与保护环境相互协调的方针。

我国属于发展中国家，工业还不发达，但污染已趋严重。首先，工业“三废”的排放总量逐年增加。据北京、上海、黑龙江、湖北、河南、安徽、福建、辽宁、四川和陕西十省市的统计，1979年工业和生活废水每天排放量是3730万吨，比1978年增加7%，比1977年增加21%；废气排放量每天63亿立方米，比1978年增加5%，比1977年增加17%；废渣全年排放3.1亿吨，比1978年增加3%，比1977年增加10%。

我国一些工业城市环境污染和噪声危害甚为严重。城市上空烟尘弥漫，大气中有害物含量很高。据57个城市的统计，所有城市大气中的飘尘和其中15个城市的二氧化硫含量，超过了国家标准。有

① ppm(parts per million)即百万分之几，是一种微量浓度表示法。对于气体：1 ppm = 1 毫升/立方米；对于水：1 ppm = 1 毫克/公斤 ≈ 1 毫克/升。

的城市每月每平方公里的降尘量高达103.75吨。一些城市如北京、上海、南京等的交通噪声，中心地区超过80分贝，这比纽约、东京还要利害。

我国自然资源和生态平衡的破坏也很严重。如水资源的污染破坏情况就很令人担心。据对82条河流和河段的调查，其中45条主要河流和河段受到酚、氰、汞、铬、砷及其它有害物污染。有的还属于重度污染，如松花江流域已发现类似“水俣病”患者，不少小河流实际上已变成臭水沟，鱼虾绝迹，淡水鱼的捕获量直线下降。许多城市由于工业污染和过度开采，地下水位以每年近1米的速度下降，而硬度却以近1度的速度上升。水质由原来的碳酸盐型变成硝酸盐或硫酸盐型，水味发苦，北京和沈阳就出现了这种水源枯竭、水质恶化的严重状况。此外，我国森林覆盖面积本来就是世界上少的国家之一，由于滥伐、毁林及污染等原因，每年还要减少250多万公顷（1公顷 = 10^4 米²）。从而引起降雨量大大减少，造成水土流失面积高达全国土地面积的六分之一，全国草原和土地的沙化、碱化和退化面积占草原可利用面积的五分之一，并由此而致使一系列珍稀动物濒临灭绝。可见，工业污染和其它人为因素，使自然环境的破坏是相当严重的。而自然环境——土地、矿藏、森林、草原、空气、水、水产、野生生物等，又是人类发展生产的物质基础。因此，环境污染和生态破坏已影响和阻碍了生产力的发展。更令人不安的是破坏了人类赖以生存的条件，这与我们发展生产、创造财富、改善生活的目的是完全背道而驰的。

第二节 工业污染的巨大危害

工业随意排放三废，使环境质量恶化，并影响到食物（粮食、蔬菜、肉类等）质量，进而损害人体健康。此外，腐蚀建筑物、生产设备和破坏生产过程的现象也很严重。这里扼要介绍对人体健康的危害和可能造成的经济损失。

一、对人体健康的危害

环境污染对人体健康的危害情况，大致可分为急性、慢性和潜在危害三种。

1. 急性中毒

近些年来，世界范围内发生多起煤烟型和光化学烟雾型的大气污染急性作用事件，促使数千人急性死亡，更多的人得眼、支气管等急性炎症。我国虽还未造成上述大规模的大气污染死亡事件，不过已有某些城市大气中颗粒物和二氧化硫浓度，已达到或接近1952年伦敦烟雾事件时的水平（飘尘2090微克/立方米，二氧化硫1733.5微克/立方米）。若遇到适宜的地形、气候条件（盆地、无风、逆温等），也会出现严重的急性污染事件，因此绝对不可掉以轻心。

国内外由于工业生产中的跑漏事故，造成的急性中毒事件是屡见不鲜的。日本大阪工业生产中曾发生1488次毒气污染事故和626次水污染事故，其中除毁田死鱼外，也造成不少人畜伤亡。1984年12月3日，印度博帕尔农药厂发生甲基异氰酸酯泄漏，死亡2500多人，20多万人受到不同程度的伤害，其中估计将有10万人终身残废，五万人可能双目失明。我国有的冶炼厂和农药厂也多次发生跑漏氯气的中毒事故；也曾发生过数吨剧毒氰化物的流失事故。死鱼和毁灭农作物的事故则更为普遍。仅就13个省市的25个厂矿企业的统计，因二氧化硫污染危害就损失粮食3562万斤，蔬菜199万斤，赔款达595万元。

2. 慢性中毒

一般长期接触浓度较低的某些毒性污染物，会造成累积性慢性中毒。日本的水俣病就是长期饮含甲基汞的污染水或食被甲基汞污染的鱼所致。在我国松花江的渔民中已出现有类似水俣病的症状。重金属和难降解有机物都能使人产生慢性中毒。此外，空气中含有刺激气体和尘粒会引起慢性呼吸道疾病。据1981年我国部分城市的不完全统计，有关反映对大气污染意见的来信、来访者占所有来信来访的47.5%，居各类环境问题的首位。说明我国大气污染已对人

群健康造成较大危害。

3. 潜在（远期）危害

据国外统计，近五十年来，全世界癌症发病率男性增加10~30倍，女性增加3~8倍。北京市1949年到1979年的30年间，癌症死亡率增加了145%，死因上升为第二位，其中与大气污染关系密切的肺癌居首位。流行病学调查与动物实验证明，人类癌症90%以上是由环境因素诱发，特别是环境中的化学致癌物。

另一种远期的污染危害，是某些人工合成物质，如敌百虫、敌敌畏、乐果、DDT及六六六等所致。经动物实验证实，它们不但有明显的毒性作用，而且还可能导致长远的遗传影响。它们能对各种细胞产生不可逆转的“致突变”作用，如使哺乳动物的生殖细胞发生突变，可导致不育、胚胎死亡、流产、畸形或引起其它遗传性疾病。一般认为，癌症是体细胞的突变（异常增生）；电离辐射可导致白血病高发。

近来，还发现氯乙烯、内吸磷（农药）等污染物对动物有致畸胎作用。这与上述生殖细胞受致突变物作用而形成的致畸胎的机理不相同。据报道，美国目前出生的婴儿中，畸形儿约占2%。六十年代初曾发生过震惊世界的塞利多米（译音，一种安眠药）致畸胎事件，使西德、英国多出生8000多名五官不正、四肢不全、甚至内脏短缺的畸形儿。从此引起了人们的重视。我国也曾发现妇女服用某些激素、降糖药、抗菌素等药物后产生畸形胎的。

目前，世界各国积极开展对多种人工合成物质，尤其是农药、药品、食品添加剂及环境中的多环芳烃等的潜在（远期）危害的深入研究。并召开过“三致”（致癌、致突变、致畸胎）国际会议进行交流，以达到使人类尽可能免遭化学污染潜在（远期）危害的目的。

二、工业污染的经济损失

工业污染造成的经济损失，一般包括：工业原料、能源的流失，对职工和居民健康的损害，对农业、牧业、林业和渔业的损害，对水资源的损害，以及对器物的腐蚀、损害等等。然而，上述经济损

失有的是可见的，有的则是不可见的或是难以统计及难以准确估价的。因而得到的数字往往偏低。即使如此，我们也能从工业污染造成经济损失的大体估算结果上，更为具体地（定量地）看到工业污染带来的巨大危害。此外，还应当懂得工业污染归根到底是个资源、能源的流失（浪费）问题，其实质就是一个经济问题。

据资料报道，1970年日本因大气和水域污染所造成的损失达15000多亿日元，相当每个日本人每年损失15000多日元；而同期的美国，其经济损失则达165亿美元，相当于每人每年损失80美元。苏联仅在水域污染的损失上就有60亿卢布，每人每年要损失20卢布以上。据最近报道，美国大气污染造成的因健康导致的经济损失高达290亿美元，其它损失达250亿美元。其中因酸雨一项造成的经济损失每年就达50亿美元。美国东部地区，材料受酸雨侵蚀的损失每年达20亿美元；仅纽约市一年就有600多万吨金属因酸雨而被腐蚀掉。

我国还缺乏大气污染经济损失方面的统计资料。但从我国烟尘及有害废气的排放总量为世界最大排量国之一来看，造成的经济损失肯定是巨大的。前述25个厂矿的二氧化硫污染造成的赔款就达59.5万元。全国几十万个企业中，对农、渔造成损害的为数众多。我国酸雨的经济损失也相当严重，如重庆市的嘉陵江大桥，其锈蚀速度为每年0.16毫米，每年用于钢结构维护的费用达20万元。

我国工业废水污染造成的经济损失，有人作了一个粗略的估算。目前每年排放工业废水为238亿吨，以1吨水污染20立方米水体计，则共污染4760亿立方米。按每立方米0.03元水资源费计，即达143亿元。如果把被污染的水恢复到地面水水质标准，按每立方米0.1元运行费计算，则高达476亿元。这里还不包括废水对人体健康、工业、农业、渔业等方面的经济损失。

第三节 工业污染源

总的来说，环境污染来自天然和人为两个方面。一般，近代社会人为污染是造成环境污染的主要来源。