

环境保护知识丛书

工业污染 防治途径

郭宝森 张敦富 编

化学工业出版社

ANJING BAOHU ZHISHI CONGSHU

环境保护知识丛书

工业污染防治途径

郭宝森 张敦富 编

化学工业出版社

内 容 提 要

《工业污染防治途径》是《环境保护知识丛书》的一个分册。全书共九章，从工业与环境的辩证关系入手，阐述了工业结构的全面规划与合理布局，加强企业管理，改进工业设备，采用低污染技术，实行废物资源化，调节自然净化力以及各种人工治理措施对协调和改善工业环境的作用和意义。并着重介绍了工业污染综合防治的理论和方法。本书还通过总结我国近年来工业环保工作的实践经验，将若干工业污染综合防治的工作实例扼要地介绍给读者。这些内容对运用综合防治方法，探索性地解决不同地区、不同企业工业发展和生产中的环境问题，具有一定的参考意义。

本书适于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程度的教职员工、学生们阅读。

环境保护知识丛书 工业污染防治途径

郭宝森 张敦富 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 $850 \times 1168^{1/32}$ 印张 $8\frac{7}{8}$ 字数 228 千字 印数 1—4,370

1987年7月北京第1版 1987年7月北京第1次印刷

统一书号 15063·3902 定价 2.10 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

在工业发展中对环境问题处理不当，曾使近代许多国家的生态环境与社会经济蒙受极大损害，酿成严重的环境污染与破坏。“先污染后治理”的环境对策，也曾使许多国家付出了高昂的代价。我国是发展中的社会主义国家，在工业化过程中，应吸取国内外经验教训，正确认识、处理工业发展中的环境问题，逐步探索出具有中国特色的、工业与环境同步发展的环境保护路线。即运用综合防治规划系列方法，先使大部分环境问题解决于工业发展的计划、规划和生产过程之中，再辅以“软”、“硬”技术措施，经济有效地解决工业环境问题。这不但对我国工业与社会发展有重大意义，而且对世界经济的发展和环境的保护也会产生较大的影响。

本书从工业与环境的辩证关系入手，阐述了通过工业结构的全面规划、合理布局，加强环境管理，改进工业设备，采用低污染技术，实行废物资源化，发展综合利用，调节自然净化力以及各种人工治理措施对协调、改善工业环境的意义。概述了工业环境问题和综合防治的理论、方法。扼要地总结了全国近年来工业污染综合防治的经验，并附有若干工作实例。对正确认识工业与环境的关系，正确理解我国的环保方针，提高环境素养，增强环境意识，进而结合我国国情、国力，运用综合防治方法，探索性地解决不同地区工业发展中的环境问题，具有一定的参考意义。

本书是参考我国近些年来贯彻环保方针，把工业发展与环境污染综合防治工作有机地结合起来的若干实际工作资料编写的中级读物，面向广大从事环境保护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程度的教职员工和学生。

本书在编写过程中受到刘天齐等同志的帮助，在此表示感谢。由于编者水平所限，内容叙述有不妥和不完善之处，敬请指正。

引用资料未一一列出。

编 者
1986年

目 录

第一章 工业与环境概述	1
第一节 工业与环境的关系	1
一、环境是工业发展的基础	1
二、环境对工业发展的制约	4
三、工业发展对环境改善的促进作用	8
四、工业对环境的破坏与污染	9
第二节 近代工业发展中的环境问题	12
一、近代世界工业环境问题概述	12
二、我国工业发展中的环境问题	15
第三节 工业环境问题的防治	19
一、世界工业环境问题防治发展概要	19
二、我国工业环境问题的防治	24
第二章 工业结构、布局与环境	28
第一节 工业结构、布局的环境意义	28
一、工业结构的环境意义	28
二、工业布局的环境意义	29
三、环境与工业经济相协调的途径	30
第二节 主要工业部门的环境问题	31
一、工业部门对大气的环境污染	31
二、工业部门对水体的环境污染	37
第三节 工业结构、布局与环境的全面规划	48
一、我国工业结构的演变与环境污染问题	48
二、我国工业布局的变化发展与环境污染问题	52
三、今后我国的工业结构、工业布局战略和环境战略规划	54
四、我国工业布局的三个层次及其环境战略规划	57
五、工业与环境协调发展的战略规划方法及其实例	69
第三章 工业环境管理	71
第一节 工业环境管理的概念、意义和存在的问题	71
第二节 工业环境管理的内容	74
一、制订工业环境保护规划	74
二、工业环境保护工作的协调	78

三、工业环境监督	80
四、推行工业企业环境责任制, 加强企业环境管理	82
第三节 工业污染控制指标和控制方法	83
一、评价企业经济活动的环境保护指标	83
二、工业污染控制方法	86
第四章 工业技术与环境保护	96
第一节 低污染技术开发的环境意义	96
第二节 通过工艺技术改造, 防治环境污染的途径和实例	98
第五章 综合利用与工业环境	108
第一节 综合利用及其意义	108
第二节 综合利用的途径及实例	111
第六章 工业污染物的人工(技术)净化	117
第一节 工业污染物人工(技术)净化的意义	117
第二节 主要人工(技术)净化简介	121
第七章 环境自然净化力的人工调节利用	133
第一节 环境自然净化力的含义	133
第二节 调节自然净化力的意义	133
第三节 大气污染物的化学转化	135
第四节 大气污染物的输送和扩散	139
第五节 水污染的化学转化	141
第六节 水质污染的估计	145
第七节 污染物在土壤中的累积与净化	146
第八节 调节利用自然净化力的基本途径	148
第八章 工业环境污染综合防治	155
第一节 工业环境污染综合防治的意义	155
一、工业环境污染的概念	155
二、工业环境污染的危害	156
三、工业环境污染综合防治的含义	157
四、工业环境污染综合防治的意义	158
第二节 工业环境污染综合防治的程序	159
第三节 工业环境污染的调查与评价	162
一、工业区域基本情况的调查	162
二、自然环境条件的调查	162
三、区域环境背景值的调查	163
四、工业区环境质量评价及主要污染物的确定	172
第四节 环境污染控制目标的确定	174

一、工业区域环境污染控制目标的内容	174
二、根据区域环境功能确定区域环境目标	175
三、考虑技术和经济的可能性, 进行损益分析	181
第五节 环境容量的估算	182
一、环境容量的含义	182
二、环境容量的估算方法	182
第六节 组建工业污染综合防治体系	190
一、定性分析组合方法	190
二、定量分析优化组合方法	191
第九章 工业污染综合防治实例简介	197
第一节 官厅水系流域工业污染综合防治	197
一、官厅水系工业污染源的治理	197
二、官厅水系工业废水的合理调配	201
三、充分利用自然界的净化能力, 积极慎重地发展污水灌溉	202
四、官厅水系今后发展工业的规划	203
第二节 北京东南郊工业污水 (BOD) 综合防治研究	208
一、系统分析的内容和方法	208
二、系统过程模型和参数的确定方法	212
三、系统状态变化分析比较方法	221
四、最终规划方案的选定问题	221
第三节 沈阳地区工业污染物总量控制	223
一、二氧化硫总量控制	223
二、重金属总量控制	229
第四节 山西能源基地工业环境污染综合防治规划研究及系列模型	230
一、模型研究的提出及功能概述	231
二、建立模型的基本原则	232
三、模型的研究程序框图简介	233
四、污染综合防治模型概要	235
五、模型的计算程序框图简介	243
六、四个子模型的主要计算结果	244
第五节 上海缝纫机一分厂工业污染综合防治研究	250
一、工厂概况	250
二、周围地区的环境状况	250
三、工厂污水的允许排放量	252
四、废水综合防治措施研究	253

第一章 工业与环境概述

第一节 工业与环境的关系

一、环境是工业发展的基础

近代和现代意义上的工业，是指以机器和机器体系做为劳动手段，采掘自然物质资源和对工业品原料及农产品原料进行加工的社会生产部门。通常，工业包括采掘和加工工业。为了社会的发展，工业要进行扩大再生产。不论简单再生产还是扩大再生产，人类社会都得通过一系列的劳动加工，把周围环境里的自然资源，最终转化为生活资料，以满足人类社会生存和发展的需要。工业的扩大再生产较之简单再生产，要求较多地把资源转化为生产与生活资料。所谓较多地转化，无非有两种办法，一种是增加被转化的资源总量，另一种是不增加资源的消耗总量，提高单位资源的转化率。前者扩大了工业生产能力，属于外延扩大再生产，后者提高了工业生产效率，属于内涵扩大再生产。总的来说，不论是简单再生产还是扩大再生产，都是以环境资源作为再生产的物质基础。没有环境资源这个基础，无论是哪一种工业再生产都将无法进行。若环境资源保持着良好状况，它就可以为发展生产提供广阔的前景；环境如果遭到污染和破坏，就必定会阻碍工业生产的发展。

工业发展的过程，是把资源转化引向纵深发展的过程。用简单生产工具，只能转化少量资源，转化率也低。而用复杂的机器生产，主要依靠科学技术，则能够转化大量资源，转化率也迅速提高。工业是现代化的社会生产形式，它使生产资料和生活资料日益丰富多彩，社会物质财富不断增加。

然而，工业所加工和转化的对象——资源（矿物或农产品等）

都是大自然的造化物，是在一定的环境中形成的。比如，在地壳的构造变化过程中，地下岩浆里不同成分的矿物在不同温度下结晶、富集而形成铁钛、锂铍、钨锡、铜锌、汞锑等矿床。在风化、输送、沉积过程中，不同比重、不同溶解度的矿物，在不同条件下富集起来，形成金、锡、铁锰和钾盐、钠盐、石膏等矿床。古代陆生和水生动植物遗体，在一定条件下被堆埋、覆盖形成现今的煤和石油等能源矿藏。矿石是岩石中的矿物的集合体。在矿石中一般至少可以提取一种有用矿物。矿物资源是具有经济价值的元素组合物，是采掘工业开发的对象，提供工业发展最基本的原材料。

绿色植物的光合作用是唯一的将无机物转化为有机物，从而使太阳辐射能转化为化学能的一种过程。庞大的动物界，主要依赖消耗植物而生存。人类的食物也是如此，要么直接取食植物，要么取食于靠植物过活的动物（如猪、羊、鸡、鸭）。总之，人类生活的基本来源最终都归结于绿色植物。有鉴于此，人们把绿色植物的生产力，称为“初始生产力”，它是决定其它一切生物发生、发展的基础，也是人类生活和工业生物资源开发的基础。生物的生产力是决定工业开发利用动植物资源的规模和方式的首要条件。

工业生产过程总要排出各种废弃物，污染大气、水体……。可是，当污染物数量尚在一定限度之内时，由于环境的自净能力，环境得以自动恢复，为工业的持续生产提供环境条件。在大气的运动过程中（大气以水平运动为主，垂直运动为辅。风是大气的水平运动），进行着自然界的物质输送。进入大气中的工业污染物，经过自然条件下的物理和化学作用，或是向广阔的空间扩散、稀释，使其浓度大幅度下降，或是受重力作用，使较重颗粒沉降于地面，或是在雨水的洗涤作用下返回大地，或是被分解破坏等，从而使空气得以净化。这种大气的自净作用，是一种重要的自然环境自动调节机能。

地表环境的水体在太阳辐射作用下，受热蒸发进入大气，在一定条件下发生凝结，并以降水形式降落地面。其中大部分降水形成地表径流或渗入地下形成地下径流，其最后的归宿是流入海洋或内陆湖泊。水的这种不断蒸发、凝结、降水、径流的转移交替过程，

叫水分循环。当污染物进入自然水体后，可溶物质或悬浮的固体微粒，在流动中得到扩散稀释。固体污染物经沉淀析出，使水体浓度降低，这是水体的物理净化作用。进入水中的有机物，通过生物活动，尤其是微生物的作用，使其分解而降低危害，这是水体的生物净化作用。在水体中，污染物还可由于氧化、还原、吸附和凝聚作用等而使浓度降低，这是水体的化学净化作用。通过上述各种自净作用，可使受污染的水体恢复到原来的状况。工业生产和人类生命活动中的代谢废物，给自然环境带来多种“异物”，造成“污染”。在正常情况下，受工业污染的环境经过一定的自然过程，都具有恢复到原来状态的能力。一般都把这种能力统称为环境的自净作用。因此无论从供给工业生产所需的矿物和生物资源来看，还是从净化工业排放的废弃物来看，环境既是工业生产的基础，也是工业发展的基础。

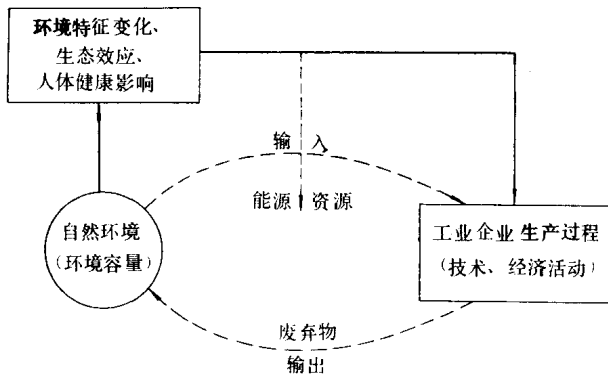


图 1-1 工业生产过程与自然环境的关系

图1-1表示工业生产过程从环境取得资源并向环境排出废物的情况。如果环境资源遭到破坏与污染，工业生产过程就无法进行。总之，环境保护重要的任务之一是保护资源，使资源处于最佳方式以便开发利用。亦即只有搞好环境保护，才能保证工业的持续发展；那种以牺牲环境谋求工业发展的作法，只会使工业发展迟缓，甚至破坏工业发展的物质基础。

二、环境对工业发展的制约

环境资源既是工业发展的物质基础，又是工业发展的制约（约束、限制）条件。在一定的时间和地点，一定的技术发展水平情况下，总是存在着一定的发展制约性条件。对于工业发展的需求，环境的供应能力总是有限的（即环境的承载能力是有限的）。如矿物、生物资源对工业的开发利用就存在着一种制约。因为，与地壳总体相比，有经济价值的矿物资源总数是微不足道的，而且一般说是经过几千年至若干亿年的长时间集聚生成的。但是，人类对资源的消耗量却在迅速增长。从1950年以来，全球铁矿石年消耗量增长4倍。近三十年来，能源的消费量增加了约2倍。目前一年内世界消耗的矿物燃料数量，相当于自然界40万年通过动、植物界所固定的太阳能。资源消费速度与资源形成速度之间，存在着严重的不平衡。因此，为了人类的生存与工业的发展我们必须节约使用现有资源并寻找替代资源，以便减缓资源的消费进度。据研究，现在即使随着可利用资源的减少而采取涨价，以减缓矿物资源消费这样一些经济手段，铂、金、锌和铝的数量似乎仍不足以应付需求。按现在发展的速度，银、锡和铀等到本世纪末即使按更高的价格销售也可能供不应求。如果按现在的消费率发展，到2050年，将有更多的矿物可能耗尽。表1-1列出的是一些比较重要的矿物资源和能源资源的使用年限。

表 1-1 不可再生的自然资源

资源名称	已知全球储量	按现趋势消费量的维持 年限，年	规划指标（c）， 每年%			指数指标（d）， 年	指数指标预测的 用5乘已知储量 （e），年
			高	中	低		
铝	1.17×10^9 吨	100	7.7	6.4	5.1	31	55
铬	7.75×10^8 吨	420	3.3	2.6	2.0	95	154
煤	5×10^{12} 吨	2300	5.3	4.1	3.0	111	750

续表

资源名称	已知全球储量	按现趋势消 费量的维持 年限, 年	规划指标 (c), 每年%			指数指 标 (d), 年	指数指标预测的 用 5 乘已知储量 (e), 年
			高	中	低		
钴	2.2×10^6 吨	110	2.0	1.5	1.0	60	148
铜	308×10^6 吨	36	5.8	4.6	3.4	21	48
金	353×10^6 (金衡制) 盎司	11	4.8	4.1	3.41	9	29
铁	1×10^{11} 吨	240	2.3	1.8	1.3	93	173
铅	91×10^6 吨	26	2.4	2.0	1.7	21	64
锰	8×10^8 吨	97	3.5	2.9	2.4	46	94
汞	3.34×10^6 瓶	13	3.1	2.6	2.2	13	41
钼	4.9×10^6 吨	79	5.0	4.5	4.0	34	65
天然气	1.14×10^{15} 立方英尺	38	5.5	4.7	3.9	22	40
镍	147×10^9 磅	150	4.0	3.4	2.8	53	96
石油	455×10^9 桶	31	4.9	3.9	2.9	20	50
铂族m	429×10^6 (金衡制) 盎司	130	4.5	3.8	3.1	47	85
银	5.5×10^9 (金衡制) 盎司	16	4.0	2.7	1.5	13	42
锡	4.3×10^6 磅	17	2.3	1.1	0	15	61
钨	2.9×10^8 磅	40	2.9	2.5	2.1	28	72
锌	123×10^6 吨	23	3.3	2.9	2.5	18	50

注: 1 (金衡制) 盎司 = 31.103 克;

1 磅 = 453.6 克;

1 英尺³ = 0.0283 米³;

1 桶 = 0.159 米³;

1 瓶 = 0.1 公斤。

地壳中含有大量原材料, 人类已经学会开采并将其转化为有用的东西的方法。原材料量也许很大, 但不是无限的。现在我们已经知道, 工业需求量是按指数迅速增长的。为了确保将来有适量的资源可用, 工业必须采取减少消耗资源的政策。今天, 世界上大多数地区仍认为实现再循环和更好的产品设计是昂贵的, 是“不经济的”。可是, 只有有效地实行这些政策, 才能在工业增长的同时避免矿物资源短缺的危险。

地表环境在单位面积、单位时间内所获得的太阳能大约为 2 卡/厘米²·分 (1 卡 = 4.18 焦耳)。由于太阳辐射和大气层的相互作用,

这些能量不能全部到达地表，实际到达地表的能量为全部太阳辐射能的50%，约30%的能量经过反射回到了宇宙空间。约99%的入射太阳能波长在0.2~0.4微米之间，被地球和大气吸收转变为热红外线光之后，又以长波的形式再反射回空间。大量研究表明，在自然条件下，全部入射能量转变为绿色植物生产者合成的总生产量，其能量固定率很少超过3%。比较典型的效率大约为1%，而1%的效率是在比较有利的环境条件下才可能达到。估计在整个绿色植物界，全年平均总的初始生产力的效率仅为0.2%，固定的太阳能约为 1.17×10^{20} 焦耳/米²。

环境中生物量的总数，据估计为24232亿吨，不过是地壳重量的0.1%。其中生产者的生物量（又叫植物量）竟占去99%。这表明，不能独立制造有机物的动物和微生物需要99倍于动物、微生物质量的植物生产者进行生产，才能维持生活，并相互保持平衡。人类生活和工业生产必须采用的植物和动物资源利用量，必须和动植物生产量保持适当的比例，才能协调其发展。工业对生物资源的开发，要控制在生物再生产能力的限度之内，才能维持工业开发对生物资源的持续利用。

环境，对工业生产排出的污染物，具有稀释净化能力，并使其浓度保持在允许限度之内。因而环境中既有稀释净化的污染量，也有允许限度之内的污染量，这两量之和即是环境对工业污染物的容纳能力，称之为“环境容量”。一般说来，环境容量是有限的。因此，这也是对工业发展的一种制约。工业污染物的排放超出了环境容量的允许极限，就将造成严重的环境污染问题，工业发展也就很难持续下去。

工业污染与工业发展有着复杂的辩证关系，很难确切地估计排污总量及其污染后果。有人估计，如果地球上2000年的70亿人口都达到现在美国人这样高的资源耗费水平，环境污染的总负荷至少会是现在污染程度的10倍。环境的自然系统能支撑这种巨大的污染总负荷吗？有些人认为，工业已经使环境退化，以至对大自然系统产生了不可逆转的损害。现在我们还不知道地球吸收一种污染物能力

的确切上限，也还不知环境吸收各种污染物的总能力。可是，环境容纳污染物在不同的地区确实存在一个上限，而且许多地区的环境已经超过这个上限了。特别是当人们对环境净化污染物能力的界限尚不知或知之不多的时候，更应谨慎从事。

无数事实一再证明，达到这些界限的机会特别多，因为在排放污染物质进入环境和对生态系统显示其消极结果之间有一个典型的长期滞后。DDT作为一种农药使用以后，通过环境的渠道可以说明这种滞后作用的含义。DDT是人造的有机化学品，作为一种农药，每年以10万吨计的速度排放，进入环境。由于喷洒，部分DDT蒸发，在它最后沉淀回到陆地上或进入海洋以前，在空气中长距离传播。在海洋中，某些DDT被浮游生物吸收，某些浮游生物被鱼吃了，而某些鱼类则最后被人吃了。DDT在这些过程中既可以部分地变为无害物质，也可以在活的有机体组织里积聚。所有这些可能的途径都已经由计算机分析过了，产生的结果见图1-2。

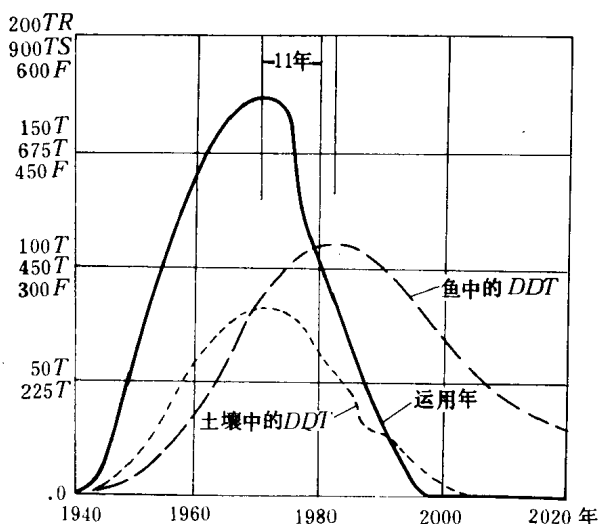


图 1-2 环境中 DDT 的变化

由图知，DDT 的世界使用率在 1970 年开始下降。这个结果是符合历史事实的。土壤中的 DDT 在使用率开始下降以后不久达到

最高点。但是鱼中的 DDT 量继续上升 11 年，直到 1995 年都不会下降到 1970 年的水平。食鱼动物中的 DDT，例如鸟类和人类，对使用率减少的反应，会显示更长的滞后现象。

在一定技术水平下，环境对工业总是存在着一定的发展制约性，因而工业的发展也总是有限的。任何工业的发展超过了环境允许的极限，就会出现严重的环境污染与破坏。随着技术的发展，环境对工业的资源供给能力和工业污染物的稀释净化能力会有相对的变化，这就是人类对“工业-环境”系统的调控能力会增长，犹如水涨船高，工业所受的发展制约也随之变化。从这个意义上说，工业发展又是无限的。所以，在一定的历史条件下，环境是发展的制约条件，工业发展要有限度；另一方面，随着历史的发展，“工业-环境”系统也在发展变化，工业的发展又是无限的。为此，我们对工业与环境相互关系的发展，既不可盲目乐观，也不应无根据的悲观。应当相信人类能够认识工业与环境相互作用的规律，并能掌握和运用这些规律，在工业发展的同时，创造一个清洁、舒适、优美、有利于人类生存发展的环境。

三、工业发展对环境改善的促进作用

工业的部门构成包括：冶金工业、电力工业、煤炭工业、石油及天然气工业、化学工业、机械工业、建材工业、木材及木制品加工工业、食品工业、纺织工业、轻工业等。工业是生产现代劳动手段的唯一部门，经济建设各部门所使用的劳动资料，特别是先进的技术装备都是由工业制造和提供的。工业还向经济各部门提供能源。由于机器的发明和广泛使用，以自然力代替人力，任何机器没有能源就不能运转，能源的生产和供应越来越成为重大问题。工业还向经济建设各部门提供原材料，除了农业所提供的原料外，所有金属和非金属的原材料，包括原材料的初级加工制品，如钢材、木材、水泥等都是由工业部门生产和提供的。工业中生产原材料的主要有冶金、建材、化工等部门。煤炭、石油、天然气除作为能源利用外，也是极宝贵的原料。由于煤炭化学工业、石油化学工业的发展，用