

化工环境污染 及治理技术

张秋望 王秀芳 编著

浙江大学出版社

化工环境污染及治理技术

张秋望 王秀芳 编著

责任编辑 平淳莲

浙江大学出版社出版

浙江大学印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本 850×1168 1/32 印张6.75 字数170千

1990年6月第1版 1990年6月第1次印刷

印数0001—2000

ISBN 7—308—00534—8

X·003 定价：1.85元

前 言

环境保护是直接关系到经济建设和人民生活的重要问题。随着工业生产的迅速发展,环境污染问题也越来越严重,人们对环境的忧虑日益加深,从而在世界范围内引起了对环境教育的高度重视。

我国的环境保护工作,虽有十多年的历史,但仍然是一件开创性的新事物。保护环境是我国的一项基本国策,需要大量的掌握环境保护知识的科技人才,扩大环境保护战线队伍。

化学工业的特点是产品多样化、原料线路多样化、生产方法多样化。从而化学工业的废弃物,从化学组成上来讲也是多样化,而且数量很大,使得化学工业成为造成环境污染的主要部门之一。许许多多严重的污染事件都是由化工系统排放出的物质所造成。化学工作者和化学工程技术人员在研制和生产化工产品,同时必须研究解决污染的综合防治手段。因此,环境保护和三废治理技术对化学工业部门有着特殊的重要性。

本书是作者在浙江大学校内外多次讲授“化工环境污染与治理技术”的讲义基础上,通过教学实践逐年加以修改、补充编写而成的。书中注重介绍化学工业及有关化工物质造成环境污染的概况;介绍有关防止污染和“三废”治理技术等环境保护基本概念、原理和方法。同时注意结合我国国情和反映国内、外环境保护方面的新科技成就。

本书在编写过程中,曾得到谭天恩教授、陈维桓教授的热情指导,并得到蒋裴副教授、汪大肇副教授、戎顺熙副教授、金光海等教师的帮助和支持。在此,谨向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,缺点错误在所难免,欢迎批评指正。

编 者 一九八九年九月

目 录

绪 论	1
一、环境科学的研究对象	1
二、环境科学的任务	1
三、环境科学的内容	2
四、国外化学工业污染概况	4
五、我国环境保护的方针政策	6
第一章 化工污染物的来源和防治动向	8
第一节 化工污染物的来源	8
一、化工生产的原料、半成品及成品	8
二、化工生产过程中排放出的废弃物	9
第二节 化工生产造成污染的特点	11
一、水污染的特点	11
二、气体污染的特点	13
三、固体废弃物对环境污染的特点	13
第三节 环境污染对人体的危害	15
一、污染物侵入人体的途径	15
二、污染物对人体健康的危害	16
第四节 化工污染的防治动向	17
一、改革生产工艺、设备	17
二、开展综合利用和回收处理	19
第二章 化工废水的一般处理方法	20
第一节 概 述	20
第二节 物理处理方法	22
一、沉淀法	22
二、均衡、调节法	30

三、过滤法	30
四、离心分离法	34
五、机械絮凝法	36
第三节 物理化学处理方法	36
一、吸附法	37
二、浮选法	45
三、反渗透法	50
四、电渗析法	59
五、超过滤法	61
第四节 化学处理方法	62
一、中和法	62
二、混凝沉淀法	66
三、化学氧化法	73
第五节 生物化学处理方法	85
一、生物处理与微生物	86
二、活性污泥法	90
三、生物过滤池法	96
四、生化处理法的技术进展	99
第三章 废气治理	102
第一节 除尘技术	102
一、粉尘的控制和防治	102
二、除尘效率及压力损失	105
三、除尘装置	103
第二节 气态污染物的处理技术	114
一、二氧化硫污染和治理	115
二、氮氧化物的污染和治理	127
第四章 化工废渣的治理和利用	142
第一节 塑料废渣的处理和利用	142
一、再生处理法	142
二、热分解法	144
三、焚烧法	145

四、湿式氧化和化学处理方法	146
第二节 硫铁矿渣的处理和利用	146
一、回收有色金属	147
二、烧渣炼铁	148
三、烧渣的其他用途	153
第三节 碱渣及电石渣	155
一、碱 渣	155
二、电石渣	156
三、化工废渣的其他处理方法	160
第五章 环境质量评价	161
第一节 概 述	161
一、环境质量评价的概念和作用	161
二、环境质量评价的类型	161
三、环境质量评价的一般方法	162
第二节 环境质量现状评价	163
一、环境质量现状评价的内容	163
二、评价步骤和程序	163
第三节 大气环境质量评价	164
一、评价参数	164
二、监测点布设和监测数据的整理	165
三、评价标准	166
四、大气环境质量评价方法	169
五、对 策	171
第四节 水体环境质量评价	171
一、基本概念	171
二、水体环境质量评价参数	172
三、环境水质的监测	172
四、评价标准	173
五、水质评价方法及水质分级	174
第五节 环境影响评价	176
一、环境影响评价要求	176

二、环境影响评价报告书	176
三、大气环境影响评价	177
四、地表水环境影响评价	184
附 录	186
中华人民共和国环境保护法(试行)	186
排污费征收标准(1982年7月)	191
地面水环境质量标准(GB3838—83)	193
海水水质标准(GB3097—82)	194
生活饮用水卫生标准(试行)(TJ20—76)	195
农田灌溉用水水质标准(试行)(TJ24—79)	196
渔业水域水质标准(TJ35—79)	197
工业“三废”排放试行标准(GBJ4—73)	198
工业企业设计卫生标准(TJ36—79)	202
城市区域环境噪声标准(GB3096—82)	207
林格曼烟尘浓度图(表)	208

绪 论

环境科学，是一门综合性的新兴科学。随着生产的不断发展，环境污染问题日趋严重，对人类的健康和各种生物的生长，都造成极大危害。相应地促进环境科学迅速发展起来。

一、环境科学的研究对象

环境科学是一个由多学科组成的跨学科的庞大科学体系。到目前为止，它还是处在初生阶段，尚未充分定型的边际科学。因而对它的研究对象、任务、内容等方面，给出严格的定义还有一定困难。但是，它的发展异常迅速。近年来，研究机构应时而生，成立甚为普遍。研究范围也非常广泛。资料的累计和发表也极为丰富。因此，有可能对它的研究对象、任务、内容等方面进行分析和探讨。

一般认为，环境科学是以“人类 - 环境”系统作为特定研究对象的科学。是研究人类和环境两者之间的对立和统一关系。只有认识和掌握这种关系，才能根据此种关系发展过程的规律，可以进一步对此关系的发展进程，进行预测和控制。

环境问题的出现，是与生产的发展过程有密切联系。只有解决好环境问题，保护环境不被污染，才有可能更合理地利用自然资源，防止生态破坏。才会为人民造成清洁适宜的劳动环境和生活环境，保护人民健康，促进经济发展。所以环境科学已成为当代科学中一个重要组成部分。

二、环境科学的任务

从某些国家的环境科学和环境保护工作的发展动向来看，大

致可以分为三个阶段。第一阶段是应急阶段，面临着严重的环境污染现实，进行应急治理。第二阶段进入防、治结合阶段，以防止污染的发生为主，并加以综合治理。这一阶段目前仍处在发展时期。第三阶段是完善和美化环境阶段，这一阶段中将更加强调环境的整体性，即强调人类与环境的协调发展，强调环境管理、全面规划、合理布局和资料的综合利用等等，并把环境教育当作解决环境保护问题的根本手段。从事这些问题的研究教育，也就正是环境科学的重要任务。

环境科学的任务，实质上是与环境科学的研究对象相一致的。它的基本任务就是揭示“人类-环境”这一对矛盾的实质，研究人类与其共存的环境之间的对立统一关系，掌握它的发展规律。从而在发展生产过程中，既保护好环境又促进生产的发展，做到环境效果与经济效果的统一，推动社会前进，造福于人民。

三、环境科学的内容

环境科学是70年代新兴的一门科学，目前对环境科学的分科体系还没有成熟一致的看法，一般划分为三大部分内容，即基础环境学、应用环境学和环境学。

1. 基础环境学

它是环境科学的基础学科，包括环境数学、环境物理学、环境化学、环境地学、环境生物学等。这是一些由数学、物理学、化学、地学、生物学等基础学科向环境科学过渡的新兴学科。

2. 应用环境学

通常是指环境社会科学，包括环境法学、环境经济学、环境管理学等。有时又称为环境保护学。

3. 环境学

环境学是环境科学的重要组成部分。上述基础环境学和应用

环境学两个方面，均属由其他学科向环境科学过渡的学科。而环境学则是更高层次的、统一的、独立的学科。环境学本身也是一门综合性很强的新兴学科。按照环境学所研究的内容不同，又可以进一步分为理论环境学、综合环境学和部门环境学。

(1) 理论环境学。它的主要内容包括：环境科学方法论；环境质量评价的原理和方法；合理布局的原理和方法；综合利用的原理和方法；环境区划和环境规划的原理和方法；人类生态系统研究的理论和方法。是为解决“环境问题”提供方向性和战略性的科学理论依据。

(2) 综合环境学。综合环境学，是全面的研究“人类与环境”这一复杂的矛盾的对立统一关系，即从整体来研究对立统一关系的发展以及如何调整、预测、控制、改造和利用的科学。

综合环境学根据其研究的对象范围，可进一步划分为以下一些学科。

① 全球环境学。人类的许多活动以及大气和水的全球性循环，都会产生具有全球性意义的环境问题，引起全球性的影响。例如，由于燃烧燃料量的不断增加，向大气中排放的热量及 CO_2 的量也会大量增加。据推测到21世纪中期，由于 CO_2 浓度的增加，将会使全球温度升高 2°C 。但另外一种观点认为由于燃料燃烧，向大气中还排放大量的粉尘，粉尘量增加有可能使太阳辐射能减少 2% 以上，从而使全球的温度降低，导致冰河期的降临等等。

全球环境学，就是以拟制全球性的环境对策为目的，研究如何解决具有全球意义的环境问题的学科。

② 区域环境学。不同地区，由于自然条件和社会条件的不同，人类与环境的关系也会随之不同。所以引起的环境问题在性质上和程度上也会有所不同。为此，解决环境问题的途径、方法必须因地制宜区别对待，这就是区域环境学研究的内容。

③、聚落环境学。聚落是人类聚居的地方，是人类进行生产和生活的环境，与人类关系最直接、最密切。因为这里是人口密集，生产发达，生活活动频繁的场所，因而造成环境污染的现象也比较严重，许多重大环境污染问题大都是发生在聚落环境之中。如何保护和改善聚落环境，就是聚落环境学研究的内容。

(3) 部门环境学。部门环境学与综合环境学不同。它不是以“人类-环境”这一矛盾作为一个整体看待的，而是以人类与环境之间的某种或某类特殊矛盾为对象，研究其对立统一关系的发展、调控、利用和改造的学科。

部门环境学根据人类活动的性质和种类，又可以分为：工业环境学、农业环境学、医疗环境学和社会环境学。下面我们仅介绍与化学工业部门有直接关系的工业环境学。

工业环境学，是以研究环境污染为中心，以治理“三废”为目的的科学。

为了解决“三废的污染问题”，首先应从生产工艺的改革着手，同时应加强科学管理，以减少“三废”的发生。

其次是要为“三废”寻找出路，这个问题的最终解决应该是开展综合利用，化害为利，变废为宝，而不是单纯地为了达到排放标准而排放掉。综合利用，一方面需要进行技术开发，使原来无法利用的“三废”能够利用起来；另一方面还要与其它有关的生产行业开展协作，建立联合企业，充分发挥各种行业的协调作用。

四、国外化学工业污染概况

西方发达国家，由于近代化学工业迅速发展，化工污染也随之严重，从化学工业的发展过程来看，国外化工污染大体可以分为三个时期。

1. 化学工业污染的发生期

早期的化学工业（大约在100多年前），是以生产酸、碱等无机原料为主，虽也有些有机化学的工业建立，如以煤焦油为原料生产合成染料等，但都还是处于发展初期。与无机化学工业相比规模要小得多，所以当时污染环境的有害物质主要还是酸碱等无机物。同时，这一时期内的无机化学工业的产量不大，品种也不多，因此污染物质比较单一，还不足以构成大面积的威胁，环境污染问题并不突出。

2. 化学工业污染的发展时期

从20世纪初到20世纪40年代，冶金、炼焦工业的发展，化学工业也随之发展，并进入以煤为原料生产化工产品的煤化学时期。

煤不再单纯作为燃料，而且成为化学工业的重要原料。一系列以煤、焦炭和煤焦油为原料的有机化工产品开始生产，大量新的化工厂不断兴建，世界化学工业有了较快的发展。这个时期内，不仅无机物的污染，在数量上有所增加，危害逐渐加剧，而且有机化学工业也开始发展，导致有机物质对环境污染的影响加大。从此，化工污染现象显得更加严重。

3. 化学工业污染的泛滥时期

从20世纪50年代开始，世界各国陆续发现了储量丰富的油田和气田，石油工业迅速崛起，引起许多国家的燃料结构，逐步从煤转向到石油和天然气。从而，化学工业也进入了以石油和天然气为主要原料的“石油化学时代”，石油化学工业开始迅猛发展。日本虽然起步较晚，到1957年才开始发展石油化学工业，但是他的发展速度很快，目前石化产品的总产量已远超过西欧各国，仅次于美国，居世界第二位。美国在1970年的石油化工产值约为70亿美元，与1960年相比，增长了6倍。日本在1970年石油化工产值为26.60亿美元，与1960年相比，日本增长了13.5倍。可见日本的石油化工是以惊人的速度在发展着。

随着石油化学工业的高速度发展，环境污染泛滥成灾，达到了前所未有的程度。

石油化工污染的特点，一方面是由于石油化工多为联合企业，是大型化的企业，所以排出的污染物，种类繁多，数量庞大，从而会造成大面积的污染区域。

另一方面，石油化工的生产区域比较集中，造成污染物的浓度大，污染后果严重。多种的有害物质，浓度数量远远超过安全浓度，给人们的身体健康带来极大威胁。

化工污染，是化学工业发展过程中急需解决的一个重大问题，若不能妥善加以解决，势必会制约化学工业的持续发展。因此，努力提高环境保护和治理环境污染的科学技术水平，已成为促进经济发展的必要的手段。化工污染除了决定于化工生产过程本身外，还与生产的管理有密切关系。

五、我国环境保护的方针政策

国外一些发达国家在本世纪60年代后期，均先后制订了有关环境保护的各种条例、规定。如日本在1967年制订了《公害对策基本法》；美国国会在1969年通过了美国“国家环境政策法”，等。

我国环境保护事业起步较晚，在1973年8月召开全国第一次环境保护会议，会上总结我国建国以来正反两方面的经验，并在吸取国际上的“公害”教训的基础上，确定了我国的环境保护方针。我国环境保护方针是：“全面规划，合理布局，综合利用，化害为利，依靠群众，大家动手，保护环境，造福人民”。

从1973年以来，我国从中央到地方陆续建立了管理机构和科研教育机构。1984年成立国务院环境保护委员会，并将城乡建设环境保护部环境保护局改为国家环保局。各省（区）、市（地）县也成立了相应的环保局，形成了环境管理的体系。

1979年颁布了《中华人民共和国环境保护法（试）》；随后于

1984年、1987年又颁布了水污染防治法和大气污染防治法等。我国环境保护的法规系统也已初步形成。

从1973—1983年，仅环保局直属系统的环保科研机构已有79个，科技人员有4000余人。全国县级以上的环境监测站或中心站有600多个。各部、门各系统、各地区的环境保护科学研究院、所、室超过200个。当时已形成一支具有近万人的专业科技队伍。

十年间，全国高等院校有40余所开展了环境科学教育，为国家输送了环境保护各专业的大学本科生和专科生共1700多人；研究生100多人。到1984年环境保护各专业的在校本科生近4000人；研究生有200多人。我国环境保护专业教育也具有了一定规模。

1983年12月至1984年1月在北京召开了全国第二次环境保护会议。会上提出的中国环境保护的战略方针概括起来：就是在国家计划的指导下，经济建设、城乡建设和环境建设要同步规划、同步实施、同步发展，实现经济效益、社会效益和环境效益的三统一。同时宣布环境保护是我国的一项基本国策。把环境保护作为现代化建设的一项基本保证条件和战略任务。

我国在三废治理方面，曾有明确的部署，当务之急是要对现有的企业造成的污染必须严加控制，对于已经存在的污染问题，按照轻重缓急，分期分批地规划治理，一定要认真加以解决。凡是对三废污染缺乏治理条件的企业或生产部门都不应再扩大生产能力。凡是造成严重污染而又没有可能解决的企业或生产部门，则要进行调整、整顿，有计划地实行关、停、并、转，以制止污染出现。对于新建的工厂和新扩建的产品生产线，从基建和选择地址开始，就应贯彻“以防为主”的方针，做到环境保护措施和主体工程两者应同时设计、同时施工，同时投产，即实现“三同时”的要求。显然，这就势必需要把三废治理和综合利用等方面的科研搞上去，只有这样，才有可能真正地实现“三同时”，既发展生产又保护环境。

第一章 化工污染物的来源 和防治动向

化学工业是环境污染比较严重的部门，从原料到产品，从生产到使用，都有造成环境污染的因素，化学工业的特点是产品多样化、原料路线多样化和生产方法多样化，随着化工产品、原料路线和生产方法的不同，化工生产中排放出的污染物也多种多样。首先，弄清这些污染物的来源和特点，对于进行防治具有重要意义。

第一节 化工污染物的来源

产生化工污染物的原因和污染物进入环境的途径多种多样，化工污染物的主要来源大致分为以下两个方面。

一、化工生产的原料、半成品及成品

1. 化学反应不完全

目前，化工生产过程中，原料不可能全部转化为半成品或成品，其中有一个转化率的问题。未反应的原料，虽有部分可以回收再用，但最终总有一部分，因回收不完全或不可回收而被排放掉，若化工原料为有害物质，排放后便会造成环境污染。

2. 原料不纯

原料，有时本身纯度不够，其中含有杂质，这些杂质因不需要参加反应，最后也要排放掉，所以杂质为有害物质时，也会对

环境造成污染。

3. 跑、冒、滴、漏

由于生产设备、管道等封闭不严密；或者由于操作和管理的不善；物料在贮存、运输以及生产过程中，往往造成漏泄，习惯称之为：跑、冒、滴、漏现象。这一现象的出现不仅要造成经济损失，而且也可能造成严重污染事故，带来难以预料的后果。

二、化工生产过程中排放出的废弃物

1. 燃料燃烧

化工生产过程是需要一定的压力和温度下进行的，因此，需要有能量的输入，从而要燃烧大量的燃料。燃料燃烧过程中，不可避免地要有大量的烟气排出。烟气中除含有粉尘之外，还含有其他有害物质，对环境危害极大。

烟气中各种有害物质的含量，与燃料的品种有很大关系。如以重油为燃料时，各种污染物的排放量列在表1-1中。

表1-1 燃烧重油各种污染物的单位排放量

污 染 物	排 放 量 (公 斤/米 ³ 油)	
	大 用 户	小 用 户
乙 醛	0.049	0.164
CO	0.0033	0.164
烃 类	0.2624	0.164
NO _x (以NO ₂ 计)	8.528	5.904
SO ₂	12.874×S%	12.874×S%
SO ₃	0.1968×S%	0.164×S%
烟 尘	0.656	0.984

注：1. S%指重油中含硫的百分数。

2. 大用户指大型工业锅炉。

3. 小用户指小型商业或民用锅炉。

鉴于污染物的单位排放量都是在一些特定条件下产生的，各

地区、各单位由于条件不同，测得的数值会有差异，甚至是较大的差异。有人对我国使用的典型煤炭、燃油和燃料气燃烧时所产生的各种污染物的排放量，根据有关的资料和实践监测等多方面数据进行统计处理，现将所得结果列在表 1-2 中，可供有关设计需要时参考选用。

表 1-2 燃烧各种燃料的污染物排放量

污 染 物	排 放 量, 公 斤					
	燃烧1吨煤炭		燃烧1米 ³ 燃油		燃烧100万米 ³ 燃料气	
	大用户	小用户	大用户	小用户	大用户	小用户
CO	0.23	22.7	0.05	0.238	忽略	6.3
NO _x	9.08	3.62	12.47	8.57	6200	1843
SO ₂	16.72S*		18.68S*		630	
烟尘	3	11	1	1.2	239	302

注：表中S*指煤炭、重油中含硫的百分数。

2. 冷却水

化工生产过程中除了需要大量的热能外，还需要大量的冷却用水。例如生产一吨烧碱，大约需要100吨水。在生产过程中，用水进行冷却，一般有直接冷却和间接冷却两种方式。当采用直接冷却时，冷却水直接与被冷却的物料接触，很容易使水中含有化工物料，而成为污染物质。当采用间接冷却时，虽然冷却水不与物料直接接触，但因为在冷却水中往往需要加入防腐剂、杀藻剂等化学物质，排出后也会造成污染问题。

因此，对化工生产过程中所使用的冷却水，应尽量循环使用，减少排放，这样既可节约水源，又可以防止污染，既有经济效益又有环境效益。

3. 副反应