

Shuichuli

化工废水处理技术

中国化工防治污染技术协会 组织编写

实用水处理技术丛书



化学工业出版社

实用水处理技术丛书

化工废水处理技术

中国化工防治污染技术协会 组织编写

化学工业出版社

• 北 京 •

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

化工废水处理技术 / 中国化工防治污染技术协会组织编写.
北京: 化学工业出版社, 2000.3

(实用水处理技术丛书)

ISBN 7-5025-2783-4

I. 化... II. 中... III. 化工厂废水-废水处理 IV. X78

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 03230 号

实用水处理技术丛书

化工废水处理技术

中国化工防治污染技术协会 组织编写

责任编辑: 郎红旗

责任校对: 陶燕华

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

北京市燕山印刷厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 12 字数 312 千字

2000 年 4 月第 1 版 2000 年 4 月北京第 1 次印刷

印数: 1—5000

ISBN 7-5025-2783-4/X-32

定价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

化学工业在国民经济中是一个重要的支柱产业，对发展工农业生产、提高人民物质文化生活水平发挥着重要的作用。但化学工业又是一个容易产生污染的行业，生产 4 万多个品种，每种产品的生产方法和原料路线不同，产生的“三废”也各种各样，不仅量大面广，而且组分极为复杂，其治理难度之大是其他行业不可比拟的。正因为如此，搞好化工环保工作，对促进化学工业快速、持续、健康发展，改善我国环境质量是至关重要的。

经过 20 多年的积极努力，化工行业的环境面貌有了较大改善，但是从总体上来看，化工生产带来的污染仍然十分严重。目前，全国各大河流、湖泊、港口的污染，一些大中城市大气环境质量不好，无不与化工企业排污有关。国务院在《关于环境保护若干问题的决定》中明确指出，“到 2000 年，全国所有工业污染源排放污染物要达到国家或地方规定的标准。”并强调对现有超标排污单位要依法责令限期治理，到期未完成治理任务的实行关停并转。这就给那些长期不重视环境保护的企业及其领导人敲响了警钟，企图侥幸过关是不可能的。只有企业领导增强危机感、紧迫感，下定决心老老实实依法治理污染，彻底改善环境状况，企业才不会被淘汰。

企业治理污染一要资金，二要技术，两者缺一不可。据统计，当前全国化工行业中，一大批大中型化工企业花费巨额投资建成了化工废水生化处理装置，大都运行情况欠佳，不仅运行费用高，而且还不能达标排放，仍然要向当地环保部门缴纳超标排污费，这是一个十分突出而亟待解决的严重问题。而要开好管好现有化工废水生化处理装置，实现污染物达标排放，除有的企业需对落后技术设备进行更新外，更为重要的是要通过培训来提高工人和技术人员的素质，强化管

理，提高技术与管理水平是关键。为此，中国化工防治污染技术协会和吉林化学工业公司污水处理厂共同组织力量，编写了这本《化工废水处理技术》，以适应培训化工环保人才的需要。

本书共九章，包括混凝沉降、气浮分离、化学反应、生化处理、污泥浓缩和焚烧、吸附以及膜分离等废水处理领域通用的各种技术和单元操作。另外，结合污水处理生产管理的实践，还介绍了化工废水处理技术的应用实例、废水处理厂的设计与管理、清洁生产与ISO 14000 的基本知识。

书中理论与应用相结合。理论叙述浅显易懂，并注重应用性；在应用上，对废水处理领域通用的各种技术和单元设备、装置的结构，设计方法、程序，试验方法等方面都作了较详细的阐述，并列举相应的实例，以便于读者加深理解。

本书内容丰富，实用性强。可作为化工及其他行业废水处理工人和技术人员的培训教材，也可供从事环境工程的技术人员和大专院校师生参考。

中国化工防治污染技术协会
1999 年 6 月

主 编 毛悌和

副 主 编 高兴波 郭树君 李志明

编写人员（按姓氏笔画排列）

王嘉君	王 志	毛悌和	尹 华
左宏伟	李志明	李 智	杨 伟
邱延波	张汉武	张晶艳	高兴波
郭树君			

编 者 的 话

受中国化工防治污染技术协会的委托，由副秘书长毛悌和同志主持，高兴波、郭树君同志具体组织编写了本书。具体编写分工为：第一章 毛悌和、郭树君；第二章、第三章 高兴波；第四章 高兴波、李志明；第五章 郭树君、邱延波、张晶艳；第六章 杨伟；第七章 郭树君(其中第四节由张汉武编写)；第八章 左宏伟(第一节)、郭树君(第二、三节)、王嘉君(第四节)、李智(第五节)；第九章 王志(第一节)、尹华(第二节)。全书由郭树君、杨伟、邱延波进行整理校核。

本书在分工编写过程中得到了吉林化学工业公司等方面的支持和帮助。完稿后，经原化工部北京化工研究院环保研究所钱汉卿、吕富润、左宝昌等教授级高工审阅，提出了不少宝贵的修改补充意见，对提高本书的质量起了较大作用。另外，本书基础理论部分的编写还参考了原吉化公司污水处理厂佟玉衡同志编写的培训教材《废水处理》的部分内容。特此一并致谢。

由于编者水平有限，书中难免会存在不足和错误之处，热忱希望读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 概述	1
第一节 化工污染与环境保护	1
一、化工污染产生的原因	1
二、防治化工污染的重要意义	3
三、化工污染防治现状	5
第二节 防治化工污染的方针、原则和方法	10
第三节 化工废水污染及防治	21
一、化工废水的来源、特征及分类	21
二、废水污染物和水质指标	24
三、化工废水污染的防治	27
第二章 化工废水的物理处理	35
第一节 格栅	35
一、传统普通格栅	35
二、新型格栅	37
第二节 重力分离	40
一、沉淀的基础理论	40
二、沉淀池	44
三、沉淀池的强化与改进	51
四、沉砂池	56
五、焦油沉淀池	58
六、隔油池	60
第三节 气浮	63
一、基本原理	64
二、浮选剂	71

第四节 均和调节.....	73
第五节 离心分离.....	75
一、离心分离原理.....	75
二、压力式旋流分离器.....	76
三、重力式旋流分离器.....	77
第三章 化工废水的化学处理.....	79
第一节 中和.....	79
一、酸、碱废水互相中和及投药中和.....	79
二、过滤中和.....	84
第二节 混凝.....	87
一、混凝原理.....	87
二、混凝剂.....	91
三、混凝过程及设备.....	94
第三节 电解.....	99
一、电解原理.....	99
二、电解过程影响因素.....	101
三、电解槽.....	102
四、电解法在废水处理中的应用.....	104
第四节 化学氧化.....	104
一、空气氧化.....	105
二、臭氧氧化.....	106
三、湿式氧化.....	108
四、焚烧.....	111
五、氯化.....	112
六、过氧化氢氧化.....	112
第五节 其他投药化学法.....	113
一、还原法.....	113
二、化学沉淀法.....	114
第四章 化工废水的物理化学处理.....	115
第一节 吸附.....	115

一、吸附的基本理论	115
二、吸附剂及其再生	119
第二节 离子交换	122
一、离子交换剂	123
二、离子交换基本理论	126
第三节 膜分离法	130
一、渗析	131
二、电渗析	131
三、反渗透	133
四、超滤	136
第四节 其他相分离法	140
一、萃取	140
二、汽提	148
第五章 化工废水的生物处理	151
第一节 废水生物处理的理论基础	151
一、微生物基础知识	151
二、废水生物处理的原理	164
三、废水生物处理方法概述	168
第二节 好氧生物处理——活性污泥法	169
一、活性污泥法的基本原理	169
二、活性污泥法的运行方式	176
三、活性污泥法的运行参数	184
四、活性污泥法的运行与管理	186
五、活性污泥法的发展	192
第三节 好氧生物处理——生物膜法	195
一、生物滤池	196
二、生物转盘	204
三、生物接触氧化池	209
四、生物流化床	213
五、生物膜法的运行管理	217

第四节 厌氧生物处理法	220
一、厌氧生物处理的基本原理	221
二、厌氧生物处理的影响因素	222
三、废水厌氧生物处理的工艺及设备	227
四、厌氧生物处理系统的运行管理	232
第五节 氧化塘	234
一、氧化塘类型	234
二、氧化塘系统的前、后处理及流程组合	235
第六节 生物处理法的新发展	237
一、水解(酸化)-好氧生物处理	237
二、厌氧-好氧生物处理(A/O法)	238
三、厌氧-缺氧-好氧生物处理(A ² /O法)	240
四、间歇曝气活性污泥工艺(SBR工艺)	241
五、氧化沟工艺	242
第六章 污泥处置	247
第一节 污泥的分类及特性	247
第二节 表示污泥性质的指标	248
第三节 污泥浓缩	250
一、污泥中水分的结合状态	250
二、重力浓缩法	251
三、气浮浓缩法	253
第四节 污泥的消化处理	254
一、污泥好氧消化	254
二、污泥厌氧消化	255
第五节 污泥脱水	260
一、污泥的自然干化	260
二、机械脱水	261
第六节 污泥焚烧	267
第七节 污泥的最终处置	270
第七章 化工废水处理技术应用实例	272

第一节 酸性废水处理	272
一、酸性废水的来源及危害	272
二、化工酸性废水处理实例	272
第二节 炼油废水处理	277
一、炼油废水的来源、分类及性质	277
二、炼油废水的处理方法	278
三、炼油废水处理实例	278
第三节 含酚废水处理	282
一、含酚废水的危害、来源与治理	282
二、含酚废水处理实例	283
第四节 含氮废水处理	289
一、氨氮的危害及脱氮方法	289
二、废水生物脱氮原理及流程	290
三、吉林化学工业公司污水厂 A/O 工艺简介	293
第五节 含氰废水处理	298
一、含氰废水的来源及一般处理方法	298
二、含氰废水处理实例	299
第六节 纯氧曝气的应用	301
一、UNOX 工艺原理	301
二、UNOX 工艺应用实例	302
第七节 ABS 树脂生产废水一级处理	307
一、装置设计概况	308
二、工艺流程	309
三、主要设备设计参数	311
四、运行情况	312
五、分析与讨论	313
第八节 乙烯废水处理	314
一、概述	314
二、废水处理工艺流程	314
三、工作过程及设计参数、处理效果	315

四、分析与讨论	320
第九节 污泥焚烧技术应用及其运行管理	321
一、简介	321
二、污泥焚烧工作原理	321
三、污泥焚烧工艺过程及控制	323
第八章 废水处理厂的设计与管理	329
第一节 厂址的选择与布置	329
一、厂址的选择	329
二、废水处理厂平面布置	330
三、废水处理厂高程布置	331
第二节 废水处理工艺的选择与设计	332
一、废水水质探查	332
二、生产负荷调查	332
三、小试	332
四、模试或中试	332
五、工艺设计	333
第三节 构筑物的结构要求及运行方式	334
一、构筑物设计原则	334
二、构筑物的结构要求	334
三、构筑物的运行方式	335
第四节 废水处理厂的运行管理	336
一、质量监测管理	336
二、操作管理	337
三、设备管理	337
四、工艺技术管理	338
第五节 废水处理装置自动化控制技术	338
一、废水处理厂自动检测的特点	338
二、废水处理过程的测量与工艺自动化仪表	339
三、废水处理厂的自动控制	341
四、集散控制系统（DCS）在废水处理工程中的应用实例	342

第九章 清洁生产与 ISO 14000.....347

第一节 清洁生产.....347

一、清洁生产的概念和意义.....347

二、实现清洁生产的途径.....349

三、清洁生产审计.....352

第二节 ISO 14000 环境管理国际标准.....352

一、ISO 14000 环境管理国际标准的产生.....352

二、ISO 14000 环境管理国际标准简介.....353

三、ISO 14000 环境管理国际标准的认证程序.....355

附录 中华人民共和国水污染防治法实施细则.....362

第一章 概 述

第一节 化工污染与环境保护

化学工业是我国国民经济的基础产业之一，经过 50 年的建设和发展，已建成了门类比较齐全的工业体系，在支援工农业生产建设和提高人民的文化、物质生活水平中，发挥了重要作用。同时，化学工业又是一个“三废”排放量大、容易产生污染、危害环境的工业部门，被人们称为“污染大户”。因此，在坚持以经济建设为中心，加快发展化学工业的过程中，必须高度重视污染防治工作，正确处理发展生产与保护环境的关系。这对于改善我国环境质量，促进化学工业可持续发展具有十分重要的意义。

一、化工污染产生的原因

环境污染有 70%来源于工业污染。一般说来，有什么样的工业生产，就会产生什么样的污染源和污染物。化工生产的特点决定了化工污染的普遍性和复杂性。

1. 行业多，品种多

化学工业有化肥、农药、染料、涂料、氯碱、纯碱、硫酸、硝酸、无机盐、炭黑、试剂、橡胶加工、石油化工、有机化工、橡胶助剂、化学矿山等十几个行业，在有些行业中还包含着许多小行业，生产各种化工产品达 4 万余种。由于每生产一种产品采用的原料路线和生产方法不同，产生的污染源和污染物种类也就不同，可以说是繁多多样，量大面广。

2. 中小化工企业多，老企业多

它们占全国 6000 多个国有化工企业的 80%以上，如果加上在市场经济大潮中如雨后春笋般涌现出来的数以万计的乡镇化工企业，全国各地的大小化工企业更是难以计数。而正是由于这些中小企业和老

企业底子薄，基础差，产生的废水、废气、废渣、粉尘、噪声等“五毒”俱全；加上长期以来无力进行生产工艺设备的技术改造，导致技术落后，设备陈旧，原材料、能源消耗高，排污量大，给不堪重负的化学工业环境保护背上了沉重的包袱。

3. 化工生产的环境和流程复杂

化工生产大都是在高温、高压、易燃、易爆、强酸、强碱的条件下进行，不仅副反应多，还极易腐蚀设备和管道，导致物料跑、冒、滴、漏；工艺流程比较长，工人操作不当还会降低原材料的转化率和产品收率，加大环境污染；而且选用的原料路线和生产方法不同，产生“三废”的种类和数量也大不相同。如采用洗精盐生产烧碱，比之用原盐要减少盐泥达 50%，如果进一步采用离子膜法取代传统的石墨阳极电解槽隔膜法或水银法，不仅烧碱产品中的含盐量大大降低，而且可从根本上消除石棉绒、沥青、烟雾和汞污染。

4. 化工生产涉及的物料广泛，成分不一

化工生产使用的原料、助剂、溶剂、催化剂及产品普遍具有毒性、刺激性、挥发性和腐蚀性，有的原料虽无毒或毒性很小，但是经过化学反应会分解或生成有毒物质。这些物质在贮运过程中一有不慎，如翻船、翻车或碰坏贮罐和运输槽车的安全阀门，将会大量泄漏，造成不堪设想的污染事故。

5. 化工污染与管理水平密切相关

根据不完全统计，化工污染约 30%~40%是由于管理不善造成的。主要是由于工艺流程长，工序多，哪个环节管理不严，设备、管道维护保养不好，劳动纪律松弛，不精心操作，物料比控制不当，都会增加副反应和造成物料损失，加剧污染。

6. 化工污染的治理难度大，技术要求高

化工生产产生的污染物大部分与其他工业生产相同，但是有许多特有的污染物，如农药生产中的有机磷废水、有机氯化物废水，染料生产中的萘系、苯系废水、高浓度有色废水，有机化工生产中的精馏残液等，在目前条件下都是难以克服的治理技术难点。

总之，化工生产的特点决定了化工污染的多样化，治理难度也大

大超过其他工业生产，从而也决定了治理化工污染的艰巨性和长期性。

二、防治化工污染的重要意义

我国是发展中的社会主义国家，一切从人民利益出发是发展工业生产的基本出发点，决不能一方面为社会和国家创造物质财富，另一方面给人民生活和生态环境带来污染危害，自毁家园。防治化工污染，首先是保护人民健康、造福子孙后代的需要。

人类总是生活在一定的自然环境中，每时每刻都要呼吸新鲜空气，每天都离不开洁净的水和食物。如果空气、水源、土壤等自然环境被有毒有害物质及放射性物质所污染，不仅当代人受到直接或间接的危害，而且由于有些污染物质在环境中不易分解，还会贻害子孙后代。环境污染影响人体健康是多方面的，主要表现在急性中毒、慢性中毒、致癌、致畸变以及缩短寿命，现今人类出现的许多高发性病症，如心血管病、癌症、肝硬化、支气管炎、肺气肿等在相当程度上就是环境污染的结果，有些地方病实际上也和环境污染有关。改革开放以来，随着人民生活水平的提高，人民对生活环境和劳动环境质量的要求也随之提升，因而也迫使企业必须积极治理污染，不断改善环境状况，否则人民不答应，企业自身也难以健康发展。因此，治理好工业污染，是工业企业广大职工应尽的义务和不可推卸的责任，也是我国政府确立的一项基本国策。

在 20 世纪 70 年代以前，我国由于长期大面积施用高残留农药六六六、DDT，对土壤造成严重污染，使部分粮食、蔬菜、蛋品、肉类中含有残留有毒成分，直接危害人民的身体健康，因此，国务院作出决定，于 1983 年 4 月起停止所有农药企业的六六六、DDT 生产，每年不惜花费大量外汇进口优质、低残留农药，以维护人民的切身利益。

其二，防治化工污染是保护和合理利用自然资源和生态环境的需要。

自然资源和生态环境是人类赖以生存和发展的物质基础。发展工农业生产，离不开水源、森林和矿产资源。森林一旦遭受破坏，即使花费大量资金复垦再植也难以恢复原貌；矿产资源采掘一点，就少一点，花钱也不能再生；水资源受到污染，很难恢复原样。故而世界