

严瑞瑄 主编

第二版

水处理剂应用手册



化学工业出版社

水处理剂应用手册

第二版

严瑞琯 主编

化学工业出版社

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

水处理剂应用手册/严瑞瑄主编. —2 版. —北京:
化学工业出版社, 2003. 3
ISBN 7-5025-4385-6

I. 水… II. 严… III. 水处理剂-手册 IV. TU991.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 021045 号

水处理剂应用手册

第二版

严瑞瑄 主编

责任编辑: 叶 露

文字编辑: 刘莉琚 徐 娟

责任校对: 蒋 宇

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)

发行电话: (010) 64982530

<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

北京市彩桥印刷厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 25 字数 676 千字

2003 年 6 月第 2 版 2003 年 6 月北京第 4 次印刷

ISBN 7-5025-4385-6/X · 265

定 价: 55.00 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

前 言

本书第一版受到读者错爱，深表谢意。

由于国内经济建设的蓬勃发展，水处理技术日新月异，近年来又有长足进步，第一版的有些内容就日显单薄或缺。为此，趁再版之机，充实了一些新的内容，主要集中在绿色产品、绿色工艺、污水回用作冷却水处理的药剂，以及高浓缩倍率下所使用的水处理剂等，无非是适应国内市场对这方面的迫切需求。当然，这不但是国内市场需求，也是世界水处理技术发展的方向，只不过国内工业高速发展和节水形势对水处理剂市场的压力更大，因此，需求也更迫切。哪里的市场压力越大，哪里的技术发展动力就越大，哪里的技术进步也就越明显，在正常情况下，这恐怕是一条规律。从这条规律说开去，用不了多长时间，我国的水处理技术就会走在世界的前列。这是我们这一代人的理想，也是对下一代人的希望，现在30多岁的一代人一定能把中国水处理技术带到世界水处理技术的最前列。到那时，请你们不要忘记这本小书曾是你们的铺路砖、上马石，尽管它可能只是千千万万铺路砖、上马石中的一块，对于我们这些老年人，仅此希望而已；至于编写这本书，也只是铺路而已。如果真能起到这个作用，此生足矣，此书足矣！

仅以此书献给我的母亲陈洁春先生，因为有她的哺育和品格，才给了我写书的动力和灵感。

严瑞璋

于2003年3月8日

前 言

(第 一 版)

我国水处理技术，如果从引进大化肥装置开始算起，已有 25 年的历史。在这段不长的时间里，我国的水处理剂从无到有，产品种类从少到多，现在已形成系列化的配套体系，产品不但满足了国内的需求，还有不少的产品出口到世界各国。人们对水处理剂的了解已经更加深入、详尽。回顾这段历史，是值得我们一切从事水处理工作的人引以为荣的。这里的确凝聚了一代人的启蒙、拼搏和奉献。最早从事这个领域的开拓者们现在大多已经退休，而新一代的水处理工作者又接过老一代人的重托，勇敢地迈出了新的前进步伐。我们不应该忘记老一代开拓者的艰辛，更寄希望于仍然在第一线上拼搏的新一代年轻水处理工作者。20 多年来，我国水处理剂的迅速发展是与我国改革开放的前进步伐相适应的。我们大胆地进口了水处理剂，同时也引进了水处理技术和经验，国外的 Nalco 公司、Betz 公司、栗田公司、Stockhausen 公司都是我们的老师，我们应该感谢他们，现在有更多的国外水处理公司进军中国，这一方面显示我国巨大的水处理市场的吸引力，也证明了我国改革开放政策的成功。我国应该欢迎一切先进的国外技术和产品进入中国，同时，我们也要积极地将我国先进的技术和产品输出到世界各国。在这个越来越国际化的年代里，用这样的观念和心态，才能使我们的水处理事业毫无愧色地竖立在世界水处理之林。了解外国，知己知彼，取长补短，把我们有限的财力、精力、人力集中到水处理技术的前沿阵地，是我们面临的课题。尤其像我们这样一个经济快速发展、环保问题越来越突出的国家，水处理事业起到了支持我国经济社会持续发展战略的作用。水处理工作者面临着前所未有的挑战

机遇。

抱着以上的宗旨和心态，笔者编写了本书，收集了国内外的一些资料，结合自己多年的心得和判断，涉及几乎所有的水处理化学品，重点在应用，也有一些原理和合成方法的描述。但愿本书能对从事水处理事业的同行有所裨益。限于笔者的水平和学识，书中难免有错误和缺陷，敬请专家和读者批评指正。

能够完成本书的编写，与众多同行的鼓励和支持分不开。天津化工研究院、化工部第三设计院等单位的有关同志为本书提供了很多资料，核工业系统的桑恩典同志编写了本书第8章，高凤钗、戎志梅、严澍、魏星光、张泰山、王丽蓉、翟广通等同志也为本书的编写做了很多工作，唐丽娟同志为本书的录入付出了辛勤的劳动。在此，一并向他们表示衷心的感谢。

最后，还要感谢国内众多企业(包括外资企业)对本书的厚爱，他们为本书提供了有关产品的信息。

本书若能起到抛砖引玉的作用，笔者将甚感欣慰。希望有更多、更好的水处理书籍出版。

严瑞瑄

2000年3月

内 容 提 要

本书从地球环境恶化，特别是水资源匮乏和被污染的角度，阐述了水处理剂对可持续发展的意义，介绍了水处理的主要内容和历史。在介绍了各种水质污染物、结垢、腐蚀的特点和危害的基础上，详细介绍了水处理剂的类别、品种、合成方法、性能，用于水质处理的作用机理及影响因素，各种水处理剂的应用技术，在第一版的基础上，补充了水处理、水处理剂的最新发展情况，主要增加了水处理剂新品种及使用性能等方面的试验数据。特别是对目前水处理实际中比较热点的问题（如污水回用作冷却水、绿色杀生剂、水处理剂间的相互影响等）作了比较详细的论述。

本书涉及的水处理剂有絮凝剂、凝聚剂、阻垢分散剂、缓蚀剂、杀菌灭藻剂、污泥脱水剂、离子交换树脂、清洗剂、预膜剂、螯合剂、混凝脱色剂、脱磷剂、活性炭等。

本书可供从事水处理工作的科研设计人员、技术人员及大专院校相关专业师生，水处理剂及其中间体的科研、生产、技术服务单位的科技人员、销售人员，企业水系统管理人员阅读、参考。

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 水的基本知识	3
1.1.1 自然界的水	3
1.1.2 水的组成	4
1.1.3 水的主要指标	7
1.2 水处理剂发展的背景——地球已变得不堪重负	9
1.2.1 人类生存的地球	9
1.2.2 地球资源的浩劫	10
1.2.3 地球环境的恶化	10
1.2.4 水资源的匮乏和污染	11
1.2.5 能源告急	15
1.2.6 矿产资源告急	16
1.2.7 出路——持续发展战略	17
1.3 水处理剂与可持续发展	22
1.3.1 水处理剂和节水	22
1.3.2 水处理剂与节能、节材及高产	25
1.3.3 水处理剂与基本建设投资	26
1.4 水处理的主要内容和历史	27
1.4.1 国内水处理的历史	28
1.4.2 我国水处理剂的现状	29
1.4.3 冷却水处理的效果	34
1.4.4 冷却水处理配方类型及应用技术	35
参考文献	42
第 2 章 絮凝剂	43
2.1 概述	43
2.1.1 悬浮粒子的概念	43
2.1.2 水质净化的反应机理	43

2.1.3	Zeta 电位	46
2.2	絮凝剂主要品种及性能	47
2.2.1	概述	47
2.2.2	聚丙烯酰胺	55
2.2.3	高相对分子质量聚丙烯酸(钠)	78
2.2.4	聚氧化乙烯(PEO)	94
2.2.5	聚二烯丙基二甲基氯化铵(PDMAAC)	95
2.2.6	聚乙烯胺	101
2.2.7	环氧氯丙烷与胺的反应产物	102
2.2.8	胺改性聚醚	110
2.2.9	二氯化物与胺的反应产物	113
2.2.10	二甲胺烷基卤化物的聚合物	115
2.2.11	聚亚乙基亚胺	116
2.2.12	顺丁烯二酸衍生物	118
2.2.13	丙烯腈衍生物——聚乙烯基咪唑啉	119
2.2.14	甲醛缩合物	120
2.2.15	其他	123
2.3	高分子絮凝剂的应用	125
2.3.1	造纸工业	125
2.3.2	石油工业、化学工业	127
2.3.3	冶金工业、金属加工	130
2.3.4	选矿	132
2.3.5	食品工业	133
2.3.6	染色工业	134
2.4	有机絮凝剂的新进展	136
2.4.1	两性高分子絮凝剂	138
2.4.2	乳液型高分子絮凝剂	144
2.4.3	微乳液型高分子絮凝剂	147
2.4.4	水包水乳液聚合物	148
2.4.5	高性能聚合物絮凝剂	149
2.4.6	天然聚合物	153
2.4.7	微生物絮凝剂	157
2.4.8	梳形聚丙烯酰胺共聚物	165

2.4.9 聚 2-乙烯咪唑啉	167
参考文献	169
第 3 章 凝聚剂	171
3.1 水中杂质的某些性质	172
3.1.1 水溶液和水中杂质的形态	173
3.1.2 水中分散相的动态关系	173
3.1.3 水中不同粒径杂质的性质及去除的途径	174
3.2 凝聚的机理	175
3.2.1 双电层压缩的作用机理	176
3.2.2 水中黏土的离子交换容量	179
3.3 影响凝聚过程的主要因素	180
3.3.1 pH 值与碱度	180
3.3.2 凝聚剂与水中胶体微粒浓度的关系	183
3.3.3 速度梯度	184
3.3.4 共存物的影响	185
3.4 铁盐	188
3.4.1 铁盐的水解及凝聚反应	190
3.4.2 三氯化铁	193
3.4.3 聚合硫酸铁	194
3.5 铝盐	209
3.5.1 铝盐的水解及凝聚作用	210
3.5.2 硫酸铝	213
3.5.3 硫酸铝铵	216
3.5.4 碱式氯化铝	217
3.5.5 含铁聚合氯化铝	220
3.5.6 铝盐凝聚剂对出水残留铝的影响	220
3.6 凝聚剂的新进展和应用	221
3.6.1 无机高分子复合凝聚剂	221
3.6.2 聚硅酸盐凝聚剂	225
3.6.3 聚硫氯化铝	237
3.6.4 聚磷氯化铝	239
3.6.5 聚合硫酸铝	241
3.6.6 含铝的聚合硫酸铁	250

3.6.7 钛系凝聚剂	250
3.6.8 有机絮凝剂和无机凝聚剂联合使用	254
参考文献	255
第4章 阻垢分散剂	256
4.1 沉积物形成因素	256
4.1.1 沉积物的定义与来源	256
4.1.2 水生沉积物的种类	256
4.1.3 影响水生沉积物形成的因素	257
4.1.4 水形沉积物的种类与形成因素	257
4.2 沉积物的抑制方法	263
4.2.1 机械处理法	263
4.2.2 化学处理法	263
4.3 阻垢分散剂的主要类别和品种	264
4.3.1 阻垢剂的分类	265
4.3.2 聚羧酸类阻垢剂	266
4.3.3 有机膦酸盐阻垢剂	273
4.3.4 有机膦酸酯阻垢剂	279
4.3.5 天然有机化合物阻垢剂	281
4.4 阻垢分散剂的作用机理和性能比较	285
4.4.1 阻垢分散剂的作用机理	285
4.4.2 阻垢分散剂的性能比较	287
4.4.3 几种阻垢剂阻垢性能的影响因素	292
4.4.4 有害离子对阻垢剂阻垢性能的影响	296
4.4.5 控制 CaCO_3 所需的阻垢剂的剂量	301
4.5 阻垢分散剂的新进展和应用性能	302
4.5.1 2-膦酸基丁烷-1,2,4-三羧酸	302
4.5.2 磺化聚合物	305
4.5.3 含磷聚合物	312
4.5.4 聚环氧琥珀酸	321
4.5.5 硅垢阻垢剂	324
4.5.6 带荧光性的阻垢剂	333
4.5.7 聚天冬氨酸	335
4.5.8 水解聚马来酸酐绿色合成工艺	343

4.5.9 磺化有机膦酸盐	345
4.5.10 磺化二烯丙基二甲基氯化铵季铵盐共聚物	348
4.5.11 其他	349
参考文献	356
第5章 缓蚀剂	358
5.1 概论	358
5.1.1 腐蚀的定义、类型	358
5.1.2 影响腐蚀的因素	373
5.1.3 防止腐蚀的方法和防腐效果评价	379
5.1.4 缓蚀剂的定义、分类、缓蚀机理	383
5.2 常用的缓蚀剂	387
5.2.1 铬酸盐	387
5.2.2 亚硝酸钠	388
5.2.3 钼酸盐	389
5.2.4 钨酸盐	393
5.2.5 硅酸盐	394
5.2.6 锌盐	396
5.2.7 无机磷酸盐	399
5.2.8 聚磷酸盐	401
5.2.9 苯甲酸钠	405
5.2.10 巯基苯并噻唑	405
5.2.11 苯并三氮唑类	406
5.2.12 有机胺类	414
5.2.13 葡萄糖酸钠	416
5.2.14 木质素磺酸钠	418
5.2.15 2-羟基膦乙酸	418
5.2.16 2-羟基膦酰基乙酸	419
5.2.17 聚膦酰基羧酸盐	420
5.2.18 酸洗缓蚀剂	424
5.3 缓蚀剂的新进展	425
5.3.1 腐蚀抑制剂间的增效作用	425
5.3.2 有机缓蚀剂的研究	430
5.3.3 表面活性螯合剂	432

5.3.4	采暖水系统缓蚀剂	438
5.3.5	天然缓蚀剂	443
5.3.6	聚合物缓蚀剂	446
5.4	磷系水处理剂的应用	446
5.4.1	药剂配方性能简介	446
5.4.2	磷系水处理剂的适用条件	449
5.4.3	不同水质条件下对使用水处理剂配方的选择	450
5.4.4	循环冷却水的处理程序	451
	参考文献	460
第6章	杀菌灭藻剂	462
6.1	概述	462
6.1.1	微生物的特性	462
6.1.2	细菌	463
6.1.3	真菌	463
6.1.4	藻类	464
6.2	水中常见的微生物及其危害	464
6.2.1	水中微生物的类型	464
6.2.2	常见危害最大的微生物	466
6.2.3	杀菌灭藻剂的杀生机理	470
6.2.4	工业循环冷却水中微生物监测控制指标	471
6.2.5	微生物的防治方法	472
6.3	常用的杀菌灭藻剂	472
6.3.1	氯及其系列	474
6.3.2	二氧化氯	479
6.3.3	氯代异氰脲酸	486
6.3.4	溴	488
6.3.5	过氧化氢	491
6.3.6	二溴次氨基丙酰胺	491
6.3.7	其他有机溴化合物	495
6.3.8	卤化海因	496
6.3.9	异噻唑啉酮	502
6.3.10	1,2-苯并异噻唑啉-3-酮	507
6.3.11	三氮杂苯	508

6.3.12	酚类	508
6.3.13	季铵盐类	514
6.3.14	二硫氰基甲烷	524
6.3.15	其他有机硫化物	527
6.3.16	醛类	529
6.3.17	胺类	533
6.3.18	复合杀生剂	536
6.3.19	其他杀生剂	537
6.4	杀菌灭藻剂的新进展和应用	542
6.4.1	4,5-二氯-2-正丁基-4-异噻唑啉丁酮	542
6.4.2	季磷盐杀生剂	542
6.4.3	氨厂高 pH 值冷却水系统杀生剂的应用	546
6.4.4	纳米 TiO_2	547
6.4.5	新型抑菌剂泰洛芬	550
6.4.6	污水回用作冷却水补水的微生物控制	552
	参考文献	571
第 7 章	污泥脱水剂	573
7.1	污泥处理的现状与展望	573
7.1.1	处理技术的动向	573
7.1.2	污泥有效利用的技术动向	577
7.1.3	有效利用的发展趋势	579
7.2	污泥脱水处理的机理	581
7.3	污泥脱水剂的主要品种	583
7.3.1	含磺酸基团的两性污泥脱水剂	583
7.3.2	阳离子聚合物和两性聚合物复合污泥脱水剂	588
7.3.3	先“阳”后“两性”的污泥脱水处理	593
7.3.4	聚二甲基二烯丙基氯化铵 HCA 污泥脱水剂	599
	参考文献	604
第 8 章	离子交换树脂	605
8.1	离子交换剂的基本作用原理	605
8.1.1	离子交换	605
8.1.2	离子交换平衡	606
8.1.3	离子交换选择性系数	607

8.1.4	离子交换动力学	608
8.2	离子交换树脂的结构特征、分类和命名	610
8.2.1	离子交换树脂的结构特征	610
8.2.2	离子交换树脂的分类和命名	611
8.3	离子交换树脂的合成方法及特性	615
8.3.1	强酸性阳离子交换树脂	615
8.3.2	弱酸性阳离子交换树脂	617
8.3.3	强碱性阴离子交换树脂	618
8.3.4	弱碱性阴离子交换树脂	620
8.3.5	大孔型离子交换树脂	621
8.3.6	其他类型离子交换树脂的合成和特性	622
8.3.7	苯乙烯系离子交换树脂与丙烯酸类离子交换树脂的 比较	623
8.4	离子交换树脂的性能及其分析测定方法	627
8.4.1	离子交换树脂的物理化学性能	627
8.4.2	离子交换树脂的水力学性质	634
8.4.3	离子交换树脂基本参数和性能的测定方法	635
8.5	离子交换树脂的使用与保管	641
8.5.1	新树脂使用前的处理	641
8.5.2	树脂在使用中应注意的问题	642
8.5.3	树脂污染后的处理	642
8.5.4	树脂的保管	643
8.6	离子交换树脂在水处理方面的应用	644
8.6.1	主要的水处理过程	645
8.6.2	离子交换树脂及离子交换设备的选用	654
附录 8-1	国内外离子交换树脂牌号对照表	659
附录 8-2	我国离子交换树脂新旧型号对照表	665
附录 8-3	国内研制和生产的离子交换树脂产品	666
附表 8-3-1	凝胶型苯乙烯强酸性阳离子交换树脂	666
附表 8-3-2	丙烯酸系弱酸性阳离子交换树脂	668
附表 8-3-3	苯乙烯系强碱性季铵Ⅰ阴离子交换树脂	668
附表 8-3-4	苯乙烯系强碱性季铵Ⅱ阴离子交换树脂	669
附表 8-3-5	弱碱阴离子交换树脂产品	670

参考文献	671
第 9 章 其他水处理剂	673
9.1 清洗剂	673
9.1.1 单台设备的清洗剂	673
9.1.2 系统的清洗剂	674
9.2 预膜剂	675
9.3 整合剂	677
9.3.1 二硫代氨基甲酸型	678
9.3.2 支化的聚二硫代氨基甲酸盐	680
9.3.3 甲壳质及其衍生物	681
9.4 除氧剂	684
9.4.1 亚硫酸钠	685
9.4.2 水合肼	686
9.4.3 二甲基酮肟	688
9.4.4 乙醛肟	692
9.4.5 羟胺	693
9.4.6 氢醌及其衍生物	693
9.4.7 维生素 C 和异维生素 C	694
9.4.8 硝酮	694
9.4.9 糖类衍生物	695
9.4.10 胺类除氧剂	695
9.5 混凝脱色剂	700
9.5.1 印染废水用脱色剂	700
9.5.2 造纸厂废水用脱色剂	700
9.5.3 双氰胺甲醛缩聚物脱色剂	704
9.5.4 改性蒙脱土吸附剂	705
9.5.5 壳聚糖	705
9.5.6 高效脱色絮凝剂系列	706
9.6 脱磷剂	709
9.7 含油废水浮选剂	713
9.7.1 浮选药剂作用机理	713
9.7.2 无机浮选剂	714
9.7.3 有机浮选剂	714

9.8 硅藻土助滤剂	716
9.9 活性炭	719
9.9.1 活性炭的制备	720
9.9.2 活性炭的分类	721
9.9.3 活性炭的基本结构和性能	721
9.9.4 活性炭的再生	725
9.9.5 活性炭的应用及实例	726
9.9.6 活性炭纤维	743
9.10 高吸水性树脂	743
参考文献	746
附录 A 英汉略语词汇	748
附录 B 常用单位与应废除单位对照表	751
附录 C 水处理剂部分生产厂简介	754
上海恒皓创新酰胺有限公司	754
常州市润洋化工厂	757
法国 SNF 公司	766
(中德合资) 北京天使专用化学技术有限公司	770
上海石化森清水处理有限公司	772
北京中天兰清水处理技术有限公司	774
威海金泓化工有限公司	777