

水处理剂应用手册

严瑞瑄

主编



化学工业出版社

水处理剂应用手册

严瑞瑄 主编

化学工业出版社
精细化工出版中心
·北京·

(京) 新登字 039 号

D11.45.11
图书在版编目 (CIP) 数据

水处理剂应用手册/严瑞瑄主编. —北京: 化学工业出版社, 2000.5
ISBN 7-5025-2859-8

I. 水… II. 严… III. 水处理剂-手册
IV. TU991.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 07165 号

水处理剂应用手册

严瑞瑄 主编

责任编辑: 叶 露

责任校对: 陶燕华

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社 出版发行
精细化工出版中心

(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

三河市前程装订厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 23 字数 611 千字

2000 年 5 月第 1 版 2000 年 5 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—5000

ISBN 7-5025-2859-8/X·50

定 价: 45.00 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

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和机遇。

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，该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。

严瑞琯

2000.3

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,并反映了水处理剂的最新发展动态。书后附有国内主要水处理剂生产厂家及产品。

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 水处理剂发展的背景——地球已变得不堪重负	2
1.1.1 人类生存的地球	2
1.1.2 地球资源的浩劫	3
1.1.3 地球环境的恶化	3
1.1.4 水资源的匮乏和污染	4
1.1.5 能源告急	8
1.1.6 矿产资源告急	9
1.1.7 出路——持续发展战略	10
1.2 水处理剂与可持续发展	15
1.2.1 水处理剂和节水	15
1.2.2 水处理剂与节能、节材及高产	18
1.2.3 水处理剂与基本建设投资	19
1.3 水处理的主要内容和历史	20
1.3.1 国内水处理的历史	21
1.3.2 我国水处理剂的现状	22
1.3.3 冷却水处理的效果	25
1.3.4 冷却水处理配方类型及应用技术	28
1.4 水的基本知识	34
1.4.1 自然界的水	34
1.4.2 水的组成	35
1.4.3 水的主要指标	39
参考文献	41
第2章 絮凝剂	42
2.1 概述	42
2.1.1 悬浮粒子的概念	42
2.1.2 水质净化的反应机理	42

2.1.3	Zeta 电位	45
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	54
2.2.3	高相对分子质量聚丙烯酸(钠)	75
2.2.4	聚氧化乙烯	91
2.2.5	二烯丙基二甲基氯化铵聚合物	92
2.2.6	聚乙烯胺	95
2.2.7	环氧氯丙烷与胺反应产物	96
2.2.8	胺改性聚醚	102
2.2.9	二氯化物与胺反应产物	105
2.2.10	二甲胺烷基卤化物的聚合物	107
2.2.11	聚亚乙基亚胺	108
2.2.12	顺丁烯二酸衍生物	109
2.2.13	丙烯腈衍生物——聚乙烯基咪唑啉	110
2.2.14	甲醛缩合物	111
2.2.15	其他	112
2.3	高分子絮凝剂的应用	115
2.3.1	造纸工业	115
2.3.2	石油工业、化学工业	117
2.3.3	冶金工业、金属加工	120
2.3.4	选矿	121
2.3.5	食品工业	122
2.3.6	染色工业	124
2.4	有机絮凝剂的新进展	125
2.4.1	两性高分子絮凝剂	128
2.4.2	乳液型高分子絮凝剂	133
2.4.3	微乳液型高分子絮凝剂	134
2.4.4	水包水乳液聚合物	134
2.4.5	天然聚合物	135
2.4.6	梳形聚丙烯酰胺共聚物	138
	参考文献	139
	第3章 凝聚剂	140

3.1	含于水中杂质的某些性质	140
3.1.1	水溶液和水中杂质的形态	141
3.1.2	水中分散相的动态关系	141
3.1.3	水中不同粒径杂质的性质及去除的途径	142
3.2	凝聚的机理	143
3.2.1	双电层压缩的作用机理	144
3.2.2	水中黏土的离子交换容量	147
3.3	影响凝聚过程的主要因素	148
3.3.1	pH 值与碱度	148
3.3.2	凝聚剂与水中胶体微粒浓度的关系	151
3.3.3	速度梯度	152
3.3.4	共存物的影响	153
3.4	铁盐	156
3.4.1	铁盐的水解及凝聚反应	158
3.4.2	三氯化铁	160
3.4.3	聚铁	161
3.5	铝盐	174
3.5.1	铝盐的水解及凝聚作用	174
3.5.2	硫酸铝	177
3.5.3	硫酸铝铵	180
3.5.4	碱式氯化铝	181
3.5.5	铝盐凝聚剂对出水残留铝的影响	183
3.6	凝聚剂的新进展和应用	185
3.6.1	无机高分子复合絮凝剂	185
3.6.2	聚合硅酸铁	188
3.6.3	聚合硅酸铝	188
3.6.4	聚硫氯化铝	197
3.6.5	聚磷氯化铝	199
3.6.6	聚合硫酸铝	201
3.6.7	含铝的聚合硫酸铁	209

参考文献	210
------------	-----

第 4 章 阻垢分散剂	211
-------------------	-----

4.1 沉积物形成因素	211
-------------------	-----

4.1.1	沉积物的定义与来源	211
4.1.2	水生沉积物的种类	211
4.1.3	影响水生沉积物形成的因素	212
4.1.4	水形沉积物的种类与形成因素	212
4.2	沉积物的抑制方法	218
4.2.1	机械处理法	218
4.2.2	化学处理法	218
4.3	阻垢分散剂的主要类别和品种	219
4.3.1	阻垢剂的分类	220
4.3.2	聚羧酸类阻垢剂	221
4.3.3	有机膦酸盐阻垢剂	227
4.3.4	有机膦酸酯阻垢剂	232
4.3.5	天然有机化合物阻垢剂	233
4.4	阻垢分散剂的作用机理和性能比较	234
4.4.1	阻垢分散剂的作用机理	234
4.4.2	阻垢分散剂的性能比较	236
4.5	阻垢分散剂的新进展和应用性能	241
4.5.1	有害离子对阻垢剂阻垢性能的影响	241
4.5.2	2-膦酸基丁烷-1,2,4-三羧酸	244
4.5.3	XH-929 阻垢剂	245
4.5.4	顺丁烯二酸-烯丙基磺酸共聚物	247
4.5.5	含磷丙烯酸/丙烯酸羟丙酯共聚物	249
4.5.6	膦酸化马来酸酐-丙烯酸共聚物	250
4.5.7	异丙烯膦酸/丙烯酸/AMPS 共聚物	250
4.5.8	阻硅垢的膦基聚羧酸	252
4.5.9	聚环氧琥珀酸	255
4.5.10	聚羧基半酰胺阻垢剂	257
4.5.11	苯乙烯磺酸-马来酸酐-丙烯酸羟丙酯共聚物阻垢剂	257
4.5.12	PAPEMP/羟基膦羧酸/三元共聚物阻垢剂	257
4.5.13	带荧光性的阻垢剂	259
4.5.14	硅垢阻垢剂	260
4.5.15	二乙烯三胺五亚甲基膦酸	262
4.5.16	乙二胺四亚甲基磺酸盐和二亚乙基三胺	

五亚甲基磺酸盐	263
4.5.17 溶垢剂	264
参考文献	265
第5章 缓蚀剂	267
5.1 概论	267
5.1.1 腐蚀的定义、类型	267
5.1.2 影响腐蚀的因素	281
5.1.3 防止腐蚀的方法和防腐效果评价	288
5.1.4 缓蚀剂的定义、分类、缓蚀机理	291
5.2 常用的缓蚀剂	295
5.2.1 铬酸盐	295
5.2.2 亚硝酸钠	296
5.2.3 钼酸盐	298
5.2.4 钨酸盐	300
5.2.5 硅酸盐	301
5.2.6 锌盐	302
5.2.7 无机磷酸盐	304
5.2.8 聚磷酸盐	306
5.2.9 苯甲酸钠	310
5.2.10 巯基苯并噻唑	310
5.2.11 苯并三氮唑	311
5.2.12 有机胺类	312
5.2.13 葡萄糖酸钠	314
5.2.14 木质素磺酸钠	315
5.2.15 2-羟基膦乙酸	315
5.3 缓蚀剂的新进展	316
5.3.1 腐蚀抑制剂间的增效作用	316
5.3.2 有机缓蚀剂的研究	319
5.3.3 表面活性螯合剂	321
5.3.4 采暖水系统缓蚀剂	324
5.3.5 天然缓蚀剂	326
5.4 磷系水处理剂的应用	327
5.4.1 药剂配方性能简介	327

5.4.2	磷系水处理剂的适用条件	329
5.4.3	不同水质条件下对使用水处理剂配方的选择	330
5.4.4	循环冷却水的处理程序	332
	参考文献	341
第6章	杀菌灭藻剂	342
6.1	概述	342
6.1.1	微生物的特性	342
6.1.2	细菌	343
6.1.3	真菌	343
6.1.4	藻类	344
6.2	水中常见的微生物及其危害	344
6.2.1	水中微生物的类型	344
6.2.2	常见危害最大的微生物	346
6.2.3	杀菌灭藻剂的杀生机理	350
6.2.4	工业循环冷却水中微生物监测控制指标	351
6.2.5	微生物的防治方法	351
6.3	常用的杀菌灭藻剂	352
6.3.1	氯及其系列	354
6.3.2	二氧化氯	358
6.3.3	氯代异氰脲酸	360
6.3.4	溴	362
6.3.5	过氧化氢	363
6.3.6	二溴次氨基丙酰胺	363
6.3.7	其他有机溴化合物	365
6.3.8	异噻唑啉酮	366
6.3.9	三氮杂苯	368
6.3.10	酚类	368
6.3.11	季铵盐类	373
6.3.12	二硫氰基甲烷	380
6.3.13	其他有机硫化化合物	384
6.3.14	醛类	385
6.3.15	胺类	386
6.3.16	复合杀生剂	388

6.3.17 其他杀生剂	389
6.4 杀菌灭藻剂的新进展和应用	390
6.4.1 4,5-二氯-2-正丁基-4-异噻唑啉丁酮	390
6.4.2 季磷盐杀生剂	391
6.4.3 氨厂高 pH 值冷却水系统杀生剂的应用	393
6.4.4 纳米 TiO_2	394
参考文献	396
第 7 章 污泥脱水剂	397
7.1 污泥处理的现状与展望	397
7.1.1 处理技术的动向	397
7.1.2 污泥有效利用的技术动向	401
7.1.3 有效利用的发展趋势	404
7.2 污泥脱水处理的机理	404
7.3 污泥脱水剂的主要品种	407
7.3.1 含磺酸基团的两性污泥脱水剂	407
7.3.2 阳离子聚合物和两性聚合物复合污泥脱水剂	411
7.3.3 先“阳”后“两性”的污泥脱水处理	417
参考文献	423
第 8 章 离子交换树脂	424
8.1 离子交换剂的基本作用原理	424
8.1.1 离子交换	424
8.1.2 离子交换平衡	425
8.1.3 离子交换选择性系数	426
8.1.4 离子交换动力学	427
8.2 离子交换树脂的结构特征、分类和命名	429
8.2.1 离子交换树脂的结构特征	429
8.2.2 离子交换树脂的分类和命名	430
8.3 离子交换树脂的合成方法及特性	433
8.3.1 强酸性阳离子交换树脂	433
8.3.2 弱酸性阳离子交换树脂	435
8.3.3 强碱性阴离子交换树脂	436
8.3.4 弱碱性阴离子交换树脂	439
8.3.5 大孔型离子交换树脂	439

8.3.6	其他类型离子交换树脂的合成和特性	440
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	441
8.4	离子交换树脂的性能及其分析测定方法	445
8.4.1	离子交换树脂的物理化学性能	445
8.4.2	离子交换树脂的水力学性质	452
8.4.3	离子交换树脂基本参数和性能的测定方法	453
8.5	离子交换树脂的使用与保管	458
8.5.1	新树脂使用前的处理	458
8.5.2	树脂在使用中应注意的问题	459
8.5.3	树脂污染后的处理	459
8.5.4	树脂的保管	460
8.6	离子交换树脂在水处理方面的应用	461
8.6.1	主要的水处理过程	462
8.6.2	离子交换树脂及离子交换设备的选用	471
附录 8-1	国内外离子交换树脂牌号对照表	475
附录 8-2	我国离子交换树脂新旧型号对照表	481
附录 8-3	国内研制和生产的离子交换树脂产品	482
附表 8-3-1	凝胶型苯乙烯强酸性阳离子交换树脂	482
附表 8-3-2	丙烯酸系弱酸性阳离子交换树脂	483
附表 8-3-3	苯乙烯系强碱性季铵Ⅰ阴离子交换树脂	484
附表 8-3-4	苯乙烯系强碱性季铵Ⅱ阴离子交换树脂	485
附表 8-3-5	弱碱阴离子交换树脂产品	485
参考文献		486
第 9 章	其他水处理剂	488
9.1	清洗剂	488
9.1.1	单台设备的清洗剂	488
9.1.2	系统的清洗剂	489
9.2	预膜剂	490
9.3	螯合剂	492
9.3.1	二硫代氨基甲酸型	493
9.3.2	支化的聚二硫代氨基甲酸盐	495
9.3.3	甲壳质及其衍生物	495

9.4 除氧剂	498
9.4.1 亚硫酸钠	499
9.4.2 水合肼	499
9.4.3 二甲基酮肟	501
9.5 混凝脱色剂	504
9.5.1 印染废水用脱色剂	504
9.5.2 造纸厂废水用脱色剂	506
9.6 脱磷剂	509
9.7 活性炭	513
9.7.1 活性炭的制备	513
9.7.2 活性炭的基本结构和性能	515
9.7.3 活性炭的再生	518
9.7.4 活性炭的应用及实例	519
参考文献	526
附录 A 水处理剂主要生产厂家及产品	527
附录 A-1 化工部天津化工研究设计院	
国家工业水处理工程技术研究中心	527
附录 A-2 北京天使专用化学技术有限公司 (中德合资)	534
附录 A-3 汽巴精化 (中国) 有限公司	542
附录 A-4 美国贝迪中国有限公司	546
附录 A-5 纳尔科化学 (苏州) 有限公司	554
附录 A-6 北京洁利尼水处理工程有限公司	560
附录 A-7 南京纳科精细化工技术发展公司	562
附录 A-8 武进市同德化工厂	595
附录 A-9 上海石化森清水处理有限公司	609
附录 A-10 呼和浩特天龙水处理技术公司	616
附录 A-11 南开大学化工厂	619
附录 A-12 丹东化工三厂	625
附录 A-13 广州精细化学工业公司	
化工部广州聚丙烯酰胺工程技术中心	635
附录 A-14 上海创新酰胺厂	641
附录 A-15 江苏南天农科化工有限公司	645
附录 A-16 江都市化工厂	647

附录 A-17	广东省石油化工研究院·····	650
附录 A-18	南京市化学工业研究设计院·····	655
附录 A-19	陕西省石油化工研究设计院·····	661
附录 A-20	武进精细化工厂·····	672
附录 A-21	北京昌化精细化工厂 (中国人民解放军总装备部防化研究院) ·····	683
附录 A-22	武进市广益化学材料厂·····	684
附录 A-23	武汉市强龙化工新材料有限责任公司·····	697
附录 A-24	四川省工业水处理工程技术研究中心 成都齐达科技开发公司·····	699
附录 B	本书英汉略语词汇 ·····	710
附录 C	常用单位与应废除单位对照表 ·····	713

第1章 概 论

现在五六十岁的一代人，在年少时大多读过一本《可爱的中国》一书，它是方志敏烈士在牺牲前于狱中写的。笔者至今仍记得书中那气吞山河的气概和用生命呼喊出来的理想。他说：“不错，目前的中国，固然是江山破碎，过弊民穷，但谁能断言，中国没有一个光明的前途呢？不，决不会的，我们相信，中国一定有个可赞美的光明前途。……到那时，到处都是活跃跃的创造，到处都是日新月异的进步，欢歌将代替了悲叹，笑脸将代替了哭脸，富裕将代替了贫穷，康健将代替了疾苦，智慧将代替了愚昧，友爱将代替了仇杀，生之快乐将代替了死之悲哀，明媚的花园，将代替了凄凉的荒地！这时，我们的民族就可以无愧色地立在人类的面前，而生育我们的母亲，也会最美丽地装饰起来，与世界上各位母亲平等的携手了。”

我们这一代人，从少年到青年，直到老年，都深深地记得这个理想，并且用自己的实践去为这个理想奋斗。虽然我们中的大部分人都没有什么轰轰烈烈的业绩，惊天动地的发明创造，但是，我们都无愧于这个时代，无愧为这个时代所作的奉献和牺牲。因为烈士们的理想，现在已经部分地实现了。我们的祖国真的挣脱了帝国主义的枷锁，打倒了封建主义的束缚，走上了独立自主的道路；我国的经济实力、人民生活水平都有了为世人羡慕的提高。尤其是党的十一届三中全会以后，改革开放的春风吹遍了祖国大地，经济发展的速度震惊了全世界。我们已经持续地走上了高速发展的道路。

可是回过头来看，在我们的幼时的思想观念中，什么是振兴中华，那就是工业化加原子弹。工业化就是机器轰隆隆响，冒烟的烟囱林立，出产的汽车像流水一样从工厂开出，矿山源源不断地提供无尽的宝藏，煤、电、石油牵引着大大小小的火车、汽车、飞机、轮船，城市的高楼大厦越盖越多，农村的拖拉机代替了黄牛遍地走。这些现