

Handbook of
Water Treatment Chemicals

水处理化学品 手册

刘明华 主编



化学工业出版社

Handbook of
Water Treatment Chemicals

水处理化学品 手册

刘明华 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书系统介绍了水处理化学品的制备和应用。全书共 12 章,第 1 章是绪论,第 2 章至第 12 章共收集包括混凝剂、絮凝剂、吸附剂、阻垢分散剂、缓蚀剂、杀菌灭藻剂、清洗剂、预膜剂、离子交换剂、膜材料、污泥脱水剂等多类水处理化学品,约四百余种,收录新药剂五十余种。

本书可供市政工程、环境科学与工程、化学工程等领域的工程技术人员、科研人员参考,也可供高等学校相关专业师生参阅。

图书在版编目 (CIP) 数据

水处理化学品手册/刘明华主编. —北京:化学工业出版社, 2016. 4

ISBN 978-7-122-26265-3

I. ①水… II. ②刘… III. ①水处理药剂-手册
IV. ①TU991. 2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 026091 号

责任编辑:刘兴春

装帧设计:关 飞

责任校对:宋 玮

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市胜利装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 52 字数 1374 千字 2016 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:268.00 元

版权所有 违者必究

京华广临字 2016——9 号

《水处理化学品手册》

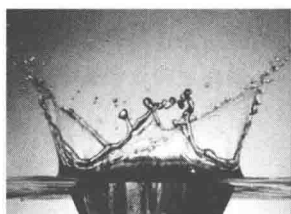
编委会

主 编：刘明华

副主编：刘以凡

编 委：（按拼音排序）

方圣琼	郭 杰	黄统琳	蒋晓丽
林春香	林兆慧	刘剑锋	刘明华
刘以凡	罗 鑫	芮方歆	肖 高
许平凡	郑堰日		



前言

水是人类社会赖以生存和发展的不可替代的资源。随着社会经济的发展和人民生活水平的不断提高,人们对水的需求量越来越大,对其质量要求也越来越高,但人类可取用的水资源却不断减少。为改善水资源环境,促进节约用水和提高污水资源化程度,并使水资源短缺和水环境污染并存的局面得以改变,众多专家学者开展了大量的研发工作,从而使得水处理技术不断革新,水处理化学品不断呈现新品种,水处理行业不断向前发展。

水处理化学品是实施水处理技术与过程中的重要手段和材料。水处理化学品行业对于改善水质,防止结垢、腐蚀、菌藻滋生和环境污染,保证工业生产的高效、安全和长期运行,并对节水、节能、节材和环境保护等方面均具有重大意义。现代社会与工业的快速发展、水资源匮乏及污染加剧的严峻形势,极大地促进了水处理化学品新品种、新技术的不断出现和产业化规模的不断扩大。同时,新型水处理化学品的研究开发正向高效、低毒、无公害方面发展。

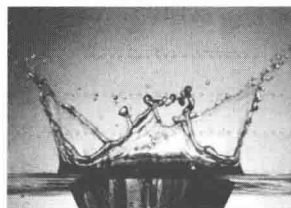
为了促进水处理行业的信息交流和技术合作,推广水处理化学品制造和应用技术,推动我国水处理工业的持续发展,本书结合近几年国内外在水处理化学品开发方面的新研究,编写了《水处理化学品手册》一书,以供读者参考。诚挚地希望本书的出版能够给相关工程技术人员在从事水处理工作时提供一定的指导作用,给环境科学和环境工程领域的科研、生产、教育等相关人员提供一些帮助。

全书共12章,第1章是绪论,第2章至第12章共收集包括混凝剂、絮凝剂、吸附剂、阻垢分散剂、缓蚀剂、杀菌灭藻剂、清洗剂、预膜剂、离子交换剂、膜材料、污泥脱水剂等多类水处理化学品,共收录药剂近500种。主要对各种化学品的性能、制备及应用进行了叙述,并对水处理化学品制备的机理及产品技术指标进行了分析和介绍。

限于编者的专业水平和知识范围有限,虽已尽力,但疏漏及不妥之处仍在所难免,恳请广大读者和同仁不吝指正。

编者

2016年1月



目 录

1 绪论 / 1

1.1 水处理化学品概述	1
1.1.1 水资源与水处理	1
1.1.2 水处理化学品的定义	2
1.1.3 水处理化学品的分类	2
1.2 水处理化学品的发展历程	3
1.2.1 国外发展概况	3
1.2.2 国内发展概况	3
1.2.3 国内外发展比较及相应的对策建议	4
1.3 水处理化学品的发展趋势	6
1.3.1 新型合成水处理化学品的开发	6
1.3.2 水处理化学品间的复配增效技术研究	6
1.3.3 多功能水处理化学品的研究	6
1.3.4 水处理化学品的环境友好化	6
参考文献	7

2 混凝剂 / 8

2.1 概述	8
2.1.1 混凝剂的分类	8
2.1.2 混凝剂在我国的发展现状	8
2.1.3 混凝机理	8
2.1.4 混凝剂的发展趋势	10
2.2 无机低分子混凝剂	10
2.2.1 硫酸铝	10
2.2.2 三氯化铝	13
2.2.3 三氯化铁	16
2.2.4 铝酸钠	18

2.2.5	硫酸亚铁	20
2.2.6	高铁酸钾	22
2.3	无机高分子混凝剂	24
2.3.1	聚合氯化铝 (PAC)	24
2.3.2	改性聚合氯化铝 (MPAC)	29
2.3.3	聚合三氯化铁 (PFC)	30
2.3.4	聚合硫酸铁 (PFS)	31
2.3.5	聚合氯化硫酸铁 (PFCS)	35
2.3.6	聚磷硫酸铁 (PPFS)	36
2.3.7	聚磷氯化铝 (PPAC)	37
2.3.8	聚合氯化铝铁 (PAFC)	38
2.3.9	聚硅硫酸铁 (PFSS)	40
2.3.10	聚硅硫酸铝 (PASS)	41
2.3.11	聚合硅酸铝铁 (PSAF)	41
2.3.12	聚氯硅酸铝 (PASiC)	42
2.3.13	聚合氯化硫酸铁铝 (PAFCS)	43
2.3.14	聚硅酸铝铁 (PAFSC)	44
2.3.15	聚合氯化硫酸铁 (PFCS)	44
	参考文献	45

3 絮凝剂 / 50

3.1	概述	50
3.1.1	絮凝剂的分类	50
3.1.2	有机高分子絮凝剂的研究概况	51
3.2	非离子型合成有机高分子絮凝剂	54
3.2.1	聚合型絮凝剂	54
3.2.2	缩合型絮凝剂	65
3.3	阴离子型合成有机高分子絮凝剂	66
3.3.1	聚合型絮凝剂	66
3.3.2	高分子反应型絮凝剂	74
3.4	阳离子型合成有机高分子絮凝剂	76
3.4.1	聚合型絮凝剂	76
3.4.2	高分子反应型絮凝剂	89
3.4.3	缩合型絮凝剂	94
3.5	两性型合成有机高分子絮凝剂	103
3.5.1	聚合型絮凝剂	104
3.5.2	高分子反应型絮凝剂	113
3.5.3	缩合型絮凝剂	117
3.6	非离子型天然有机高分子改性絮凝剂	118
3.6.1	淀粉-丙烯酰胺接枝共聚物	118
3.6.2	β -环糊精改性产品	124

3.6.3	改性瓜尔胶产品	126
3.6.4	F691-丙烯酰胺接枝共聚物	128
3.7	阴离子型天然有机高分子改性絮凝剂	128
3.7.1	改性淀粉类絮凝剂	128
3.7.2	黄原胶及其改性产品	139
3.7.3	改性纤维素类絮凝剂	141
3.7.4	海藻酸钠	145
3.7.5	改性木质素类絮凝剂	146
3.7.6	植物丹宁及其接枝共聚物	150
3.7.7	F691 改性产品	151
3.8	阳离子型天然有机高分子改性絮凝剂	152
3.8.1	改性淀粉类絮凝剂	152
3.8.2	改性木质素类絮凝剂	169
3.8.3	改性纤维素类絮凝剂	173
3.8.4	壳聚糖及其季铵化产品	177
3.8.5	F691 改性产品	186
3.9	两性型天然有机高分子改性絮凝剂	193
3.9.1	改性淀粉类絮凝剂	194
3.9.2	改性木质素类絮凝剂	205
3.9.3	改性壳聚糖类絮凝剂	209
3.9.4	改性纤维素类絮凝剂	211
3.9.5	F691 改性絮凝剂	216
	参考文献	218

4 吸附剂 / 225

4.1	概述	225
4.1.1	吸附剂的基本特征	225
4.1.2	吸附的类型	226
4.2	吸附剂的制备和应用	226
4.2.1	粉煤灰 (CFA)	226
4.2.2	黏土	235
4.2.3	硅藻土	239
4.2.4	膨润土	243
4.2.5	纳米二氧化硅	255
4.2.6	沸石	260
4.2.7	轻质氧化镁	269
4.2.8	活性氧化铝 ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$)	274
4.2.9	硅胶	280
4.2.10	活性炭 (AC)	284
4.2.11	活性炭纤维 (ACF)	299

4.2.12	改性淀粉类吸附剂	304
4.2.13	改性壳聚糖类吸附剂	311
4.2.14	改性纤维素类吸附剂	322
4.2.15	改性木质素类吸附剂	330
4.2.16	大孔吸附树脂	337
4.2.17	甲壳素类树脂	342
参考文献		343

5 阻垢分散剂 / 350

5.1	概述	350
5.2	天然改性阻垢分散剂的制备及应用	351
5.2.1	木质素磺酸盐	351
5.2.2	丹宁	354
5.2.3	淀粉磷酸酯	356
5.2.4	羧酸磷酸化淀粉	358
5.2.5	羧甲基纤维素钠	359
5.2.6	海藻酸钠	360
5.2.7	腐殖酸	362
5.2.8	壳聚糖	363
5.3	多元磷酸型阻垢分散剂的制备及应用	364
5.3.1	乙二胺四亚甲基膦酸 (EDTMP)	364
5.3.2	氨基三亚甲基膦酸 (ATMP)	366
5.3.3	1-羟基乙烷-1,1-二膦酸 (HEDP)	368
5.3.4	二乙烯三胺五亚甲基膦酸 (DTPMP)	370
5.3.5	聚醚多氨基亚甲基膦酸盐- <i>N</i> -氧化物	371
5.3.6	甘油磷酸三酯	372
5.3.7	辛基酚聚氧乙烯醚磷酸酯	372
5.3.8	2-膦酸丁烷-1,2,4-三羧酸 (PBTC)	373
5.3.9	二甲基磷酸氨基甲磺酸 (DPAMS)	374
5.3.10	<i>N,N,N</i> -三亚甲基三膦酸-乙二胺- <i>N</i> - 羟丙基磺酸 (EDTMPPS)	375
5.4	聚合物型阻垢分散剂的制备及应用	376
5.4.1	聚丙烯酸 (PAA)	377
5.4.2	聚丙烯酰胺 (PAM)	378
5.4.3	聚丙烯酸钠 (PAAS)	380
5.4.4	聚甲基丙烯酸 (PMA)	381
5.4.5	聚天冬氨酸 (PASP)	382
5.4.6	聚环氧琥珀酸 (PESA)	384
5.4.7	水解聚马来酸酐	386
5.4.8	聚亚甲基丁二酸 (聚衣康酸)	388
5.4.9	聚苯乙烯磺酸钠	389

5.4.51 聚醚型无磷共聚物阻垢剂	419
参考文献	420

6 缓蚀剂 / 423

6.1 缓蚀剂的分类及作用机理	423
6.1.1 缓蚀剂分类	423
6.1.2 缓蚀剂的特征及缓蚀机理	425
6.1.3 工业缓蚀剂的协同应用技术	427
6.2 有机缓蚀剂	427
6.2.1 六亚甲基四胺	427
6.2.2 硫脲	430
6.2.3 N,N-二邻甲苯基硫脲	434
6.2.4 吡啶	434
6.2.5 烷基吡啶	436
6.2.6 苯胺	437
6.2.7 苯胺、乌洛托品缩聚物	440
6.2.8 苯并三氮唑 (BTA)	442
6.2.9 N,N-双(苯并三氮唑亚甲基)月桂胺	445
6.2.10 2-巯基苯并噻唑 (MBT)	445
6.2.11 丙炔醇 (PA)	448
6.2.12 二聚炔醇 (DMH)	450
6.2.13 葡萄糖酸钠 (GS)	450
6.2.14 对苯二酚 (HQ)	455
6.2.15 苯甲酸	458
6.2.16 2-羟基膦基乙酸 (HPAA)	461
6.2.17 S-羧乙基硫代琥珀酸	462
6.2.18 多元醇磷酸酯 (PAPE)	463
6.2.19 N-月桂酰基肌氨酸 (LS)	464
6.2.20 2-炔丙基巯基苯并咪唑	466
6.2.21 咪唑啉季铵盐缓蚀剂	466
6.2.22 咪唑啉酮类缓蚀剂	469
6.2.23 复合芳基双环咪唑啉季铵盐	469
6.2.24 羧酸类缓蚀剂	470
6.2.25 2-苯甲酰基-3-羟基-1-丙烯 (BAA)	470
6.2.26 多氨基多醚基亚甲基膦酸 (PAPEMP)	472
6.2.27 2-癸硫基乙基胺盐酸盐 (DTEA)	472
6.2.28 YSH-05 高温酸化缓蚀剂	472
6.2.29 PTX-4 缓蚀剂	473
6.2.30 环己胺	474
6.2.31 1-羟甲基苯并三氮唑	476

6.2.32	氨基三亚甲基膦酸 (ATMP)	476
6.2.33	羟基乙叉二膦酸 (HEDP)	477
6.2.34	乙二胺四甲叉膦酸五钠 (EDTMP · Na ₅)	478
6.3	无机缓蚀剂	478
6.3.1	亚硝酸钠	478
6.3.2	硝酸钠	481
6.3.3	硅酸钠	484
6.3.4	三聚磷酸钠 (STPP)	488
6.3.5	六偏磷酸钠	489
6.3.6	钼酸钠	491
6.3.7	钨酸钠	497
6.3.8	硫化钠	500
6.3.9	七水硫酸锌	501
6.3.10	氯化锌	503
6.3.11	水合肼	508
6.3.12	磷酸二氢钠	508
	参考文献	509

7 杀菌灭藻剂 / 514

7.1	概述	514
7.1.1	微生物概况及危害	514
7.1.2	杀菌灭藻剂的分类	516
7.1.3	杀菌机理	516
7.1.4	杀菌灭藻剂的发展趋势	517
7.2	氧化型杀菌灭藻剂的制备及应用	517
7.2.1	液态氯	517
7.2.2	臭氧	518
7.2.3	次氯酸钠	521
7.2.4	次氯酸钙	523
7.2.5	二氧化氯	525
7.2.6	二氯异氰尿酸钠	529
7.2.7	三氯异氰尿酸	532
7.2.8	氯胺-T	534
7.2.9	过氧化氢	535
7.2.10	过氧乙酸	538
7.2.11	溴氯海因 (BCDMH)	540
7.2.12	二溴海因 (DBDMH)	541
7.2.13	2,2-溴氰乙酰胺 (DBNPA)	543
7.2.14	高铁酸钾	545

7.2.15	四氯甘脲 (TCGU)	547
7.2.16	过硫酸氢钾	548
7.3	非氧化型杀菌灭藻剂	552
7.3.1	氯酚类	552
7.3.2	有机硫化合物	555
7.3.3	有机锡化合物	562
7.3.4	烯醛类	563
7.3.5	季铵盐类杀菌剂	571
7.3.6	季磷盐杀菌灭藻剂	581
7.3.7	其他杀菌灭藻剂	591
	参考文献	595

8 清洗剂、预膜剂 / 599

8.1	概述	599
8.2	无机化学清洗剂	600
8.2.1	无机酸清洗剂	600
8.2.2	无机碱清洗剂	612
8.3	有机化学清洗剂	616
8.3.1	有机酸清洗剂	616
8.3.2	螯合物清洗剂	634
8.3.3	聚合物清洗剂	637
8.3.4	表面活性剂	638
8.4	预膜剂	649
8.4.1	表面活性剂-聚磷酸盐预膜剂	649
8.4.2	六偏磷酸钠-锌盐预膜剂	650
	参考文献	651

9 离子交换剂 / 655

9.1	概述	655
9.2	无机离子交换剂	655
9.2.1	泡沸石	655
9.2.2	磷酸钙	660
9.2.3	海绿石	661
9.3	有机离子交换剂	662
9.3.1	磺化煤	662
9.3.2	阳离子交换树脂	663
9.3.3	阴离子交换树脂	672
9.3.4	螯合树脂	689
9.3.5	氧化还原树脂	704

9.3.6 两性树脂	709
参考文献	712

10 膜材料 / 715

10.1 概述	715
10.2 膜的分类	715
10.2.1 功能膜的分类	715
10.2.2 膜分离过程的类型	717
10.3 膜材料及膜的制备与结构	717
10.3.1 膜材料	717
10.3.2 膜的制备	720
10.3.3 膜的结构	727
10.3.4 膜的结晶态	727
10.4 膜组件的结构设计	727
10.4.1 膜材料与膜组件	727
10.4.2 板框式膜组件与流程	728
10.4.3 卷式膜组件与流程	730
10.4.4 中空纤维膜组件与流程	731
10.4.5 管式膜组件的基本结构	733
10.5 典型的膜分离技术及应用领域	733
10.5.1 微孔过滤技术	733
10.5.2 超滤技术	736
10.5.3 纳滤技术	737
10.5.4 反渗透技术	738
10.5.5 离子交换膜与电渗析	742
10.5.6 气体分离膜	743
10.5.7 其他类型膜	748
参考文献	749

11 污泥脱水剂 / 751

11.1 概述	751
11.2 天然高分子改性污泥脱水剂	751
11.2.1 淀粉改性类污泥脱水剂	751
11.2.2 壳聚糖改性污泥脱水剂	756
11.2.3 其他天然高分子改性污泥脱水剂	760
11.3 合成型有机高分子污泥脱水剂	764
11.3.1 合成型有机阳离子污泥脱水剂	764
11.3.2 合成型两性污泥脱水剂	771
参考文献	774

12.1 水体除氧剂	776
12.1.1 概述	776
12.1.2 水合肼	776
12.1.3 吗啉	780
12.1.4 丙酮肟	782
12.1.5 丁酮肟	783
12.1.6 乙醛肟	785
12.1.7 环己胺	786
12.1.8 <i>N,N,N,N</i> -四甲基对苯二胺	788
12.1.9 氢醌	789
12.1.10 碳酰肼	791
12.1.11 异抗坏血酸	792
12.1.12 二乙基羟胺	794
12.1.13 <i>N</i> -异丙基羟胺	795
12.1.14 氨气或液氨	797
12.1.15 无水亚硫酸钠	798
12.1.16 亚硫酸氢钠	799
12.1.17 焦亚硫酸钠	800
12.1.18 亚硫酸氢铵	801
12.2 消泡剂	801
12.2.1 概述	801
12.2.2 矿物油、脂肪酸(酯)、酰胺类、低级醇类等有机物	802
12.2.3 聚醚类	805
12.2.4 有机硅类	807
12.2.5 聚醚改型聚硅氧烷消泡剂	811
12.3 污泥剥离剂	813
12.3.1 松香胺	813
12.3.2 松香胺聚氧乙烯醚	814
12.3.3 <i>N</i> -十二烷基丙氨酸	816
参考文献	817



1 绪 论

1.1 水处理化学品概述

1.1.1 水资源与水处理

水资源是人类生活乃至生物赖以生存的极为重要的、不可缺少的物质资源，属于国民经济的基础资源。随着经济的不断发展和人民生活水平的不断提高，对水资源的需求量也越来越大。与此同时，水资源的污染也日趋严重。

1995年8月世界银行调查统计报告公布：拥有世界人口40%的26个国家正面临水资源危机，这些国家的农业、工业和人民的健康受到严重威胁。发展中国家约有10亿人喝不到清洁水，17亿人没有良好的卫生设施，80%的疾病由饮用不洁水引起，并造成每年2500万人死亡。1999年“世界水日”，联合国发出警告，随着人类生产的发展和生活水平的提高，世界用水量正以每年5%的速度递增，每15年用水总量就翻一番，除非各国政府采取有力措施，否则，在2025年前，地球上将有1/2以上的人口面临淡水资源危机，1/3以上的人口得不到清洁的饮用水，到2030年，全球半数人口将生活在缺水的环境中。世界卫生组织统计的数据显示，2012年全球大概有500万人死于痢疾，其中大部分是儿童。水资源的短缺正在演变成为一场全球性的资源危机，正在成为一个关系人类生死存亡的问题。

我国多年水资源总量为 $28405 \times 10^9 \text{ m}^3$ （其中河川径流量 $27328 \times 10^9 \text{ m}^3$ ，地下水资源量 $8226 \times 10^9 \text{ m}^3$ ，二者重复量 $7149 \times 10^9 \text{ m}^3$ ），考虑洪水和基本生态用水，中国河道外最大可消耗的地表水量为 $7524 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。近50年来，受自然因素和人类活动影响，我国水资源发生了深刻演变，尤其是21世纪以来，全国水资源量减少较明显。2001~2009年与1956~2000年比较，全国降水减少2.8%，地表水资源和水资源总量分别减少5.2%和3.6%，南北方均有所减少，其中，海河区减少最为显著，降水减少9%，地表水减少49%，水资源总量减少31%。同时我国的水资源开发利用量却以年均1.4%的增速逐年增长。

虽然我国水资源总量占全球水资源的6%，仅次于巴西、俄罗斯和加拿大，居世界第四位，但单位国土面积水资源量为全球平均水平的83%，人均水资源量约 2100 m^3 ，不足世界人均水平的1/3。在联合国2006年对192个国家和地区的评价中，位居第127位，为全球人均水资源最贫乏的国家之一。此外，我国水资源空间分布与人口、耕地、矿藏资源等社会经济要素的空间分布不相匹配：我国南方面积占全国36%，人口占全国54%，耕地占全国40%，GDP占全国56%，水资源占全国81%；北方面积占全国64%，人口占全国46%，耕地占全国60%，GDP占全国44%，水资源仅占全国19%。

水资源短缺、水污染加剧、水资源过度开发和用水效率低下,正在不断加剧我国的水资源供需矛盾。目前,我国 600 多个城市中 400 多个城市供水不足,其中 110 多个城市严重缺水,据预测,2030 我国将达到人口高峰期,届时我国将成为严重缺水的国家。

2010 年全国总供水量 $6022 \times 10^9 \text{ m}^3$, 其中,地表水源供水量占 81.1%,地下水源供水量占 18.4%;生活用水占 12.7%,工业用水占 24.0%,农业用水占 61.3%,生态环境补水占 2.0%。工农业用水占我国总体水资源利用的 80% 以上,但目前的农业用水利用率不到 50%,灌溉水有效利用系数不到 0.5;工业用水重复利用率不到 40%,万元产值用水量为 91 m^3 ,超过发达国家的 8 倍,利用效率偏低,水资源浪费严重。

2011 年初国务院发布了《中共中央国务院关于加强水利改革与发展的决定》,7 月 8 日召开了中央水利工作会议;2012 年 2 月国务院发布了《关于实行最严格水资源管理制度的意见》[国发(2012)3 号],确定了水资源问题应对策略。明确提出要实行最严格的水资源管理制度,将其定位为“加快转变经济发展方式的战略举措”。2011 年 4 月 24 日《人民日报》报道,我国将增加水资源战略储备。对海河和辽河等地下水供水比重较高的缺水流域,严格控制地下水开采总量,禁止深层地下水开采,利用南水北调水置换超采地下水,逐步恢复地下水的涵养能力,增加地下水战略储备。

为保障科学发展进程中的水资源安全,协调水资源开发利用过程中的人与自然关系,必须积极推进节水防污型社会建设,当前最迫切的工作是要实行最严格的水资源管理。实行污水资源化管理,加大重复利用比例是落实最严格水资源管理的重要举措之一。

工业用水总量的 80%~90% 主要用来作冷却降温,节约用水的关键是尽可能提高冷却水的使用率和重复使用次数。冷却水的循环利用可直接提高水的利用效率,达到节约水资源的目的。为保证循环冷却水的质量,往往投加包括阻垢剂、缓蚀剂、灭藻剂、杀菌剂等多种水处理化学品。这些化学品在工业循环冷却水中,不但要发挥各自的特长,而且还要有良好的相容性以及协同效应,以期更好地完成阻垢、缓蚀、杀菌灭藻、污泥剥离等各项任务。

合理用水、节约用水、提高工业用水的重复利用率愈显重要,因此,工业水处理也受到各行各业的普遍关注。而在这一大背景下,处于水处理中十分重要地位的水处理化学品工业也得以迅猛发展。

1.1.2 水处理化学品的定义

水处理化学品又称水处理剂,早期也称水质稳定剂。它主要指为了除去水的大部分有害物质(如腐蚀物、金属离子、污垢及微生物等)得到符合要求的民用或工业用水而在水处理过程中添加的化学药品,其中包括絮凝剂、阻垢分散剂、缓蚀剂、杀菌剂、阻垢缓蚀剂、锅炉水处理剂以及废水处理剂等化学品,共计 200 多个品种。其用途涉及循环冷却水、锅炉水、空调水、饮用水、工业给水、工业废水、污水和油田水处理等多个方面。

水处理化学品行业是精细化工产品中的一个重要门类,它对于提高水质、防止结垢、腐蚀、菌藻滋生和环境污染,保证工业生产的高效、安全和长期运行,并对节水、节能、节材和环境保护等方面均有重大意义。

1.1.3 水处理化学品的分类

通常水处理化学品包括以下三类产品:①通用化学品,原指用于水处理的无机化工产品,如硫酸铝等;②专用化学品,包括活性炭、离子交换树脂和有机聚合物絮凝剂等;③配方化学品,包括缓蚀剂、阻垢剂、杀菌剂和燃烧助剂等。

按其应用目的分为两类。①以净化水质为目的,使水体相对净化,供生活和工业使用,包括原水和污水的净化,所用的水处理化学品有 pH 值调整剂、氧化还原剂、吸附剂、活性

炭和离子交换树脂、混凝剂和絮凝剂等。②因特殊工业目的而添加到水中的化学品,通过对设备、管道、生产设施以及产品的表面化学作用而达到预期目的,所用的水处理化学品有缓蚀剂、阻垢分散剂、杀菌灭藻剂、软化剂等。水处理化学品具有较强的专用性,如:城市给水是以除去水中的悬浮物为主要对象,主要用絮凝剂;锅炉给水主要解决结垢腐蚀问题,主要用阻垢剂、缓蚀剂、除氧剂等;冷却水处理主要解决腐蚀和菌类滋生,主要用阻垢剂、缓蚀剂和杀菌灭藻剂等;污水处理的目的是除去有害物质、重金属离子、悬浮体和脱除颜色,主要用絮凝剂、整合剂等。

1.2 水处理化学品的发展历程

1.2.1 国外发展概况

水处理技术在发展的初期和中期,添加的水处理化学品一般都是简单的无机化合物,如石灰、二氧化碳、硫酸、氯气、磷酸盐等。这些无机化合物大都为工业原料,价廉易得。然而,单纯使用无机化合物,水处理效果就会受到一定的限制。因此,在生产上逐步地发展成和某些天然的有机化合物复合使用来达到水质控制的目的。其中,丹宁、淀粉、木质素等都是很早就使用的有机水处理化学品。

工业的迅速发展对水处理技术提出了更高的要求,这进一步促进了水处理化学品的发展。20世纪60~70年代,是水处理化学品的大发展时期,各种水处理化学品都相继经历了各自发展的鼎盛时期,此间各种技术突破层出不穷,品种数量和产量均呈明显上升趋势。为了有效地达到缓蚀、阻垢和杀菌的目的,为了更好地控制排污所造成的污染和公害,逐步发展和使用了新型的有机缓蚀剂、有机阻垢剂和有机杀菌剂。其总的趋势是无机水处理化学品正逐步被有机水处理化学品所取代,某些无机水处理化学品往往也只有和有机水处理化学品复合使用才更有效。

目前合成和新发展的有机水处理化学品大都是合成产物,而且几乎已完全代替了原来应用的天然有机化合物。许多行之有效的合成表面活性剂也逐渐应用到水处理技术中来,作为杀菌灭藻的水处理化学品和污泥剥离水处理化学品。此外,20世纪80年代,发达国家水处理化学品一直以8%以上的速度增长,近年来仍保持3%~5%的增幅,其市场已基本趋于饱和并开始转向大量出口。而发展中国家的需求量则是高速增长阶段,其中,拉美国家年增长速度达到12%~15%,亚太国家更高达20%。据不完全统计,目前全球水处理化学品市场总值为40亿~50亿美元(包括有机絮凝剂、缓蚀剂、阻垢剂、杀菌剂等),其中美国是水处理化学品生产和消耗最多的国家。

1.2.2 国内发展概况

我国水处理化学品的发展是随着现代水处理技术的引进而发展起来的,开发时间比发达国家晚30~40年,但发展很快,现已形成了自主研制、开发及产业化的体系。发展历程可分为两个阶段:1974~1989年为第一阶段,即引进吸收和国产化阶段,目标是建立我国水处理化学品研究及制造体系;1990~2000年为第二阶段,是创新研发及产业化阶段,目标是建立起我国具有自主知识产权的水处理化学品及技术体系。从1992年开始,专用化学品专项的建立则标志着水处理化学品的研究进入了创新阶段。经过此后8年时间的努力,形成了新一代具有自主知识产权的新产品、新技术。

中国是世界上水处理化学品及服务增长最快的地区。2010年中国专用水处理化学品销售额达12.6亿美元,2015年约达到17.0亿美元,2010~2015年水处理专用化学品增长率约为6.1%。