

水处理化学品制备 与应用指南

张光华 编



枣庄市泰和化工厂 泰和水处理剂

中国石化出版社

水处理化学品制备与 应用指南

张光华 编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书共八章,分别叙述了工业循环冷却水、生活用水、工业废水处理等水处理过程中常用的化学品 280 余种,内容涉及絮凝剂、阻垢分散剂、杀菌灭藻剂、清洗剂、预膜剂、缓蚀剂、离子交换剂及其他水处理化学品的性能特点、制备方法以及应用方法。书中收集了近年来报道的新水处理化学品 30 余种,包括天然改性水处理化学品改性淀粉、壳聚糖;绿色水处理化学品聚天冬氨酸、聚环氧琥珀酸、过氧乙酸、烷基咪唑啉等化学品的性能特点、制备方法及应用前景。书中还特别介绍了部分聚合物单体制备方面的内容,这对于水处理化学品的开发和生产具有很好的参考价值。

本书可供从事水处理化学品研制生产的技术人员、工业循环冷却水处理工程的技术人员、废水处理工程技术人员、环境保护工程的技术人员以及与此相关的科研人员参考,也可供大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

水处理化学品制备与应用指南/张光华编.
—北京:中国石化出版社,2003
ISBN 7-80164-420-4

I.水… II.张… III.①水处理剂-制备-指南
②水处理剂-应用-指南 IV.TU991.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 063094 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

河北省徐水县印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

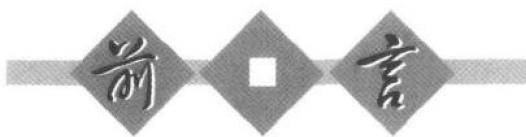
*

787×1092 毫米 16 开本 22.75 印张 4 彩页 560 千字

2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月第 1 次印刷

定价:45.00 元

京工商广临字 20030039 号



随着经济发展和人民生活水平的不断提高,人们对水的需求量也越来越大,但是人类可取用的水资源却不断减少,利用水处理技术提高水质、节约用水和保护环境是人们一直追求的目标。水处理行业是由水处理化学品的制造、水处理技术服务两个重要部分组成。目前水处理化学品营业额达到 60 亿美元之多。我国近年来水处理技术发展迅速,水处理化学品新品种层出不穷。

工业循环冷却水处理系统、生活水净化、工业废水、生活污水处理过程中均要投加多种化学品,其作用是起到缓蚀、阻垢、杀菌等多种作用,保证水质条件符合使用要求,保证工业生产的长期安全运行。生活用水中投加系列化学品的作用是提高生活用水的饮用质量,减少水中微量有害物质对人及其他生物的潜在危害。工业废水、生活污水处理过程中也要投加系列化学品,目的是消除污染,净化水质,达到国家排放标准,保护环境。所以水处理用化学品是能满足上述各项要求的具有某些特定功能的化学品。

目前国内缺少系统介绍水处理化学品的制备及应用性能方面的书籍,本书对工业循环冷却水、生活用水、工业废水处理等水处理过程中常用的化学品,从其制备原理、工艺过程以及产品性能、应用方法等方面进行了系统介绍。内容包括水处理技术及水处理化学品,如絮凝剂、阻垢分散剂、杀菌灭藻剂、清洗剂、预膜剂、缓蚀剂、离子交换剂及其他水处理化学品。必须指出,本书所列生产配方与工艺只供参考,不能机械照搬,在进行工业生产之前必需严格按照小试、中试和工业试生产程序进行验证或调整。

本书产品技术指标中标准代号“GB”、“GB/T”分别为强制性国家标准和推荐性国家标准,“ZB”、“HG”为化工行业标准,“SH”为中国石油化工集团公司标准,“SY”为中国石油天然气集团公司标准,未注明的为企业标准或参考标准。

本书在编写过程中参考了大量的文献和资料,由于篇幅所限,未能一一标注,在此对以上资料的作者表示衷心感谢。

由于时间紧迫和作者的专业水平及知识范围所限,书中难免会有许多错误或疏漏之处,敬请读者批评指正。

编者

于陕西科技大学

2003.6

目 录

第 1 章 水处理技术及水处理化学品	(1)
1.1 工业循环冷却水及处理	(1)
1.1.1 水资源与节水	(1)
1.1.2 水中的杂质	(2)
1.1.3 水中盐类的溶解度	(2)
1.1.4 水中的微生物	(3)
1.1.5 工业循环冷却水的腐蚀	(3)
1.1.6 工业循环冷却水系统的污垢	(4)
1.1.7 工业循环冷却水的水质	(5)
1.1.8 工业循环冷却水的指标控制	(6)
1.1.9 工业循环冷却水系统的运行准备	(7)
1.2 水污染及废水处理	(9)
1.2.1 水污染及废水处理	(9)
1.2.2 废水的水质指标	(10)
1.2.3 废水处理的基本方法	(11)
1.2.3.1 废水的物理处理方法	(12)
1.2.3.2 废水的化学处理方法	(13)
1.2.3.3 废水的物理化学处理法	(17)
1.2.3.4 废水的生物处理法	(19)
1.3 水处理化学品的现状与发展	(23)
1.3.1 水处理化学品的历史演变	(23)
1.3.2 水处理化学品发展的方向	(24)
1.3.2.1 新型合成水处理化学品的开发	(24)
1.3.2.2 水处理化学品间的复配增效技术的研究	(25)
1.3.2.3 水处理化学品结构的分子设计以及与性能的相关性研究	(25)
1.3.2.4 多功能水处理化学品的研究	(26)
1.3.2.5 绿色水处理化学品的发展	(28)
第 2 章 絮凝剂	(31)
2.1 絮凝剂的种类	(31)
2.2 絮凝剂的作用机理	(31)
2.2.1 胶体稳定的 DLVO 理论	(32)
2.2.2 胶体的捕集	(33)
2.2.3 双电层的压缩理论	(34)
2.2.4 电荷的中和作用	(34)

2.2.5 有机高分子絮凝剂的桥连作用机理	(35)
2.3 高分子絮凝剂的结构对絮凝作用的影响	(38)
2.3.1 有机高分子絮凝剂的相对分子质量对絮凝作用的影响	(38)
2.3.2 絮凝剂的用量对絮凝作用的影响	(38)
2.3.3 ζ 电位对絮凝效果的影响	(38)
2.3.4 烧杯试验	(39)
2.4 无机高分子絮凝剂	(40)
2.4.1 聚合氯化铝	(41)
2.4.2 聚合三氯化铁(PFC)	(44)
2.4.3 聚合氯化硫酸铁(PFCS)	(44)
2.4.4 聚合硫酸铁(PFS)	(45)
2.4.5 聚磷硫酸铁(PPFS)	(46)
2.4.6 聚硅硫酸铝(PASS)	(47)
2.4.7 聚磷氯化铝(PPAC)	(47)
2.4.8 聚硅硫酸铁(PFSS)	(47)
2.4.9 聚合氯化铝铁(PAFC)	(48)
2.4.10 聚合硅酸铝铁(PSAFS)	(48)
2.5 无机低分子絮凝剂	(49)
2.5.1 硫酸铝	(49)
2.5.2 三氯化铝	(50)
2.5.3 硫酸亚铁	(53)
2.5.4 三氯化铁	(54)
2.5.5 高铁酸钾	(55)
2.6 有机高分子絮凝剂	(56)
2.6.1 有机高分子絮凝剂的发展	(56)
2.6.2 有机高分子絮凝剂分子结构设计	(57)
2.7 阳离子有机高分子絮凝剂	(60)
2.7.1 聚-2-羟丙基-1,1-二甲基氯化铵	(60)
2.7.2 环氧氯丙烷与 <i>N,N</i> -二甲基-1,3-丙二胺缩聚物	(61)
2.7.3 聚乙烯亚胺	(63)
2.7.4 丙烯酰胺-氨基乙烯共聚物	(64)
2.7.5 聚丙烯酰胺-丙烯酰胺基二甲胺	(65)
2.7.6 丙烯酰胺-丙烯酸-2-氨基乙酯聚合物	(66)
2.7.7 丙烯酰胺-丙烯酸酰胺基共聚物	(67)
2.7.8 聚二烯丙基二甲基氯化铵	(68)
2.7.9 丙烯酰胺-二烯丙基二甲基氯化铵共聚物	(69)
2.7.10 乙二醛化阳离子聚丙烯酰胺	(70)
2.7.11 丙烯酰胺-丙烯酸乙酯基三甲基铵硫酸甲酯共聚物	(71)
2.7.12 丙烯酰胺-丙烯酸乙酯基三甲基氯化铵共聚物	(71)
2.7.13 聚苯乙烯基四甲基氯化铵	(72)

2.8 阴离子有机高分子絮凝剂	(73)
2.8.1 聚苯乙烯磺酸钠	(73)
2.8.2 丙烯酸-丙烯酰胺共聚物	(74)
2.8.3 丙烯酰胺-乙烯基磺酸钠共聚物	(75)
2.8.4 丙烯酸钠-丙烯酰胺共聚物	(76)
2.8.5 2-丙烯酰胺基-叔丁基磺酸丙烯酰胺共聚物	(77)
2.8.6 超高相对分子质量聚丙烯酰胺乳液絮凝剂	(77)
2.8.7 二醛交联丙烯酰胺	(79)
2.9 天然高分子絮凝剂	(80)
2.9.1 天然高分子絮凝剂的改性方法	(80)
2.9.2 阳离子淀粉	(81)
2.9.3 淀粉-丙烯酰胺接枝物	(83)
2.9.4 羧甲基淀粉	(84)
2.9.5 羧甲基纤维素钠	(86)
2.9.6 壳聚糖	(88)
2.9.7 壳聚糖-丙烯酰胺接枝共聚物	(90)
2.9.8 海藻酸钠	(91)
2.9.9 瓜尔胶	(92)
2.9.10 天然黄原胶	(93)
第3章 阻垢剂及阻垢分散剂	(95)
3.1 污垢的类型及危害	(95)
3.1.1 碳酸钙垢	(95)
3.1.2 磷酸钙垢	(96)
3.1.3 硫酸钙垢	(96)
3.1.4 镁垢	(96)
3.1.5 污垢的危害	(96)
3.2 工业循环冷却水系统阻垢处理方法	(96)
3.2.1 阻垢剂作用机理	(97)
3.3 工业循环冷却水系统阻垢分散剂的分类	(98)
3.3.1 聚磷酸盐阻垢分散剂	(98)
3.3.2 膦酸盐阻垢分散剂	(100)
3.3.3 合成聚合物阻垢分散剂	(101)
3.3.4 天然产物阻垢分散剂	(102)
3.4 天然改性物阻垢分散剂	(103)
3.4.1 木质素磺酸盐	(103)
3.4.2 单宁	(104)
3.4.3 羧酸磷酸化淀粉	(106)
3.4.4 磷酸酯淀粉	(106)
3.5 多元膦酸型阻垢分散剂	(107)

3.5.1	乙二胺四亚甲基膦酸(EDTMP)	(107)
3.5.2	氨基三亚甲基膦酸(ATMP)	(109)
3.5.3	1-羟基乙烷-1,1-二膦酸(HEDP)	(111)
3.5.4	二乙烯三胺五亚甲基膦酸(DTPMP)	(113)
3.5.5	聚醚多氨基亚甲基膦酸盐-N-氧化物	(114)
3.5.6	甘油磷酸三酯	(115)
3.5.7	辛基酚聚氧乙烯醚磷酸酯	(115)
3.5.8	2-膦酸丁烷-1,2,4-三羧酸(PBTC)	(116)
3.5.9	二亚甲基膦酸氨基甲磺酸(DPAMS)	(118)
3.5.10	N,N,N-三亚甲基三膦酸-乙二胺-N-羟丙基磺酸(EDTMPPS)	(119)
3.6	聚合物阻垢分散剂	(120)
3.6.1	聚天冬氨酸(PASP)	(121)
3.6.2	聚环氧琥珀酸(PESA)	(121)
3.6.3	聚-2-丙烯酰基-2-甲基丙磺酸钠	(122)
3.6.4	聚丙烯酸(PAA)	(123)
3.6.5	聚丙烯酸钠(PAAS)	(124)
3.6.6	聚丙烯酰胺(PAM)	(125)
3.6.7	聚甲基丙烯酸(PMA)	(126)
3.6.8	水解聚马来酸酐	(126)
3.6.9	聚亚甲基丁二酸(聚衣康酸)	(127)
3.6.10	聚苯乙烯磺酸钠	(128)
3.6.11	丙烯酸-丙烯酸甲酯共聚物	(129)
3.6.12	苯乙烯磺酸-苯乙烯膦酸共聚物	(130)
3.6.13	次磷酸基聚丙烯酸	(131)
3.6.14	丙烯酸-丙烯酸- β -羟丙酯-次磷酸钠调聚物	(132)
3.6.15	丙烯酸-2-丙烯酰基-2-甲基丙磺酸-次磷酸钠共聚物	(133)
3.6.16	丙烯酸-马来酸酐共聚物	(134)
3.6.17	丙烯酸-丙烯酰胺共聚物	(135)
3.6.18	衣康酸-丙烯酰胺共聚物	(136)
3.6.19	丙烯酸-丙烯醇共聚物	(136)
3.6.20	丙烯酸-衣康酸共聚物	(137)
3.6.21	丙烯酸-丙烯酸羟丙酯共聚物	(138)
3.6.22	马来酸-苯乙烯磺酸共聚物	(139)
3.6.23	马来酸酐-丙烯基磺酸钠共聚物	(140)
3.6.24	马来酸-N-丙烯酰基-N'-甲基丙磺酸共聚物	(141)
3.6.25	马来酸-丙烯酰吗啉共聚物	(142)
3.6.26	马来酸-丙烯酰胺共聚物	(143)
3.6.27	衣康酸-丙烯酰吗啉共聚物	(143)
3.6.28	丙烯酸-异丙烯膦酸共聚物(AA/IPPA)	(144)
3.6.29	丙烯酰胺-丙烯酰基吗啉共聚物	(145)

3.6.30	丙烯酸-丙烯酰基吗啉共聚物	(146)
3.6.31	2-丙烯酰基-2-甲基丙磺酸钠-丙烯酰基吗啉共聚物	(146)
3.6.32	苯乙磺酸钠-丙烯酰基吗啉共聚物	(147)
3.6.33	丙烯基磺酸钠-丙烯酰基吗啉共聚物	(148)
3.6.34	<i>N</i> -丙烯酰基对氨基苯磺酸钠-丙烯酰基吗啉共聚物	(148)
3.6.35	丙烯醇-丙烯酰基吗啉共聚物	(149)
3.6.36	丙烯酸- β -羟基丙酯-丙烯酰基吗啉共聚物	(150)
3.6.37	2-丙烯酰基-2-甲基丙基膦酸-丙烯酰基吗啉共聚物	(150)
3.6.38	2-丙烯酰基-2-甲基丙基膦酸-丙烯酸共聚物	(151)
3.6.39	2-丙烯酰基-2-甲基丙基膦酸-丙烯酰胺共聚物	(152)
3.6.40	2-丙烯酰基-2-甲基丙基膦酸-丙烯酸- β -羟基丙酯共聚物	(153)
3.6.41	2-丙烯酰基-2-甲基丙基膦酸-2-丙烯酰基-2-甲基丙磺酸 共聚物	(153)
3.6.42	2-丙烯酰基-2-甲基丙基膦酸-苯乙烯磺酸钠共聚物	(154)
3.6.43	2-丙烯酰基-2-甲基丙基膦酸-甲基丙烯酸共聚物	(155)
3.6.44	亚甲基丁二酸-2-丙烯酰基-2-甲基丙基膦酸共聚物	(155)
3.6.45	亚甲基丁二酸-2-丙烯酰基-2-甲基丙磺酸钠共聚物	(156)
3.6.46	亚甲基丁二酸-丙烯酸- β -羟基丙酯共聚物	(157)
3.6.47	亚甲基丁二酸-丙烯基磺酸钠共聚物	(158)
3.6.48	亚甲基丁二酸-丙烯醇共聚物	(158)
3.6.49	亚甲基丁二酸-苯乙烯磺酸钠共聚物	(159)
3.6.50	顺丁烯二酸酐-亚甲基丁二酸共聚物	(160)
3.6.51	亚甲基丁二酸-反丁烯二酸共聚物	(160)
3.6.52	2-丙烯酰基-2-甲基丙基膦酸-反丁烯二酸共聚物	(161)
3.6.53	2-丙烯酰基-2-甲基丙磺酸-反丁烯二酸共聚物	(162)
3.6.54	丙烯酸- β -羟基丙酯-反丁烯二酸共聚物	(162)
3.6.55	丙烯酰胺-反丁烯二酸共聚物	(163)
3.6.56	丙烯酰基吗啉-反丁烯二酸共聚物	(164)
3.6.57	丙烯酸-丙烯酰胺-丙烯酸- β -羟基丙酯共聚物	(164)
3.6.58	丙烯酸-丙烯酸- β -羟基丙酯-顺丁烯二酸酐共聚物	(165)
3.6.59	丙烯酸-丙烯酸- β -羟基丙酯-丙烯酰基吗啉共聚物	(165)
3.6.60	马来酸酐-2-丙烯酰胺基-2-甲基丙磺酸钠-2-丙烯酰胺基-2- 甲基丙基膦酸共聚物	(166)
3.6.61	丙烯酸-2-丙烯酰基-2-甲基丙磺酸钠-丙烯酸- β -羟基丙酯 共聚物	(167)
3.6.62	丙烯酸-2-丙烯酰基-2-甲基丙磺酸钠-2-丙烯酰基-2- 甲基丙基膦酸共聚物	(168)
3.6.63	丙烯酸- <i>N</i> -异丙基丙烯酰胺-丙烯酸- β -羟基丙酯共聚物	(168)
3.6.64	衣康酸-2-丙烯酰基-2-甲基丙基膦酸-2-丙烯酰基-2- 甲基丙磺酸钠共聚物	(169)

3.6.65	丙烯酸-异丙烯膦酸-2-丙烯酰胺基-2-甲基丙磺酸钠共聚物	(170)
3.6.66	衣康酸-丙烯酰基吗啉-丙烯酸- β -羟基丙酯共聚物	(171)
3.6.67	衣康酸-丙烯酰基吗啉-N-丙烯酰基-N-甲基丙基膦酸共聚物	(171)
3.6.68	衣康酸-丙烯酰基吗啉-2-丙烯酰胺基-2-甲基丙磺酸钠共聚物	(172)
3.6.69	丙烯酸-异戊二烯磺酸-丙烯酸- β -羟基丙酯共聚物	(173)
3.6.70	丙烯酸-马来酸酐-2-丙烯酰胺基-2-甲基丙磺酸钠共聚物	(173)
3.6.71	膦酰基羧酸共调聚物	(174)

第4章 杀菌灭藻剂	(175)
4.1 菌类的产生及其危害	(175)
4.1.1 藻类	(175)
4.1.2 真菌	(176)
4.1.3 细菌	(176)
4.1.4 铁细菌	(176)
4.1.5 硫酸盐还原菌	(177)
4.1.6 硫细菌	(178)
4.2 杀菌灭藻剂的分类	(178)
4.3 杀菌机理	(179)
4.4 杀菌剂的选择及应用	(180)
4.5 氧化性杀菌灭藻剂	(180)
4.5.1 液态氯	(181)
4.5.2 二氧化氯	(181)
4.5.3 次氯酸钠	(186)
4.5.4 次氯酸钙	(187)
4.5.5 三氯异氰尿酸	(188)
4.5.6 二氯异氰尿酸钠	(189)
4.5.7 氯胺-T	(190)
4.5.8 臭氧	(191)
4.5.9 过氧化氢	(192)
4.5.10 过氧乙酸	(193)
4.5.11 2,2-二溴氰乙酰胺(DBNPA)	(193)
4.5.12 溴氯海因(BCDMH)	(195)
4.5.13 二溴二甲基海因	(195)
4.6 非氧化性杀生剂	(196)
4.6.1 双氯酚	(196)
4.6.2 五氯酚钠	(197)
4.6.3 异噻唑啉酮	(198)
4.6.4 苯并异噻唑啉酮(BTT)	(200)
4.6.5 正辛基异噻唑啉酮(DCOIO)	(200)
4.6.6 二硫氰基甲烷	(201)

4.6.7 乙蒜素	(202)
4.6.8 均三嗪	(203)
4.6.9 <i>N,N</i> -二羟甲基-5,5-二甲基海因(DMDMH)	(204)
4.7 季铵盐类杀菌剂	(204)
4.7.1 十二烷基二甲基苄基氯化铵	(204)
4.7.2 十二烷基二甲基苄基溴化铵	(206)
4.7.3 十四烷基二甲基苄基氯化铵	(207)
4.7.4 十六烷基二甲基苄基氯化铵	(208)
4.7.5 十八烷基二甲基苄基氯化铵	(209)
4.7.6 十六烷基三甲基溴化铵	(209)
4.7.7 十六烷基氯化吡啶	(210)
4.7.8 环烷酸咪唑啉季铵盐	(211)
4.7.9 四正丁基碘化铵	(212)
4.7.10 咪唑啉乙酸盐	(212)
4.7.11 十六烷基二甲基(2-亚硫酸)乙基铵	(213)
4.7.12 双氯化长链烷基二甲基乙醚铵盐	(214)
4.7.13 双氯化十八烷基二甲基乙基铵盐	(214)
4.7.14 双十二烷基二甲基- α -二甲基苄基氯化铵	(215)
4.7.15 十六烷基二甲基(2-亚硫酸)乙基铵	(216)
4.7.16 双季铵盐	(216)
4.8 醛类杀菌剂	(217)
4.8.1 丙烯醛	(217)
4.8.2 水杨醛	(218)
4.8.3 戊二醛	(219)
4.8.4 α -溴代肉桂醛	(220)
4.9 其他类型杀菌灭藻剂	(221)
4.9.1 高铁酸钾	(221)
4.9.2 双三丁基氧化锡	(222)
4.9.3 十四烷基三丁基氯化磷	(222)
4.9.4 长链烷基季磷盐	(223)
4.9.5 长链烷基季铈盐	(224)
第5章 清洗剂、预膜剂	(225)
5.1 清洗与预膜	(225)
5.1.1 化学清洗目的	(225)
5.1.2 清洗剂的类别	(227)
5.1.3 预膜剂的作用	(228)
5.1.4 影响预膜的因素	(228)
5.1.5 预膜过程的操作与控制	(230)
5.2 无机酸清洗剂	(231)

5.2.1 盐酸	(231)
5.2.2 硫酸	(232)
5.2.3 硝酸	(233)
5.2.4 磷酸	(234)
5.2.5 氢氟酸	(235)
5.3 有机酸清洗剂	(235)
5.3.1 氨基磺酸	(235)
5.3.2 柠檬酸	(237)
5.3.3 乙二酸(草酸)	(238)
5.3.4 羟基丁二酸	(239)
5.3.5 羟基乙酸	(240)
5.3.6 衣康酸	(242)
5.3.7 甲酸	(243)
5.4 螯合物清洗剂	(244)
5.4.1 氨基三乙酸	(244)
5.4.2 乙二胺四乙酸二钠(EDTA - Na)	(245)
5.4.3 二乙烯三胺五乙酸钠(DTPA - Na)	(246)
5.5 聚合物清洗剂	(247)
5.5.1 丙烯酸 - 衣康酸共聚物清洗剂	(247)
5.5.2 衣康酸 - 甲基丙烯酸共聚物	(248)
5.6 表面活性剂	(249)
5.6.1 壬基酚聚氧乙烯醚	(249)
5.6.2 脂肪醇聚氧乙烯醚	(251)
5.6.3 烷醇酰胺	(252)
5.6.4 琥珀酸二烷酯磺酸钠	(253)
5.6.5 石油磺酸钠	(254)
5.7 复合预膜剂	(256)
5.7.1 六偏磷酸钠/锌盐预膜剂	(256)
5.7.2 表面活性剂/聚磷酸盐预膜剂	(256)
第6章 缓蚀剂	(258)
6.1 缓蚀剂的分类及作用机理	(258)
6.1.1 缓蚀剂的分类	(258)
6.1.2 缓蚀剂的特征及缓蚀机理	(259)
6.1.3 工业缓蚀剂的协同应用技术	(261)
6.1.4 缓蚀剂的筛选	(262)
6.2 工业酸洗缓蚀剂	(263)
6.2.1 六次甲基四胺	(263)
6.2.2 硫脲	(265)
6.2.3 吡啶	(266)

6.2.4	<i>N,N</i> - 二邻甲基苯基硫脲	(267)
6.2.5	苯胺	(268)
6.2.6	甲基苯并三唑	(269)
6.2.7	巯基苯并噻唑	(270)
6.2.8	2- 氨基十七烯基咪唑啉	(272)
6.2.9	2- 氨基十七烯基咪唑啉季铵盐	(272)
6.2.10	<i>N,N</i> - 双(苯并三氮唑亚甲基)月桂胺	(273)
6.2.11	丙炔醇	(274)
6.2.12	2- 炔丙基巯基苯并咪唑	(275)
6.2.13	二聚炔醇(DMH)	(276)
6.2.14	甲醛、丙酮和苄胺缩聚物	(276)
6.2.15	苯胺、乌洛托品缩聚物	(277)
6.2.16	玉米油咪唑啉	(277)
6.2.17	环烷酸咪唑啉	(278)
6.2.18	改性腐植酸阻垢缓蚀剂	(278)
6.2.19	咪唑啉酮缓蚀剂	(278)
6.2.20	羧酸类缓蚀剂	(279)
6.2.21	2- 苯甲酰基 - 3- 羟基 - 1- 丙烯(BAA)	(280)
6.2.22	乙二胺四乙酸 - 邻苯二胺缩合物(BIEA)	(280)
6.3	工业循环水缓蚀剂	(281)
6.3.1	氯化锌	(281)
6.3.2	七水硫酸锌	(282)
6.3.3	钼酸盐	(283)
6.3.4	钨酸盐	(283)
6.3.5	硅酸钠	(284)
6.3.6	亚硝酸钠	(285)
6.3.7	三聚磷酸钠	(286)
6.3.8	六偏磷酸钠	(287)
6.3.9	多元醇磷酸酯	(288)
6.3.10	2- 羟基膦基乙酸(HPAA)	(289)
6.3.11	S- 羧乙基硫代琥珀酸	(290)
6.3.12	苯并三氮唑(BTA)	(291)
6.3.13	葡萄糖酸钠	(293)
6.3.14	<i>N</i> - 月桂酰基肌氨酸	(294)
第7章	离子交换树脂	(295)
7.1	离子交换树脂及类别	(295)
7.2	阳离子交换树脂	(296)
7.2.1	001×7 强酸性苯乙烯型阳离子交换树脂	(296)
7.2.2	002SC 强酸性苯乙烯型阳离子交换树脂	(298)

7.2.3	D001 大孔强酸性苯乙烯型阳离子交换树脂	(299)
7.2.4	D111 大孔弱酸性丙烯酸型阳离子交换树脂	(301)
7.2.5	D113 大孔弱酸性丙烯酸型阳离子交换树脂	(304)
7.3	阴离子交换树脂	(305)
7.3.1	201×7 强碱性苯乙烯型阴离子交换树脂	(305)
7.3.2	D201 大孔强碱性苯乙烯型阴离子交换树脂	(308)
7.3.3	D202 大孔强碱性苯乙烯型阴离子交换树脂	(309)
7.3.4	D301 大孔弱碱性苯乙烯型阴离子交换树脂	(311)
第 8 章	其他水处理化学品	(314)
8.1	水体除氧剂	(314)
8.1.1	联氨	(315)
8.1.2	亚硫酸钠	(317)
8.1.3	吗啉	(318)
8.1.4	丙酮肟	(319)
8.1.5	环己胺	(320)
8.1.6	氨气或液氨	(321)
8.1.7	无水亚硫酸钠	(322)
8.1.8	亚硫酸氢钠	(323)
8.1.9	焦亚硫酸钠	(323)
8.1.10	亚硫酸氢铵溶液	(324)
8.2	消泡剂	(324)
8.2.1	聚酰胺消泡剂	(324)
8.2.2	乳化硅油	(325)
8.2.3	聚二甲基硅油	(326)
8.2.4	甘油聚醚	(326)
8.2.5	丙三醇聚氧丙烯聚氧乙烯醚	(327)
8.2.6	聚氧乙烯聚氧丙烯单丁基醚	(328)
8.2.7	聚氧丙烯丙二醇醚	(329)
8.3	污泥剥离剂	(330)
8.3.1	松香胺聚氧乙烯醚	(330)
8.3.2	十二烷基二甲基甜菜碱	(331)
8.3.3	十二烷基胺乙基甘氨酸	(332)
8.3.4	N-十二烷基丙氨酸	(332)
附 录		(334)

第1章 水处理技术及水处理化学品

1.1 工业循环冷却水及处理

1.1.1 水资源与节水

水资源是一种极为宝贵的自然资源,是人类生存和发展不可缺少的物质。在人民生活、城市建设、工农业生产中,水和其他能源一样是非常重要的经济资源,同属于国民经济的基础资源,已成为地区开发的中心问题和经济发展的主要制约因素。

据统计,占世界人口40%的80个国家严重干旱,12亿人口生活在缺水的城市。联合国世界卫生组织调查,淡水资源的消耗速度每20年增加一倍,比人口的增长速度快两倍。中国环境报地球村周刊“世界水日”载文指出,由于人口的激增和工业的发展,必然造成对水资源的过度使用及浪费和更加严重的污染。此种情况的结果必然使水成为稀缺的资源。

我国缺水越来越严重,1999年6月国家环保总局在《中国环境状况公报》上的统计资料指出,我国淡水总量为2 740亿 m^3 ,居世界第6位,人均水量为2 300 m^3 ,是世界人均占有淡水量的1/4,排世界第121位,属于13个最贫水国家之一。资料显示,目前全国每年缺水量达6 000亿 m^3 ,我国水资源总量中,可利用水的储存量仅有11 000亿 m^3 。而用水量已达5 600亿 m^3 ,也就是说用水量已占库存量的50%以上。由于人口的增长和工业的发展,用水量每10年增加1 000亿 m^3 。如此严峻的水资源状况应该足以引起人们关注。然而事实却并非如此,生活用水和工业用水浪费也非常严重。

有关资料统计,目前我国工业用水的利用率不足发达国家的二分之一,重复使用率不足60%(而发达国家的水资源重复使用率高达80%以上)。单位GDP用水量是发达国家的15至100倍,一些重要的产业单位耗水量比发达国家高几倍甚至几十倍。我国目前生产1 t钢需用水20~60 t,而美国、日本等发达国家同样生产1 t钢用水不足6 t,相差近10倍。我国工业节水技术还需作大量的工作。

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。冷却水的循环使用可直接提高水的利用效率,达到节约水资源的目的。工业循环冷却水随着重复使用次数的增加,循环冷却水的浓缩程度提高,水中所含的金属离子的浓度也随之增加,这样就使冷却水中金属离子的盐类(主要是钙、镁离子的碳酸盐类)在热交换器被冷却表面沉积结垢,堵塞管道,并形成腐蚀。严重时造成重大事故,使生产不能正常运行,直接经济损失巨大。要避免上述情况的发生,就必须阻止冷却水中的钙、镁离子的难溶盐类的沉积生成。所采取的技术措施是在工业循环冷却水中投加能够阻止钙、镁离子的污垢生成,保证循环冷却水的质量的水质稳定剂。水质稳定剂是工业循环冷却水处理技术中所使用的多种化学试剂的总称,它包括阻垢剂、缓蚀剂、杀藻剂、灭菌剂等多种化学品。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,以及相互协作、协同作战的协同效应,以便更好地完成阻垢、缓蚀、灭菌杀藻、污泥剥离等各项任务。

工业水处理技术在我国虽然起步较晚,但随着我国石油化学工业的高速发展,我国广大

科技工作者，特别是从事工业水处理技术的科学家和工程技术人员，通过辛勤的劳动和不懈的努力，在不太长的时间内将我国工业水处理的技术水平推向世界工业水处理技术的先进行列。无论从药剂的品种到工艺技术的水平，我们都能依靠自己的技术力量满足工业水处理技术的各项要求。

1.1.2 水中的杂质

工业生产中，需用大量的水来冷却某些设备或带走某些化学反应过程所产生的热量。这就是通常所指的工业冷却水。工业冷却水在工业总用水量中占据着很大的比例。在石油化工生产中，除很少一部分水用作原料水或中间洗涤参与生产外，其余 90% 以上的水是用于各过程的冷却及物料的冷却或冷凝。冶金、电力、石油化工等这些大型工业企业，冷却水的用量高达每小时数千立方米甚至数万立方米。如此巨大的用水量，是企业不得不重视的极为重要的问题。特别是我国水资源并不丰富，长江以北地区，属严重缺水地区，如何节约用水，降低生产用水量，提高循环重复使用次数是工业用水的首要问题。重复次数越多，水的使用率就越高，从而减少新鲜水的补充量，降低用水总量。

工业用水中，无论天然地表水(如河流、湖泊水)或地下水都含有多种金属离子和其他一些杂质。随着重复次数的增多，循环冷却水的蒸发浓缩程度加大，相应地水中不能蒸发的金属离子的浓度也在不断增加。金属离子的浓度越高，对工业生产设备产生的影响就越大，如结垢、腐蚀、堵塞管道等等。水中除了含金属离子外还含有一些阴离子，阴离子主要有两类：一类是氢氧根离子、碳酸根离子和碳酸氢根离子，它们在水中的含量通称为碱度；另一类是氯离子、硫酸根离子和硝酸根离子。这些阴离子在水中与金属离子作用生成溶解性不同的盐类，难溶的盐类在热交换器表面的沉积就生成污垢。

1.1.3 水中盐类的溶解度

各种盐类在水中的溶解度是各不相同的，溶解度常以 100g 水中所能溶解的盐类的克数表示。溶解度超过 1.0g 盐类称为易溶盐类；溶解度在 0.1 ~ 1.0g 之间的称微溶盐类；溶解度在 0.1g 以下的称为难溶盐类。一般情况下绝大多数盐类随温度升高溶解度增大；而碳酸钙、硫酸钙、碳酸镁等这些盐类，随着温度的升高，溶解度下降，这些盐类都属于难溶盐类。表 1-1 列出了一些钙、镁离子盐类在不同温度时的溶解度。

表 1-1 钙、镁盐类不同温度下的溶解度

盐 类	0℃溶解度/(mg/L)	100℃溶解度/(mg/L)	盐 类	0℃溶解度/(mg/L)	100℃溶解度/(mg/L)
Ca(HCO ₃) ₂	2630	分解	Mg(OH) ₂	6	5
Mg(HCO ₃) ₂	54000	分解	CaSO ₄	2120	1700
CaCO ₃	20	13	MgSO ₄	18.0%	33.5%
MgCO ₃	85	63	Na ₂ CO ₃	6.5%	30.7%
Ca(OH) ₂	1770	660			

从表 1-1 看出 CaCO₃、Mg(OH)₂、MgSiO₃ 和 Ca₃(PO₄)₂ 这些盐类的溶解度很小，并且随温度的升高溶解度下降，称为反常溶解度。这些盐类有两种结构形态，即酸式盐和碱式盐，当二氧化碳溶入水中时，使钙、镁盐类以酸式盐的形式溶于水，而且酸式盐的溶解度都比较大。在工业冷却水的运行中，随着二氧化碳的逸出和水的 pH 值的升高，钙、镁的酸式盐随之转化成溶解度很小的正盐或碱式盐。当碱式盐受热后，反常溶解度现象就加剧，它们便在热交换器表面沉析形成污垢。所以，防止循环冷却水污垢的生成，钙、镁盐类是控制的重要指标之一。

1.1.4 水中的微生物

工业用水中,包括地表水和一些地下水,都含有不同程度的微生物,在这些水进入到循环冷却水系统后,由于温度适中,微生物就迅速生长繁殖,使循环水中的微生物数量大幅度上升。如水中的细菌数目可达 2×10^7 个/L,真菌数目达20~170个/L。工业水中引起危害的微生物主要有藻类、细菌和真菌。

微生物的危害主要表现为:产生污泥和沉积物;产生严重的腐蚀;破坏某些结构的冷却设备。微生物的危害根据种类不同又各不相同。

(1) 藻类 藻类属于自养生物,原产于土壤中,随着空气的流动被带进循环冷却水系统。由于藻体中含叶绿素,所以自身可以进行光合作用而繁殖生长。水、阳光、空气是藻类生长的三要素,再加上循环冷却水系统适宜的温度和一定的pH值范围,使藻类在循环冷却水系统具有良好的生长繁殖环境。大量藻类在循环冷却水系统的设备上生长聚集,会降低水滴分散能力,影响通风能量,导致冷却能力下降,降低换热效果。大量死亡的藻体变成污泥,易粘结于系统的换热表面上,越积越多,形成垢层产生腐蚀,并使水质变坏发臭。表1-2列出了一些常见藻类生长条件。

表 1-2 循环冷却水几种藻类的生长条件

藻的种类	pH 值	温度/℃
绿 藻	5.5~8.9	30~35
蓝绿藻	6.0~8.9	35~40
硅 藻	5.5~8.9	18~35

(2) 细菌 在循环冷却水系统中有多种不同类型的细菌,这些细菌在系统中的生长繁殖会造成设备腐蚀,产生菌垢以及使缓蚀剂的缓蚀效果下降,是工业循环冷却水系统必须解决的问题之一。表1-3列出了几种常见的细菌及其生长条件。

表 1-3 循环冷却水中几种常见细菌的生长条件

细菌种类	生长温度/℃	pH 值	产生的危害
胶囊型好气菌	31~40	4~8	产生严重的细菌粘泥
孢子型好气菌	37~40	5~8	细菌粘泥,孢子很难杀死
好气型硫细菌	37~40	0.6~6	产生硫酸腐蚀
厌气型硫酸盐还原菌	37~40	4~8	产生硫化氢,引起腐蚀
铁细菌	37~40	7.4~9.5	产生大量粘泥

(3) 真菌 循环冷却水中的真菌是随流动的空气带入水中的,真菌的生长繁殖,主要破坏木质冷却塔的木质素,使纤维素脱落形成污泥。常见的真菌列于表1-4。

表 1-4 循环冷却水中常见的几种真菌的生长条件

真菌类	特 性	温度/℃	pH 值	产生危害情况
线 型	黑、棕黄、蓝、黄、绿、白、灰等颜色	0~56	2~8(最适宜5.6)	木头表面腐烂、产生细菌状粘泥
酵母型	皮革状或橡胶状的生长物通常染色	0~56	2~8(最适宜5.6)	产生细菌状粘泥,使水和木头染色
担子型	白或棕色	-2~56	2~8(最适宜5.6)	破坏木头

1.1.5 工业循环冷却水的腐蚀

工业循环冷却水系统中,大多数设备的材质为碳钢,这些金属材料在长期与水及其他物质接触中会产生被腐蚀的现象。金属材料的腐蚀是循环冷却水系统主要危害之一,也是工业