

水处理药剂

及其应用

郑书忠 主编



中国石化出版社

水处理药剂及其应用

主 编 郑书忠
副主编 李裕芳 张嘉起
何铁林 杨玉琦

中国石化出版社

内 容 提 要

本书以论文形式介绍了天津化工研究设计院和国家工业水处理工程技术研究中心多年来在水处理药剂方面研究应用的成果和经验药剂包括新型缓蚀剂、阻垢分散剂、杀菌灭藻剂、绿色化学品以及示踪药剂等,内容涉及工业循环冷却水处理、油田水处理、锅炉水处理和工业废水处理等领域。本书可供水处理技术领域的科研、生产、设计和销售等人员使用,也可作为大专院校相关专业教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

水处理药剂及其应用/郑书忠主编.
—北京:中国石化出版社,2003
ISBN 7-80164-216-3

I.水… II.郑… III.水处理药剂-文集
IV.TU991.2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 095371 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

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 34 印张 868 千字

2003 年 3 月第 1 版 2003 年 5 月第 1 版 第 2 次印刷

定价:68.00 元

序

水是生命的源泉，是生态系统不可缺少的要素，是构成人类经济与社会发展的最基本条件。随着我国人口的增长和经济的发展以及水体环境不断恶化，导致水资源紧缺的局面，已成为制约国民经济持续健康发展的重要因素。

为改善水资源环境，促进节约用水和提高污水资源化程度，迅速改变水资源短缺和水环境污染并存的局面，多年来天津化工研究设计院和国家工业水处理工程技术研究中心进行了大量的科学研究和技术开发工作，涉及工业循环冷却水处理、油田水处理、锅炉水处理以及工业废水处理等领域，并取得了丰硕成果。特别是工业循环冷却水处理，在国家的资助和扶持下，先后开发成功磷系配方、碱性冷却水处理、全有机处理和示踪在线监控技术；研制并生产了各种新型的缓蚀剂、阻垢分散剂、杀菌灭藻剂、绿色化学用品以及示踪药剂等。为大量节约工业用水和水处理药剂的国产化，做出了贡献。

为了加强行业间的技术合作与交流，促进我国水处理工业的发展，应中国石化出版社之约，我们将多年科学研究、实践中所取得的部分具有代表性的学术论文、研究报告和现场运行经验等汇集成册，供读者参考。

通过本书的出版，如果能为从事水处理技术工作的工程技术人员提供一些经验，给科研、生产、设计、教育和流通领域人员提供一些帮助，将是我们最大的欣慰。

由于编者水平有限，疏漏之处在所难免，欢迎广大读者提出宝贵意见，批评指正。

编 者

2002.10

目 录

综 述

我国水处理化学品发展现状及展望·····	郑书忠(1)
浅议水处理行业的可持续发展·····	纪永亮(8)
美国水处理化学品市场现状与展望·····	杨 巍(13)
Internet 上的水处理信息资源 ·····	甄慧君(19)

第一部分 工业循环冷却水处理技术

我国冷却水处理化学品的发展及建议·····	李裕芳(25)
-----------------------	-----------

磷系配方

磷系配方用于循环冷却水处理时的适用条件·····	孙铁宗(执笔)(34)
磷系配方的改进与提高·····	孙铁宗(执笔)(49)
中小型冷却水系统的化学处理——TS - 206 型配方的 研究和应用·····	孙铁宗 史木林 等(55)
聚磷酸盐的水解及其控制·····	李裕芳(59)
工业水处理中有机膦酸盐的药效·····	曾 坚(63)

碱性冷却水处理

国外碱性冷却水处理技术的发展与现状·····	何铁林(69)
循环冷却水碱性处理法的研究与应用·····	郑萍芳(执笔)(76)
碱性水处理的沉积控制与 TS - 609 ·····	曹新庄(执笔)(82)
溴化合物在碱性冷却水系统中的杀生作用·····	何铁林(86)

全有机处理方案

全有机低磷水处理药剂的研究和应用·····	张凤仙 尹克刚 等(91)
含磺酸盐共聚物的全有机缓蚀阻垢剂的研制及应用·····	衣龙欣 吴新国 等(94)
全有机配方在电厂循环冷却水系统中的应用·····	钱惠琳 郝慧煜(97)

缓蚀阻垢剂

含膦聚羧酸阻垢缓蚀剂研究发展概况 ·····	靳晓霞 茹凤芝 等(100)
高效缓蚀阻垢剂 TS - 216 的研制及现场应用 ·····	衣龙欣 郑书忠 等(105)
高效缓蚀阻垢剂 TS - 1305 的研制与应用 ·····	衣龙欣 杜 洁 等(109)
缓蚀阻垢剂 TS - 287 的研制和现场应用 ·····	吴新国 衣龙欣 等(112)

水质稳定剂 TS-223 的研制与应用	张宝元 张秀玲 等(116)
HEDP 制造技术的研究和进展	李裕芳(121)
有机磷酸的缓蚀和阻垢作用	索振莉(124)

阻垢分散剂

共聚物在冷却水化学处理中的应用	林明鹤(128)
新型齐聚物的合成与性能研究	翟广通 韩建华 等(133)
阻垢剂对碳酸钙垢的抑制能力	姚广致 成荣钊(137)
新型水处理分散剂——膦羧酸共聚物 TS-617 的性能及 应用	王丽蓉 钱惠琳 等(141)
阻垢分散剂 TS-616 性能研究	揣效忠 李大刚 等(144)
德士古气化装置高温煤气洗涤水处理应用研究	方燕萍 滕厚开 等(148)
TS-105 阻垢剂在首钢氧气转炉烟罩冷却水中的应用研究	张嘉起 游敬熙(158)

杀菌灭藻剂

硫酸盐还原菌抑制剂的研究与应用概况	刘魁元(163)
杀菌剂 TS-811A 对工业冷却水中共生的硫细菌和硫酸盐还原菌的 杀灭效果	宋焕明 陈建萍 等(168)
异噻唑啉酮杀菌剂	齐登谷(173)
循环水中氧化型杀菌剂对碳钢材质腐蚀影响的研究	衣龙欣 吴新国 等(177)
稳定性二氧化氯开发及其应用简述	严以强(181)

绿色化学品

冷却水处理剂的“绿色化”进展	杨 巍 杨玉琦 等(185)
“绿色环保”型水处理剂聚天冬氨酸国内外发展现状	靳晓霞(192)

示踪技术与药剂

示踪型阻垢分散剂性能研究	张泰山 钱惠琳 等(197)
示踪型阻垢分散剂及在线监控装置研究	郑书忠 张泰山 等(201)
丙烯酰胺类荧光聚合物的合成	方道斌 周伟生 王文清(207)

硅系与钼系配方研究与应用

硅系水质稳定剂研究	陈建新 周长恩 等(209)
冷却水中硅酸盐的缓蚀和结垢作用	曾 坚(213)
硅垢及其阻垢剂	叶德霖(217)
钼酸盐缓蚀剂的性能	叶德霖 衣龙欣(221)

清洗技术

冷却水系统的清洗和预膜处理	张振荣(226)
---------------------	----------

烧碱循环冷却水系统不停车清洗	王淑芬 韩希良(230)
砂滤料高效清洗剂 TS-198 的研制与开发	孙元杰 周伟生 等(233)
电石厂循环冷却水系统的不停车清洗	陈爱民 李卫丽(235)

中央空调系统

中央空调洗涤器系统水处理药剂研究	李红兵(239)
中央空调循环冷冻水处理剂的研究及应用	吴 芸 穆 毅(244)
中央空调系统水处理技术研究	陈爱民(247)

运行技术

超临界机组循环冷却水处理技术的研究与应用	李俊文 郑书忠 等(257)
大庆炼化公司循环冷却水高浓缩倍数运行的试验研究	武彦辉 晨新华(264)
闭路循环冷却水处理药剂的国产化研究及应用	孙元杰 李俊文 等(268)
饱和指数的研究与发展概述	纪永亮(272)
辽河化肥厂水质稳定剂配方的改变及实用效果	王寿东 张秀兰(277)

第二部分 油田水处理技术

海上油田采油系统缓蚀阻垢研究	方燕萍 滕厚开(283)
一种新型油田缓蚀杀菌剂 TS-709	王素芳 刘玉民 等(292)
一种新型缓蚀杀菌剂在华北油田赵州桥油区污水处理中的 应用	刘玉民 方燕萍 等(296)
新型杀菌剂 TS-781 的性能评价	周伟生 史志琴(303)
石化系统循环冷却水中生物粘泥突发性滋生的原因以及综合治理的 方法	宋焕明 陈建萍 等(306)

第三部分 锅炉水处理技术

锅炉炉内防垢处理技术	郑书忠 彭晓敏(313)
浅谈低压锅炉炉内加药水处理新技术	张嘉起 彭晓敏(320)
南海胜利油田低压锅炉水系统腐蚀控制	李 冰 许锦华 等(329)

第四部分 絮凝剂及其应用技术

我国絮凝剂发展的现状与对策	肖 锦 纪永亮(335)
以铝酸钙粉为原料生产聚合氯化铝	康 艳 杨玉琦(342)
聚合硫酸铁对长江原水的混凝净化处理	石世俊(347)
高分子量聚丙烯酸钠的研制及其应用	鲍卫国(354)
高效脱色絮凝剂脱色絮凝机理浅探及其应用	邵 青(359)
高分子聚丙烯酰胺类絮凝剂 TX-209 的研制与应用	焦木森 郑海波 等(365)
两性型高分子乳液絮凝剂研究	陈晓雄(367)
转炉除尘污水的絮凝处理	钱永洪 刘惠闻(371)

无机高分子絮凝剂TX-203的结构分析及其生产应用	于海斌 曹继贤 等(375)
---------------------------------	----------------

第五部分 废水处理技术

废水净化与资源化的新型药剂和新工艺	徐庆源(383)
混凝—缺氧—好氧工艺处理纺织印染废水	郑书忠 王忠诚 等(391)
应用金属絮凝床技术处理高色度、难降解有机废水	张敏莉 王旭洋 等(396)
合成氨厂氨氮废水生化处理工艺评价试验	张敏莉(399)
洗毛废水处理及回用新工艺	张敏莉 王旭洋 等(408)
聚酯废水处理新工艺	张敏莉 李继东 等(412)
废纸再生造纸废水的特性和处理工艺	马晓鸥 刘艳飞 等(416)
含油污水用破乳絮凝剂的应用试验	邵 青 王 伟 等(421)
铁屑法处理印染废水实验研究	许九如 张艳芳 等(425)
磷化废水处理的实验研究	韩 坤 张敏莉(429)
石灰—聚合硫酸铁法处理含砷废水的试验研究	郭翠梨 张凤仙 等(432)
季铵盐阳离子型粘土矿物对水中有机磷的吸附研究	霍爱群 谭 欣 等(436)
用纳米 TiO_2 膜光催化氧化降解水中卤代烃	霍爱群 李红兵 等(438)
有机物光催化降解反应器设计的几个基本问题	尹晓红 郑书忠 等(441)
二氧化钛悬浆体系光催化降解 4BS 染料的研究	尹晓红 张敏莉 等(446)
水体富营养化问题的探讨	李 萍 宋焕明 等(451)
新型无机离子交换剂 TiWP_2 的制备与研究	张惠欣(455)

附录

附录1 化工企业循环冷却水处理设计技术规定(HG/T 20690—2000)	(461)
附录2 污水综合排放标准(GB 8978—1996)	(497)
附录3 水处理药剂阻垢性能测定方法 鼓泡法(HG/T 2024—91)	(516)
附录4 水处理剂缓蚀性能的测定 旋转挂片法(HG/T 2159—91)	(520)
附录5 冷却水动态模拟试验方法(HG/T 2160—91)	(525)

我国水处理化学品发展现状及展望

郑书忠

水处理化学品,也称水处理剂,主要指工业、城建、环保等方面用于水处理过程的各种药剂,其处理对象既涉及冷却水、锅炉水、空调水、城市供排水、工业废水、反渗透制脱盐水,也包括采油等各类工艺用水。

水处理化学品按其功能可分为阻垢分散剂、缓蚀剂、杀菌灭藻剂、清洗剂、预膜剂、粘泥抑制剂、絮凝剂、脱色剂及污泥脱水剂等,这些药剂针对不同系统及要求,组成最佳水处理配方及相应配套处理技术来对水质进行处理,以满足不同工业系统用水及排水要求。水处理化学品是搞好水处理的物质基础,也是重要的技术保证。

1 水处理化学品在国民经济发展中的作用

水是人类乃至万物赖以生存的重要资源,随着社会的发展,它已成为严重影响国民经济发展的制约因素。联合国曾经预言:能源危机之后,水不久将成为人类社会的下一个危机。水荒已在非洲、亚洲、欧洲的许多国家出现。

我国是水资源贫乏且南北分布严重不均的国家,我国人均水资源占有量为 2400m^3 ,只占世界人均占有量的 $1/4$,属世界 13 个贫水国家之一。全国已有近 60% 的城市缺水,尤其我国三北地区缺水更为严重,人均水资源仅为全国人均的 $1/5$,海河流域包括京津两市人均水资源仅为 300m^3 ,全国每年缺水量达 1200 亿 m^3 ,每年造成直接经济损失数千亿元,严重影响着工农业的发展。

更为严重的是,在工业发达人口集中的地区,多数水系严重污染,据天津市评价的 532 条(个)江河、湖、水库表明,受到污染的有 436 条,占 82.3%。加上地下水超量开采,水位急剧下降,水源面临枯竭。

另外,我国在用锅炉总数已超过 50 万台,这些锅炉的给水和炉内水有相当一部分未经处理或处理不当,因而结垢比较严重,影响热效率,导致引发锅炉事故。据资料介绍,炉管垢厚 1 mm,多耗能源 4% 左右,而因水处理不当引起的锅炉事故约占事故总数的 $1/3$ 以上。

水处理化学品及应用技术是搞好工业水处理的基础,对节水、节能降耗、环境保护及保证工业生产装置高效、安全稳定运行、提高产品质量和产量都具有十分重要的意义。因此,各工业国家十分重视水处理化学品的发展和应用。

2 水处理化学品发展现状

2.1 生产和销售

2.1.1 国外发展现状

当今世界水处理产业技术领域水处理化学品是应用最广泛、用量最大的专用产品。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% 的增长速度。目前发达国家国内市场已基本趋于饱和并转向大量出口。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%, 亚太国家年增长速度高达 20%。

据不完全统计, 目前世界上水处理化学品销售额 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。美国约有 500 多家从事水处理剂制造和水处理服务的公司, 其中最具代表性、销售额最大的公司为 Nalco 和 Betz Dearborn, 约占美国市场 50% 以上。除此之外, 日本 Kurita, 德国 Bayer、BASF 公司, 瑞士 CibaGeigy, 意大利 Chimca 等公司年销售总额超过 10 亿美元。近年来, 随着国际市场的竞争加剧, 水处理药剂制造及服务公司的兼并与战略重组也明显增多。国际化、规模化已成为当前国际水处理公司的发展趋向。

2.1.2 国内发展现状

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, 但通过瞄准国际先进水平, 在引进吸收的基础上, 坚持走自己发展的道路, 发展很快, 现已形成了我国自己研制、开发的产业化体系。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, 目标是建立起我国水处理化学品研究及制造体系; 1990 ~ 2000 年为第二阶段, 也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。1992 年开始原国家科委抓住时机, 设立了专用化学品专项, 这标志着水处理化学品的研究进入创新阶段, 这 8 年时间国家共投入资金数千万元, 设立 39 个项目, 现已全部完成。建立了 52 个中试或工业化生产装置, 形成了年产 2 万多吨的新产品生产能力, 发明专利 37 项。其中国外专利 5 项, 形成了新一代具有自主知识产权的新产品、新技术。应该说国家科委(现科技部)抓专用化学品创新开发, 对推动我国水处理化学品发展做出了历史性的贡献。到目前为止我国已形成产品百种以上, 生产厂 200 家左右, 年产量约 10 万 t, 年产值约为 10 亿元。各种水处理化学品从产量到质量已基本满足国内需要, 且部分产品出口, 从技术上讲, 有些产品的生产技术和性能已处于国际领先水平。同时通过工业水处理技术成果的推广, 全国每年节水达 50 亿 m^3 以上, 经济效益、社会效益十分显著。国内研发及产业化有代表性的单位有天津化工研究设计院、南京化工大学、武进精细化工厂等。

2.2 主要品种

国内外品种对比见表 1。

2.2.1 缓蚀剂

在循环冷却水、锅炉水、油田注水处理许多场合, 需要用缓蚀剂来抑制与水接触的金属表面的腐蚀, 缓蚀剂可分为无机缓蚀剂和有机缓蚀剂。无机缓蚀剂主要有铬酸盐、锌盐、磷酸盐、亚硝酸盐、硝酸盐、钼酸盐、钨酸盐等。在冷却水处理中药剂配方的类型多以缓蚀剂的类型来划分, 如铬系、磷系、钼系配方等, 目前磷系水处理配方仍然占有相当重要的地位。有机缓蚀剂, 主要包括有机膦酸盐、多元醇酸酯、膦羧酸(PBTC)、羟基膦羧酸(HPA)、苯并三氮唑(BTZ)、甲苯三氮唑(TTA)、水合肼、甲乙基酮肟等。

2.2.2 阻垢分散剂

有机膦酸(盐)、低分子量丙烯酸聚合物和共聚物的采用, 曾经视为对无机垢控制的重大

表1 国内外水处理化学品品种对比

类 别	国 外 主 要 品 种		国内是否 已 生 产
	英文缩写	化 学 名 称	
有机膦酸(酯)	ATMP	氨基三亚甲基膦酸	✓
	HEDP	羟基亚乙基二膦酸	✓
	HPDP	羟基亚丙基二膦酸	✓少量生产
	EDTMP	乙二胺四亚甲基二膦酸	✓
	DTPMP	二乙烯三胺五亚甲基二膦酸	✓
	AEDP	乙咪基亚乙基二膦酸	✓
	POE	三元醇膦酸酯	✓
		六元醇膦酸酯	✓
		单元醇膦酸酯	✓
	PAPEMP	多氨基多醚基亚丙基膦酸	中试
膦羧酸	PBTC	膦酰基丁烷-1,2,4-三羧酸	✓
	HPA	羟基膦酰基乙酸	✓
		膦羧酸共聚物	✓
	POCA	膦酰基羧酸共聚物	✓
聚羧酸	PAA(Na)	聚丙烯酸	✓
	PAA	丙烯酸-丙烯酸羟烷酯二元共聚物	✓
	PAA	丙烯酸-丙烯酸羟烷酯三元共聚物	✓
	AA-MA	丙烯酸-马来酸共聚物	✓
	PMA	聚马来酸酐	✓
	AA-SA	丙烯酸-磺酸共聚物	✓
	MA-SA	马来酸-磺酸共聚物	✓
	AA-MA	丙烯酸-丙烯酰胺共聚物	✓
	TPA	聚天冬氨酸	✓少量
	AEC	聚烷基环氧羧酸	×
		示踪型聚羧酸共聚物	✓少量
	PIPPA	聚异丙烯膦酸	×
杀菌灭藻剂	SSA-AA	苯乙烯磺酸-丙烯酸共聚物	✓少量
		季铵盐(洁尔灭)	✓
		二硫氰基甲烷	✓
		氯酚类	✓
		季磷盐	✓少量生产
		聚季铵盐	✓
		异噻唑啉酮	✓
		戊二醛	✓少量
		二氯异氰尿酸	✓
		三氯异氰尿酸	✓
		卤化海因	✓
		二氧化氯	✓
		液氯	✓
		次氯酸钠	✓
		微生物分散剂	×
		海生物防止剂	×
		乙-癸硫基乙胺盐酸盐	×
		癸硫异壬基二甲基氯化铵	×
		四甲基硫酸磷	×
其他分散剂		木质素磺酸盐	✓
		葡萄糖酸钠	✓

续表

类 别	国 外 主 要 品 种		国内是否 已 生 产
	英文缩写	化 学 名 称	
缓蚀剂		吗啉	✓
		水合肼	✓
		苯并三氮唑	✓
		甲苯三氮唑	✓
		巯基苯并噻唑	✓
		乌洛托品	✓
		邻二甲苯硫脲	✓
		甲乙基酮肟	✓
		二乙基羟胺	×
絮凝剂		聚丙烯酰胺	阴离子型 非离子型 阳离子型
			✓ ✓ ✓少量
		聚丙烯酸钠	✓少量
		聚季铵盐	✓少量
		两性絮凝剂	✓少量
		天然高分子改性絮凝剂	✓少量
		微生物絮凝剂	✓少量
		聚胺	✓少量

突破。它们对金属两价离子具有明显的螯合能力和低限抑制作用，同时相互之间有明显的协同效应，因此广泛应用于水处理中。有机膦酸研发于 20 世纪 60~80 年代，为第一代产品，主要品种有：氨基三亚甲基膦酸(ATMP)、羟基二亚乙基膦酸(HEDP)等；第二代产品(研发于 20 世纪 80~90 年代)以膦酰基丁烷三膦酸(PBTC)、羟基膦羧酸(HPA)为代表。第一代产品，氧化性、热稳定性和对钙离子的容忍度都有大大的提高，第二代产品缓蚀性能有了大大的增强。1998 年以来，多氨基多醚基亚甲基膦酸(PAPEMP)又成开发热点，该产品在阻垢性能方面又有新的提高，更加适于高碱、高硬及高 pH 值的水质使用。

水溶性聚合物以其对碳酸钙、磷酸钙优异阻垢分散性能引入水处理配方中，促进了碱性水处理配方及全有机处理配方的发展。20 世纪 70 年代以来，水溶性聚合物逐渐由羧酸均聚物演变成二元共聚物，其主要性能是对 CaCO_3 的抑制作用。80 年代后又进一步发展为三元共聚物，提高了对磷酸钙垢的抑制能力。进入 90 年代，带强极性基团的多元共聚物及含磷聚合物的研制成功对锌、铁离子的稳定作用及热稳定性能又有了明显提高。我国在水溶性聚合物方面的成功是巨大的，产品品种和性能基本上达到了国外发达国家 90 年代的水平。

2.2.3 杀菌灭藻剂

冷却水系统的微生物污垢控制在工业水处理中是一个十分重要的问题。氯气是一种历史悠久、用量最大的氧化性杀菌剂。除此之外，常用的氧化性杀菌剂还包括三氯异氰尿酸、二氯异氰尿酸、稳定性二氧化氯、活性溴及溴氯海因等。近年来含溴杀菌剂因其在碱性条件下比氯气杀菌活性高，而且在排污水中残留毒性比氯气低，已引起水处理界广泛注意。

20 多年来，我国在非氧化性杀菌灭藻剂方面也取得了长足的进步，目前我国非氧化性杀菌灭藻剂的主要品种有季铵盐、聚季铵盐、二硫氰基甲烷、多氯酚异噻唑啉酮、戊二醛及季磷盐等，但与国外发达国家相比，无论在品种和质量上尚有一定的差距。

2.2.4 合成高分子絮凝剂

合成高分子絮凝剂在废水处理中占有重要位置。主要包括有机聚合物絮凝剂、天然高分子改性絮凝剂和微生物絮凝剂。美国、日本、西欧的生产能力已超过 200 万 t/a。目前,国内有机聚合物絮凝剂总生产能力不足 2 万 t/a。在我国聚丙烯酰胺及其衍生物占有机絮凝剂总量的 85%,其他主要品种为聚丙烯酸钠、聚季铵盐、聚胺等。

目前我国优质聚丙烯酰胺(PAM)的分子量已大于 1000 万,与国外同类产品的分子量大于 1500 万比较,差距在缩小。另据报道,长春应化所的小试取得突破性的进展,产品分子量大于 1200 万,游离单体含量小于 0.05%(食品级要求药剂游离单体小于 0.05%)。

天然高分子改性絮凝剂包括淀粉、纤维素、含胶植物、多糖类和蛋白质等类别的衍生物,目前产量约占高分子絮凝剂的 20%。这类絮凝剂的研究开发为天然资源的利用和生产无毒絮凝剂开辟了新的途径。其中最有发展潜力的是水溶性淀粉衍生物和多聚糖改性絮凝剂。

微生物絮凝剂是指利用某些微生物分泌的多分子物质作为絮凝剂。国外已有商品出售,国内通过攻关也已建立起了第一套发酵法年产 250t 的壳聚糖生产线,壳聚糖作为絮凝剂与聚丙烯酰胺相比具有絮凝效率高,安全无毒的特点,并可吸附去除重金属离子。20 世纪 80 年代后期,日本和美国用微生物发酵法代替虾壳生产壳聚糖。1994 年以来北京化工大学利用工业废弃物青霉素菌丝体通过去除蛋白质、核酸和脂肪等,提取的壳聚糖直接交联,成功地制备了微生物絮凝剂壳聚糖,该成果已申请国家发明专利。

3 水处理化学品的发展趋势

现代社会与工业的快速发展和水资源匮乏及污染加剧的严峻形势,都会极大地促进水处理化学品新品种、新技术的不断出现和产业化规模的扩大。同时新型水处理化学品的研究开发正趋于向高效低毒无公害方面发展。

3.1 缓蚀阻垢剂

有机膦酸和聚合物分散剂仍是目前广泛应用的品种,但随着工业冷却水循环利用率的提高,污水资源化及反渗透膜在海水淡化方面的广泛应用的迫切要求,对缓蚀阻垢剂提出了更高的要求。人们不但要求在高含盐量水质中能对多类金属起到缓蚀作用,而且要求对碳酸钙、磷酸钙、硅酸镁、氢氧化铁、氢氧化锌有更高的容忍度和分散作用,同时对它们的化学稳定性也提出了更高的要求。

在有机膦酸中 PBTC、HPA 是继续重点发展的品种,同时,应加快对碳酸钙特别有效的新型 PAPEMP 的产业化过程。在聚合物方面,除提高性能外,另一动向是开发环境友好的产品,如:聚天冬氨酸、聚环氧琥珀酸等。据报道,国外某公司开发的烷基环氧羧酸盐(AEC)属新型无磷阻垢剂,无毒,化学稳定性强,有特别优良的阻碳酸钙垢性能,可用于高 pH、高碱度、高硬度、高浓缩倍数的冷却水系统。另外,为实现加药的准确化、科学化管理,实施在线分析或快速分析,带有示踪基团的聚合物分散剂的研究及应用已成为水处理界的热点。

3.2 杀菌灭藻剂

近年来,由于对氯气的限制,使得溴类化合物及二氧化氯等氯化性杀菌剂有了更大的发

展空间,同时环境友好的高效低毒非氧化性杀生剂也会得到市场的欢迎。如:乙-癸硫基乙胺盐酸盐、癸基异壬基二甲基氯化铵、四甲基硫酸磷都是近来国外公司开发使用的新品种。另外,随着污水资源化及回用于工业冷却水需求的增加,针对回用于 COD、BOD 含盐量高的特点,开发高效能杀菌灭藻剂、粘泥抑制剂、微生物分散剂也将成为热点。

3.3 絮凝剂

高效、低毒或无毒的无机和有机高分子絮凝剂正逐步替代传统絮凝剂。近年来,随着水质污染状况加剧,用水质量标准提高,要求絮凝剂不仅有高效除垢功能,同时还应具有去除 COD、磷氮以及杀菌灭藻、氧化还原多种功能。因此,无毒、高电荷、高分子量阳离子有机絮凝剂、天然高分子絮凝剂、微生物絮凝剂将是今后产业发展的重点和趋势。

4 水处理化学品及成套技术的市场需求形势

我国政府多次指示,要以战略高度认识水问题的严重性,指示各部门要把计划用水、节约用水、治理污水和开发新水源放在不次于粮食和能源的位置上来,同时,还指出:在水资源的问题上要坚持“节流优先,治理为本,科学开源,综合利用”的方针。

水处理化学品的主要需求市场是工业冷却水、锅炉水、城市污水、工业废水、油田水、膜法制纯水等领域。

世界性水资源短缺形势已迫使各国政府高度重视水资源的可持续利用和重复利用。提出的节水总体目标是:工业增加值年均 10%,取水量增长控制在 1.2%;我国“十五”期间工业用水重复利用率从目前不足 50% 提高到 60% 以上。万元工业增加值取水量从目前的 340m³ 下降到 2005 年的 170m³。这一目标的实现必须依靠工业水处理行业的科技进步。

水处理市场的需求,必然刺激水处理化学品的产业发展,但也必须通过增加投入,加速水处理高新技术和成套技术发展来实现支撑。预计到 2005 年,我国水处理化学品的总需求量若按 10% 年均增长速率计,约为 15 万 t。年总销售额将超过 15 亿元人民币。为实现此目标并迎接我国加入 WTO 后来自国外公司的挑战,我国应加强以下技术的开发和产业化发展:

- (1) 适于北方水系的高钙、高碱、高浓缩倍数冷却水用阻垢分散剂及配套技术;
- (2) 冷却水处理在线监控技术;
- (3) 环境友好型水处理化学品;
- (4) 污水回用于工业冷却水处理成套技术;
- (5) 膜用系列化学品及成套技术;
- (6) 锅炉水炉内化学处理成套技术;
- (7) 化学改性天然有机高分子絮凝剂工业化技术;
- (8) 高分子量食品级聚丙烯酰胺的工业化技术;
- (9) 微生物絮凝剂的工业化技术。

5 结束语

随着我国国民经济的快速发展,水资源的供需矛盾日益突出,问题的解决关键在于搞好工业节水,因此,作为工业节水的基础,工业水处理化学品及技术必须快速发展。

近年来，我国水处理化学品在国家科技部的“专项”资金支持下，得到了快速发展，但从总体上看，在产业化、规模化方面和国外发达国家相比还有一定的差距。目前我国水处理化学品生产厂达数百家，其中乡镇企业约占 80%，技术力量薄弱质量管理体系不完善，这在我国加入关贸总协定之际，将面临着严峻挑战。因此，我们应抓住机遇，迎接挑战，提高水处理化学品及成套技术成果的产业化速度，加速科技型大型水处理公司的建立和向国际化的发展，开创我国水处理化学品科技和产业大发展的新局面。

浅议水处理行业的可持续发展

纪永亮

水处理行业，国际称水处理工业，由产品制造、技术服务和系统建设三部分组成。目前全世界市场营业总额约 300 亿美元。其中设备和系统建设约占 73%，水处理化学品约占 20%，即 60 亿美元。在水处理化学品中美国约占 1/2，达 29 亿~30 亿美元。

我国的水处理行业也是由上述三部分组成，实行的是跨部门管理。从环保角度来看，水处理行业亦应属于环保产业。20 世纪末，我国水处理设备(主要指水污染控制设备)在环保产业中已占有很大比重，产值约 38 亿元，约占整个环保产业总产值的 37%。我国的水处理化学品目前产值约 12 亿元，即便再加上其他与水处理相关的产品，总的来看，目前我国水处理产品的市场营业额仍然是很低的。

环保产业被称为朝阳工业，水处理行业也应包括在内。换句话说，水处理行业是一个方兴未艾、很有发展前途的行业。当前，可持续发展问题已受到世界的普遍关注。水处理行业如何与社会经济的可持续发展相适应，应该认真地加以探讨。

1 可持续发展战略与水处理的关系

1992 年 6 月在巴西里约热内卢召开了联合国环境与发展大会。会议通过了《里约环境与发展宣言》、《21 世纪议程》、《关于森林问题的原则声明》等文件，并开放签署了《气候变化公约》、《生物多样性公约》，此次会议充分体现了当今人类社会关于可持续发展的新思想。《21 世纪议程》要求各国制定和组织实施可持续发展战略、计划和政策，迎接人类社会面临的共同挑战。

我国国务院环保委员会于 1992 年委托国家计委、科委、以及环保局、经贸委组织 52 个部门及单位，编制《中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书》，于 1994 年 3 月在国务院第 16 次常务会议上通过。这是世界上第一部国家级的 21 世纪议程，是通篇贯穿着可持续发展思想的行动纲领。

《中国 21 世纪议程》的制定，是我国政府履行国际性承诺的具体体现，表明了我国人民将和世界人民一道共同为人类的可持续发展而奋斗的决心。几年来经过各有关部门的贯彻实施和媒介的宣传，可持续发展的思想逐步为全国人民所了解并深入人心。可持续发展的基本思想是，当今人类社会的发展，应当“既满足当代人的需求，又不对后代人满足需求的能力构成危害”，这就是所谓的代际公平。应该说，这一新思想的形成起源于人类在发展中对资源的消耗和对环境的破坏，严峻的现实已对人类的生存和发展构成了威胁，使人类明白了这样一个道理，即在发展中必须善待环境。

因为，人类的发展是以自然资源和人类赖以生成的环境为基础的。实际上资源和环境是不能分开的，资源的实质就是环境。因此，要实现可持续发展就必须保护好环境，作到发展

对环境的依赖不超出环境的承受能力,使经济、环境和社会协调发展。

实施可持续发展必然涉及到社会经济体系的方方面面。必须使整个社会经济体系置于综合决策之下,同时要实行公众参与。任何部门、任何行业都必须在综合决策下,以可持续发展的原则为指导思想制定自己的发展规划。

水处理行业是社会经济体系的一个组成部分,在实施可持续发展战略中具有特殊的重要地位。水处理技术所具有的节水、节能、节材、保护环境、提高产品质量等一系列特有的功能,已为我国经济的持续发展作出了历史性贡献。但我们不能否认,水处理行业本身的发展所依赖的物资基础也取自于环境。此外,我们提供给社会的产品有许多还不附合环保要求,我们的技术还不能完全满足水处理的需要。正如其他行业一样,水处理行业本身也面临着持续、稳定的发展问题。

2 我国水处理行业的历史使命

水污染对环境的危害是众所周知的,水污染的防治一直是我国环保工作的重点和难点。

我国是个缺水国家,日趋严重的水污染如同雪上加霜,使本来有限的水资源的相当部分失去了使用价值。据调查,目前的缺水状况 60% ~ 70% 是由污染造成的。近年来由水危机引起的严重后果已屡见不鲜:农业干旱、河水断流、工厂停产、地面下沉。据说目前全国有 180 多个城市缺水,每年造成的直接经济损失达 4000 亿元。更为严重的是,排放到水源中的汞、镉、铅、砷、挥发酚、六价铬等污染物直接威胁着人民的健康。作为水处理工作者,我们的心灵岂能不受到震撼。要改变现状,除了要加强宣传,唤起全民的环保和节水意识,加大环保执法力度和投资力度外,尤其需要科学技术的支撑。因此,进一步提高水处理科技水平,为我国水处理事业提供更有效的产品和技术,这一历史重任将责无旁贷地落到我们的肩上,我们必须完成这一历史使命。

以下的数字向我们表明,水处理行业的工作,将是任重而道远的。

1995 年全国城市用水量 469 亿 m^3 ,其中生产用水量 328 亿 m^3 ,生活用水 141 亿 m^3 ,城市供水仍处于供不应求的局面。“九五”期间我国城市的日供水能力将增加 3500 万 m^3 以上;农村用自来水的人口将达到 3.2 亿,约占农村人口的 33%。

我国“城市供水行业 2000 年技术进步发展规划制定了城市供水 2000 年水质目标,改善饮用水质量,实施与国际接轨。

2000 年,我国城市污水(包括生活污水和工业废水)年排放量 415 m^3 ,工业废水处理率约 96%,达标率约 83%。

我国“八五”期间曾有全国污水处理厂 150 座,城市污水处理率达到 10% 的规划目标,实际上 1995 年处理率达到了 15%。

“九五”期间新增污水处理设施,日处理能力达 400 万 m^3 以上,城市排水管网普及面积率达 70% ~ 75%,污水集中处理率达到 20%,县以上工业企业废水处理率达 76.8%,城市污水再生利用率平均达到处理量的 10%。

目前我国城市工业用水重复利用率约 50% 以上(发达国家达 90% 以上)。

目前我国冷却水浓缩倍数平均只有 2.3,而国外一般可达到 5。