

Water Treatment Technology and Application in Modern Industry

现代工业 水处理技术与应用

主 编 李本高
副主编 江 萍
余正齐
于 萍

中国石化出版社

现代工业水处理技术与应用

主 编 李本高

副主编 江 萍 余正齐 于 萍

中国石化出版社

内 容 提 要

本书将水处理技术与现代化的大工业装置如炼油、化工、发电等结合起来编写,根据工艺流程、污水特色对水处理缓蚀剂、阻垢分散剂、杀生剂、清洗预膜剂、絮凝剂、各种类型的复合配方,以及不同水质分析与水处理药剂的分析方法进行了全面介绍,具有很强的综合性和实用性,对从事水处理工作的技术人员、生产人员、工程人员、管理人员、分析人员及相关大专院校师生有较好的参考作用。

图书在版编目(CIP)数据

现代工业水处理技术与应用/李本高主编.
—北京:中国石化出版社,2004
ISBN 7-80164-548-0

I. 现… II. 李… III. 工业用水-水处理
IV. TQ085

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 029494 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

读者服务部电话:(010)84289974

<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

北京大地印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 46.25 印张 1176 千字

2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月第 1 次印刷

定价:120.00 元

《现代工业水处理技术与应用》

编 委 会

主 编 李本高

副主编 江 萍 余正齐 于 萍

撰稿人 (以姓氏笔画为序)

于 萍 于瑞红 马 欣

王 秀 王 征 王振宇

闫 岩 江 萍 李本高

余正齐 张 莉 胡跃华

蔡如迪

前 言

随着人口和工业的快速增加和高速发展,世界性的水危机和水环境污染日益显现,迫使人们对水资源重新认识和重视水环境保护。当前,对水资源合理开发和利用、减少污水外排保护环境已成为人们的共识。

工业企业是耗水大户,更是污水排放大户。如何降低工业企业的水耗和污水外排,成为人们十分关注的焦点。开发和采用先进可靠的工业水处理技术,不但能够显著降低工业企业的水耗和污水外排,而且能够充分保证生产装置安全、高效、长周期运行,使企业获得社会效益的同时获得经济效益。因此,工业水处理技术和应用现已成为社会和经济发展的热点,越来越引起人们的高度重视,越来越引起人们对工业水处理技术知识和信息的需求。

工业水处理技术方面的出版物虽然越来越多,但总量仍然偏少,综合性、高水平的出版物更少,远远不能满足广大读者的需求。为了给这一缺陷稍做弥补,我们组织十几位长期在一线从事工业水处理技术研发、生产管理和教学方面的中青年作者进行《现代工业水处理技术与应用》的编著,力求把他(她)们从业近二十年或十多年来年的工作和经验挖掘整理出来,将工业水处理技术与现代化的大工业装置如炼油、化工、发电等结合起来编写,使《现代工业水处理技术与应用》更具有知识和技术的综合性、实用性;同时还对 15 种缓蚀剂,23 种阻垢分散剂,17 种杀生剂,21 种清洗预膜剂,42 种絮凝剂和各种类型的复合配方,43 个水质和水处理剂分析方法进行全面介绍,希望能够对广大读者有所帮助。

参与本书编著的作者及撰写的章节如下(以章节为序):

李本高(中国石化石油化工科学研究院),第一篇;

王 秀(中国石化石油化工科学研究院),第二篇第一章;

王振宇(中国石化石油化工科学研究院),第二篇第二章;

王 征(中国石化石油化工科学研究院),第二篇第三章;

于瑞红(中国石化石油化工科学研究院),第二篇第四章;

张 莉(中国石化石油化工科学研究院),第二篇第五章;

余正齐(中国石化石油化工科学研究院),第三篇;

江 萍(中国石化镇海炼油化工股份公司),第四篇和第五篇第五章;

蔡如迪(中国石化镇海炼油化工股份公司),第四篇;

闫 岩(中国石化燕山石油化工分公司),第五篇第一至三章;

胡跃华(中国石化巴陵石油化工分公司),第五篇第四章;

于 萍(武汉大学),第六篇;

马 欣(中国石化石油化工科学研究院),第七篇。

李本高统一修改和审核,各撰稿人核对后定稿。

当然,我们这些中青年作者虽然具有比较丰富的实践经验,但在写作和著书方面仍显力不从心,经验不足,一些作者甚至是第一次参与编著书工作,与我们的前辈们和同行们相比,确实属于“中青年”水平,因此,书中难免存在不足,恳请广大读者批评指正。

《现代工业水处理技术与应用》历时两年,即将出版。此时此刻,我们对在该书编写过程中提供热情帮助的陆婉珍院士、汪燮卿院士、乔映宾教授等表示衷心的感谢!对大力支持该书出版的中国石化出版社表示衷心的感谢!

主 编

2004.5.20 于北京

目 录

第一篇 工业水处理原理

第一章 原水处理	(1)	二、处理剂和工艺	(32)
第一节 原水水质特点	(1)	第七节 凝结水处理技术	(34)
一、地下水	(1)	一、凝结水除油	(34)
二、江河水	(2)	二、凝结水除铁	(34)
三、水库湖泊水	(3)	第八节 节水途径	(34)
第二节 水处理技术	(3)	一、化学制水	(34)
一、降浊	(3)	二、凝结水回收	(34)
二、除铁	(12)	三、炉水排放	(35)
三、消毒	(13)	第三章 冷却水处理	(35)
第三节 节水	(14)	第一节 目的和意义	(35)
一、杜绝乱排水	(14)	第二节 处理原理	(36)
二、防止系统跑冒滴漏	(14)	一、冷却	(36)
三、冲洗水回收	(14)	二、腐蚀与防腐	(37)
第二章 锅炉水处理	(15)	三、结垢与阻垢	(40)
第一节 目的和意义	(15)	四、腐蚀和结垢趋势判断	(43)
一、水垢危害	(15)	五、微生物生长与控制	(44)
二、腐蚀危害	(15)	第三节 水处理剂与配方	(47)
三、降低蒸汽品质	(16)	一、缓蚀剂	(47)
第二节 水质特点和要求	(16)	二、阻垢分散剂	(50)
一、低压锅炉水质	(16)	三、杀生剂	(51)
二、中、高压锅炉水质	(18)	四、水处理方案	(54)
三、废热锅炉水质	(19)	第四节 直接冷却水	(58)
第三节 软化水技术	(19)	一、特点	(58)
一、原理	(19)	二、工艺	(59)
二、工艺	(23)	第五节 间接开式冷却水	(59)
第四节 脱盐技术	(25)	一、特点	(59)
一、离子交换	(25)	二、工艺	(59)
二、电渗析	(26)	三、日常管理	(61)
三、反渗透	(27)	第六节 间接闭式冷却水	(66)
第五节 除氧技术	(28)	一、特点	(66)
一、热力除氧	(28)	二、工艺	(66)
二、化学除氧	(30)	第七节 海水冷却	(66)
第六节 炉水处理技术	(31)	一、特点	(67)
一、原理	(31)	二、工艺	(67)

第八节 分析	(67)	二、运行状态	(68)
一、水质分析项目	(67)	三、水冷器状况	(69)
二、药剂分析项目	(68)	四、垢样组成	(69)
三、分析方法	(68)	第十节 节水	(69)
第九节 评价	(68)	一、提高浓缩倍数	(69)
一、药剂性能	(68)	二、污水资源化	(69)

第二篇 水处理剂

概论	(71)	第三节 共聚物	(113)
第一章 缓蚀剂	(73)	一、丙烯酸-丙烯酸甲酯共聚物	(113)
第一节 无机缓蚀剂	(73)	二、丙烯酸-马来酸酐共聚物	(114)
一、锌盐	(73)	三、丙烯酸-衣康酸共聚物	(116)
二、钼酸盐	(76)	四、丙烯酸-丙烯酸羟丙酯共聚物	(117)
三、钨酸盐	(77)	五、丙烯酸-丙烯醛共聚物	(118)
四、硅酸盐	(78)	六、苯乙烯磺酸-马来酸酐共聚物	(119)
五、亚硝酸盐	(80)	七、马来酸-烯丙醇共聚物	(121)
六、四硼酸钠	(81)	八、次膦酸基聚丙烯酸	(121)
七、聚磷酸盐	(82)	九、丙烯酸-甲基丙烯酸羟乙酯-丙烯酸 甲酯	(122)
第二节 有机缓蚀剂	(84)	十、丙烯酸-2-丙烯酰胺-2-甲基丙烷 磺酸-次膦酸调聚物	(123)
一、多元醇膦酸酯	(84)	十一、丙烯酸-丙烯酸羟丙酯-次膦酸钠 调聚物	(125)
二、2-羟基膦基乙酸	(85)	十二、木质素磺酸钠	(126)
三、1-羟基乙基-1,1-二膦酸	(87)	第三章 杀生剂	(127)
四、2-巯基苯并噻唑	(90)	第一节 氧化性杀生剂	(128)
五、苯并三氮唑	(91)	一、液氯	(128)
六、甲基苯并三氮唑	(92)	二、次氯酸盐	(129)
七、苯甲酸钠	(93)	三、氯化异氰尿酸	(131)
八、葡萄糖酸钠	(94)	四、溴氯二甲基海因	(133)
第二章 阻垢分散剂	(95)	五、环状卤亚胺聚合物	(134)
第一节 有机膦酸盐和有机膦酸酯	(96)	六、二氧化氯	(135)
一、氨基三亚甲基膦酸	(96)	七、过氧化氢	(136)
二、亚乙基二胺四亚甲基膦酸	(98)	八、过氧乙酸	(137)
三、羟基亚乙基二膦酸	(100)	九、臭氧	(139)
四、二亚乙基三胺五亚甲基膦酸	(100)	第二节 非氧化性杀生剂	(140)
五、六亚甲基二胺四亚甲基膦酸	(102)	一、季铵盐类	(140)
六、2-膦酰基丁基-1, 2, 4-三羧酸	(103)	二、季铵盐聚合物	(143)
第二节 聚合物	(106)	三、十四烷基三丁基氯化膦	(144)
一、聚丙烯酸	(106)	四、2,2-二溴-3-氮川丙酰胺	(146)
二、聚甲基丙烯酸	(108)	五、氯酚	(148)
三、聚马来酸	(109)		
四、聚天冬氨酸	(111)		
五、聚环氧琥珀酸	(112)		

六、异噻唑啉酮	(150)	三、聚合氯化硫酸铁	(193)
七、戊二醛	(151)	四、聚合氯化铝铁	(194)
八、二硫氧基甲烷	(152)	五、聚硅酸	(195)
第四章 清洗剂与预膜剂	(153)	六、改性聚合氯化铝	(195)
第一节 清洗剂	(153)	第三节 有机高分子絮凝剂	(196)
一、盐酸	(153)	一、聚丙烯酰胺	(197)
二、硫酸	(155)	二、聚二甲基二烯丙基氯化铵	(199)
三、硝酸	(157)	三、丙烯酸胺-氯化二甲基二烯丙基铵 共聚物	(201)
四、磷酸	(159)	四、丙烯酸-丙烯酸胺共聚物	(202)
五、氨基磷酸	(160)	五、胺甲基化聚丙烯酰胺	(203)
六、氢氟酸	(162)	六、丙烯酸二甲胺乙酯氯甲烷共 聚物	(203)
七、柠檬酸	(164)	七、丙烯酸胺与甲基丙烯酸二甲氧乙酯 共聚物	(204)
八、羟基乙酸	(166)	八、聚丙烯酸钠	(205)
九、衣康酸	(168)	九、聚丙烯酰胺烯烃衍生物	(206)
十、乙二胺四乙酸	(169)	十、两性离子高分子絮凝剂	(207)
十一、氯三乙酸	(170)	十一、聚乙烯亚胺	(208)
十二、磺化琥珀酸二-2-乙基己酯钠盐 复合清洗剂	(171)	十二、单宁	(209)
第二节 预膜剂	(171)	十三、淀粉-丙烯酸胺接枝共聚物	(210)
一、聚磷酸盐/锌盐预膜剂	(171)	十四、瓜尔胶	(211)
二、有机清洗预膜剂	(173)	十五、海藻酸钠	(212)
三、表面活性剂/聚磷酸盐清洗预膜剂	(173)	十六、黄原胶	(214)
第三节 酸洗缓蚀剂	(174)	十七、甲壳素	(215)
一、六次甲基四胺	(174)	十八、壳聚糖	(216)
二、硫脲	(175)	十九、羧甲基淀粉钠	(217)
三、硝酸酸洗缓蚀剂 LAN-85	(176)	二十、羧甲基纤维素钠	(218)
四、多用酸洗缓蚀剂 LAN-826	(176)	第四节 生物絮凝剂	(219)
五、二邻甲苯硫脲	(177)	第五节 助凝剂	(221)
六、巯基苯并噻唑	(178)	一、氧化钙	(221)
第五章 絮凝剂	(180)	二、碳酸钠	(222)
第一节 无机盐类絮凝剂	(180)	三、硅酸钠	(223)
一、硫酸铝	(180)	四、膨润土	(224)
二、硫酸铝铵	(182)	五、硅藻土	(225)
三、硫酸亚铁(绿矾、铁矾)	(183)	六、酸性白土	(226)
四、结晶氯化铝	(185)	七、海藻酸钠	(226)
五、三氯化铁	(186)	八、骨胶	(226)
六、铝酸钠	(188)	九、聚丙烯酰胺	(227)
第二节 无机高分子絮凝剂	(189)		
一、聚合氯化铝	(190)		
二、聚合硫酸铁	(191)		

第三篇 冷却水处理复合配方

概论	(228)	第一节 硅系处理配方	(245)
第一章 磷系配方	(230)	一、美国 Betz 公司实验室 Dacarter	
第一节 磷系酸性处理配方	(231)	配方	(245)
一、聚磷酸盐	(231)	二、日本专利配方	(246)
二、聚磷酸盐 - 锌盐	(231)	三、CH - GI 配方(硅酸盐 - 有机磷复合	
三、磷系碱性处理配方	(232)	配方)	(246)
第二节 有机磷系	(234)	第二节 硅酸盐 - HEDP - 苯并三唑	(246)
一、膦酸盐 - 聚合物	(234)	第三节 硅酸盐 - HEDP - 甲基苯并三唑 -	
二、膦酸盐 - 膦酸盐 - 聚羧酸盐	(235)	锌盐	(247)
三、膦酸盐 - 锌盐 - 聚合物	(236)	第三章 钼系配方	(248)
第三节 污水回用循环水配方	(243)	第一节 钼酸盐 - 膦酸盐 - 锌盐	(249)
第二章 硅系配方	(245)	第二节 HP - 303N 配方	(249)

第四篇 石油炼制

第一章 常减压装置	(250)	第五节 用水消耗指标	(264)
第一节 概述	(250)	第三章 催化装置	(265)
第二节 工艺特性	(250)	第一节 概述	(265)
一、原油电脱盐	(250)	第二节 工艺流程简述	(265)
二、原油蒸馏加工流程	(252)	一、反应再生部分	(265)
第三节 冷换设备	(257)	二、分流、吸收、稳定部分	(267)
一、冷换设备的分布	(257)	第三节 冷换设备	(269)
二、常减压装置的腐蚀原因分析	(257)	一、催化裂化联合装置水冷器的分布	(269)
三、防腐蚀措施	(258)	二、水冷器的使用情况	(270)
四、冷换设备的选材原则	(258)	第四节 工艺介质特性	(271)
第四节 工艺介质特性	(259)	一、催化装置的原料性质	(271)
一、原油的性质	(259)	二、催化裂化的主要反应	(271)
二、常减压蒸馏的产品种类和性质	(259)	三、催化裂化和重油催化汽油性质	(272)
第五节 用水指标	(260)	四、催化裂化和重油催化柴油性质	(273)
第二章 气体分馏装置	(260)	五、催化油浆性质	(273)
第一节 概述	(260)	六、催化裂化装置腐蚀性介质的分布及	
第二节 工艺特性	(261)	处理	(274)
第三节 冷换设备	(263)	第五节 装置用水	(275)
一、水冷器的分布情况	(263)	第四章 催化重整装置	(275)
二、材料使用及腐蚀情况	(263)	第一节 概述	(275)
第四节 工艺介质特性	(263)	一、原料预处理	(275)
一、原料的纯度要求	(263)	二、催化重整	(275)
二、原料性质和馏分组成	(264)	三、芳烃抽提	(276)

四、芳烃精馏	(276)	第二节 工艺特性	(302)
第二节 工艺特性	(276)	一、原料油系统工艺说明	(303)
一、预处理系统	(276)	二、焦化油系统	(303)
二、重整生产工艺	(277)	三、分馏系统	(303)
三、抽提工艺	(279)	四、水系统	(304)
四、精馏工艺	(281)	五、吸收稳定系统	(305)
第三节 冷换设备	(282)	六、干气或液化气脱硫系统	(305)
一、水冷器的分布情况	(282)	七、焦化生产主要操作工艺指标	(305)
二、水冷器的材质情况	(283)	第三节 冷换设备	(305)
第四节 工艺介质特性	(283)	一、冷换设备的分布	(305)
一、原料预处理过程	(283)	二、冷换设备的材质	(306)
二、重整过程	(285)	三、冷换设备的腐蚀情况	(307)
三、芳烃抽提过程	(288)	第四节 工艺介质特性	(307)
四、芳烃精馏过程	(289)	一、原料的分类及性质	(307)
第五节 装置用水	(289)	二、产品及性质	(307)
第五章 加氢裂化装置	(290)	第五节 装置用水	(309)
第一节 概述	(290)	第七章 炼油循环冷却水处理	(309)
第二节 工艺特性	(290)	第一节 炼油装置循环冷却水系统的特点	(310)
一、反应部分	(290)	第二节 循环冷却水处理	(311)
二、分馏部分	(292)	一、水质的基础处理	(311)
第三节 冷换设备	(295)	二、日常运行操作和管理	(314)
一、水冷器的分布情况	(295)	三、物料泄漏及查漏技术	(319)
二、水冷器的材质情况	(295)	四、查漏方法	(320)
第四节 工艺介质特性	(296)	五、在线漏油监测技术的应用	(320)
一、原料性质	(296)	六、漏油处理	(321)
二、加氢裂化的反应及介质变化过程	(297)	七、硫化物腐蚀及其抑制	(323)
三、产品特性	(299)	第三节 循环冷却水设备	(327)
第五节 用水指标	(301)	一、冷却塔	(327)
第六章 延迟焦化装置	(302)	二、旁滤器	(332)
第一节 概述	(302)	三、加氯机	(332)

第五篇 石油化工装置与水处理

概论	(333)	四、釜式法聚乙烯水冷器	(346)
第一章 乙烯装置	(334)	五、管式法聚乙烯装置	(347)
一、我国乙烯装置概况	(334)	六、低压聚乙烯装置	(349)
二、乙烯装置生产特点	(335)	七、制苯装置	(351)
三、乙烯装置发展与现状	(336)	八、苯乙烯生产装置	(353)
第一节 乙烯生产装置	(336)	九、聚苯乙烯装置	(355)
一、裂解装置	(336)	第二节 循环水系统	(356)
二、乙二醇生产装置	(341)	一、裂解装置循环水系统	(358)
三、釜式高压聚乙烯生产装置	(344)	二、循环水工艺流程	(358)

三、循环水设备	(359)	二、橡胶装置循环水系统	(414)
第三节 循环水处理	(371)	三、循环水设备	(415)
一、水质	(371)	第三节 循环水处理	(420)
二、水质处理方法	(372)	一、水质控制与监测	(420)
三、水处理药剂	(373)	二、水处理工艺	(421)
四、运行管理	(377)	三、运行操作与管理	(422)
第四节 节水与减排	(383)	第四节 节水与减排	(425)
一、自动加药与提高浓缩倍数	(383)	一、水力学因素	(425)
二、污水回用	(384)	二、时间因素	(426)
三、循环水系统的节水	(384)	三、水化学因素	(426)
四、工业节水展望	(386)	四、经济因素	(426)
第二章 化纤装置	(386)	第四章 己内酰胺装置	(427)
第一节 丙纶	(387)	第一节 己内酰胺生产技术的发展概况	(427)
一、聚丙烯分类	(387)	第二节 己内酰胺生产工艺	(428)
二、聚丙烯的用途	(387)	第三节 70kt/a 己内酰胺装置循环水	
三、生产聚丙烯的主要工艺	(388)	系统	(428)
四、聚丙烯工艺流程	(388)	一、循环水系统概况	(428)
五、聚丙烯冷却器	(391)	二、水冷器	(429)
第二节 涤纶-聚酯装置	(391)	三、循环水水泵	(430)
一、涤纶生产特点	(391)	四、凉水塔	(431)
二、工艺流程	(392)	五、旁滤池	(432)
三、水冷器	(393)	第四节 70kt/a 己内酰胺装置循环水	
第三节 循环水系统	(395)	水处理	(433)
一、工艺流程	(395)	一、严格控制工艺指标	(433)
二、循环水设备	(396)	二、加强补充水管理	(433)
第四节 循环水处理	(400)	三、做好不停车清洗	(433)
一、水质特点	(400)	四、优化循环水系统工艺	(434)
二、常用水处理配方	(400)	五、加强对低温水系统的水质管理	(434)
三、水质监测及控制	(400)	第五节 70kt/a 己内酰胺装置废水处理和	
四、粘泥剥离	(401)	节水措施	(435)
五、效果监测	(401)	一、废水汽提	(435)
第三章 橡胶装置	(401)	二、污水处理	(436)
一、橡胶装置生产概况	(402)	三、皂化废碱液回收	(436)
二、橡胶装置生产特点	(402)	四、节水主要措施	(436)
三、橡胶装置发展与现状	(403)	第五章 化肥装置	(437)
第一节 橡胶生产装置	(403)	第一节 概述	(437)
一、丁二烯抽提装置	(403)	第二节 工艺特性	(438)
二、顺丁橡胶聚合装置	(406)	一、主要工艺特点	(438)
三、1,2-低分子聚丁二烯生产装置	(407)	二、合成氨工艺	(439)
四、甲基叔丁基醚(MTBE)装置	(409)	三、其他合成氨工艺技术	(447)
五、丁二烯-苯乙烯嵌段共聚装置	(411)	第三节 冷换设备	(449)
六、丁基橡胶装置	(412)	第四节 水处理技术	(451)
第二节 循环水系统	(413)	一、原水处理	(451)
一、循环冷却水工艺流程	(414)	二、循环水系统	(460)

第六篇 火力发电与水处理

概论	(470)	三、凝结水混床处理	(513)
第一章 除盐水	(472)	四、凝结水精处理常见系统	(514)
第一节 天然水的性质及水质指标	(472)	五、凝结水处理的运行	(518)
一、天然水的性质	(472)	六、凝结水高混失效树脂的再生	(522)
二、天然水的水质指标	(473)	七、树脂捕捉器的反洗	(524)
第二节 火力发电厂水、汽标准	(476)	八、故障处理及解决办法	(525)
一、水、汽标准	(477)	第二章 冷却水	(526)
二、火力发电厂水处理工艺流程	(479)	第一节 循环冷却水	(526)
第三节 锅炉用水处理原理及方法	(479)	一、敞开循环冷却水系统	(526)
一、混凝处理	(479)	二、冷却塔	(526)
二、沉淀处理	(480)	三、循环水泵	(528)
三、过滤处理	(480)	四、凝汽器	(530)
四、反渗透处理	(481)	五、凝结水系统的运行	(534)
五、离子交换处理	(482)	六、凝汽器负荷侧清洗或查漏	(536)
六、树脂再生处理	(484)	七、冷却水旁路系统	(536)
第四节 预处理系统	(485)	八、加药系统与维护	(540)
一、斜管沉淀池	(485)	第二节 发电机定子内冷却水系统	(540)
二、机械搅拌澄清池	(489)	一、外冷式汽轮发电机	(540)
三、高含盐水的预处理(即脱碳水 处理)	(491)	二、内冷式汽轮发电机	(541)
第五节 反渗透系统	(494)	三、冷却水水质标准	(541)
一、电站用大型反渗透水处理系统	(494)	四、发电机内冷却水工艺流程	(541)
二、某电厂 20m ³ /h 反渗透脱盐系统 ..	(495)	五、设备规范	(542)
第六节 除盐系统	(499)	六、发电机内冷却水系统的运行	(543)
一、除盐水处理系统工艺流程	(499)	七、内冷却水系统运行维护及注意 事项	(543)
二、设备规范	(499)	八、内冷却水水质劣化原因及处理 方法	(544)
三、过滤器的运行	(501)	九、发电机空芯铜导线的腐蚀及防护 ..	(544)
四、除盐设备的运行	(502)	第三章 冲渣及冲灰水	(545)
五、一级除盐系统运行中的注意事项 ..	(505)	第一节 冲渣及冲灰水	(546)
第七节 除盐再生系统	(505)	一、冲灰水的组成	(546)
一、除盐再生设备	(505)	二、冲灰废水存在的主要问题及解决 方法	(546)
二、再生系统流程	(505)	三、冲灰设备规范	(549)
三、再生设备规范	(507)	四、灰渣泵及输灰管的运行	(550)
四、转动设备规范	(507)	五、灰渣泵组的故障处理	(551)
五、除盐设备的运行	(508)	第二节 冲灰水回收重复使用	(552)
六、混床再生	(510)	一、回收冲灰水的用途	(552)
七、除盐设备故障处理	(511)	二、冲灰水回收率	(553)
第八节 凝结水精处理系统	(512)	三、冲灰水结垢的原因	(553)
一、凝结水处理的目的是	(512)		
二、水处理的适用范围和系统组成	(512)		

四、结垢的基本判据	(553)
五、灰及冲灰水垢的形貌	(553)
六、防止返回水管结垢的方法	(554)
第四章 废水处理	(556)
第一节 火力发电厂的废水与水质	(557)
一、火力发电厂的工业废水和生活	
污水	(557)
二、各种废(污)水的水质及其对环境的	

影响	(558)
第二节 火力发电厂废水处理	(560)
一、控制水体的污染	(560)
二、废水处理	(561)
三、化学废水排放标准	(561)
四、化学废水处理系统工艺流程	(562)
五、设备规范	(562)
六、化学废水处理设备的运行	(563)

第七篇 分析方法

第一章 原水分析	(565)
第一节 水质特点	(565)
第二节 水质指标	(566)
一、地表水环境质量指标(GHZB1—	
1999)	(566)
二、地下水质量指标(GB/T 14848—	
93)	(567)
三、生活饮用水水源水质标准和生活饮用	
水水质卫生规范	(568)
第三节 分析方法	(570)
方法 1 浊度测定	(571)
方法 2 悬浮物测定——重量法	(574)
方法 3 电导率测定	(575)
方法 4 钠、铵、钾、镁和钙离子测定	
——离子色谱法	(576)
方法 5 钡的测定——电位滴定法	(580)
方法 6 铜、锌、铅和镉离子测定——	
原子吸收分光光度法	(582)
方法 7 钙、镁离子测定——原子吸收	
分光光度法	(587)
方法 8 总铬测定——分光光度法	(590)
方法 9 六价铬测定——二苯碳酰二肼	
分光光度法	(595)
方法 10 铁离子测定——1, 10-菲咯	
啉光度测定法	(598)
方法 11 锰的测定——高碘酸钾分光	
光度法	(603)
方法 12 总汞测定——冷原子吸收分光	
光度法	(605)
方法 13 钾、钠测定——火焰原子吸收	
分光光度法	(610)
方法 14 碱度的测定——中和法	(613)

方法 15 铵的测定——蒸馏和滴	
定法	(614)
方法 16 砷的测定——二乙基二硫代氨基	
甲酸分光光度法	(617)
方法 17 氟、氯、磷酸根、亚硝酸根、	
硝酸根和硫酸根的测定——	
离子色谱法	(620)
方法 18 氯化物的测定——硝酸银滴	
定法	(624)
方法 19 总氰化物的测定	(627)
方法 20 氟化物的测定——离子选择电	
极法	(634)
方法 21 亚硝酸盐的测定——分光光	
度法	(637)
方法 22 溶解氧的测定——电化学探	
头法	(641)
方法 23 总磷的测定——钼酸铵分光光	
度法	(644)
方法 24 硫酸盐的测定——EDTA-钡	
容量法	(647)
方法 25 硫化物的测定——亚甲基蓝分光	
光度法	(647)
方法 26 BOD ₅ 的测定——稀释与接	
种法	(652)
方法 27 COD 的测定——重铬酸	
盐法	(656)
方法 28 水中油的测定——红外光	
度法	(659)
方法 29 总有机碳的测定——非色散红外	
线吸收法	(663)
方法 30 挥发酚的测定——4-氨基安替	
比林分光光度法	(666)

第二章 循环水分析	(671)	第六章 水处理剂分析	(695)
第一节 水质特点	(672)	第一节 概述	(695)
第二节 水质指标	(672)	第二节 絮凝剂	(696)
第三节 分析方法	(673)	一、常用絮凝剂质量指标	(696)
方法 31 钙、镁及总硬的测定	(674)	二、常用絮凝剂分析方法	(697)
方法 32 总铁和二价铁离子的测定	(675)	第三节 有机膦酸类和有机膦酸酯类	
方法 33 钾和钠离子的测定	(675)	水处理剂分析	(698)
方法 34 氯离子的测定	(675)	一、常用有机膦酸类和有机膦酸酯类水	
方法 35 磷酸盐的测定	(676)	处理剂质量指标	(698)
方法 36 阴离子测定——离子色谱法	(676)	二、常用有机膦酸类和有机膦酸酯类水	
第三章 化学水分析	(677)	处理剂分析方法	(699)
第一节 水质特点	(677)	方法 39 2-膦酸基-1, 2, 4-三羧基	
第二节 水质指标	(677)	丁烷(PBTCA)的分析(HG/T	
一、低压锅炉给水水质和炉水水质		3662—1999)	(700)
指标	(677)	第四节 聚合物型水处理剂	(706)
二、中、高压锅炉给水和炉水水质		一、常用聚合物型水处理剂质量指标	(706)
指标	(678)	二、常用聚合物型水处理剂分析方法	(706)
三、各种工艺水水质标准	(679)	方法 40 丙烯酸-2-甲基-2-丙烯酰	
第三节 分析方法	(680)	胺基丙磺酸类共聚物(HG/T	
方法 37 联氨的测定	(681)	3643—1999)	(706)
方法 38 硅的测定	(683)	第五节 杀菌剂的分析	(710)
第四章 饮用水分析	(685)	一、氧化性杀菌剂	(710)
第一节 水质特点	(685)	方法 41 有效氯的测定——碘量法	(712)
第二节 水质指标	(685)	二、非氧化性杀菌剂	(713)
第三节 分析方法	(688)	方法 42 异噻唑啉酮衍生物的分析	
第五章 污水分析	(689)	(HG/T 3657—1999)	(713)
第一节 水质特点	(689)	方法 43 十二烷基二甲基苄基氯化铵的	
第二节 水质指标	(690)	分析	(717)
第三节 分析方法	(693)	参考文献	(722)

第一篇 工业水处理原理

工业水按不同用途一般可分为锅炉用水、冷却用水和工艺用水，不同用途的工业用水对所用水质有不同要求，对原水采用不同的处理方法加以处理后才能满足工业生产的需要，这些处理方法经逐步发展和完善，形成了新兴的工业水处理技术。工业水处理技术包括的内容比较多，本章只就原水处理技术、锅炉水处理技术和冷却水处理技术的作用、原理和方法作一般讨论和介绍。

第一章 原水处理

原水一般是工业企业指从自然界提取的天然水，主要包括江河、湖泊、水库等的地表水和来自地下的地下水。由于工业企业所处的地理位置不同，水资源的差异，一些企业主要使用地表水，一些企业主要使用地下水，还有一些企业既使用地表水，又采用地下水多水源供水。尽管使用的原水不同，但作为工业水使用前都需要经过处理。所谓原水处理是指工业企业从自然界提取的天然水在水精制处理前预先进行的初步处理，以便在水精制和处理时取得良好的效果，提高水质。

天然水中一般都含有一定量的杂质，如泥沙、粘土、悬浮物、有机物、微生物和机械杂物等，这些杂质的存在，严重影响水精制的处理效果和水质，因此，在水精制前必须将杂物和一些杂质除去或降低，为后续的水精制和处理创造良好的水质条件。

第一节 原水水质特点

天然水中虽然都含有杂质，但不同水源水中的杂质种类和含量大不相同，具有各自的特点。

一、地下水

地下水是由降水经过土壤地层的渗流而形成的，地下水按其深度可分为表层水、层间水和深层水。通常作原水使用的地下水是层间水，即中层地下水。这种水受气候和人类活动等外界因素影响较小，显著的特点是杂物和机械杂质少，水质清澈透明；有机物和微生物含量很低；水质成分较稳定，水温变化小；溶解氧少， CO_2 含量可能较高；盐含量一般较高，硬度和碱度较大，并且随地下水深度的增加，硬度和碱度有明显增加的趋势，其主要离子组成和浓度从低矿化度的淡水型向高矿化度的咸水型转化，即从 $[\text{Ca}^{2+}] > [\text{Na}^+]$ 、 $[\text{HCO}_3^-] > [\text{SO}_4^{2-}] > [\text{Cl}^-]$ 转化为 $[\text{Na}^+] > [\text{Ca}^{2+}]$ 、 $[\text{Cl}^-]$ 或 $[\text{SO}_4^{2-}] > [\text{HCO}_3^-]$ 。表 1-1-1 是几个典型的地下水水源的主要水质。

表 1-1-1 我国较典型的地下水主要水质

水质项目	石家庄	哈尔滨	宁夏同心	湖南岳阳	天津塘沽
pH 值	7.60	6.90	—	5.50	8.30
$\text{Ca}^{2+}/(\text{mg/L})$	82.9	78.2	481.0	2.83	8.00
$\text{Mg}^{2+}/(\text{mg/L})$	19.8	12.8	437.8	1.56	3.70
$\text{Na}^{+} + \text{K}^{+}/(\text{mg/L})$	16.2	23.5	2790	5.29	317
$\text{HCO}_3^{-}/(\text{mg/L})$	219.6	317.2	488.2	9.76	464
$\text{SO}_4^{2-}/(\text{mg/L})$	37.3	8.00	3938	8.95	48.0
$\text{Cl}^{-}/(\text{mg/L})$	28.0	21.3	2128	2.55	200
$\text{CO}_2/(\text{mg/L})$	—	11.5	—	5.50	—
盐含量 $/(\text{mg/L})$	403.8	461.0	10476	38.0	1040

二、江河水

江河是降水经过地面径流汇集而形成的，流域面积宽广，又是敞开流动的水体，它的水质受地区、气候、土壤和人类活动等影响较大。不同地区的地质、矿物组成决定江河水的主要水质，显示各自特点，但呈现出一定的规律。

水质矿化度东南低，西北高。我国江河水矿化度多年平均值的地域分布与降水、径流地域分布趋势相反，除受海水影响较大的上海以北沿海地区外，从东南沿海小于 50mg/L 的极低矿化度向西北增大到 1000mg/L 的较高矿化度。如南部浙、闽、台和两广沿海诸河，赣江、松嫩江、雅鲁藏布江等水的矿化度小于 100mg/L；淮河秦岭以南及西南诸河水的矿化度小于 300mg/L；内蒙高原南部、青藏高原、海河平原、河套东部、新疆诸盆地周围等河水的矿化度在 500~1000mg/L；内蒙高原北部、黄河西部、渭河以北黄土高原、新疆几个盆地的河水矿化度都大于 1000mg/L；其余地区河水的矿化度在 300~500mg/L。我国主要河流的主要水质如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 我国主要河流的主要水质

水质项目	长 江	黄 河	珠 江	黑龙江	闽 江	塔里木河	松花江
$\text{Ca}^{2+}/(\text{mg/L})$	28.9	39.1	18.0	11.6	2.60	107.6	12.0
$\text{Mg}^{2+}/(\text{mg/L})$	9.60	17.9	1.10	2.50	0.60	841.5	3.80
$\text{Na}^{+} + \text{K}^{+}/(\text{mg/L})$	8.60	46.3	16.1	6.70	6.70	10265	64.4
$\text{HCO}_3^{-}/(\text{mg/L})$	128.9	162.0	32.9	54.9	20.2	117.2	64.4
$\text{SO}_4^{2-}/(\text{mg/L})$	13.4	82.6	34.8	6.00	4.90	6052	5.90
$\text{Cl}^{-}/(\text{mg/L})$	4.20	30.0	7.30	2.00	0.50	14368	1.00
盐含量 $/(\text{mg/L})$	193.6	377.9	110.2	83.7	35.5	31751	93.9

硬度随矿化度增加而增加。淮河、秦岭以南、东北三江流域、新疆北疆部分地区的河水硬度小于 85mg/L，内蒙高原北部、新疆三盆地、河套地区的河水硬度大于 250mg/L。

浊度随季节变化大。一般在春夏丰水季节，江河水中的泥沙等悬浮物和其他机械杂质含量明显比冬季的枯水季节高，浊度从几十毫克/升到数百毫克/升。

另外，江河水中的有机物浓度和微生物含量也随季节和地域变化而变化，呈现出冬季明显低于夏季，北方低于南方。水温则随气候变化而变化。