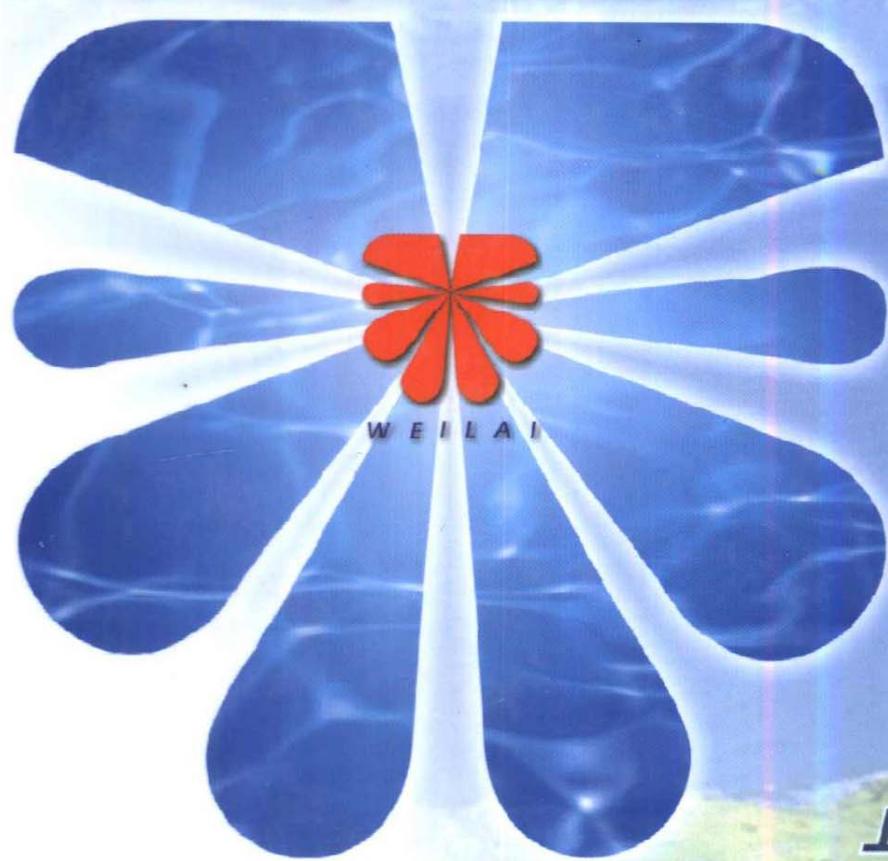


水处理工艺与运行管理

实用手册

祁鲁梁 李永存 李本高 主编



上海未来企业有限公司
SHANGHAI WEILAI ENTERPRISE CO., LTD.



中国石化出版社

水处理工艺与运行管理 实用手册

祁鲁梁 李永存 李本高 主编

中国石化出版社

ISBN 7-80043-233-5



内 容 提 要

本书对水处理过程中所涉及的工艺与运行管理技术进行了详细的叙述,涉及工业、民用和生活饮用水处理领域,包括:给水和排水、冷却水、锅炉水、油田回注水等工业用水的水处理技术,海水与苦咸水淡化技术,地热水的开发利用技术,供水和供热系统、空调水系统、游泳池系统等民用水处理技术和饮用水深度处理技术,以及超临界水、电去离子净水、光催化分解、生物处理等水处理新技术。其中对所涉及的水处理过程中的运行管理技术进行了较为详细的阐述。

全书内容覆盖面广,实用性强,且通俗易懂,可供从事水处理工作的管理、科研、设计、生产销售人员及相关专业的师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

水处理工艺与运行管理实用手册/祁鲁梁,李永存,李本高主编.
—北京:中国石化出版社,2002
ISBN 7-80043-233-5

I.水… II.①祁… ②李… ③李… III.水处理—工业技术—手册
IV.TU991.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 015244 号

责任编辑:黄志华

封面设计:李波

责任校对:赵立颖

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

三河市三佳印刷装订有限公司印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 65 印张 1657.6 千字 印 1—4000

2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月第 1 次印刷

定价:128.00 元

编写人员名单

主 编：祁鲁梁 李永存 李本高

撰 稿 人：

第 一 章 刘殿明(中国石油大庆石油化工股份分公司)

第 二 章 李本高 祁鲁梁(石油化工科学研究院)

其中第九节“不停车清洗”部分由奚松年编写(上海未来企业有限公司)

第 三 章 宋业林(中国石油辽阳石油化纤公司)

第 四 章 张雨山 王静(国家海洋局海水淡化与综合利用研究所)

第 五 章 马自俊(中国石油天然气集团公司石油勘探开发科学研究院)

第 六 章 魏思明(北京丽都水处理工程公司)

第 七 章 李永存(石油化工科学研究院)

第 八 章 第一至第六节 纪轩(中国石化天津石油化工股份分公司),
第七节 张雨山 王静, 第八节和第九节 李永存

第 九 章 闫家泓(中国石油天然气集团公司石油勘探开发科学研究院)

第 十 章 李永存 李伟

第十一章 宋业林

第十二章 李永存 李伟

第十三章 祁鲁梁

序

水是人类赖以生存的物质基础,是不可替代的最宝贵的自然资源。我国是一个水资源不足的国家。江泽民总书记在党的十五届五中全会的讲话中指出:“保持经济持续快速健康发展,切实维护国家的经济安全,必须始终高度重视并抓紧解决好粮食安全、水资源和油气资源问题。这是直接关系到我国长远发展的战略问题”。“水资源不足已经成为制约国民经济和社会发展的重要因素。解决这个问题,关键是要加强水资源的节约、保护和科学利用,努力提高水的利用效率”。根据水利部的《水资源公报》,1998年我国的总取水量已达到了5440多亿 m^3 ,总取水量已接近可用水资源量的70%;其中工业取水量达到了1130亿 m^3 ,占总取水量的21%。因此科学、合理、高效地用水和节水减排不仅是节约宝贵水资源的需要,也是工业企业提高经济效益、实现社会可持续发展的需要。

提高水资源利用率的重要途径之一就是要搞好水处理工作,提高水处理的技术水平。中国石油化工集团公司水处理技术服务中心受中国石化出版社的委托,并联合其他兄弟单位和多位专家已于2000年3月编写出版发行了《水处理药剂及材料实用手册》,为广大水处理工作者提供了一本实用性的工具书。现今,中国石油化工集团公司水处理技术服务中心又受中国石化出版社的委托,组织编写了《水处理工艺与运行管理实用手册》。这本书是一本实用性很强的工具书,它是《水处理药剂及材料实用手册》的姊妹篇。此书的编写人员都是从事水处理工作多年的专家和专业人士,书中力求不过多地阐述理论,而主要偏重于实践经验的总结。

本书共分为十三章,分别对给水和排水、冷却水、锅炉水、油田回注水等工业水的水处理工艺及运行技术作了较详尽的阐述。由于我国的淡水资源不足,海水的综合利用即显得十分重要,因此本书特在第五章总结了海水淡化与苦咸水淡化工艺技术。随着人民生活质量的提高和生活用水大幅度的增加,本书也专门辟出饮用水深度处理技术、民用建筑和生活用水二次水处理技术两章,分别对供水和供热系统、空调水系统、游泳池系统等处理技术作了阐述。关于工业水的计量和管理一章会对企业中从事水计量管理人员的业务管理规范化有所帮助。本书对一些新技术,例如:超临界水、电去离子水、光催化分解、生物处理技术等分别进行了综述介绍,相信会给读者以启发。本书覆盖面广,实用性强,且通俗易懂,相信对从事水处理工作管理、科研、设计、生产、教学、销售、监测的人员会有所帮助。

江燮卿

目 录

第一章 给水处理工艺与运行管理	(1)
第一节 概述	(1)
一、给水处理的对象及其特点	(1)
二、给水处理的目的、基本原则和方法	(2)
三、给水处理厂的技术经济指标与运行管理	(3)
第二节 给水处理工艺流程	(4)
一、净水工艺与构筑物分类及适用条件	(4)
二、给水处理流程	(5)
第三节 混合与絮凝工艺	(7)
一、机理与过程	(7)
二、工艺控制与运行管理	(17)
三、常见故障与对策	(21)
第四节 沉淀与澄清工艺	(22)
一、沉淀	(22)
二、澄清	(28)
第五节 过滤工艺	(34)
一、滤池的分类、优缺点及适用条件	(35)
二、普通快滤池的构造及工作过程	(37)
三、滤料和承托层	(38)
四、滤料对过滤的影响	(40)
五、冲洗系统	(42)
六、滤池的运行管理与工艺控制	(43)
第六节 消毒工艺	(46)
一、消毒方法	(47)
二、加氯消毒的机理及其影响因素	(48)
三、加氯系统	(49)
四、加氯量的控制和提高加氯效果的措施	(51)
五、用氯安全	(54)
六、其他氯消毒方法简介	(55)
第七节 运行管理	(58)
一、给水生产各工序质量标准与工艺技术要求	(58)
二、给水生产各工序的运行管理	(60)
第八节 水质指标、水质标准与分析检测	(66)
一、水质指标及其含义	(66)

二、水质标准·····	(76)
三、监测项目与频率·····	(81)
第九节 运行保养、维护与检修·····	(84)
一、供水设施保养、维护与检修·····	(84)
二、供水设备保养、维护与检修·····	(89)
三、仪器仪表保养、维护与检修·····	(95)
第十节 给水处理常用药剂和材料·····	(98)
一、给水处理常用药剂以及材料·····	(98)
二、给水处理常用药剂性能介绍·····	(99)
三、部分给水处理用药剂、材料的质量指标·····	(102)
第十一节 特种水处理技术·····	(104)
一、高浊度水给水处理·····	(104)
二、含藻水给水处理·····	(109)
三、含铁含锰水给水处理·····	(111)
参考文献·····	(117)
第二章 冷却水处理工艺与运行管理 ·····	(118)
第一节 概述·····	(118)
第二节 开式循环冷却水系统的水流程·····	(119)
第三节 开式循环冷却水系统的水平衡和计算方法·····	(119)
第四节 冷却塔的运行管理·····	(121)
一、冷却塔的分类·····	(121)
二、冷却塔的基本部件·····	(122)
三、冷却塔的验收和测试·····	(124)
四、 V/R 值和温差·····	(126)
五、冷却塔的节能措施·····	(128)
第五节 旁滤设施的运行管理·····	(128)
一、滤池的类型·····	(129)
二、滤池的滤料和支承层及配水系统·····	(129)
三、运行中应该注意的问题·····	(131)
第六节 化学处理配方的确定·····	(131)
一、选定配方需考虑的因素·····	(131)
二、水处理剂的概述·····	(134)
三、处理方法和药剂配方概述·····	(138)
四、影响水处理剂缓蚀、阻垢效果的主要因素·····	(141)
五、污水回用于循环水技术·····	(149)
第七节 运行管理·····	(150)
一、浓缩倍数的管理·····	(150)
二、pH 值的管理·····	(151)
三、加药管理·····	(152)

四、钙硬和碱度的管理	(156)
五、控制微生物和藻类的管理	(156)
六、浊度的管理	(160)
七、水中杂物的管理	(160)
第八节 运行中的事故和故障处理	(161)
一、低 pH 值	(161)
二、漏油事故	(161)
三、生物粘泥的大量滋生	(162)
四、泡沫	(163)
第九节 冷却水系统的清洗	(163)
一、新系统的清洗	(163)
二、大检修停工前清洗	(163)
三、大检修期间单台水冷器的清洗	(164)
四、不停车化学清洗	(164)
五、钝化	(171)
第十节 冷却水系统的预膜	(171)
一、目的	(171)
二、预膜步骤	(171)
三、影响预膜质量的因素	(172)
四、典型的预膜方案	(172)
第十一节 水冷却器的管理	(173)
一、水冷却器的构造及特点	(173)
二、水冷却器的主要参数	(176)
三、对水冷却器的综合管理	(177)
第十二节 分析和监测概述	(179)
一、阻垢缓蚀剂筛选实验方法	(179)
二、正常运行水质分析	(181)
三、正常运行中处理效果的监测	(183)
四、微生物的测定和监测	(183)
五、沉积物的分析	(184)
六、水处理药剂进厂的质量检验	(185)
第十三节 单位换算	(187)
一、稳定指数的计算	(187)
二、硬度单位的换算	(188)
三、碱度单位的换算	(188)
四、碳钢腐蚀率的换算	(189)
第十四节 计算机系统	(189)
一、生产运行管理系统	(189)
二、档案管理系统	(189)

三、专家系统	(190)
参考文献	(191)
第三章 锅炉水处理工艺与运行管理	(192)
第一节 水质净化处理工艺	(193)
一、概述	(193)
二、工艺流程	(194)
三、水质净化工艺的主要设备	(196)
四、水质净化处理工艺的主要化学品和材料	(205)
五、水质净化处理工艺主要水质化验项目及含义	(215)
六、水质净化处理工艺的运行管理	(218)
七、离子交换工艺的检修管理	(224)
第二节 离子交换软化工艺	(226)
一、概述	(226)
二、工艺流程	(226)
三、离子交换软化工艺的主要设备	(227)
四、离子交换软化工艺的主要化学品	(231)
五、离子交换软化工艺的水质化验	(233)
六、离子交换软化工艺的运行管理	(235)
七、离子交换软化工艺的检修管理	(238)
第三节 离子交换脱碱软化工艺	(242)
一、概述	(242)
二、工艺流程	(243)
三、离子交换脱碱软化工艺的主要设备	(244)
四、离子交换脱碱软化工艺的主要化学品	(245)
五、离子交换脱碱软化工艺的水质化验	(246)
六、离子交换脱碱软化工艺的运行管理	(248)
七、离子交换脱碱软化工艺的检修管理	(254)
第四节 离子交换除盐工艺	(259)
一、概述	(259)
二、工艺流程	(259)
三、离子交换除盐工艺的主要设备	(261)
四、离子交换除盐工艺的主要化学品	(261)
五、离子交换除盐工艺的水质化验	(265)
六、离子交换除盐工艺的运行管理	(266)
七、离子交换除盐工艺的检修管理	(272)
第五节 锅炉水质调整处理工艺	(280)
一、概述	(280)
二、工艺流程和水质危害	(281)
三、锅炉水质调整处理工艺主要设备	(286)

四、锅炉水质调整处理工艺主要化学品	(289)
五、锅炉水质调整处理工艺的化学监督	(293)
六、锅炉水质调整处理工艺的运行管理	(298)
七、常用数据	(302)
第六节 锅炉给水调节处理工艺	(307)
一、概述	(307)
二、工艺流程	(309)
三、给水调节处理工艺的主要设备	(310)
四、给水调节工艺主要化学品	(311)
五、给水调节处理工艺的水质化验	(313)
六、给水调节处理的运行管理	(317)
七、给水调节处理工艺的检修管理	(319)
第七节 锅炉炉内水质调整处理工艺	(321)
一、概述	(321)
二、工艺流程	(325)
三、炉内调整处理工艺主要设备	(326)
四、炉内水质调整工艺的主要化学品	(327)
五、炉内水质调整处理工艺的水质化验	(327)
六、炉内水质调整处理工艺的运行管理	(330)
第八节 冷凝水处理工艺	(332)
一、概述	(332)
二、工艺流程	(333)
三、冷凝水处理工艺的主要设备	(335)
四、冷凝水处理工艺的主要化学品和材料	(338)
五、冷凝水处理工艺的水质化验	(340)
六、冷凝水处理工艺的运行管理	(341)
七、冷凝水处理工艺的检修管理	(344)
参考文献	(347)
第四章 海水与苦咸水淡化技术	(348)
第一节 概述	(348)
一、海水与苦咸水	(348)
二、海水及苦咸水淡化常用技术	(348)
第二节 电渗析法海水与苦咸水淡化技术	(349)
一、电渗析法海水与苦咸水淡化的工艺流程	(349)
二、预处理系统	(350)
三、电渗析脱盐系统	(351)
四、典型实例	(375)
第三节 反渗透法海水和苦咸水淡化技术	(377)
一、反渗透法海水与苦咸水淡化的工艺流程	(377)

二、预处理系统	(378)
三、反渗透脱盐系统	(385)
四、后处理系统	(398)
五、典型实例	(398)
第四节 蒸馏法海水淡化技术	(401)
一、多级闪蒸法海水淡化技术	(401)
二、多效蒸馏法海水淡化技术	(404)
三、压汽蒸馏法海水淡化技术	(407)
参考文献	(410)
第五章 油田回注水处理工艺与运行管理	(412)
第一节 概述	(412)
第二节 油田污水回注的优缺点及处理方法的选择	(412)
一、油田污水回注的优缺点	(412)
二、污水处理方法的选择原则	(413)
第三节 油田污水的处理方法	(413)
一、物理处理方法	(413)
二、化学处理方法	(415)
三、物理化学处理方法	(417)
四、生物处理方法	(417)
第四节 含油污水处理工艺流程	(417)
一、原油脱水	(417)
二、含油污水处理工艺流程	(419)
第五节 含油污水处理主要设备	(423)
一、立式除油罐	(423)
二、斜板除油装置	(425)
三、粗粒化除油装置	(426)
四、气浮选装置	(427)
五、压力式过滤罐	(427)
第六节 防垢、缓蚀、杀菌	(429)
一、防垢	(429)
二、缓蚀	(434)
三、杀菌	(435)
第七节 污水处理站的运行维护	(436)
一、除油罐的操作维护	(436)
二、过滤操作维护	(437)
三、粗粒化罐操作维护	(438)
四、污油回收系统操作维护	(438)
五、水质监测	(438)
参考文献	(438)

第六章 公共建筑水处理工艺与运行管理	(439)
第一节 供水系统水处理技术	(439)
一、概述	(439)
二、供水水质标准及水处理流程	(440)
三、主要供水设备	(443)
四、供水系统常用水处理剂及材料	(451)
五、供水系统的运行管理	(451)
六、混合水供水工艺	(452)
七、建筑物分质供水的饮用净水处理	(453)
第二节 中央空调系统水处理技术	(458)
一、概述	(458)
二、中央空调水系统的流程	(458)
三、水质标准	(459)
四、空调冷却水系统故障危害及解决方案	(460)
五、循环冷却水的水平衡和节水	(463)
六、空调水系统运行管理	(466)
第三节 游泳池水处理技术	(468)
一、概述	(468)
二、游泳池水处理流程	(469)
三、游泳池水质要求	(469)
四、游泳池水系统常用设备	(470)
五、游泳池常用水处理剂	(472)
六、游泳池水质稳定的问题	(473)
七、游泳池的运行管理	(474)
八、游泳池水质常见问题及排除方法	(475)
第四节 低压锅炉水处理技术	(476)
一、概述	(476)
二、低压锅炉水处理技术	(478)
三、锅炉水处理节能措施	(486)
四、锅炉水系统常见故障及排除	(488)
五、区域采暖锅炉及热水锅炉的防腐蚀措施	(489)
参考文献	(491)
第七章 饮用水处理技术	(492)
第一节 水资源与水安全	(492)
一、水资源	(492)
二、水污染	(495)
第二节 饮用水水质标准	(505)
一、国内外饮用水水质标准发展历史与趋势	(505)
二、国内外饮用水水质标准	(509)

三、饮用水水质标准与最佳可行技术的选择	(516)
第三节 活性炭吸附法	(518)
一、水处理用活性炭	(519)
二、水处理炭应用特点	(523)
三、粉状活性炭在饮用水处理中的应用	(523)
四、粒状活性炭在饮用水处理中的应用	(532)
第四节 臭氧/(生物)活性炭法	(545)
一、国外臭氧/(生物)活性炭法的应用实例	(546)
二、我国臭氧/(生物)活性炭法的应用实例	(549)
三、臭氧/(生物)活性炭工艺参数、设备优选与流程改进	(557)
第五节 臭氧氧化法	(560)
一、臭氧氧化法机理、作用及特点	(560)
二、臭氧氧化工艺与催化臭氧氧化工艺	(566)
三、臭氧氧化组合工艺	(570)
四、臭氧氧化副产物及其控制	(575)
第六节 光化学法	(577)
一、光化学法消毒	(578)
二、光化学法降解有机氯化物	(582)
三、光化学法降解天然有机污染物	(585)
四、光化学法除铁	(586)
五、光化学法除余氯	(587)
第七节 生物处理法	(588)
一、生物处理法机理、分类及作用	(588)
二、生物处理工艺方法	(594)
三、生物处理法组合工艺	(600)
四、生物处理法应用实例	(602)
五、生物处理法发展前景	(604)
第八节 膜处理法	(605)
一、膜分类及其作用与发展概况	(605)
二、膜技术在饮用水处理中的应用	(609)
三、膜处理法组合工艺	(614)
四、膜生物处理法	(616)
参考文献	(617)
第八章 工业污水处理与再利用技术	(622)
第一节 概述	(622)
一、污水中的污染物	(622)
二、工业污水处理场常规流程	(624)
第二节 工业污水一级处理技术	(625)
一、一级处理基本概念	(625)

二、格栅	(627)
三、过滤	(627)
四、沉砂池	(628)
五、均质调节池	(630)
六、隔油池	(630)
七、浮选(气浮)法	(633)
八、粗粒化(聚结)除油法	(637)
九、汽提	(639)
第三节 工业污水二级生物处理技术	(643)
一、二级处理基本概念	(643)
二、好氧生物处理	(646)
三、厌氧生物处理	(672)
第四节 工业污水排放标准	(679)
一、有关污水排放的国家标准	(679)
二、污染物允许排放浓度和排水定额	(680)
第五节 污水处理中常用的化学药剂	(686)
一、絮凝剂和助凝剂	(686)
二、消毒剂	(690)
三、污泥脱水剂	(693)
第六节 常规污水处理运行中的分析控制指标	(696)
一、有机物含量水质指标	(696)
二、植物营养物质水质指标	(698)
三、水中固体物质含量指标	(700)
四、pH 值和温度、溶解氧	(701)
五、有毒有害有机物水质指标	(703)
六、重金属及无机性非金属有毒有害物质水质指标	(705)
第七节 膜法废水处理技术	(710)
一、微孔膜过滤处理废水技术	(710)
二、超滤处理废水技术	(714)
三、反渗透(RO)法废水处理技术	(726)
第八节 活性炭纤维在水处理中的应用	(730)
一、活性炭纤维性能与制法	(730)
二、活性炭纤维在微污染水和废水处理中的应用研究	(737)
三、载金属活性炭纤维在水处理中的应用研究	(741)
四、生物碳纤维在水处理中的应用研究	(742)
五、碳纤维用于加固预应力圆形水池	(744)
第九节 活性炭在污水和废水处理中的应用	(745)
一、活性炭吸附操作和吸附设备	(746)
二、活性炭组合法	(750)

三、活性炭吸附法及其组合工艺在废水处理中的应用实例·····	(754)
四、活性炭再生·····	(785)
参考文献·····	(790)
第九章 地热水资源开发利用技术 ·····	(793)
第一节 概述·····	(793)
一、有关地热的基本概念·····	(793)
二、世界地热工业发展状况·····	(793)
三、我国地热水资源概况·····	(795)
第二节 地热水资源的勘探、开发技术·····	(796)
一、地热水资源的钻探·····	(796)
二、地热资源量的评价方法·····	(799)
三、热泵技术·····	(800)
第三节 地热水资源利用的工程技术·····	(802)
一、地热井成井工艺技术·····	(802)
二、地热水井试水测试技术·····	(803)
三、地热井井口工程·····	(804)
四、地热水的防腐、防垢技术·····	(808)
五、换热装置·····	(810)
第四节 地热水的开发利用·····	(810)
一、高温大产量、大贮量热水及蒸汽的开发利用·····	(810)
二、中低温地热水的综合利用及地热水温度的梯级利用技术·····	(811)
三、油气田开发过程中伴生地热水的开发利用·····	(816)
第五节 地热水资源的保护与管理·····	(816)
一、地热开发利用过程中的资源保护及环境保护问题·····	(816)
二、地热资源管理办法·····	(817)
参考文献·····	(819)
第十章 超临界水技术及其应用 ·····	(820)
第一节 超临界水与超临界流体·····	(820)
一、超临界流体和超临界水的概念·····	(820)
二、超临界流体技术的研发应用历史与发展现状·····	(820)
三、超临界 CO ₂ 在水处理中的应用·····	(823)
第二节 超临界水特性·····	(825)
一、超临界水的物性·····	(825)
二、超临界水的密度·····	(825)
三、超临界水的介电常数·····	(827)
四、超临界水的离子积·····	(828)
五、超临界水的相行为·····	(830)
六、超临界水(流体)热容量·····	(830)
七、超临界水的粘度与扩散系数·····	(830)

八、超临界水(流体)溶解能力	(831)
九、在超临界水中的反应特性	(833)
第三节 超临界水氧化工艺与催化超临界水氧化工艺	(834)
一、超临界水氧化工艺(SCWO)	(835)
二、催化超临界水氧化工艺(CSCWO)	(838)
三、超临界水应用研究实例的简述	(850)
第四节 超临界水氧化法在处理半导体工厂废液过程中的应用	(850)
第五节 超临界水氧化法处理造纸废水的应用研究	(852)
第六节 超临界水氧化法处理含氮有机物及其废水的应用研究	(854)
一、用 CSCWO 法处理氨	(854)
二、用 SCWO 法处理氨、氨/甲醇	(856)
三、用 SCWO 法处理吡啶	(857)
四、用 CSCWO 法处理喹啉	(858)
五、用 SCWO 法处理尿素及其废水	(859)
六、用 SCWO 法处理含硝基苯废水	(861)
第七节 超临界水氧化法处理含氧有机物及含苯有机废水的应用研究	(863)
一、用 SCWO 法处理苯酚	(863)
二、用 CSCWO 法处理苯酚	(867)
三、用 SCWO 法处理 2-氯酚	(870)
四、用 CSCWO 法处理对氯酚	(871)
五、用 SCWO 法处理甲乙酮	(872)
六、用 SCWO 法处理含苯有机废水	(873)
第八节 超临界水氧化法在处理污泥过程中的应用	(874)
一、SCWO 法处理污泥的实验研究和中型试验结果	(875)
二、工业验证试验和工业应用装置流程	(879)
第九节 超临界水氧化法处理有机氯废物及废水的应用研究	(880)
一、SCWO 法分解有机氯化物的试验结果	(880)
二、中试和工业装置	(883)
第十节 超临界水氧化法在处理二噁英类过程中的应用	(884)
一、小试和中试结果	(885)
二、工业验证试验结果	(887)
三、超临界水分解二噁英类的技术应用	(888)
第十一节 超临界水氧化法处理含硫废水、农药和氟隆污染物的应用研究	(890)
一、用 SCWO 法处理含硫废水	(890)
二、用 SCWO 法处理农药污染物	(891)
三、用 SCWO 法处理氟隆毒物	(892)
第十二节 超临界水氧化法处理军工和放射性废弃物的应用研究	(894)
一、用 SCWO 法处理放射性废弃物	(894)
二、用 SCWO 法处理军工和宇航废弃物	(898)

第十三节 超临界水氧化反应器系统与工程	(899)
一、超临界水氧化反应器系统	(899)
二、超临界水氧化技术工程	(910)
第十四节 超临界水氧化中试和工业装置及其技术经济性	(913)
一、典型的 SCWO 中试和工业装置	(913)
二、超临界水氧化技术经济性	(917)
参考文献	(918)
第十一章 “电去离子”净水技术	(922)
第一节 概述	(922)
第二节 “电去离子”净水技术的工作原理	(923)
第三节 “电去离子”净水技术的应用	(926)
参考文献	(929)
第十二章 光催化氧化法处理污水和废水技术	(930)
第一节 光化学氧化技术发展史	(930)
第二节 光催化氧化反应机理	(931)
一、影响光催化剂活性的部分因素	(932)
二、光化学原理	(933)
三、水中污染物的光催化氧化机理实例	(934)
第三节 光催化剂	(937)
一、P-25 型 TiO_2 与纳米 TiO_2	(937)
二、光催化剂改进	(939)
第四节 光催化氧化反应器	(941)
一、悬浮相光催化反应器	(942)
二、光催化剂固定化	(943)
第五节 光催化反应光源	(953)
第六节 光催化应用研究实例	(956)
一、光催化处理有机物	(956)
二、光催化应用研究实例	(956)
第七节 紫外光/芬顿试剂法	(965)
第八节 光催化法组合工艺	(966)
第九节 影响光催化氧化过程的因素	(971)
第十节 发展方向与前景	(972)
参考文献	(973)
第十三章 工业企业用水计量管理	(975)
第一节 工业用水及水量定义	(975)
一、工业用水水源与分类	(975)
二、工业用水的分类	(976)
三、工业用水的水量定义	(979)
第二节 工业用水考核指标及计算方法	(982)