

锅炉给水处理

低压锅炉水处理编辑部编

内 容 提 要

本书共十四章，阐述了锅炉给水处理的技术和设备。主要内容为：锅炉给水处理的基本知识，锅炉给水的予处理及各种水处理方法和设备（包括炉内加药处理，离子交换软化、化学除盐及锅炉给水的除气处理），锅炉设备的腐蚀及其防止，锅炉的酸洗、停炉保护，並转载了我国国内的锅炉水质标准和水质分析方法。本书也附录了锅炉给水处理所必须的常用数据和图表，以供参考。

参加本书编写的同志均为多年从事水处理工作的专业人员，有一定的工作经验，因此对上述内容中各种水处理的方法，原理和设备的构造、工艺流程、操作、各种水处理系统、故障分析等不仅从理论上加以阐明，並给合了实践工作中所遇到的一些问题加以详细的分析说明。故本书主要供从事锅炉水处理工作的设计、制造、运行操作的专业人员作为工具用书，也可作为大专院校，各种水处理学习班的教学参考用。

编辑说明

锅炉设备能否安全与经济运行,水质处理是非常重要的。锅炉给水不进行处理或处理不当,必然会在受热面上结垢,使炉壁传热性能变坏,锅炉热效率降低,还会产生腐蚀、爆管、甚至引起爆炸等事故。此外、水质不好还会引起蒸汽带水,影响蒸汽品质。

目前,我国有低压锅炉近20万台,如果按锅炉受热面上积一毫米水垢增加燃料消耗1.5%~2.0%计算,全年浪费的燃料将是十分惊人的。因此,普及锅炉水处理确保锅炉安全、经济运行是当务之急,它对提高锅炉效率,延长锅炉使用年限,节约能源等具有很重量的意义。

国家计委和国家经委曾多次批发有关加强锅炉水处理工作的文件,国家劳动总局锅炉安全监察局会同有关部门在普及提高锅炉水处理工作方面进行了大量的工作,並已取得了一定成效。如推广和总结了离子交换器的逆流再生新工艺、小型锅炉利用天然水中的碱度进行炉内水处理、部分钠离子交换法、以及组织有关单位对程序控制钠离子交换器和向炉内投加有机化学药剂等水处理方法进行了研究。水处理工作十分重要,而水处理技术又很复杂,因此如何结合我国现状,做到因炉因水制宜的采取有效、经济、简便的水处理方法,保障锅炉的安全、经济运行,还有许多工作要做,我们应该

不断努力，加强科学研究工作，闯出一条切实可行的路子来。

普及和推广水处理基础知识，贯彻执行水质标准，把水处理工作提高到一个更高的水平，就需要向各级能源和燃料管理部门、劳动部门以及锅炉和水处理的操作管理人员、高等和中专院校的有关教学人员提供一本锅炉水处理专业的工具书，参考书。为此在国家劳动总局的组织和支持下，由《低压锅炉水处理》期刊编辑部的部分编辑编写了这本书。

本书着重介绍我国使用较多、有相当成效的锅炉给水处理技术，尤其是低压锅炉的水处理技术。除叙述了炉外离子交换处理与炉内加药处理等方法外还介绍了给水的予处理和除盐处理，以及锅炉的给水处理新技术、新设备。为了帮助一些具体工作的同志，更好地掌握专业知识，本书增加了锅炉给水处理的基础知识。随着水处理事业的向前发展，锅炉的腐蚀及防腐、除氧等矛盾将逐渐突出起来，目前应该提到议事日程上来了，因此也是必不可少的章节。

参加编写的同志有：付文毅、马玉、甘裕良、黄瑞文、是锡甫、孙永余、王宗佑、许树亭、李悦英、赵连璞、张辉、以及仇叔璇、贾克欣、崔贵生、戴国隆等同志。

本书经国家劳动总局锅炉安全监察局组织部分从事锅炉水处理工作的同志，对初稿进行了讨论、由编辑部中业务主要负责同志进行了审校、定稿和出版。

由于时间的仓促，我们又缺乏经验，书中定有不当和错误之处，敬希广大读者批评指正。

《低压锅炉水处理》期刊编辑部

目 录

第一章 锅炉给水处理的基础知识

第一节 化学基础知识..... (1)

一 溶液..... (1)

二 重量分析法..... (6)

三 容量分析法..... (8)

四 光度分析法..... (10)

第二节 锅炉用水的基本知识..... (14)

一 天然水中的杂质及其对锅炉的危害..... (14)

二 锅炉用水及蒸汽的概念..... (18)

三 锅炉水质标准..... (20)

四 水质指标..... (26)

五 锅炉用水的化学监督..... (31)

第三节 锅炉的排污..... (33)

一 排污的目的和意义..... (33)

二 排污的方式和要求..... (33)

三 排污量的确定..... (34)

四 排污装置及其技术要求..... (35)

第二章 锅炉给水的予处理

第一节 概述..... (36)

一 予处理的目的..... (36)

二 予处理工艺流程的选择.....	(36)
第二节 混凝	(37)
一 混凝原理.....	(37)
二 影响混凝效果的因素.....	(40)
三 混凝剂、助凝剂和加药设备.....	(43)
四 反应.....	(45)
第三节 沉淀与澄清	(46)
一 沉淀与澄清的基本原理.....	(46)
二 沉淀与澄清的设备及运行.....	(46)
三 水的沉淀软化.....	(56)
第四节 过滤	(61)
一 过滤机理.....	(61)
二 影响过滤效果的因素.....	(62)
三 过滤设备及运行.....	(69)

第三章 锅炉给水的炉内处理

第一节 概述	(80)
第二节 炉内处理的有关计算	(82)
一 炉水最大蒸发倍率和排污百分率的计算.....	(82)
二 炉水最大蒸发倍率和排污百分率的简易测算.....	(87)
第三节 软水剂的使用	(88)
一 软水剂的成份和作用.....	(88)
二 软水剂的选择.....	(99)
三 软水剂用量的计算.....	(100)

第四章 离子交换剂

第一节 离子交换剂的种类	(106)
---------------------------	---------

一	按离子交换剂的来源分类	(106)
二	按离子交换剂功能基团的性质分类	(107)
第二节	磺化煤	(109)
一	磺化煤的制造	(109)
二	磺化煤的性能	(109)
第三节	离子交换树脂	(111)
一	离子交换树脂的命名	(111)
二	离子交换树脂的性能	(121)
三	离子交换树脂的选择	(130)
四	离子交换树脂的使用、保管和污染后的处理	(132)

第五章 锅炉给水的软化处理

第一节	软化的基本原理	(137)
一	钠离子交换软化	(137)
二	部分钠型离子交换软化	(138)
三	石灰——钠离子交换软化	(138)
四	钠型离子交换软化加酸处理	(140)
五	氢——钠型离子交换软化	(141)
六	铵——钠型离子交换软化	(142)
第二节	离子交换器的组合系统	(144)
一	钠离子交换器的连接系统	(144)
二	钠型离子交换软化加酸处理系统	(145)
三	氢——钠型离子交换软化系统	(146)
四	铵——钠型离子交换软化系统	(151)
第三节	固定床离子交换软化设备	(151)
一	离子交换器结构	(151)

二	离子交换器的工艺计算	(164)
第四节	固定床离子交换器的运行	(167)
一	概述	(167)
二	反洗	(169)
三	再生	(170)
四	正洗(清洗)	(175)
五	交换(软化、运行)	(175)
六	固定床顺再生离子交换器的运行操作步骤	(179)
七	固定床逆流再生离子交换器的运行	(179)
八	固定床离子交换器的运行管理及经济性	(185)
九	离子交换器常见故障及其消除方法	(186)

第六章 锅炉给水的化学除盐

第一节	概述	(190)
一	化学除盐意义	(190)
二	化学除盐的原理和方式	(190)
三	化学除盐系统	(197)
第二节	化学除盐的参数选取和计算	(203)
一	树脂工作交换容量的选取	(203)
二	流速和直径的选定	(205)
三	运行周期和树脂层高	(207)
四	反洗展开率的确定	(209)
五	再生	(210)
六	置换	(216)
七	正洗	(216)
第三节	化学除盐设备结构设计	(217)

一 本体外部管路布置.....	(217)
二 除盐设备所用材料及其许用应力.....	(218)
三 另、部件的强度计算.....	(218)
四 配水装置.....	(219)
五 化学除盐设备的防腐蚀.....	(220)
第四节 除盐设备的操作程序.....	(221)
一 阴、阳顺流固定床操作程序.....	(221)
二 逆流再生阴、阳离子交换器操作程序.....	(222)
三 混合床操作程序.....	(223)
第五节 化学除盐几个问题的讨论.....	(224)
一 化学除盐的适用范围.....	(224)
二 提高化学除盐经济性的措施.....	(225)
三 废液的处置问题.....	(226)
第六节 电渗析.....	(227)
一 概述.....	(227)
二 电渗析器的组装和安装.....	(236)
三 电渗析器的运行.....	(237)
四 电渗析的一般计算.....	(243)

第七章 浮床法离子交换水处理

第一节 概述.....	(246)
第二节 浮床的工作原理和工艺特性.....	(248)
一 工作原理.....	(248)
二 工艺特性.....	(251)
第三节 设备结构.....	(251)
一 本体结构.....	(251)

二 浮床的附属设备	(257)
第四节 工艺流程	(261)
一 浮床的工艺流程	(261)
二 树脂清洗的工艺流程	(263)

第八章 连续法离子交换水处理

第一节 概 述	(267)
第二节 移动床水处理设备	(267)
一 主要设备	(267)
二 工艺流程	(272)
三 运行管理	(275)
四 设备计算	(278)
五 故障分析	(284)
第三节 流动床水处理设备	(288)
一 主要设备	(288)
二 工艺流程	(293)
三 运行管理	(294)
四 设备计算	(294)
五 故障分析	(297)

第九章 离子交换器的附属设备

第一节 除气器	(300)
一 二氧化碳对热力设备的危害性	(300)
二 除气器的类型及其组成	(302)
三 除气器的工作原理	(305)
四 影响除二氧化碳气的因素	(305)
五 除气器的设计计算	(306)

第二节 离子交换器的再生系统	(316)
一 食盐的系统	(316)
二 酸、碱系统	(318)
三 计量箱	(321)
四 废再生液的处理	(321)
五 水力喷射器	(323)

第十章 锅炉设备的腐蚀及其防止

第一节 腐蚀概论	(328)
一 腐蚀与侵蚀	(328)
二 腐蚀破坏的形式	(329)
第二节 化学腐蚀	(330)
第三节 电化学腐蚀	(333)
一 概述	(333)
二 电化学腐蚀原理	(335)
第四节 影响金属腐蚀的主要因素	(338)
一 金属腐蚀程度的表示方法	(338)
二 影响金属腐蚀的主要因素	(339)
第五节 腐蚀的防止	(347)
一 pH 值的控制与调节	(348)
二 炉水碱度的控制与调节	(351)
三 锅炉给水中溶解氧的去除	(353)
四 炉水所含腐蚀性盐分的控制	(353)
第六节 锅炉的停用保养	(354)
一 概述	(354)
二 锅炉停用保养的方法	(356)

三 选择停炉保养方法的原则.....	(360)
--------------------	-------

第十一章 锅炉给水的除氧处理

第一节 热力除氧的基本原理.....	(362)
--------------------	-------

一 亨利定律.....	(362)
-------------	-------

二 水中溶氧与除氧器压力、水温的关系.....	(363)
-------------------------	-------

三 水中溶解氧的析出过程.....	(366)
-------------------	-------

第二节 热力除氧器的分类.....	(370)
-------------------	-------

一 按加热方法分类.....	(370)
----------------	-------

二 按工作压力分类.....	(371)
----------------	-------

三 按结构组成分类.....	(371)
----------------	-------

第三节 淋水盘式除氧器.....	(371)
------------------	-------

一 设备.....	(371)
-----------	-------

二 工艺流程.....	(372)
-------------	-------

三 淋水盘式除氧器的热力计算.....	(373)
---------------------	-------

四 影响除氧器除氧效果的因素.....	(377)
---------------------	-------

第四节 填料式除氧器.....	(379)
-----------------	-------

一 设备.....	(379)
-----------	-------

二 工艺流程及工作特性.....	(380)
------------------	-------

三 填料层的热力计算.....	(381)
-----------------	-------

四 填料式除氧器在安装、运行中所需注意事项.....	(383)
----------------------------	-------

第五节 喷雾式除氧器.....	(384)
-----------------	-------

一 设备及工艺流程.....	(384)
----------------	-------

二 喷雾式除氧器的优点.....	(385)
------------------	-------

三 喷雾式除氧器的喷嘴.....	(387)
------------------	-------

四 喷雾式除氧器的热力计算.....	(395)
--------------------	-------

五 提高喷雾式除氧器除氧效果的措施.....	(399)
第六节 再沸腾装置.....	(400)
一 再沸腾装置的作用.....	(400)
二 再沸腾装置的型式.....	(400)
第七节 除氧器的水箱.....	(403)
一 除氧器水箱的作用与容量.....	(403)
二 除氧器水箱的构造.....	(404)
第八节 除氧器的运行调节.....	(405)
一 除氧头上部必须维持一定量的排气.....	(405)
二 数台除氧器并列运行时, 必须装设 水、汽平衡管道.....	(409)
三 必须连续地均匀供水.....	(410)
四 除氧器的蒸汽与水位必须投入自动调节装置.....	(410)
第九节 真空式除氧器.....	(412)
一 真空式除氧器的热力系统.....	(412)
二 喷射器.....	(413)
三 真空除氧器的运行调正.....	(418)
四 真空除氧器的设置高度.....	(419)
第十节 除氧器的化学监督.....	(419)
第十一节 解析除氧.....	(420)
第十二节 水的化学除氧.....	(421)
一 化学除氧方法的分类.....	(422)
二 水中加入还原剂除氧.....	(422)
三 用能吸氧的物质通过过滤方法起化 学作用除氧.....	(427)
四 氢气除氧.....	(431)

第十三节 电化学除氧.....(432)

- 一 电化学除氧的原理.....(432)
- 二 电化学除氧器的结构.....(433)
- 三 影响除氧效果的因素.....(435)
- 四 电化学除氧器存在的问题.....(435)

第十二章 锅炉水垢的清除

第一节 水垢的种类和危害.....(437)

- 一 水垢的种类.....(437)
- 二 水垢的危害.....(440)

第二节 低压锅炉酸洗除垢法.....(442)

- 一 意义.....(442)
- 二 酸洗除垢的基本原理.....(442)
- 三 缓蚀剂的应用.....(443)
- 四 多次酸洗对锅炉钢材机械性能的影响.....(446)
- 五 锅炉酸洗的技术条件.....(448)
- 六 酸洗的工艺条件.....(448)
- 七 酸洗设备.....(450)
- 八 锅炉酸洗的工艺过程.....(451)
- 九 锅炉酸洗作业的安全.....(453)

第三节 其它除垢法.....(453)

- 一 碱煮法.....(453)
- 二 纯碱——栲胶法煮炉.....(454)
- 三 机械除垢法.....(455)

第十三章 水处理方法和系统的选择

第一节 炉内加药处理的适用范围.....(456)

一	对原水水质要求	(457)
二	防垢剂的适用范围	(457)
第二节	离子交换法的适用范围及经济性	(461)
一	对原水水质的要求	(461)
二	软化	(462)
三	软化和降碱	(463)
四	一级复床除盐	(465)
五	一级复床和混合床除盐	(465)
六	水的深度除盐	(466)
七	提高离子交换法经济性的措施	(466)
八	常用离子交换法的适用范围	(472)
第三节	其它除盐方法的适用范围	(472)
一	蒸馏法	(472)
二	电渗析法	(473)
三	反渗透法	(473)
第四节	各种类型的锅炉适宜采用的水处理方法	(474)
第五节	水处理方法和系统的选择实例	(477)
一	选择原则	(477)
二	选择实例	(478)

第十四 水质分析法

第一节	水质分析法	(479)
一	水样的采集	(479)
二	全固形物的测定	(480)
三	悬浮固形物的测定	(481)
四	溶解固形物和灼烧减少固形物的测定	(483)

五	pH 值的测定 (pH 电极法)	(485)
六	pH 值的测定 (比色法)	(490)
七	氯化物的测定 (硝酸银容量法)	(492)
八	碱度的测定 (容量法)	(495)
九	硬度的测定 ($EDTA$ 滴定法)	(498)
十	磷酸盐的测定 (磷钒钼黄分光光度法)	(502)
十一	磷酸盐的测定 (磷钼兰比色法)	(505)
十二	溶解氧的测定 (两瓶法)	(507)
十三	溶解氧的测定 (靛兰二磺酸钠葡 萄糖比色法)	(510)
十四	油的测定 (重量法)	(517)
十五	水质全分析结果的校核	(520)
第二节	标准溶液的配制与标定	(521)
一	酸、碱标准溶液的配制与标定	(521)
二	乙二胺四乙酸二钠 ($EDTA$) 标准溶液的 配制与标定	(525)
三	硫代硫酸钠标准溶液的配制与标定	(527)
四	碘标准溶液的配制与标定	(529)
五	高锰酸钾标准溶液的配制与标定	(531)
六	试验室用离子交换树脂的准备和超 纯水的制备	(532)
附录 1	常用元素的原子量和当量	(536)
附录 2	常用化合物的分子量和当量	(537)
附录 3	常用溶液的比重	(539)
附录 4	有关单位的换算	(549)
附录 5	某些难溶物质的溶度积和溶解度	(555)

附录 6	国产离子交换树脂的主要性能·····	(556)
附录 7	pH 值指示剂的配制·····	(560)
附录 8	标准缓冲溶液的配制 ($pH5\sim12$) ·····	(561)
附录 9	常用水处理药剂的规格·····	(563)
附录 10	锅炉化学清洗中使用的有机药剂·····	(567)
附录 11	常用符号字母表·····	(571)
附录 12	分析锅炉用水时常用的仪器与药品·····	(573)