



解鲁生 编著

锅炉水处理及水分析

(第三版)

科学出版社

锅炉水处理及水分析

(第三版)

解晋生 编著

科学出版社

1988

内 容 简 介

本书为工业企业锅炉房安全经济运行及锅炉改造而编写。全书共分两篇。第一篇含五章,介绍了各种软化、除碱、除盐、除氧等方法的原理、设备、操作经验。第二篇含三章,介绍了药品配制、仪器用法、水质标准及水分析的原理和方法。为了便于读者学习,在此篇中穿插了部分化学基本概念,每章后附有习题。此外,酸洗锅炉、离子交换器的选择计算、磷酸根、亚硫酸根等的测定、标准酸碱溶液的配制与标定等九项资料列为附录。

本书主要供锅炉房水处理及水分析运行工人及技术人员之用,也可供设计和教学人员参考。

锅炉水处理及水分析

(第三版)

解鲁生 编著

责任编辑 杨淑兰 林长青

科学出版社出版

北京 朝阳门内大街147号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1974年8月第一版 开本:787×1092 1/32

1988年6月第三版 印张:11 1/4

1988年6月第六次印刷 字数:250 000

印数 1·5 561—169,260

ISBN 7-03-000393-4/O 107

定价: 2.90 元

第三版前言

本书增订第二版完稿至今整九年。工业锅炉水处理在九年间变化较大，因此此次增订内容较多，对部分内容也作了删减。下面是这次增订的主要变动。

1. “炉内加药处理”的内容按其原理分类重新编排整理，并增加了“新型阻垢剂”的内容。

2. 对有关磁水器的内容做了适当删减，并将附录中的“交流外绕式磁水器的设计计算及例题”删去，增加“强磁防垢器”。

3. 在“离子交换剂”部分，增加了“离子交换纤维”的内容，在第二章第八节中增加了“离子交换纤维在工业锅炉上的应用”部分。

4. “离子交换器的构造”一节中删去“小型树脂软水器”，而在第二章增加了“小型离子交换器的发展”一节，总结了发展趋势，并介绍了“ZF型自动浮床软水器”和“自控单阀多柱浮床”两种小型离子交换器。

5. “钠离子交换软水的运行操作”中删去“已衰退的磺化煤再生”；“离子交换除碱”中增加了“部分氢离子交换”的内容。

6. “逆流再生及浮动床”中增加了“负压逆流再生”、“顺流再生”、“浮床体内擦洗”、“浮床再生”等内容，并对各种逆流再生及浮动床运行方式进行了比较。

7. 对流动床有关SL系列具体尺寸等方面的阐述作了适当删减，附录中删去“开式流动床设计计算及例题”，增加了流

动床改进的内容。

8. 电渗析在工业锅炉水处理上的应用日益增多，故增加了电渗析器构造、操作运行及效果效益等方面的内容。

9. 给水及炉水标准已改为最新修订的水质标准（GB 1576-85）。

10. 新的水质标准强调了“除氧”，而且热水锅炉的采用日益增多，故在“热力除氧”中增加了“真空式热力除氧”，重写了“加反应剂除氧”并增加了内容，还增加了“氧化还原树脂除氧”一节。在附录中增加了亚硫酸盐及联氨两项测定方法。

11. 书中还部分反映了我们多年研究的成果，主要在：综合铵-钠离子交换还原方法的研讨及最佳残留碱度的研讨；中性氢离子流动床；铵-钠离子流动床；石灰软化除垢效果；电渗析的软化除碱效果；以及附录二“用盐酸加缓蚀剂清除锅炉水垢”中垢的识别及清洗方法等。

这一版仍本着编排上尽量少作变动，争取尽快与读者见面的原则修订的。修订过程中承蒙武汉水利电力学院电厂化学教研室、东北电力学院电厂化学教研室、西北大学化工系、清华大学总务处、铁道部科学研究院、辽源市科学技术研究所、电子工业部第十二研究所、陕西省化学研究所、原航空工业部第四规划设计研究院、原机械工业部北京设计总院、甘肃省劳动局、铁道部机务局、国营庆安机器厂、西北电力建设局第二工程处配制厂、陕西第三印染厂、原航空工业部 182 厂等单位，和这些单位中的同志们给予协助和支持，在此深致谢忱。唐山工程技术学院胡自强同志在假期中绘制插图，也一并致谢。

本书初版编写时由陕西省锅炉改造小组承担了全部组织工作，编著者所在单位西安冶金建筑学院也为之创造了条件。现陕西省锅炉改造小组早已改编，编著者也调离西安冶金建

筑学院。经以上两单位提出,第三版改用编著者个人署名,特此予以说明。

编著者

1987年2月

（此处文字模糊，疑似为“中国科学院”）

（此处正文内容极为模糊，无法辨识）

增订第二版前言

本书第一版系于1972年脱稿。六年来在工业锅炉水处理方面又有了不少发展。为了适应新的需要，我们对第一版进行了必要的修订，大体上有如下变动：

1. 在“炉内加药处理”一节中“加防垢剂”部分之后，增加了“加碱法”及“橡碗栲胶法”等内容；

2. “高频水改器”部分已经改写增加了新内容，在“磁水器”方面也作了补充；

3. “离子交换水处理”部分增加了树脂方面的内容，“705”软水器的构造图改为最近审定的全国通用的重复使用图，“离子交换除碱”部分增加了“不足量酸还原氢-钠离子交换”及“氯-钠离子交换”等内容；

4. 增加了“固定床逆流再生”、“浮动床”及“反渗透”原理，在“移动床”、“流动床”、“电渗析”等方面均做了修改与补充，并在附录中增加了“开式流动床的设计计算及例题”；

5. 在“石灰水处理”中对“虹吸式脉冲石灰水处理”和“涡流反应器”都补充了内容；

6. 在第一篇的最后增加“锅炉水处理方法的选用”一章。

鞍山焦化耐火材料设计研究院，结合工业锅炉房的实际条件，对流动床的研制、改进和推广方面做了较多的工作，取得了不少经验。因此，本书第二章第七节中“(二)流动床”部分，及附录五“开式流动床设计计算及例题”部分，特邀请该院甘健秋同志编写。

为了尽快和读者见面，这一版着重于内容上的修改或增

补,在编排上未作较多的变动。

修订过程中承蒙国家劳动总局、国家建委建筑科学研究院标准研究所、华东地区建筑标准设计协作组动力专业组、鞍山焦化耐火材料设计研究院、第一机械工业部第一设计院、沈阳铝镁设计院、陕西省第一设计院、吉林电力学院、上海第 28 棉纺厂、广州铁路局株州水电段、沈阳铁路局辽阳水电分段、银光化学材料厂及长春原朝阳电子仪器厂等很多单位的协助和支持,在此深致谢忱。

由于水平所限,错误和不足之处定然不少,请读者批评指正。

1978 年 2 月

第一版前言

随着锅炉改造的深入开展,如何保证锅炉安全、经济地运行,水的净化处理是其中的一个重要环节。近几年来,广大锅炉工人和技术人员在水的净化处理方面有很多创造,特别是在小型锅炉上创造了不少简易、经济而又科学的软化经验。我们特将这些行之有效的水处理经验加以总结、整理成册,供有关方面参考。

在调查、编写过程中,很多单位给我们提供了宝贵资料和热情帮助,特别是北京锅炉厂、北京大学、邯郸市民政劳动局及基建局、上海第五制药厂、西安绝缘材料厂、西安仪表厂、西北大学及一机部西安设计院等单位给予大力协助,在此深致谢忱。

由于我们水平所限,必然会有不少缺点或不足之处,欢迎批评指正。

1972年

02674

ISBN 7-03-000393-4

Q·107

定 价： 2.90 元

科技新书目： 168-090

目 录

第一篇 锅炉水处理

第一章 小型锅炉的水处理	1
一、概述	1
二、炉内加药处理	2
(一) 石墨法(吸附法)	2
(二) 加防垢剂法	4
(三) 加碱法	7
(四) 加有机胶体法	8
(五) 新型阻垢剂法	17
三、物理水处理	26
(一) 热力软化法	26
(二) 高频水改器	28
(三) 磁水器	32
四、化学与热能综合法	45
(一) 原理	45
(二) 装置及使用	46
第二章 离子交换水处理	50
一、钠离子交换软化法	50
(一) 钠离子交换软化的原理	50
(二) 离子交换剂	51
(三) 离子交换器的构造	58
(四) 盐水制备系统	60
二、钠离子交换软水的操作运行	63
(一) 反洗(或称逆洗)	63
(二) 还原(又称再生)	64
(三) 正洗	66

(四) 软化.....	67
(五) 离子交换器常见故障及其消除.....	69
三、钠离子交换二级软化.....	72
(一) 二级软化的特点.....	72
(二) 二级软化系统.....	72
四、离子交换除碱.....	75
(一) 部分钠离子交换.....	75
(二) 氢-钠离子交换.....	76
(三) 不足量酸还原氢-钠离子交换.....	81
(四) 部分氢离子交换.....	84
(五) 铵-钠离子交换.....	85
(六) 氯-钠离子交换.....	91
五、离子交换除盐.....	94
(一) 阴、阳离子交换.....	94
(二) 混合床阴、阳离子交换柱.....	95
六、逆流再生及浮动床.....	95
(一) 固定床逆流再生.....	95
(二) 顺逆流再生.....	105
(三) 浮动床.....	106
七、移动床及流动床.....	114
(一) 移动床.....	114
(二) 流动床.....	119
(三) 流动床软化除碱.....	132
(四) 连续式双塔移动床.....	136
八、小型离子交换器的发展.....	140
(一) 小型离子交换器的发展趋向.....	140
(二) ZF 型自动浮床软水器.....	142
(三) 自控单阀多柱浮床.....	147
(四) 离子交换纤维在工业锅炉上的应用.....	151
九、电渗析及反渗透.....	154
(一) 隔膜分离技术在锅炉上的应用.....	154
(二) 电渗析.....	155
(三) 反渗透的原理.....	161

第三章 石灰软化处理及炉内补充处理	163
一、石灰软化处理	163
(一) 石灰-纯碱软化	163
(二) 水池式石灰软化	166
(三) 热化学石灰软化	169
(四) 虹吸式脉冲石灰软化	173
(五) 涡流反应器式石灰软化	181
(六) 石灰软化除碱的效果	186
(七) 石灰软化处理对钠离子交换剂的影响	187
二、炉内补充处理	188
(一) 炉内加磷酸盐防止结垢	188
(二) 炉内加药抑制苛性脆化	189
(三) 加酸处理	190
第四章 给水的除氧	192
一、水中气体的溶解特性及排除途径	192
(一) 水中气体的溶解特性	192
(二) 除氧的根本途径	193
二、热力除氧	194
(一) 热力除氧的特点	194
(二) 热力除氧器的构造	194
(三) 热力除氧的系统及操作	204
三、解吸除氧	207
(一) 解吸除氧的设备系统	207
(二) 解吸除氧的运行操作	209
(三) 解吸除氧的优缺点	210
(四) 解吸除氧的运用	210
四、化学除氧	210
(一) 钢屑除氧	210
(二) 加反应剂除氧	213
五、电化学除氧	224
(一) 电化学除氧的原理	224
(二) 电化学除氧器的结构	225
(三) 电化学除氧的特点及应用	228

六、氧化还原树脂除氧	229
(一) 氧化还原树脂除氧的原理	229
(二) 树脂及除氧器性能与技术参数	230
(三) 操作运行及使用效果	231
第五章 锅炉水处理方法的选用	234
一、水源水质及其与水处理方法的关系	234
(一) 水源水质情况	234
(二) 水源水质与水处理方法的关系	238
二、锅炉的参数、结构及用途与水处理方法的关系	239
(一) 锅炉的参数与水处理方法的关系	239
(二) 锅炉结构与水处理方法的关系	241
(三) 蒸汽用途与水处理方法的关系	242
三、水处理方法的归纳与综述	242
(一) 给水的软化	242
(二) 给水的除碱	245
(三) 给水的除氧	245
(四) 特殊水质的处理	246
(五) 组合式水处理设备	246
四、防垢、除碱方法选用的参考意见	249

第二篇 锅炉水分析及化学基本概念

第六章 水分析药品及其配制	251
一、药品的分子式及分子量	251
二、酸、碱、盐	253
(一) 碱	253
(二) 酸	254
(三) 盐	255
三、水分析常用化学药品	256
四、水分析常用仪器的准备及使用	258
(一) 容量瓶	258
(二) 吸管	258
(三) 滴定管	259
(四) 量筒	261

(五) 容量器皿的洗涤	261
五、溶液的浓度	261
(一) 百分浓度	262
(二) 物质的量浓度	262
(三) 当量浓度	263
(四) 分析中常用的另外几种表示浓度的方法	266
六、试剂的计算及配制方法	268
(一) 百分浓度溶液的配制	268
(二) 当量溶液的配制	269
(三) 根据化学方程式的计算	270
习题	274
第七章 锅炉水质指标及水质标准	275
一、水中杂质存在的形式	275
(一) 粗分散杂质	275
(二) 胶体物质	275
(三) 真溶液物质	275
二、水质指标	276
(一) 表示单独化合物或离子的含量的指标	276
(二) 技术指标	277
(三) 水质指标常用的单位	279
三、水垢的形成、性质及危害	281
(一) 水垢形成的内因及外部条件	281
(二) 水垢的种类及性质	282
(三) 水垢的危害	283
四、腐蚀及其影响因素	283
(一) 局部腐蚀及晶间腐蚀	283
(二) 电化学腐蚀的原理	284
(三) 水质对于锅炉腐蚀的影响	287
五、发沫及汽水共腾	289
六、锅炉给水及炉水标准	290
(一) 给水及炉水标准的制定	290
(二) 给水及炉水标准	291
(三) 炉水的相对碱度	294

七、锅炉排污	295
习题	296
第八章 水质分析方法	298
一、碱度的测定(容量法)	298
(一) 测定碱度的原理	298
(二) 分析方法	301
二、氯离子的测定(容量法)	304
(一) 测定氯离子的原理	304
(二) 分析方法	305
三、硬度的测定(络合滴定法)	307
(一) 测定硬度的原理	307
(二) 分析方法	310
(三) EDTA 的配制与标定	311
四、溶解氧的测定(两瓶法)	313
(一) 测定溶解氧的原理	313
(二) 分析方法	315
(三) 硫代硫酸钠及碘标准溶液的配制与标定	318
习题	322
附录一 几种元素的原子量及常用化合价	324
附录二 用盐酸加缓蚀剂清除锅炉水垢	324
附录三 离子交换器的选择设计计算及例题	326
附录四 溶解氧的测定(靛胭脂比色法)	329
附录五 磷酸根的测定(偏钒酸铵法)	334
附录六 亚硫酸盐的测定(碘量法)	335
附录七 联氨的测定(容量法)	336
附录八 酸、碱标准溶液的配制与标定	338
附录九 水分析常用化学药品	342

第一篇 锅炉水处理

第一章 小型锅炉的水处理

一、概 述

在我国，蒸发量为2吨/小时以下的小型锅炉数量很多，根据西安市锅炉资料，按台数计算这类锅炉占85%左右，上海市一次锅炉会战就淘汰了两千台“煤老虎”，都是小炉子。这些小型锅炉包括很多旧式火筒、火管锅炉，也有一些是新装的立水管式或快装锅炉。过去旧式小型锅炉一般给水都不经过处理，往往结垢很厚，不仅费煤，而且要常停炉清垢，有时还要酸洗，既费劳力，又不经济，甚至因为水垢危害锅炉而造成事故。尤以快装锅炉的采用，以及不少旧式锅炉改装为快装锅炉，使小型锅炉的水处理日益成为急需解决的问题。

小型锅炉房对水处理设备有其特殊要求，这就是：

- 1) 方法简单，设备投资小，易于采用；
- 2) 最好不需要经常化验，否则要另设化验设备及人员；
- 3) 对水质要求较低，目前主要要求不结硬垢。

往往在中型或容量较大的工业锅炉上行之有效的水处理方法，由于上述要求的限制，而不能在小型锅炉上大力推广。

为了解决这个问题，广大工人及技术人员，创造了不少简易水处理方法。这些方法已在各地逐步推广，在使用中也有所改进。实用的结果说明，这些方法虽然有些在其原理上尚未摸索清楚，但是其效果有些还是较好的。当然还有些方法