



GONGYESHUI CHULI WENDA

工业水处理

问答

■ 王又蓉 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

图书在版编目(CIP)数据

工业水处理问答 / 王又蓉编著. —北京: 国防工业出版社, 2007. 1

ISBN 7-118-04623-X

I. 工... II. 王... III. 工业用水—水处理—问答
IV. TQ085-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 072974 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 9¼ 字数 230 千字

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 20.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

进入 21 世纪以来,生产力的进一步提高和经济的发展给人们的物质和精神生活带来了巨大的变化。高速发展的经济也造成了自然资源的严重短缺和生态环境的日趋恶化。就水资源来说,全国有半数以上的城市缺水,水质污染非常严重,山西省的太原市、大同市更是严重缺水城市。我国 7 大水系近一半的河段受到污染。许多河段水质恶化,甚至丧失使用价值,水污染造成工业产值下降、工业产品质量低劣、工业设备的腐蚀结垢等更是触目惊心,由此造成的经济损失每年达数百亿元。

电力工业高参数大容量机组的发展对水质要求越来越高。温度每升高 10°C 对同一材质的腐蚀速度加快 2 倍~4 倍,锅炉管壁每结 1mm 水垢,中压锅炉管壁温度升高约 60°C ,高压锅炉管壁温度上升约 90°C ,而超高压锅炉管壁温度上升 200°C 以上。没有高质量的锅炉给水就无法保证现代大型锅炉的安全经济运行。电子行业大规模集成电路的发展,没有超纯水就没有产品质量保证。对水的电阻率要求 $10\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ 以上的纯度水平,这也不是简单的化学除盐就能达到的。航天工业、精密仪器仪表、特殊化工等行业都有其特殊的纯度要求。而这些工艺都伴随有工业水的处理问题。

我国水处理技术相对来说比较落后,诸如加氯消毒、药剂软化、离子交换除盐等水处理的方法,存在消耗资源、牺牲环境、顾此失彼等弊端。水处理技术装备如何适应经济高速发展的形势,如何适应污染水源的处理,如何在处理过程中减少对环境的污染是

摆在水处理工作者面前繁重而紧迫的任务,只有加快我国水处理技术进步和装备更新的步伐,才能摆脱当前的被动局面。常规的水处理技术如加药处理、离子交换处理都属于投入换取的方法,用食盐换取软化水,用酸碱换取除盐水。投入的过程加重了环境污染,构成了投入——污染——更大的投入——更大污染的恶性循环,最终威胁自身生存。为了适应经济发展和科技进步的大环境,水处理技术发展的方向应该是:有利于节能降耗,有利于提高水质,有利于减少污染,有利于简化操作。

这些技术将在优胜劣汰的法则下得到发展和深化。随着科学技术的进步,工业水处理技术及其装备将会得到不断的完善和发展,一种免维护、长寿命、低能耗、高效益的水处理设备在不远的将来将服务于经济建设。

基于以上现状编写了本书。希望本书能为从事于工业水处理的读者提供帮助。

在本书的编纂过程中,得到了各方面的支持,在此谨表示最衷心的感谢!

由于时间仓促,必有瑕疵之处,敬请指出!

编者

2006年6月

目 录

第 1 章 原水处理	1
第 1 节 降浊处理技术	1
1. 如何选择工艺?	1
2. 如何选择混凝剂和助凝剂?	1
3. 混凝剂的投加与调制方法是什么?	1
4. 什么是混合?	2
5. 什么是水泵混合?	2
6. 什么是管道混合?	2
7. 什么是隔板混合?	2
8. 什么是机械搅拌混合?	2
9. 如何控制反应?	2
10. 什么是平流式隔板反应池?	3
11. 什么是竖流式隔板反应池?	3
12. 什么是涡流式反应池?	4
13. 什么是机械反应池?	5
14. 什么是沉淀?	5
15. 什么是平流式沉淀池?	5
16. 什么是辐射式沉淀池?	6
17. 什么是斜板斜管沉淀池?	6
18. 什么是澄清?	7
19. 什么是过滤?	7
20. 什么是普通快滤池?	7
21. 什么是双层滤料滤池?	8
22. 什么是双层滤料接触滤池?	8

23. 什么是无阀滤池? 如何工作?	8
24. 什么是压力过滤器?	9
25. 影响混凝效果的主要因素是什么?	9
第2节 除铁处理技术	10
1. 除铁的必要性是什么?	10
2. 什么是曝气氧化法?	11
3. 什么是锰砂过滤除铁法?	11
第3节 消毒处理技术	12
1. 什么是氯剂?	12
2. 什么是臭氧消毒?	13
第4节 原水节水技术	13
1. 如何杜绝乱排水?	13
2. 如何防止系统跑冒滴漏?	14
3. 如何回收冲洗水?	14
第2章 锅炉水处理	15
第1节 锅炉水软化技术	15
1. 什么是化学除盐?	15
2. 热电厂投入化学除盐设备缓解供水常见困难是 什么?	15
3. 什么是阳离子交换树脂制备工艺?	15
4. 什么是阴离子交换树脂制备工艺?	16
5. 单级除盐系统有何不足? 如何改进?	17
6. 一级除盐系统再生频繁的原因及处理?	18
7. 海水淡化装置与化学除盐如何配合用于滨海 电厂?	19
8. 如何选取海水浓缩倍率?	19
9. 如何判断凝汽器结垢迹象?	19
10. 如何变更化学除盐系统以实现有效脱盐?	20
11. 如何解决化学除盐水二氧化硅不合格的问题?	20

12. 如何使阴床混脂以提高出水 pH 值?	21
13. 如何采用联合除盐?	21
14. 原水含盐量对交换柱周期产量有何影响?	21
15. 在锅炉补充水处理中如何应用弱酸阳树脂?	22
16. 如何对树脂污染进行初步鉴定?	23
17. 如何防止除盐水箱中溶入二氧化碳?	23
18. 化学除盐设备如何调试?	24
19. 如何分析和解决热电厂汽轮机结盐垢问题?	24
20. 为什么要严格控制锅炉给水水质?	25
21. 什么是锅炉补给水、给水、凝结水、疏水、 工艺冷凝水、炉水?	26
22. 什么是低压、中压、高压和超高压锅炉? 对水 质要求及控制方法上有何区别?	26
23. 什么是汽包锅炉、直流锅炉、超临界锅炉和废热 锅炉?	27
24. 石灰软化工艺流程是什么?	28
25. 石灰加入量如何计算?	28
26. 石灰加入量的控制方法是什么?	29
27. 什么是石灰—纯碱软化?	29
28. 什么是苛性钠、纯碱—苛性钠软化法?	30
29. 什么是钠离子交换树脂软化法?	30
30. 什么是单级钠离子树脂交换软化?	30
31. 什么是双级钠离子树脂交换系统?	30
第 2 节 脱盐处理技术	31
1. 什么是水垢和水渣?	31
2. 常见的锅炉水垢有哪些?	31
3. 锅炉水渣的组成如何?	32
4. 为什么要监督锅炉给水的硬度?	32
5. 锅炉给水的硬度为什么有时不合格? 如何 处理?	32

6. 锅炉水质浑浊的原因是什么? 如何处理?	33
7. 给水水质不合格是什么原因造成的? 应如何处理?	33
8. 锅炉给水中带油有什么危害?	34
9. 锅炉给水中含有铜和铁时有什么危害?	34
10. 中、高压锅炉常用哪些炉内水处理剂? 其作用如何?	34
11. 低压锅炉常用哪些炉内水处理剂? 其作用如何?	35
12. 为什么要监督炉水中的含盐量(或含钠量)和含硅量?	36
13. 锅炉给水和炉水的 pH 值应控制在什么范围最好?	37
14. 如何调节锅炉给水中的 pH 值?	37
15. 锅炉水中的碱度过高有什么危害?	37
16. 炉水中的有机物质有何危害?	38
17. 什么是一级复合床脱盐?	38
18. 什么是混合床脱盐?	38
19. 离子交换处理系统设备有哪些?	39
20. 离子交换树脂如何分类?	39
21. 电渗析工艺是什么?	39
22. 反渗透技术的工艺和膜是什么?	40
23. 如何测量氢层混床保证值?	41
24. 如何处理凝结水高速混床故障?	41
25. 海水冷却电厂凝汽器泄漏时如何紧急处理?	43
26. 空冷机组混床水和锅炉水呈酸性如何处理?	43
27. 如何分析凝结水精处理后 pH 值偏低的影响?	43
28. 什么是 MHW?	43
29. MHW 系列电子水处理仪的应用优势是什么?	44
第 3 节 除氧技术	44

1. 锅炉给水为什么需进行除氧处理?	44
2. 为什么锅炉给水中要加联氨?	45
3. 炉内水处理为什么要加亚硫酸钠? 要注意 什么?	46
4. 为什么除氧器内水的含氧量有时会升高?	46
5. 什么是淋水盘式设备?	46
6. 什么是喷雾式设备?	47
7. 什么是真空式除氧设备?	47
8. 什么是旋膜填料式设备?	47
9. 什么是化学除氧?	48
10. 什么是联氨法?	49
11. 什么是亚硫酸钠法?	50
12. 什么是二甲基酮肟?	50
13. 如何用凝汽器自身的真空进行脱氧?	50
14. 凝结水含氧量高的原因是什么?	51
15. 如何重新布置凝汽器管束?	52
16. 凝汽器抽气装置有何重要性?	53
17. 起泡除氧装置如何正常工作?	54
18. 什么是真空膜式除氧器?	55
19. 真空膜式除氧器除氧原理是什么?	56
20. 真空膜式除氧器工艺是什么?	56
21. 真空膜式除氧器性能特点如何?	56
22. 真空膜式除氧器存在哪些问题? 如何改进? ...	57
23. 无头喷雾式除氧器工作原理是什么?	57
24. 无头喷雾除氧器特点是什么?	58
25. 什么是大流量喷嘴?	59
26. 无头喷雾式除氧器如何选型?	60
27. 旋膜式除氧器与喷雾填料式除氧器原理 是什么?	61
28. 旋膜式除氧器工作过程如何分析?	61

29. 传统除氧剂(亚硫酸钠和联氨)的局限性 是什么?	62
30. 新型除氧剂主要有哪些?	64
31. 如何在氨处理中引入氨损失率以修正用氨量 的计算?	65
32. 什么是全挥发性水化学处理?	66
33. 二回路水化学处理有何进展?	67
34. 什么是氨对铜和铜合金腐蚀的含量界限研究及 氨蚀半工业性试验?	68
35. 如何进行空冷区氨的局部浓缩及喷水防止 氨蚀?	68
36. 采集空冷区冷凝水中试样的采样装置如何? ...	68
37. 除氧器溶氧不合格和产生振动如何分析?	68
38. 什么是喷雾填料式除氧器启动试验?	69
39. 确定临时的中性水处理(NWT)的给水含氧量 范围是什么?	69
40. 什么是中性水处理锅炉给水含氧量的优选 试验?	69
41. 如何处理电厂直流炉给水?	69
42. 对丙酮肟用于给水化学除氧如何评述?	70
43. 氧化还原树脂用于给水脱氧应注意什么 问题?	70
44. 能否用环己胺代替氨作碱化处理?	70
45. 什么是双重催化除氧?	71
第4节 炉水处理技术	72
1. 炉水处理的工艺有哪些?	72
2. 什么是纯碱法?	73
3. 炉水用纯碱法处理应注意什么?	73
4. 什么是磷酸盐法?	74
5. 炉水用磷酸盐法处理应注意什么?	75

6. 什么是凝结水除油?	75
7. 什么是凝结水除铁?	75
8. 锅炉给水与炉水有哪些控制项目?	75
9. 为什么水未经除盐处理不能用作锅炉给水?	76
10. 什么是锅炉水的磷酸盐处理?	77
11. 什么是协调磷酸盐处理?	78
12. 为什么会出现炉水盐类暂时消失的异常 现象?	79
13. 锅炉水的磷酸根有时为什么会不合格? 如何 处理?	79
14. 为什么要对蒸汽品质进行监督?	80
15. 为什么要监督蒸汽中的含钠量?	80
16. 硅酸化合物有何危害?	80
17. 为什么要进行炉水排污? 怎样确定排污量? ...	81
18. 为什么蒸汽中的含钠量或含硅量有时会不合格? 如何处理?	82
19. 为什么凝结水会受到污染?	82
20. 凝结水除盐处理有些什么特点?	83
21. 凝结水的溶解氧超指标应如何处理?	83
22. 凝结水中,所带氨影响混床出水电导率测定 应如何处理?	84
23. 什么是覆盖过滤器? 其作用如何?	85
24. 对覆盖过滤器的滤料有什么要求?	85
25. 何谓磁力过滤器?	86
26. 什么是粉末树脂覆盖过滤器?	87
27. 炉水相对碱度特别高、有严重苛性脆化危险 如何处理?	88
28. 什么是湿法保护?	88
29. 什么是干法保护? 有何应用?	90
30. 如何认识防止苛性脆化水处理?	90

31. 循环水过滤系统不锈钢管道的点腐蚀原因是 什么?	91
32. 反冲洗管道可采取的防护措施有哪些?	92
33. 如何应用大容量锅炉启动洗硅技术?	93
34. 采取协调磷酸盐处理有何不足?	93
35. 如何对付低压锅炉使用含硅阻垢剂引起结垢的 问题?	93
36. 电磁法防垢处理效果如何?	94
第5节 炉内化学清洗	94
1. 为什么要进行锅炉的化学清洗?	94
2. 锅炉化学清洗的步骤和方式如何?	94
3. 新建锅炉的化学清洗范围有哪些?	94
4. 运行锅炉的化学清洗是如何确定的?	95
5. 为什么酸洗能够除锈除垢?	95
6. 如何确定锅炉酸洗的条件?	96
7. 锅炉化学清洗(酸洗)的介质应如何选择?	97
8. 常用的锅炉酸洗缓蚀剂有哪些? 性能如何?	97
9. 什么是钝化? 有哪些常用的钝化方法? 控制条 件如何?	98
10. 什么是碱洗或碱煮? 方法如何?	99
11. 如何进行锅炉化学清洗?	100
12. 锅炉化学清洗有些什么质量要求?	101
13. 如何估算锅炉化学清洗的药剂用量?	101
第3章 冷却水处理	103
第1节 循环冷却水处理技术	103
1. 何谓冷却水? 如何处理?	103
2. 什么是工业冷却水? 冷却水系统通常可分 哪几种型式?	103
3. 冷却水系统如何分类?	104
4. 什么是直接冷却水?	104

5. 直接冷却水特点是什么?	105
6. 直接冷却水处理工艺是什么?	105
7. 间接开式冷却水处理如何运行?	105
8. 什么是间接闭式冷却水?	106
9. 间接闭式冷却水特点是什么?	106
10. 间接闭式冷却水工艺是什么?	107
11. 电渗析膜法处理电厂水膜除尘器后循环水中 SO ₄ ²⁻ 的影响因素是什么?	107
12. 炉烟处理循环水系统如何改进?	108
13. 海水冷却的特点是什么?	109
14. 海水冷却的工艺是什么?	109
15. 海水冷却机组结垢的原因是什么?	110
16. 不同循环水处理方法的极限碳酸盐硬度的经 验值是什么?	110
17. 对海水浓缩倍率试验结果偏高如何处理?	110
18. 海水循环冷却如何控制结垢?	110
19. 海水循环冷却如何控制腐蚀?	111
20. 海水循环冷却如何控制海生物?	112
21. 火电厂内循环水的排污水如何用于冲灰?	113
22. 对采用硫酸处理进行排污反而造成结垢如何 解释? 对策是什么?	113
23. 什么是活性晶种与惰性晶种混合防垢法?	114
24. 什么是密闭式循环水系统?	115
25. 什么是敞开式循环水系统?	115
26. 敞开式循环水系统可分为哪几类?	116
27. 冷却池如何分类?	117
28. 什么是冷却塔? 有何特点?	117
29. 冷却塔的工艺构造包括哪些部分?	117
30. 为什么工业用水有必要采用循环冷却水 系统?	118

31. 什么是循环水系统容积?	119
32. 什么是循环水在系统内的平均停留时间?	120
33. 循环水的冷却原理是什么?	120
34. 什么是空气的干球温度和湿球温度? 它对 冷却塔的冷却效率有何影响?	121
35. 冷却水在循环过程中有哪些水量损失?	122
36. 什么是循环水的浓缩倍数?	123
37. 为什么提高浓缩倍数可以节约用水和药剂 费用?	124
38. 如何计算间断加药的循环冷却水系统中药剂的 消耗量?	126
39. 循环冷却水中溶解离子浓度随浓缩倍数的 变化是如何计算的?	127
40. 敞开式循环冷却水中悬浮物浓度随浓缩的变化 关系是如何计算的?	128
41. 冷却水循环使用后易带来什么问题?	130
42. 对循环水及其补充水的杂质控制有什么 要求?	131
43. 冷却水的化学处理方法有什么优点? 其处理 方法如何分类?	131
44. 我国常用的缓蚀阻垢复合配方有哪些?	132
45. 什么是换热器、水冷却器?	134
46. 什么是夹套式换热器?	135
47. 什么是蛇管式换热器?	135
48. 什么是套管式换热器?	136
49. 什么是列管式换热器?	137
50. 列管式水冷却器容易发生哪些问题?	140
51. 什么是板式换热器?	141
52. 什么是螺旋板式换热器?	142
第2节 腐蚀的抑制	143

1. 什么是腐蚀?	143
2. 什么叫做全面腐蚀和局部腐蚀?	143
3. 什么是金属的腐蚀电化学过程? 碳钢在冷却水 中的腐蚀机理是什么?	144
4. 什么叫极化和去极化作用?	145
5. 什么叫电偶腐蚀?	146
6. 什么是氧浓差腐蚀电池?	147
7. 什么是缝隙腐蚀?	147
8. 什么是点蚀?	147
9. 什么是不锈钢的应力腐蚀开裂?	148
10. 什么是磨蚀和空化作用?	148
11. 如何处理电厂采用硫酸处理的循环水铜管腐蚀 问题?	149
12. 什么是微生物腐蚀?	150
13. 控制金属腐蚀有哪些方法?	151
14. CH-784 涂料的特点如何?	153
15. 为什么在有铜和铜合金设备的冷却水系统中 还要考虑加铜缓蚀药剂?	155
16. 水中溶解氧对腐蚀有什么影响?	155
17. 水中溶解盐类的浓度对腐蚀有什么影响?	156
18. 水的温度对腐蚀有什么影响?	157
19. 水的 pH 值对腐蚀的影响如何?	157
20. 水流速度对腐蚀的影响如何?	158
21. 何谓缓蚀剂? 缓蚀剂分为几类?	158
22. 氧化膜型缓蚀剂有什么特性?	159
23. 沉淀膜型缓蚀剂有什么特性?	160
24. 吸附膜型缓蚀剂有什么特点?	160
25. 铬酸盐缓蚀剂的特点是什么?	160
26. 铬酸盐排污水有什么处理方法?	161
27. 聚磷酸盐缓蚀剂的缓蚀机理是什么?	162

28. 什么是聚磷酸盐的水解或降解? 聚磷酸盐水解对冷却水系统有何影响?	163
29. 什么是磷系配方的酸性处理?	164
30. 什么是磷系配方的碱性处理?	164
31. 什么是聚磷酸盐/膦酸盐/聚羧酸盐复合配方?	164
32. 什么是锌盐/聚磷酸盐/膦酸盐/聚羧酸盐复合配方?	166
33. 作为缓蚀剂的锌盐有什么特性?	166
34. 什么是有机胺类缓蚀剂?	167
35. 唑类化合物缓蚀剂有什么特性? 常用的有哪几种?	168
36. 硅系水质稳定剂的特点是什么?	168
37. 近年硅系配方有哪些发展?	169
38. 钼系水质稳定剂的特点是什么?	170
39. 近年钼系配方有何发展?	171
40. 钨系水质稳定剂有何特点? 近来发展怎样?	172
41. 什么叫做缓蚀剂的增效作用?	172
42. 腐蚀速度的表示方法有哪些?	173
43. 如何测算和评定金属的腐蚀速度?	173
44. 电厂扩建新电厂(二电站)时如何采取零排放?	175
45. 化肥厂循环水系统均匀腐蚀原因是什么?	175
第3节 结垢的防止	175
1. 冷却水系统中的水垢是如何形成的?	175
2. 沉积物有哪些组分? 什么是污垢? 什么是水垢?	176
3. 冷却水系统中的沉积物(污垢)来自哪些方面?	177

4. 循环水及天然水的极限碳酸盐硬度如何确定和测量?	177
5. 如何使电厂降低循环水处理费用?	178
6. 凝汽器结垢后的循环水 k 值如何设定?	178
7. 直流冷却电厂凝汽器结垢如何处理?	179
8. 当改建电厂冷却塔破坏自然景观时如何解决?	179
9. 如何对火电厂循环水视不同容量、不同水质作不同处理?	179
10. 如何使用空心胶球带水处理剂运行阻垢?	180
11. 电厂使用弱酸阳床处理补充水铜管结垢的原因如何分析?	181
12. 常用缓蚀剂有哪些?	181
13. 中小型热电厂循环水泵如何设计选型?	182
14. 为什么要进行垢样分析? 垢样分析有哪些项目?	183
15. 如何防止凝汽器铜管漏泄?	184
16. 如何用炉烟防止灰管结垢与溶垢?	185
17. 什么是XG911型水质稳定剂?	185
18. 什么是水冷却器的热流密度?	185
19. 什么是水冷却器的污垢热阻值和极限污垢热阻值?	186
20. 什么是污垢附着速度?	187
21. 污垢热阻值与污垢附着速度有何相应关系?	188
22. 判断水垢组成有什么简便定性方法?	190
23. 如何根据垢样分析结果判断水质的腐蚀或结垢倾向?	190
24. 判断水质的腐蚀或结垢倾向有哪些常用方法?	191