

低压锅炉技术问答

—用水处理、锅炉操作



北京出版社

内 容 提 要

本书以问答形式，对锅炉水处理人员和司炉工应掌握的基础理论知识 and 实际操作技术，作了简明的介绍。

全书重点突出，内容丰富，通俗易懂，实用性强。

可供锅炉水处理人员和司炉工学习，亦可供有关技术人员和管理人员参考。

低压锅炉技术问答

——用水处理、锅炉操作

高文民 蒋世秋 编

北京出版社出版

责任编辑 杨宾华 封面设计 刘景山

北京枫叶印刷厂印

开本：787×1092毫米1/32 印张：5 字数：100千

1988年6月 第1版

1988年6月 第1次印刷

印数：0001—3,000册 定价：1.40元

前 言

在我国四个现代化建设中，随着国民经济的改革和发展，低压锅炉数量急剧增加，设备结构不断更新。努力提高锅炉水处理人员和司炉人员技术的素质，强化现代化科学管理，确保工业锅炉安全、经济运行，已成为当务之急。

在深化改革中，一个群众性的学技术、学科学热潮已经兴起，广大锅炉行业职工要求学习的心情非常迫切。编者参照国家有关标准和书刊资料，编写了这本小册子。

本书围绕生产需要，重点解答了低压锅炉用水处理和锅炉操作的基础知识，解答了工作中常见故障的分析处理和一些疑难问题。

本书共分两大部分，前半部重点阐述了锅炉水处理基础理论、操作技术和水质分析方法；后半部对司炉工常接触的理论基础知识及操作技术，作了简明解答。全书文字通俗易懂，适用性强，可作为具有初中文化水平的锅炉水处理人员和司炉工，考工晋级培训教材或自学读本，也可供有关技术人员和管理人员参考。

本书在编写过程中，曾经得到黑龙江省佳木斯市劳动局马青田、陈福久同志和李景春工程师的大力支持和帮助，编者在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，书中难免存在错误，望请读者批评指正。

编 者

一九八八年三月

附 录

- 附录一 中华人民共和国国家标准低压锅炉水质标准 (GB 1576—85)
- 附录二 水处理常用药品在水中溶解度
- 附录三 常用元素原子量
- 附录四 常用化合物的分子量和当量
- 附录五 几种离子的毫克/升与毫克当量/升换算表
- 附录六 水处理用国产大孔性离子交换树脂主要产品规格与性能
- 附录七 水处理常用国产普通凝胶型离子交换树脂主要产品的规格与性能

目 录

一、化学基础知识

1. 水处理人员为什么要学习一点物理化学知识? (1)
2. 什么是化学? 有哪些分类? (1)
3. 什么是无机化学? (2)
4. 什么是有机化学? (2)
5. 什么是化学分析? (2)
6. 化学反应有几种类型? (3)
7. 什么叫元素? 元素符号有什么意义? (3)
8. 什么叫分子式? 根据分子式怎样进行计算? (4)
9. 什么叫化学方程式? 写化学方程式应注意什么? (5)
10. 为什么有时用单向箭头, 有时用双向箭头表示? (5)
11. 怎样应用化学方程式进行计算? (6)
12. 什么是质量分析? (8)
13. 什么是容量分析? (8)
14. 什么是中和法? (9)
15. 什么是络合滴定法? (9)
16. 什么是容量沉淀法? (9)
17. 什么是氧化还原法? (10)
18. 什么是比色分析? (10)
19. 什么是仪器分析? (10)
20. 化学试剂的规格有哪些? (10)
21. 怎样做好化学试剂养护工作? (11)
22. 怎样做好标准溶液的保存? (12)
23. 什么叫溶质、溶剂、溶液? (12)

24. 什么叫质量百分比浓度? (12)
25. 什么叫ppm (质量百万百分比浓度)? (13)
26. 什么叫比例浓度? (14)
27. 什么叫摩尔浓度? (14)
28. 什么叫当量浓度? (14)
29. 什么叫滴定度? (14)
30. 什么叫波美浓度? (15)

二、水的分类及性质

1. 天然水有哪些分类? (17)
2. 水中含有哪些化合物? (18)
3. 水中有哪些溶解气体? (19)
4. 水的物理性质是什么? (19)
5. 水的化学性质是什么? (19)
6. 什么叫硬水? 什什叫软水? (20)

三、锅炉水垢的形成及清除方法

1. 锅炉水垢是怎样形成的? (21)
2. 水垢的种类和性质是什么? (21)
3. 水垢对锅炉有哪些危害? (22)
4. 怎样进行手工除垢? (23)
5. 怎样进行机械除垢? (23)
6. 怎样进行化学除垢? (23)
7. 酸洗除垢用什么酸? (24)
8. 酸洗除垢的原理是什么? (24)
9. 盐酸对不同性质的水垢产生什么作用? (25)
10. 酸洗时为什么要加入缓蚀剂? (25)
11. 锅炉酸洗应具备什么条件? (26)
12. 怎样确定酸洗浓度和缓蚀剂用量? (26)
13. 怎样酸洗锅炉? (27)
14. 酸洗除垢有哪些注意事项? (28)

15. 锅炉酸洗允许洗多少次?..... (29)
16. 酸洗废液能否回收利用?..... (29)
17. 水垢采样的方法是什么?..... (29)
18. 水垢的测定方法是什么?..... (30)

四、炉内水处理方法

1. 为什么要对锅炉水进行处理?..... (31)
2. 什么叫炉内水处理?..... (31)
3. 炉内水处理有什么优缺点?..... (31)
4. 炉内水处理使用哪些药品? 药品用量各是多少?..... (32)
5. 炉内加药时各种药品起什么作用?..... (32)
6. 怎样配制药剂?..... (32)
7. 炉内加药的方法有哪些? 加药时应注意什么?..... (33)
8. 炉内加药什么时间较好?..... (33)
9. 采用炉内水处理应注意什么?..... (34)
10. 磁化水处理的原理是什么?..... (34)
11. 电渗析水处理的原理是什么?..... (35)
12. 自给器水处理的原理是什么?..... (35)

五、炉外水处理方法

1. 什么叫炉外水处理? 有哪些优点?..... (36)
2. 钠离子交换法的工作原理是什么?..... (36)
3. 氢离子交换法的工作原理是什么?..... (37)
4. 氢—钠离子软化法怎样运行?..... (37)
5. 试述离子交换器的构造和软化系统有哪些设备组成?..... (37)
6. 离子交换器的运行方式有哪几种?..... (38)
7. 离子交换水处理操作过程是什么?..... (38)
8. 操作离子交换器应注意的事项是什么?..... (40)
9. 原水质量对交换效果有什么影响?..... (41)
10. 交换终点的控制对交换效果有什么影响?..... (41)
11. 交换流速对交换效果有什么影响?..... (41)

12. 离子交换剂层的高度对交换效果有什么影响?..... (42)
13. 水的温度对交换效果有什么影响?..... (43)
14. 离子交换剂老化对交换效果有什么影响?..... (43)
15. 离子交换剂分层失效的原理是什么?..... (43)
16. 离子交换剂为什么要进行再生处理?..... (44)
17. 再生液品种选择根据是什么?..... (44)
18. 采用什么方法将再生液输入离子交换器?..... (45)
19. 怎样测定盐液浓度?..... (46)
20. 再生液耗量对交换剂再生有什么影响?..... (47)
21. 再生液浓度对再生程度有什么影响?..... (47)
22. 再生液流速对再生程度有什么影响?..... (47)
23. 再生液与离子交换剂接触时间对再生程度有什么影响?... (48)
24. 再生液温度对再生程度有什么影响?..... (48)
25. 食盐的性质及储存方法是什么?..... (49)
26. 再生废盐液回收的方法是什么?..... (50)
27. 回收废盐液应注意什么?..... (51)
28. 软水器防腐漆的配制方法是什么?..... (52)
29. 锅炉给水除氧的目的是什么?..... (52)
30. 热力除氧的原理是什么? 有哪些除氧设备?..... (53)
31. 化学除氧的方法有几种?怎样使用药剂除氧? (53)
32. 钢屑除氧的原理是什么?影响除氧的原因是什么? (54)
33. 解析除氧的原理是什么?有哪些优缺点? (54)

六、锅炉水质分析方法

1. 水质分析常用的仪器有哪些? (55)
2. 容量器皿的洗涤方法是什么? (55)
3. 仪器洗净后怎样进行干燥? (55)
4. 水质分析需要的药品有哪些? (56)
5. 水质分析有哪些主要项目? (56)
6. 如何采取水样? (56)

7. 硬度的测定方法是什么?	(57)
8. 怎样配制硬度测定试剂?	(58)
9. 碱度的测定方法是什么?	(59)
10. 怎样配制碱度测定试剂?	(60)
11. 氯根的测定方法是什么?	(60)
12. 怎样配制氯根测定试剂?	(61)
13. pH值的测定方法是什么?	(63)
14. 锅炉水控制的主要指标有哪些?	(63)
15. 什么叫水的硬度?总硬度?	(63)
16. 什么叫水的暂时硬度?	(64)
17. 什么叫水的永久硬度?	(64)
18. 硬度单位有哪些?怎样换算?	(64)
19. 什么叫水的碱度?	(65)
20. 水的碱度对锅炉有什么影响?怎样控制炉水碱度?	(65)
21. 什么叫相对碱度?为什么要控制炉水的相对碱度?	(65)
22. 什么叫水的pH值?	(66)
23. 水的pH值对锅炉有什么影响?怎样控制pH值	(66)
24. 什么叫氯根?	(66)
25. 氯根对锅炉有什么影响?怎样控制氯根的含量?	(66)
26. 为什么要控制给水的含油量?	(67)
27. 为什么要对蒸馏水的质量进行检验?	(67)
28. 蒸馏水检验的方法是什么?	(67)
29. 蒸馏水主要技术指标是什么?	(68)

七、离子交换剂的性能

1. 什么叫离子交换剂?	(69)
2. 离子交换剂有哪几种?	(69)
3. 什么叫磺化煤?	(70)
4. 离子交换法有几种?	(70)
5. 阳离子交换剂使用前是否要进行预处理?	(70)

6. 为什么对离子交换剂进行转型处理? (70)
7. 什么是离子交换剂的含水率? (71)
8. 离子交换剂的密度是什么? (71)
9. 什么是离子交换剂的膨胀性? (72)
10. 什么是离子交换剂的耐磨性? 耐热性? (73)
11. 离子交换剂的装填方法有几种? (73)
12. 怎样保管离子交换剂? (74)
13. 离子交换剂中毒后怎样处理? (74)
14. 怎样用静态鉴定离子交换剂的质量? (75)
15. 强酸性阳离子交换剂全交换容量的测定方法是什么? (76)
16. 强碱性阴离子交换剂容量的测定方法是什么? (77)
17. 弱碱性阴离子交换剂全交换容量的测定方法是什么? (78)

八、物理知识和锅炉基础知识

1. 什么叫物理变化? (79)
2. 什么叫压力? (79)
3. 什么叫表压力和绝对压力? (79)
4. 什么叫温度? (80)
5. 什么叫饱和温度? (80)
6. 什么叫温度计? 温度计有哪几种? (80)
7. 什么叫热量? 什么叫比热? (81)
8. 热的作用是什么? (81)
9. 怎样计算物体升温需要的热量? (81)
10. 什么叫传热? 传热的方式有哪些? (81)
11. 热传导与物体传热性能有何关系? (82)
12. 热胀冷缩对锅炉有什么影响? (82)
13. 什么叫水的汽化、蒸发、沸腾? (83)
14. 锅炉传热分几个过程? (83)
15. 锅炉工作原理是什么? (83)
16. 锅炉由哪些部分组成? (83)

17. 锅炉有什么用途?..... (84)
18. 锅炉有哪些分类?..... (84)
19. 怎样识别工业锅炉的型号?..... (84)
20. 为什么对锅炉用钢材要有严格的要求?..... (88)
21. 锅炉用钢材的化学成分有哪些要求?..... (88)
22. 锅炉用钢材的机械性能有哪些要求?..... (89)
23. 有哪些锅炉用钢材?..... (89)
24. 锅炉用钢材不应有哪些缺陷?..... (89)

九、炉锅及附属设备

1. 什么是锅壳式锅炉? 有哪些型号? (91)
2. 什么是水管式锅炉? 有哪些型号? (91)
3. 立式锅壳锅炉有哪几种? (91)
4. 立式横水管锅炉由哪些部件组成? 使用中应注意什么? ... (91)
5. 立式横火管锅炉由哪些部件组成? 使用中应注意什么? ... (92)
6. 卧式内燃锅炉由哪些部件组成? (92)
7. 什么是快装锅炉? 有哪几种炉型? (93)
8. 卧式快装锅炉有哪些特点? (93)
9. 水管锅炉有哪些特点? (93)
10. 什么叫过热器? 由哪些部件组成?..... (94)
11. 锅炉为什么要装省煤器? 它有什么用途?..... (94)
12. 省煤器有几种分类?..... (94)
13. 省煤器在使用中有哪些要求?..... (95)
14. 空气预热器起什么作用?..... (95)
15. 空气预热器有哪些分类?..... (95)
16. 锅炉给水有哪些设备?..... (96)
17. 注水器的构造和工作原理是什么?..... (96)
18. 注水器易出现哪些故障? 怎样排除?..... (96)
19. 压力表起什么作用?..... (97)
20. 安装压力表有哪些要求?..... (97)

21. 压力表易出现哪些故障? 原因是什么?..... (97)
22. 水位表有什么作用? 每台锅炉应有几个水位表?..... (99)
23. 水位表在使用中注意的事项是什么?..... (99)
24. 安全阀有什么作用? 每台锅炉应有几个安全阀?..... (100)
25. 安全阀装在锅炉的哪些部位?..... (100)
26. 安全阀在使用中应注意的事项是什么?..... (100)
27. 调整安全阀的方法是什么?..... (100)
28. 安全阀易出现哪些故障? 怎样排除?..... (101)
29. 水位报警器有什么用途?..... (102)
30. 什么叫炉水排污?..... (102)
31. 排污的目的是什么?..... (102)
32. 排污阀有哪几种?..... (103)
33. 排污的方法有哪几种?..... (103)
34. 怎样排污?..... (103)
35. 排污阀易出现哪些故障? 原因是什么?..... (104)
36. 锅炉上常用的有哪些阀门? 各有什么用途?..... (104)
37. 锅炉通风采取哪几种方法?..... (105)
38. 锅炉有哪几种运煤方法?..... (105)
39. 锅炉有哪几种除灰方法?..... (106)

十、锅炉的运行及保养

1. 司炉工的岗位职责是什么?..... (107)
2. 司炉工怎样做好交接班工作?..... (107)
3. 锅炉房应建立哪些规章制度?..... (108)
4. 新安装和修理后的锅炉在运行前有哪些要求?..... (108)
5. 什么叫烘炉? 为什么要烘炉?..... (109)
6. 烘炉的方法是什么?..... (109)
7. 什么叫煮炉?..... (110)
8. 煮炉的方法是什么?..... (110)
9. 供汽操作方法是什么?..... (110)

10. 控制锅炉汽压的方法是什么?.....(111)
11. 控制锅炉水位的方法是什么?.....(111)
12. 压火停炉的操作方法是什么?.....(111)
13. 停炉的保养方法是什么?.....(112)

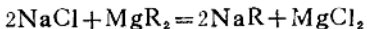
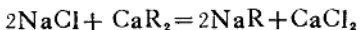
十一、锅炉检修及事故处理

1. 锅炉检查的目的是什么?.....(113)
2. 锅炉检查前应做好哪些准备工作?.....(113)
3. 锅炉检查的方法是什么?.....(114)
4. 锅炉外部应检查什么?.....(115)
5. 锅炉内部应检查什么?.....(116)
6. 锅炉水压试验的目的是什么?.....(116)
7. 水压试验前有哪些要求?.....(116)
8. 水压试验的方法是什么?.....(117)
9. 水压试验中的注意事项是什么?.....(118)
10. 水压试验的标准是什么?.....(118)
11. 锅炉检修有哪些规定?.....(118)
12. 堆焊修理有哪些要求?.....(119)
13. 裂纹修理有哪些要求?.....(119)
14. 变形修理有哪些要求?.....(120)
15. 修理管子有哪些要求?.....(120)
16. 锅炉事故有哪些分类?.....(121)
17. 引起事故的原因有哪些?.....(121)
18. 采取一般预防事故的措施有哪些?.....(122)
19. 采取紧急预防事故的措施有哪些?.....(122)
20. 事故发生后怎样处理?.....(123)

一、化学基础知识

1. 水处理人员为什么要学习一些物理化学知识?

在水处理工作中，经常接触的物理变化和化学变化现象，例如食盐溶解在水中变成盐溶液，盐溶液中的水分蒸发变成晶体食盐，这些变化过程称为物理变化，即它仅是物理状态的改变而本质并没有改变。又如离子交换剂失效后，将食盐溶液打入离子交换器，盐溶液与离子交换剂就会发生下列反应：



在这个反应中，由食盐(NaCl)变为氯化钙(CaCl_2)、氯化镁(MgCl_2)，这种变化过程称为化学变化(符号“R”表示阳离子交换剂中复杂的阴离子部分；符号“NaR”表示钠离子交换剂)。因为原有物质变成一种新的物质，其本质发生了变化。

水处理工需要配制及标定水质分析所需要的各种化学试剂，以及在水样化验滴定过程中，水质发生不同颜色的反应，这些化学变化需要加以准确的鉴别和计算，所以水处理人员必须具备一些物理化学知识，才能做好本职工作。

2. 什么是化学？有哪些分类？

化学是研究自然科学的一个基本部门，是研究宇宙空间各种各样的物质结构、组成、变化以及变化规律的一门科学。

化学起源于人类的生产劳动。我国古代在化学工艺上有很大成就，例如造纸、火药等发明为人类历史留下了光辉史记。化学在国民经济建设中起着重要作用，每个科研单位和生产部门都离不开化学。

化学分为无机化学、有机化学、分析化学和物理化学等基础学科。

3. 什么是无机化学？

无机化学是研究元素、单质和无机化合物的来源、制备、结构、性质、变化及应用的一门化学。对于矿物资源的综合利用以及近代科学技术中无机原材料的生产等问题都有重要意义。由于无机化学的发展，在其领域中又形成了稀有元素化学、同位素化学、络合物化学等重要分支。

4. 什么是有机化学？

有机化学是研究碳氢化合物及衍生物的化学，也就是研究碳的化合物的化学——研究它们的结构、性质、合成方法、应用以及它们之间的互相转变和内在的联系。

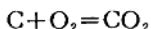
5. 什么是化学分析？

化学分析是确定物质化学成分或组成的方法。根据被分析物质的性质，可以分为无机分析和有机分析。根据分析的要求，可分为定性分析和定量分析。根据被分析物质试样的数量可分为常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析。工业上的原材料、半成品、成品；农业上的土壤、肥料、饲料以及交通运输上的燃料、钢材、润滑剂等，在研制、生产或使用过程中，都需要应用化学分析的方法进行研究。

6. 化学反应有几种类型？

常见的简单化学反应有下列几种：

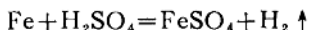
(1) 化合反应：两种或多种物质经过反应后成为一种新的物质。例如碳燃烧变成二氧化碳：



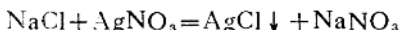
(2) 分解反应：一种物质分解为两种或两种以上的新物质。例如水中含有重碳酸钙的受热分解：



(3) 置换反应：一种单质的原子置换（或替代）了化合物的某种组成原子，生成一种新的单质和新的化合物。例如铁遇到稀硫酸就会发生腐蚀，铁就将硫酸中的氢置换（或替代）出来，生成新物质硫酸亚铁，同时放出氢气：



(4) 复分解反应：由两种化合物相互反应，彼此交换成分，生成两种新的化合物。例如测定水中的氯根时用硝酸银去滴定氯化钠：



上述反应生成两种新的物质，其中一个生成氯化银白色沉淀物析出，这是测定水中氯根（氯离子 Cl^- ）含量的基本原理。

7. 什么叫元素？元素符号有什么意义？

元素是一种所有原子具有相同的核电荷数的物质的总称。例如氢元素就是性质相同的许多氢原子的总称。元素可以组成单质和化合物，同种元素的原子组成的物质叫做单质。如氧气、氢气、铁粉、碳棒、水银（汞）等，不同种类元

素的原子组成的物质叫做化合物，如水、食盐、二氧化碳等元素。元素是一切物质的根本，它决定物质的性质。如金属元素就具有金属的特性（金属光泽、延展性、可塑性、导电、传热等）；非金属元素就具有非金属的特性（无金属光泽，一般不导电和不传热、延展性差等）；但是金属和非金属之间没有绝对的界限，例如用作半导体材料的硅和锗，它们既有金属性又有非金属性。

在国际上，元素符号是统一采用该元素拉丁文名称的第一个大写字母来表示的。如果几种符号重复时，为了区别起见，在大写字母后面加上第二个字母，但要小写。如氧元素用“O”表示，氢元素用“H”表示，碳元素用“C”表示，氯元素用“Cl”表示，钙元素用“Ca”表示，铜元素用“Cu”表示等等。

由氧元素跟另一元素组成的化合物，书写分子式时，一般要把氧元素符号写在右方。例如，二氧化碳的分子式可写成 CO_2 ，氧化汞的分子式可写成 HgO 。

8. 什么叫分子式？根据分子式怎样进行计算？

分子式——用元素符号来表示的物质分子组成的式子。分子式中元素符号右下方的数字表示这种元素的原子在一个分子里的数目，若原子数目是1，则可省略。例如水的分子式是 H_2O ，其中氢元素表示水分子中有两个氢原子，氧元素表示水分子中有一个氧原子。物质的分子式是通过实验测定物质的组成后得出的。

根据物质的组成可分为：

(1) 单质：是由同种元素的原子组成的。例如，氧气的分子式为 O_2 （两个氧原子组成）；氢气的分子式为 H_2 （两