

肖作群 黄纪生 董宏理 编

低压锅炉 水处理 人员技术 考核问答

229.1

湖北科学技术出版社

低压锅炉水处理人员技术考核问答

肖作善 黄纪生 董宏理 编

※

湖北科学技术出版社出版 新华书店湖北发行所发行

中国科学院武汉分院科技印刷厂印刷

787×1092mm 32开 4.5印张 92,000字

1986年6月第一版 1986年6月第一次印刷

印数：1—18,180

统一书号：15304·131 定价：0.90元

前 言

锅炉的水质处理，是关系到锅炉能否安全、经济运行的一项重要技术工作。而搞好锅炉水质处理，加强技术管理，提高工作人员的技术素质，至关重要。

为此，锅炉安全监察部门，正在大力加强对从事低压锅炉水处理工作人员进行培训和技术考核。

这本《低压锅炉水处理人员技术考核问答》，可供从事低压锅炉水处理操作和化验人员复习之用，亦可作为有关部门考核锅炉水处理人员时参考。

本书内容包括：与锅炉水处理、水分析有关的化学基本知识、锅炉用水的水质指标、低压锅炉常用的水处理方法、低压锅炉的防腐、防垢方法、贯彻执行水质标准有关问题以及水质分析方法等。采用问答形式，力求简明扼要，易学易懂。

本书曾于一九八四年为配合湖北省锅炉水处理人员的考核发证工作，经湖北省出版管理局批准，以湖北省锅炉水处理专业委员会名义，内部印行过一万册。内部印行后，颇受读者欢迎。

原书稿经武汉水利电力学院动力系王杏卿教授、陈炎绍副教授、许崇武讲师审阅，提出过宝贵的修改意见，武汉市国棉三厂叶永沛同志也为原稿编写做了一些工作，在此，一并表示感谢。

为满足读者需要，现由编者作了修订补充后予以出版。

由于编写时间仓促，加以编者水平所限，差错之处在所难免。我们衷心希望读者提出宝贵意见，以便再版时加以改正。

编 者

目 录

一、化学基础知识

1. 写出水处理中常用化合物的分子式(1)
2. 根据分子式怎样计算单质和化合物的分子量?.....(2)
3. 根据分子式怎样计算化合物中各元素的百分含量?.....(2)
4. 如何正确书写化学反应方程式?(2)
5. 举例说明如何根据化学反应方程式作有关计算?(3)
6. 什么是电解质和非电解质? 什么是强电解质和弱电解质?(4)
7. 什么是离子反应方程式? 如何书写离子反应方程式?...(5)
8. 怎样计算溶液的重量百分浓度?如何由重量百分浓度计算溶质和溶剂的量?(6)
9. 如何用“交叉法”解决溶液(重量百分浓度)的配制、稀释或加浓等问题?(7)
10. 什么叫摩尔及摩尔浓度? 怎样计算摩尔浓度?(9)
11. 什么是当量、克当量、克当量数? 什么叫当量浓度? ...(10)
12. 当量定律的内容是什么? 如何将当量定律用于化学反应的计算中?(12)
13. 什么是滴定度? 举例说明滴定度在水分析中的应用...(14)
14. 什么是ppm浓度?(15)
15. 举例说明摩尔浓度、当量浓度、百分浓度及 ppm 浓度之间的换算(15)
16. 酸、碱、盐和氧化物有哪些主要化学性质?(17)
17. 影响化学反应速度的主要因素有哪些?(18)
18. 举例说明什么是可逆反应?(19)

19. 什么叫化学平衡?(19)
20. 什么叫化学平衡常数? 试根据平衡常数的表达式
说明浓度对平衡的影响(19)
21. 什么叫电离? 什么叫电离平衡?(20)
22. 水溶液中 H^+ 离子和 OH^- 离子浓度有怎样的关系?(21)
23. 举例说明如何利用电离常数计算溶液中 H^+ 离子浓
度?(21)
24. 什么叫同离子效应?(22)
25. 什么叫缓冲溶液? 缓冲溶液为什么有缓冲作用?(23)
26. 什么叫多相离子平衡? 什么叫溶度积?(24)
27. 如何利用溶度积规则判断沉淀的生成及溶解?(25)
28. 举例说明如何利用溶度积计算难溶物的溶解度?(26)
29. 什么是盐类的水解?(26)
30. 举例说明强酸弱碱盐和强碱弱酸盐在水溶液中的酸
碱性(27)
31. 什么叫络合物? 什么叫螯合物?(28)

二、水质指标

32. 天然水中含有哪些杂质?(29)
33. 低压锅炉用水有哪些常用的水质指标?(30)
34. 什么叫溶解固形物?(30)
35. 悬浮物的量是怎样表示的?(31)
36. 什么叫总硬度? 什么是碳酸盐硬度? 什么是非碳
酸盐硬度?(31)
37. 什么叫暂时硬度? 什么叫永久硬度?(32)
38. 硬度的单位有哪些? 彼此如何换算?(32)
39. 什么叫总碱度? 常用什么单位表示?(33)
40. 什么叫酚酞碱度和甲基橙碱度? 甲基橙碱度和总
碱度有什么关系?(33)

41. 什么叫负硬度?(34)
42. 天然水中的硬度和碱度有怎样的关系?(34)
43. 为什么有负硬的天然水中无“永硬”存在?(35)
44. 什么是碱性水? 什么是非碱性水?(35)
45. 什么叫pH值?(35)
46. 水的pH值与温度有关吗? 25°C下纯水的pH值为多少?(36)

三、离子交换软化法

47. 什么叫“离子交换”? 什么叫阳离子交换? 什么叫阴离子交换?(37)
48. 钠离子交换软化法的原理是什么?(37)
49. 离子交换除盐和软化有什么区别?(38)
50. 离子交换过程是如何进行的?(38)
51. 固定床顺流式软化器应如何操作使用?(39)
52. 软化器使用过程中交换剂是怎样分层的?(40)
53. 什么是交换剂的全交换容量和工作交换容量?(41)
54. 全交换容量有哪些单位? 它们如何换算?(42)
55. 工作交换容量与哪些因素有关?(42)
56. 如何按原水水质和锅炉用水量确定交换剂的填充量和软化器的尺寸?(43)
57. 软化器的工作交换容量怎样计算?(45)
58. 软化器的盐耗如何计算?(45)
59. 什么是再生剂比耗?(46)
60. 为什么采用动态再生比静态再生好?(46)
61. 顺流再生软化器反洗的目的是什么? 如何进行?(47)
62. 软化器再生一次用盐量如何计算?(47)
63. 软化器再生时盐液浓度一般为多少? 再生时间为多少?(48)

64. 为什么再生时的盐液浓度不是愈高愈好?(48)
65. 正洗的目的是什么? 如何进行正洗?(49)
66. 软化器运行一个周期, 出水水质如何变化?(50)
67. 什么叫逆流再生? 逆流再生较顺流再生有何主要
优缺点?(50)
68. 固定床逆流再生式软化器如何操作使用?(51)
69. 固定床逆流再生式软化器的运行和各步骤的目的
是什么?(53)
70. 固定床逆流再生软化器有哪些型式?(53)
71. 如何把顺流再生软化器改为逆流再生方式?(55)
72. 作为软化用的阳离子交换树脂, 是否要进行预处
理?(55)
73. 为什么对软化器进水中的悬浮物含量有限制?(56)
74. 如何判断软化器的运行工况是否良好?(56)
75. 用磺化煤作交换剂的软化器, 有时出水呈黄色,
是何缘故? 发现此情况应如何处置?(57)
76. 离子交换剂受有机物、沉淀物等污染, 工作交换
容量降低时应如何处理?(58)
77. 软化器运行中, 出水残余硬度总是达不到“标准”
要求, 应该怎么办?(58)
78. 软化器运行中, 软化水 Cl^- 含量显著增加是何原因?(59)
79. 软化器在运行中或反洗排水中发现颗粒完好的交
换剂跑出时, 应如何处置?(59)
80. 软化器运行周期过分缩短是什么原因造成的?(60)
81. 软化器中阳离子交换树脂的氧化是怎么回事?(61)
82. 如何防止软化器中阳树脂被活性氯所氧化?(61)
83. 离子交换剂“中毒”是怎么回事? 发现交换剂“中
毒”后应如何处置?(61)
84. 离子交换剂的保存有些什么要求?(62)

四、锅内水处理

- 85. 蒸发量 ≤ 1 吨/时的火管锅炉如何考虑水处理措施?(63)
- 86. 蒸发量 ≥ 2 吨/时的水管锅炉采用哪种水处理为好?(63)
- 87. 蒸发量4吨/时以下低压锅炉的给水若为负硬水, 应如何考虑水处理措施?(64)
- 88. 进行锅内加药处理的原理是什么?(65)
- 89. 锅内处理的加药量如何计算?(66)
- 90. 进行锅内加药处理应注意哪些问题?(67)
- 91. 锅内加药处理为什么对给水硬度规定为 ≤ 3.5 毫克当量/升?(67)
- 92. 锅炉排污的目的是什么?(68)
- 93. 锅炉排污有哪些方法?(68)
- 94. 控制锅炉排污率的原则是什么?(69)
- 95. 锅炉的排污率如何计算?(69)
- 96. 何种情况下采用炉外软化和锅内磷酸盐处理配合的水处理措施?(70)
- 97. 炉水磷酸盐处理的原理是什么?(71)
- 98. 炉水磷酸盐处理用什么药品?(71)
- 99. 为什么采用“部分钠离子交换法”能降低炉水碱度?(71)
- 100. 采用“部分钠离子交换法”时水量的分配如何计算?(72)
- 101. 采用“部分钠离子交换法”应注意哪些问题?(74)

五、防垢、防腐和水质标准

- 102. 锅炉水处理的目的是意义是什么?(75)
- 103. 低压锅炉执行什么水质标准?(75)
- 104. 执行《水质标准》对锅炉运行有何意义?(76)

105. 《水质标准》对水管锅炉的给水规定了哪些指标？其规定值各为多少？(76)
106. 《水质标准》对水管锅炉的炉水规定了哪些指标其规定值多少？(76)
107. 《水质标准》对热水锅炉的水质规定了哪些指标，其规定值多少？(77)
108. 《水质标准》对燃煤火管锅炉的水质规定了哪些指标，其规定值多少？(78)
109. 锅炉水处理为什么要实行化学监督？(79)
110. 各类锅炉水质化学监督的监测期应如何掌握？(79)
111. 锅炉给水在什么情况下必须除氧？(81)
112. 锅炉给水在什么情况下需要控制含油量指标？(81)
113. 炉水pH值为什么要控制在10~12范围内？(82)
114. 低压锅炉控制炉水 Cl^- 含量的目的是什么？(82)
115. 低压锅炉炉水 Cl^- 含量的控制值应如何确定？(83)
116. 在什么情况下要控制锅炉炉水的 PO_4^{3-} 指标？
控制炉水 PO_4^{3-} 的意义是什么？(84)
117. 炉水相对碱度如何计算？(84)
118. 当相对碱度过高时应采取什么对策？(85)
119. 当炉水总碱度过高时，应采取什么对策？(86)
120. 如何使炉水pH值控制在10~12范围内？(86)
121. 炉水pH值与炉水碱度的关系如何？(86)
122. 低压锅炉中常见的腐蚀有哪些？(88)
123. 金属腐蚀的机理分为几类？(88)
124. 电化学腐蚀的机理是什么？(88)
125. 什么是沉积物下腐蚀？(90)
126. 苛性脆化是怎样产生的？(91)
127. 什么叫溶解氧腐蚀？(91)
128. 凝结水系统游离二氧化碳腐蚀是怎样产生的？(92)

129. 热力除氧器的工作原理是什么?(93)
130. 小型低压锅炉没有条件使用热力除氧装置时,
有何简易的给水除氧方法?(94)
131. 什么是炉水发沫? 什么是汽水共腾?(94)
132. 锅炉内水垢的主要组成物质有哪些?(95)
133. 低压锅炉水垢的主要成分有哪些?(95)
134. 如何定性的鉴别各种水垢?(95)
135. 锅炉除垢使用什么方法较好?(96)
136. 锅炉酸洗除垢为什么要加缓蚀剂?(97)
137. 锅炉用盐酸清洗除垢应掌握哪些技术条件?(98)
138. 低压锅炉酸洗除垢可选用哪些新型缓蚀剂?(98)
139. 为什么要进行停炉保护?(99)
140. 停炉保护的方法可分为哪几类? 其基本原则是
什么?(99)
141. 干法保护停用锅炉是怎样做的? 适用于什么情
况?(100)
142. 湿法保护停用锅炉怎么进行? 适用于什么情
况?(101)
143. 怎样用气相缓蚀剂对低压锅炉进行停用保护?(102)

六、水质分析方法

144. 使用化学试剂时应注意些什么?(103)
145. 碱度测定需配制哪些试剂?(103)
146. 0.1N硫酸标准溶液怎样配制及标定?(104)
147. 0.1N氢氧化钠标准溶液怎样配制与标定?(105)
148. 碱度如何测定?(106)
149. 测定碱度时,发现指示剂颜色消退,是什么原
因?(108)
150. 如何根据酚酞碱度、甲基橙碱度来计算水样中

	OH^- 、 HCO_3^{2-} 和 CO_3^{2-} 的含量?	(107)
151.	水中硬度的测定原理是什么?	(108)
152.	测定水中硬度时为什么要加氨—氯化铵缓冲溶液?	(109)
153.	EDTA滴定法测定水中硬度时需配制哪些试剂?	(109)
154.	0.05MEDTA标准溶液怎样配制和标定?	(110)
155.	怎样测定水的硬度?	(111)
156.	测定水样硬度的过程中发现颜色异常怎么办?	(112)
157.	测定水的pH值有哪几种方法?各有什么优缺点?	(112)
158.	如何用试纸法测水样的pH值?	(113)
159.	比色法测定水的pH值的原理是什么?	(113)
160.	比色法测定水的pH值时常用哪几种酸碱指示剂? 如何配制?	(113)
161.	电位法测水的pH值需要哪些仪器?	(114)
162.	pH计的工作原理是怎样的?	(114)
163.	玻璃电极的使用与维护应注意哪些事项?	(115)
164.	如何用pH计测定水的pH值?	(116)
165.	炉水如何采样?	(117)
166.	如何测定炉水的溶解固形物?	(117)
167.	硝酸银容量法测定水中氯离子的原理是什么?	(119)
168.	用硝酸银容量法测定氯化物时, 为什么要事先将水样的pH值调节为中性?	(119)
169.	水中氯离子测定方法是怎样的?	(119)
170.	硝酸银标准溶液怎样配制和标定?	(120)
171.	测定水中氯离子时, 为什么要作空白试验?	(121)
172.	如何用电导法测炉水溶解固形物?	(122)
173.	无炉水取样冷却器的锅炉, 怎样监测炉水水质?	(122)
174.	比色法测炉水磷酸盐的原理是什么? 适用范围如何?	(123)

175. 测定炉水磷酸盐含量需要配制试剂哪些?(123)
176. 炉水水样中磷酸盐的测定方法是怎样的?(124)
177. 给水如何采样?(125)
178. “两瓶法”测定水中溶解氧的原理是什么?(125)
179. “两瓶法”测溶解氧需要哪些试剂?(126)
180. 溶解氧的测定方法是怎样的?(126)

一、化学基础知识

1. 写出水处理中常用化合物的分子式。

答：水处理中常见化合物的分子式列表如下：

化合物名称	分子式	化合物名称	分子式
氢氧化钠	NaOH	氯化铁	FeCl_3
氢氧化钾	KOH	硫酸铝	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
氢氧化镁	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	碳酸钙	CaCO_3
氢氧化钙	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	重碳酸钙	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
氢氧化铁	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	磷酸钙	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
氢氧化亚铁	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	硫酸钙	CaSO_4
氢氧化铝	$\text{Al}(\text{OH})_3$	氯化钙	CaCl_2
氨水	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	氧化钙	CaO
硫酸	H_2SO_4	碳酸镁	MgCO_3
盐酸	HCl	硫酸镁	MgSO_4
硝酸	HNO_3	氯化镁	MgCl_2
磷酸	H_3PO_4	氧化镁	MgO
醋酸	HAc	重碳酸镁	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
氯化钠	NaCl	二氧化碳	CO_2
硫酸钠	Na_2SO_4	二氧化硅	SiO_2
碳酸钠	Na_2CO_3	氯化银	AgCl
重碳酸钠	NaHCO_3	硝酸银	AgNO_3
硅酸钠	Na_2SiO_3	铬酸钾	K_2CrO_4
磷酸三钠	Na_3PO_4	重铬酸钾	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
磷酸氢二钠	Na_2HPO_4	硫酸亚铁	FeSO_4

2. 根据分子式怎样计算单质和化合物的分子量?

答: 单质或化合物的分子量等于组成该分子的所有原子量的总和。

例如已知氧的分子式是 O_2 , 氧的原子量为16, 所以氧的分子量 $=16 \times 2 = 32$; 已知硫酸的分子式是 H_2SO_4 , 氢的原子量为1, 硫的原子量为32, 故硫酸的分子量 $=1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98$ 。

3. 根据分子式怎样计算化合物中各元素的百分含量?

答: 化合物中某一元素的百分含量为

$$\frac{\text{分子中某元素的原子个数} \times \text{原子量}}{\text{化合物的分子量}} \times 100\%$$

[例]求硫酸中氧的百分含量。

[解]根据硫酸的分子式 H_2SO_4 得知, 其分子量为98, 每个 H_2SO_4 中有4个氧原子, 所以硫酸中氧的百分含量为

$$\frac{4 \times 16}{98} \times 100\% = 65.3\%.$$

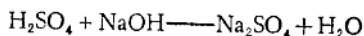
答: 硫酸中氧的百分含量为65.3%。

4. 如何正确书写化学反应方程式?

答: 化学反应方程式是用元素符号和分子式表示化学反应的式子。它是根据物质不灭定律(化学反应后各元素原子的总数等于反应前各元素原子的总数)来书写的。

书写化学反应方程式的过程可分为如下三个步骤:

(1)根据化学反应的事实写出反应物和生成物的分子式。左边写反应物的分子式, 右边写生成物的分子式, 反应物和生成物之间划一条横线。如果反应物或生成物有两种以上, 则用“+”号连接起来。例如

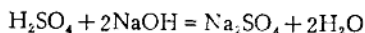


(2) 根据物质不灭定律，配平反应方程式。

在反应方程式两边分子式前配上适当的系数，使式子两边各元素的原子总数相等。上面的反应方程式中，两边的钠原子和氢原子个数均不相等，所以要在氢氧化钠和水分子前加系数 2。



(3) 两边各元素的原子总数相等后，将短线改为等号



另外，如果生成物是气体，则用“↑”表示，若是难溶物，则用“↓”表示。

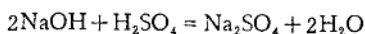
5. 举例说明如何根据化学反应方程式作有关计算？

答：举例说明如下：

[例 1] 为了完全中和 200 克氢氧化钠，需多少克 96% 的浓硫酸？

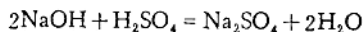
[解] 这类题大致可分为如下三个步骤：

(1) 写出平衡的化学方程式



(2) 按题意将有关物质的量（已知数或未知数）写在化学方程式中有关物质的下面。

设需 96% 的浓硫酸 X 克。由上述化学方程式可知， 2×40 份重量的 NaOH 需 98 份重量的 H_2SO_4 完全中和，因此 200 克 NaOH 需与 96% 浓硫酸 $X \cdot 96\%$ 克完全中和。



$$2 \times 40 \quad 98$$

$$200 \quad X \cdot 96\%$$

(3) 列出比例式进行计算。

$$98 : 2 \times 40 = X \cdot 96\% : 200$$

$$X = \frac{98 \times 200}{80 \times 0.96} = 255(\text{克})$$

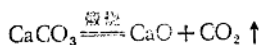
答：需96%的浓硫酸255克。

〔例2〕工业生产上煅烧石灰石制造生石灰（CaO），同时生成CO₂，问煅烧含94%CaCO₃的石灰石5吨，能得到生石灰多少吨？

〔解〕5吨原料中有纯CaCO₃

$$5 \times 94\% = 4.7\text{吨}$$

设能得到X吨生石灰（CaO），则：



$$100 \qquad 56$$

$$4.7 \qquad X$$

$$100 : 4.7 = 56 : X$$

$$X = \frac{4.7 \times 56}{100} = 2.63(\text{吨})$$

答：可得到生石灰2.63吨。

6. 什么是电解质和非电解质？什么是强电解质和弱电解质？

答：凡是溶于水或在熔融状态下能导电的物质叫电解质；不能导电的物质叫非电解质。例如食盐、盐酸、醋酸等是电解质；蔗糖、酒精等大多数有机物是非电解质。

在水溶液中能完全电离成离子的物质（在溶液中不存在未电离的分子）叫强电解质。如盐酸、硝酸等强酸、氢氧化钠、氢氧化钾等强碱，及食盐、碳酸钠等大部分盐都是强电