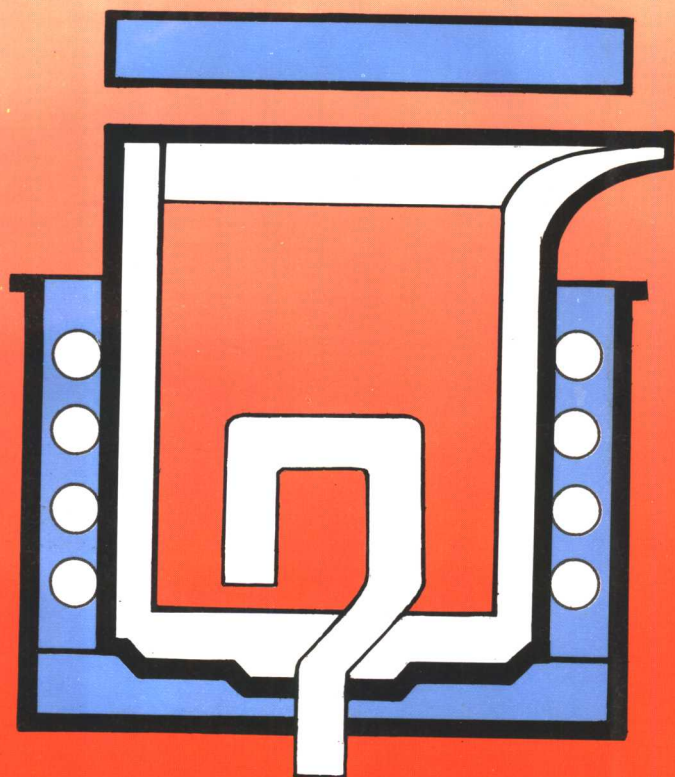


宋文林 主编

感应炉炼钢问答



冶金工业出版社

感应炉炼钢问答

宋文林 主编

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
1997

图书在版编目(CIP)数据

感应炉炼钢问答/宋文林主编. —北京:冶金工业出版社,1997. 5

ISBN 7-5024-2031-2

I. 感… II. 宋… III. 感应炉-炼钢-问答 IV. TF741.7
-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 04391 号

出版人 卿启云(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

昌平百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

1997 年 5 月第 1 版,1997 年 5 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32;7.125 印张;189 千字;205 页;1-5000 册

15.00 元

主 编
副 主 编

林彬
文福刚
宋志田
梁福刚
宋志田
王凤田

崔建国
崔 瑛

前 言

随着物理学的发展,1831年英国物理学家法拉第发现电磁感应现象,并提出了电磁感应定律。1841年英国物理学家焦耳定量地研究了电流和热之间的关系,提出了焦耳定律。电磁感应定律和焦耳定律的提出,使人们对电能和磁能之间,电能和热能之间的相互转化有了新的认识,从而为感应加热技术的产生与发展奠定了理论基础。

感应炉是利用电磁感应原理将电能转变为热能来熔炼金属的设备,19世纪70年代弗兰蒂首先开始感应炉的实验,1871年在意大利首先获得专利。1890年科尔比获得熔化金属的感应炉专利。第一台实用感应炉于1900年由谢林在瑞典开始应用。现在的无芯感应炉的发展是从1916年诺斯拉普开始的。

经过近百年的发展,特别是第二次世界大战以后,由于航空、航天、电子、机械等工业的发展,对金属材料的要求越来越高,电弧炉、转炉、平炉冶炼的钢质量难以满足这些要求,所以必须发展特种冶炼工艺。因此,最近几十年感应炉冶炼工艺和设备得到了很快的发展。

感应炉可以生产特殊钢、高温合金、精密合金、有色金属及其合金。各特殊钢厂都有感应炉冶炼车间,一些机械厂也有感应炉冶炼车间。因此,感应炉炼钢在炼钢生产和铸钢生产中占有一定的地位,近十年来感应炉炼钢在我国乡镇企业中有较大的发展。

随着大功率可控硅变频器的出现和可靠性的提高,中频感应炉普遍采用可控硅变频电源,中频感应炉的应用逐步扩大。

为了适应感应炉炼钢的发展,为了满足感应炉炼钢工人学习生产技术和基础理论,提高操作技术水平的需要,我们根据工作中积累的经验,参考了国内外有关文献,编写了《感应炉炼钢问答》这本书。书中既有操作实践,又有基础理论,力求深入浅出,通俗易懂,以问答形式解答感应炉炼钢工人应知和应会的技术和理论问

题。全书共分八章,包括炼钢基础理论、电磁基础理论、感应炉设备、感应炉坩埚、感应炉炼钢工艺、钢的浇注、钢的质量与检验、安全生产及事故的处理与预防等。本书也可供大中专院校师生参考。

参加本书编写的人员有:宋文林(第一、五章和第八章的一部分);宋志刚(第二章、第三章的一部分和第八章的一部分);梁福彬(第三章的一部分和第四章);王凤田(第六章);崔建国和崔瑛(第七章和第八章的一部分)。全书由宋文林任主编,梁福彬任副主编。

限于编写人员的水平,书中可能会有缺点和不妥之处,诚恳希望读者批评指正。

编 者

1996年9月

目 录

第一章 炼钢基础理论

1. 什么是金属?	1
2. 什么是合金?	1
3. 什么是黑色金属?	1
4. 什么是有色金属?	1
5. 什么是稀有金属?	2
6. 什么是生铁?	2
7. 什么是钢?	3
8. 什么是工业纯铁?	3
9. 铁有几种同素异晶体? 各为什么晶体结构?	3
10. 什么是碳素钢? 什么是低碳钢、中碳钢和高碳钢?	3
11. 什么是合金钢? 什么是低合金钢、中合金钢和高合金钢?	4
12. 什么是铁合金?	4
13. 什么是高温合金?	4
14. 什么是精密合金?	4
15. 什么是体系? 什么是相?	4
16. 什么是相图?	5
17. 什么是溶液? 什么是熔体? 什么是固溶体?	5
18. 什么是浓度? 浓度怎样表示?	6
19. 什么是化学反应的热效应?	7
20. 什么是化学平衡?	7
21. 哪些因素影响化学平衡?	8
22. 什么是平衡常数? 什么是平衡浓度?	9
23. 什么因素影响平衡常数?	10
24. 什么是自由能?	10

25. 什么是理想溶液? 什么是稀溶液? 什么是实际溶液?	11
26. 什么是活度? 什么是活度系数?	12
27. 什么是均相反应? 什么是多相反应?	13
28. 什么是化学反应速度?	13
29. 哪些因素影响化学反应速度?	14
30. 什么是扩散?	16
31. 影响扩散的因素有哪些?	16
32. 什么是冶金过程热力学?	18
33. 什么是冶金过程动力学?	18
34. 什么是氧化反应? 什么是还原反应?	19
35. 为什么钢中所含的元素有的易氧化? 有的不易氧化? 怎样 估计它们氧化的难易?	19
36. 炉渣来自何处? 炉渣在炼钢中起什么作用?	21
37. 炉渣由什么组成?	21
38. 什么是碱性渣? 什么是酸性渣?	22
39. 什么是炉渣的碱度? 炉渣的碱度怎样表示?	22
40. 什么是炉渣的粘度? 炉渣的粘度对冶炼有什么影响?	22
41. 什么是炉渣的氧化能力? 炉渣的氧化能力怎样表示?	23
42. 什么是氧化渣? 什么是还原渣?	24
43. 什么是钢水的氧化性?	24
44. 什么是碳氧平衡图? 什么是碳氧乘积?	24
45. 什么是铁碳合金相图?	26
46. 哪些元素可溶于钢液? 哪些元素不溶于钢液?	28
47. 为什么硫是钢中的有害元素?	29
48. 为什么磷是钢中的有害元素?	29
49. 什么是钢中气体? 钢中气体对钢质量有什么影响?	30
50. 什么是非金属夹杂物? 非金属夹杂物对钢质量有何 影响?	30
51. 什么是真空? 什么是真空度?	31
52. 什么是炉外精炼?	31

53. 什么是喷射冶金?	31
--------------------	----

第二章 电磁基础理论

54. 什么是电?	32
55. 什么是电流和电流密度?	32
56. 什么是直流电、交流电?	33
57. 什么是电阻?	33
58. 什么是电能量、电功率?	33
59. 什么是电流的热效应? 怎样计算电流的热效应?	34
60. 什么是电容器? 什么是电容?	34
61. 什么是电容器的串联和并联? 它们各有哪些特点和 规律?	35
62. 什么是磁性、磁体、磁场?	36
63. 什么是磁感应强度、磁力线、磁通量?	36
64. 怎样判断载流导体的磁力线分布情况和磁场的方向?	37
65. 怎样判断磁场对载流导体的作用力方向?	38
66. 什么是电磁感应现象? 法拉第电磁感应定律的内容是 什么?	39
67. 怎样判断感应电流的方向?	39
68. 什么是涡流?	40
69. 什么是自感应和互感应?	40
70. 感应炉线圈产生的磁力线是怎样分布的?	41
71. 感应炉中金属炉料所受的电磁力是怎样产生的?	41
72. 感应炉熔炼金属时是怎样实现电—磁—热的相互转 化的?	42
73. 什么是交流电的周期、频率和角频率?	43
74. 什么是交流电的相位、初相位和相位差?	43
75. 什么是交流电的瞬时值、峰值和有效值?	44
76. 什么是感抗、容抗、电抗和阻抗?	44
77. 电阻、电感、电容中的正弦交流电压与电流之间有哪些	

特点?	45
78. 什么是有功功率、无功功率和视在功率?	45
79. 什么是功率因数? 怎样提高功率因数?	46
80. 什么是谐振、串联谐振和并联谐振? 它们有哪些危害, 又有 哪些实际应用?	46
81. 怎样测量系统固有谐振频率?	48
82. 什么是趋肤效应?	48
83. 感应炉炉料中产生的感应电流是否存在趋肤效应?	49
84. 什么是导体的欧姆电阻和有效电阻?	49
85. 什么是电流透入深度? 它有什么实际意义?	50
86. 什么是邻近效应和圆环效应? 它们在感应炉中的表现形 式如何?	50
87. 可控硅的结构和工作原理是什么?	51
88. 什么是可控硅的维持电流和掣住电流?	53
89. 怎样用万用表鉴别可控硅的三个极并判断其好坏?	53
90. 什么是可控硅的控制角、导通角和逆变角?	53
91. 什么是整流和逆变? 什么是有源逆变和无源逆变?	54
92. 可控硅元件为什么要并联一个阻容电路?	55
93. 可控硅对触发线路有哪些基本要求?	55
94. 为什么用万用表测不出触发脉冲电压?	55
95. 可控硅整流为什么不用电容滤波?	55

第三章 感应炉设备

96. 什么是工频感应炉、中频感应炉和高频感应炉?	57
97. 中频感应炉的设备有哪几部分? 怎样布置?	57
98. 高频感应炉的设备有哪几部分?	58
99. 感应炉的炉体由哪几部分组成?	59
100. 为什么感应炉的炉架要用非磁性材料制作?	59
101. 为什么感应炉的感应器用空心铜管制作?	59
102. 感应炉的倾炉机构有几种类型?	60

103. 感应炉哪些设备需要水冷?	60
104. 为什么水冷设备只安装进水阀门而不安装出水 阀门?	61
105. 真空感应炉的结构有何特点?	61
106. 真空感应炉有几种类型?	61
107. 什么是等离子感应炉?	63
108. 为什么安装高频感应炉的房间要用金属网(板) 屏蔽?	63
109. 中频感应炉用什么电源装置?	64
110. 高频感应炉用什么电源装置?	65
111. 感应器为什么要联接补偿电容器?	66
112. 用中频发电机组作感应炉电源时,在冶炼过程中为什么 要经常调节电容器值?	66
113. 可控硅中频电源与中频发电机组相比有哪些优点?	67
114. 可控硅中频电源型号的意义是什么?	67
115. 可控硅中频电源的电路由哪几部分组成?	68
116. 整流电路的作用是什么?	70
117. 可控硅中频电源为什么不能用二极管整流?	70
118. 三相全控整流电路是怎样工作的?	70
119. 整流触发控制电路的作用是什么?	73
120. 平波电抗器的作用是什么?	74
121. 可控硅中频电源为什么必须使用快速熔断器保护,而不 能用普通熔断器保护?	74
122. 逆变电路的作用是什么?	75
123. 什么是并联逆变电路?	75
124. 什么是串联逆变电路?	75
125. 并联逆变电路为什么必须增设起动电路? 起动电路是怎 样工作的?	76
126. 什么是负载的阻抗匹配? 负载的阻抗匹配不好如何 改善?	77

127. 可控硅中频电源为什么不需要调整电容器值?	79
128. 可控硅中频电源对冷却水有何要求?	79
129. 可控硅中频电源的使用与维护应注意什么问题?	79
130. 如何分析与处理可控硅中频电源的故障?	81
131. 负载回路的主要故障有哪些? 故障产生的原因是 什么?	81
132. 可控硅全导通时, 输出电压达不到额定值有哪些 原因?	83
133. 可控硅导通角大于 120° 有哪些原因?	84
134. 快速熔断器或可控硅损坏的原因有哪些?	84
135. 可控硅中频电源不能起动有哪些原因? 怎样处理?	85
136. 可控硅中频电源中频功率上不去有哪些原因? 怎样 处理?	85
137. 为什么可控硅中频电源常在夏天能正常工作而到冬天则 不可靠, 或在冬天能正常工作而到夏天则不可靠?	86

第四章 感应炉坩埚

138. 什么是坩埚? 它的作用是什么?	87
139. 坩埚如何分类?	87
140. 什么是碱性坩埚?	87
141. 什么是酸性坩埚?	88
142. 什么是中性坩埚?	88
143. 感应炉坩埚对耐火材料的要求有哪些?	88
144. 碱性耐火材料的主要要求是什么?	89
145. 酸性耐火材料的主要要求是什么?	90
146. 对坩埚的质量有哪些要求?	91
147. 打结坩埚的耐火材料为什么要有一定的粒度配比?	91
148. 打结坩埚的添加剂有哪些?	92
149. 用硼酸作添加剂时硼酸的作用是什么?	92
150. 硼酸的加入量用多少较合适?	93

151. 坩埚的制作方法有几种？	93
152. 打结坩埚前的准备工作有哪些？	93
153. 怎样打结坩埚？	94
154. 坩埚的烧结方法有几种？	95
155. 坩埚烧结的目的是什么？	95
156. 坩埚的烧结结构如何？	96
157. 石英砂坩埚怎样烧结？	97
158. 镁砂坩埚怎样烧结？	99
159. 洗炉的目的是什么？	100
160. 怎样进行洗炉？	101
161. 如何使用和维护坩埚？	101

第五章 感应炉炼钢工艺

162. 感应炉炼钢法有什么特点？	102
163. 感应炉炼钢需用哪些原材料？	103
164. 感应炉炼钢对入炉废钢有何要求？	103
165. 感应炉炼钢对入炉合金返回钢有何要求？	104
166. 感应炉炼钢对造渣用的石灰有何要求？	104
167. 有色玻璃为什么不能用做酸性渣的造渣材料？	104
168. 造碱性渣时加入萤石有何作用？对萤石有何要求？	104
169. 铁合金入炉前为什么要进行烘烤？	105
170. 锰铁有高、中、低碳三类，铬铁有高、中、低、微碳四类，它们的含碳量各为多少？感应炉冶炼时怎样选用？	105
171. 在什么情况下用金属元素进行合金化？	106
172. 氧化钼块、钼渣和钼精矿可否用于含钼、钒和钨的钢的合金化？	106
173. 炉料的尺寸和感应炉电源频率有什么关系？为什么？	106
174. 感应炉炼钢方法有几种？各适用于哪些范围？	107
175. 感应炉炼钢装料前应进行哪些准备工作？	108

176. 感应炉装料时要注意哪些问题?	108
177. 底渣有何作用?	109
178. 什么是“桥架”现象? “桥架”现象产生的原因是 什么?	110
179. 为什么炉料中的硅在碱性冶炼法中大部分被氧化? 而在 酸性冶炼法中则氧化较少?	110
180. 为什么炉料中的锰在碱性冶炼法中被氧化的较少? 而在 酸性冶炼法中大部分被氧化?	111
181. 感应炉冶炼时为什么炉渣的温度低于金属的温度? 对冶 炼有何影响?	112
182. 什么是单渣法冶炼? 它适用于哪些钢种的冶炼?	112
183. 什么是双渣法冶炼? 它适用于哪些钢种的冶炼?	112
184. 感应炉冶炼在什么情况下进行吹氧氧化? 吹氧时要注意 哪些问题?	112
185. 碱性氧化冶炼法怎样脱磷?	113
186. 碱性冶炼法怎样进行脱硫?	115
187. 为什么酸性冶炼法不能脱磷和脱硫?	116
188. 什么是“驼峰”现象? 产生的原因是什么?	117
189. 感应炉中的电磁搅拌作用对冶炼有何影响?	117
190. 感应炉冶炼精炼期有哪些任务?	118
191. 为什么要脱氧?	118
192. 对脱氧元素的要求有哪些? 常用的脱氧元素有哪些?	119
193. 什么是元素的脱氧能力? 常用的脱氧元素其脱氧能力 如何?	119
194. 为什么复合脱氧剂的脱氧能力比单一脱氧剂的脱氧能 力强?	120
195. 什么是沉淀脱氧? 它有什么优缺点?	122
196. 什么是扩散脱氧? 它有什么优缺点?	123
197. 什么是综合脱氧? 它有什么优缺点?	123

198. 什么是真空脱氧? 它有什么特点?	124
199. 什么是硅还原脱氧法?	125
200. 感应炉冶炼精炼期采用哪种脱氧方法? 用什么脱 氧剂?	125
201. 感应炉冶炼时采用哪几种渣系的炉渣?	126
202. 感应炉精炼期渣量选用多少合适? 为什么?	126
203. 什么是合金化?	126
204. 什么是合金回收率?	127
205. 哪些因素影响合金回收率?	127
206. 钢液合金化时合金元素在什么时候加入?	127
207. 调整低合金钢合金成分时, 怎样计算合金的加入量? ...	128
208. 调整单元素高合金钢合金成分时, 怎样计算合金的加 入量?	129
209. 调整多元素高合金钢合金成分时, 怎样计算合金加 入量?	129
210. 什么是终脱氧? 终脱氧的目的是什么?	133
211. 为什么要有合适的出钢温度? 出钢温度怎样确定?	133
212. 碱性感应炉炼钢法出钢过程中可否脱硫? 为什么?	135
213. 合金成分脱出规格的原因有哪些? 如何防止?	135
214. 精炼期碳高怎样处理?	136
215. 精炼期合金元素高出规格时怎样处理?	136
216. 什么是二次氧化?	137
217. 为什么冶炼高合金钢后第一炉要冶炼相应元素的低合 金钢?	138
218. 为什么酸性坩埚不适于冶炼含锰高的钢与合金? 也不适 于冶炼含铝、钛、锆的钢与合金?	138
219. 真空冶炼有哪些优越性?	138
220. 真空冶炼时为什么有的元素易挥发, 有的元素不易 挥发?	139
221. 感应炉炼钢的主要技术经济指标有哪些? 如何	

计算?	140
-----------	-----

第六章 钢的浇注

222. 什么是镇静钢? 什么是沸腾钢? 什么是半镇静钢?	141
223. 镇静钢钢锭结构有什么特点?	141
224. 什么是结晶? 结晶需要什么条件?	142
225. 什么是自发形核和非自发形核? 结晶的一般过程是怎 样的?	143
226. 什么是平衡结晶? 什么是非平衡结晶?	145
227. 什么是选分结晶?	145
228. 什么是偏析? 偏析对钢的性能有何影响?	145
229. 如何衡量偏析程度?	146
230. 钢水结晶有哪些特点?	146
231. 如何计算钢锭完全凝固的时间?	147
232. 镇静钢锭的缩孔是怎样形成的? 如何改善缩孔的 分布?	147
233. 钢锭冷却时会产生哪些应力?	148
234. 在浇注过程中, 如何防止空气对钢液的二次氧化?	149
235. 正常浇注时注流的形态是怎样的? 如何获得比较理想的 注流?	150
236. 在凝固过程中模内钢水流动有什么规律?	151
237. 钢包是由几部分组成的?	152
238. 小容量感应炉所用转包结构有什么特点?	153
239. 选用钢包应考虑哪些因素?	154
240. 钢包内衬选用什么耐火材料为好?	155
241. 如何选用水口直径和水口材质?	155
242. 浇注镇静钢为什么要选上天下小带保温帽的钢 锭模?	156
243. 对保温帽有哪些技术要求?	156
244. 绝热板用什么材料制作?	156

245. 怎样安装绝热板?	156
246. 底板和中注管结构各有什么特点?	157
247. 什么是上注法? 什么是下注法?	158
248. 浇注前钢包准备工作不充分会有什么危害?	159
249. 为了防止底板跑钢, 修砌底板应注意哪些问题?	160
250. 修砌中注管应注意什么问题?	160
251. 安放保温帽应注意什么问题?	160
252. 浇注前钢水在钢包内为什么要镇静?	161
253. 什么是包内回磷? 如何防止?	161
254. 如何判断浇注温度是否合适? 注温过高和注温过低应采 取什么应急措施?	162
255. 如何调整浇注速度?	162
256. 合成渣在保护浇注中的主要作用是什么?	163
257. 怎样配制保护渣?	163
258. 发热剂和保温剂的作用是什么? 它们是用什么材料配 制的?	165
259. 镇静钢下注开流时应注意什么问题?	166
260. 怎样用上小下大的沸腾钢锭模浇注镇静钢?	166
261. 小容量感应炉浇注小钢锭有什么特点?	167
262. 感应炉怎样浇注电渣炉和真空电弧炉的自耗电极?	167
263. 使用滑动水口应注意哪些问题?	168
264. 哪些钢种钢水流动性较好? 哪些钢种钢水流动性较差? 浇注这些钢种时应注意什么?	169
265. 为什么要规定钢锭的脱模时间?	169
266. 钢锭的冷却方法有几种?	169
267. 为什么钢锭要在干燥避风处冷却, 不能受潮?	170
268. 什么是退火? 钢锭退火的目的是什么?	170
269. 哪些钢种的钢锭需要采取缓冷和退火处理?	170