

冲天炉问答

(第2版)



周继扬 编著

机械工业出版社

TG232.1
9500224

冲天炉问答

(第 2 版)

周继扬 编著



机械工业出版社

(京) 新登字054号

本书是1982年版《冲天炉问答》的修订本。在编排与内容上都作了较大的改动与补充。全书分八章,包括:冲天炉的热工原理、冶金原理、强化措施、类型与结构、熔炼过程的控制、各种铸铁的熔制工艺、鼓风机及筑炉材料共352个在实际工作中常遇到的问题,新版显得更丰富、实用。

书中,结合对问题的回答,向读者提供了大量切实可用的具体数据、资料、标准、规范及工厂经验,因此具有较强的实用价值。

本书的读者对象主要是中小厂及乡镇企业从事冲天炉现场工作的工程技术人员及技术工人。也可供大中专院校铸工专业的学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

冲天炉问答/周继扬编著.第2版.一北京:机械工业出版社,1995

ISBN 7-111-04319-7

I. 冲...

II. 周...

III. 冲天炉-问答

IV. TG232.1

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第05132号

出版人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)

责任编辑:余茂祚 版式设计:张世琴 责任校对:肖新民

责任印制:王国光

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1982年8月第1版·1995年4月第2版·1995年4月第3次印刷

787mm×1092mm¹/₃₂·13印张·277千字

15 001-18 000 册

定价:18.00元

前 言

近年来，不少热心读者，尤其是一些乡镇企业、中小厂的铸铁熔炼技术人员纷纷写信给出版社及我本人，希望能将《冲天炉问答》予以修订再版。原书是1982年写的，至今12年过去了。这期间，我国广大冲天炉工作者在炉子结构、熔炼工艺、原辅材料（铸造焦）、检测、鼓风机以及提高铁液质量等诸方面，结合我国实际情况作了大量的工作，也积累了不少的经验。为此，笔者对原书进行了修订与补充，以使该书能更好地服务于从事冲天炉熔炼的现场工作者。

这次修订，增加了总篇幅。资料、数据较原书充实了很多。本书力求做到：内容通俗易懂，问题简洁明了；理论阐述由浅入深，从问题出发；实际经验尽量具体，立足于实用；面向中小工厂，服务乡镇企业。

本书编写过程中得到钟凤琪、那清忠的大力支持，刘春鸣、郭守庆、李长兴在资料整理、文字抄写方面给予了帮助，特此致谢。

作者衷心希望读者对书中不足之处提出宝贵意见。

大连理工大学 周继扬

目 录

前言

第一章 冲天炉的热工原理	1
1. 冲天炉的工作过程是怎样的?	1
2. 冲天炉内传热有哪几种方式? 各有什么特点?	1
3. 焦炭燃烧时发生哪四个基本反应?	2
4. 怎样根据底焦燃烧产生的炉气成分特点区分氧化带和 还原带?	4
5. 氧化带的高度与哪些因素有关?	5
6. 还原带的有利与不利之处是什么? 它的高度与哪些因 素有关?	6
7. 怎样强化焦炭的燃烧?	6
8. 怎样计算冲天炉的燃烧比 (η_V)?	8
9. 燃烧比 (η_V) 对熔炼过程有什么影响? 如何选择合理 的 η_V ?	8
10. 怎样根据炉内温度分布区分预热区、熔化区和过热 区?	10
11. 怎样强化预热区的传热过程?	10
12. 什么是冲天炉的炉壁效应?	11
13. 熔化区的形状与高度对铁液质量有什么影响?	12
14. 怎样强化熔化区的传热过程?	13
15. 各种金属料的熔化特点是什么?	14
16. 怎样强化过热区的传热过程?	15
17. 怎样计算冲天炉的热效率?	16
18. 冲天炉工作过程中热量的来源与消耗大致比例怎样?	17

19. 提高冲天炉热效率的基本途径是什么?	19
第二章 冲天炉的冶金原理	21
一、一般概念	21
20. 一个能自动发生的冶金反应的特点是什么?	21
21. 如何判断一个冶金反应能否自发进行?	21
22. 什么叫做自由能 (F°) 及自由能变化 (ΔF°)? 如何 利用自由能变化判断冶金反应的方向?	22
23. 怎样用自由能图表分析炉内冶金反应的进行?	24
二、硅、锰、铁的变化	24
24. 为什么冲天炉的炉气一般呈氧化性?	24
25. 硅、锰、铁在冲天炉内的变化规律是怎样的?	26
26. 硅、锰、铁在冲天炉内是怎样被氧化烧损的? 如何减 少它们的烧损?	27
27. 冲天炉熔炼过程可以发生增硅吗?	29
28. 冲天炉中能否发生增锰现象?	31
29. 硅、锰的烧损与炉料中的硅、锰含量有什么关系?	31
30. 在酸性冲天炉中, 为什么锰的烧损比硅大?	32
三、碳的变化	33
31. 碳在冲天炉内是怎样变化的?	33
32. 什么叫平衡含碳量?	35
33. 炉料含碳量对增碳或减碳有什么影响?	36
34. 出铁温度对增碳、减碳有什么影响?	37
35. 焦炭对增碳有什么影响?	38
36. 供风方式对增碳有什么影响?	38
37. 为什么炉渣的碱度大对铁液增碳有利?	39
四、硫、磷在冲天炉炉内的变化	40
38. 为什么在酸性冲天炉内, 铁液总是增硫的?	40
39. 焦炭中的硫是怎样进入铁液的?	40
40. 炉内脱硫的基本原理是什么?	41

41. 为什么提高炉温有利于炉内脱硫?	44
42. 碱性冲天炉为什么可以脱硫?	44
43. 降低炉渣中 FeO 含量为什么有利于脱硫?	45
44. 铁液的成分是怎样影响去硫的?	46
45. 在酸性冲天炉中为什么不增磷也不减磷?	47
46. 在冲天炉内脱磷的条件是什么?	47
五、炉外脱硫	48
47. 炉外脱硫的基本原理是什么?	48
48. 常用的炉外脱硫剂有哪些? 它们各有什么特点?	51
49. 用碳化钙(电石)脱硫的原理与特点是什么?	53
50. 电石的理化特性是怎样的? 有哪些型号规格?	55
51. 用 CaC_2 脱硫的方法有几种?	55
52. 摇包脱硫原理、装置及主要工艺参数怎样?	56
53. 气动脱硫的原理、装置及主要工艺参数怎样?	58
六、铁液中的氧、氢、氮	60
54. 铸铁中含气量的表示方法有哪些?	60
55. 铁液中的氧以什么形式存在? 它们的大致含量是多 少?	61
56. 铁液氧化时有什么现象? 它与铸件质量有什么关系?	61
57. 如何判断铁液的氧化程度?	62
58. 为什么提高铁液温度可减少铁液中 Si 、 Mn 的氧化 烧损?	63
59. 怎样确定避免铁液受氧化的“临界铁液温度”?	64
60. 什么是“氧化性的污染铁液”与“还原性的纯净铁 液”?	65
61. 铁液中的含氢量应控制在什么范围? 它与铸件质量有 何关系?	66
62. 炉衬及包衬的湿度与铁液含氢量有什么关系?	66
63. 送风湿度对铁液含氢量有何影响? 与白口深度有什么	

关系?	68
64. 炉料中废钢 (或钢屑) 的状况对铁液含氢量有什么影响?	69
65. 硅铁含铝量对铸件氢针孔有何影响?	70
66. 生铁锭的吸湿状况对铁液含氢量有何影响?	70
67. 防止氢针孔的措施是什么?	70
68. 什么是氢氮混合针孔? 形成原因和特点是什么?	71
69. 铸铁中的含氮量应控制在什么范围?	72
70. 促使铁液含氮量增多的主要因素是什么?	72
71. 如何防止含氮量过高而导致气孔缺陷?	73
72. 渣气孔是怎样形成的? 与浇注温度有什么关系?	73
七、炉渣	74
73. 冲天炉炉渣是由什么物质组成的?	74
74. 什么是酸性渣? 什么是碱性渣?	74
75. 加熔剂“造渣”是怎么回事?	75
76. 怎样改善炉渣的流动性?	75
77. 为什么可以用炉渣中的 FeO 含量去检查铁渣质量?	76
第三章 冲天炉的强化措施	79
一、一般概念	79
78. 冲天炉的技术经济指标包括哪些内容?	79
79. 冲天炉的工艺参数包括哪些内容?	80
80. 冲天炉的强化包括什么内容? 它与铁液质量是什么关系?	81
二、风量、风压、风速的影响	82
81. 怎样计算冲天炉的理论送风量?	82
82. 怎样计算冲天炉的实际送风量?	84
83. 加大风量对铁液温度有什么影响?	86
84. 什么是冲天炉网络图?	87
85. 如何用网络图去选择冲天炉的风炭配合?	88

86. 怎样确定最佳送风强度?	89
87. 如何从熔化率去判断冲天炉送风量?	90
88. 怎样增加冲天炉的风量?	92
89. 什么是等重送风?	93
90. 风压对冲天炉强化有什么影响?	93
91. 怎样计算冲天炉所需要的风压?	94
92. 送风速度对冲天炉的强化有什么影响?	96
93. 什么是风口比? 怎样选择冲天炉的风口比?	97
三、热风及热风装置	99
94. 预热送风为什么可以强化冲天炉熔炼过程?	99
95. 热风装置有几种类型? 各自特点怎样?	102
96. 肋片式炉胆(又称“密肋炉胆”)换热器的结构是怎 样的?	102
97. 如何确定肋片式炉胆的各部分尺寸?	104
98. 如何延长密肋炉胆的使用寿命?	105
99. 什么是双热风胆温差式供风?	107
100. 温差式供风冲天炉的结构特点及为何它能提高铁 液温度、节约焦炭?	109
101. 温差式供风冲天炉的技术经济效益如何?	111
四、脱湿送风	111
102. 鼓风湿度对冲天炉熔炼过程及铸件质量有什么影 响?	111
103. 有哪些降低送风湿度的方法?	113
104. 冷冻脱湿送风系统包括哪些主要设备? 使用效果 怎样?	114
105. 气候变化对冲天炉熔炼会带来什么影响?	115
五、加氧送风	116
106. 什么是“加氧送风”操作?	116
107. 加氧送风的方法有哪一种?	117

108. 列举在风管中加氧的具体实施经验	118
109. 加氧送风会不会增加元素烧损?	119
六、焦炭	120
110. 焦炭的成分是什么?	120
111. 什么是焦炭的气孔率?	121
112. 焦炭的热稳定性指什么?	122
113. 我国主要焦炭产地有哪些? 其性能指标怎样?	123
114. 如何直观评定焦炭的质量?	124
115. 焦炭质量是怎样影响底焦燃烧状况的?	124
116. 焦炭块度对冲天炉熔炼过程有什么影响?	125
117. 什么是铸造焦? 它与冶金焦有什么不同?	126
118. 改用铸造焦后, 冲天炉的熔炼工艺应作什么变动?	128
119. 怎样使用质量差的焦炭?	129
120. 焦末如何压块使用?	130
121. 为什么不应该追求过高的铁焦比?	130
122. 如何评定合理的铁焦比?	132
123. 理论上的极限铁焦比是多少?	133
七、附加燃料强化	134
124. 冲天炉附加煤粉对强化熔炼有什么好处?	134
125. 附加煤粉为什么可以节约焦炭?	135
126. 附加煤粉装置的结构是怎样的?	135
127. 附加煤粉冲天炉操作时应注意什么问题?	136
八、其它强化措施?	137
128. 什么是开渣口操作? 它为什么能提高铁液温度?	137
129. 开渣口操作应注意什么问题?	137
130. 为什么减小炉料块度有利于提高铁液温度?	138
131. 为什么底焦高度偏低时会影响铁液的过热?	139
132. 料层厚薄对铁液过热有什么影响?	140
133. 加接力焦的目的是什么?	142

134. 如何使用废石墨电极块作冲天炉的底焦燃料?	142
135. 冲天炉的有效高度对铁液过热有什么影响?	143
136. 如何减少铁液的降温损失, 保持铁液的温度?	143
137. 炉内加电石为什么可以提高铁液温度? 使用时应 注意什么?	144
138. 炉内添加碳化钙后对铁液成分有何影响?	145
139. 铁液温度不稳定的原因是什么? 如何调整解决?	146
第四章 冲天炉的类型与结构	147
一、冲天炉的一般结构	147
140. 普通冲天炉由哪些部分组成?	147
141. 设计炉身外壳时应注意什么?	147
142. 怎样根据冲天炉生产率选定炉壳内径与炉壳钢板 厚度?	149
143. 炉缸的结构尺寸是怎样的?	150
144. 怎样确定炉缸深度及砂床厚度?	150
145. 怎样选定有效高度?	152
146. 风箱的结构有几种类型?	153
147. 风箱与风管有几种连接方式?	155
148. 风箱的尺寸是如何确定的?	155
149. 送风管路如何布置较合理? 风管设计中应注意什 么?	156
150. 有哪几种活动炉身(炉缸)的结构?	156
151. 前炉的作用是什么? 它由哪些部分组成?	158
152. 火花捕集器的原理与规格尺寸是怎样确定的?	160
153. 冲天炉的烟囱、加料口的基本尺寸是怎样确定的?	160
二、大排距冲天炉	161
154. 大排距冲天炉的优缺点是什么?	161
155. 为什么大排距冲天炉有较好的熔炼效果?	162
156. 如何调整冲天炉的排距?	164

157. 风口是倒置、等置、还是正置好?	165
158. 使用低质焦炭时如何选择排距与风量配置?	165
159. 什么是双风带大排距冲天炉? 它的熔炼效果怎样? ...	166
160. 为什么大排距冲天炉的元素烧损少?	167
161. 如何确定大排距双层送风冲天炉的结构?	168
162. 如何确定大排距冲天炉的工艺参数?	170
三、多排小风口冲天炉	170
163. 什么是多排小风口冲天炉?	170
164. 多排风口是怎样强化底焦燃烧的?	172
165. 怎样选择冲天炉的风口角度?	173
166. 如何确定多排小风口冲天炉的结构参数?	175
167. 怎样选择多排小风口冲天炉的工艺参数?	175
四、卡腰冲天炉	180
168. 什么是卡腰冲天炉?	180
169. 为什么卡腰冲天炉有较好的强化效果?	181
170. 如何设计卡腰冲天炉的主要结构?	182
171. 卡腰冲天炉的工艺参数有哪些?	184
172. 卡腰冲天炉的操作要点是什么?	184
173. 5 t / h 以上的卡腰冲天炉为什么很少使用?	185
五、曲线炉膛冲天炉	186
174. 曲线炉膛有哪几种类型? 它们的结构特点是什么? ...	186
175. 曲线炉膛对强化熔炼过程起什么作用?	186
176. 怎样选定曲线炉膛的各部分尺寸?	189
177. 什么是双鼓形曲线炉膛冲天炉? 有什么优点?	189
六、中央送风冲天炉	190
178. 中央送风冲天炉有什么优缺点?	190
179. 怎样选定中央送风风嘴的结构参数?	192
180. 什么是风渣帽? 它对熔炼过程有什么影响?	194
181. 如何稳定中央送风冲天炉的铁液成分, 减少氧化	

烧损?	195
182. 中央送风操作应注意什么?	196
183. 在什么情况下使用中央送风冲天炉较合适?	197
第五章 冲天炉熔炼过程的控制	198
一、炉料的使用	198
184. 生铁分为哪些类? 它们各有什么特点?	198
185. 炼钢用生铁的国家标准是怎样的?	198
186. 铸造用生铁的国家标准是怎样的?	198
187. 球墨铸铁用生铁的国家标准是怎样的?	198
188. 如何选用生铁?	200
189. 什么是炉料的遗传性?	203
190. 什么是生铁含气遗传性?	204
191. 什么是炉料组织遗传性?	204
192. 炉料的遗传性会影响铁液的流动性及缩孔缩松倾向吗?	206
193. 克服炉料遗传性的措施有哪些?	206
194. 怎样使用高锰生铁作炉料?	206
195. 如何解决钒钛生铁含碳量波动大的问题?	207
196. 炼钢生铁能作为普通灰铸铁件的炉料吗?	207
197. 使用废钢时应注意什么?	208
198. 镀锌废钢铁炉料可投炉使用吗?	209
199. 各类铸铁的废钢加入量是多少?	209
200. 回炉料有什么特点?	209
201. 如何识别废机器铁的成分特点?	210
202. 在冲天炉内加铁合金应注意什么问题?	211
203. 列出常用铁合金、纯金属的熔点及密度数值?	212
204. 常用铁合金的化学成分范围是怎样的?	213
205. 添加合金元素有哪几种形式?	214
206. 合金元素的加入方法有哪几种?	215

207. 各种合金元素在炉内加入及炉前加入的烧损率怎样? 合适的块度(粒度)多大?	216
208. 怎样使用碎粉状的硅铁?	219
209. 怎样使用废钢屑?	219
210. 怎样使用废铁屑?	221
211. 使用钢铁切屑时容易出现什么问题? 怎样解决?	221
212. 怎样使用废钢铁切屑直接熔制灰铸铁?	223
二、配料计算	227
213. 配料时应遵循什么原则?	227
214. 配料计算前应掌握什么数据资料?	227
215. 配料计算的步骤是怎样的? 举例说明。	229
三、炉前检测	233
216. 用三角试样估计铁液成分的原理是什么?	233
217. 怎样制取三角试样?	233
218. 如何保证三角试样的代表性?	234
219. 三角试样的尺寸是怎样的? 如何选用?	235
220. 如何从三角试样的断口颜色与特征判断铁液的碳当量?	235
221. 如何从三角试样白口宽度粗略确定铸铁的牌号?	235
222. 检测铁液成分的圆柱激冷试棒的原理是什么?	237
223. 炉前如何调整白口宽度?	237
224. 如何根据圆柱试棒的顶面形态、断口特征去判断铁液成分及相应的牌号?	238
225. 铁液表面为什么会翻花? 怎样从翻花花纹中粗略估计碳、硅含量?	239
226. 怎样从加料口的废气状况判断焦炭燃烧的好坏?	242
227. 如何判断底焦高度合适与否?	242
228. 怎样根据炉渣的颜色状况判断炉况?	242
229. 观察铁液表面翻花时应注意什么?	243

230. 怎样从铁液火花判断化学成分?	244
231. 什么是热分析法?	245
232. 怎样根据合金的相图分析冷却曲线的形状特点?	245
233. 用热分析法测定铸铁碳、硅量的原理是什么?	247
234. 热分析法的测试装置包括哪些部分?	248
四、炉况判断与调整	250
235. 根据什么现象去判断冲天炉风量过大或偏小?	250
236. 怎样从风口观察炉内熔化状况?	251
237. 怎样从加料口观察炉内棚料状况?	251
238. 铁液氧化的原因与克服措施如何?	251
239. 怎样根据炉衬腐蚀位置分析熔炼情况?	252
240. 在没有测温仪表情况下如何凭经验估计铁液温度?	252
241. 在熔炼过程中调整铁液温度的措施有哪些?	253
五、冲天炉事故与排除	254
242. 炉料搭棚(又称棚料)的原因是什么? 如何防止 与排除?	254
243. 风口严重结渣是怎样形成的?	255
244. 出铁口冻结的原因是什么? 如何克服?	256
245. 炉壳烧红的原因及防止办法是什么?	256
246. 什么是落生? 如何预防?	257
247. 冲天炉爆炸的原因是什么? 怎样预防?	257
248. 炉底漏铁液的原因何在? 如何防止?	258
249. 过桥堵塞的原因是什么? 怎样保持过桥畅通?	258
250. 如何防止冲天炉因故停风所造成的过桥堵塞?	259
251. 长时间停电(或停风)应怎样处置?	260
252. 如何防止冷却水套爆炸事故发生?	260
253. 发渣的原因是什么? 如何预防及处置?	261
六、冲天炉热工检测	262
254. 插入式热电高温计的结构是怎样的?	262

255. 怎样保证测温的准确性及代表性?	263
256. 怎样测量冲天炉风压?	264
257. 怎样用毕托管测量风量?	265
258. 怎样利用孔板流量计测量风量?	268
259. 怎样分析冲天炉的炉气?	270
260. 如何检查炉气分析的数值是否正确?	273
261. 用奥氏气体分析器时应注意什么?	274

第六章 各类铸铁的熔制工艺 275

一、灰铸铁（孕育铸铁）的熔制 275

262. 什么是孕育铸铁?	275
263. 什么是密烘铸铁? 它与孕育铸铁有区别吗?	276
264. 对生产孕育铸铁的原铁液有什么要求?	277
265. 怎样选定灰铸铁（孕育铸铁）的化学成分?	278
266. 熔制孕育铸铁时应如何选定废钢加入量?	278
267. 有哪些主要类型的孕育剂? 它们的特点怎样?	280
268. 常用的孕育处理方法有哪些?	284
269. 生产低牌号灰铸铁（HT100、HT150）时应注意 什么问题?	289
270. 什么是高硅碳比铸铁? 它有什么特点?	289
271. 提高硅碳比为什么能提高灰铸铁的抗拉强度?	291
272. 如何选择 Si/C 比?	291
273. 高硅碳比铸铁的熔炼及孕育处理有什么特点?	292
274. 怎样进行高 Si/C 铸铁的炉前检验?	293

二、球墨铸铁的熔制 294

275. 普通球墨铸铁有几种牌号? 它的国家标准是怎样 的?	294
276. 检验球铁力学性能的 Y 形单铸试块形状尺寸是怎 样的?	294
277. 如何确定铁素体、珠光体、贝氏体球铁的化学成	

分?	295
278. 生产 QT400-18, QT400-15 两种铁素体型球铁时, 它们的熔炼工艺有什么区别?	297
279. 应如何选用生产球铁的炉料?	298
280. 应选择什么样的生铁生产铸态铁素体球铁?	298
281. 冲入法球化处理工艺的要点是什么?	300
282. 为什么“一次出铁球化处理”有利于夹渣的去除?	302
283. 盖包法处理球铁是怎么回事?	303
284. 稀土镁球化剂的性能特点是什么?	303
285. 稀土镁球化剂的国家专业标准是怎样的?	304
286. 怎样选择球化剂?	305
287. 球化处理后为什么一定要进行孕育处理?	305
288. 有哪几种常用的孕育剂? 如何选用?	305
289. 怎样观察三角试样, 快速判断球化情况?	305
290. 怎样通过观察铁液氧化膜快速判断球化?	308
291. 如何通过花纹观察判断球铁的衰退情况?	309
三、蠕墨铸铁的熔制	310
292. 蠕墨铸铁分几种牌号? 如何选用这些牌号?	310
293. 怎样确定蠕铁原铁液的化学成分?	312
294. 为得到蠕虫状石墨, 铁液中含多少残余稀土, 多 少残余镁较合适?	312
295. 怎样才能熔制出各种牌号的蠕墨铸铁?	313
296. 哪种蠕化剂最适合于中小厂使用?	314
297. 蠕墨铸铁的蠕化处理工艺是怎样的?	315
298. 怎样用三角试样检查蠕化率?	317
四、可锻铸铁的熔制	317
299. 我国黑心可锻铸铁和珠光体可锻铸铁的国家标准 是怎样的?	317
300. 怎样选定可锻铸铁的化学成分?	319