

高炉 生产 知识 问答



GAOLU SHENGCHUAN

ZHISHI WENDA

冶金工业出版社

高炉生产知识问答

董一诚 全泰铉 魏升明 陈德泰 余绍儒 编

310524/30

冶金工业出版社

高炉生产知识问答

董一诚 全泰铉 魏升明 陈德泰 余绍儒 编

•

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店总店科技发行所经销

冶金工业出版社印刷厂印刷

•

850×1168 1/32 印张 13 3/4 字数 346 千字

1991年3月第一版 1991年3月第一次印刷

印数00,001~2,400册

ISBN 7-5024-0789-8

TF·180 定价9.80元

前 言

为了满足广大炼铁和烧结工人以及中等专业学校的青年技术人员的要求，我们根据近年来各类炼铁技术培训班的学员提出的有关问题，以问答形式编写了本书。

本书简要地介绍了高炉炼铁和铁矿粉烧结的基本理论知识，并结合生产中的实际问题用基本理论分析了一些主要的冶炼过程和生产现象。同时，结合大、中、小高炉生产特点，介绍了一些生产操作经验。全书分八章共440问，书后还附有与高炉生产过程有关的一些主要参考数据。

高炉生产过程极其复杂，并且受到诸多因素的限制，要想以问题形式将生产知识逐一提出并作解答，并不是一件很容易的事；而且试想在一本基础读物中把高炉生产问题解答明白并且做到深浅适度，更是一件难事。我们编写本书，只是进行了一个初步尝试。希望广大读者和同行提出宝贵意见，以便我们有条件时做进一步修改。

全书由北京科技大学董一诚、余绍儒同志总编纂。其中炼铁原料、原理部分由唐山工程技术学院全泰铨、陈德泰同志编写，生产操作和强化冶炼部分由首钢魏升明同志编写，炼铁设备选型和高炉技术进步部分由董一诚、余绍儒同志编写。

河北省冶金厅副总工程师李振华同志对书中内容进行了审阅，并提出了宝贵意见。本书在编写过程中还得到其他一些同志的帮助和支持，在此一并致以诚挚的谢意。

由于水平有限，加之经验不足，书中错误和不妥之处敬请广大读者批评指正。

编者

1989年10月

目 录

第一章 高炉生产概述

1. 什么叫生铁?	1
2. 生铁有哪些种类?	1
3. 高炉炼铁的工艺流程由哪几部分组成?	1
4. 上料系统包括哪些部分?	1
5. 装料系统包括哪些部分?	1
6. 送风系统包括哪些部分?	3
7. 煤气回收与除尘系统包括哪些部分?	3
8. 渣铁处理系统包括哪些部分?	3
9. 喷吹系统包括哪些部分?	3
10. 动力系统包括哪些部分?	3
11. 高炉生产有哪些特点?	4
12. 高炉生产有哪些产品和副产品?	4
13. 高炉渣有哪些用途?	4
14. 高炉煤气有什么用途?	5
15. 高炉炉尘有什么用途?	5
16. 高炉炼铁有哪些技术经济指标?	5

第二章 高炉用原料

第一节 矿石、熔剂和燃料

17. 高炉生产用哪些原料?	9
18. 高炉常用的铁矿石有哪几种? 各有何特点?	9
19. 铁矿石的性能如何? 评价铁矿石质量的标准是什么?	10
20. 高炉为什么要用熔剂? 熔剂有哪几种?	13

21. 对熔剂质量的要求是什么?	13
22. 高炉用哪些燃料? 各有何优缺点?	14
23. 焦炭在高炉生产中起什么作用?	15
24. 高炉冶炼过程对焦炭质量提出哪些要求?	16
25. 影响焦炭质量的因素有哪些?	18
26. 什么是焦炭的机械强度和热强度? 测定的方法是 什么?	19
27. 铁矿石入炉前需要经过哪些加工处理?	20
28. 什么叫焙烧? 铁矿石进行焙烧的目的是什么? 有 哪几种焙烧方法?	20
29. 选矿的目的和基本原理是什么? 有哪几种选矿方 法?	22
30. 什么叫精矿产出率、选矿比和金属回收率?	22

第二节 烧结过程的基本理论和工艺

31. 什么是烧结?	23
32. 烧结生产具有何种重要意义?	23
33. 有哪几种烧结方法?	24
34. 抽风烧结过程中为什么会出现分层现象?	24
35. 烧结料层中发生哪些物理、化学变化?	26
36. 烧结料层中固体炭的燃烧有何特点?	26
37. 烧结料层中的温度变化有何规律?	27
38. 高温区对烧结过程有何影响?	29
39. 影响燃烧带温度和厚度的因素有哪些?	29
40. 烧结料层内水分蒸发和凝结的规律是什么? 如何 消除其对烧结过程的不利影响?	32
41. 烧结料层中碳酸盐的分解规律是什么? 什么叫氧 化钙的矿化反应?	34
42. 矿化反应对烧结矿质量有何影响? 如何提高CaO 的矿化程度?	35

43.	如何计算石灰石的分解度和矿化度?.....	36
44.	烧结料中铁和锰的氧化物发生分解、还原和氧化的条件是什么?.....	36
45.	获得高氧化度烧结矿的基本条件是什么?.....	38
46.	如何计算烧结矿的氧化度?.....	38
47.	什么是烧结过程中的固相反应? 不同条件下的固相反应有何不同?.....	39
48.	液相在烧结过程中起什么作用?.....	41
49.	烧结过程中有哪儿种液相体系?.....	43
50.	正硅酸钙对烧结矿质量有何影响?.....	49
51.	什么叫铁酸钙理论? 发展铁酸钙液相需要什么条件?.....	49
52.	烧结矿主要由哪些矿物组成?.....	50
53.	烧结矿的宏观结构和微观结构对烧结矿质量有何影响?.....	51
54.	影响烧结矿矿物组成的因素有哪些?.....	52
55.	烧结过程中为什么能去硫?.....	52
56.	影响烧结过程去硫效果的因素有哪些?.....	55
57.	烧结过程中还能去除哪些有害元素?.....	56
58.	抽风烧结生产工艺包括哪些主要环节?.....	56
59.	烧结生产有哪些技术经济指标?.....	59
60.	烧结矿有哪些质量指标?.....	61
61.	配料的目的和要求是什么?.....	62
62.	有哪儿种配料方法?.....	63
63.	如何进行配料计算?.....	64
64.	为什么要对烧结料进行混合与造球作业? 如何提高它们的效果?.....	72
65.	什么叫铺底料? 它的作用是什么?.....	75
66.	烧结机台车上的布料应满足哪些要求?.....	75
67.	烧结料点火的目的和要求是什么?.....	76

68.	点火用哪些燃料?.....	77
69.	如何表示烧结料层的透气性?.....	77
70.	料层透气性对烧结过程有什么影响?.....	78
71.	如何改善烧结料层的透气性?.....	78
72.	不同类型铁矿石的烧结特性如何?.....	78
73.	矿石粒度对烧结过程有何影响?.....	80
74.	矿石中的脉石成分对烧结过程有何影响?.....	80
75.	烧结用燃料应满足哪些要求?.....	80
76.	燃料用量对烧结过程有何影响?.....	81
77.	烧结料中为什么加熔剂? 加入石灰石对烧结过程 有何影响?.....	83
78.	用消石灰代替石灰石有什么好处?.....	84
79.	用生石灰代替石灰石有什么好处? 使用生石灰应 注意哪些问题?.....	85
80.	碱度高低对烧结矿各项指标有何影响?.....	86
81.	高碱度烧结矿有何特性?.....	88
82.	如何解决自熔性烧结矿强度低的问题?.....	89
83.	生产高碱度烧结矿时应注意哪些问题?.....	89
84.	烧结料中的水分在烧结过程中起何作用?.....	90
85.	对烧结料进行预热的目的是什么? 如何掌握预热 温度?.....	91
86.	有哪几种预热方法?.....	91
87.	返矿的质量和数量对烧结过程有何影响?.....	92
88.	什么叫烧结机真空度? 烧结过程中真空度和风量 变化的规律如何?.....	93
89.	真空度与烧结矿产量和能耗之间有何关系?.....	94
90.	为什么会出现烧结料层上下部温度不均匀的现象? 它对烧结矿质量有何影响? 如何解决?	96
91.	如何判断和控制烧结终点位置?.....	97
92.	料层厚度对烧结过程有何影响?.....	97

93. 在机尾进行破碎和筛分的目的是什么?.....	98
94. 对烧结矿进行冷却的目的是什么?.....	99
95. 有哪几种冷却烧结矿的方法?.....	99
96. 什么叫小球烧结?它有什么好处?.....	101
97. 什么叫烧结机有效风量?如何提高烧结机有效风 量?.....	102
98. 什么叫热风烧结?它有什么好处?.....	102
99. 什么叫烧结矿热处理?它有什么好处?.....	103
100. 烧结料中加稳定剂的目的是什么?目前有哪些常 用的稳定剂?.....	103

第三节 球团矿生产的一般原理和工艺

101. 烧结与球团有哪些区别?.....	104
102. 水分在造球过程中起什么作用?.....	105
103. 物料的成球性能和成球过程是什么?.....	107
104. 操作因素和造球机工艺参数对造球过程有何影 响?.....	109
105. 为什么生球焙烧之前必须进行干燥?干燥过程是 怎样进行的?.....	110
106. 影响生球干燥速度的因素有哪些?.....	111
107. 什么叫生球的破裂温度?如何提高生球的破裂温 度?.....	112
108. 有哪些生球质量的检验指标?.....	113
109. 生球焙烧固结成球团矿的原理是什么?.....	113
110. 哪些因素影响球团矿的焙烧过程?.....	115
111. 什么是球团矿的还原膨胀?如何解决?.....	119
112. 检验球团矿质量的指标有哪些?.....	119
113. 球团矿的生产和焙烧过程是怎样进行的?.....	120
114. 目前主要有哪几种球团焙烧方法?各有什么优缺 点?.....	122

115.	竖炉焙烧球团的基本原理是什么?	123
116.	带式焙烧机焙烧球团的基本原理是什么?	126
117.	链篦机—回转窑焙烧球团的原理是什么?	127

第三章 高炉冶炼原理

第一节 高炉中蒸发分解及还原理论

118.	高炉原料中的游离水对高炉冶炼有何影响?	131
119.	高炉原料中的结晶水对高炉冶炼有何影响?	131
120.	高炉内碳酸盐分解的规律如何?	132
121.	高炉内碳酸盐的分解对高炉冶炼有什么影响?	134
122.	如何消除碳酸盐分解的不利影响?	135
123.	什么叫还原剂?	135
124.	高炉冶炼过程中氧化物还原的热力学条件是什么?	135
125.	高炉内发生哪些主要还原反应?	137
126.	什么叫铁的间接还原?	138
127.	什么叫铁的直接还原?	138
128.	什么叫铁的直接还原度?	138
129.	高炉内的直接还原度与高炉内铁的直接还原度有什么区别?	139
130.	如何计算高炉内铁的直接还原度?	139
131.	直接还原和间接还原在高炉冶炼过程中有什么不同作用?	143
132.	氢参加还原对高炉冶炼有什么影响?	149
133.	高炉内除了铁以外还有哪些元素还原进入生铁?	150
134.	高炉内Mn还原过程有什么特点?	151
135.	高炉内Si还原过程有什么特点?	152
136.	为什么通常用生铁中的含Si量来表示炉温?	154

137.	从铁氧化物中还原铁和从复杂化合物中还原铁有什么区别	154
138.	关于铁矿石还原的机理有哪几种理论?	154
139.	哪些因素影响铁矿石的还原速度?	157
140.	生铁生成过程中渗碳反应是如何进行的?	159
141.	高炉内碳的气化反应和CO的分解反应对高炉冶炼有什么影响?	161

第二节 高 炉 炉 渣

142.	高炉炉渣是怎样形成的?	162
143.	炉渣的主要成分是什么?	164
144.	炉渣在高炉冶炼过程中起什么作用?	165
145.	什么叫炉渣碱度?	165
146.	什么叫碱性炉渣和酸性炉渣?	166
147.	炉渣的软熔特性对高炉冶炼有什么影响?	166
148.	什么叫炉渣的熔化温度?它对高炉冶炼有什么影响?	167
149.	什么叫炉渣熔化性温度?它对高炉冶炼有什么影响?	169
150.	什么叫炉渣粘度?它对高炉冶炼有什么影响?	170
151.	什么叫炉渣的稳定性?它对高炉冶炼有什么影响?	171
152.	哪些因素影响炉渣的粘度?	172
153.	炉渣为什么能起脱硫作用?	178
154.	哪些因素影响炉渣的脱硫能力?	179
155.	关于炉渣结构有哪两种理论?	181
156.	现代炉渣离子结构理论如何解释炉渣碱度与粘度之间的关系?	183

第三节 炉料与煤气运动

157.	炉料在炉内为什么能连续下降？	185
158.	哪些因素影响炉料的顺利下降？	186
159.	什么叫高炉冶炼周期？如何计算冶炼周期？	187
160.	炉缸燃烧反应在高炉冶炼过程中起什么作用？	188
161.	炉缸燃烧反应有什么特点？	188
162.	如何计算炉缸煤气成分与数量？	189
163.	哪些因素影响炉缸煤气成分和数量？	190
164.	炉缸煤气成分对高炉冶炼有什么影响？	191
165.	什么叫风口燃烧带和风口回旋区？	191
166.	燃烧带对高炉冶炼有什么影响？	191
167.	什么叫鼓风动能？如何计算鼓风动能？	193
168.	什么叫风口前理论燃烧温度？它与炉缸温度有什么 区别？	194
169.	哪些因素影响理论燃烧温度？	195
170.	炉缸温度分布有何规律？	196
171.	炉缸煤气在上升过程中体积、成分和温度发生什 么变化？	197
172.	如何计算炉腹煤气成分与数量？	198
173.	如何计算炉顶煤气成分与数量？	198
174.	哪些因素影响炉顶煤气成分？	199
175.	什么叫炉料与煤气的水当量？	200
176.	煤气上升过程中的热交换有什么规律？	200
177.	煤气上升过程中压力分布规律如何？压降与炉料 顺行有什么关系？	202
178.	什么叫高炉料柱的透气性？	203
179.	料柱透气性在高炉冶炼过程中起什么作用？	203
180.	什么叫炉内块状带、软熔带和滴落带？	204

181.	如何改善块状带料柱的透气性?	205
182.	软熔带的位置和结构形状如何影响煤气流运动的 阻力与煤气流分布?	205
183.	滴落带煤气运动的阻力主要受哪些因素的影响?	208

第四节 高炉工艺计算

184.	进行高炉物料平衡与热平衡计算的目的是什么?	208
185.	如何进行高炉配料计算? 计算中应注意哪些问题?	209
186.	如何进行高炉物料平衡计算?	218
187.	如何进行高炉热平衡计算?	223
188.	如何计算高炉理论焦比?	228
189.	什么叫一氧化碳利用率?	231
190.	什么叫碳利用率?	231
191.	什么叫有效热量利用率?	232
192.	什么叫氢利用率?	232
193.	什么叫高炉操作线?	232
194.	如何绘制高炉操作线?	236
195.	什么叫炉身工作效率?	238
196.	如何根据高炉操作线判定焦比潜力?	241

第四章 高炉及热风炉、煤气系统的操作

第一节 高炉操作概述

197.	高炉操作的任务是什么?	245
198.	通过什么方法实现高炉操作的任务?	245
199.	高炉有哪几种基本操作制度? 根据什么选择合理的 操作制度?	245

200.	什么叫炉况判断? 通过哪些手段判断炉况?	246
201.	调节炉况的手段与原则是什么?	246

第二节 热制度的选择

202.	表示热制度的指标是什么?	247
203.	怎样选择合理的热制度?	247
204.	有哪些影响热制度的因素?	248
205.	矿石性质的差异对热制度有何影响?	248
206.	焦炭性质的差异对热制度有何影响?	248
207.	热风温度对热制度有何影响?	250
208.	各种主要因素对热制度影响的经验值是多少?	250

第三节 造渣制度的选择

209.	高炉炼铁对选择造渣制度有什么要求?	250
210.	为什么说炉渣碱度是造渣制度的重要指标?	250
211.	有几种表示炉渣碱度的方法?	251
212.	怎样利用不同炉渣的性能满足生产需要?	251

第四节 送风制度的选择

213.	什么叫送风制度? 它有何重要作用?	252
214.	检验送风制度的指标有哪些?	253
215.	冶炼强度高低与鼓风动能的关系是什么?	253
216.	入炉原料质量与鼓风动能的关系是什么?	253
217.	喷吹燃料与鼓风动能的关系是什么?	253
218.	富氧鼓风与鼓风动能的关系是什么?	256
219.	冶炼不同铁种与鼓风动能的关系是什么?	256
220.	风口长短与鼓风动能的关系是什么?	257
221.	风口数目与鼓风动能的关系是什么?	257
222.	高炉内型与鼓风动能的关系是什么?	259

223.	炉顶压力与鼓风动能的关系是什么？	259
224.	各种因素与鼓风动能关系的本质是什么？	259
225.	合适的鼓风动能的波幅是多少？	260
226.	怎样确定风口直径的大小？	260
227.	风口前理论燃烧温度在高炉冶炼中有什么作用？ 如何确定理论燃烧温度？	261
228.	理论燃烧温度与燃料消耗量的关系是什么？	262
229.	怎样测量与确定合适的回旋区深度？	262
230.	为什么要求圆周进风均匀？	263
231.	怎样利用直观现象与仪表判断送风制度是否合 理？	265

第五节 装料制度的选择

232.	什么叫上部调剂？选择装料制度的目的是什么？	265
233.	装料设备对炉料在炉喉的分布有何影响？	265
234.	什么叫料线？料线高低对布料有何影响？	266
235.	有哪几种装料方法？它们对布料有何影响？	266
236.	矿石性质对炉料在炉内的分布有何影响？	267
237.	矿石批重对布料有何影响？怎样确定合理的矿石 批重？	268
238.	无料钟布料有何特点？	269
239.	煤气流分布、煤气能量利用与高炉顺行之间有什 么关系？	269
240.	什么叫炉顶二氧化碳 (CO_2) 曲线？	270
241.	为什么可以用炉顶 CO_2 曲线来判断炉内煤气流的 分布状况？	271
242.	如何根据 CO_2 曲线来分析炉内煤气能量利用与煤 气流分布？	271

第六节 炼钢生铁与铸造生铁互换品种冶炼

243. 炼钢生铁改换铸造生铁品种冶炼时操作制度应如何变化? 272
244. 炼钢生铁改换铸造生铁品种冶炼时如何进行变料操作? 272
245. 由铸造铁改炼炼钢铁时如何操作? 273
246. 冶炼铸造生铁加硅石有什么作用? 274

第七节 炉况的判断与调节

247. 怎样用直接观测方法判断炉况? 274
248. 怎样利用仪表判断炉况? 275
249. 正常炉况的标志是什么? 277
250. 失常炉况如何分类? 278
251. 边缘煤气流过分发展、中心过重的征兆是什么? 应如何处理? 278
252. 边缘负荷过重、中心煤气发展时的征兆是什么? 应如何处理? 279
253. 炉凉的征兆是什么? 应如何处理? 280
254. 炉热的征兆是什么? 应如何处理? 281
255. 管道行程的征兆是什么? 应如何处理? 281
256. 偏行的征兆是什么? 应如何处理? 283
257. 连续崩料的征兆是什么? 应如何处理? 283
258. 悬料的征兆是什么? 应如何处理? 283
259. 炉墙结厚的征兆是什么? 应如何处理? 284
260. 炉缸堆积的征兆是什么? 应如何处理? 285
261. 亏料线作业有什么危害? 应如何处理? 287
262. 如何确定和控制炉顶温度? 287

第八节 日常操作中的定量调节

263. 什么叫矿石和焦炭的熔剂系数? 如何利用熔剂系数计算石灰石配加量? 288
264. 什么叫矿石的热量换算系数? 如何利用热量换算系数进行变料计算? 289
265. 如何计算矿石的热消耗量? 290
266. 矿石品位变化时如何变料? 293
267. 如何根据生铁含Si量的变化进行变料? 294
268. 风温大幅度变化时如何变料? 294
269. 增减喷吹量时如何变料? 294
270. 如何按炉渣碱度的需要调整石灰石? 295
271. 如何根据烧结矿碱度变化调整石灰石? 295

第九节 炉前操作及渣铁处理

272. 炉前操作的任务是什么? 296
273. 出铁口的构造如何? 296
274. 怎样维护好出铁口? 出铁口的合理深度是多少?
..... 297
275. 堵铁口用的耐火泥是由哪些原料组成的? 299
276. 出渣口的结构如何? 299
277. 怎样维护好渣口? 299
278. 怎样确定渣、铁口的数目? 300
279. 怎样确定主沟的长度和坡度? 301
280. 怎样决定撇渣器的尺寸? 301
281. 出渣沟的坡度是多少? 301
282. 出铁场有哪些主要设备? 302
283. 怎样确定出铁次数? 302
284. 炉前操作有哪些主要指标? 303
285. 出铁前要做哪些准备工作? 304