

钢铁冶金

600问

杨吉春 罗果萍 董方 编著



化学工业出版社

钢铁冶金 600 问

杨吉春 罗果萍 董 方 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

钢铁冶金 600 问/杨吉春, 罗果萍, 董方编著. —北京:
化学工业出版社, 2007. 1

ISBN 978-7-5025-9930-0

I. 钢… II. ①杨…②罗…③董… III. 炼钢-铁合金
(炼钢原料)-问答 IV. TF702-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 010183 号

责任编辑: 丁尚林

责任校对: 周梦华

装帧设计: 杨超

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京市振南印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 15 $\frac{1}{4}$ 字数 412 千字

2007 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

钢铁工业是原材料工业，也是基础工业，在国民经济发展过程中具有十分重要的战略地位，而钢铁工业的发展在很大程度上取决于炼铁、炼钢及连铸等工艺技术的发展。进入 21 世纪，我国钢铁工业有了长足的进步，产能大幅度增长，但用户对钢铁产品的要求越来越高，不仅要求强度更高，耐腐蚀、耐磨性能更好的钢材，而且要求加工性能好和加工成本低，断面尺寸接近零件尺寸的高精度钢材。这对钢铁工业技术、工业流程、规模和结构提出了新的挑战。为适应日益剧烈的市场竞争和可持续发展的需要，企业必须千方百计降低生产成本，提高产品质量，积极推广、采用已有的技术创新成果，针对技术进步中的薄弱环节，开发和应用新的前沿技术。但是也应清醒地认识到，我国高速发展的钢铁工业存在着许多隐忧，技术人才奇缺，钢铁企业之间对技术人才的争夺和渴求愈演愈烈。

为了进一步推动企业进步，加速企业培养人才，满足广大炼铁、炼钢、炉外精炼以及连铸工作者、技术人员和管理人员进一步掌握炼铁-炼钢-连铸的基本技术知识和新理论、新工艺、新技术的需要，我们编著了这本《钢铁冶金 600 问》。本书内容丰富，适应面广，从基础理论到现代工艺技术，从工艺操作到设备组成，从炼铁工序开始，到炼钢及炉外精炼以及连铸都有涉及。

本书采用问答形式，深入浅出，通俗易懂，特别适合企业技术人员、工人的技术培训等，也适合大中专以及高职学生理论和实践的培养和提高。

本书第 6, 7, 10~12 章由杨吉春教授编写, 第 1~5 章由罗果萍教授编写, 第 8, 9 章由董方教授编写。由于编者水平有限, 书中难免有不当之处, 在此恳请读者批评指正。

编 者

2007 年 2 月

目 录

第一章 高炉炼铁原料	1
1. 什么是高炉精料？精料的具体内容有哪些？	1
2. 什么是铁矿石的品位？铁矿石的理论含铁量？贫矿和富矿如何区分？	1
3. 高炉冶炼如何对铁矿石的质量进行评价？	1
4. 高炉冶炼对熔剂质量有什么要求？什么是熔剂的有效熔剂性？	4
5. 焦炭在高炉内的作用有哪些？高炉冶炼对焦炭质量有什么要求？	4
6. 什么是焦炭机械强度的转鼓试验？	6
7. 高炉用燃料的种类及其优缺点如何？	6
8. 高炉砌筑对耐火材料有什么要求？耐火材料选用的原则是什么？	7
9. 什么是高炉合理的炉料结构？目前世界常用的炉料结构有哪些模式？	8
10. 何为烧结露点？防止烧结料层过湿的措施有哪些？	9
11. 什么是烧结过程中石灰石的矿化作用？影响石灰石分解与矿化的因素有哪些？	9
12. 什么是烧结终点控制？	10
13. 烧结采用铺底料有什么作用？怎样获得铺底料？	10
14. 什么是烧结矿的 RDI 指标？影响烧结矿 RDI 指标的因素有哪些？	11
15. 目前我国烧结矿（球团矿）转鼓强度检验方法有哪些？	11
16. 何为球团矿的抗压强度检验？	12
17. 目前我国怎样对球团矿的还原膨胀性能进行检验？	12
18. 目前我国铁矿石还原性能检验方法有哪些？	13
19. 何为焦炭的反应性及反应后强度？怎样测定？	14
20. 目前我国烧结矿 RDI 指标的测定方法有哪些？	14
第二章 高炉冶炼基本理论	16
21. 何为氧化物的氧势？氧势与氧化物的稳定性之间有何关系？	16

22. 还原反应的热力学原理是什么?	16
23. 高炉内铁氧化物的还原特点有哪些?	16
24. 何为 Fe-O-C 系和 Fe-O-H 系的气相平衡组成图?	17
25. 温度对 CO 和 H_2 的还原能力有何影响?	18
26. 高炉内 H_2 的存在对 CO 和 C 的还原有何影响?	18
27. 高炉冶炼如何提高 H_2 的利用率?	19
28. 根据未反应核模型, 铁氧化物还原过程由哪些步骤组成?	20
29. 影响铁矿石还原速率的因素有哪些?	20
30. 何为高炉直接还原度 R_d ?	22
31. 何为高炉内铁的直接还原度 r_d ?	22
32. 高炉内硅还原的途径是什么?	22
33. 高炉中锰还原的特点是什么?	22
34. 高炉中磷的还原特点是什么?	23
35. 高炉中硫的来源与分布如何?	23
36. 何为生铁的渗碳? 影响生铁含碳量的因素有哪些?	24
37. 炉料中水分的蒸发与分解对高炉冶炼有何影响?	25
38. 何为碳酸盐的开始分解与沸腾分解温度? 石灰石分解对高炉冶炼 有何影响?	26
39. 高炉内非铁元素的还原行为如何?	27
40. 碱金属在高炉内的行为如何? 怎样降低碱金属对冶炼的危害?	28
41. 高炉渣的作用及应满足的要求是什么?	30
42. 高炉渣在形成过程中经历了哪几个阶段?	30
43. 高炉渣的主要组成有哪些?	32
44. 何为高炉渣的碱度?	32
45. 何为炉渣的熔化温度与熔化性温度? 它们对高炉冶炼有何 影响?	33
46. 何为长渣和短渣?	34
47. 炉渣黏度对高炉冶炼有何影响?	34
48. 何为高炉渣的稳定性?	35
49. 何为高炉渣的表面与界面张力? 它们对冶炼有何影响?	36
50. 炉渣分子与离子结构理论的主要内容是什么?	37
51. 渣铁间脱硫反应是如何进行的?	38
52. 何为渣铁间的脱硫分配比 L_S ? 影响炉渣脱硫的因素有哪些?	39

53. 煤气上升过程中会发生什么变化？	40
54. 高炉风口前碳的燃烧反应是如何进行的？何为风口前的燃烧带？	41
55. 风口前碳素的燃烧对高炉冶炼有何作用？	41
56. 何为风口前碳素燃烧回旋区？影响燃烧带与回旋区大小的因素有哪些？	42
57. 何为鼓风动能？鼓风动能如何计算？	43
58. 何为风口前理论燃烧温度？影响理论燃烧温度的因素有哪些？	45
59. 高炉炉缸煤气成分如何计算？	46
60. 影响高炉炉顶煤气成分的因素有哪些？	47
61. 何为水当量？沿高炉高度方向煤气与炉料的水当量有何变化？	47
62. 高炉高度方向上煤气与炉料间的热交换规律是什么？	48
63. 何为高炉散料层的流体力学特性参数？	49
64. 高炉煤气流经散料层的阻力损失如何确定？	51
65. 何为高炉料柱的透气性指数？料柱结构怎样影响其透气性？	52
66. 煤气流经软熔带的阻力损失如何确定？影响软熔带中煤气阻力损失的因素有哪些？	54
67. 滴落带中煤气阻力损失如何确定？哪些因素影响煤气阻力损失？	56
68. 高炉内炉料下降的基本条件是什么？影响炉料下降有效力的因素有哪些？	57
69. 高炉内炉料运动有什么特点？	58
70. 何为渣铁液体滴落时的液泛现象？	60
71. 高炉冶炼过程计算机控制的内容有哪些？	61
72. 高炉计算系统基础自动化的职能是什么？	61
73. 高炉冶炼过程计算机控制的职能是什么？	63
74. 高炉计算机生产管理的职能是什么？	63
75. 建立高炉数学模型的主要方法有哪些？	64
76. 高炉计算机控制要求的检测信息数据有哪些？	64
77. 高炉中长期控制数学模型有哪些？	67
78. 高炉短期控制数学模型有哪些？	68
79. 表示高炉冶炼能量利用的指标有哪些？	70
80. 高炉冶炼能量利用计算分析的主要内容有哪些？	71

81. 何为高炉冶炼的理论焦比？计算理论焦比的方法有哪些？	71
第三章 高炉冶炼工艺与操作	73
82. 高炉炼铁生产的目标是什么？高炉增产的途径有哪些？	73
83. 高炉炼铁生产的原理是什么？	73
84. 高炉操作的任务是什么？怎样实现高炉操作的任务？	74
85. 高炉基本操作制度的内容是什么？确定合理操作制度的依据有 哪些？	74
86. 何为炉缸热制度？确定合理热制度的依据是什么？	75
87. 影响炉缸热制度的因素有哪些？	77
88. 生产中应如何控制好炉缸热状态？	77
89. 何为造渣制度？选择合理造渣制度的依据是什么？	78
90. 高炉冶炼对炉渣性能有哪些要求？	78
91. 确定炉渣碱度的原理是什么？	79
92. 调节炉渣碱度应注意什么？	80
93. 怎样通过调整炉渣成分来解决生产实际问题？	80
94. 何为送风制度？其内容包括哪些鼓风参数？	81
95. 调节送风制度应遵循的原理是什么？	81
96. 怎样正确选择风速和鼓风动能？	82
97. 鼓风动能对高炉冶炼有何影响？	84
98. 鼓风动能与冶炼条件的关系如何？	84
99. 鼓风动能与炉缸进风状态的关系如何？	85
100. 风口布局的原理是什么？	87
101. 理论燃烧温度对高炉冶炼有何意义？怎样控制适宜的理论燃烧 温度？	88
102. 在日常操作中对送风制度的调节内容有哪些？	88
103. 何为高炉装料制度？高炉上部调节的内容有哪些？	91
104. 炉料的装入顺序与装入方法对煤气流分布有何影响？	91
105. 无料钟布料的特点和方式如何？	92
106. 何为料线？料线高低对布料的影响如何？	93
107. 何为批重？批重大小对布料的影响如何？	94
108. 确定合理批重应考虑哪些因素？	94
109. 何为炉顶二氧化碳曲线？如何应用 CO_2 曲线来判断炉内煤气流 分布？	95

110. 高炉内煤气流分布存在哪几种类型？	96
111. 高炉装料制度调节的原则是什么？	97
112. 高炉炉况稳定顺行的标志是什么？	98
113. 高炉炉况稳定顺行的基本条件是什么？	99
114. 什么叫炉况判断？通过哪些手段判断炉况？	100
115. 炉况调节的手段与原则是什么？	101
116. 正常炉况的特征是什么？	102
117. 怎样通过直接观察方法判断炉况？	103
118. 怎样通过检测仪表判断炉况？	104
119. 引起炉况波动和失常的因素有哪些？失常炉况如何分类？	106
120. 炉温向凉和向热的征象是什么？	107
121. 导致炉温向凉和向热的原因是什么？	108
122. 炉温向凉和向热应如何调节？	109
123. 高炉煤气流分布不合理的征象是什么？应如何处理？	110
124. 何为高炉的上、下部调节？采取调节措施前应掌握哪些 情况？	112
125. 高炉下部调节的内容有哪些？	113
126. 生产中如何判断炉渣碱度的高低？	114
127. 调节炉渣碱度的方法是什么？调节炉渣碱度应注意哪些 问题？	115
128. 何为高压操作？采用高压操作的设备条件是什么？	116
129. 高压操作的冶炼效果是什么？	117
130. 高压操作有几种工作制度？各有什么优点？	118
131. 高压与常压间的转换操作程序是什么？	119
132. 使用高压操作的注意事项有哪些？	119
133. 何为调压阀组？调压阀组是怎样工作的？均压系统故障应如何 处理？	120
134. 何为 TRT 设备？	121
135. 高风温操作对高炉冶炼有何影响？	121
136. 高炉接受高风温的条件是什么？	123
137. 高炉取得高风温的方法有哪些？	123
138. 喷吹煤粉对高炉冶炼有何影响？	124
139. 高炉对喷吹用煤的性能有何要求？	126

140. 何为喷吹煤粉的置换比? 影响置换比的因素有哪些?	128
141. 高炉喷煤的安全注意事项有哪些?	129
142. 何为高炉富氧鼓风操作? 氧气的加入方式有哪几种?	130
143. 富氧鼓风操作对高炉冶炼有何影响?	131
144. 高炉富氧鼓风操作特点有哪些?	132
145. 高炉送氧与停氧的操作程序是什么?	132
146. 高炉富氧鼓风系统故障应如何处理?	133
147. 炼钢生铁与铸造生铁的成分标准有何区别?	134
148. 铸造生铁的冶炼特征是什么?	135
149. 冶炼铸造生铁的操作制度应该如何选择?	135
150. 由炼钢生铁改炼铸造生铁应如何进行变料操作?	136
151. 低硅生铁冶炼有何意义?	136
152. 冶炼低硅生铁应采取哪些措施?	137
153. 铁水炉外脱硫有何意义?	139
154. 当前常用的炉外脱硫剂与脱硫方法有哪些?	140
第四章 高炉主体设备及维护	143
155. 高炉炉顶装料设备应满足哪些要求?	143
156. 双钟式炉顶装料设备的组成与装料缺点如何?	143
157. 高炉采用无料钟炉顶装料设备有哪些优点?	145
158. 无料钟炉顶装料设备的组成与装料特点如何?	145
159. 无料钟炉顶的基本布料形式有哪几种?	148
160. 何为高炉本体与高炉内型?	148
161. 高炉大小如何表示? 何为高炉有效高度及有效容积?	149
162. 高炉各段炉型对冶炼有何作用?	149
163. 高炉炉型的发展趋势如何? 炉型向矮胖型发展的原因是 什么?	150
164. 常用的高炉内型设计计算方法有哪些?	152
165. 何为合理的高炉内型? 怎样确定合理的高炉内型?	152
166. 高炉内衬的作用是什么? 高炉内衬破损机理如何?	153
167. 高炉各部砖衬的工作条件和破坏因素如何?	154
168. 高炉炉衬设计的内容是什么? 炉衬设计应考虑哪些因素?	156
169. 高炉各部位砖衬应如何设计?	157
170. 高炉冷却的意义与方式是什么?	160

171. 常用的高炉冷却设备有哪些？	160
172. 改进冷却壁构造以提高冷却能力的方法有哪些？	163
173. 选择高炉冷却设备结构形式的依据是什么？	163
174. 高炉合理冷却结构应满足的条件是什么？	164
175. 导致铸铁冷却壁烧坏的因素有哪些？	165
176. 铜冷却壁有哪些优点？	166
177. 高炉炉体维护的内容是什么？	167
178. 高炉炉体维护包括哪些监测内容？	167
179. 高炉采用喷补或灌浆技术的原因是什么？	170
180. 喷补或灌浆造衬包括哪些技术步骤？	171
181. 高炉炉缸炉底维护应采取哪些措施？	172
182. 含钛炉料护炉的原理是什么？	174
183. 向高炉中加入含钛护炉料的方法有哪些？	174
第五章 高炉炼铁主要技术经济指标	176
184. 何谓高炉的有效容积利用系数？	176
185. 何谓高炉的入炉焦比与综合焦比？	176
186. 何谓高炉的喷吹率、燃料比与置换比？	176
187. 何谓高炉的冶炼强度与综合冶炼强度？	177
188. 何谓高炉的燃烧强度？	177
189. 何谓高炉的焦炭负荷？	178
190. 何谓高炉的生铁合格率与优质率？	178
191. 何谓高炉的生铁成本？	178
192. 何谓高炉的休风率？	178
193. 何谓高炉的炉龄？	178
194. 何谓炼铁工序能耗？	178
第六章 炼钢基础理论	180
195. 工业化炼钢方法有哪几类，各有何特点？	180
196. 什么是化学平衡，平衡常数如何表示？	180
197. 影响化学平衡移动的因素有哪些？	181
198. 什么是化合物的分解压？	182
199. 什么是溶液，什么是金属溶液，溶液的浓度如何表示？	182
200. 什么是蒸气压，受哪些因素影响？	183
201. 平方根定律的内容是什么？	184

202. 分配定律的内容是什么?	184
203. 什么是活度? 理想溶液与实际溶液有什么区别?	185
204. 什么是表面张力? 什么叫表面活性物质? 影响溶液表面张力的 因素有哪些?	185
205. 什么是界面张力, 它与表面张力有什么关系?	185
206. 什么是吸附作用, 影响吸附作用的因素是什么?	185
207. 什么是扩散, 扩散速度与哪些因素有关?	187
208. 什么是相图? 如何利用 Fe-C 相图?	187
209. 炉渣的主要来源有哪些? 它在炼钢中起什么作用?	190
210. 炼钢对炉渣的化学成分及物理性质有什么要求?	191
211. 为什么脱碳是炼钢过程的主要任务, 其氧化的特点是什么?	192
212. 脱碳反应对炼钢过程有什么作用?	193
213. 碳-氧平衡图对炼钢有什么意义?	194
214. 硅的氧化有什么特点?	194
215. 锰的氧化有什么特点?	195
216. 影响炼钢氧化脱磷的因素有哪些?	195
217. 转炉前期脱磷与后期脱磷利用了哪些脱磷条件?	197
218. 如何防止钢包内钢水的回磷?	197
219. 氧气转炉炼钢脱硫的基本条件是什么?	198
220. 转炉炼钢的热量来源有哪些?	200
221. 各种元素氧化的反应热有多大?	200
222. 什么是气体在钢液中的溶解度? 影响气体在钢中溶解度的因素有 哪些?	201
223. 气体对钢有什么危害?	202
224. 如何减少钢中的气体含量?	203
225. 为什么要脱氧?	204
226. 什么是元素的脱氧能力? 如何判断元素脱氧能力的大小?	205
227. 常用的脱氧方法有哪些? 其热力学原理是什么?	206
228. 非金属夹杂物对钢有什么危害?	207
229. 如何减少钢中非金属夹杂物?	208
230. 钢液凝固的基本条件是什么?	210
231. 钢液凝固过程为什么会产生偏析?	211

第七章 炼钢工艺	212
-----------------------	------------

232. 炼钢对铁水（生铁）有什么要求？	212
233. 炼钢对废钢有什么要求？	213
234. 炼钢对铁合金有什么要求？	215
235. 炼钢对造渣材料有什么要求？	215
236. 炼钢对氧化剂有什么要求？	219
237. 炼钢对冷却剂有什么要求？	220
238. 炼钢对增碳剂有什么要求？	221
239. 转炉一炉钢的冶炼过程是怎样进行的？	221
240. 转炉装入铁水和废钢如何操作？装入制度有几种？各有何 特点？	222
241. 确定转炉合理装入量应考虑哪些因素？	223
242. 供氧强度对冶炼有什么影响？	225
243. 从氧枪喷嘴喷出的氧气射流是如何变化的？	225
244. 转炉炉膛内氧气射流的特性是怎样的？	226
245. 什么是氧气射流对转炉熔池的物理作用？	228
246. 什么是氧气射流对转炉熔池的化学作用？	231
247. 顶吹转炉冶炼过程中氧枪的枪位如何确定？	232
248. 转炉炼钢常采用哪些造渣制度？	234
249. 什么是炉渣碱度？对冶炼有何影响？	235
250. 碱性渣和酸性渣如何区别？	236
251. 造渣过程石灰加入量如何确定？	236
252. 转炉加石灰为什么分批加入？	237
253. 造渣过程为什么要加入萤石？	238
254. 造渣过程白云石及菱镁矿加入量如何确定？	238
255. 石灰在炉渣中的溶解机理和影响石灰溶解速度的因素是什么？	240
256. 吹炼过程中加速石灰渣化的途径有哪些？	241
257. 吹炼过程中成渣的途径有哪些？	242
258. 吹炼过程中炉渣黏度如何控制？	243
259. 吹炼过程中炉渣氧化性如何控制？	244
260. 什么是泡沫渣？它对吹炼有什么影响？	246
261. 转炉冶炼过程中如何控制泡沫渣？	246
262. 炉渣“返干”对冶炼有什么影响？	247
263. 什么是转炉的温度制度？	248

264. 氧气顶吹转炉的热量来源有哪些?	248
265. 转炉出钢温度如何确定?	249
266. 吹炼过程如何进行温度控制?	250
267. 影响终点温度的因素有哪些?	251
268. 什么是冷却剂的冷却效应? 转炉常用哪些冷却剂调温?	252
269. 冷却剂加入量如何计算?	252
270. 钢水到达终点有什么要求?	253
271. 采用什么方法进行终点控制? 各有何特点?	254
272. 钢水到达终点, 碳如何判断?	255
273. 钢水到达终点, 温度如何判断?	256
274. 钢水到达终点, 成分达不到要求如何处理?	257
275. 喷溅是怎样造成的? 对冶炼有什么影响?	258
276. 如何防止冶炼过程产生的喷溅?	259
277. 转炉为什么要挡渣出钢? 挡渣出钢的方法有哪些?	260
278. 钢水氧化性与哪些因素有关?	261
279. 什么叫脱氧, 什么叫合金化?	262
280. 如何选择脱氧剂? 其加入量怎样确定?	262
281. 影响脱氧元素收得率的因素有哪些?	264
282. 转炉炼钢如何进行脱氧操作?	265
283. 什么是顶底复合吹炼工艺?	267
284. 转炉复合吹炼技术都有哪些类型?	268
285. 复合吹炼法的冶金效果有哪些?	269
286. 复吹转炉底部气源的种类及其效果如何?	270
287. 复合吹炼时钢中气体含量有何变化?	271
288. 复合吹炼底部供气元件有哪些类型?	272
289. 底部气流对熔池搅拌有什么影响?	273
290. 国外氧气转炉溅渣工艺如何进行?	274
291. 采用溅渣工艺操作应注意哪些问题?	275
292. 溅渣层是如何形成的?	276
293. 为什么溅渣层能够保护炉衬?	278
294. 如何提高溅渣层与炉衬的结合强度?	279
295. 影响溅渣层蚀损的因素有哪些?	280
296. 如何选择调渣剂?	281

297. 什么是溅渣护炉的调渣工艺?	282
298. 直接溅渣工艺如何操作?	282
299. 出钢后调渣工艺如何操作?	283
300. 溅渣护炉操作是如何进行的?	284
301. 采用溅渣护炉对冶炼操作和钢的质量什么影响?	285
302. 电炉冶炼的主要方法有几种? 各有何特点?	285
303. 电炉冶炼装料时, 如何正确布料?	286
304. 电炉装料时, 为什么要先在炉底铺一层石灰?	286
305. 电炉多次进料应注意什么?	287
306. 可随炉料一起装入的合金代用料有哪些? 有何要求?	287
307. 电炉内炉料熔化是怎样进行的?	288
308. 电炉炼钢吹氧助熔应如何进行?	289
309. 电炉冶炼期间发生导电不良的现象如何处理?	289
310. 氧化期的主要任务是什么? 如何操作?	290
311. 电炉冶炼加矿氧化和吹氧氧化各有什么特点?	291
312. 为什么有时加铁矿石会引起爆发性的大沸腾, 如何防止?	292
313. 加铁矿石时产生熔池大沸腾有什么坏处?	292
314. 炼钢时加小块矿石和大块矿石有什么不同?	293
315. 吹氧管插入的深度对吹氧效果有什么影响?	293
316. 氧气压力大小对冶炼有什么影响?	294
317. 如何根据不同的炉龄期进行吹氧助熔?	294
318. 为什么要扒除氧化渣, 如何操作?	295
319. 电炉造泡沫渣有什么好处, 如何造泡沫渣?	295
320. 为什么稀薄渣下不能吹氧?	296
321. 什么是火砖渣? 什么是白渣? 什么是电石渣?	296
322. 什么情况下会使炉渣发生增碳现象?	297
323. 还原期碳高怎么办? 如何防止?	298
324. 电炉炼钢增碳有几种方法? 各有什么优缺点?	298
325. 还原期的主要任务是什么? 如何操作?	299
326. 熔氧结合快速炼钢如何操作?	300
327. 用返回吹氧法冶炼不锈钢应注意哪些问题?	301
328. 直流电弧炉是如何发展起来的?	302
329. 直流电弧炉的炉底阳极有哪几种类型?	302

330. 直流电弧有什么特性?	303
331. 直流电弧炉的优点与不足有哪些?	304
第八章 炼钢设备及选型	307
332. 如何选择转炉炉型?	307
333. 转炉炉型有几种类型? 各有何特点?	307
334. 如何选择转炉炉壳?	309
335. 水冷炉口的类型和作用是什么?	309
336. 托圈的作用和要求是什么?	311
337. 托圈的基本尺寸如何确定?	311
338. 转炉耳轴作用是什么?	312
339. 转炉倾动机构应满足什么要求?	312
340. 转炉倾动机构的类型有几种?	313
341. 转炉车间供氧工艺和设备是什么?	314
342. 制氧机容量如何选择?	315
343. 氧枪是怎样的结构?	315
344. 氧枪喷头的材质、结构是什么?	315
345. 氧枪喷头有几种类型?	317
346. 喷头孔数是怎样选择的?	317
347. 什么叫马赫数?	318
348. 什么是顶底复合吹炼工艺? 其特点是什么?	318
349. 复吹转炉工艺有哪些类型?	319
350. 复吹转炉对底部供气元件的要求是什么?	320
351. 复吹转炉底部供气元件的数量与安装位置如何确定?	320
352. 底部供气元件如何制作?	322
353. 底部供气元件如何筑砌?	323
354. 底部供气元件如何维护?	324
355. 提高砖型喷嘴寿命的措施有哪些?	324
356. 底部供气元件如何更换?	325
357. 转炉底吹供气气源如何选择?	326
358. 三相电炉供电系统由哪些部分组成?	327
359. 电弧炉机械结构是什么?	327
360. 电弧炉炉壳的构成和工作环境是什么?	328
361. 电弧炉炉顶圈构成和工作条件如何?	329