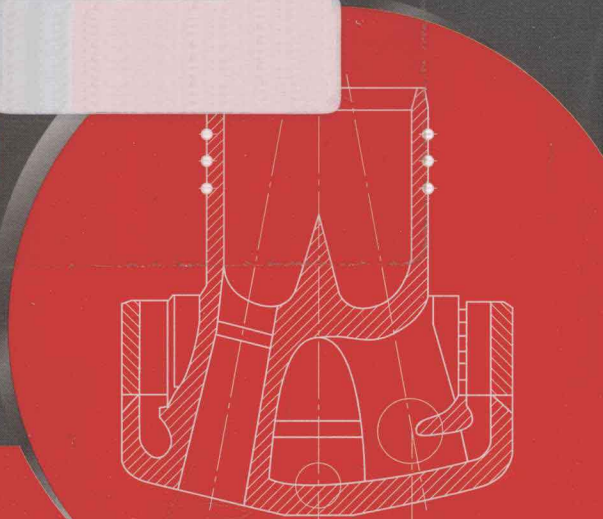
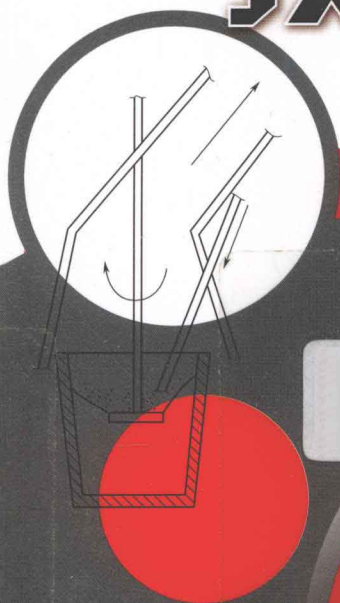


张芳 主编

转炉炼钢 技术问答



化学工业出版社

转炉炼钢技术问答

张芳 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以问答的形式介绍了转炉炼钢技术的相关知识，具体内容包括转炉炼钢原辅材料使用技术；转炉冶炼技术；转炉及附属设备的操作与维护技术；转炉炼钢节能技术；典型钢种的生产。全书内容丰富，贴近生产实际。

本书可供冶金及相关行业科研、生产及管理人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

转炉炼钢技术问答/张芳主编. —北京: 化学工业出版社, 2012. 11
ISBN 978-7-122-15490-3

I. ①转… II. ①张… III. ①转炉炼钢-问题
解答 IV. ①TF71-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 235884 号

责任编辑: 刘丽宏

文字编辑: 颜克俭

责任校对: 王素芹

装帧设计: 刘丽华

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 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 12 $\frac{1}{2}$ 字数 335 千字

2013 年 1 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: 48.00 元

版权所有 违者必究

前言

钢铁是现代生产和科学技术中应用最广的金属材料，钢铁生产对于国民经济的各个部门都有重大的意义，无论是在工业、农业、交通、国防等各个方面都离不开钢铁。特别是钢，在金属材料用量中占到 85% 以上，涉及国民经济的各个方面，因此钢产量的高低、品种的多少以及质量的优劣，成为衡量一个国家工业水平高低的重要标准之一。

炼钢是钢铁生产的重要工序，对于钢铁工业降低生产成本、提高产品质量、扩大产品范围，具有决定性的影响。氧气转炉炼钢法是目前国内外主要的炼钢方法之一。20 世纪 50 年代初诞生的纯氧从转炉顶部吹炼铁水成钢的转炉炼钢方法，自投入工业生产以来，在世界范围内得到迅速推广，逐步取代空气转炉法和平炉炼钢法，在世界各国都得到广泛的应用，技术不断进步、设备不断更新、工艺不断完善，逐步发展和完善了顶底复合吹炼工艺，溅渣护炉技术、自动控制技术，使氧气转炉法成为现代炼钢的主要方法。氧气转炉炼钢技术的飞速发展，使炼钢生产进入了一个新的发展阶段，钢的产量不断增加，成本逐渐下降，质量不断提高，品种不断扩大。在我国，氧气转炉钢产量已超过全国钢产量的 85%，普通碳素钢、低合金钢、优质碳素结构钢、合金结构钢、合金钢以及超低碳钢等品种都能生产，现在已经能够生产 1000 多个钢号。

目前，钢铁工业已趋向于产能过剩，各大钢厂在生产成本、产品质量及企业效益方面的竞争更加激烈，试图通过根据市场需求，调整产品结构，开发高附加值产品，更好地推进企业的工艺改进和

技术革新。为了适应企业提高整体技术水平，培训技术能手的需要，我们在《转炉炼钢 500 问》第一版的基础上进行了修改，增加了与大型转炉相关的炼钢生产新技术、设备操作维护技术及节能技术，并在典型钢种的生产部分补充其他钢种如不锈钢、合金钢等钢种的转炉生产。本书在内容的组织安排上，力求通俗易懂，同时又突出了应用性和先进性的特点，希望对现场从事转炉炼钢工作的技术人员、技术工人及以培养重技能和操作为主要目标的冶金类院校师生解决生产中遇到的实际问题提供有力的帮助。

本书由内蒙古科技大学张芳主编，内蒙古科技大学彭军和刘丽霞参与了编写及修订。此外，编者在编写本书时还大量参阅了有关炼钢方面的文献及技术资料，在此向作者和出版单位致谢。

由于时间和编者水平所限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编者

目录

第一章 转炉炼钢原辅材料使用技术

1. 炼钢的基本任务是什么? 1
2. 工业化炼钢方法有哪几类? 各有何特点? 2
3. 硫在钢中的危害有哪些? 不同钢种对硫的要求是什么? 2
4. 磷在钢中的危害有哪些? 不同钢种对磷的要求是什么? 3
5. 氢对钢的危害是什么? 钢中氢的来源是什么?
如何防止? 3
6. 氮对钢的危害是什么? 钢中氮的来源是什么?
如何防止? 4
7. 钢中残余有害元素的种类主要有哪些? 它们对钢的质量和性能有哪些危害? 4
8. 钢中非金属夹杂物的来源有哪些? 5
9. 根据化学成分及加工性能区分, 非金属夹杂物可以分为哪几类? 5
10. 变质非金属夹杂物的方式有几种? 5
11. 非金属夹杂物对钢有什么危害? 6
12. 炼钢过程中锰的冶金作用是什么? 锰的氧化有何特点? 7
13. 炼钢过程中硅的冶金作用是什么? 硅的氧化有何特点? 8

14. 炼钢过程中铝的冶金作用是什么?	9
15. 冶炼一炉钢的基本过程是怎么样的?	9
16. 吹炼过程中各元素成分变化规律是什么?	10
17. 吹炼过程中各种元素的氧化顺序如何?	10
18. 炼钢原材料分为哪几类?	11
19. 转炉炼钢对入炉铁水温度和成分有什么要求?	11
20. 转炉炼钢对入炉铁水带渣量及装入量有何要求?	12
21. 转炉炼钢用废钢的来源有哪些? 如何分类?	12
22. 什么是废钢的冷却效应? 废钢冷却效应如何计算?	14
23. 转炉炼钢对废钢有何要求?	14
24. 转炉炼钢用铁合金的特点有哪些?	15
25. 转炉炼钢常用的脱氧剂有哪些?	15
26. 如何正确选用脱氧剂?	16
27. 钙系脱氧剂的种类和特点是什么?	17
28. 炼钢中使用复合脱氧剂有何好处?	17
29. 转炉炼钢常用的合金剂有哪些?	18
30. 对转炉炼钢用铁合金应如何进行管理?	18
31. 如何确定合金烘烤温度和时间?	18
32. 炼钢用石灰在标准和质量上有何要求?	19
33. 石灰在炼钢过程中的主要作用是什么?	19
34. 炼钢生产用萤石有何特点?	20
35. 哪些材料可作为萤石的代用品?	21
36. 炼钢生产用白云石有何特点?	21
37. 炼钢用合成造渣剂有何特点?	22
38. 用转炉污泥为基制备的复合造渣剂有何特点?	22
39. 转炉炼钢用氧化剂的种类有哪些? 对其有何要求?	23
40. 转炉炼钢用冷却剂的种类有哪些? 各有何特点?	23
41. 转炉炼钢用增碳剂种类有哪些? 对其有何质量要求?	24
42. 如何确定增碳剂的加入量?	25
43. 铁水预处理常用的脱硫剂有哪几种?	25

44. 石灰粉作为脱硫剂的特点是什么?	26
45. 电石粉作为脱硫剂的特点是什么?	26
46. 石灰石粉作为脱硫剂的特点是什么?	27
47. 金属镁作为脱硫剂的特点是什么?	28
48. Mg/CaO 复合脱硫剂的特点是什么?	29
49. 如何确定镁基复合脱硫剂各组分的组成和配比?	29
50. 铁水预处理用脱硅剂的种类有哪些?	30
51. 铁水预处理用脱磷剂的种类有哪些?	30
52. 炼钢用保温剂的种类有哪些?	32
53. 保温覆盖剂在使用上有何要求?	32
54. 炼钢用气体的种类和特点是什么?	33
55. 炼钢过程中氮气的主要作用是什么?	34
56. 氮气的主要用途有哪些?	34
57. 乙炔在使用时要注意什么问题?	34
58. 钢铁冶炼过程中对耐火材料有什么要求?	35
59. 什么是镁炭砖?	35
60. 转炉内衬用砖有何特点?	36
61. 转炉内衬如何进行综合砌筑?	37
62. 转炉出钢口用砖及底部用砖的特点是什么?	37
63. 转炉炉衬投补用耐火材料应具有哪些工艺性能?	38
64. 转炉炉衬喷补的方法有哪些? 所用耐火材料的 特点是什么?	38
65. 什么是转炉溅渣护炉? 溅渣护炉对终点渣成分 有何要求?	39
66. 溅渣护炉用调渣剂的种类及特点是什么?	39

第 ④ 章 转炉冶炼技术

1. 什么是铁水预处理?	41
2. 铁水预脱硫的意义何在? 如何正确选择铁水预脱硫	

方法?	41
3. 铁水预处理机械搅拌法存在什么优缺点?	43
4. 什么是铁水预处理喷吹法?	43
5. 铁水预处理喷吹法通常采用何种处理容器?	43
6. KR 搅拌法铁水预脱硫的工艺特点是什么?	44
7. 纯镁铁水预脱硫的工艺特点是什么?	45
8. 相比于其他铁水预脱硫工艺, 纯镁脱硫的优势何在?	45
9. 纯镁脱硫过程中提高镁颗粒利用率的主要措施 有哪些?	46
10. 从技术经济指标上分析, 为何说纯镁喷吹工艺略显 优势?	46
11. 什么是铁水包镁基复合喷吹脱硫?	46
12. 铁水预脱硅的目的是什么?	47
13. 铁水罐或混铁车脱硅的工艺特点是什么?	47
14. 铁水预脱磷的目的是什么? 铁水预脱磷的工艺方法 有哪些?	48
15. 喷吹法铁水预脱磷工艺可分为哪两种形式?	48
16. 什么是“专用炉处理”铁水预脱磷工艺?	50
17. 什么是 SRP 工艺?	51
18. 什么是 SARP 法铁水预脱磷工艺?	52
19. 什么是 ORP 法?	53
20. 什么是 NRP 法?	53
21. 铁水预处理提钒的工艺方法有哪些?	54
22. 什么是铁水预处理提铌工艺?	54
23. 什么是炉容比? 炉容比与装入量有什么关系?	55
24. 确定转炉炼钢装入量应考虑哪些因素?	55
25. 转炉炼钢装入制度有几种方式?	56
26. 转炉炼钢装料次序如何确定?	57
27. 装料过程中兑铁水操作有何要求?	57
28. 装料过程中加废钢操作有何要求?	58

29. 装料过程中指挥吊车的要领是什么?	58
30. 装料中摇炉进料操作要领是什么?	59
31. 什么是造渣制度? 其具体内容及目的是什么?	60
32. 炉渣的主要来源有哪些? 它在钢中起什么作用?	61
33. 炼钢对炉渣的化学成分和物理性质有什么要求?	62
34. 转炉炉渣是如何形成的?	63
35. 影响石灰溶解速度的因素有哪些?	63
36. 什么是炉渣碱度? 对冶炼有何影响?	64
37. 碱性渣与酸性渣如何区别?	65
38. 什么是转炉冶炼过程中的成渣路线?	65
39. 造渣材料中石灰加入量如何确定?	66
40. 造渣材料中各种助熔剂的化渣作用如何? 助熔剂的 加入量如何确定?	67
41. 什么是音频化渣技术?	67
42. 造渣材料中白云石的加入量如何确定?	68
43. 转炉炼钢造渣操作有几种方法?	68
44. 造渣材料的加入批数和时间如何确定?	69
45. 在确定复吹转炉渣料的加入时机及批数时有何注意 事项?	70
46. 吹炼过程中造渣材料的加入批数和时间如何与枪位 相互配合?	71
47. 不同时期转炉渣黏度的控制有什么要求?	73
48. 什么是炉渣氧化性? 有几种表示方法?	73
49. 哪些因素会影响炉渣氧化性?	74
50. 吹炼过程中炉渣氧化性如何控制?	74
51. 什么是泡沫渣? 为何要造泡沫渣?	76
52. 泡沫渣形成的影响因素有哪些?	76
53. 什么是吹损? 由几部分内容组成?	77
54. 为什么说在转炉操作过程中, 防止喷溅是十分 重要的?	78

55. 爆发性喷溅产生的根本原因是什么？	78
56. 预防爆发性喷溅产生的原则及具体措施是什么？	79
57. 出现爆发性喷溅后应如何调整枪位？	80
58. 泡沫性喷溅产生的原因及预防措施是什么？	80
59. 金属喷溅产生的原因及预防措施是什么？	81
60. 何为硅锰氧化期？硅锰氧化期火焰具有哪些特征？	81
61. 碳反应期火焰有什么特征？	82
62. 为什么脱碳是炼钢过程的主要任务，其氧化的特点 是什么？	82
63. 脱碳反应对炼钢过程有什么作用？	84
64. 炉渣返干会出现什么样的火焰特征？	84
65. 熔渣出现喷溅时会有哪些火焰特征？	84
66. 如何通过观察火焰来有效预防喷溅的发生？	85
67. 什么是炉渣的“返干”？出现返干后应如何处理？	85
68. 转炉炼钢的供氧制度涉及哪些内容？	86
69. 什么是氧气流量？如何确定氧气流量？	87
70. 为什么说氧气流量与喷头面积大小有直接关系？	87
71. 何为马赫数？	88
72. 什么是供氧强度？如何确定供氧强度？	88
73. 从氧枪喷嘴喷出的氧气射流是如何变化的？	89
74. 转炉炉膛内氧气射流的特性是怎样的？	90
75. 什么是氧气射流对熔池的物理作用？	92
76. 什么是金属与炉渣间乳化过程？影响因素有哪些？	92
77. 为什么说吹炼过程中乳化与正确调整枪位和供氧量 存在紧密联系？	93
78. 氧射流对熔池的传氧机理是什么？	93
79. 氧气顶吹转炉的传氧载体有哪几种？	95
80. 如何确定氧枪的供氧压力？	95
81. 什么是枪位？确定枪位的方法有几种？	96
82. 采取低枪位或高枪位会对冶炼产生什么影响？	98

83. 什么是硬吹和软吹?	99
84. 氧枪操作的方式有哪几种? 分阶段恒压变枪的 操作要领是什么?	100
85. 开吹前应针对氧枪操作了解哪些内容?	100
86. 在确定开吹枪位和变动枪位时应考虑哪些因素?	101
87. 恒压变枪操作时吹炼不同阶段枪位应如何调整?	101
88. 典型的氧枪操作模式有哪几种?	102
89. 如何根据实际情况确定枪位的操作?	104
90. 转炉高效吹氧技术中如何制定高效吹氧喷头的供氧 和造渣制度?	104
91. 什么是氧气转炉顶底复合吹炼工艺?	105
92. 复吹转炉与顶吹转炉相比具有什么冶金特点?	105
93. 复吹转炉与顶吹转炉相比在造渣上有什么不同?	106
94. 复吹转炉与顶吹转炉相比在冶金效果上有何不同?	107
95. 复吹工艺对转炉终点钢水成分有何影响?	108
96. 复吹工艺对转炉终点炉渣组元构成有何影响?	109
97. 复吹工艺对转炉终点炉渣岩相构成有何影响?	110
98. 复吹转炉用底吹气体的种类有哪些?	111
99. 转炉底部供气模式如何确定?	112
100. 如何确定复合吹炼过程中底吹气体的切换时机?	113
101. 如何确定不同时期的底吹供气强度?	113
102. 什么是转炉炼钢温度制度?	115
103. 转炉炼钢热量来源于何处?	115
104. 转炉炼钢热量消耗在哪里?	116
105. 什么是废钢配比临界点?	116
106. 为什么说熔池温度状况是转炉炼钢需要控制的关键 参数?	116
107. 吹炼过程控制熔池温度的方法有哪些?	117
108. 判断熔池温度的方法有哪些?	117
109. 通过钢样判断钢水温度时应如何操作?	118

110. 判断熔池温度的其他方法有哪些？	118
111. 为了得到良好的升温状况，炼钢操作时应注意 的问题有哪些？	119
112. 吹炼过程中熔池金属的过热度如何控制？	120
113. 吹炼过程中炉渣的过热度如何控制？	120
114. 转炉炼钢常用冷却剂在使用上有什么特点？	121
115. 什么是冷却剂的冷却效应？	122
116. 各种常用冷却剂的冷却效应如何？	122
117. 冷却剂加入量如何确定？	123
118. 确定冷却剂用量时应考虑哪些影响因素？	124
119. 转炉炼钢出钢温度应如何确定？	124
120. 钢水的熔点应如何计算？	125
121. 钢水的过热度如何确定？	126
122. 出钢及浇注过程中造成温降的因素有哪几方面？ 应相应采取哪些措施减少温降？	126
123. 什么是低温钢？产生低温钢的主要原因是什么？	128
124. 出现低温钢应如何处理？	129
125. 出现高温钢应采取什么措施？	129
126. 什么是终点控制？终点的标志是什么？	130
127. 如何通过经验判断控制终点？	130
128. 如何通过观察炉口火焰判断终点碳含量？	131
129. 通过炉口火焰判断终点碳含量的影响因素 有哪些？	132
130. 如何通过观察炉口火花来判断钢水含碳量？	133
131. 转炉炉前人工取样有什么要求？	133
132. 如何通过观察钢样表面形状来判断钢水含碳量？	134
133. 拉准碳需要注意哪几个关键问题？	134
134. 如何通过观察的方法判断钢水温度？	134
135. 判断终点温度的方法有哪些？	135
136. 热电偶测温的操作要点有哪些？	136

137. 什么是钢水的脱氧合金化?	137
138. 为什么要对钢水进行脱氧?	137
139. 什么是元素的脱氧能力? 如何判断元素脱氧能力 的大小?	137
140. 常用的脱氧方法有哪些?	138
141. 如何减少钢中非金属夹杂物?	139
142. 钢水氧化性与哪些因素有关?	140
143. 脱氧剂的选择原则是什么?	141
144. 脱氧合金化可分为哪两种工艺方法?	141
145. 转炉炼钢对脱氧程度有何要求?	142
146. 脱氧合金化时脱氧剂的加入顺序应如何安排?	143
147. 如何计算脱氧剂加入量?	143
148. 为什么说准确判断和控制脱氧元素收得率是 达到脱氧目的的关键?	144
149. 钢包内脱氧合金化具体到操作上有什么要求?	144
150. 转炉炼钢一步脱氧方式有何局限性及如何进行 优化?	145
151. 两步脱氧方式钙系脱氧剂用量及加入方法如何 确定?	145
152. 合金化剂的加入次序是什么?	146
153. 合金化剂加入量如何确定?	146
154. 合金元素吸收率的影响因素有哪些?	146
155. 如何根据合金元素与氧亲和力大小来判断其加入 时间?	147
156. 化学成分不合格应采取哪些处理方法?	147
157. 防止出现回炉钢水的措施有哪些?	148
158. 挡渣出钢的具体方法有哪些?	149
159. 何为转炉下渣检测技术?	149
160. 气动挡渣法与其他挡渣法比较效果如何?	150
161. 何为闸阀式挡渣技术?	151

162. 吹炼结束后减少增氮措施有哪些?	152
163. 转炉终点碳含量对终点氮含量有何影响?	153
164. 转炉冶炼低氮钢应采取哪些措施?	154
165. 冶炼低硅铁水应采取哪些相应措施?	154
166. 大型转炉吹炼过程炉渣和金属成分如何变化?	155
167. 大型转炉炼钢脱硫应采取哪些措施?	156
168. 何为转炉炼钢依 Si 冶炼?	157
169. 新一代冶金流程生产洁净钢全流程中 S 如何控制?	157
170. 新一代洁净钢生产流程中 P 如何控制?	158
171. 新一代洁净钢生产流程中 P 脱碳转炉中 C 和 O 如何控制?	158
172. 影响转炉终点碳氧积的因素有哪些?	159
173. 半钢炼钢冶炼工艺及终渣化学成分有何特点?	160
174. CO ₂ 作为炼钢搅拌气如何应用?	160
175. CO ₂ 作为炼钢反应介质如何应用?	162
176. CO ₂ 作为炼钢保护气如何应用?	162
177. CO ₂ 如何用于冶炼不锈钢?	163
178. 以 CO ₂ 为复吹气体与常规复吹方式相比冶金效果 有何不同?	164
179. 转炉炼钢留渣操作的意义是什么?	166
180. 留渣操作兑铁水时应如何抑制喷溅?	166
181. 留渣操作兑铁水时应如何从温度上保证其安全性?	166
182. 留渣操作兑铁水时渣中 FeO 对喷溅有何影响及如何 控制?	167
183. 留渣操作兑铁水速度对喷溅有何影响及如何控制?	168
184. 留渣操作炉次如何确定?	168
185. 留渣操作如何确定装入制度及打火操作?	168
186. 留渣操作如何对冶炼过程进行控制?	169
187. 留渣操作对温度制度及终点控制有何影响?	169
188. 留渣操作对相关冶炼指标有何影响?	170

189. 强化冶炼会对吹炼平稳性造成什么影响?	171
190. 何为转炉后搅工艺?	171
191. 转炉后搅工艺的技术特点有哪些?	171
192. 转炉后搅工艺的冶金效果如何?	172

第 三 章 转炉及附属设备的操作与维护技术

1. 为了提高转炉炉龄如何改进溅渣护炉的方法?	174
2. 如何通过优化冶炼操作来提高转炉炉龄?	175
3. 五孔氧枪与四孔氧枪相比对提高转炉吹炼效果有何 优势?	177
4. 氧枪使用过程中喷头损毁的原因有哪些?	178
5. 五孔氧枪在 210t 转炉上喷头优化内容包括什么?	178
6. 五孔氧枪在 210t 转炉上喷头优化的效果如何体现?	179
7. 可能造成氧枪水冷效果不良的原因有哪些?	180
8. 氧枪水冷效果不良应如何进行改造?	181
9. 转炉高效吹氧技术中关于氧枪参数的研究内容有 哪些?	182
10. 如何实现氧枪传动技术在转炉生产中的应用?	184
11. 氧枪结瘤的原因可能有哪些?	185
12. 如何解决氧枪结瘤的问题?	186
13. 转炉底枪损坏的原因有哪些?	188
14. 转炉底枪维护的措施有哪些?	188
15. 国内转炉底吹供气元件布置位置是如何优化的?	189
16. 国内转炉底吹供气元件结构形式是如何改进的?	190
17. 国内转炉底吹供气元件加工制造工艺的现状如何?	190
18. 国内转炉底吹供气元件的长寿维护技术现状如何?	191
19. 激光测厚仪的工作原理是什么?	192
20. 激光测厚仪如何在转炉炼钢过程中应用?	192
21. 激光测厚仪在转炉一个炉役期内的维护效果如何?	193

22. 转炉汽化冷却烟道对供水系统有何要求?	194
23. 如何对汽化烟道运行水质进行管理?	195
24. 如何对汽化冷却烟道供水系统运行管理?	196
25. 转炉汽化冷却烟道长寿化对烟道本身及其冷却设备 有何要求?	196
26. 防止汽化冷却烟道爆管的措施有哪些?	197
27. 烟道酸洗预膜对转炉汽化冷却烟道长寿化有何作用?	198
28. 转炉固定烟罩失效的原因有哪些?	199
29. 为了防止固定烟罩表现出来的破损失效应采取 哪些措施?	199
30. 大型转炉在安装过程中可能遇到的困难和问题?	200
31. 为了解决转炉安装的主要技术问题宜采用哪些设计 原则?	200
32. 如何在转炉安装过程中对炉壳和托圈的地面组装进行 设计?	201
33. 转炉安装时如何安装倾动机构?	202
34. 转炉安装时耳轴轴承及轴承座如何安装?	203
35. 转炉安装时托圈水冷系统如何安装?	203
36. 300t 转炉倾动机构测试的主要内容包括哪些?	204
37. 300t 转炉倾动机构测试原理及方法是什么?	205

第④章 转炉炼钢节能技术

1. 转炉炼钢的能量载体主要有哪些? 有哪些是可以回收 利用的?	206
2. 转炉炼钢能耗的主要影响因素有哪些?	206
3. 转炉生产效率对炼钢工序能耗存在什么影响规律?	206
4. 如何降低转炉炼钢过程中能耗?	207
5. 转炉炼钢生产节能技术降低转炉炼钢能耗、物耗有 哪些方法?	208