

◎ 张芳 编著

转炉炼钢

500 问

ZHUANLU LIANGANG 500 WEN



化学工业出版社



◎ 张芳 编著

转炉炼钢

500 问



化学工业出版社

· 北京 ·



本书以简明易懂的问答形式,介绍了转炉炼钢原辅材料使用技术、转炉冶炼技术、转炉及附属设备维护技术、转炉炼钢技术经济指标、典型钢种的生产等内容。

本书在内容的组织安排上,突出问题的针对性及解答的简明性,同时又兼顾了应用性和先进性的特点。为现场从事转炉炼钢工作的技术人员、技术工人解决生产中遇到的实际问题提供有力的帮助。

图书在版编目(CIP)数据

转炉炼钢 500 问/张芳编著. —北京:化学工业出版社, 2009.7
ISBN 978-7-122-05663-4

I. 转… II. 张… III. 转炉炼钢-问答 IV. TF71-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 077254 号

责任编辑:丁尚林
责任校对:吴静

文字编辑:徐雪华
装帧设计:韩飞

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:北京市彩桥印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张13 $\frac{3}{4}$ 字数361千字
2009年8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: 35.00 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。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。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，逐步取代空气转炉法和平炉炼钢法，在世界范围内得到迅速推广。随着技术不断进步、设备不断更新、工艺不断完善，顶底复合吹炼工艺逐步得到发展和完善，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，年产量超过 4 亿吨，年生产能力近 5 亿吨。

钢铁市场的繁荣对钢铁产品的质量提出了更高的要求，钢铁企业都在根据市场的需要，积极调整产品结构，开发高附加值产品。为了更好地推进企业的工艺改进和技术革新，降低成本，提高效益，适应企业提高整体技术水平、培训技术能手的需要，我们组织编写了《转炉炼钢 500 问》一书。

本书在编写的过程中参照了冶金行业的职业技能鉴定规范及中、高级技术工人等级考核标准，主要包括：转炉炼钢原辅材料使用技术、转炉冶炼技术、转炉及附属设备维护技术、转炉炼钢技术经济指标、典型钢种的生产等内容。本书力求通俗易懂，同时突出实用性和先进性，希望对现场从事转炉炼钢工作的技术人员、技术工人及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。

由于编者水平所限，书中疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编著者
2009年4月

目 录



第 1 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有哪些? 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? 6
- 11 非金属夹杂物对钢有什么危害? 7
- 12 炼钢过程中锰的冶金作用是什么? 锰的氧化有何特点? 8

13	炼钢过程中硅的冶金作用是什么？硅的氧化有何特点？	9
14	炼钢过程中铝的冶金作用是什么？	10
15	冶炼一炉钢的基本过程是怎么样的？	10
16	吹炼过程中各元素成分变化规律是什么？	11
17	吹炼过程中各种元素的氧化顺序如何？	11
18	炼钢原材料分为哪几类？	12
19	转炉炼钢对入炉铁水温度和成分有什么要求？	12
20	转炉炼钢对入炉铁水带渣量及装入量有何要求？	13
21	转炉炼钢用废钢的来源有哪些？如何分类？	14
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？	16
24	转炉炼钢用铁合金的特点有哪些？	16
25	转炉炼钢常用的脱氧剂有哪些？	17
26	如何正确选用脱氧剂？	18
27	炼钢中使用复合脱氧剂有何好处？	18
28	转炉炼钢常用的合金剂有哪些？	19
29	对转炉炼钢用铁合金应如何进行管理？	19
30	如何确定合金烘烤温度和时间？	19
31	炼钢用石灰在标准和质量上有何要求？	20
32	石灰在炼钢过程中的主要作用是什么？	21
33	炼钢生产用萤石有何特点？	21
34	哪些材料可作为萤石的代用品？	22
35	炼钢生产用白云石有何特点？	22
36	炼钢用合成造渣剂有何特点？	23
37	用转炉污泥为基制备的复合造渣剂有何特点？	23
38	转炉炼钢用氧化剂的种类有哪些？对其有何要求？	24
39	转炉炼钢用冷却剂的种类有哪些？各有何特点？	25
40	转炉炼钢用增碳剂种类有哪些？对其有何质量要求？	25

41	如何确定增碳剂的加入量?	26
42	铁水预处理常用的脱硫剂有哪几种?	27
43	石灰作为脱硫剂的特点是什么?	27
44	电石作为脱硫剂的特点是什么?	28
45	石灰石作为脱硫剂的特点是什么?	29
46	金属镁作为脱硫剂的特点是什么?	30
47	Mg/CaO 复合脱硫剂的特点是什么?	31
48	如何确定镁基复合脱硫剂各组分的组成和配比?	31
49	铁水预处理用脱硅剂的种类有哪些?	31
50	铁水预处理用脱磷剂的种类有哪些?	32
51	炼钢用保温剂的种类有哪些?	34
52	保温覆盖剂在使用上有何要求?	34
53	炼钢用气体的种类和特点是什么?	35
54	炼钢过程中氮气的主要作用是什么?	36
55	氮气的主要用途有哪些?	36
56	乙炔在使用时要注意什么问题?	37
57	钢铁冶炼过程中对耐火材料有什么要求?	37
58	什么是不烧焦油结合砖?	38
59	什么是烧成油浸砖?	38
60	什么是镁炭砖?	39
61	转炉内衬用砖有何特点?	39
62	转炉内衬如何进行综合砌筑?	40
63	转炉出钢口用砖及底部用砖的特点是什么?	41
64	转炉炉衬投补用耐火材料应具有哪些工艺性能?	41
65	转炉炉衬喷补的方法有哪些? 所用耐火材料的 特点是什么?	42
66	什么是转炉溅渣护炉? 溅渣护炉对终点渣成分 有何要求?	42
67	溅渣护炉用调渣剂的种类及特点是什么?	43
68	什么是铁水预处理?	44

69	铁水预脱硫的意义何在? 如何正确选择铁水预 脱硫方法?	44
70	目前哪种脱硫工艺的冶金效果最好?	44

第2章 转炉冶炼技术

71	铁水预处理机械搅拌法存在什么优缺点?	46
72	什么是铁水预处理喷吹法?	46
73	铁水预处理喷吹法通常采用何种处理容器?	46
74	KR 搅拌法铁水预脱硫的工艺特点是什么?	47
75	纯镁铁水预脱硫的工艺特点是什么?	48
76	相比于其他铁水预脱硫工艺, 纯镁脱硫的优势何在? ...	48
77	纯镁脱硫过程中提高镁颗粒利用率的主要措施 有哪些?	49
78	从技术经济指标上分析, 为何说纯镁喷吹工艺略显 优势?	49
79	什么是铁水包镁基复合喷吹脱硫?	50
80	铁水预脱硅的目的是什么?	50
81	目前脱硅处理通常选择的地点及方式是什么?	51
82	出铁场脱硅方法有哪些?	51
83	铁水罐或混铁车脱硅的工艺特点是什么?	52
84	什么是“两段式”脱硅法?	52
85	铁水预脱磷的目的是什么? 铁水预脱磷的工艺方法 有哪些?	53
86	喷吹法铁水预脱磷工艺可分为哪两种形式?	53
87	什么是“专用炉处理”铁水预脱磷工艺?	55
88	什么是 SRP 工艺?	56
89	什么是 SARP 法铁水预脱磷工艺?	57
90	什么是 ORP 法?	58
91	什么是 NRP 法?	59
92	铁水预处理提钒的工艺方法有哪些?	59

93	什么是雾化提钒?	60
94	为什么说确保“提钒保碳”是转炉提钒的关键技术 难点?	60
95	什么是铁水预处理提钒工艺?	61
96	什么是炉容比? 炉容比与装入量有什么关系?	62
97	确定转炉炼钢装入量应考虑哪些因素?	62
98	转炉炼钢装入制度有几种方式?	63
99	转炉炼钢装料次序如何确定?	64
100	装料过程中兑铁水操作有何要求?	64
101	装料过程中加废钢操作有何要求?	65
102	装料过程中指挥吊车的要领是什么?	66
103	装料中摇炉进料操作要领是什么?	66
104	什么是造渣制度? 其具体内容及目的是什么?	68
105	炉渣的主要来源有哪些? 它在钢中起什么作用?	68
106	炼钢对炉渣的化学成分和物理性质有什么要求?	69
107	转炉炉渣是如何形成的?	70
108	影响石灰溶解速度的因素有哪些?	71
109	什么是炉渣碱度? 对冶炼有何影响?	72
110	碱性渣与酸性渣如何区别?	73
111	什么是转炉冶炼过程中的成渣路线?	73
112	造渣材料中石灰加入量如何确定?	74
113	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?	75
114	造渣材料中白云石的加入量如何确定?	76
115	转炉炼钢造渣操作有几种方法?	76
116	造渣材料的加入批数和时间如何确定?	77
117	在确定复吹转炉渣料的加入时机及批数时有何 注意事项?	78
118	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?	79

119	不同时期转炉渣黏度的控制有什么要求?	81
120	什么是炉渣氧化性? 有几种表示方法?	81
121	哪些因素会影响炉渣氧化性?	82
122	吹炼过程中炉渣氧化性如何控制?	82
123	什么是泡沫渣? 为何要造泡沫渣?	83
124	泡沫渣形成的影响因素有哪些?	84
125	什么是吹损? 由几部分内容组成?	85
126	为什么说转炉操作过程中, 防止喷溅十分重要?	86
127	爆发性喷溅产生的根本原因是什么?	86
128	预防爆发性喷溅产生的原则及具体措施是什么?	87
129	出现爆发性喷溅后应如何调整枪位?	88
130	泡沫性喷溅产生的原因及预防措施是什么?	88
131	金属喷溅产生的原因及预防措施是什么?	89
132	何为硅锰氧化期? 硅锰氧化期火焰具有哪些特征?	90
133	碳反应期火焰有什么特征?	90
134	为什么脱碳是炼钢过程的主要任务, 其氧化的特点 是什么?	91
135	脱碳反应对炼钢过程有什么作用?	92
136	炉渣返干会出现什么样的火焰特征?	92
137	熔渣出现喷溅时会有哪些火焰特征?	93
138	如何通过观察火焰来有效预防喷溅的发生?	93
139	什么叫炉渣的“返干”, 出现返干后应如何处理?	94
140	转炉炼钢的供氧制度涉及哪些内容?	95
141	什么是氧气流量? 如何确定氧气流量?	95
142	为什么说氧气流量与喷头面积大小有直接关系?	96
143	何为马赫数?	96
144	什么是供氧强度? 如何确定供氧强度?	97
145	从氧枪喷嘴喷出的氧气射流是如何变化的?	98
146	转炉炉膛内氧气射流的特性是怎样的?	99
147	什么是氧气射流对熔池的物理作用?	100

148	什么是金属与炉渣间乳化过程？影响因素有哪些？ …	101
149	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？ ……………	101
150	氧射流对熔池的传氧机理是什么？ ……………	102
151	氧气顶吹转炉的传氧载体有哪几种？ ……………	104
152	如何确定氧枪的供氧压力？ ……………	104
153	什么叫枪位？确定枪位的方法有几种？ ……………	105
154	采取低枪位或高枪位会对冶炼产生什么影响？ ………	107
155	什么是硬吹和软吹？ ……………	108
156	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？ ……………	109
157	开吹前针对氧枪操作应了解哪些内容？ ……………	109
158	在确定开吹枪位和变动枪位时应考虑哪些因素？ ………	110
159	恒压变枪操作时吹炼不同阶段枪位应如何调整？ ………	111
160	典型的氧枪操作模式有哪几种？ ……………	112
161	如何根据实际情况确定枪位的操作？ ……………	113
162	什么是氧气转炉顶底复合吹炼工艺？ ……………	114
163	复吹转炉与顶吹转炉相比具有什么冶金特点？ ………	114
164	复吹转炉与顶吹转炉相比在造渣上有什么不同？ ………	115
165	复吹转炉与顶吹转炉相比在冶金效果上有何不同？ ……	116
166	复吹转炉用底吹气体的种类有哪些？ ……………	117
167	转炉底部供气模式如何确定？ ……………	118
168	如何确定复合吹炼过程中底吹气体的切换时机？ ………	118
169	如何确定不同时期的底吹供气强度？ ……………	119
170	什么是转炉炼钢温度制度？ ……………	121
171	转炉炼钢热量来源于何处？ ……………	121
172	转炉炼钢热量消耗在哪里？ ……………	122
173	什么是废钢配比临界点？ ……………	122
174	为什么说熔池温度状况是转炉炼钢需要控制的 关键参数？ ……………	123

175	吹炼过程控制熔池温度的方法有哪些？	123
176	判断熔池温度的方法有哪些？	124
177	通过钢样判断钢水温度时应如何操作？	125
178	判断熔池温度的其他方法有哪些？	126
179	转炉炼钢常用冷却剂在使用上有什么特点？	127
180	什么是冷却剂的冷却效应？	128
181	各种常用冷却剂的冷却效应如何？	128
182	冷却剂加入量如何确定？	130
183	确定冷却剂用量时应考虑哪些影响因素？	130
184	转炉炼钢出钢温度应如何确定？	131
185	钢液的熔点应如何计算？	131
186	钢液的过热度如何确定？	132
187	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？	133
188	什么是低温钢？产生低温钢的主要原因是什么？	135
189	出现低温钢应如何处理？	135
190	出现高温钢应采取什么措施？	136
191	什么是终点控制？终点的标志是什么？	137
192	如何通过经验判断控制终点？	137
193	如何通过观察炉口火焰判断终点碳含量？	138
194	影响通过炉口火焰判断终点碳含量的影响因素有 哪些？	139
195	如何通过观察炉口火花来判断钢水含碳量？	140
196	转炉炉前人工取样有什么要求？	141
197	如何通过观察钢样表面形状来判断钢水含碳量？	141
198	拉准碳需要注意哪几个关键问题？	142
199	如何通过观察的方法判断钢水温度？	142
200	判断终点温度的方法有哪些？	143
201	热电偶测温的操作要点有哪些？	144
202	什么是钢液的脱氧合金化？	145

203	为什么要对钢液进行脱氧？	145
204	什么是元素的脱氧能力？如何判断元素脱氧能力的大小？	146
205	常用的脱氧方法有哪些？	147
206	如何减少钢中非金属夹杂物？	148
207	钢水氧化性与哪些因素有关？	149
208	脱氧剂的选择原则是什么？	150
209	脱氧合金化可分为哪两种工艺方法？	150
210	转炉炼钢对脱氧程度有何要求？	151
211	脱氧合金化时脱氧剂的加入顺序应如何安排？	151
212	如何计算脱氧剂加入量？	152
213	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？	153
214	钢包内脱氧合金化有何优点？	153
215	钢包内脱氧合金化具体到操作上有什么要求？	154
216	合金化剂的加入次序是什么？	154
217	合金化剂加入量如何确定？	155
218	合金元素吸收率的影响因素有哪些？	155
219	如何根据合金元素应与氧亲和力大小来判断其加入时间？	156
220	如何确定镇静钢的加铝量？	156
221	为什么说终点钢水余锰量也是确定合金加入量的经验数据？	157
222	镇静钢合金加入量如何确定？	157
223	化学成分不合格应采取哪些处理方法？	159
224	造成回炉钢水的原因是什么？	159
225	防止出现回炉钢水的措施有哪些？	160
226	回炉钢水应如何处理？	161
227	什么是挡渣出钢？	162
228	挡渣出钢下渣的原因是什么？	162

229	挡渣出钢的具体要求有哪些？	163
230	挡渣出钢的具体方法有哪些？	163
231	气动挡渣的特点是什么？	164
232	气动挡渣具体操作步骤是什么？	165
233	挡渣球挡渣出钢的特点是什么？	165
234	挡渣球挡渣具体操作步骤是什么？	166
235	挡渣塞挡渣有什么特点？	167
236	出钢操作对摇炉有什么要求？	169
237	摇炉操作对出钢钢水有何影响？	170
238	如何进行摇炉的安全操作？	171
239	如何进行摇炉倒渣？	172
240	如何进行摇炉出钢操作？	173
241	倒渣时溢出钢水会有什么危害？	174

第3章 转炉及附属设备的操作与维护技术

242	氧气转炉车间布置特点是什么？	175
243	什么是转炉炉型？合理的炉型应满足什么要求？	176
244	目前大型转炉多采用何种炉型？	177
245	转炉的公称容量如何表示？	177
246	什么是转炉高宽比？合适的转炉高宽比有何重要性？	177
247	转炉炉壳的结构特点是什么？	178
248	转炉炉帽水冷的作用及结构特点是什么？	179
249	转炉炉身的结构特点是什么？	180
250	转炉炉底有何结构特点？	181
251	转炉炉体支承系统由哪几部分组成？	181
252	转炉托圈与耳轴的作用及结构特点是什么？	181
253	转炉托圈与耳轴如何进行连接？	183
254	转炉炉体与托圈之间的连接装置应能满足什么要求？	183
255	转炉耳轴轴承座有几种类型？	184

256	转炉倾动机构的工作特点是什么？	184
257	正常生产对转炉倾动机构有何要求？	185
258	转炉倾动机构有几种类型？各有何特点？	186
259	如何正确使用转炉炉体倾动设备？	188
260	如何进行转炉倾动设备的维护？	189
261	造成加料口堵塞的原因是什么？如果出现如何 排除？	190
262	提高转炉炉龄的措施有哪些？	190
263	转炉炉衬各部位应采取哪些相应的维护方法？	192
264	转炉炉衬的喷补方式有几种？	193
265	什么是粘渣挂炉？	194
266	溅渣护炉的基本原理是什么？具体操作方法是 什么？	194
267	溅渣护炉工艺涉及哪些具体的参数？	194
268	溅渣护炉过程中如何控制枪位？	196
269	溅渣层是如何形成的？	196
270	溅渣层能够抗侵蚀的原因是什么？	196
271	溅渣护炉操作是如何进行的？	197
272	国外氧气转炉溅渣工艺如何进行？	198
273	如何提高溅渣层与炉衬的结合强度？	199
274	影响溅渣层蚀损的因素有哪些？	200
275	采用溅渣工艺操作应注意哪些问题？	201
276	如何选择调渣剂？	202
277	什么是溅渣护炉的调渣工艺？	203
278	直接溅渣工艺如何操作？	203
279	出钢后调渣工艺如何操作？	204
280	溅渣护炉对转炉生产有何利弊？	205
281	采用溅渣护炉对冶炼操作和钢的质量什么影响？	205
282	开新炉前要求做哪些准备工作？	206
283	焦炭-铁水烘烤法开新炉操作的具体步骤是什么？	207

284	转炉停炉操作的具体步骤是什么？	208
285	转炉铁水的供应方式有几种？	209
286	混铁车有何结构特点？	210
287	废钢的加入方式有几种？	211
288	什么是散状材料？其供应方式有几种？	212
289	散状材料供应系统的主要设备包括哪些？	214
290	散料供应系统的给料、称量及加料设备有哪些？	215
291	铁合金供应系统由哪些部分组成？	216
292	氧气制备的基本原理是什么？	218
293	氧气转炉车间供氧系统的主要设备组成有哪些？	218
294	如何选择配置制氧机的能力？	220
295	转炉氧枪的结构特点是什么？	221
296	氧枪枪身的结构特点有哪些？	222
297	拉瓦尔型喷头的类型有几种？	222
298	为什么说拉瓦尔型喷嘴是唯一能获得超音速流体的 设备？	223
299	为何要采用多孔拉瓦尔喷嘴？	224
300	三孔拉瓦尔型喷头的结构特点是什么？	224
301	四孔、五孔拉瓦尔型喷头的结构特点是什么？	225
302	采用双流道氧枪的目的是什么？	226
303	双流道氧枪结构特点是什么？	227
304	氧枪升降和更换机构应满足什么要求？	228
305	氧枪升降机构设置安全连锁装置的作用是什么？	228
306	氧枪升降装置的结构特点是什么？	229
307	氧枪更换装置的结构特点是什么？	230
308	如何准确控制氧枪各操作点的位置？	231
309	氧枪刮渣设备的作用是什么？	232
310	氧枪刮渣器的创新之处表现在哪些方面？	233
311	氧枪漏水时应如何处理？	234
312	汽化冷却烟道及炉口水箱漏水应如何处理？	235