

冶金职业
技能培训 丛书

竖炉球团技能300问

张天启 编著
冯根生 主审



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

冶金职业技能培训丛书

竖炉球团技能 300 问

张天启 编著
冯根生 主审

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2013

内 容 提 要

本书采用一问一答的形式介绍了竖炉球团生产的基础理论知识、设备性能及维护、工艺技术操作要领、安全防范措施等,对生产过程中遇到的普遍性问题产生的原因及处理方法等知识点作了重点阐述。

本书可作为烧结企业职工的培训教材,也可供生产技术人员、职业院校相关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

竖炉球团技能 300 问/张天启编著. —北京:冶金工业出版社, 2013. 6

(冶金职业技能培训丛书)

ISBN 978-7-5024-6263-5

I. ①竖… II. ①张… III. ①竖炉—球团设备—问题
解答 IV. ①TF3-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 130630 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcb@cnmip.com.cn

责任编辑 戈 兰 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-6263-5

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 三河市双峰印刷装订有限公司印刷
2013 年 6 月第 1 版, 2013 年 6 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 18 印张; 438 千字; 270 页

52.00 元

冶金工业出版社投稿电话:(010)64027932 投稿信箱:tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

序 1

新的世纪刚刚开始，中国冶金工业就在高速发展。2002年中国已是钢铁生产的“超级”大国，其钢产总量不仅连续7年居世界之冠，而且比居第二位和第三位的美、日两国钢产量总和还高。这是国民经济高速发展对钢材需求旺盛的结果，也是冶金工业从20世纪90年代加速结构调整，特别是工艺、产品、技术、装备调整的结果。

在这良好发展势态下，我们深深地感觉到我们的人员素质还不能完全适应这一持续走强形势的要求。当前不仅需要运筹帷幄的管理决策人员，需要不断开发创新的科技人员，也需要适应这新变化的大量技术工人和技师。没有适应新流程、新装备、新产品生产的熟练技师和技工，我们即使有国际先进水平的装备，也不能规模地生产出国际先进水平的产品。为此，提高技工知识水平和操作水平需要开展系列的技能培训。

冶金工业出版社根据这一客观需要，为了配合职业技能培训，组织国内有实践经验的专家、技术人员和院校老师编写了《冶金职业技能培训丛书》，以支持各钢铁企业、中国金属学会各相关组织普及和培训工作的需要。这套丛书按照不同工种分类编辑成册，各册根据不同工种的特点，从基础知识、操作技能技巧到事故防范，采用一问一答形式分章讲解，语言简练，易读易懂易记，适合于技术工人阅读。冶金工业出版社的这一努力是希望为更好地发展冶金工业而做出的贡献。感谢编著者和出版社的辛勤劳动。

借此机会，向工作在冶金工业战线上的技术工人同志们致意，感谢你们为冶金行业发展做出的无私奉献，希望不断学习，以适应时代变化的要求。

原冶金工业部副部长
中国金属学会理事长



2003年6月18日

序 2

我国的铁矿资源特点是贫矿和多元素复合铁矿多，因此，在进入高炉之前必须经过选矿和造块，造块的方法有两种，即烧结与球团。国内外的冶金和矿物加工界人士早就从理论与实践中的证明细粒度铁精矿应当发展球团矿，但是由于历史的原因，我国却走上了细精矿烧结的道路。近二十年我国钢铁生产发展迅速、规模巨大，国产精矿远不能满足需求，要求大量进口铁矿粉，而在当前的铁矿石国际市场上，能够大量供应的是烧结用富矿粉。因此，我国的高炉炉料仍然必须以烧结矿为主。

生产球团矿主要有竖炉、链算机-回转窑和带式焙烧机三种工艺。在我国的钢铁工业发展历程中有一段中、小钢铁厂蓬勃发展阶段。竖炉工艺生产规模小、投资少、建设快，适应当时的要求；特别是济南钢铁公司的工程技术人员发明的烘干床与导风墙技术，大大提高了竖炉的生产效率和产品质量，使竖炉工艺在我国得到发展，并输出美国，成为我国首项出口的冶金技术。世界上规模最大的也是历史最悠久的美国伊利矿业公司的竖炉球团厂于20世纪末关闭，自此其他国家基本没有竖炉了，但是在我国竖炉仍然具有生命力。

张天启厂长长期从事铁矿粉造块生产技术工作，具有丰富的实践经验，是一位有心之人。他收集和积累了丰富的资料，编写出作为冶金职业技能培训丛书的《竖炉球团技能300问》一书，目标是该书不仅拥有大量的实际操作经验，也有一定的理论深度；既可以作为职业技能培训教材，也可供设计和教学部门参考，更是一部我国竖炉球团生产工艺的总结。

北京科技大学 **孔令坛**
2013年5月

前 言

竖炉这个为我国球团事业的发展立下汗马功劳的生产装备，至今已经历了将近半个世纪的岁月。我们老竖炉工作者为它洒下了汗水，花费了心血。竖炉曾经是我国球团生产的当家设备，导风墙、烘干床技术是我国球团工作者结合生产实践创新的技术结晶，曾向美国转让该技术。

进入 21 世纪，我国钢铁工业跨入快速发展的轨道，球团矿的年产量增长基本与生铁年产量的增长同步，高炉炼铁球团矿的合理配比应为 25% ~ 30%，但目前球团矿的入炉配比仅达到 15% ~ 20%，因此为满足高炉炼铁的需求，球团矿生产发展还有一定的空间。

我国球团矿生产在“十五”、“十一五”期间，在总产能和设备大型化方面取得举世瞩目的成就，现在产能超过 2.5 亿吨，但对于 10 亿吨的高炉炉料而言，仍然没有满足合理炉料结构的数量要求，这其中还不包括其他用途球团矿（如 DRI）等。

竖炉球团由于存在着劳动生产率低、质量无法与链算机-回转窑相媲美等问题，国外已在几年前被淘汰。我国目前仍有很多中小钢铁企业，竖炉球团用于 1000m³ 以下高炉，在投资产能等方面具有一定的适应性。据统计我国目前生产和在建的 8m² 以上矩形竖炉 401 座和 8m² 以上 TCS 圆环形竖炉 11 座，竖炉球团生产在一定时期内，还会继续存在。

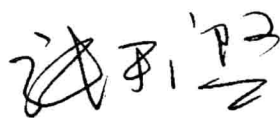
针对这种现状，为满足竖炉生产企业职业技能培训和操作人员、专业人员晋级的需要，结合当前国内竖炉生产技术装配水平及生产实际需求，编写了《竖炉球团技能 300 问》一书。

书中章节结构按竖炉工艺生产工序划分，内容包括基础理论知识、设备性能及维护、工艺技术操作要领、安全防范措施等，其中对生产过程中遇到的普

遍性问题产生的原因及处理方法等知识点作了重点的阐述，编写方式采用一问一答的形式，力求浅显易懂，细节明确、实用性较强，便于读者查阅。

本书是在作者为企业职工培训编写的教材的基础上修改而成的。河北文安新钢钢铁集团公司烧结厂王东工程师参与了第3章、第7章部分内容的编写；唐山市盈心耐火材料厂刘宗合厂长参与了第8章部分内容的编写；TCS竖炉创始人刘树钢参与了第6章、第8章部分内容的编写，并对第1章、第6章和第8章进行了修改。中冶北方工程技术有限公司孙立晏副总工程师对第1章、第6章和第8章进行了修改。北京科技大学教授孔令坛、许满兴、冯根生对全书进行了审阅。

在编写过程中，参考了大量的文献资料，在此对文献作者表示衷心的感谢。由于编者水平有限，书中不足之处，敬请读者批评指正。



2013年3月

目 录

1 概 述

1. 球团、球团矿和酸性铁球团矿的概念是什么？	1
2. 球团矿生产的种类有哪些？	1
3. 为什么要发展球团矿？	1
4. 球团矿有哪些优点？	2
5. 球团矿有哪些种类？	2
6. 简述国外球团矿生产发展史。	3
7. 简述国内球团矿生产发展史。	4
8. 目前主要有哪些球团焙烧方法？各有什么优缺点？	5
9. 近几年竖炉球团发展快的原因有哪些？	5
10. 我国球团矿同国外比较有哪些差距？	5
11. 我国球团生产的基本情况和特点有哪些？	7
12. 对我国球团生产质量和能耗、环保有哪些评述？	8
13. 对我国球团生产质量进步的展望。	10
14. 对我国球团矿发展趋势的要求和建议。	10
15. 烧结矿与球团矿生产有哪些区别？	11
16. 高炉对球团矿总的要求有哪些？	11
17. 高碱度烧结矿配加酸性球团矿哪种比例最佳？	12
18. 《高炉炼铁工艺设计规范》中对入炉球团矿提出哪些要求？	13
19. 《高炉用酸性球团矿》(GB/T 27692—2011) 有哪些规定？	13

2 球 团 原 料

2.1 铁精矿及其性质	14
20. 世界铁矿资源如何分布？	14
21. 我国铁矿资源有哪些特点？	14
22. 什么是铁矿石？有多少种类？	14
23. 磁铁矿有哪些主要理化性能？	16
24. 赤铁矿有哪些主要理化性能？	16
25. 褐铁矿有哪些主要理化性能？	17
26. 菱铁矿有哪些主要理化性能？	17

27. 铁矿石品位 (含铁量) 含义是什么?	18
28. 矿石中脉石的成分有哪些?	18
29. 铁矿石中有害元素有哪些?	19
30. 铁矿石中有益元素有哪些?	19
31. 球团生产对铁精粉有哪些要求?	20
32. 为什么说铁精粉粒度太细不一定生球强度就高?	21
33. 铁精矿品位与球团矿质量有什么关系?	21
34. 铁矿粉的全分析和日常分析包括哪些项目?	21
2.2 黏结剂和熔剂	22
35. 造球所用黏结剂都需要有哪些性质?	22
36. 膨润土的主要外观特征有哪些?	22
37. 膨润土的化学成分有哪些?	23
38. 膨润土的主要物理化学性能有哪些?	23
39. 蒙脱石的主要物理化学特性有哪些?	23
40. 钠基膨润土与钙基膨润土的主要区别是什么?	24
41. 什么叫膨润土的活化?	25
42. 《膨润土》(GB/T 20973—2007) 中对膨润土的术语如何定义?	25
43. 球团生产对膨润土的主要质量指标要求有哪些?	26
44. 吸蓝量与蒙脱石含量有什么关系?	26
45. 我国膨润土资源情况如何?	27
46. 膨润土在球团生产中有哪些作用?	27
47. 对膨润土抗爆机理有哪些分析?	28
48. 冶金球团用膨润土的吸蓝量如何测定?	28
49. 冶金球团用膨润土的膨胀指数如何测定?	29
50. 冶金球团用膨润土水分如何测定?	30
51. 冶金球团用膨润土过筛率如何测定?	30
52. 膨润土吸水率怎样测定?	31
53. 碱性熔剂有哪些种类? 性质如何?	32
54. 球团生产对碱性熔剂的要求有哪些?	32
2.3 原料加工	33
55. 铁矿粉的再磨工艺有哪些?	34
56. 简述熔剂的加工处理工艺流程。	34
57. 简述膨润土的加工处理工艺流程。	35
2.4 燃料种类	35
58. 球团生产使用燃料的作用和种类有哪些?	35
59. 球团生产对燃料质量要求有哪些?	36

3 配料工操作技能

3.1 配料设备	37
60. 受料矿仓的结构和设计要求有哪些?	37
61. 料仓防堵措施有哪些?	38
62. 配料室矿槽以什么顺序排列最佳?	39
63. 配料矿槽(贮矿槽)容积和数量如何确定?	39
64. 精矿粉的给料设备一般采用哪些形式?	40
65. 黏结剂和熔剂的给料设备一般采用哪些形式?	40
66. 圆盘给料机的构成及工作原理是什么?	42
67. 圆盘给料机在安装上和操作维护中应注意哪些方面?	43
68. 皮带机的结构、作用和类型有哪些?	44
69. 各种给料设备使用范围及优缺点有哪些?	45
70. 电子皮带秤的组成及工作原理是什么?	46
71. 核子秤的组成及工作原理是什么?	46
72. 失重秤的组成及工作原理是什么?	47
73. 膨润土高压气力输送系统有哪些特点和注意事项?	48
3.2 配料工操作	48
74. 配料的目的是要求是什么?	48
75. 配料计算前必须掌握哪些情况?	49
76. 配料方法有几种? 它们各有什么优缺点?	49
77. 配料计算的原则是什么?	49
78. 配料计算的步骤有哪些?	50
79. 常用的配料计算方法有哪些?	50
80. 例举如何进行配料计算。	51
81. 配料室的“五勤一准”操作内容是什么?	53
82. 配料的一般质量事故如何进行分析 and 处理?	53
83. 什么叫料批? 如何计算各种物料小时料量和单班总料量?	53
84. 影响配料准确的因素有哪些?	54
85. 配料工岗位职责有哪些?	54
86. 配料工岗位技术操作规程有哪些内容?	55
87. 配料工岗位安全操作规程有哪些内容?	56
88. 矿槽及料仓的黏料清理作业应采取哪些安全措施?	57
89. 配料工跑盘的技术要求有哪些?	57
90. 配料室安全危险源点有哪些? 防范措施是什么?	58
91. 配料工岗位设备维护规程有哪些内容?	58
92. 如何对皮带秤进行日常维护?	58

93. 皮带电子秤如何标定?	59
94. 配料开机生产主要步骤和配料操作的注意事项有哪些?	60
95. 皮带机跑偏的原因和调整方法有哪些?	61
96. 皮带机打滑的原因和处理方法有哪些?	61
97. 皮带机的安全防护措施有哪些?	61
98. 皮带刮料器挡皮使用窍门有哪些?	62
99. 如何避免皮带运输机造成的伤害?	62
100. 皮带机上、下托辊如何维护?	62
101. 皮带机生产中检查项目有哪些?	63
102. 造成圆盘给料量波动的原因及防止方法有哪些?	63

4 烘干工、润磨工操作技能

4.1 烘干工操作知识	65
103. 球团生产中混合干燥的目的是什么?	65
104. 简述圆筒混合干燥机的构造和原理。	65
105. 简述强力型圆筒搅拌机(混合机)的构造和原理。	67
106. 影响物料混匀的因素有哪些?	68
107. 如何提高造球物料的混匀效果?	69
108. 圆筒混合干燥机的使用和维护注意事项有哪些?	70
109. 烘干机岗位安全操作规程有哪些要求?	70
110. 清除圆筒烘干机内的黏料时应采取哪些单项安全措施?	71
111. 烘干工的岗位职责有哪些?	72
112. 烘干机岗位技术操作规程有哪些?	72
113. 烘干机设备维护规程有哪些?	73
4.2 润磨工实操知识	73
114. 什么是润磨工艺?	73
115. 简述润磨工艺在球团生产上应用概况。	74
116. 润磨机的结构和特点有哪些?	75
117. 润磨机的主要技术参数有哪些?	76
118. 混合料润磨在球团生产中的作用有哪些?	78
119. 什么是润磨系统的调湿操作?	79
120. 润磨机运行中应注意哪些问题?	79
121. 混合料润磨生产的几点说明。	80
122. 以 $\phi 3200\text{mm} \times 5400\text{mm}$ 型润磨机为例说明介质钢球的填充要求。	80
123. 润磨机岗位安全操作规程有哪些要求?	81
124. 润磨机岗位技术操作规程有哪些规定?	81

125. 润磨机设备维护规程有哪些要求? 82
126. 简述润磨机碎钢球分离机的设计及应用。 82

5 造球工操作技能

5.1 基础知识	84
127. 什么是液体的表面层和表面能?	84
128. 什么是液体的表面张力?	84
129. 什么是润湿现象?	84
130. 什么是细磨物料的比表面积?	85
131. 什么是毛细管和毛细现象?	85
132. 水分子的构造怎样?	85
133. 水在造球细磨物料中有哪些形态和作用?	86
134. 什么是吸附水? 它有什么特性和作用?	86
135. 什么是薄膜水? 它有什么特性和作用?	87
136. 什么是毛细水? 它有什么特性和作用?	87
137. 重力水有哪些特性及作用?	88
5.2 造球设备及性能	88
138. 圆盘造球机设备结构和工作原理有哪些?	88
139. 圆盘造球机的工艺参数对造球有什么影响?	90
140. 圆盘造球机的工作区域有哪些?	92
141. 圆盘造球机刮刀的作用和形式有哪些?	93
142. 圆盘造球机底衬的作用和形式有哪些?	94
143. 圆盘造球机的加水加料方式对造球有哪些影响?	96
144. 圆盘造球机安装调试有哪些要求?	97
145. 圆筒造球机的构造及工作原理有哪些?	97
146. 圆筒造球机的工艺参数有哪些?	98
147. 圆筒造球机有哪些优缺点?	99
148. 圆盘造球机与圆筒造球机比较有哪些特性?	100
5.3 圆辊筛设备性能	100
149. 生球筛分的目的和意义是什么?	100
150. 圆辊筛的构造及安装要求有哪些?	100
151. 圆辊筛的传动原理是什么?	101
152. 圆辊筛的筛分原理是什么?	102
153. 圆辊筛有哪些易损件? 如何改进?	103

5.4 操作技能知识	103
154. 简述物料在造球过程中的七种成球机理。	103
155. 什么叫做母球？用什么方法形成母球？	105
156. 原料的天然性质对造球过程产生哪些影响？	105
157. 原料湿度对造球有什么影响？	105
158. 膨润土对成球速度有哪些影响？	106
159. 膨润土在造球过程中的作用及机理有哪些？	106
160. 造球过程中加水方法有几种？其作用是什么？	107
161. 圆盘造球机操作要求有哪些内容？	108
162. 圆盘造球机开始造球操作是怎样进行的？	108
163. 圆盘造球机盘内情况正常时的特征是什么？	109
164. 怎样判断球盘内料流水分是否适宜？	109
165. 球盘内料流水分不正常时怎样进行调剂处理？	110
166. 球盘内母球过多不易长大的原因和处理方法有哪些？	111
167. 成品球与料面一起甩出盘外时应怎样处理？	111
168. 球盘内球料不滚动，而是在成球区大堆地向下滑动的 原因和处理方法是什么？	112
169. 成品球不能从球盘中连续排出的原因和处理方法是什么？	112
170. 圆盘造球机造球操作中的注意事项有哪些？	113
171. 造球过程中常见事故及处理办法有哪些？	113
172. 影响生球强度变化最常见的因素有哪些？	113
173. 炼钢炉尘（污泥）如何应用到造球过程中？	115
174. 北方造球室冬季如何防止雾气影响造球操作？	115
175. 圆盘造球机热水造球和磁化造球有哪些好处？	117
176. 圆盘造球工安全操作要点有哪些？	117
177. 造球工设备维护规程有哪些？	118
178. 圆盘造球机事故及预防措施有哪些？	118
179. 生球辊筛工安全操作规程有哪些？	119
180. 生球辊筛工设备操作规程有哪些？	119
5.5 生球检验标准和方法	119
181. 竖炉生产对生球的质量有哪些要求？	119
182. 生球落下强度如何测定和计算？	121
183. 生球的抗压强度如何测定和计算？	121
184. 生球的粒度组成如何测定和计算？	121
185. 生球的水分如何测定和计算？	122
186. 如何测定生球爆裂温度？	122

6 竖炉工操作技能

6.1 竖炉设备	124
187. 竖炉面积指什么? 如何划分大、中、小型竖炉?	124
188. 国内外早期竖炉存在什么共同问题? 都采取了什么措施?	124
189. 我国新型竖炉主要构造有哪些?	127
190. 导风墙的结构有哪些?	127
191. 烘干床的结构有哪些?	128
192. 大水梁的结构有哪些? 什么是大水梁的振动和蓝脆?	129
193. 济钢在竖炉 SP 技术发展上作过哪些贡献?	130
194. 导风墙和烘干床在竖炉生产工艺上有哪些作用?	131
195. 我国球团竖炉燃烧室的形状有几种?	132
196. 环缝涡流式烧嘴的构造和工作原理有哪些?	133
197. 对竖炉烟罩和钢结构的安装有哪些要求?	133
198. 对燃烧室的砌筑有哪些要求?	134
199. 对竖炉炉墙的砌筑有哪些要求?	134
200. 什么是“面布料”和“线布料”?	136
201. 梭式布料机的构造有哪些?	136
202. 布料车易发生的故障及改进措施有哪些?	138
203. 辊式卸料器的传动形式有哪些?	139
204. 辊式卸料器的构造和作用有哪些?	140
205. 齿辊的结构由哪些部件组成?	140
206. 现在使用的齿辊密封形式哪种比较好?	142
207. 齿辊液压系统是怎样构成的, 供油方式有几类?	143
208. 对竖炉排矿、冷却设备有哪些要求?	143
209. 竖炉炉体设备需要冷却的部位有哪几个?	144
210. 什么是汽化冷却?	144
211. 竖炉汽化冷却系统由哪些部分组成?	145
212. 美国伊利竖炉本体及其设备有哪些特点?	145
213. 我国球团竖炉的基本特点有哪些?	146
214. 重油在球团竖炉上应用要注意哪些事项?	148
6.2 球团焙烧机理	148
215. 球团焙烧过程中主要有哪些物理化学变化?	148
216. 什么是球团焙烧固结机理?	149
217. 什么是球团固相固结机理?	150
218. 什么是球团液相固结机理?	151
219. 各种铁精矿球团的焙烧特性有哪些?	151

220. 球团固结类型有哪几种?	152
221. 液相来源和液相在球团矿固结过程的作用有哪些?	152
222. 液相黏结的类型有几种?	153
223. 提高球团固相黏结反应的措施有哪些?	153
224. 球团矿的矿物组成与显微结构有哪些?	154
225. 磁铁矿球团焙烧特性有哪些?	155
226. 赤铁矿球团的固结特征有哪些?	155
227. 什么是球团矿的还原膨胀? 如何解决?	155
228. 白云石或含 MgO 添加物对球团矿有哪些好处?	156
6.3 焙烧过程变化及参数确定	157
229. 球团竖炉的焙烧过程有哪几个阶段?	157
230. 球团在竖炉焙烧过程中发生哪些物理化学变化?	158
231. 我国竖炉内的气流分布有哪些特征?	159
232. 炉型结构对竖炉内气流分布有哪些影响?	159
233. 我国竖炉内温度分布有哪些特征?	161
234. 温度对球团焙烧过程有什么影响?	163
235. 我国竖炉内的压力分布有哪些特征?	163
236. 竖炉内的球料运动有哪些特征?	164
237. 竖炉焙烧带热量有哪些来源?	165
238. 竖炉操作热工参数是如何界定的?	165
239. 热工操作参数中焙烧风温度是如何确定的?	166
240. 球团通过焙烧带, 强度急剧提高的主要原因有哪些?	167
241. 竖炉均热带对球团强度和品质发生哪些变化?	168
242. 竖炉球团在冷却带发生哪些变化?	168
243. 冷却对球团焙烧过程有什么影响?	169
244. 竖炉球团配加巴西精矿对焙烧制度有哪些要求?	169
6.4 生球的干燥	170
245. 为什么生球焙烧前必须进行干燥?	171
246. 什么叫生球的爆裂温度? 这种现象是怎样产生的?	171
247. 生球破裂程度可分为哪几类?	171
248. 生球在干燥过程中主要排出哪些水?	171
249. 生球的干燥过程是如何进行的?	172
250. 生球干燥过程的机理是什么?	172
251. 根据干燥速度的不同变化, 通常把干燥过程分为哪几个阶段?	173
252. 干燥过程中生球强度发生哪些变化?	174
253. 影响生球干燥过程的因素有哪些?	174
254. 生球初始湿度大, 对干燥过程有什么影响?	174

255. 为什么说生球粒度越大,干燥时间越长,平均干燥速度越慢?	175
256. 影响生球干燥速度的因素有哪些?	175
257. 干燥介质的温度对干燥过程有什么影响?	176
258. 干燥介质的流速对干燥过程有什么影响?	176
259. 提高生球干燥过程的措施有哪些?	177
6.5 生球的爆裂	177
260. 什么是生球爆裂?	177
261. 原料因素对爆裂温度有哪些影响?	178
262. 生球性能对爆裂温度有哪些影响?	178
263. 膨润土对生球爆裂温度有哪些影响?	179
264. 焙烧制度对生球爆裂有哪些影响?	179
265. 提高生球爆裂温度的途径有哪些?	179
266. 膨润土为什么能提高生球“破裂温度”?	180
267. 选择干燥制度的原则是什么?	180
6.6 竖炉工操作	181
268. 什么是开炉操作?开炉操作有哪几种?	181
269. 竖炉首次开炉前必须具备的条件和准备工作有哪些?	181
270. 竖炉开炉装炉料的准备有哪些要求?	182
271. 竖炉首次开炉设备检查与验收有哪些工作?	182
272. 什么是烘炉操作?烘炉的作用和要求有哪些?	183
273. 如何确定烘炉步骤和曲线?	183
274. 竖炉烘炉前准备哪些工具和材料?	184
275. 如何进行烘炉操作?	185
276. 竖炉烘炉点火操作应注意哪些问题?	185
277. 如何进行开炉操作?	186
278. 竖炉开炉装熟料的作用是什么?装料方法有几种?	187
279. 对竖炉装熟料的要求有哪些?	187
280. 什么是“热料循环”?怎样进行操作?	188
281. 如何进行引煤气和点火操作?	188
282. 煤气点火时应注意哪些事项?	189
283. 如何进行停炉操作?	189
284. 竖炉操作的主要原则有哪些?	191
285. 竖炉燃烧室热工参数调整依据有哪些?	191
286. 竖炉煤气、助燃风和冷却风的参数调整依据有哪些?	193
287. 提高竖炉球团矿产量和质量的措施有哪些?	194
288. 竖炉正常炉况的特征有哪些?	194
289. 竖炉失常炉况的特征有哪些?	195

290. 成品球出现过烧的征兆、原因和处理方法有哪些?	196
291. 成品球出现欠烧的征兆、原因和处理方法有哪些?	196
292. 炉口温度低烘干速度减慢的征兆、原因和处理方法有哪些?	197
293. 炉口温度过高的征兆、原因和处理方法有哪些?	198
294. 成品球生熟混杂的征兆、原因和处理方法有哪些?	198
295. 塌料的征兆、原因和处理方法有哪些?	199
296. 偏料的征兆、原因和处理方法有哪些?	200
297. 管道的征兆、原因和处理方法有哪些?	201
298. 悬料的征兆、原因和处理方法有哪些?	201
299. 竖炉结块的部位、特征和原因有哪些?	202
300. 竖炉生产过程中预防结块的措施有哪些?	203
301. 竖炉导风墙孔堵塞的原因及其防止措施有哪些?	204
302. 导风墙砖出现孔洞的原因和处理办法有哪些?	205
303. 布料工的技术操作要点有哪些内容?	206
304. 布料工的安全操作要点有哪些内容?	206
305. 看火工的技术操作要点有哪些内容?	207
306. 看火工的安全操作要点有哪些内容?	208
307. 竖炉热工参数测量仪表类型、位置、数量有多少?	209
6.7 竖炉事故实例	209
308. 唐钢一炼铁厂竖炉结块事故实例	209
309. 唐山国义特钢竖炉使用高硫粉结块事故实例	211

7 辅助工操作技能

7.1 设备性能	213
310. 鼓风带式冷却机结构和工作原理有哪些?	213
311. 热链板给矿机结构和工作原理有哪些?	214
312. 耐热振动筛的性能和工作原理有哪些?	215
313. 电磁振动给料机的性能和工作原理有哪些?	217
314. 煤气加压机的主要设备参数有哪些?	217
315. 室内煤气加压站的布置有哪些要求?	218
316. 离心式加压机的的工作原理有哪些?	219
317. 电除尘器的工作原理是什么?	220
318. 离心水泵的工作原理有哪些?	221
319. 水泵型号(以 MD580-70×8 为例)都代表什么?	221
320. 汽包的作用主要有哪些?	221