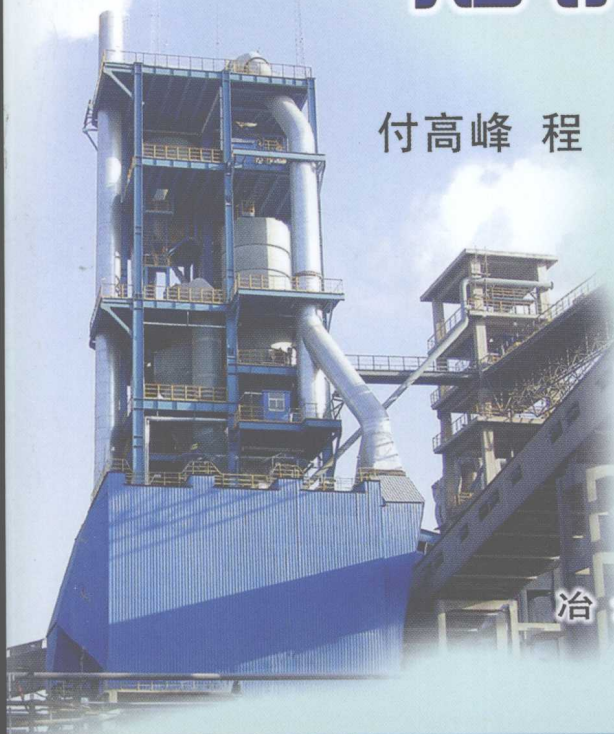


冶金职业
技能培训 丛书

氧化铝生产 知识问答

付高峰 程 涛 陈宝民 编著

冶金工业出版社



内 容 简 介

本书以问答的形式,介绍了拜耳法和烧结法生产氧化铝的生产原理、工艺流程、技术指标、主要操作方法和要点、基本物料计算方法、主要设备、常见故障的原因及预防与处理、氧化铝生产常用基本分析方法、安全生产和环境保护等内容,对氧化铝的新工艺、新技术也作了较详细的介绍,如选矿拜耳法、强化烧结法等。在内容安排上,力求通俗易懂,紧密结合生产操作实际,知识丰富全面,既考虑了工艺知识的系统性,又考虑了实际应用人员技能知识提高的需要,有很强的针对性。

本书除可作为职业技能培训教材之外,可供从事氧化铝生产的工人、技术人员和管理人员使用;也可供有关院校冶金专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

氧化铝生产知识问答/付高峰等编著. —北京:冶金工业出版社, 2007. 5

(冶金职业技能培训丛书)

ISBN 978-7-5024-4249-1

I. 氧… II. 付… III. 氧化铝—生产工艺—问答
IV. TF821-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 058135 号

出 版 人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 李 梅(电话:010-64027928) 李培禄 美术编辑 王耀忠

版面设计 张 青 责任校对 符燕蓉 李文彦 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4249-1

北京鑫正大印刷有限公司印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2007 年 5 月第 1 版;2007 年 5 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 10.375 印张; 278 千字; 299 页; 1—4000 册

29.00 元

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(100711) 电话:(010) 65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

序

新世纪刚刚开始，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七年居世界之冠，而且比居第二和第三位的美、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，更需要适应这一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发展冶金工业而做出贡献。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

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Song Zhen' (宋震), written in a cursive style.

2003年6月18日

前 言

我国铝工业发展从无到有，逐步形成了较大规模的铝工业生产体系，已成为国民经济的一项支柱性基础产业。目前我国已发展成为世界最大的原铝生产国，最大的氧化铝消费国和第二大氧化铝生产国。氧化铝市场需求越来越大，氧化铝生产新增企业及改扩建企业在不断增多。特别是随着科学技术的发展，我国引进和自主研发的多项氧化铝生产新技术在企业中得到了很好的应用，氧化铝生产技术得到了快速发展。

随着铝工业的发展，氧化铝行业急需大批适应生产需要的工程技术人员和实际操作人员，为了满足氧化铝生产技术和生产企业相关人员的需要，我们编写了《氧化铝生产知识问答》一书。

本书以问答的形式，按照氧化铝生产的两大基本生产工艺，即拜耳法和碱-石灰烧结法生产工艺的生产流程编写，其中包括每个工序的生产概况、基本原理、主要生产设备、操作方法、主要故障及其原因和解决办法。本书还介绍了氧化铝生产的新技术、氧化铝生产环境保护和职业病防治等内容。本书内容系统，语言简练，易读易懂。

本书由东北大学付高峰、中国铝业河南分公司程涛、中国铝业中州分公司陈宝民主编，中国铝业中州分公司权昆、武福运、么海青，中国铝业股份有限公司生产运行部杨杰、投资管理部刘家瑞，中国铝业山西分公

司董宝财，中国铝业贵州分公司邹韶宁、刘德富、林齐、刘德宽，中国铝业山东分公司赵文、董晓辉、蒋涛、杨会宾，开曼铝业（三门峡有限公司）邓卫明等参加编写。

本书是在参考了诸多氧化铝生产相关书籍和学术论文的基础上编写的，编写过程中选用了国内同行部分著作的有关数据及资料。本书的编写还得到了各有关单位领导和众多氧化铝生产技术专家的大力支持，许多生产专家提出了切实中肯的修改意见，在此表示衷心的感谢。

本书涉及面较宽，以问答的形式逐一提出解答并且做到深浅适度并非一件容易的事，编者为此进行了努力。由于时间仓促，书中不当之处恳请专家和读者批评指正。

编 者

2007年1月

目 录

第 1 章 氧化铝生产综述及其基本概念

第 1 节 氧化铝及其水合物基本概念..... 1

1. 什么是氧化铝? 1
2. 什么是氧化铝水合物? 1
3. 表征氧化铝物理性质的指标有哪些? 2
4. 氧化铝的质量标准是什么? 3
5. 氧化铝按物理性质如何进行分类? 3
6. 砂状氧化铝的具体特性有哪些? 4
7. 电解铝生产用氧化铝的质量有哪些要求? 4

第 2 节 氧化铝生产方法概述..... 5

8. 工业生产氧化铝的方法主要有哪几种, 生产中
有哪些常用符号? 5
9. 什么是碱法生产氧化铝? 5
10. 什么是酸法生产氧化铝? 6
11. 什么是酸碱联合法生产氧化铝? 6
12. 什么是电热法生产氧化铝? 6
13. 碱法生产氧化铝主要包括哪些工序? 6
14. 拜耳法生产氧化铝的基本原理是什么? 7
15. 拜耳法生产氧化铝的简易工艺流程是什么? 7
16. 烧结法生产氧化铝的基本原理是什么? 7
17. 碱-石灰烧结法生产氧化铝的简易
工艺流程是什么? 9

18. 并联联合法生产氧化铝的简易工艺 流程是什么?	9
19. 并联联合法有哪些特点?	10
20. 串联联合法生产氧化铝的简易工艺 流程是什么?	11
21. 串联联合法的特点有哪些?	11
22. 混联联合法生产氧化铝的简易工艺流程是什么? ...	12
23. 混联联合法的特点有哪些?	12
第3节 铝土矿基本概念	13
24. 铝土矿的主要化学成分是什么?	13
25. 什么是铝土矿的铝硅比?	13
26. 铝土矿按其矿物类型如何分类?	13
27. 我国铝土矿的特点有哪些?	14
第4节 铝酸钠溶液基本概念	14
28. 铝酸钠溶液的主要化学成分是什么?	14
29. 什么是铝酸钠溶液的苛性比值?	14
30. 什么是铝酸钠溶液的硅量指数?	15
31. 铝酸钠溶液具有什么样的结构?	15
32. 什么是铝酸钠溶液的诱导期?	15
33. 什么是铝酸钠溶液的稳定性?	16
34. 影响铝酸钠溶液稳定性的主要因素有哪些?	16
35. 什么是循环母液?	16
36. 什么叫循环效率?	16
37. 什么叫循环碱量?	16
38. 什么是碱耗?	17
第5节 氧化铝生产基本概念	17
39. 什么叫碱比?	17

40. 什么叫钙比?	17
41. 什么叫铁铝比?	18
42. 什么是氧化铝理论溶出率?	18
43. 什么是净溶出率?	18
44. 什么是铝酸钠溶液的分解率?	19
45. 什么是脱硅效率?	19
46. 什么是拜耳法的赤泥产出率?	19
47. 什么是赤泥浆液?	20
48. 赤泥的主要成分是什么?	20
49. 什么是结疤?	20
50. 常见的结疤有哪些?	20
51. 什么是苛化反应?	20
52. 什么是反苛化反应?	21
53. 什么是烧结法的赤泥产出率?	21
54. 什么是相对溶出率?	21
55. 什么是种子比(晶种系数)?	21
56. 什么是 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 产出率?	22
57. 什么是氧化铝总回收率?	22
58. 氧化铝生产用石灰如何获得?	23
59. 氧化铝生产一般使用什么作燃料?	23
60. 什么是氧化铝热耗?	23

第2章 拜耳法原料及原矿浆制备

第1节 原矿浆制备概述

61. 拜耳法生产氧化铝的主要原料有哪些?	24
62. 拜耳法配料的目的是什么?	24
63. 拜耳法原料制备的主要任务是什么?	24
64. 原矿浆制备的简易工艺流程是什么?	25

65. 原矿浆制备的安全事项主要包括哪些内容?	25
66. 原矿浆制备的主要设备有哪些?	26
第2节 破碎及其主要设备	26
67. 铝土矿为什么要破碎?	26
68. 破碎过程主要分哪几个阶段?	27
69. 矿石破碎的主要影响因素有哪些?	27
70. 破碎方法主要有哪几种?	27
71. 破碎设备主要有哪些?	28
72. 圆锥破碎机的构造及其工作原理是什么?	29
第3节 配料	29
73. 什么是配矿?	29
74. 配矿的方法有哪几种?	30
75. 铝土矿配矿如何计算?	30
76. 什么叫配碱量?	31
77. 配碱量如何计算?	31
78. 如何进行原矿浆液固比的计算?	32
79. 如何计算石灰配入量?	33
80. 如何调整原矿浆液固比?	33
第4节 磨矿及预脱硅	34
81. 磨矿的简易工艺设备流程是什么?	34
82. 如何保障原矿浆中矿石粒度?	35
83. 磨机的种类有哪些?	35
84. 格子磨具有什么样的构造?	35
85. 影响球磨机产能的主要因素有哪些?	36
86. 为什么要进行预脱硅?	37
87. 预脱硅是如何进行的?	38

第 5 节 原矿浆制备主要操作、常见故障及其处理方法 38

- 88. 格子磨如何开车? 38
- 89. 格子磨如何停车? 38
- 90. 皮带机常见故障有哪些, 产生的原因是什么,
如何处理? 39
- 91. 堆取料机常见故障有哪些, 产生的原因是什么,
如何处理? 40
- 92. 饲料机常见故障有哪些, 产生的原因是什么,
如何处理? 41
- 93. 格子磨常见故障有哪些, 产生的原因是什么,
如何处理? 41

第 3 章 铝土矿拜耳法溶出

第 1 节 铝土矿拜耳法溶出概述 43

- 94. 高压溶出的目的是什么? 43
- 95. 溶出的简易工艺流程是什么? 43
- 96. 高压溶出的安全事项主要包括哪些内容? 43

第 2 节 铝土矿的各种成分在溶出过程中的行为 45

- 97. 氧化铝水合物在溶出过程中的行为是什么? 45
- 98. 氧化硅在溶出过程中的行为是什么? 45
- 99. 氧化硅造成的危害有哪些? 46
- 100. 氧化铁在溶出过程中的行为是什么? 46
- 101. 氧化钛在溶出过程中的行为是什么? 47
- 102. 氧化钙水合物在溶出过程中的行为是什么? 48
- 103. 高压溶出过程添加石灰的主要作用是什么? 48
- 104. 有机物及微量元素在溶出过程中的行为是什么? 48
- 105. 如何清除铝酸钠溶液中的有机物? 49

第3节 铝土矿溶出过程及影响溶出过程的因素 49

- 106. 铝土矿溶出过程的步骤主要有哪些? 49
- 107. 铝土矿溶出动力学过程如何表示? 50
- 108. 影响铝土矿溶出过程的主要因素有哪些? 51

第4节 高压溶出技术及过程控制 52

- 109. 铝土矿溶出技术的变化有哪些? 52
- 110. 我国目前存在的主要溶出技术有哪几种? 52
- 111. 我国一水硬铝石的溶出技术指标主要有哪些? 52
- 112. 什么是高压溶出系统? 53
- 113. 拜耳法压煮器高压溶出系统有哪几种流程? 53
- 114. 什么是蒸汽直接加热高压溶出器系统流程? 53
- 115. 蒸汽直接加热高压溶出器系统流程
 主要特点有哪些? 54
- 116. 什么是蒸汽间接加热高压溶出器系统流程? 55
- 117. 蒸汽间接加热高压溶出器系统的特点是什么? 56
- 118. 我国管道-停留罐溶出技术是如何形成的? 56
- 119. 什么是管道-停留罐溶出系统流程? 56
- 120. 管道-停留罐溶出技术的主要特点是什么? 57
- 121. 什么是双流法溶出技术? 58
- 122. 双流法溶出技术简易流程是什么? 58
- 123. 双流法溶出技术的特点有哪些? 59
- 124. 什么是套管式管道化溶出技术? 59
- 125. 什么是自蒸发器式管道化溶出技术? 60

第5节 高压溶出设备及其构造 61

- 126. 为什么采用溶出机组? 61
- 127. 用于高压溶出的设备主要包括哪些? 61
- 128. 蒸汽间接加热溶出器的构造如何? 61

129. 高压自蒸发器的构造如何?	61
130. 预热器的构造如何?	62
131. 溶出压力和温度如何控制?	62
132. 溶出时间如何控制?	63
第 6 节 管道化溶出技术	64
133. 什么是管道化溶出技术?	64
134. 管道化溶出操作需要注意哪些问题?	64
135. 管道化溶出的简单工艺流程是什么?	64
136. 管道化溶出有哪些特点?	65
第 7 节 结疤及结疤清除	66
137. 管道化溶出时的结疤主要成分是什么?	66
138. 拜耳法过程结疤有哪些?	66
139. 结疤的危害主要有哪些?	67
140. 结疤如何清除?	67
第 8 节 高压溶出过程主要操作、常见故障及处理方法	68
141. 高压溶出过程如何开车?	68
142. 高压溶出过程如何停车?	68
143. 预热器冷凝水带碱产生的原因是什么, 如何处理?	68
144. 溶出器通汽管堵塞产生的原因是什么, 如何处理?	69
145. “打垫子”产生的原因是什么, 如何处理?	69
 第 4 章 拜耳法赤泥分离、洗涤及粗液精制	
第 1 节 概述	70
146. 溶出矿浆稀释的目的是什么?	70

147. 拜耳法赤泥沉降分离的目的是什么?	70
148. 拜耳法赤泥洗涤的目的是什么?	71
149. 粗液精制的目的是什么?	71
150. 分离、洗涤需要注意的安全事项有哪些内容?	71
151. 拜耳法赤泥沉降分离洗涤的简单工艺 流程是什么?	72
152. 拜耳法赤泥沉降分离洗涤主要 包括哪些步骤?	72
第2节 赤泥性能及影响赤泥沉降性能的主要因素	73
153. 拜耳法赤泥的主要物相组成是什么?	73
154. 赤泥沉降性能如何表示?	73
155. 浆液温度对赤泥沉降性能有什么影响?	73
156. 浆液液固比对赤泥沉降性能有什么影响?	74
157. 溶液浓度对赤泥沉降性能有什么影响?	74
158. 赤泥粒度对赤泥沉降性能有什么影响?	74
159. 铝土矿的矿物组成、化学成分和溶出条件 对赤泥沉降性能有什么影响?	74
第3节 赤泥沉降絮凝剂	75
160. 赤泥沉降过程中为什么要添加絮凝剂?	75
161. 絮凝剂的种类有哪些?	75
162. 影响絮凝剂使用效果的因素有哪些?	75
163. 如何配制絮凝剂?	76
第4节 赤泥沉降主要设备及其结构	76
164. 拜耳法赤泥沉降分离设备主要有哪些?	76
165. 沉降槽有哪些类型, 各有什么特点?	76
166. 单层沉降槽具有什么样的结构?	77
167. 多层沉降槽具有什么样的结构?	78

168. 沉降过程是如何进行的?	79
第 5 节 赤泥洗涤	80
169. 赤泥洗涤如何进行?	80
170. 赤泥洗涤效率如何计算?	80
171. 赤泥洗涤的简单工艺流程是什么?	80
第 6 节 粗液精制	80
172. 什么叫粗液精制, 为什么要进行精制?	80
173. 粗液精制的主要设备包括哪些?	81
174. 影响叶滤机产能的主要因素有哪些?	81
175. 影响叶滤质量的主要因素有哪些?	82
176. 叶滤机的过滤介质有哪些?	82
177. 如何进行叶滤机的操作?	82
第 7 节 精制设备常见故障及其处理	83
178. 叶滤机容易出现的故障及其处理 方法是什么?	83
179. 转鼓过滤机滤布破的产生原因是什么, 如何处理?	84
180. 转鼓过滤机真空度降低的原因是什么, 如何处理?	84
181. 转鼓过滤机跑滤液的原因是什么, 如何处理?	85

第 5 章 铝酸钠溶液的晶种分解

第 1 节 晶种分解概述	86
182. 晶种分解的目的是什么?	86
183. 种分岗位需注意的安全事项主要有哪些?	86
184. 种分分解的简易工艺流程是什么?	87

185. 晶种分解的机理是什么?	87
第2节 种分过程的主要影响因素	88
186. 分解原液质量浓度和苛性比值对种分有哪些影响?	88
187. 温度制度对种分有哪些影响?	89
188. 晶种数量如何表示?	90
189. 晶种质量如何表示?	90
190. 晶种对种分有哪些影响?	90
191. 种分过程中为什么要进行搅拌?	91
192. 分解时间和母液苛性比值对种分有什么影响?	91
193. 杂质对种分有什么影响?	92
第3节 种分工艺、种分主要设备及其构造	92
194. 什么是一段分解?	92
195. 什么是两段分解?	92
196. 连续分解及其特点是什么?	92
197. 种分过程的铝酸钠溶液采用什么设备降温?	93
198. 空气搅拌分解槽的工作原理是什么?	94
199. 机械搅拌分解槽的优点是什么?	94
200. 机械搅拌分解槽的构造如何?	94
201. 平底机械搅拌分解槽的构造如何?	95
202. 板式热交换器的构造如何?	96
203. 板式热交换器的特点是什么, 在种分过程如何应用?	96
第4节 种分主要操作	97
204. 种分过程液量对种分有什么影响?	97
205. 风压的作用是什么, 如何进行控制?	97
206. 如何控制种分温度?	98

207. 如何控制种子比?	98
208. 空气搅拌种分分解槽如何开车?	99
209. 空气搅拌种分分解槽如何停车?	100
210. 清理检修种分分解槽的顺序是什么?	100
第5节 种分常见故障及其处理方法	100
211. 种分过程种子沉积产生的原因是什么, 如何处理?	100
212. 风管堵塞的原因是什么, 如何处理?	100
213. 分解槽结疤是怎么形成的?	101
214. 如何清除分解设备的结疤?	101
215. 种分分解槽发生沉淀的原因是什么, 如何处理?	102
216. 冒槽产生的原因是什么, 如何处理?	102
第6章 烧结法原料制备	
第1节 概述	103
217. 烧结法原料制备的主要目的是什么?	103
218. 氧化铝生产对原料制备的要求有哪些?	103
219. 原料制备过程需要注意的安全事项有哪些?	103
220. 原料制备的简易工艺流程是什么?	104
221. 烧结法氧化铝生产的原料主要包括哪些?	105
第2节 配料	105
222. 什么是矿石均化?	105
223. 矿石均化过程一般采用什么途径进行?	105
224. 什么是配料?	105
225. 什么是饱和配方?	106
226. 什么是非饱和配方?	106