

Research on the Influence of the Roasting Process on the Ppaper Size of Alumina

Chao Fan Shizhao Pu* Wanghua Zhong

Yunnan Wenshan Aluminum Co., Ltd., Wenshan, Yunnan, 663000, China

Abstract

Ppaper size is one of the physical indicators of alumina quality, and in some enterprises' metallurgical grade alumina quality standards, the ppaper size requirement for first grade alumina is $\leq 15\%$. From the perspective of the roasting process, the ppaper size is mainly affected by several factors: first, the temperature change of the main furnace during the roasting process; second, the influence of the system air volume and flow rate; third, the influence of friction and collision during the transportation of alumina. The paper studies the effect of roasting process on the ppaper size of alumina, analyzes the influence of main furnace temperature, system flow rate, conveying pressure and flow rate on the ppaper size of alumina during roasting process, and takes corresponding measures to reduce the damage of alumina ppaper size and improve product quality after research. The ppaper size referred to in the paper is alumina content $\leq -45\mu\text{m}$.

Keywords

roasting; ppaper size; main furnace temperature; flow velocity; air volume; wind pressure

焙烧过程对氧化铝粒度影响的研究

范超 浦仕照* 钟汪滑

云南文山铝业有限公司, 中国·云南文山 663000

摘要

粒度是氧化铝质量物理指标之一, 部分企业冶金级氧化铝质量标准中一级品氧化铝粒度要求 $\leq 15\%$ 。从焙烧过程来看粒度主要受几方面影响: 一是焙烧过程中主炉温度变化的影响, 二是系统风量及流速的影响, 三是氧化铝输送过程中的摩擦碰撞的影响。论文通过研究焙烧过程对氧化铝粒度的影响, 分析在焙烧过程中主炉温度及系统流速、输送压力流速对氧化铝粒度的影响, 通过研究后采取相对应的措施减少氧化铝粒度的破损, 提高产品质量。论文所指粒度均为氧化铝 $\leq -45\mu\text{m}$ 含量。

关键词

焙烧; 粒度; 主炉温度; 流速; 风量; 风压

1 引言

某公司主要通过研究氧化铝粒度与主炉温度、系统风量及流速及氧化铝输送压力流速等的关系, 并提出切实可行的措施。

2 主炉温度对粒度的影响

主炉温度是焙烧炉控制的主要参数, 直接影响着焙烧氧化铝产品的指标。为此将焙烧炉主炉温度控制改为系统自动控制, 具体措施为通过设定焙烧炉主炉温度, 当温度变化时通过调整天然气或煤气进气阀V02开度来调控主炉温度,

为此统计了8月1日—8月13日焙烧炉自动控制前后主炉温度与粒度数据, 如表1所示。

表1 自动控制前后粒度破损数据对比统计表

8月1日— 8月13日	2# 焙烧炉		3# 焙烧炉	
	手动控制破 损率 %	自动控制破 损率 %	手动控制破 损率 %	自动控制破 损率 %
平均值	10.72	9.90	7.83	6.66

焙烧炉主炉温度手动控制波动比较大(70℃~100℃之间波动), 主炉温度投入自动控制后比较平稳(10℃以内波动)。从表1可以看出, 自动控制后2#焙烧炉氧化铝产品的破损率降低0.82%, 3#焙烧炉氧化铝产品的破损率下降1.17%。焙烧炉主炉温度控制过程中, 主炉温度波动越大, 能耗消耗越高, 氧化炉的粒度破损大。主炉温度越平稳, 能耗消耗越低, 氧化炉的粒度破损相对较小, 所以建立精确的主炉温度监控系统, 实时监控炉内的温度, 在焙烧过程中能及时进行调整很有必要。现3台焙烧炉主炉温度均投入自动

【作者简介】范超(1985-), 男, 中国云南昭通人, 本科, 高级工程师, 从事氧化铝生产技术研究。

【通讯作者】浦仕照(1987-), 男, 中国云南宣威人, 工程师, 从事氧化铝生产技术研究。

控制，主炉温度的波动范围控制在 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 以内，这样有效控制焙烧主炉温度波动对氧化铝粒度的影响，减少主炉温度波动的同时，减少系统热量消耗。同时主炉温度平稳运行有利于减少焙烧炉各旋风筒间的温差，防止氧化铝因温度急剧变化导致破损增加。

3 系统风量及流速对粒度的影响

通过统计 1# 2# 焙烧炉系统风量、流速及破损率的数据，统计如表 2 所示。

如表 2 所示，2# 焙烧炉系统风量比 1# 焙烧炉风量高出 $43069\text{m}^3/\text{h}$ 。系统流速比 1# 焙烧炉高出 8.6m/s ，则氧化铝破损率 2# 焙烧炉比 1# 炉高出 5.24% 。从以上数据得出，系统风量过大会使热量传递速度加快，同时也使得温度控制变得更加困难。温度的剧烈波动导致内部制品产生热应力，增加氧化铝破损，过高的流速使快速流动的物料与设备内壁之间的摩擦会加剧。这种摩擦导致制品表面磨损，出现划痕、缺口等，进而降低其强度，容易发生破损。

措施：调整 ID 风机的转速来控制系统的烟气流量及风量，通过焙烧炉系统的氧气含量的多少来进行判断，将氧含量控制在 $1\%\sim 2\%$ 之间是系统风量及流速控制最佳点，避免了系统烟气大风量及高流速对破损造成影响。

4 预热旋风筒 P03 与主燃烧器 P04 温差对氧化铝粒度破损的影响

针对焙烧炉 P03、P04 两个旋风筒存在温差较大的情况，根据对现场及设备结构的观察，P04 与 P03 温差的主要原因是部分 P01 的低温物料直接掉入高温区的 P03 中，导致 P03 的温度降低，而低温的物料掉入 P03 后，物料温度急剧上升，物料产生的热应力超出极限，致使物料产生炸裂，导致破损变大。为此作业部对 P01 下料管进 P03 上风口位置进行升级改造，前期的流化板为板上直接开孔，这样出风口容易被氧化铝堵塞。为此将流化板的孔改为在该孔上方安装圆柱体（ $\text{DN}30$ ），在圆柱体侧边制作 3 小孔（ $\text{DN}10$ 作为通风口）利用高压风将下来的物料进行流化。在流化板的进风孔处加装一根 $\text{DN}15$ 的风管。这样就能避免了物料掉入 P03 本体中，同时也避免了低温物料掉入高温区造成破损的情况。具体操作如图 1、图 2 所示。

技改完成投入使用，后期跟踪统计 3# 焙烧炉 P04 与 P03 温差大小和氧化铝破损的数据如表 3 所示。

改造前 P04 与 P03 的温差大时有 80°C 左右，通过改造后温差能控制在 10°C 以内，从表 3 中统计的破损两组破损数据分析得出当温差减小后，氧化铝破损率降低了 1.39% 。

表 2 系统风量和流速对粒度破损统计表

日期	1# 焙烧炉烟气流量	1# 焙烧炉烟气流速	1# 炉破损率 %	2# 焙烧炉烟气流量	2# 焙烧炉烟气流速	2# 炉破损率 %
	m^3/h	m/s		m^3/h	m/s	
8.15—8.19	103073	27.77	6.24	143246	36.11	11.27
8.20—8.24	103882	28.07	5.17	148385	36.59	10.79
8.25—8.28	102552	27.99	4.51	147442	36.13	9.60
平均值	103169	27.94	5.31	146358	36.28	10.55



图 1 技改前的流化板实物图



图 2 技改后的流化板实物图

表 3 3# 炉 P03 与 P04 温差不同氧化铝破损统计表

日期	P03/P04 温差 $^{\circ}\text{C}$	温差大时破损率 %	P03/P04 温差 $^{\circ}\text{C}$	温差小时破损率 %
7.01—7.05	99	7.72	8	7.50
7.06—7.10	99	8.39	10	6.12
7.11—7.15	98	7.74	10	6.01
平均	98	7.95	10	6.54

5 氧化铝输送对焙烧炉粒度的影响

通过实验统计两个不同的氧化铝输送压力情况下，在 6#、7# 溜槽分别取样分析，验证氧化铝在输送过程中不同

的压力情况下的破损。实验数据如表 4 所示。

由表 4 可以看出，氧化铝在不同的输送压力下，粒度破损是不相同的。从 6# 溜槽不同输送压力看，输送压力

6kPa 时比输送压力 3.5kPa 时粒度破损上升了 2.11%；从 7# 溜槽不同输送压力看，输送压力 6kPa 时比输送压力 3.5kPa 时粒度破损上升了 1.31%；通过实验，可以确定氧化铝输送压力高，输送速度过快会加大颗粒与颗粒之间的摩擦、碰撞，颗粒与溜槽壁的摩擦、碰撞，导致氧化铝粒度破损上升。

措施：把 1-5# 和 2-5# 溜槽供风管串联起来，改用一台离心风机供风；同时把 6# 和 7# 溜槽停一台离心风机，把串联阀门打开，用一台离心风机供风，2 台离心风机满负荷运行，就能满足 4 条溜槽所需风量，就可以把氧化铝输送压力由 6kPa 降低至 3.5kPa 左右，从而降低氧化铝粒度破损。

表 4 氧化铝输送不同压力实验数据统计表

日期	输送压力 6kPa		输送压力 3.5kPa	
	6# 溜槽 (2# 炉) -45um 粒度 %	7# 溜槽 (1# 炉) -45um 粒度 %	6# 溜槽 (2# 炉) -45um 粒度 %	7# 溜槽 (1# 炉) -45um 粒度 %
8.25	19.87	18.07	17.87	16.00
8.26	22.77	18.73	20.67	17.30
8.27	21.23	17.67	19.70	16.47
8.28	21.43	17.00	18.50	15.37
8.29	21.73	17.10	20.53	16.70
8.30	23.40	16.77	20.50	15.67
平均值	21.74	17.56	19.63	16.25

6 焙烧燃料对氧化铝粒度的影响

目前 3# 焙烧炉可以使用天然气和煤气作为燃料。2024 年 8 月份 3# 炉分别使用天然气、煤气和天然气 - 煤气混烧进行试验，采用不同燃料烧出氧化铝粒度进行统计。

烧天然气氧化铝的破损量比烧煤气的破损量平均低了 3.14%。天然气 - 煤气混烧的粒度比只烧煤气的破损平均低 1.31%。在不需要三台焙烧炉满月满负荷生产的情况下，应选择 1#、3# 焙烧炉满月满负荷运行，使用 2# 焙烧炉来波动

运行调整月产量，3# 焙烧炉采用天然气和煤气混烧。但从燃气制备的角度来说，1#、2# 焙烧炉烧煤气，气化炉的操作需要平稳减少波动，满负荷运行热值高，频繁调整气化炉导致使用周期缩短，且气化炉调整周期较长，3# 焙烧炉使用天然气可随时对燃料量进行调整，恢复较快。

通过以上 5 个对策的技改和实施后，作业部对焙烧炉焙烧过程粒度破损数据进行跟踪统计，统计结果如表 5 所示。

由表 5 可以看出，通过本次课题研究实施一系列措施后，氧化铝产品破损率由一季度 10.0% 逐步下降至 7.3% 左右。

表 5 2024 年 1—7 月焙烧炉粒度及破损量统计表

日期	C 盘 AH 粒度 %	AB 盘 AH 粒度 %	1# 炉粒度 %	1# 炉破损率 %	2# 炉粒度 %	2# 炉破损率 %	3# 炉粒度 %	3# 炉破损率 %
1 月	6.70	9.00	19.70	10.50	22.20	13.10	14.50	6.20
2 月	6.01	7.10	17.15	10.10	20.40	13.30	13.90	7.80
3 月	5.14	5.25	14.30	9.01	17.40	12.48	13.10	7.90
4 月	5.56	5.95	13.00	7.13	16.70	10.10	12.60	7.01
5 月	6.56	8.01	13.40	5.47	18.58	10.20	12.90	6.30
6 月	6.37	8.50	14.70	6.30	19.20	10.70	12.55	5.99
7 月	6.50	8.07	13.90	5.90	18.27	10.10	12.50	5.90
平均		7.41	15.16	7.77	18.90	11.40	13.15	6.72

注：1#、2# 焙烧炉用 A、B 盘 AH 粒度计算破损率，3# 焙烧炉用 C 盘 AH 粒度计算破损率。

7 结语

通过以上的研究分析与对策实施，使得文山公司焙烧破损率下降至 7.3% 左右，进一步提高了产品质量；同时也降低了燃料消耗，降低生产成本。虽然本次研究取得的部分成绩，但是文山公司对氧化铝粒度要求始终高于行业平均，这也给我们提出了新的难题：今后的工作中将紧密联系氢氧化铝粒度变化过程及焙烧过程的精细化控制，把氧化铝破损

率更进一步的提升。

参考文献

- [1] 拜耳法氧化铝生产技术[Z].
- [2] 冶金级氧化铝(Q/CHINALCO A004-2018)[Z].
- [3] 周怀敏.氧化铝生产技术作业标准.铝土矿分册[M].北京:冶金工业出版社,2014.
- [4] 黄克锋,田伟,蔡山山.浅谈降低焙烧炉氧化铝破损率的方法[C]//2011河南有色金属工业科技创新会议,2011.