

拜耳法赤泥替代烧结法氧化铝生产中 高铁矿石实践

王松林

(中铝中州铝业有限公司, 河南 焦作 454174)

[摘要] 拜耳法溶出赤泥中的铁矿物(铝针铁矿和赤铁矿)含量达到60%以上,可替代高铁矿石作为辅料调配烧结法熟料,提高氧化铝净溶出率。本文先从理论出发,并进行了实验室实验,分析采用赤泥配矿后烧结用矿品位的变化、熟料化学成分、熟料溶出指标以及熟料溶出沉降性能,并与高铁矿石配矿模式下的指标进行对比。实验结果表明,使用低温拜耳法赤泥调配烧结法熟料,熟料的氧化铝含量及铝硅比A/S有所下降,但氧化铝及氧化钠的标准溶出率基本相当,熟料溶出后粗液的吸光度有所降低,熟料溶出产生的赤泥的沉降压缩性能相当。因此,使用低温拜耳法赤泥调配烧结法熟料在工艺上可行。采用赤泥配矿后,生产实际现场通过调整熟料碱比和钙比、修正[F/A]控制范围、调整生料浆固定碳含量等措施,达到了烧结法氧化铝生产运行指标的优化提高,既降低了烧结法系统的用矿成本,又实现了赤泥的再利用,对国内低品位铝土矿烧结法氧化铝生产在提高氧化铝净溶出率方面具有一定的借鉴意义。

[关键词] 拜耳法赤泥; 烧结法; 熟料; 净溶出率

[中图分类号] TF821

[文献标志码] B

[文章编号] 2097-2423(2024)04-0067-06

DOI: 10.19610/j.cnki.cn10-1873/tf.2024.04.012

0 前言

国家“十四五”规划中强调要显著提高赤泥等大宗固废综合利用率,明确提出“到2025年新增大宗固废综合利用率达到60%,存量大宗固废有序减少”的目标,并鼓励从赤泥中回收铁、氧化铝,提高矿产资源利用效率。

某氧化铝生产企业自采一水硬铝石铝土矿的 Fe_2O_3 含量为2%~7%,用于烧结法生产氧化铝,单独使用时,对应生料浆的铁铝比[F/A]小于0.060,低于正常熟料的[F/A]控制值(0.078~0.082)^[1]。为稳定生熟料,该企业一直购买较高价格的铁精矿、

高铁铝土矿作为调整矿来提高氧化铁的含量。

同时,该氧化铝生产企业自2019年6月份之后,拜耳法氧化铝生产系统全部改为采用进口矿进行低温溶出工艺生产,并逐步以几内亚矿作为主要矿源,废弃赤泥氧化铁含量达到50%以上。

在此背景下,为实现赤泥的综合利用,同时降低烧结法矿石采购成本,该企业自2022年1月份开始,利用低温拜耳法赤泥来调配烧结法熟料,并取得一定成效。

1 拜耳法赤泥调配熟料的可行性分析

1.1 现场条件及可行性分析

该氧化铝企业采用烧结法生产氧化铝的系统可分为两部分:前端以熟料烧成为核心,后端通过对溶液的处理,生产非冶金级精细氧化铝,该产品主要用作生产高白填料、阻燃填料、超细微粉等。

熟料烧成的目的是使矿石的各组分生成性质不同的化合物。例如,烧结使矿石中的氧化铝生成铝酸钠($Na_2O \cdot Al_2O_3$),使氧化铁生成铁酸钠($Na_2O \cdot Fe_2O_3$),使氧化硅生成硅酸二钙($2CaO \cdot SiO_2$),使氧化钛生成钛酸钙($CaO \cdot TiO_2$)。在后续的溶出过程中,熟料中的有用成分 Al_2O_3 、 Na_2O 要求尽可能完全

[收稿日期] 2024-03-14

[作者简介] 王松林(1975—),男,河南焦作人,本科,主要从事氧化铝工艺技术工作。

[引用格式] 王松林. 拜耳法赤泥替代烧结法氧化铝生产中高铁矿石实践[J]. 绿色矿冶, 2024, 40(4): 67-72.

WANG Songlin. Practice of using bayer process red mud to replace sintering process for high-iron content core in alumina production [J]. Sustainable Mining and Metallurgy, 2024, 40(4): 67-72.

地转入溶液,其他杂质残留在固体(赤泥)中,实现有用成分氧化铝、氧化钠与杂质分离的目的。另外,因为后续生产精细氧化铝白度的要求,需要严格控制熟料溶出后精液的吸光度不大于0.50。

拜耳法生产系统以几内亚进口矿为主要矿源,以其他进口矿为辅,采取低温溶出工艺。其赤泥物相构成成为铝针铁矿(32.0%~38.0%)、赤铁矿(30.0%~35.0%)、钠硅渣(8.0%~10.0%),以及少量一水软铝石、石英、锐钛矿和金红石。

拜耳法溶出赤泥中的铁矿物(铝针铁矿和赤铁矿)含量达到60%以上,从氧化铁含量方面考虑,具备代替铁精矿或高铁矿石的可行性。但还需进行相关的熟料烧成、溶出沉降以及精液吸光度影响等实验研究,并根据实验结果判断和确定相关的工艺技术条件。

1.2 实验室研究

为厘清赤泥配矿对熟料烧成、溶出沉降的影响,以及赤泥中所携带的微量元素(如Cr)是否会对溶液吸光度产生不利影响,进行了相关实验室研究。

1.2.1 赤泥配矿后烧结用矿品位变化

自采高铁铝土矿、高铁精矿及拜耳法赤泥固

表3 不同配矿模式下的熟料化学成分对比

熟料成分	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	N _s	%
高铁配矿	11.21	4.45	1.26	35.09	20.16	21.45	4.17	1.75	
赤泥配矿	11.61	4.35	1.26	34.36	20.96	21.1	4.17	1.75	

表4 不同配矿模式下的熟料标溶试验对比

配矿模式	标准溶出率 $\eta_{A标}/\%$	标准溶出率 $\eta_{N标}/\%$	碱比[N/R]	钙比[C/S]	A/S	[F/A]
高铁配矿	96.51	97.38	0.973	1.842	3.130	0.081
赤泥配矿	96.48	97.36	0.979	1.852	2.960	0.081

从表3和表4可以看出,采用拜耳法赤泥调配熟料,熟料中氧化铝含量及A/S品位较高铁配矿有所下降,但通过碱比、钙比的小幅度调整,在实验室理想条件下,两者氧化铝及氧化钠的标准溶出率基本相当。

1.2.3 赤泥配矿后熟料溶出沉降试验

为了进一步验证熟料溶出之后,赤泥配矿是否

相化学成分见表1,不同配矿模式下的烧结法实际用矿化学成分见表2。采用拜耳法赤泥代替原来的高铁铝土矿参与配矿,由于赤泥固相中氧化铝含量仅15.22%左右,导致烧结法用矿品位出现一定幅度的下降,实际用矿的铝硅比A/S预计下降0.25~0.30。

表1 铝土矿、高铁矿及拜耳法赤泥化学成分

物料	SiO ₂ /%	Fe ₂ O ₃ /%	Al ₂ O ₃ /%	A/S	[F/A]
自采铝土矿	15.75	5.5	56.8	3.61	0.062
外购高铁精矿	2.18	24.08	44.31	20.37	0.346
赤泥固相成分	14.65	50.49	15.22	1.04	2.115

表2 不同配矿模式下的实际用矿化学成分

实际用矿	SiO ₂ /%	Fe ₂ O ₃ /%	Al ₂ O ₃ /%	A/S	[F/A]
高铁矿配矿	14.8	6.8	55.93	3.78	0.078
赤泥配矿	15.81	6.76	55.55	3.51	0.078

1.2.2 赤泥配矿熟料烧成及标溶试验

进行了高铁矿石配矿模式与赤泥配矿模式条件下的熟料烧成试验,熟料化学成分见表3,熟料标溶试验结果见表4。

会对后续精细氧化铝生产产生影响,分别对赤泥、原外购高铁矿石进行微量元素分析;对不同配矿条件下熟料的溶出粗液成分、吸光度进行分析检测,同时还进行了沉降性能对比试验。相关试验数据分别见表5~表7。

从表5和表6数据可知,虽然拜耳法赤泥中Cr元素含量高于外购高铁矿,但其熟料溶出粗液的

表5 不同物料微量元素含量

微量元素	Li	Ga	Cr	V	Cu	%
拜耳赤泥	0.1109	0.1645	0.0481	0.0536	0.0058	
外购高铁矿	0.0311	0.1136	0.0397	0.0399	0.0027	

表6 溶出粗液吸光度分析检测结果

溶出粗液	$N_T/(g \cdot L^{-1})$	$Al_2O_3/(g \cdot L^{-1})$	$N_K/(g \cdot L^{-1})$	$N_C/(g \cdot L^{-1})$	α_k	吸光度(1)
赤泥配矿	108.1	122.6	83	25.1	1.114	0.406
高铁矿配矿	111.4	127.1	86	25.4	1.113	0.472

表7 沉降试验对比

名称	每110 mL 矿浆絮凝剂 加入量/mL	平均沉降速度/($mm \cdot min^{-1}$)			15 min 压缩 L/S	固体 含量/ ($g \cdot L^{-1}$)
		3 min	5 min	15 min		
高铁矿	0	23	24	10		
配矿熟料赤泥	1.0	45	28	11	3.02	76
	1.5	37	28	10		
赤泥	0	30	28	11		
配矿	1.0	27	26	10		
	1.5	28	26	11	3.06	74
赤泥	1.0	27	26	10		
	1.5	28	26	11		

吸光度反而较原配矿模式有所降低,这是因为拜耳法赤泥中氧化铁含量明显较高,依据计算其配入量仅为高铁矿石的40%左右,因此拜耳赤泥配矿所带入熟料中的微量元素反而少于原高铁矿石带入量。

从表7可看出,高铁矿配矿熟料溶出的赤泥在絮凝剂添加量为1 mL/110 mL矿浆时,5 min沉降速度为28 mm/min、15 min沉降速度为11 mm/min;同

条件下赤泥配矿熟料溶出的赤泥的5 min沉降速度为26 mm/min、15 min沉降速度为10 mm/min,两者大体相当。从赤泥的压缩性能来看,在固体含量为75 g/L左右的条件下,原普通熟料溶出赤泥的15 min压缩L/S为3.02,赤泥配矿熟料溶出赤泥的15 min压缩L/S为3.06,两者大体相当。

综上所述,使用低温拜耳法赤泥调配烧结法熟料,熟料的氧化铝含量及A/S有所下降,但氧化铝及氧化钠的标准溶出率两者基本相当,熟料溶出后粗液的吸光度有所降低,熟料溶出产生的赤泥的沉降压缩性能相当。因此使用低温拜耳法赤泥调配烧结法熟料在工艺上是完全可行的。

2 工业应用

2.1 拜耳法赤泥调配生熟料的工艺流程

采用拜耳法赤泥调配熟料的工艺流程如图1所示。将拜耳法末次洗涤赤泥浆进行压滤,然后堆存自然晾晒,之后混配、送入生料浆三次调配工序。

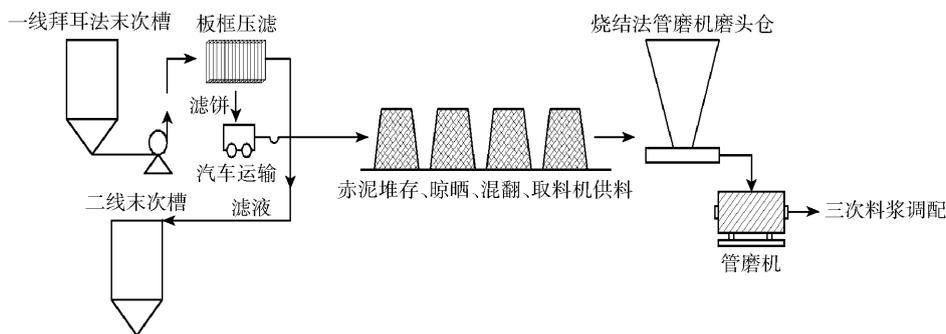


图1 工艺流程

上述工艺流程利用拜耳法赤泥铁含量较高的特点,以拜耳法赤泥代替高铁矿作为烧结法熟料的配矿,实现企业固废赤泥综合利用率的新突破。

2.2 用矿品位降低后烧结法系统指标的优化

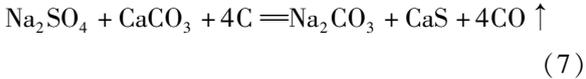
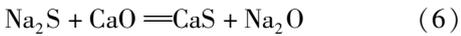
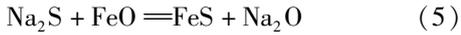
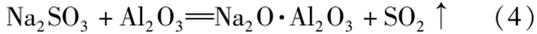
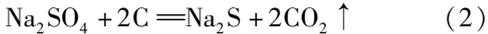
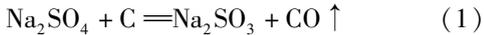
采取赤泥配矿之后,尽管前期进行了实验室烧成及溶出沉降实验,但由于实际用矿品位的降低,在运行初期,烧结法系统过程指标出现恶化,具体表现为生熟料成分以及熟料质量出现较明显的波动,氧化铝净溶出率一直偏低,连续3~4个月均低于

89.50%。针对上述问题,主要从以下几个方面进行系统指标的调整和优化。

2.2.1 生、熟料碱比和钙比的控制优化

熟料碱比最重要的影响因素为中性碱的含量。生料浆中CaO、 Na_2O 含量的测定采用的是EDTA-酸碱滴定法,在检测过程中,只有碳碱和苛性碱中的氧化钠消耗盐酸,而料浆中的 Na_2SO_4 在分析过程中并不参与化学反应。在熟料烧成过程中,当还原剂、氧化物及碳酸钙同时存在时, Na_2SO_4 在750~800℃条

件下开始分解,其反应见式(1)~(7)。



上述反应是生料加煤脱硫的机理^[1],熟料中的硫大部分生成二价硫化物(FeS、CaS)及SO₂气体,从赤泥及窑后烟气中排出,Fe₂O₃被还原成FeO或FeS,由于一部分Fe₂O₃还原为FeO或FeS,以及呈Na₂SO₄形态存在的硫减少,烧成配料时可以少配入Na₂O从而节约用碱。

从上述分析可知,当流程中Na₂SO₄含量发生变化时,因其在料浆分析中不被显示,在烧成过程中又被还原,实质上造成了料浆碱比分析值与实际值的不一致,从而造成了生、熟料[N/R]之间差值的变化。

影响熟料钙比最重要的因素分别为:料浆A/S波动、烧成煤灰分、烧成用粉量等,其实质是烧成煤耗的变化。吨氧化铝烧成煤耗一般为400~650 kg,烧成煤灰分为8.0%~15.0%,灰分的化学成分主要包括:SiO₂(20%~50%)、Al₂O₃(10%~20%)、CaO(10%~20%)、Fe₂O₃(5%~15%)等,这些成分最终进入熟料中。当用粉量、灰分及灰分化学成分出现波动时,会导致熟料成分的变化,从而间接影响到熟料[C/S]的控制。

为了保证熟料碱比和钙比的稳定,传统的方法是采用移动加权平均法来计算生料浆的[N/R]、[C/S]的应送值。例如,生料浆碱比的应送值计算方式为:生料浆[N/R]应送值=熟料[N/R]控制中心值+(生料浆[N/R]加权平均值-熟料[N/R]平均值)。采用移动加权平均法计算料浆应送值,计算简便,但同时也存在着滞后性。在原来方法的基础上,考虑上述熟料碱比和钙比的影响因素,对生料浆碱比和钙比应送值加以校正。

$$\text{应送料浆}[\text{N/R}] = \text{熟料}[\text{N/R}] \text{要求值} + \Delta K_1 \pm K_1 \quad (8)$$

$$\text{应送料浆}[\text{C/S}] = \text{熟料}[\text{C/S}] \text{要求值} + \Delta K_2 \pm K_2 \quad (9)$$

式中: ΔK_1 = 生料浆[N/R]加权平均值 - 应熟料[N/R]平均值; ΔK_2 = 生料浆[C/S]加权平均值 - 应熟料[C/S]平均值; K_1 = 流程中中性碱变化的影响; K_2 = 烧成用煤耗及灰分变化的影响。

通过及时排查流程中性碱Na₂SO₄含量的变化,实时关注烧成用煤量及煤灰分的变化值,对传统生料浆碱比和钙比应送值进行修正,熟料质量得到稳定控制,消除了因碱比和钙比波动而导致的熟料欠烧或过烧现象。

2.2.2 溶出沉降工艺控制条件的调整

在其他溶出条件一定时,最初氧化铝溶出率随着温度的升高而增大,因为适当升高温度能使溶出反应充分进行。随着溶出温度的继续提高,熟料溶出的速度加快,同时二次反应也加剧,使溶液中的氧化铝和氧化钠又重新析出进入赤泥中,导致氧化铝的溶出率下降^[2]。溶出温度与氧化铝净溶出率的关系如图2^[2]所示。

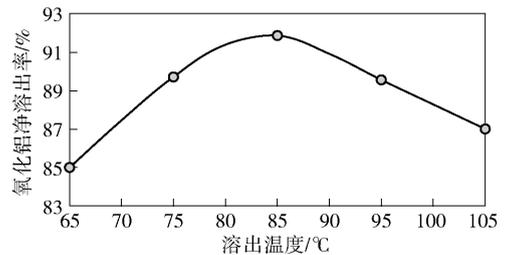


图2 溶出温度与氧化铝净溶出率的关系

该氧化铝企业熟料自冷却机出料时的温度为150~200 °C,然后进入熟料仓进行自然冷却。过去一直忽视熟料进入溶出系统的温度控制,当熟料仓存过高时,熟料温度过于偏低从而对溶出温度产生较大影响,通过测量入磨熟料温度,给定熟料仓存控制基准,使熟料进入溶出系统的温度始终为100~110 °C。同时,利用焙烧炉烟气余热回收技术,对沉降洗水进行加热,使溶出调整液的温度由之前的50 °C左右提高至70~80 °C。通过调整熟料仓存、调控洗水、调整液的温度,使熟料溶出温度能够持续稳定至80~90 °C,为氧化铝净溶出率的提高及分离沉降稳定提供了保证。

2.2.3 铁铝比[F/A]的控制范围修正

Fe₂O₃在烧结过程中的行为与Al₂O₃非常相似:Fe₂O₃与Na₂CO₃反应生成铁酸钠,而铁酸钠能够与熟料中的多种化合物生成连续固溶体,从而降低炉料的熔点。

当烧结炉料中氧化铁含量升高到一定程度时, Fe_2O_3 比 SiO_2 更易与 CaO 结合, 并且 Fe_2O_3 可使 $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 和 $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2$ 转变为 $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$; 而 $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 可与 $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ 或 $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ 反应生成不溶性三元化合物而造成 Na_2O 和 Al_2O_3 的损失^[3]。

赤泥参与烧结法配矿时, 因熟料 A/S 的降低, 通过适当增加熟料中 CaO 的含量以及降低熟料中 Fe_2O_3 的含量, 减少 $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 的生成量, 从而可以减少熟料溶出过程中 Na_2O 和 Al_2O_3 的损失。

根据熟料化学成分的变化情况, 对熟料铁铝比控制范围进行了修正, 铁铝比由之前的 0.080 ~ 0.082 调低至 0.078 ~ 0.080。

2.2.4 生料浆固定碳含量的调整

调整炉料中还原煤粉的配入量可以控制熟料烧结过程炉料中的液相量。当配煤质量分数较低时, 炉料中部分氧化铁被还原, 减少了其中铁酸钠和铁酸钙的含量, 降低了形成三元不溶化合物的概率和液相量, 使熟料中铝和碱溶出率升高; 当烧结炉料中配煤质量分数过高时, 炉料中包括铁酸钠在内的绝大部分含铁组分被快速还原为金属铁, 使得炉料中不仅缺乏促进烧结反应传质和传热的足够液相量, 而且缺少对铝酸钠形成动力学具有促进作用的铁酸钠, 从而造成氧化铝溶出率降低。另外, 配煤质量分数高的还原烧结条件, 有利于熟料中碱和氧化铝等生成不溶性化合物 $\text{Na}_2\text{O}\cdot 11(\text{Al}, \text{Fe})_2\text{O}_3$, 这也可能导致熟料中氧化铝和碱溶出率降低^[4]。

通过对生产数据的统计分析, 发现当固定碳含量大于 6% 时, 熟料 S^{2-} 含量与生料浆固定碳含量不相关^[5]。

赤泥配矿后, 随着熟料折合比的降低, 由于固定碳含量控制范围未做调整, 不仅初期表现出生料煤耗的对应增加, 而且烧成温度范围有明显的变窄现象。通过对熟料成分变化的趋势研究分析, 决定生料加煤的固定碳在干生料中的占比由之前 4.50% ~ 5.50% 调低至 4.0% ~ 5.0%。调整后, 熟料中 S^{2-} 并未降低, 且烧成温度范围有所拓宽。

自 5 月份采取上述措施后, 氧化铝净溶出率出现明显好转, 稳定在 91.0% 以上。净溶出率的生产统计结果如图 3 所示。

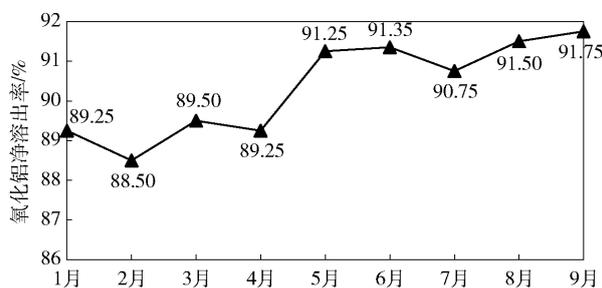


图 3 2022 年 1—9 月份生产数据统计

2.3 不同配矿模式的效益对比

采用拜耳法赤泥代替高铁铝土矿配矿, 对应的熟料折合比、熟料氧化铝含量以及烧结法系统的矿耗和碱耗结果见表 8。

表 8 不同配矿模式的物料消耗

指标	熟料折合比	熟料 A/S	熟料 AO 含量/%	实际矿耗/($\text{t}\cdot\text{t}^{-1}$)	实际碱耗/($\text{kg}\cdot\text{t}^{-1}$)
高铁矿石配矿	4.12	3.13	35.09	1.926	73.37
赤泥配矿	4.24	2.96	34.36	1.930	70.01

1) 矿耗: 相较原配矿模式, 利用赤泥配矿虽然 A/S 略有下降, 但回收了赤泥固相及附液中的氧化铝 (折合原矿 15 $\text{kg}/\text{t}\text{-AO}$), 矿耗基本相当, 减少了价格较高的高铁铝土矿的采购量, 吨氧化铝用矿成本降低 29.09 元。

2) 碱耗: 因回收赤泥固相氧化钠及赤泥附液中的碱, 赤泥配矿模式的碱耗较原配矿模式降低 3.36 $\text{kg}/\text{t}\text{-AO}$, 综合碱耗成本降低 6.22 元/ $\text{t}\text{-AO}$ 。

3) 石灰石耗: 因综合用矿 A/S 下降, 石灰石用量有所上升, 成本升高 2.64 元/ $\text{t}\text{-AO}$ 。

4) 煤耗: 赤泥配矿较原配矿条件下的熟料折合

比有所升高, 影响煤耗升高 13.6 $\text{kg}/\text{t}\text{-AO}$, 成本增加 13.56 元/ $\text{t}\text{-AO}$ 。

可变制造成本: 熟料折合比带来的相关可变成本升高 4.79 元/ $\text{t}\text{-AO}$ 。

综上所述, 采用高铁低温拜耳法赤泥配矿, 可降低吨氧化铝成本 14.32 元。

3 结论

1) 采用低温拜耳法赤泥代替高铁矿石配矿, 实现了赤泥固废利用的新突破。

2) 采用赤泥配矿, 烧结法用矿品位下降, 通过

优化控制熟料碱比和钙比、调整溶出工艺控制条件、调整铁铝比 $[F/A]$ 和生料浆固定碳含量等措施,实现烧结法系统关键指标优化。对国内烧结法氧化铝生产,尤其是对于低品位铝土矿生产,在提高净溶出率方面有一定的借鉴意义。

3)采用拜耳法赤泥配矿,降低了烧结法系统的用矿成本,吨氧化铝成本降低 14.32 元。

[参考文献]

[1] 杨重愚. 氧化铝生产工艺学[M]. 冶金工业出版社, 1982.

[2] 陈红武. 烧结法熟料溶出条件对二次反应影响分析[J], 轻金属, 2001(8):14-16.

[3] 周秋生, 齐天贵, 彭志宏, 等. 熟料烧结过程中氧化铁反应行为的热力学分析[J]. 中国有色金属学报, 2007(6):973-978.

[4] 李小斌, 刘楠, 齐天贵, 等. 基于铁矿物还原的拜耳法赤泥熟料烧结[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2015, 46(7): 2399-2404.

[5] 陈红武, 莫劲超. 用回归法分析生料煤的经济加入量降低氧化铝工艺能耗[J]. 有色冶金节能, 2000, 16(2):15-17.

Practice of Using Bayer Process Red Mud to Replace Sintering Process for High-Iron Content Ore in Alumina Production

WANG Songlin

(Zhongzhou Aluminum Co., Ltd., Aluminum Corporation of China Limited, Jiaozuo 454174, China)

Abstract: The content of iron minerals (alumino goethite and hematite) in the red mud dissolved by the Bayer method reaches more than 60%, which can replace high iron ore as an auxiliary material to prepare sintering clinker and improve the net dissolution rate of alumina. In this paper, based on the theory, the laboratory experiment was carried out to analyze the change of sinter grade, clinker chemical composition, clinker dissolution index and clinker dissolution and sedimentation performance after red mud ore blending, and compared with the index of high iron ore blending mode. The experimental results show that the alumina content and aluminum-silicon ratio (A/S) of the clinker are reduced by using the low-temperature Bayer process red mud to prepare the sintering clinker, but the standard dissolution rates of alumina and sodium oxide are basically the same. The absorbance of the coarse liquid after the clinker dissolution is reduced, and the sedimentation and compression properties of the red mud produced by the clinker dissolution are comparable. Therefore, it is feasible to use low-temperature Bayer red mud to prepare sintering clinker. After adopting red mud ore blending, by adjusting the clinker alkali ratio and calcium ratio, correcting the $[F/A]$ control range, adjusting the fixed carbon content of raw slurry and other measures in the actual production site, the optimization and improvement of the operation index of alumina production by sintering method is achieved, which not only reduces the ore cost of sintering system, but also realizes the reuse of red mud. It is of certain significance to improve the net dissolution rate of alumina in the production of alumina by sintering method of low grade bauxite in China.

Key words: bayer process red mud; sintering process; clinker; net dissolution rate