

高锌高碱度铅烧结矿的性能^①

李仕雄 杨紫云 刘爱心

谢汉生 张道礼

(中南工业大学)

(株洲冶炼厂)

摘 要

研究表明:采用高锌高碱度铅烧结矿,可显著改善烧结块的冶金性能,有利于降低成本和增加产量。

关键词: 高锌高碱度 铅烧结矿 机械强度 软化温度 生产率

在火法炼铅的鼓风烧结过程中,烧结矿结块率低,质量差和产量低是严重影响提高粗铅产量的重要因素。为此,曾对株洲冶炼厂部分烧结块的某些冶金性能进行测试研究。结果表明:提高铅烧结块的机械强度与软化温度,增加烧结块的有效孔隙度,采用高锌高碱度烧结矿,是改善铅烧结块冶金性能和提高铅生产率的重要措施。

试验研究结果与讨论

1.1 烧结矿的机械强度

铅烧结矿的机械强度影响铅烧结的结块率与鼓风炉内的透气性。在其它条件不变的情况下,采用ISO转鼓检验装置测得转鼓指数 I_r 和结块率 S 与粗铅生产率 P 的关系如图1。由图可知,结块率随转鼓指数的增加而增加,粗铅生产率又随结块率和转鼓指数的增大而递增。所以,增加结块率和转鼓指数是增加铅产量的重要一环。

研究表明,提高转鼓指数的方法之一是提高料层厚度,但这只有在改善烧结料层透气性的基础上才能进行。若料层高度、温度、透气性、颗粒度、湿度等烧结条件保持不变,

则烧结矿的强度取决于烧结混合料的成分,以及这些成分在烧结过程的相态变化。

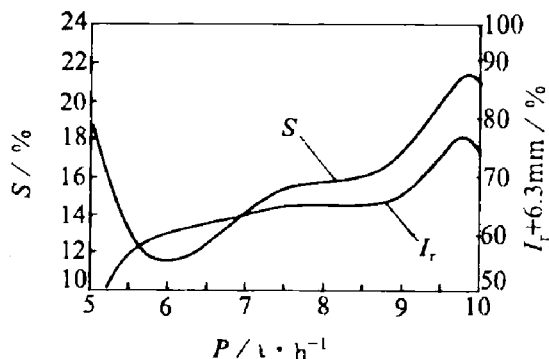


图1 铅生产率 P 与结块率 S 和转鼓指数 I_r 的关系

根据测试的结果,经计算机处理可得出转鼓指数(I_r)与烧结块化学成分(wt.-%)的关系为:

$$I_r = 10^{-3} \{ 54.9993 + 30.220[\text{Pb}] + 821.692[\text{Zn}] - 10.273[\text{Cu}] - 174.432[\text{S}] - 526.937[\text{SiO}_2] - 1956.621[\text{Fe}] + 3155.018[\text{CaO}] \} \quad (1)$$

相关系数 $R=0.744$

转鼓指数与烧结块铅物相(按Pb的wt.-%计)的关系为:

$$T = 10^{-3} \{ -31406.02 + 2055.453[\text{PbO}] - 1921.062[\text{Pb}] + 3000.33[\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2] + 750.805[\text{PbO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3] + 4098.131[\text{PbS}] + \dots \}$$

$$469.214[\text{Pb}_{\text{ot}}] \quad (2)$$

相关系数 $R=0.736$,

式中 $[\text{Pb}_{\text{ot}}]$ 指铅的其它化合物

结块率(S)与烧结块化学成分(结果按 Pb 的 wt.-%计)的关系为

$$S = 10^{-3} \{ 52\,069.89 + 544.389[\text{Pb}] + 765.156[\text{Zn}] - 7\,123.835[\text{Cu}] - 2\,308.264[\text{S}] + 1\,753.915[\text{SiO}_2] - 6\,129.807[\text{Fe}] - 1\,453.259[\text{CaO}] \} \quad (3)$$

$R=0.827$

结块率(S)与烧结块铅物相(wt.-%)的关系为:

$$S = 10^{-3} \{ -29\,241.15 + 1\,170.261[\text{PbO}] + 2\,838.226[\text{Pb}] + 92.706[\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2] + 2\,826.102[\text{PbO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3] - 8\,994.319[\text{PbS}] + 11\,994.30[\text{Pb}_{\text{ot}}] \} \quad (4)$$

$R=0.871$

由(1)~(4)式可得:

(1) 增加烧结块中铅的品位, 既增加块的强度又增加结块率, 但铅品位的提高受到生产条件的限制。铅化合物(PbO , $\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$, $\text{PbO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)的熔化温度低, 是块的有效粘剂, 但只能增加低温时的块强度和结块率;

(2) 烧结块中锌的化合物, 如铁酸锌、硅酸锌、氧化锌等是强度与软化点都较高的矿物^[1]。随块中锌含量的增加, 烧结的结块率和块的转鼓指数都明显提高;

(3) 烧结块质量与碱度紧密相关。图2是 $\text{CaO} / \text{SiO}_2$ 为 0.75~1.514 时, 碱度与转鼓指数和结块率的关系。当 $\text{CaO} / \text{SiO}_2$ 比值为 0.9~1.02 时, 随着碱度的增加, 块强度有上升趋势。当碱度为 1.22 时, 铁酸钙开始出现, 结块率呈现较大值。碱度为 1.25~1.44 时, 出现 β - $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ 结晶, 这时玻璃体的体积达到最大, 而烧结矿的强度最低。这可能是由于冷却时从 β 型转变到 γ 型硅酸二钙所产生的体积膨胀, 使烧结矿强度变坏和出现裂纹, 在这区间, 结块率也出现最低值。达到最低强度时的碱度是随烧结矿的成分不同而变化的。因此, 图2仅表明碱度与结块率和转鼓指数关系的变

化趋势。从该图看出, 在该碱度范围内, 由于透明玻璃基体或含有硅酸二钙的玻璃基体的影响, 致使这区间烧结矿的强度很低。

碱度达 1.4 以后, 玻璃状的基体被硅酸钙和铁酸钙所代替。所以图2显示出, 当碱度达 1.4 后, 结块率迅速增加, 当碱度为 1.48 时, 结块率呈现最大值。因而, 在烧结过程中应考虑减少玻璃体和硅酸二钙的形成, 促使结晶质铁酸钙的形成^[2];

(4) 元素硫及其化合物与铜降低烧结块强度, 减少烧结结块率。

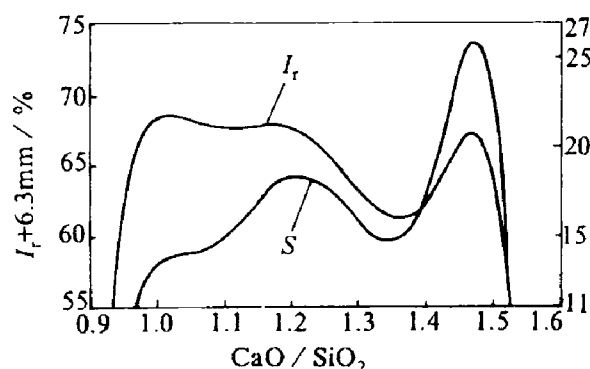


图2 碱度 $\text{CaO} / \text{SiO}_2$ 与 S 、 I_r 的关系

1.2 软化温度^[1]

测试得的软化温度(T_s)与生产率 P 的关系绘于图3。从该图可知, 随软化温度的增加粗铅的生产率增加。

渣含铅(x)与烧结块各物理参数(软化温度 T_s , 熔度 T_m , 转鼓指数 I_r , 结块率 S , 孔隙度 P_e)的关系为

$$x = 10^{-3} \{ 3\,756.738 - 3.188T_s - 1.43T_m + 4.269I_r + 131.038S + 42.875P_e \} \quad (5)$$

可见, 提高烧结块的软化温度和熔度有利于炉子顺行与增加铅生产率和降低渣含铅。

根据测试结果, 可得到软化温度(T_s)与烧结块化学成分的关系为

$$T_s = 10^{-3} \{ -813\,445.8 + 5\,032.978[\text{Pb}] + 44\,167.32[\text{Zn}] + 125\,450.6[\text{Cu}] - 58\,474.63[\text{S}] + 19\,006.76[\text{SiO}_2] + 72\,405.08[\text{Fe}] + 40\,029.91[\text{CaO}] \} \quad (6)$$

$R=0.892$

软化温度(T_s)与烧结块铅物相的关系为

$$\begin{aligned} & 1772.635 - 13.617.59[\text{PbO}] + \\ & 75.526[\text{Pb}] - 56.705.78[\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2] + \\ & 80.748.1[\text{PbO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3] - 39.894.46[\text{PbS}] - \\ & 7087.346[\text{Pb}_{\text{ot}}] \} \quad (7) \\ & R = 0.990 \end{aligned}$$

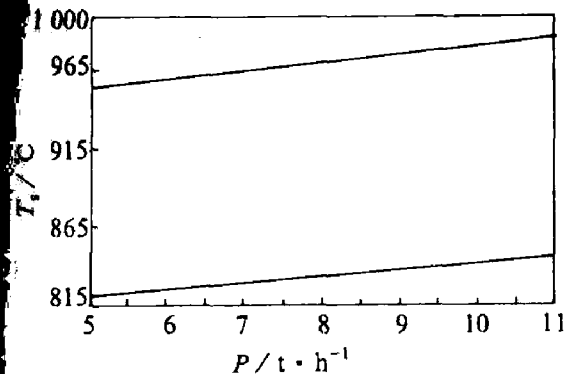


图3 铅生产率 P 与软化温度 T_s 的关系

上两式表明, 提高铅烧结块中 ZnO 、 CaO 、 Fe_2O_3 的含量可促使软化温度增高。文[3]对烧结块的显微结构研究表明: 为了使烧结块具有良好的高温强度, 使之在通过反应平衡区之前不致软化, 烧结块应由难熔的结晶相结合在一起, 也就是要由难熔晶体组成“骨骼”。好的烧结块的“骨骼”是由长针状红锌矿 (ZnO) 晶体和铁酸锌 ($\text{ZnO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) 晶体或者铁酸钙等晶体构成。这些烧结块的软化点在 1000°C 以上。以硅酸铅作为烧结块的“骨骼”, 尤其是玻璃体, 熔点很低, 使烧结块的软化点大大降低。当它们进入炉内后, 还没有达到反应平衡区, 就因构成“骨骼”的铅玻璃体软化而使其结构被破坏、倒塌、粘结在一起, 形成炉瘤, 影响炉内透气性, 破坏炉子正常生产。

从前述的回归方程(1)~(7)和图(2)可知, 铁酸铅、红锌矿、铁酸锌、铁酸钙都可提高结块率和烧结块的软化温度, 硅酸钙也可提高块的软化温度。因此, 在保证块铅品位的前提下, 综合利用锌渣, 适当提高原料中的锌和铁, 并控制碱度与钙铁比对改善铅烧结块的冶金性能是有益的。

从图4可知, 随碱度提高, 烧结块的软化温度增加, 当碱度在 1.57 时, 软化温度为 1000°C 。

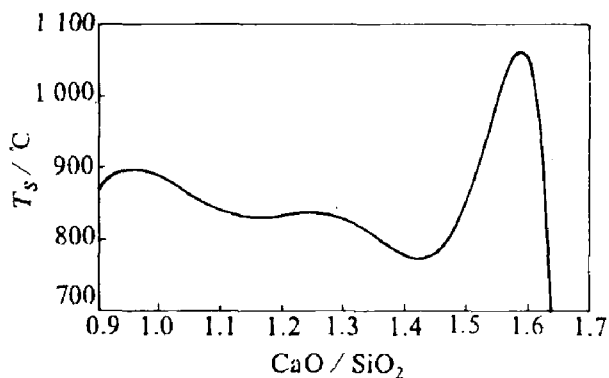


图4 碱度与软化温度的关系

1.3 孔隙度(P_p)

实验表明, 当有效气孔率(开口气孔体积与烧结块表观体积的%)由 13% 增至 29.6% 时, 粗铅的生产率由 5.53 t/h 增至 9.7 t/h。从测试结果可知: 金属铅和铁酸铅、氧化钙和铁酸盐等均有增加气孔率的作用。

2 结 论

(1) 将烧结块成份(wt.-%)控制为 Pb 43~47, SiO_2 5.8~7.2, Fe 8.4~9.9, CaO 8.7~8.9, Zn 5.9~7; CaO/SiO_2 为 1.48, CaO/T_{Fe} 为 1.03 可获得结块率较高的烧结块;

(2) 综合利用锌渣, 提高块含锌量, 可显著提高烧结块的强度、软化温度, 并有降低渣含铅的作用;

(3) 实践表明: 通过采取上述的技术措施, 可使铅烧结块的自然粉化率大大降低, 从而极大的促进了粗铅的生产过程;

(4) 元素硫及其化合物能降低烧结块的强度与软化温度以及提高渣含铅, 故进一步提高脱硫率是强化烧结的基础。

参考文献

- 1 Grant R M. Paper A71-1 AIME Annual Meeting, U. S. A, 1971, 702~737.
- 2 Pressel W M. Rept. Invest. Bur. Mines. U. S. Dep. Inter.. 1975, No. 8059 (PXMET, 1976, Ir, 419).
- 3 John M, Cigan N Y. Lead-Zinc-Tin 80, 109th, 1979: 310~319.