

粉煤灰酸浸提铝试验条件的优化

赵苏¹, 刘大为^{1,2}, 赵悦¹, 吕剑¹, 田中心¹

1. 沈阳建筑大学材料科学与工程学院, 沈阳 110168
2. 辽宁省水利水电科学研究院检测中心, 沈阳 110003

摘要 为优化酸浸法从粉煤灰中提取氧化铝的试验条件, 提高酸溶过程浸出率, 降低氟化物掺量, 采用正交试验, 对影响浸出率的各种因素进行研究。通过优化试验条件, 提高铝的浸出率, 大大降低环境污染。当溶出温度达沸腾、硫酸浓度为 12 mol/L、固液比为 1:3、溶出时间为 120 min、KF 和粉煤灰的质量比为 4:100 时, 铝的浸出率可达 91.2%。在没有降低浸出率的前提下, 有毒氟化物的掺量约减少一半。

关键词 酸浸法; 粉煤灰; 氧化铝; 正交试验

中图分类号 TQ133.1

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2014.23.005

Research on Optimized Experimental Conditions of Acid Leaching to Extract Alumina from Fly Ash

ZHAO Su¹, LIU Dawei^{1,2}, ZHAO Yue¹, LÜ Jian¹, TIAN Zhongxin¹

1. Materials Science and Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China
2. Liaoning Province Water Resources and Hydropower Research Institute, Shenyang 110003, China

Abstract Acid leaching is used to extract alumina from fly ash with generally concentrated sulfuric acid as solvent and fluoride as co-solvent. This method has some problems such as low leaching rate, fluoride environmental pollution, etc. The factors influencing the leaching rate with orthogonal test method are studied in this paper. By optimizing the experimental conditions, not only is the leaching rate of aluminum improved but also the environmental pollution is reduced. The results show that when the temperature reaches the boiling temperature of the dissolution, the concentration of sulfuric acid is 12 mol/L, the solid-to-liquid ratio is 1:3, the elution time is 120 min, and $m(\text{KF}):m(\text{fly ash})=0.04$, the leaching rate of aluminum can be up to 91.2%, and the toxic fluoride dosage is reduced by half in the same leaching rate.

Keywords acid leaching method; fly ash; alumina; orthogonal test

粉煤灰是工厂排放的废弃物, 随意堆放会造成严重的环境污染, 对周边居民生活产生健康隐患, 因此研究粉煤灰的有效利用非常必要^[1]。工业生产中主要从铝土矿中提取铝, 但已探明的铝土矿储藏量非常有限, 世界各国正致力于从其他资源中提取氧化铝^[2]。中国氧化铝工业由于铝土矿资源的限制, 铝用量大, 缺口量大, 需求呈上升趋势^[3]。粉煤灰中氧化铝含量较高, 从粉煤灰中提取氧化铝, 不仅找到了生产氧化铝的替代资源, 也解决了粉煤灰随意堆放带来的环境问题, 对氧化铝工业的可持续发展具有重要意义。

粉煤灰中的氧化铝主要以 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ 形式存在, 很难用

酸直接溶解, 为打开 Si—O—Al 键, 需加入一些助浸剂^[4], 如氟化物, 但氟化物作为助浸剂会造成一定程度的环境污染^[5]。酸浸法提铝虽然工艺较为成熟, 在工业上的应用也较多^[6], 但这种方法的铝浸出率较低。为解决在酸溶过程中浸出率低、环保性差的问题, 针对酸浸法从粉煤灰中提取氧化铝的工艺条件进行优化设计, 以期降低污染, 提高生产效益。

1 试验及分析方法

1.1 粉煤灰化学成分分析

粉煤灰由山西某厂提供, 为一级粉煤灰, 其中 SiO_2 含量测

收稿日期: 2014-01-22; 修回日期: 2014-06-27

作者简介: 赵苏, 教授, 研究方向为资源综合利用及材料化学, 电子信箱: zhaosu2005@126.com

引用格式: 赵苏, 刘大为, 赵悦, 等. 粉煤灰酸浸提铝试验条件的优化[J]. 科技导报, 2014, 32(23): 39-44.

定采用氟硅酸钾沉淀法^[7], Fe₂O₃、Al₂O₃含量测定采用EDTA络合滴定法^[8,9]。

1.2 酸溶试验

由于粉煤灰经燃烧迅速冷却后大部分呈玻璃体状态,以至于粉煤灰中氧化铝活性不高^[10]。若要提高Al₂O₃的浸出率首先要增大其活性。本试验采用KF为助浸剂,以浓硫酸为溶剂,用其在高温下的强氧化性来破坏Al₂O₃·SiO₂键,使呈玻璃体状态的Al₂O₃顺利浸出,硫酸浓度在整个过程中起到关键作用。

为寻找酸溶浸出铝的最适宜条件,在单因素试验的基础上,以硫酸浓度、固液比、浸取时间、KF与粉煤灰质量比作为影响因子(搅拌速度对浸出率影响较小因此不做考虑^[4]),每个因子选择4个水平,以粉煤灰中铝的浸出率为主要参考指标,设计因素、水平的正交试验^[11],如表1所示。

表1 浸取试验因素与水平正交试验

Table 1 Leaching experiment factors and levels

水平	C _{H₂SO₄} (A)/ (mol·L ⁻¹)	固液比 (B)/ (g·mL ⁻¹)	浸取时间 (C)/min	KF与粉煤灰 质量比(D)	空白 (E)
1	6	1:1	60	0.5:100	-
2	9	1:2	90	1:100	-
3	12	1:3	120	2:100	-
4	15	1:4	150	4:100	-

2 结果与讨论

2.1 粉煤灰成分分析

粉煤灰主要化学成分质量分数: SiO₂为47.29%, Fe₂O₃为8.04%, Al₂O₃为36.07%, CaO为3.12%, MgO为0.85%。

粉煤灰中SiO₂、Al₂O₃这2个主要成分总和为83.36%,含量较高,粉煤灰中铁的含量也较高,这三者总和超过90%,其他组分的含量较低,这种情况有利于氧化铝的提取^[12];粉煤灰中另外2种主要成分CaO、MgO的含量都低于5%,按化学成分分类法,属于高铝低钙粉煤灰。

本试验采用Rise-2002型激光粒度分析仪对粉煤灰进行粒度分析,结果如图1所示,样品平均粒径为1.33 μm,比表面积为5.405 m²/cm³。

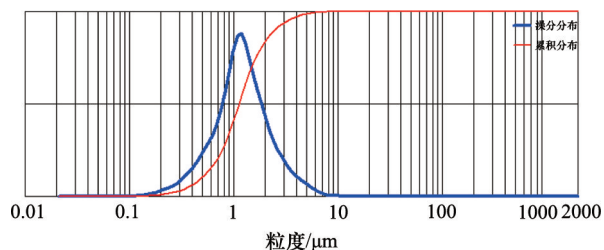


图1 粉煤灰粒度分析结果

Fig. 1 Fly ash particle size analysis

试验采用DX-2000型X射线衍射仪对粉煤灰进行XRD谱图分析,如图2所示。粉煤灰中主要成分为:以非晶态物质

形式存在的Al,以结晶物质形式存在的石英、莫来石,以赤铁的形式存在的Fe,这些存在形式有利于SiO₂、Al₂O₃及Fe₂O₃的提取。在提取氧化铝过程中,浸出液中的Fe₂O₃经下一步的氢氧化铝晶种分解过程则留在液相,不影响氧化铝的提取,在此无需对铁做深入研究。

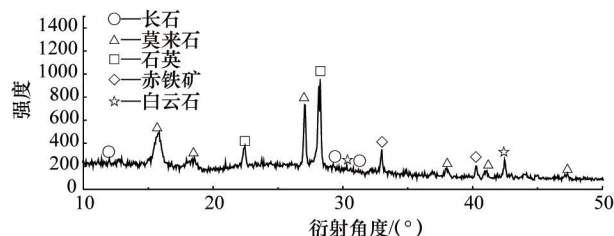


图2 粉煤灰X射线衍射分析图谱

Fig. 2 X-ray diffraction patterns of fly ash

2.2 酸溶影响因素

按表1设计的因素与水平进行正交试验,温度为体系的沸腾温度,搅拌速度为150 r/min,试验过程的数据、极差分析结果如表2所示。

表2 L₁₆(4⁵)正交设计试验及结果

Table 2 L₁₆(4⁵) orthogonal design and intuitive result

	A	B	C	D	E	浸出率/%
1	1	1	1	1	1	33.34
2	1	2	2	2	2	38.63
3	1	3	3	3	3	42.34
4	1	4	4	4	4	40.53
5	2	1	2	3	4	37.71
6	2	2	3	4	1	48.72
7	2	3	4	1	2	47.17
8	2	4	1	2	3	50.28
9	3	1	3	4	2	78.87
10	3	2	4	1	3	63.84
11	3	3	1	2	4	73.58
12	3	4	2	3	1	65.64
13	4	1	4	2	3	66.69
14	4	2	1	3	4	69.55
15	4	3	2	4	1	83.62
16	4	4	3	1	2	82.65
K _{1j}	154.84	216.61	226.75	227.00	231.32	-
K _{2j}	183.88	220.74	225.60	229.18	247.32	-
K _{3j}	281.93	246.71	252.58	215.24	223.15	-
K _{4j}	302.51	239.10	218.23	251.74	221.37	-
\bar{K}_{1j}	38.71	54.15	56.69	56.75	57.83	-
\bar{K}_{2j}	45.97	55.19	56.40	57.30	61.83	-
\bar{K}_{3j}	70.48	61.68	63.15	53.81	55.79	-
\bar{K}_{4j}	75.63	59.78	54.56	62.94	55.34	-
R _j	36.92	7.53	8.59	9.13	6.49	-
ω _{1j}	-18.99	-3.55	-1.01	-0.95	0.13	-
ω _{2j}	-11.73	-2.52	-1.30	-0.41	4.13	-
ω _{3j}	12.78	3.98	5.45	-3.89	-1.91	-
ω _{4j}	17.93	2.08	-3.14	5.24	-2.36	-

对每组试验的氧化铝浸出率数据进行处理,可得到硫酸浓度、固液比、浸取时间、KF和粉煤灰质量比等因素的级差图,如图3所示,寻找每个因素的最佳参数,确定最优组合。

由表2及图3可知,极差: $R_A=36.92$ 、 $R_B=7.53$ 、 $R_C=8.59$ 、 $R_D=9.13$ 、 $R_E=6.49$ 。由此看来,4因素影响的主次关系依次是A、D、C、B,即硫酸浓度、KF和粉煤灰质量比、浸取时间、固液比。

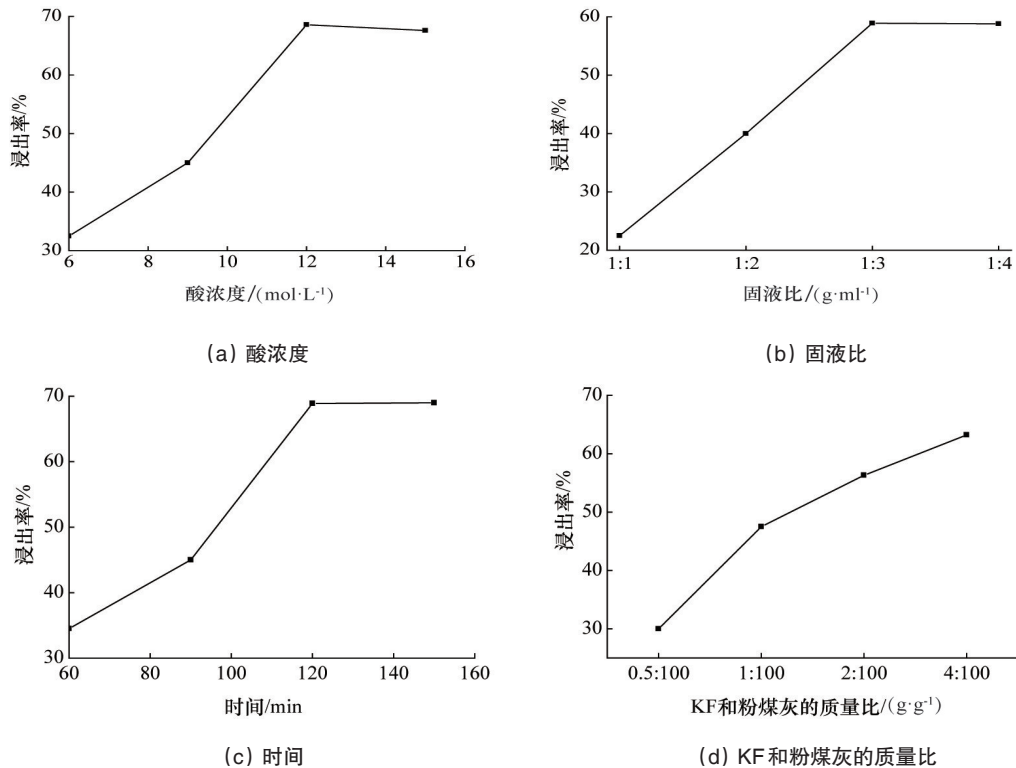


图3 浸出率与浸取因素关系

Fig. 3 Relationship of leaching rate with leaching factors

由正交试验最优组合条件可知,同一因素下,效率因子值越大,说明在该水平下的相对指标越好。则由表2分析得知,A因素下 ω_{41} ,B因素下 ω_{32} ,C因素下 ω_{33} 及D因素下 ω_{44} 分别在各自因素条件下值最大,但A因素下效率因子 ω_{31} 与 ω_{41} 影响相近,为减少酸的用量、降低成本,浸出条件为 $A_3B_3C_3D_4$ 较为合理,即最适宜的试验条件为硫酸浓度12 mol/L、固液比1:3、浸出时间120 min、KF和粉煤灰质量比为4:100。

本试验结果与相关文献对比,在没有降低浸出率的前提下,助浸剂与粉煤灰的质量比降低50%,有毒氟化物的掺量减少一半,这大大降低了环境污染^[13]。上述正交设计试验中并未出现最佳浸取条件的组合,在最佳条件下进行试验,测得的氧化铝浸出率为91.2%。该方法与传统的硫酸浸取法^[14]相比较,铝的浸出率提高了8.5%。

通过对正交试验的数据分析,得到方差分析结果(表3)。

表3 方差分析结果

Table 3 Analysis of variance

方差来源	平方和	自由度	均方	F值	临界值
A	3932.00	3	1310.67	205.33**	$F_{0.10}(3,3)=5.39$
B	156.14	3	52.05	8.15(*)	$F_{0.05}(3,3)=9.28$
C	168.95	3	56.32	8.82(*)	$F_{0.01}(3,3)=29.50$
D	174.42	3	58.14	9.11(**)	—
误差	19.15	3	6.38	—	—
总和	4450.67	15	—	—	—

注:**代表F值大于所有临界值,为显著影响;(**)与(*)代表F值置于临界值之间,为一定影响。

由方差分析可知:

1) 通过方差分析的F值比较,4因素影响的主次关系为酸浓度(A),KF和粉煤灰质量比(D),浸取时间(C)、固液比(B),这与极差分析结果一致。

2) 在4个影响因素中,酸浓度、KF和粉煤灰质量比对铝的浸出率有显著影响,而时间、固液比对铝的浸出率有一定影响。

进行单因素影响试验,研究酸溶试验铝浸出率的影响因素,验证正交试验结果的可靠性。

2.3 酸溶试验单因素的影响

2.3.1 温度的影响

在硫酸浓度为12 mol/L、浸出时间为120 min、固液比为1:3、KF和粉煤灰的质量比为4:100的条件下,研究浸出温度对铝浸出率的影响,结果如图4所示。

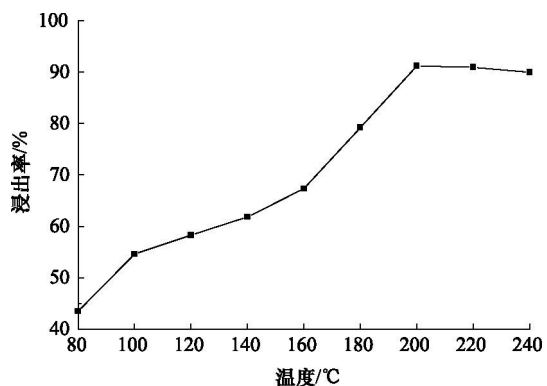


图4 浸出温度对铝浸出率的影响

Fig. 4 Influence of temperature on aluminum leaching recovery

从图4可以看出,铝的浸出率随浸出温度的增加而增大,当达到体系的沸腾温度(200℃)后变化趋于平缓,铝最大浸出率为91.2%。粉煤灰酸溶过程是液固两相之间的反应,升高温度,加快分子运动速度,降低了溶液黏度,增大了扩散系数,使反应速度增大,促进了铝浸出^[15];此外,温度升高使Al—O—Si键的断裂速度加快,玻璃体状态中的氧化铝更容易被浸出。温度升高到沸腾温度时,反应速率最大,铝的浸出率也达最大值。因此,浸出温度为体系的沸腾温度较为合理。由于体系的沸腾温度与硫酸浓度、硫酸体积、固液比有关,因此,在配料比不同的情况下,沸腾温度应按具体情况而定。故在正交实验过程中的温度为体系的沸腾温度。

2.3.2 硫酸浓度的影响

在体系温度达沸腾、时间为120 min、固液比为1:3、KF和粉煤灰质量比为4:100的条件下,研究硫酸浓度对铝浸出率的影响,结果如图5所示。

从理论分析可知,用浓硫酸直接浸取,化学反应速率最大,反应最激烈,浸出率有所增大,节省反应时间。但过高的硫酸浓度会增大生产成本,浓酸腐蚀性增强对设备的要求提

高,还容易对环境造成污染^[16]。

如图5所示,当硫酸浓度较小时,氧化铝的浸出率较小。硫酸浓度达12 mol/L时,铝的提取率超过91%。而继续增大硫酸的浓度,铝的浸出率增大幅度较小。因为体系中硫酸浓度比较小时,铝盐与酸溶出反应的速度缓慢,在相同时间内,只有少量玻璃体状态的铝发生反应进入到溶出液中。当硫酸浓度达到一定值以后,高浓度的硫酸在沸腾温度的情况下,会加快反应速率,使Al—O—Si键在此作用下顺利打开,铝盐溶解在溶出液中,因此铝的浸出率随硫酸浓度的增大而逐渐增大;随着硫酸浓度的逐渐增大,浓度对浸出率的影响会减小。为节省资源,试验选用12 mol/L的硫酸进行。

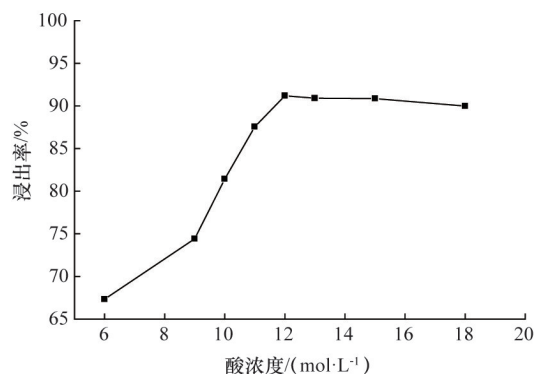


图5 酸浓度对铝浸出率的影响

Fig. 5 Influence of acid concentration on leaching recovery of aluminum

2.3.3 固液比的影响

在体系温度达沸腾、浸出时间为120 min、硫酸浓度为12 mol/L、KF和粉煤灰质量比为4:100的条件下,研究固液比对铝浸出率的影响,结果如图6所示。

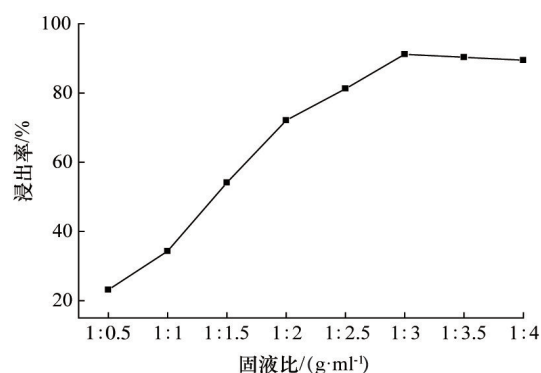


图6 固液比对铝浸出率的影响

Fig. 6 Influence of solid-liquid ratio on aluminum leaching recovery

当固液比太小时,粉煤灰中的铝不能充分反应,会降低铝的浸出率。试验发现当固液比为1:0.5时,反应容器内溶液难以搅拌,生成了黏度大的糊状物,以致试验无法继续进

行。固液比增加,实际上增加了硫酸的用量,根据化学反应平衡原理可知,增大一种反应物的量有利于反应的进行,可增大反应速率。因此,固液比增加可增大铝的浸出率。但固液比过大时,不仅粉煤灰中的其他成分会与过量的硫酸发生反应,而且生成物之间还可能发生反应,导致铝的溶出率降低,还会造成更多杂质的引入和硫酸的浪费^[7]。

由图6可知,铝浸出率随着固液比的增大而提高,但固液比增大到1:3时,铝浸出率趋于稳定,且随固液比的继续增加,浸出率变化较为缓慢,结果与上述分析一致。

2.3.4 浸取时间的影响

在体系温度达沸腾、固液比为1:3、硫酸浓度为12 mol/L、KF和粉煤灰质量比为4:100的条件下,考察时间对铝浸出率的影响,结果如图7所示。

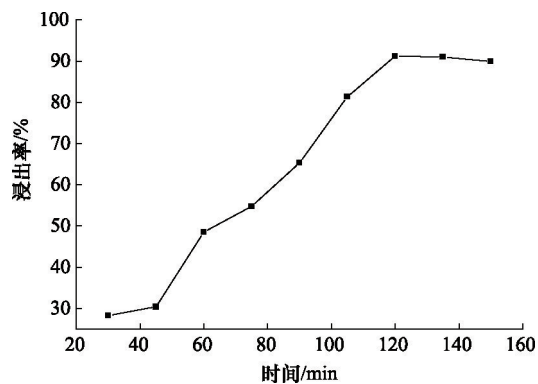


图7 时间对铝浸出率的影响

Fig. 7 Influence of time on leaching recovery of aluminum

由图7可知,随反应时间增加,铝浸出率急剧增大,反应120 min时为最大,延长反应时间,能耗增大,浸出率有所降低。因此,反应时间最佳为120 min。

2.3.5 KF和粉煤灰质量比的影响

在体系温度达沸腾时、固液比为1:3、硫酸浓度为12 mol/L、反应时间为120 min的条件下,考察KF和粉煤灰的质量比对铝浸出率的影响,结果如图8所示。

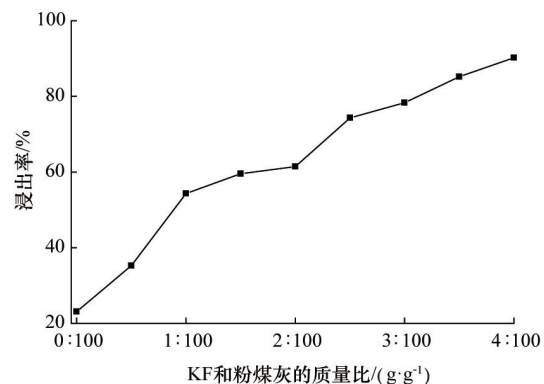


图8 KF和粉煤灰质量比对铝浸出率的影响

Fig. 8 Influence of KF and ash mass ratio on aluminum leaching recovery

在沸腾温度时,硫酸中H⁺在F⁻作用下,可以很容易使粉煤灰中的Al—O—Si键断裂,使铝盐更容易溶解在酸溶液中^[8],并且随着F⁻浓度的增大而增强,但当溶液中F⁻与H⁺达到饱和时,粉煤灰中的Al—O—Si键完全断裂,在这种情况下,浸出率会趋于平缓。由图8可以看出,随着KF和粉煤灰质量比的增加,铝浸出率呈上升趋势,并没有趋于平缓的趋势。由于浸取剂KF具有一定的毒性,掺量不宜过大,KF和粉煤灰质量比为4:100即可。

3 结论

1) 通过L₁₆(4³)正交试验研究在酸溶过程中主要因素对铝浸出率的影响,通过极差分析可知,影响铝浸出率的主要因素的主次关系依次是硫酸浓度、KF和粉煤灰质量比、浸取时间、固液比。最适宜的试验条件为硫酸浓度12 mol/L、固液比1:3、浸取时间120 min、KF和粉煤灰质量比为4:100,在此条件下铝的浸出率为91.2%。在没有降低浸出率的前提下,有毒氟化物的掺量减少一半;

2) 通过正交试验方差分析的F值比较,4因素影响的主次关系为酸浓度、KF和粉煤灰质量比、浸取时间、固液比,这与极差分析结果一致。其中,硫酸浓度、KF和粉煤灰质量比对铝的浸出率有显著影响,而浸取时间、固液比对铝的浸出率有一定影响;

3) 通过单因素影响试验,考察各因素对粉煤灰中铝浸出率的影响,其结果与正交试验一致。

参考文献 (References)

- [1] 薛忠秀, 李韶辉. 碱法从粉煤灰中提取铝硅的新探索[J]. 山东冶金, 2011, 33(3): 35-37.
Xue Zhongxiu, Li Shaohui. Technology explore of extracting alumina and silicon from coal ash with alkali method[J]. Shandong Metallurgy, 2011, 33(3): 35-37.
- [2] 翟玉春, 吴艳. 从粉煤灰中提取氧化铝和二氧化硅的研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2008.
Zhai Yuchun, Wu Yan. Study on extraction of Al₂O₃ and SiO₂ from fly ash[D]. Shenyang: Northeastern University, 2008.
- [3] Park H C, Park Y J, Stevens R. Synthesis of alumina from high purity alum derived from coal fly ash[J]. Materials Science and Engineering: A, 2004, 367(1): 166-170.
- [4] Matjie R H, Bunt J R, Van Heerden J H P. Extraction of alumina from coal fly ash generated from a selected low rank bituminous South African coal[J]. Minerals Engineering, 2005, 18(3): 299-310.
- [5] 岑可法, 周昊, 蒋啸. 不同细度煤粉燃烧特性及粉煤灰酸浸处理中硫酸铝铵循环利用试验研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2008.
Cen Kefa, Zhou Hao, Jiang Xiao. Experimental research on combustion characteristics of coal powder with different fineness and cycling utilization of aluminum ammonium sulfate from fly ash by acid treatment [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2008.
- [6] Fernandez A M, Ibanez J L, Llavona M A, et al. Leaching of aluminum in Spanish clays, coal mining wastes and coal fly ashes by sulphuric acid[J]. Light Metals: Proceeding of Sessions, 1998, 1: 121-130.
- [7] 李环亭, 董艳艳, 刘晓毅, 等. 氟硅酸钾沉淀-酸碱滴定法测定硅质耐

- 火材料中二氧化硅[J]. 冶金分析, 2011, 31(2): 67-70.
- Li Huanting, Dong Yanyan, Liu Xiaoyi, et al. Determination of silicon dioxide in siliceous refractory materials by potassium fluosilicate precipitation-acid base titration method[J]. Metallurgical Analysis, 2011, 31(2): 67-70.
- [8] 左平, 胡郑毛. 用EDTA容量法快速测定铁矿石中的铝含量[J]. 金属矿山, 2008(4): 77-80.
- Zuo Ping, Hu Zhengmao. Rapid determination of the aluminum content in iron ore by EDTA volumetric method[J]. Metal Mine, 2008(4): 77-80.
- [9] 贺晓唯, 毕诗文, 周金海. 铝酸钠溶液中苛性碱、碳酸碱和氧化铝含量的连续测定[J]. 吉林大学学报: 理学版, 2006, 44(5): 821-823.
- He Xiaowei, Bi Shiwen, Zhou Jinhai. Determination of caustichydroxide, sodium carbonate and alumina in sodium aluminate solutions[J]. Journal of Jilin University: Science Edition, 2006, 44(5): 821-823.
- [10] Blanco F, Garcia M P, Ayala J. Variation in fly ash properties with milling and acid leaching[J]. Fuel, 2005, 84(1): 89-96.
- [11] 唐明, 陈宁. 工程试验-优化设计[M]. 北京: 中国计量出版社, 2009.
- Tang Ming, Chen Ning. Engineering test-optimization design[M]. Beijing: China Metrology Press, 2009.
- [12] 王文静, 韩作振, 程建光, 等. 酸法提取粉煤灰中氧化铝的条件选择[J]. 能源环境保护, 2003, 17(4): 17-19.
- Wang Wenjing, Han Zuozhen, Cheng Jianguang, et al. The with drawing of oxidize the aluminum form the fly ash[J]. Energy Environment Protection, 2003, 17(4): 17-19.
- [13] 谢炜平, 李红霞. 酸溶-微波热解法从粉煤灰中制取聚合氧化铝的研究[J]. 环境工程, 1999, 17(2): 50-52.
- Xie Weiping, Li Hongxia. Acid soluble-microwave pyrolysis of preparing polymeric aluminum oxide from fly ash in research[J]. Environmental Engineering, 1999, 17(2): 50-52.
- [14] 李来时, 翟玉春, 吴艳, 等. 硫酸浸取法提取粉煤灰中氧化铝[J]. 轻金属, 2006(12): 9-12.
- Li Laishi, Zhai Yuchun, Wu Yan, et al. Sulfuric acid leaching method extracting alumina in fly ash[J]. Light Metals, 2006(12): 9-12.
- [15] 李来时, 刘瑛瑛. 硫酸浸出法提取氧化铝的热力学讨论[J]. 轻金属, 2009(5): 19-22.
- Li Laishi, Liu Yingying. Thermodynamics of alumina leached by sulfuric acid process[J]. Light Metals, 2009(5): 19-22.
- [16] 丁宏娅. 采用改进酸碱联合法从高铝粉煤灰中提取氧化铝的研究[D]. 北京: 中国地质大学, 2007.
- Ding Hongya. With the improved acid-base joint research of extracting alumina from alumina powder coal ash[D]. Beijing: China University of Geosciences, 2007.
- [17] Lin J, Liu R, Chen D. The progress in the technology of extracting the alumina oxide from the fly ash[J]. Chinese Journal of Process Engineering, 2004(4): 271-274.
- [18] 赵剑宇, 田凯. 氟氨助溶法从粉煤灰提取氧化铝新工艺的研究[J]. 无机盐工业, 2003, 35(4): 40-41.
- Zhao Jianyu, Tian Kai. Study on extraction of aluminium oxide from fine coal ash by solubilization of ammonium fluoride[J]. Inorganic Chemicals Industry, 2003, 35(4): 40-41.

(编辑 田恬)

·学术动态·



2014中国国际营养学论坛在长春召开

2014年6月20—21日,由中国抗癌协会肿瘤营养与支持治疗专业委员会主办的“2014中国国际肿瘤营养学论坛第二届暨全国肿瘤营养与支持治疗学术会议”在吉林长春召开,来自美国、日本、意大利、中国大陆及台湾地区的肿瘤营养领域的专家、学者500多人与会,围绕肿瘤外科治疗的营养、放疗患者的营养、化疗患者的营养、肿瘤患者的营养筛查、恶液质的机制与治疗、慢性炎症机制与恶性肿瘤等研究进展展开交流。

石汉平教授在报告中提出,代谢调节疗法是一种全新的抗肿瘤疗法,它通过采用不同手段调节肿瘤患者正常细胞代谢、干扰肿瘤细胞代谢,从而达到抗肿瘤的作用;李鸿立教授介绍了慢性炎症引起肿瘤的机制及如何通过抗炎治疗来控制肿瘤;李苏宜教授结合多年肿瘤营养代谢治疗的经验,提出了恶性肿瘤能量营养素代谢治疗的新思维,明确指出营养治疗是肿瘤内科治疗的重要组成部分;刘云鹏教授、葛声教授、丛明华教授分别介绍了肿瘤患者恶液质的慢性炎症机制、蛋白质代谢及治疗;王昆教授阐述了疼痛与营养不良的关系;于康教授介绍了肿瘤患者营养筛查方法及对临床营养治疗的重要作用;林源教授、陈公琰教授、陈克能教授、谢从华教授分别综述了围手术期患者的营养治疗、化疗患者的营养治疗、肿瘤患者的胃粘膜保护、放疗患者的营养治疗方面的最新进展。

详见中国科协网<http://www.cast.org.cn/n35081/n35548/n38620/15797458.html>。