

半风化离子吸附型稀土矿可浸性试验研究

朱昌洛, 李华伦, 沈明伟

(中国地质科学院矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041)

摘要:对某地半风化离子型稀土矿进行了可浸性试验研究。结果表明,该离子吸附型稀土矿可通过浸取富集,温度是影响浸出率的重要因素。并指出地浸工艺不能对其有效回收,建议此类稀土暂不进行开采利用。

关键词:离子吸附型稀土矿;可浸性;柱浸

中图分类号:TD925.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2007)03-0024-04

1 前 言

离子吸附型稀土矿是我国特有的稀土矿种,经过几十年的科研生产,已形成完善的工艺路线。我国西南某地发现一个中型半风化淋积型稀土矿,经详查,稀土矿C级表内氧化物(REO)储量1.55万t,D级表内氧化物(REO)储量5.48万t。该矿未风化完全,含单一稀土矿(REO)6.20%~17.00%。此类矿物中稀土的提取富集资料很少,故对其进行使之不会改变雾化布液的均匀性,还有待于做有关这方面的实验研究。

参考文献:

[1]雷泽勇,符辰湛. 15PLK 喷淋头的研究[J]. 南华大学学报(理工版),2003,17(4):12~15.

了可浸性试验研究,以便指导该稀土矿的合理开发利用。

2 可浸性试验研究

2.1 矿样性质

该稀土矿产于下元古界直林群普登组第一岩性第一层混合岩风化壳中,风化壳达3~32.0m。矿体在平面上呈面形分布,主要富集于风化壳的全风化层中,呈似层状产出。全区矿体厚1~24.5m,平均

[2]《浸矿技术》编委会. 浸矿技术[M]. 北京:原子能出版社,1994.

[3]王昌汉. 溶浸采铀(矿)[M]. 北京:原子能出版社,1998.

[4]唐泉,张晓文. 某铀矿床矿石堆浸性能的研究[J]. 铀矿冶,2002.21(1):49.

Research on the Heap Leaching Performance of an Uranium Ore by Spray Sprinkling Solution Distribution Technology

ZENG Ying-ying

(Nanhua University, Hengyang, Hunan, China)

Abstract: Using a simulated stock pile, the laboratory-scale column leaching tests were carried out by the new technology of spray sprinkling solution distribution. The test results indicated that the leaching rate is 70.67% (by liquid), uranium grade of the composite sludge is 0.0183%, and the leaching rate is 67.48% (by composite sludge). The acid consumption is 22.94kg/t, the weight ratio of liquid and solid is 1.2:1, and also the ore heaps have not hardened and impervious. This new technology has advantages of solution distribution uniformity, rational level of acid consumption, shorter leaching cycle and relative small weight ratio of liquid and solid. The technological parameters recommended by author could offer a reference for commercial-scale trail of the uranium ore.

Key words: Uranium ore; Spray sprinkling solution distribution; Heap leaching; Column leaching

收稿日期:2006-12-28; 改回日期:2007-01-30

作者简介:朱昌洛(1962-),男,研究员,主要从事冶金工艺的研究。

5.66m, REO 含量 0.078% ~ 0.435%, 平均 0.129%, 属矿化连续、厚度稳定型。经等离子光谱分

析, 稀土酸分见表 1。

该矿样呈松散细砂状, 仅有少量拇指大的小团

表 1 某地稀土矿配分表/%

La ₂ O ₃	CeO ₂	Pr ₆ O ₁₁	Nd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Eu ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Tb ₄ O ₇	Dy ₂ O ₃	Ho ₂ O ₃	Er ₂ O ₃	Tm ₂ O ₃	Yb ₂ O ₃	Lu ₂ O ₃	Y ₂ O ₃
18.00	22.00	6.00	13.00	4.40	0.20	3.20	0.06	3.80	0.00	2.40	0.00	2.90	0.29	23.00

块, 形似泥土。主要由粘土矿物埃洛石及少量钙蒙托石, 伊利石组成。原矿化学成分以 SiO₂ 为主, 约占 70%, 其次是 Al₂O₃ (15%)、K₂O (3% ~ 5%)、Fe₂O₃ (3%) 以及少量其他元素。稀土呈吸附态存在于粘土矿物中, 占矿石 REO 的 80.05% ~ 88.30%, 独立稀土矿物主要是氟碳铈矿、独居石、磷钇矿, 以及其他形式稀土矿物, 共占稀土总量的 6.20% ~ 17.00%。

2.2 柱浸试验

浸出的淋洗过程是可逆的离子交换过程, 浸出剂的浓度应稍许过量。据资料报道, 浸出剂浓度以 3% ~ 5% 为宜, 所以直接确定浸出剂浓度为 4%, 浸出电解质采用铵盐。本次样品为干法采矿, 因此水分较低, 适宜采用渗滤浸出法。由于实验室柱浸所取得的技术参数, 对生产实际中的池浸、地浸、水平真空带式浸滤机滤出, 具有较好的指导意义, 故采用柱浸对矿样进行可浸性试验研究, 其工艺系统如图 1 所示。浸出柱材质为塑料, 柱内径 95mm, 高 1500mm。每柱加入离子型稀土矿 12.0kg, 柱顶部约余 150 ± mm 空余。料顶加上电解质布液器, 以使

电解质溶液均匀分布, 消除沟流现象。不同铵基盐浸出试验结果见表 2 ~ 5 (均在室温 25℃ 进行)。其中 X037、X048、X066、X076 为浸出渣综合样。

由表 2 至表 5 的数据分析可知, 4% (NH₄)₂SO₄ 作浸出剂, 稀土浸出效果良好, 液汁浸出率达 85.60%, 与渣汁浸出率 82.17% 较为吻合, 但稀土浸出峰带宽, 不集中, 浸出液含 REO 偏低。采用 2% (NH₄)₂SO₄ + 2% NH₄Cl 或单独使用 4% NH₄NO₃、4% NH₄Cl 作浸出剂时, 浸出效果都较为理想, 浸出

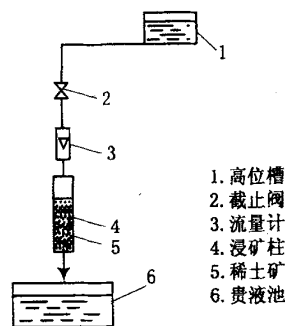


图 1 柱浸试验工艺系统简图

表 2 4% (NH₄)₂SO₄ 浸出试验结果

编号	X031	X032	X033	X034	X035	X036	X037
体积/L	3.915	2.10	2.44	2.91	2.09	0.90	0.023*
REO/g · L ⁻¹	2.85	0.32	0.21	0.16	0.15	0.14	
REO/g	11.158	0.672	0.512	0.466	0.316	0.126	
浸出率/%	72.08	4.34	3.31	3.01	2.04	0.82	
总浸出率/%	72.08	76.42	79.73	82.74	84.78	85.60	82.17

* 浸出渣综合样 REO 含量 (%)

表 3 2% (NH₄)₂SO₄ + 2% NH₄Cl 浸出试验结果

编号	X041	X042	X043	X044	X045	X046	X047	X048
体积/L	1.28	1.50	1.52	1.05	2.14	1.60	2.18	0.022*
REO/g · L ⁻¹	4.94	2.80	1.04	0.48	0.084	0.036	0.029	
REO/g	6.323	4.20	1.58	0.504	0.180	0.058	0.059	
浸出率/%	40.85	27.13	10.21	3.26	1.16	0.37	0.38	
总浸出率/%	40.85	67.98	78.19	81.45	82.61	82.98	83.36	82.95

* 浸出渣综合样 REO 含量 (%)

表 4 4% NH₄NO₃ 浸出试验结果

编号	X061	X062	X063	X064	X065	X066
体积/L	2.13	1.81	2.86	1.48	2.42	0.021*
REO/g · L ⁻¹	4.51	1.79	0.12	0.065	0.006	
REO/g	9.606	3.240	0.343	0.096	0.0145	
浸出率/%	62.05	20.93	2.22	0.620	0.094	
总浸出率/%	62.05	82.98	85.20	85.82	85.91	83.72

* 浸出渣综合样 REO 含量(%)

表 5 4% NH₄Cl 浸出试验结果

编号	X071	X072	X073	X074	X075	X076
体积/L	2.80	1.85	2.65	1.45	2.20	0.022*
REO/g · L ⁻¹	3.43	1.70	0.11	0.07	0.005	
REO/g	9.004	3.145	0.2915	0.1015	0.011	
浸出率/%	62.04	20.32	1.88	0.66	0.07	
总浸出率/%	62.04	82.36	84.24	84.90	84.97	82.95

* 浸出渣综合样 REO 含量(%)

液中稀土分布曲线峰值范围窄,稀土浸出率较高,扣减原矿中的独立稀土矿所含 REO,稀土浸出率应在 98% 以上。但 NH₄NO₃ 价格较为昂贵,且是制造炸药的原料,故首选 2% (NH₄)₂SO₄ + 2% NH₄Cl 作为浸出剂。若市面上硫酸紧缺时,仅用氯化铵作为浸出剂也是较理想的方案。

2.3 温度对浸出效果的影响

表 6 是 15℃ 下进行的浸出试验,其中 X086 为浸出渣综合样。与表 5 比较而言,虽然稀土浸出液中稀土分布曲线基本一致,但其浸出率明显偏低。该结果表明,温度是稀土浸出率提高的重要因素。

3 稀土氧化物的制备

生产上,一般取含 REO ≥ 1g/L 的溶液作为贵液;而含 REO 过低的溶液由于用草酸铵沉淀回收不经济,一般均返回配新的电解质使用。表 7 为不同样品的贵液化学成分。由表 7 可见,贵液中除含主成分 REO 约 1g/L 外,还溶解了不少的杂质。为使混合稀土氧化物满足分离厂家要求 (REO ≥ 92%),生产上采用在贵液中加入氨水,调 pH 值约为 5,水解沉淀优先除去部分杂质。本次试验未使用氨水除杂,而是以草酸铵直接沉淀,控制 RE₂O₃:H₂C₂O₄ =

表 6 4% NH₄Cl 浸出试验结果 (15℃)

编号	X081	X082	X083	X084	X085	X086
体积/L	2.56	1.88	2.60	2.00	2.15	0.037*
REO/g · L ⁻¹	3.435	0.73	0.25	0.065	0.001	
REO/g	8.794	1.372	0.65	0.13	0.002	
浸出率/%	56.81	8.86	4.20	0.84	0.01	
总浸出率/%	56.81	65.67	69.87	70.71	70.72	71.32

* 浸出渣综合样 REO 含量(%)

表 7 贵液的化学成分 /mg · L⁻¹

试验编号	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SiO ₃ ²⁻	REO
X122	80.45	135.72	101.06	56.45	27.45	97.51	995
X123	29.64	137.72	91.99	62.00	26.23	205.26	960
X124	33.98	170.04	31.22	65.15	27.10	192.32	919
X125	88.92	107.98	116.79	76.00	31.82	118.10	1020

以 β -Sialon 基复相为陶瓷材料的性能研究

王雪松, 曹枫, 马植甄

(安徽工业大学冶金与资源学院, 安徽 马鞍山 243002)

摘要:研究了 β -Sialon/刚玉、 β -Sialon/SiC 和 β -Sialon/刚玉/SiC 三种复相陶瓷材料的主要性能,以及 Sialon 相含量变化时对性能产生的影响。结果表明: β -Sialon/SiC 的抗热震性、抗渣侵蚀性优于 β -Sialon/刚玉,在 1100℃ 时,抗热震断裂次数达到 40 次以上。 β -Sialon/刚玉的抗氧化性优于 β -Sialon/SiC,在 1400℃ 氧化 10h 后,各试样的单位面积增重约为: β -Sialon/刚玉,29.5mg/cm²; β -Sialon/SiC,36.0mg/cm²; β -Sialon/刚玉/SiC,33.0mg/cm²。随着 Sialon 含量的增加, β -Sialon/刚玉的抗热震性和抗渣侵蚀性增强,抗氧化性减弱; β -Sialon/SiC 的抗热震性减弱,而抗渣侵蚀性和抗氧化性增强。

关键词: β -Sialon 基复相; 抗热震性; 抗渣侵蚀性; 抗氧化性

中图分类号: TB35 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6532(2007)03-0027-05

随着现代钢铁冶金技术的发展,特别是高炉长

寿化、连铸和二次精炼技术的普及,高温钢(铁)液

1:2.0~2.2,溶液 pH 值为 1.5~2.5,静置老化 12h 以上,并用微酸性溶液洗涤沉淀物,以确保灼烧产物中 REO \geq 92%,草酸稀土在 1000℃ 下煅烧 2h,即得稀土氧化物。试验结果表明,所选两个样品含 REO 分别为 93.63% 和 95.31%,达到了稀土氧化物产品的技术指标要求。

响较大,生产过程中应充分重视。

试验时发现,电解质渗透 1.35m 的料层,需耗时 18~20h,对未松动的稀土原矿其渗透性能更差。若直接采用地浸工艺,应详查稀土矿底板渗滤性,并补充未松动原矿的可渗性数据。

离子吸附型稀土矿稀土含量比较低,一般为 0.1%~0.3%。该试验样品含 REO 0.129%,经济的处理方案为湿法冶金—电解质淋洗。该稀土矿未风化完全,含稀土独立矿物 6.20%~17.00%,作为中国特有的稀土矿资源,以及未来国际间竞争的战略储备物质,建议对该矿进行合理保护,暂不进行开采。

4 结 语

可浸性研究表明,借鉴江西离子吸附型稀土矿的提取工艺,对该稀土矿进行提纯富集,可获得合格的稀土氧化物产品。其中温度对稀土浸出效果的影响

Experimental Research on the Leachability of a Semi-weathered Ion-adsorption Type Rare Earths Mineral

ZHU Chang-luo, LI Hua-lun, SHEN Ming-wei

(Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Chengdu, Sichuan, China)

Abstract: The experimental research on leachability of a semi-weathered ion-adsorption type rare earths mineral was performed. Test results showed that this ion-adsorption type rare earths mineral can be concentrated by leaching technology, and the temperature is an important factor influencing leaching rate. Because in-situ leaching does not effective recovery of rare earths, therefore authors suggested this kind of rare earths mineral resources is not necessarily immediately exploited at the present time.

Key words: Ion-adsorption type rare earths mineral; Leachability; Column leaching

收稿日期: 2006-09-26

基金项目: 安徽省教育厅资助项目(2006Kj2788)

作者简介: 王雪松(1966-),男,副教授,主要从事冶金资源及耐火材料研究工作。