

某铀矿石雾化布液堆浸性能的研究

曾莹莹

(南华大学机械工程学院, 湖南 衡阳 421001)

摘要:用某铀矿石作模拟矿堆,采用雾化布液新工艺进行了小型室内柱浸试验。结果表明,其液计浸出率为70.67%,综合渣铀品位为0.0183%,综合渣计浸出率达67.48%,酸耗22.94kg/t,液固质量比为1.2:1,而且无矿堆板结现象,布液均匀性好,酸耗在正常范围之内,浸出周期短,液固比小。并推荐了雾化布液堆浸铀矿石的工艺参数,为该矿的工业试验提供了参考依据。

关键词:铀矿石;雾化布液;堆浸;柱浸

中图分类号:TF111.31 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2007)03-0021-04

堆浸技术是一种集采选冶于一体的提取矿石、废石中有用成分的新技术,因具有工艺简单、投资少、见效快等诸多优点而被广泛用于金、银、铜、铀等矿山中。近年来,堆浸技术得到了飞速发展。由于布液方式是堆浸技术中的一个重要部分,因此也得到了广大科技工作者的关注和重视。

目前,堆浸布液系统有堰塘灌溉式布液系统、喷淋器布液系统、微型喷淋器布液系统、滴灌式布液系统四种形式。我国以喷淋器布液系统、滴灌式布液系统两种形式为主,但现有的布液系统都存在不同程度的缺点和局限性。针对房式堆浸工艺和原地爆破浸出工艺,笔者提出了雾化布液新工艺,其喷淋雾化装置见文献[1]。该工艺利用永久式堆场墙壁(房式堆浸)或关闭地下堆浸场的进口(原地爆破浸出),形成一个防止雾气挥发的空间,采用喷雾机械将溶浸液充分雾化,溶浸液以雾的形式与矿堆顶部的矿石接触。由于液体雾化后和空气接触的面积大,使溶浸液中含空气量增加,更利于矿物被氧化,有利于堆浸中的“自呼吸”过程,从而更能促使矿物被氧化分解。同时,对矿石堆的压力比其他布液工艺要小,在浸出过程中更利于保持疏松状态,提高矿

石堆的渗透性,从而提高浸出率。

某铀矿品位低,用常规方法开采无经济效益,因此委托笔者做柱浸试验。本文采用雾化布液新工艺,用铀矿石模拟矿堆,进行了小型室内柱浸试验,以检验雾化器的布液均匀性,雾化布液后矿石浸出情况,并推荐了铀矿的浸出工艺参数。

1 矿石特征

该铀矿床是已探明产于花岗岩体外的一个大型铀矿床,主要为含灰白云母角岩、构造角砾岩和含灰砂岩。矿石物质成分比较简单,属单铀型硅酸盐矿石(深部有少量碳酸盐矿石),矿化类型为沥青铀矿—赤铁矿—(胶)黄铁矿型。

矿石经过破碎至-10mm。装柱矿石总重164.2kg,经测定该矿石的含水率为3.10%,铀及主要化学成分分析结果见表1。

该矿石铀品位为0.0563%,品位不高,如采用传统的浸出工艺,则经济效益低;该矿石的氧化性能好;硅、铝含量较高,钙、镁含量低,适合用硫酸作为浸出剂^[2]。在试验过程中可考虑加适当的氧化剂强化浸出。

表1 矿石中主要化学成分分析结果/%

U ⁶⁺	U ⁴⁺	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂
0.0318	0.0245	5.930	0.900	1.020	0.100	14.630	69.790

收稿日期:2006-09-11; 改回日期:2006-11-20

基金项目:湖南省自然科学基金资助(03JJY3079)

作者简介:曾莹莹(1975-),女,讲师,硕士研究生,主要研究方向为堆浸工艺及设备。

2 试 验

2.1 主要试验设备及药剂

主要试验设备为 $\Phi 240 \times 2400$ PVC 柱浸装置,其结构见图 1。本试验用的浸出剂为适当浓度的硫酸溶液。为提高浸出效率,在适当的时候可考虑加入适量的氧化剂。

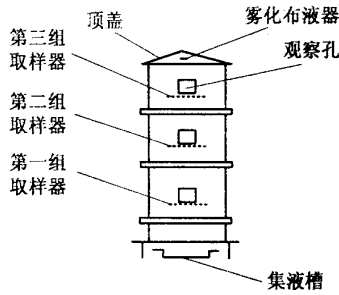


图 1 $\Phi 240 \times 2400$ PVC 柱浸装置

2.2 试验方法

2.2.1 实验取样及分析项目

(1)分析原矿样主要组分含量;(2)每配制好一槽浸出剂,取样分析酸度并记录其体积;(3)即时从矿柱最底部流出的浸出液中取样,分析浸出液瞬时样中 U、余酸,前期每 12h 取一个样,中、后期每 24h 取一个样;(4)检查布液的均匀性样:定期从三组取样器中取样,记录好取样时的起止时间及从每个取样器中所取得的浸出液体积;(5)从集液桶中取样,分析 U、余酸,并测定集液桶中的总的浸出液量;(6)浸出结束后,卸堆,从矿渣中取样,分析矿渣中铀的含量。

2.2.2 矿石装柱

将取好的矿石样混匀,按要求装样。在装矿石样的过程中将三组取样器预埋于矿石中。取样器中先装一定量的小卵石,防止在布液的过程中矿石中的矿粉及矿泥将取样管堵塞。同一组取样器在矿堆中处于同一水平高度,在垂直方向取样器互不重叠。

2.2.3 雾化布液

采用雾化布液,布液强度为 $15 \sim 20\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,在整个实验过程中,根据浸出液的浓度适当地调整布液,如果浸出液的浓度太低,可进行间歇布液。在试验期间定期从三组取样器中取样,测量它们的铀浓度及浸出液体积,以监测在浸出期间不同水平高度铀浓度的变化情况及布液的均匀性。试验

期间进行了多次取样,并随机取三组样的数据进行分析。浸出剂的配制采用人工搅拌的方法。根据浸出的各个阶段的要求和浸出各项数据及时调整浸出剂的浓度。

3 试验结果及分析

3.1 瞬时样与浸出时间的关系

定时取瞬时样,分析其铀浓度,实验结果见图 2。尽管实验矿石品位很低且矿柱高度不高,但在浸出的第三天就出现了最大瞬时样,其浓度达 $1.1\text{g}/\text{L}$ 。布液浸出到第 65d,浸出液中铀金属浓度约为 $10\text{mg}/\text{L}$,并且在此之前已经持续一段时间。由于矿石的品位低,再进行布液浸出,经济效益不高,可以考虑结束浸出。

3.2 浸出率与浸出时间的关系

评价试验效果好坏的一个重要指标是铀金属的浸出率,实验进行了 65d,其液计浸出率与浸出时间的关系见图 3。

从图 3 可知:在第 5 天至第 45 天期间浸出率上升得比较快,此后上升的幅度不大。这与矿石的性质有关,该矿石的六价铀含量略高于四价铀含量,而

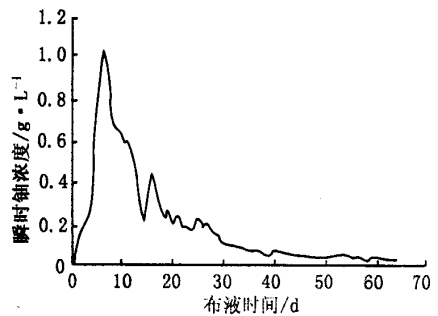


图 2 浸出液瞬时铀浓度与时间的关系

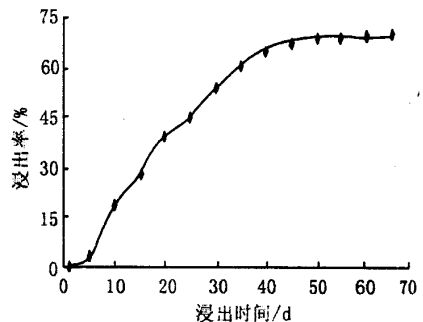


图 3 液计浸出率与浸出时间的关系

四价铀金属难于浸出,要想在较短的时间内浸出铀金属,有必要加入氧化剂,把四价铀金属氧化成易浸出的六价铀金属。

停止布液几天后,排出残留于矿堆中的浸出液。矿渣品位经分析为 0.0183%。渣计浸出率 67.48%,与液计浸出率 70.67% 相比,在误差范围之内。综合渣铀品位为 0.0183%,小于 0.0200%,达到了废渣的有关排放标准^[3]。

3.3 酸耗随时间的变化关系

酸耗随时间的变化曲线见图 4。随着浸出过程的进行,酸耗在不同时间段内,增加的速率明显不同。根据酸耗随时间的变化情况,可知矿石浸出分为 OA、AB 和 BC 三个阶段:在 OA 阶段,为矿石主要耗酸阶段,表征在浸出的前期,由于矿石裂隙或者细颗粒矿石表面暴露的耗酸矿物与浸出剂直接接触反应而具有较高的耗酸速率;在 AB 阶段,酸耗随时间增加的速率较 OA 慢,为矿石耗酸过渡阶段;在 BC 阶段,酸耗随着时间增加的速率很慢,为矿石低耗酸阶段。

本实验采取了间歇布液浸出方式,液固比控制

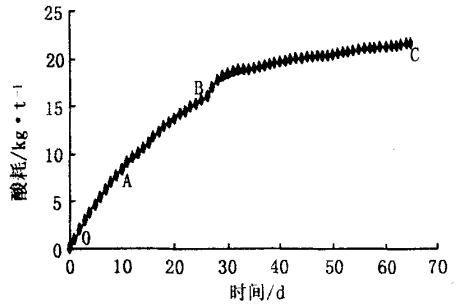


图4 硫酸消耗随时间的变化关系

在一定范围之内,但若在矿石达到一定浸出率后仍继续喷淋布液,酸耗势必会随之增加,增大浸出成本,然而浸出率却提高较少,因此在实际生产中意义不大,此时应考虑在适当的时候进行卸堆^[4]。本试验总的浸出液体积为 190.9L,总的用矿量为 164.2kg(含水率为 3.1%),其液固质量比为 1.2:1。

3.4 雾化布液浸出均匀性分析

三组三个水平样测试结果见表 2,第 1 次所取最大体积样与最小体积样相差 3.2%,第 2 次所取最大体积样与最小体积样相差 5.1%,第 3 次所取

表 2 均匀性分析结果

项目	第一组取样器				第二组取样器				第三组取样器				
	1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4	3-1	3-2	3-3	3-4	
1 次	体积/mL	277	270	273	275	270	268	271	272	271	267	274	271
	铀/mg·L ⁻¹	351	360	348	357	194	198	187	201	101	95	99	89
2 次	体积/mL	284	290	292	283	282	277	280	279	277	283	278	282
	铀/mg·L ⁻¹	870	886	895	890	600	587	604	596	353	561	349	360
3 次	体积/mL	275	278	274	272	271	268	272	267	268	270	265	267
	铀/mg·L ⁻¹	190	201	196	189	120	118	131	140	92	101	86	79

最大体积样与最小体积样相差 4.7%。

测量结果表明:布液强度一定的情况下,同一水平在同一时间内所取到的试样,其体积和铀浓度量非常接近,不同水平的试样其体积差别也不大,说明雾化布液均匀性好。同时,经过观察,未发现矿堆板结现象。对于同一个取样点,在相同的取样时间内不同次取样所取得的试样体积稍有差别,这与不同时间内的布液强度变化有关。从第三个水平到第一个水平所取的样铀浓度相差很大,这是因为在浸出过程中自上而下铀浓度累积的结果。

4 结论和建议

从柱浸试验的各项数据来看:该铀矿石浸出性

能较好,酸耗在正常范围之内,浸出周期短,液固比小,不同浸出阶段的铀金属质量浓度及不同高度的铀金属质量浓度的变化规律明显;同一水平在同一时间内所取到的试样,其体积和铀浓度量非常接近,不同水平的试样其体积差别也不大,说明雾化布液均匀性好,矿堆不易板结。

推荐该铀矿堆浸工艺参数为:浸出剂浓度(硫酸) $\rho(\text{H}_2\text{SO}_4) = 5 \sim 30\text{g/L}$;布液强度 $15 \sim 25\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$;酸耗为矿石重量的 2.5%~4.0%;液固质量比 2.0:1~3.5:1;浸出液 $\text{pH} = 2.0 \pm 0.5$;渣计浸出率 >65%。

雾化布液时会产生很大的雾气,这此雾气会在矿堆场的顶盖下面凝结成液滴,如何控制这些液滴,

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。