

铜金矿堆浸综合利用新工艺

潘志兵¹ 田喜林¹ 罗辅勋² 万清泉²

(¹地矿部矿产综合利用研究所,四川 成都 610041)

(²四川地勘局 402地质队,四川 郫县 611730)

摘要: 本文主要介绍了针对四川某金矿含铜较高、影响氰化浸金而进行的除铜浸金工艺研究。结果表明: 采用含氨溶液预处理除铜,有效地排除了铜对氰化浸金的影响。同时成功地从氨浸铜溶液中沉铜再生氨,不仅综合回收铜,而且使再生氨液返回循环浸铜,降低了预处理成本。

关键词: 铜金矿;预处理;氨再生;综合利用

中图分类号: TD952 文献标识码: A 文章编号: 1000-6532(1999) 05-0004-04

1 前言

金矿中铜矿物的类型和含量对金的氰化浸出有重大影响,一般认为,原生铜矿物在氰化溶液中的溶解度较小,因而对氰化浸金影响较小;而氧化铜和次生硫化铜在氰化溶液中的溶解度较大,对氰化浸金的影响也就较大。经验表明,金矿石中铜含量在 0.1% 以下时,原矿直接氰化时铜对金的浸出影响不明显;随着铜含量的增加(尤其是氧化铜和次生硫化铜矿物的增加),铜对金的氰化浸出的影响就明显增大。

四川某金矿中铜含量一般在 0.03%—0.05%,铜对堆浸法提金的影响不明显,通常堆浸 2个月金浸出率可达到 70% 左右。随着开采深度的增加,矿石性质有所变化,尤其是铜含量已达到 0.15% 以上。1997年采出的矿石含铜量为 0.164%,矿石堆浸 4个月,金浸出率不到 50%,氰化钠耗量由 500g/t 猛增到 1500g/t 以上。同时,浸金液中的铜氰络合物大大降低了活性炭吸附金的能力,堆浸产出的载金炭含金仅有 2kg/t 左右,而铜却高达 50kg/t 以上。经测定,堆浸后期的贫液(反

复循环使用)中,铜含量高达 900mg/L 以上。

这种高铜载金炭按原解吸工艺(乙醇解吸)已达不到满意的解吸指标,必须添加大量氰化钠,其耗量已达到 200kg/t 左右。相应地,电解阴极产物也必须用大量的酸经多次处理,才能冶炼出较高成色的金锭,每公斤阴极产物耗酸达 70kg 左右。

针对该矿石的情况,通过一系列的除铜浸金试验研究表明:对 -10mm 粒度的矿石,加入一种调整剂的含氨溶液预处理浸铜,铜的浸出率近 30%。预处理后的矿石再氰化浸金,铜能再被浸出约 20%,但对金的浸出干扰甚微,实验室柱浸 30d,金浸出率已达到 79.8%。活性炭对金的吸附率均达到 90% 以上,对铜的吸附率仅为 42%。改变了过去活性炭吸附铜高而吸附金低的状况。此外,对氨浸铜液成功地进行了沉铜再生氨的试验,不仅回收了铜,再生氨液返回循环使用进一步降低了预处理成本。

2 工艺方案的确定

2.1 原矿直接柱浸试验

虽然生产现场已表明矿石中铜含量增加后矿石浸金困难,但为了进一步考查铜在浸金过程中对金浸出的影响,以及便于对不同

工艺的浸出作比较,首先用 - 10mm 粒度(生产现场的入堆矿石粒度)的矿石作了实验室原矿直接柱浸试验,即矿石未经任何预处理,而是用氰化钠溶液直接浸金。在浸出过程的前期和中期,氰化钠浸出液不返回循环使用,

表 1 原矿直接柱浸试验结果

原矿品位		尾矿品位		浸出率		药剂用量		
Cu	Au	Cu	Ag	Cu	Au	CaO	NaOH	NaCN
(%)	(g/t)	(%)	(g/t)	(%)	(%)	(kg/t)	(kg/t)	(kg/t)
0.164	6.04	0.11	1.44	32.93	76.16	4	6	4.9

表 2 浸出液中铜、金含量

时 间	氰化钠浓度	Cu	Au	铜/金
(d)	(%)	(mg/L)	(mg/L)	
前期	1	0.1	114	1.31
	2	0.1	162	2.04
	3	0.05	122	1.08
中期	7	0.05	49	0.51
	8	0.05	39	0.31
后期	30-35	0.03	19	0.10
期	36-39	0.03	14	0.09

试验表明,由于采用了浸出前期和中期浸出液不循环使用的方式,使前期和中期浸出的大量铜排除在系统之外,没有进入浸金系统,从而大大消除了铜对金浸出的影响,后期铜浸出已减弱,即使是循环浸出也无大碍。从表 2 的测定结果来看,各个期间金浸出现象已与常规柱浸的情况接近。从这一点可以说明,在原生产现场中,造成铜对金浸出的严重影响,主要是由于贫液返回中,铜的不断积累,致使浸出液中铜浓度过高而引起的

2.2 预处理除铜试验

上述试验表明,在排除了部分铜的干扰后,金就能得到较好的浸出,为此,我们选用硫酸和含氨溶液作预处理除铜试验。试验用矿石粒度 - 10mm,用不同浓度的稀硫酸和含氨溶液分别进行了浸铜试验,试验条件和结果见表 3-4

从表 3 表 4 的试验结果看,采用硫酸和氨均能浸出 30% 左右的铜,与原矿直接浸出时的铜浸出率相近,由此可以初步判断,预处

每天都用新配的氰化钠溶液,保证了进入矿柱的溶液中不含铜,在浸出后期的 15d 中,每配一次新液连续返回循环浸出 5d 试验共浸出 40d 试验结果见表 1,在柱浸过程中,还抽测了浸出液中铜和金的含量(见表 2)

表 3 不同浓度硫酸浸铜试验

硫酸浓度	浸出时间	铜品位 (%)		浸出率
		原矿	浸渣	
0.5	3	0.164	0.140	14.63
1.0	3	0.164	0.125	23.78
2.0	3	0.164	0.118	28.05
3.0	3	0.164	0.114	30.49

表 4 不同浓度含氨溶液浸铜试验

氨浓度	调整剂	浸出时	铜品位 (%)		浸出率
			原矿	浸渣	
2	8	3	0.164	0.143	12.80
4	8	3	0.164	0.132	19.51
6	8	3	0.164	0.124	24.39
8	8	3	0.164	0.117	28.66
10	8	3	0.164	0.114	30.49
12	8	3	0.164	0.113	31.10

理除铜后能改善浸金效果

2.3 除铜浸金方案的确定

从上述有关试验可以看出,预处理浸铜时,对 - 10mm 粒度的矿石,铜的浸出率均在 30% 左右,为了考查该矿石细磨后铜、金浸出率,我们将矿石磨至 - 200 目占 90%,分别作了全泥氰化浸出和全泥氨浸—氰化浸出试验。试验结果见表 5-6

表 5 全泥氰化浸出试验

NaOH	NaCN	原矿品位		浸渣品位		浸出率 (%)	
		Cu	Au	Cu	Au	Cu	Au
(kg/t)	(kg/t)	(%)	(g/t)	(%)	(g/t)		
4	2	0.164	6.04	0.084	1.36	48.78	77.48
6	2	0.164	6.04	0.085	0.50	48.17	91.72
8	4	0.164	6.04	0.076	0.38	53.66	93.71

为了查明铜在两段浸出中的行为,分别

对氨浸液和氰化浸出液测定了铜含量,其结果见表 7

表 6 全泥氨浸—氰化浸出试验

氨 (g/L)	调整剂 (g/L)	NaOH (kg/t)	NaCN (kg/t)	原矿品位		浸渣品位		浸出率(%)	
				Cu(%)	Au(g/t)	Cu(%)	Au(g/t)	Cu	Au
20	80	2	2	0.164	6.04	0.064	0.50	60.98	91.72

表 7 全泥氨浸—氰化搅拌浸出试验中铜浸出结果

矿样 重量 (g)	氨 浸 出		氰 化 浸 出			浸 渣		总金 属量 (mg)	铜浸出率(%)		
	溶液量 (mL)	铜含量 (mg/L)	金属量 (mg)	溶液量 (mL)	铜含量 (mg)	金属量 (mg)	铜含量 (%)		氨浸	氰化浸	合计
250	425	300.8	127.84	425	260.8	110.84	0.064	160	32.07	27.80	59.87

从表 5-6 的试验结果看出,氨浸后再氰化浸出铜的浸出率可达到 60.98%,比全泥氰化浸出时铜的浸出率高 7.12%,而氰化钠的耗量却减少 1/2,氢氧化钠仅为 1/4。又从表 7 看,氨浸时铜已浸出 32.07%,故而氢氧化钠和氰化钠的用量大为降低。因此,前端预处理除铜非常重要。考虑到用硫酸预处理存在 pH 值的大幅度调整问题,故确定以含氨溶液预处理浸铜为宜。

通过以上一系列试验结果分析,对该矿石确定用氨浸预处理—氰化浸出工艺方案。

3 氨浸预处理—氰化浸出柱浸试验

试验用矿石样品取自四川某金矿堆浸现场的入堆矿石混合样,具有较好的代表性,矿石破碎粒度 -10mm。试验采用 A、B 两种方式,其主要区别是: A 方式中,浸出液基本

表 8 氨预处理—氰化浸出柱浸试验

浸出 方式	氨用量 (kg/t)	调整剂 (kg/t)	再生剂 (kg/t)	NaOH (kg/t)	NaCN (kg/t)	原矿品位		浸渣品位		浸出率(%)	
						Cu(%)	Au(g/t)	Cu(%)	Au(g/t)	Cu	Au
A	20	30		3.5	3	0.164	6.04	0.09	1.30	45.12	78.48
B	12.5	15	1.5	0.75	1.65	0.164	6.04	0.084	1.22	50.00	79.80

* 此用量为单堆用量,若继续返回下一个堆使用,其用量还会降低。

该方式浸出的特点是浸出液返回循环浸出,在预处理阶段,用与 A 方式相同浓度的氨溶液润湿矿柱,静置 1d,第二天用 1% 的氨溶液(调整剂 2%)浸出,从第三天起,都用前

不返回循环使用;而 B 方式中,浸出液返回循环使用。两种方式的浸出总时间都是 36d,其中预处理 6d。现分述如下:

3.1 A 方式浸出试验

矿石装入矿柱后,先用 12% 的氨溶液(调整剂加入量 10%)润湿矿柱中的矿石,静置 1d。然后用 1% 的氨溶液(调整剂 2%)浸出 4d,其间氨浸出液不返回使用,每天配新液浸出。最后用清水洗涤 1d,洗涤后的矿柱 pH 值 8,预处理时间合计 6d。

洗涤后的矿柱用 pH12 氰化钠浓度 0.1% 的氰化溶液浸出 2d,然后逐步降低氰化钠浓度,但应使矿柱出液中的氰化钠浓度保持在 0.03% 左右,浸出时间为 30d。其间,在浸出的前 20d 中氰化浸出液不返回使用,后 10d 返回循环浸出 2 次,每次 5d。最后用清水将矿柱 pH 洗到 7。试验结果见表 8。

3.2 B 方式浸出试验

一天浸出液经沉铜再生的氨溶液返回浸出,第六天用清水洗涤矿柱到 pH 值 8。氰化浸出阶段,前两天同样用 pH12 的 0.1% 氰化钠溶液浸出,从第三天开始,用经

过吸附的贫液补加氰化钠后浸出,如此反复循环浸出 30d,最后用清水洗矿柱到 pH7,试验结果见表 9

表 9 活性炭吸附测定

吸附次数	浸出富液 (mg /L)		吸附后贫液 (mg /L)		吸附率 (%)	
	Cu	Au	Cu	Au	Cu	Au
1	198	5. 46	115. 5	0. 01	41. 67	99. 82
2	214	5. 15	170. 5	0. 03	25. 51	99. 42
3	245. 5	3. 01	242. 5	0. 02	1. 22	99. 33
4	326	2. 23	321	0. 05	1. 53	97. 76

从两种方式的试验结果看,B方式的金浸出率略高于 A方式 1. 32%,铜浸出率却高出 4. 88%,而药剂用量却减少 1/2,可见 B方式优于 A方式。另外,从表 9还可以看出,在 B方式中由于预先除掉部分铜,当氰化液经活性炭吸附,铜对活性炭吸附金的干扰甚微。金的吸附率都在 97% 以上,贫液含金在 0. 01— 0. 05mg /L之间。铜的吸附率第一天为 41. 67%,第二天降至 25. 51%,从第三天开始吸附率降到 2% 以下,几乎不吸附了。

4 结 语

该矿石由于含铜量增加,矿石性质有所

变化,导致生产现场堆浸时间延长,氰化钠用量猛增,金浸出率下降;同时还引起后续作业解吸电解熔炼的一系列困难。通过试验研究表明,用含氨溶液预处理除铜后再用氰化钠溶液浸出,实验室柱浸 36d,金浸出率可达到 79. 80%,铜总浸出率 50%。金浸出率已达到原来堆浸时的效果,解决了因铜量增高而带来的浸金困难。由于氨浸液成功地再生氨后返回循环使用,使单堆的氨用量比不再生循环使用减少 40%,在现场生产中若多堆连续返回循环使用,其吨矿耗量还会下降,预处理成本会进一步降低。

在再生氨的同时,铜被沉淀下来,沉淀的铜可根据市场需求,进一步加工成铜盐或金属铜出售,产生一定经济效益。

因此,B方式浸出工艺既能排除铜对金浸出的影响,又能综合回收铜和再生氨返回循环使用。该工艺适宜于含铜较高的铜金矿石的堆浸生产,尤其是氧化铜含量高的铜金矿石采用本工艺优势更为明显。

A New Technology for Heap Leaching of a Copper-Gold Ore

PAN Zhi-bing¹, TIAN Xi-lin¹, LUO Fu-xin², W AN Qing-quan²
(¹ Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources,
M GMR, Chengdu, Sichuan, China)
(² 402 Geological Team, Sichuan Geological and Exploratory Bureau,
Pi County, Sichuan, China)

Abstract A new technology for heap leaching of a copper-gold ore was described in this paper. Test results showed that use of ammoniacal solution pretreatment can effectively remove copper, and thus alleviating negative effect of copper on leaching of gold. Meantime, regeneration of ammonia from ammoniacal solution of leached copper was successfully achieved.

Key words Cu-Au ore; Pretreatment; Regeneration of ammonia; Comprehensive utilization