

# 铜山口矿难选氧化铜矿石和表外铜矿石 化学选矿新工艺探讨

汤雁冰

(湖北黄石大冶有色金属公司 435005)

T09 A

**摘 要** 初步探讨了化学选矿新技术处理铜山口矿难选氧化铜矿石和表外铜矿石工艺可行性,该技术将为矿山发展开辟新途径。

**关键词** 铜矿石 化学选矿 可行性

## 1 前 言

大冶铜山口矿Ⅳ号矿体狮子山矿区现有铜矿石储量 168.5 万 t,氧化矿占 58%,金属量 6.74 万 t,平均品位 3%~4%。该类矿石属高含泥、高结合率氧化铜矿,用浮选法回收指标差,不能得到有效利用。I号矿体低品位花岗闪长斑岩型表外铜矿,现有矿石储量 8 648 万 t,金属量 34 万 t,平均品位 0.2%~0.4%。该类矿石长期以来,由于达不到工业要求,一直作为废石丢掉。

近年来,化学选矿新技术发展较快,为铜资源的开发利用开辟了新途径,重新研究采用这一新工艺开发铜山口矿上述两类铜资源十分必要。本文对笔者曾经所做的以及最近其他兄弟单位所做的研究工作加以总结,并提出自己的一些看法。

## 2 矿石性质讨论

### 2.1 Ⅳ号矿体难选氧化矿石

氧化矿石原矿多元素分析、铜物相分析、铜赋存状态、粒级组成分别列于表 1、表 2、表 3、表 4。从以上可以看出,氧化矿石中钙、镁含量不高,主要为硅酸盐,属“可溶于酸”的铜矿石,适合采用硫酸浸出技术处理,但矿石外观破碎,泥化现象严重,-300 目粒级中铜的占有率接近 40%,会给工艺带来一些困难。

表 1 氧化矿原矿多元素分析结果(%)

元素名称	Cu	Fe	Ca	Mg	Al	Mn	SiO <sub>2</sub>
1 号矿样	6.92	10.44	0.97	3.71	3.62	0.51	46.78
2 号矿样	2.36	14.57	2.56	4.31	2.22	0.72	47.23

表 2 氧化矿原矿铜物相分析结果

名 称	总铜	自由铜		结合铜		硫化铜		铁	
		含量(%)	占有率(%)	含量(%)	占有率(%)	含量(%)	占有率(%)	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	TFe
1 号矿样	4.62	2.74	59.3	1.86	40.26	0.02	0.44	0.48	10.86
2 号矿样	2.25	.01	44.9	1.21	53.8	0.03	1.3	0.59	15.88

表3 氧化矿铜赋存状态

含铜种类	含铜粘土矿物	含铜氧化铁、锰矿物	氧化铜矿物	硫化铜矿物
矿物名称	蒙脱石、多水 高岭土、高岭石	褐铁矿、赤铁矿、 软锰矿	自然铜、赤铜矿、 孔雀石、矽孔雀石	黄铜矿、斑铜矿、 辉铜矿

表4 氧化矿原矿粒级分布率(%)

粒级(mm)	+10	-10+20	-20+28	-28+45	-45+100	-100+200	-200+250	-250+300	-300
1号矿样	6.7	27.80	2.02	4.05	7.77	5.61	0.82	1.42	43.77
2号矿样	24.93	19.35	3.18	4.42	6.49	5.54	0.65	0.72	34.72

## 2.2 I号矿体斑岩型低品位表外铜矿石

花岗闪长斑岩体出露于铜矿区中心部位,为灰色和深灰色,呈斑状结构。岩石的矿物成份及含量见表5,该岩石(TSK)与R·戴里花岗闪长斑岩(RDL)平均成份对比见表6,两者主要氧化物含量基本相近。

表5 花岗闪长斑岩矿物含量(%)

矿物名称	中长石	钾长石	石英	黑云母	角闪石	磷灰石	硼石	磷铁矿	碳酸石	其它	总计
含量(%)	44.4	20.9	17.9	5.4	8.4	0.5	0.4	0.3	0.5	1.2	99.9

表6 岩石化学成份对照(%)

序号	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	总计
TSK	64.2	0.62	14.2	1.3	3.5	0.3	?	?	3.6	4.1	99.2
RDL	65.0	0.6	15.9	1.8	2.6	0.1	1.9	4.4	3.7	2.8	100.0

含铜斑岩型矿石主要金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿,其次为黝铜矿及微量的辉钼矿、闪锌矿、铜兰等。黄铁矿呈自形-半自形结构,晶形破碎,斑铜矿和黝铜矿呈它形,沿黄铁矿裂隙交代,局部呈边缘交代结构,主要为网状构造,穿插石英脉两侧,部分呈浸染状构造,脉壁处矿化强烈。

矿石性质表明:该含铜斑岩型表外矿石主要为硫化矿,理论初步分析可采用细菌浸出技术探索处理。

## 3 工艺可行性论证

### 3.1 化学选矿工艺进展及浸出机理探讨

#### 3.1.1 工艺进展

60年代中期,对铜具有高选择性的羟基肟类萃取剂问世,传统的铜矿石化学选矿工艺浸出-沉淀-置换方法逐渐被浸出-萃取-电积新工艺取代,特别是随着细菌浸出铜技术在生产中广泛采用,该工艺得到了快速发展。目前世界铜产量的25%来自细菌堆浸和地下细菌浸出,表7给出了国内外一些铜矿山细菌浸出的例子。

化学选矿生产实践中主要浸出方式有:矿堆浸出、堆摊浸出、就地浸出和搅拌浸出等。

目前主要采用的萃取剂有:Lix63、Lix64、Lix65、Lix864、Lix64N和M5640、M5615、M5397等。

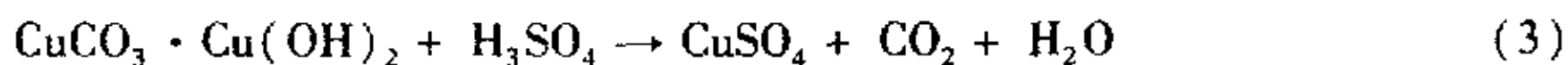
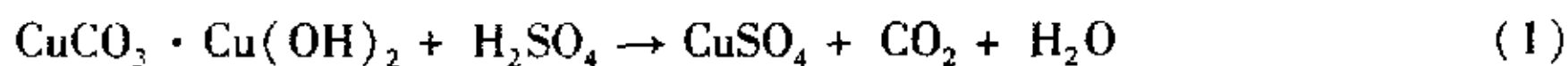
表 7 国内外铜矿山细菌浸出实例

矿山名称	主要铜矿物	Cu (%)	浇灌 方式	温度 (℃)	年产量 (kg)	回收率 (%)
Bluebird Mine(美国)	硅孔雀石	0.5	间断	-	$6.8 \times 10^6$	40
Phelp Dodge Corp(美国)	黄铁矿、铜蓝、硅孔雀石、 黑铜矿、辉铜矿、胆矾	0.35	间断	19~30	$4.5 \times 10^6$	25
Baghdad(美国)	混合氧化矿	0.3	连续	-	$13.6 \times 10^6$	不详
DUVAL Esparanza(美国)	辉铜矿、孔雀石、黄铜矿、蓝铜矿	0.15	连续	25	$2.5 \times 10^6$	60
Rio Tinto(西班牙)	辉铜矿、黄铜矿、黄铁矿	不定	-	-	$8 \times 10^6$	不详
卡纳里矿(墨西哥)	辉铜矿、黄铜矿	不定	-	-	$8.7 \times 10^6$	不详
Koska(日本)	黄铁矿、辉铜矿、斑铜矿	0.2	-	17~24	$8 \times 10^5$	不详
中国德兴铜矿	黄铜矿	0.121	间断			50

## 3.1.2 浸出机理探讨

## 3.1.2.1 氧化矿硫酸浸出机理

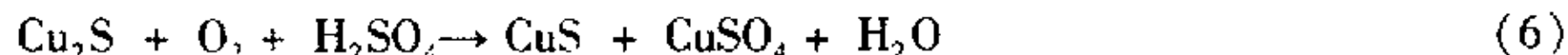
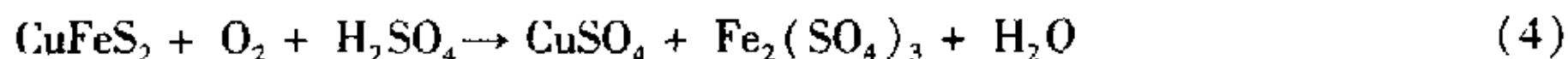
主要包括下列反应:



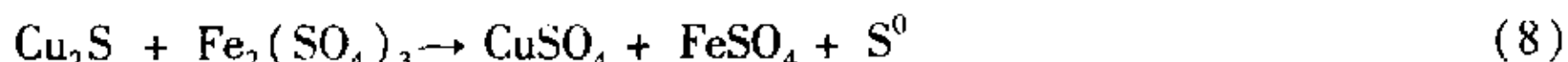
## 3.1.2.2 硫化矿细菌浸出机理

主要包括:

(1) 直接浸出机理 Sutton、张冬艳等人<sup>[1]</sup>研究证明,在没有铁离子的条件下,细菌直接依附在矿物表面,浸蚀矿物晶格,氧化溶解出金属。主要反应有:



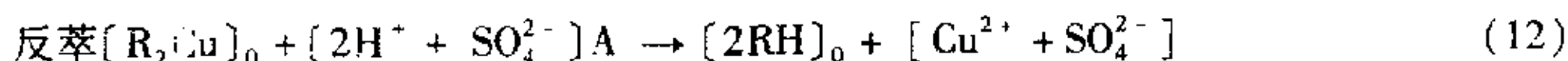
(2) 间接浸出机理 Corrans 等<sup>[1]</sup>人研究证明,氧化硫铁杆菌在酸性条件下,使  $\text{Fe}^{+2}$  氧化为  $\text{Fe}^{+3}$ ,铜矿物的电化学反应主要受  $\text{Fe}^{+3}$  激化,细菌仅起间接作用。主要反应有:



(3) 混合浸出机理 多数研究者认为在实际浸出过程中,细菌的直接作用和间接作用同时存在,只是所占比例不同而已。

## 3.1.2.3 萃取机理

主要包括下列反应:



## 3.2 难选氧化矿处理方案探讨

试验研究<sup>[2,3]</sup>表明,铜山口矿高含泥、高结合率氧化铜矿采用池浸,浸出率太低且浸出液

中杂质含量高;采用洗泥-浸出-100目以下部分难以处理且投资大;常规堆浸则出现矿堆结死,下部矿无法浸出;采用制粒堆浸效果较好,矿堆具有良好的渗透性,浸出液含铜浓度高,铜浸出率达76.44%。基于此推荐工艺方案如图1所示。

难选氧化矿制粒堆浸较好地解决了矿石“死堆”现象,黄有英等人曾用水泥作粘结剂,效果较好,但水泥碱性高,增加了硫酸的用量,使生产成本大增;长沙矿山院采用中性粘结剂试验,取得了满意的结果。有人估算,制粒堆浸方案每吨矿石处理费用增加6~8元,折合增加成本360~480元/t铜,但可提高浸出率10%~20%,效益较为明显。

### 3.3 低品位表外矿处理方案

国内外大量同类矿山的研究与实践表明,斑岩型低品位硫化矿石适合采用细菌浸出处理技术(表7),基本工艺方案如图2所示。但对铜山口矿表外矿石而言,该方案难以实施,黄有英、王卉等人曾分别于1996、1997年进行过小型试验,均未成功,原因是:铜山口矿表外矿石中

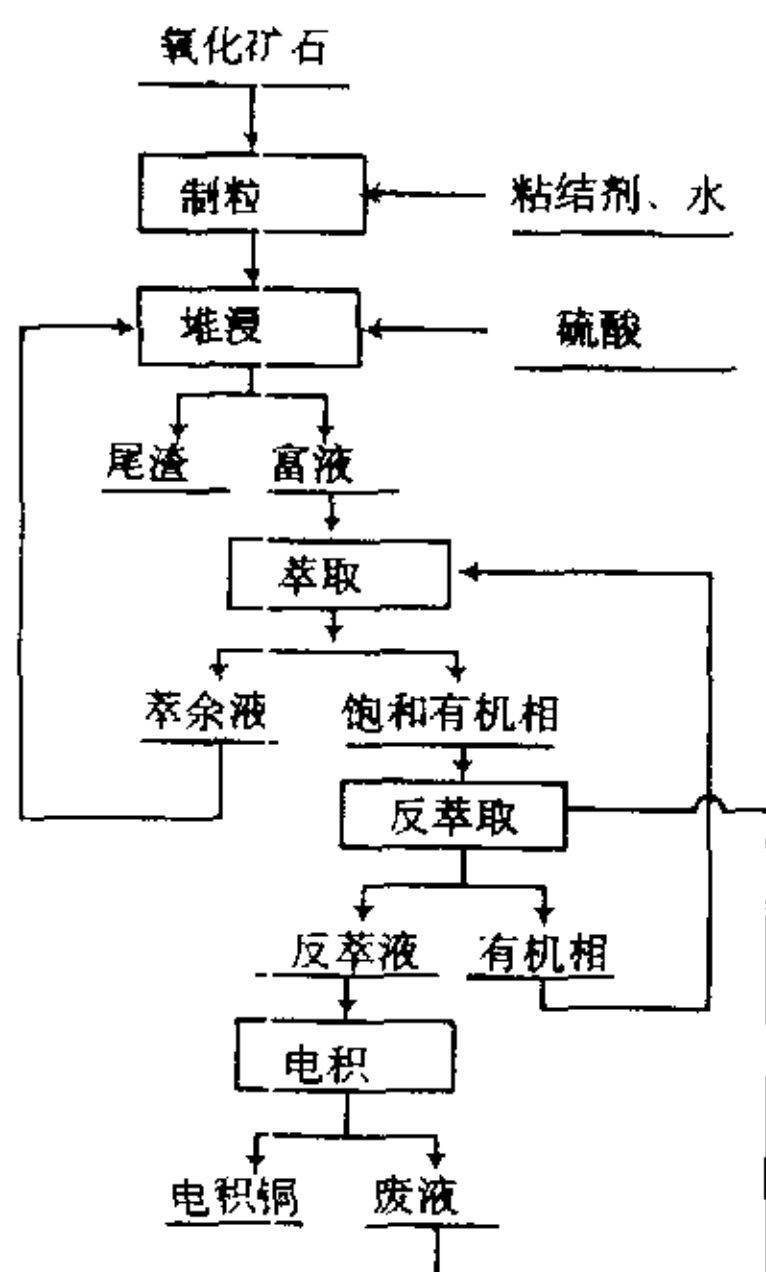


图1 难选氧化矿石制粒堆浸工艺流程

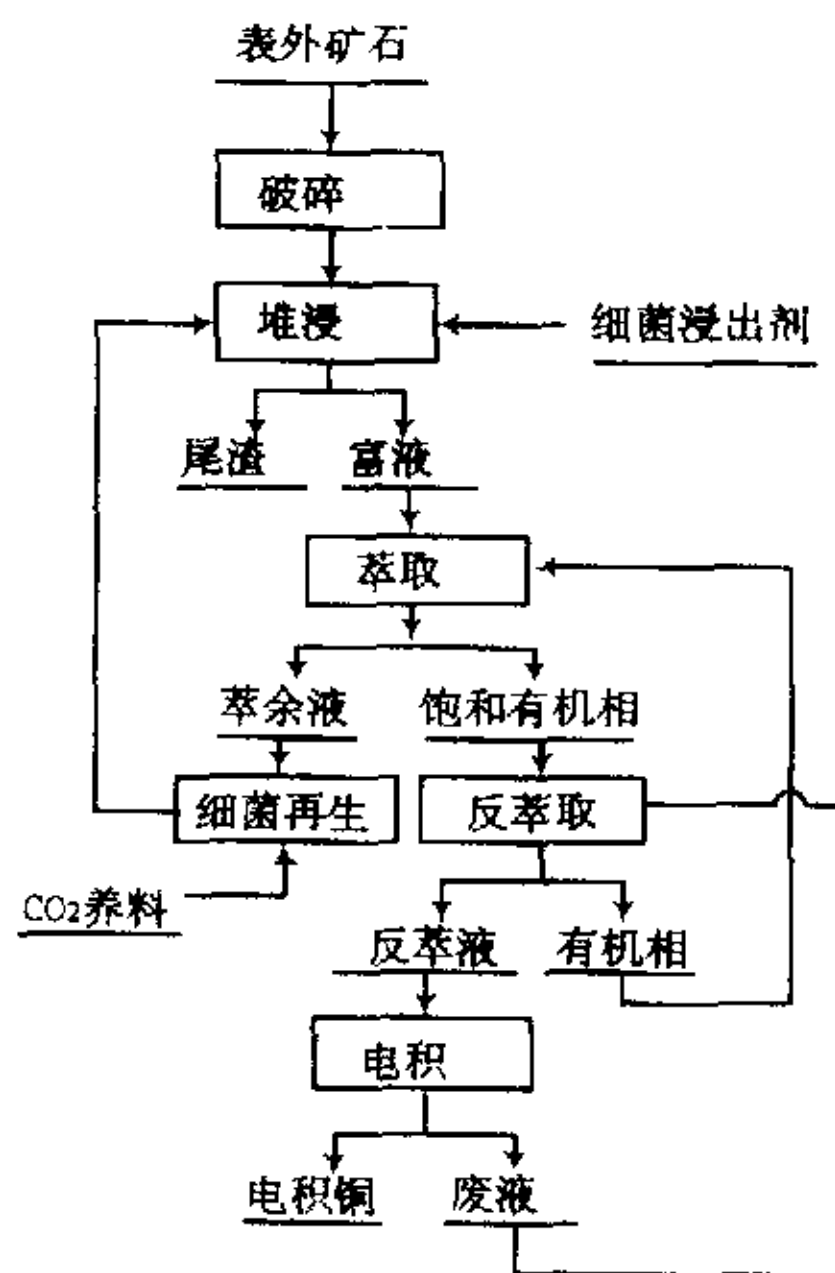


图2 硫化铜矿细菌浸出工艺流程

Ca、Mg元素含量高,矿浆呈碱性,无法保证高硫铁杆菌成活。今后的研究方向:一是根据Ca、Mg元素在表外矿石中的分布不均匀性,先对低Ca、Mg矿石采用图2所示方案加以处理;二是研究新的工艺方案。

## 4 结论及建议

4.1 化学选矿新工艺与传统的选矿-冶金工艺相比具有成本低、投资少、能耗低、不污染环境等优点,是综合开发复杂、难选、低品位铜资源的有效途径。

4.2 铜山口矿目前年产矿山铜4200t左右,露天境界内矿石储量服务年限只有5~6年,且亏损严重,矿山的生产与发展十分艰难。采用化学选矿新技术开发上述两类铜资源可以解决这一问题。有人估算,如年产矿山铜能力为3000t,则两类矿石服务年限分别达16年和57年,年增税后利润1961万元和2021万元。

(下转第28页)

表5 综合条件闭路流程试验结果

产 品 名 称	产 率 (%)	品 位 (%)					回 收 率 (%)				
		铅	锌	金 (g/t)	银 (g/t)	镉	铅	锌	金	银	镉
铅精矿	4.44	60.67	6.94	6.90	126.0	0.031	87.24	3.69	57.57	50.86	5.99
锌精矿	14.45	0.98	53.44	0.81	20.0	0.148	4.61	92.38	21.87	26.27	92.98
尾 矿	81.11	0.31	0.40	0.13	3.10	0.0003	8.15	3.93	20.56	22.87	1.03
原 矿	100.0	3.09	8.36	0.53	11.0	0.023	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

### 3 结束语

根据铁米尔特铅锌矿石性质,方铅矿可浮性优于闪锌矿。需采用 85% - 200 目磨矿细度才能达到铅锌分离目的。采用优先浮选铅,后选锌,用碳酸钠、硫酸锌作为选铅的抑制剂,用乙硫氮作为选铅的捕收剂,用石灰、硫酸铜作为选锌的抑制剂,用丁基黄药作为选锌的捕收剂,可取得较好的工艺指标。金、银的回收,随着方铅矿的回收而实现,镉的回收随着锌精矿而富集。

该工艺流程简单,易于操作,采用常规药剂,品种少,成本低,无污染,有利于该矿开发。

### 参 考 文 献

阿改古丽. 新疆喀拉通克铜镍矿优先选铜 - 镍混选工艺研究. 新疆有色金属, 2000(2): 18 ~ 21

收稿: 2000 - 11 - 28

=====

(上接第 24 页)

4.3 高含泥、高结合率氧化铜矿石适合采用硫酸浸出(制粒堆浸)工艺处理,寻找合适(廉价、有效)的粘结剂是其关键,建议作进一步研究。

4.4 斑岩型低品位硫化铜矿石适合采用细菌浸出技术处理,但对铜山口矿表外矿石而言,存在 Ca、Mg 元素过高的问题,尚需开展进一步研究。

4.5 两类矿石均需深入开展地质勘探工作和工艺矿物学研究工作,进一步查明矿石的储量情况和工艺特性,以便为今后的研究工作和投资建厂提供依据。

### 参 考 文 献

[1] 金哲男. 细菌浸出技术处理低品位铜矿石的应用现状和前景. 2000, 2.

[2] 大冶有色金属公司设计研究院. 大冶铜山口矿高含泥高结合率氧化矿湿法冶金研究, 1997. 3.

[3] 长沙矿山研究院, 等. 大冶铜山口狮子山矿区高含泥氧化铜矿制粒堆浸提铜新工艺建厂可行性论证, 1999. 12.

收稿: 2001 - 05 - 16