难处理氧化铜矿强化浸出的研究概况

郑永兴，文书明，刘 健，邓永帅
（昆明理工大学，云南 昆明 650093）

摘要：氧化铜矿石的结构与组成变化较大，单一的酸浸或氨浸往往不能取得理想的指标。但是如果不处理这部分氧化铜矿，对铜资源短缺的我国就会造成一种巨大的损失。在查阅大量相关文献资料的基础上，阐述了难处理氧化铜矿的强化浸出方法及应用，以期对同行有所裨益。

关键词：氧化铜；酸浸；氨浸；强化浸出
中图分类号：TD925.6 **文献标识码**：A **文章编号**：1000-6532(2011)02-0033-05

铜是人类最早发现和使用的金属之一，被广泛应用于电气、轻工、机械制造、建筑、国防等领域。随着国民经济的发展，铜的需求量不断增加，大量的贫矿、浮选尾矿以及难选氧化铜矿的处理显得日益重要。湿法炼铜正是由于能处理这些火法冶金不能处理的低品位氧化铜矿和浮选尾矿而发展起来的[1]。

氧化铜矿的浸出是指溶剂选择性地溶解矿物原料中氧化铜的过程。硫酸、盐酸、硝酸和氨等都是氧化铜矿物的重要浸出剂，其中稀硫酸和氨是常用的浸出剂。而在实际生产中矿石往往具有含铜低、结构与组成变化大、含可溶性盐和矿泥含量大等特点[2]，单一的酸浸或氨浸往往不能取得理想的指标，强化浸出才可能提高氧化铜矿石的浸出率。

1 强化硫酸浸出

1.1 氧化剂强化酸浸

氧化铜与稀硫酸的反应机理如下所示：

孔雀石：$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2CuSO_4 + CO_2\uparrow + 3H_2O$ (1)

蓝铜矿：$2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 3CuSO_4 + 2CO_2\uparrow + 4H_2O$ (2)

黑铜矿：$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$ (3)

赤铜矿：$Cu_2O + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O + Cu$ (4)

$Cu_2O + 2H_2SO_4 + 1/2O_2 \rightarrow 2CuSO_4 + 2H_2O$ (5)

硅孔雀石：$CuSiO_3 \cdot 2H_2O + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SiO_2 + 3H_2O$ (6)

从(1)～(6)式可知，大多数氧化铜矿物均较易溶于稀硫酸溶液中，但赤铜矿需要氧化剂才可完全溶解[3]。实际氧化铜矿石常常与硫化铜、自然铜等共生，单一稀硫酸浸取只能使大部分氧化铜矿溶解，而对赤铜矿、自然铜、辉铜矿以及黄铜矿浸出效果不好。因此，为提高浸出率，需在浸出过程中创造氧化条件。利用微生物及其代谢物或直接添加氧化剂能使这部分难溶铜矿物氧化分解。常见的氧化剂有氧气、高价铁盐、二氧化锰、卤化物、双氧水、硝酸等。

1.1.1 高价铁盐强化稀硫酸浸出

商蓉生等[4]针对含铜硫化物的氧化铜矿石，采用硫酸高铁为氧化剂，在硫酸用量为20mL，硫酸高铁为37～39g，固液比为1∶2.5，温度为102～104℃，时间为2h的条件下，得到铜的浸出率达98%以上。高价铁盐与铜的硫化物反应方程式如下所示：

辉铜矿：$Cu_2S + Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow CuSO_4 + 2FeSO_4 + CuS$ (7)

$CuS + 4Fe_2(SO_4)_3 + 4H_2O \rightarrow CuSO_4 + 8FeSO_4 + 4H_2SO_4$ (8)

黄铜矿：$CuFeS_2 + 2Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow CuSO_4 + 5FeSO_4 + 2S\downarrow$ (9)

1.1.2 二氧化锰强化浸出

谭兴林等[5]对广西来宾冶炼厂铜隔渣中的金

收稿日期：2010-10-19； 改回日期：2010-11-18
作者简介：郑永兴(1986－)，男，硕士研究生，研究方向为矿产资源综合利用。

万方数据

属铜、镉、锌，采用空气和二氧化锰做氧化剂促进铜的浸出。研究结果表明，在通空气的条件下，控制温度为60℃、硫酸浓度为15%、液固比为3:1、MnO_2用量为铜镉渣的2%、浸出时间为3h，使得铜的浸出率达97%以上。

其镉渣中的铜主要以金属单质及氧化物的形式存在，由于单质铜与稀硫酸不易发生反应，因此需要加入少量氧化剂来浸出金属铜，反应原理如下所示：

$$2Fe^{2+} + MnO_2 + 4H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + Mn^{2+} + 2H_2O \quad (10)$$

$$2Fe^{3+} + Cu \rightarrow 2Fe^{2+} + Cu^{2+} \quad (11)$$

$$2Cu + 2H_2SO_4 + O_2 = 2CuSO_4 + 2H_2O \quad (12)$$

1.1.3 其他方法

余斌等[6]对武山低品位氧化铜矿及含矿围岩进行小型浸出试验研究。结果表明，在溶浸剂浓度3%，氧化剂用量0.25%，强化剂用量2.5%，浸出时间1h的条件下，浸出率达60%~75%。

1.1.4 微生物强化浸出

生物提取金属是指利用微生物或其代谢产物使某些矿物或元素氧化、还原、溶解、吸收，进而使目的组分以沉淀或可溶的形式与原物质分离，最终得到有用组分的过程。细菌浸矿的机理主要有直接作用理论、间接作用理论以及复合作用理论。一般认为，直接作用和间接作用同时存在于浸矿过程中，氧化矿的浸出以间接作用为主[7]。

微生物浸铜适用于处理硅酸盐型氧化铜矿、碳酸盐含量较少的含硫化铜的氧化铜矿石以及含铜炉渣等。傅建华[8]等以江西某氧化-硫化混合铜矿为研究对象，进行了酸耗试验和摇瓶浸出试验研究。结果表明，摇瓶酸浸浸出率为38.04%，摇瓶细菌浸出率为42.61%。路殿坤等[9]对中条山低品位铜矿做了细菌浸出试验研究，结果表明，在温度为20~34.5℃之间，86h内铜的浸出率约80%，比硫酸和Fe^{3+}联合浸出时的浸出率高约5%。刘媛媛[10]对铜矿峪低品位铜矿进行生物氧化浸矿试验研究，结果表明，添加细菌浸矿，铜浸出率可提高10%以上。

1.2 硫酸熟化浸出

传统湿法冶金中的浸出物料需要细磨，不但使能耗增高，还使固液分离困难。另外，提取有价金属后的尾矿浆会对环境造成污染。浓酸熟化浸出法有望解决以上问题。

浓酸熟化过程是矿石或其他浸出物料与一定浓度的酸溶液拌和，并给出酸溶液浸湿了的固体。这种酸浸湿透的固体还必须经过一定时间的常温或加温的静置或搅拌过程。浓酸熟化过程是由浸出物料的拌酸及熟化两个单元组成的过程。浓酸熟化浸出法是以浓酸熟化过程为基础的高酸浸出法、薄层浸出法以及浓酸熟化-高铁淋滤浸出法的统称[11]。浓酸熟化首先应用于铀矿，现在已应用于铜、锌、锰等矿石中。

针对磨矿、溶剂萃取给氧化铜的湿法冶金带来的一系列问题，金锁庆等[12]在铀矿浓酸熟化浸出新工艺的基础上，成功开发了氧化铜矿浸出-电积新工艺。该工艺由矿石破碎-浓酸熟化-电积-尾渣干堆、废水处置等四部分组成，取得了突出的社会效益和环境效益。钱磊[13]对桂花氧硫混合化矿进行浓酸熟化、搅拌浸出试验研究，结果表明，铜的浸出率大于75%，酸耗小于25t。刘小平，刘炳贵[14]通过对永平低品位氧化铜矿堆浸技术改进，变常规高层堆浸为浓酸熟化预处理薄层浸出，使得堆浸技术指标大为改观，取得了明显的经济效益。

1.3 制粒强化酸浸

矿石制粒是改善含泥矿堆渗透性能较有效途径之一。制粒就是在破碎到一定粒度的矿石中加入少量粘结剂、水或贫液，通过制粒机使矿石粘结为较粗的、硬度较大的颗粒。此外，制粒过程中可加入浸出剂、氧化剂等强化矿石的浸出。

我国泥质低品位氧化铜矿储量相当大，目前处理较困难。由于矿石普遍含泥而导致矿堆渗透性能差等原因，堆浸技术的应用长期被局限于低品位表外矿石的浸出。针对此类难浸氧化铜矿，汤雁斌[15]对铜绿山低品位高含泥难选氧化铜矿石的化学选矿工艺进行了可行性研究。试验结果表明：预加浓酸50kg/t矿制粒、W-1用量为0.2%、固化48h、pH值为2~2.5、浸出时间12d，铜浸出率可达到69.51%。

谭海明[16]对含泥量高、渗透性能差的低品位氧化铜矿进行制粒柱浸试验研究，试验结果表明，采用酸法制粒堆浸效果良好，浸出液峰值浓度较高，浸出率大于90%，酸耗约为6%。矿石浸出后，颗粒保持完好，矿柱渗透性能良好。王卉等[17]对铜录山铜矿选矿沉渣首次采用制粒堆浸-细菌氧化浸铜新工艺，结果表明，铜浸出率达79.11%，与酸浸相比，每生产一吨铜至少可节约硫酸1.5t。

万方数据

1.4 其他方法强化酸浸

卓明华等[18]以某铜矿山铜矿石作为强化浸取对象，采用臭氧、磁化、振动等技术手段，在同等条件下通过几种浸出方案试验，得出臭氧作用与磁化作用强化浸取的效果较好。陈春林等[19]对云南某低品位氧化铜矿石进行硫酸浸出试验研究，结果表明，当添加活化剂的质量浓度为5g/L时，可以使铜的浸出率提高5%。

2 强化氨浸

氧化铜及金属铜与氨的反应机理如下所示：

孔雀石：$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 + 6NH_4OH + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow 2[Cu(NH_3)_4]CO_3 + 8H_2O$ (13)

蓝铜矿：$2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 + 10NH_4OH + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow 3[Cu(NH_3)_4]CO_3 + 12H_2O$ (14)

黑铜矿：$CuO + 2NH_3 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow Cu(NH_3)_4^{2+} + H_2O + CO_3^{2-}$ (15)

金属铜：$Cu + 2NH_4OH + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]CO_3 + 3H_2O$ (16)

$Cu + [Cu(NH_3)_4]CO_3 \rightarrow [Cu_2(NH_3)_4]CO_3$ (17)

$[Cu_2(NH_3)_4]CO_3 + (NH_4)_2CO_3 + 2NH_4OH + 1/2O_2 \rightarrow 2[Cu(NH_3)_4]CO_3 + 3H_2O$ (18)

从(13)～(18)式可知，大多数铜的氧化物、金属铜都能被氨溶解。如前所述，由于氧化铜矿物组成复杂，单一的氨浸往往不能取得好的指标。因此，要有效回收铜资源，对氨浸矿石的强化处理是有必要的。

2.1 还原焙烧强化氨浸

还原焙烧－常压氨浸是指首先在还原气氛中，使铜转变为游离铜或氧化亚铜，然后将焙砂进行氨浸，最后形成稳定的铜氨络合物。其中，焙烧主要是将硅酸铜转变为活性金属铜，因为在通常情况下，铜呈硅酸铜形态时浸出效率低。李云刚[20]对云南个旧卡房白沙坡低品位难选氧化铜进行还原焙烧－氨浸试验研究，使铜的浸出率高达87.59%。

2.2 氧化焙烧强化氨浸

氧化焙烧的目的是将铜矿石中不可浸铜转变成可浸铜，主要是将硫化物转变成氧化物或硫酸盐。焙烧过程中，温度的控制尤为重要。如果焙烧温度低，反应不能完全进行，但是焙烧温度过高，又会形成结合氧化铜。张振健[21]采用焙烧－氨浸－萃取－电积流程处理东川汤丹铜精矿，在焙烧温度为550～600℃、焙烧时间1～2h、氨浸温度100℃、氨浸时间90min、L/S=5:1、总氨浓度5mol/L的条件下，使得铜的浸出率达到92%以上。

2.3 加压氨浸

加压氨浸是指采用 $NH_3-(NH_4)_2CO_3$ 或 $NH_3-(NH_4)_2SO_4$ 体系，在加压釜内进行浸出。而加压釜体系需要适宜的温度和氧压，因为只有通入空气才能提高铜的浸出率。烟伟[22]对新疆某混合铜矿进行了常压氨浸和高氧压氨浸试验研究，结果表明，在常压、有氧化剂存在的条件下，铜的浸出率只有74.56%，而在高氧压的条件下，铜的浸出率可达98%。

铜的单质及氧化物在加压釜内的反应如(13)～(18)所示，而铜的硫化物反应式为：

$2Cu_2S + 5O_2 + 12NH_3 + 2(NH_4)_2CO_3 \rightarrow 4Cu(NH_3)_4^{2+} + 2SO_4 + 2H_2O + 2CO_3^{2-}$ (19)

$4CuFeS_2 + 17O_2 + 24NH_3 + 2(2+n)H_2O \rightarrow 4[Cu(NH_3)_4]SO_4 + 4(NH_4)_2SO_4 + 2Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ (20)

2.4 氧化剂强化氨浸

刘海洋等[23]针对传统氨浸浸出率较低的现状，采用氧化氨浸工艺回收铜镉渣中的铜、镉、锌。结果表明，在氨水浓度3.7mol/L，铵离子浓度5mol/L和$(NH_4)_2S_2O_8$浓度30g/L，液固比6:1的条件下，得到铜的浸出率为99%。

2.5 活化剂强化浸出

常温常压氨浸对游离氧化铜浸出效果较好，但对结合氧化铜和硫化铜的浸出有限。由反应式(19)、(20)知，硫化铜只有用高压氧化的方法才能使铜转入溶液中，而高压浸出工艺往往具有投资高，能耗大，流程繁杂等特点。因此，用 NH_3-NH_4F 或 $NH_3-NH_4HF_2$ 取代传统的 $NH_3-(NH_4)_2CO_3$ 或 $NH_3-(NH_4)_2SO_4$ 浸出体系，有望从氧化铜矿中直接常压氨浸回收铜。王成彦[24]对新疆某氧化铜矿进行系统试验研究，基于低浓度氨的氨堆浸工艺，在浸出过程中添加活化剂，使铜的浸出率由60%提高到80%以上。程琼、章晓林等[25]用 $NH_3-NH_4HF_2$ 体系浸出高碱性氧化铜矿，使游离氧化铜浸出率达84%以上，结合氧化铜浸出率达10%以上。

氟独特的原子结构与化学性质加快了反应速

万方数据

度,改善浸出反应动力学表现在:首先,氟离子半径小,在矿石中渗透能力强,内扩散速度快;其次,在常温常压下氟易与铜的硅酸盐矿物作用生成氟硅酸盐,破坏了矿石中结合铜原有的结构,使铜游离出来,被氨络合生成铜氨络合物转入溶液[20],反应机理[26]如(21)、(22)所示:

$$CuO + 3NH_3 + NH_4HF_2 \rightarrow Cu(NH_3)_4F_2 + H_2O \quad (21)$$

$$Cu_2O + 7NH_3 + NH_4HF_2 \rightarrow 2Cu(NH3)_4F + H_2O \quad (22)$$

2.6 其他方法强化氨浸

周晓东[27]考察了微波对低品位难选氧化铜矿氨浸的影响,结果表明,微波对铜矿氨浸具有明显的催化作用,与非微波条件氨浸相比,浸出率能提高31%。张杰等[28]通过超声强化尾砂氨浸试验,探讨了超声波对尾砂中铜浸出率的影响关系。研究结果表明:超声强化技术能显著提高尾砂浸出速率和总浸出率。

3 结　论

1. 对碱性脉石含量低、硫化铜含量低的氧化铜矿石,通过添加氧化剂来强化硫酸浸出,能够取得较好的浸出结果。

2. 对碱性脉石含量低、矿泥含量大的氧化铜矿石,通过制粒来改善矿堆的渗透性能,能够提高氧化铜的浸出率。

3. 浓酸熟化浸出法在氧化铜矿湿法冶金中的应用具有重要的研究价值。

4. 生物冶金在难处理氧化铜矿中的应用有着巨大的潜力和广阔的前景。

5. 用$NH_3 - NH_4F$取代传统的$NH_3 - (NH_4)_2CO_3$或$NH_3 - (NH_4)_2SO_4$浸出体系,不仅能使高温高压操作变为低温常压,还能显著提高浸出率。

参考文献:

[1]王中奎. 低品位氧化铜湿法冶金的探讨[J]. 有色金属技术经济研究,1991,(2):11-12.

[2]杨新华. 探究氧化铜矿的回收[J]. 云南冶金,2003,(6):13-15.

[3]全宏东. 矿物化学处理[M]. 北京:冶金工业出版社,1987,133-136.

[4]商蓉生,刘川. 含铜硫化物的氧化铜矿制铜盐及海绵铜[J]. 四川化工,1996,(2):5-7.

[5]谭兴林,朱国才,等. 从铜镉渣中浸出铜锌镉的研究[J]. 矿冶,2008,(4):28-30.

[6]余斌,曹连喜,等. 低品位氧化铜矿及空区残矿可浸性试验[J]. 山东冶金,2003,(4):36-38.

[7]童雄. 微生物浸矿的理论与实践[M]. 冶金工业出版社,1997,48-50.

[8]傅建华,邱冠周,等. 细菌浸出氧化—硫化混合铜矿的研究[J]. 矿冶工程,2003,(4):30-32.

[9]路殿坤,刘大星,等. 中条山低品位铜矿石的细菌浸出研究[J]. 有色金属,2000,(6):10-13.

[10]刘媛媛. 铜矿峪低品位铜矿细菌浸铜研究[J]. 有色金属,2004,(1):51-55.

[11]浸矿技术编委会. 浸矿技术[M]. 原子能出版社,1994. 511.

[12]金锁庆,向钦芳,等. 硫酸熟化电积法处理氧化铜[J]. 湿法冶金,1997,(2):1-3.

[13]钱磊. 桂花氧化矿浓酸熟化搅拌浸出试验研究[J]. 采矿技术,2009,(1):31-32.

[14]刘小平,刘炳贵. 永平铜矿低品位氧化矿堆浸技术的改进[J]. 湿法冶金,2004,(4):215-217.

[15]汤雁斌. 铜绿山铜铁矿难选氧化铜矿石化学选矿工艺探讨[J]. 中国矿山工程,2005,(2):6-7.

[16]谭海明. 低品位高含泥氧化铜矿的制粒堆浸新工艺研究[J]. 邵阳学院学报,2005,(1):92-93.

[17]王卉,吕萍. 含泥铜矿制粒堆浸—细菌氧化浸铜试验研究[J]. 湿法冶金,1997,(4):23-26.

[18]卓明华,伍衡山,等. 高泥铜矿石强化浸出试验探索[J]. 世界采矿快报,1998,(5):27-30.

[19]陈春林,张旭,等. 低品位氧化铜矿石的硫酸浸出试验研究[J]. 湿法冶金,2008,(3):156.

[20]李运刚. 低品位氧化铜矿还原焙烧—氨浸试验研究[J]. 矿产综合利用,2000,(6):7-9.

[21]张振健. 汤丹铜精矿焙烧-氨浸-萃取电积新工艺研究[J]. 矿产综合利用,2000,(6):7-9.

[22]烟伟. 混合铜矿的常压氨浸与高压氨浸[J]. 湿法冶金,2001,(2):76-78.

[23]刘海洋,颜文斌,等. 从镉渣中析出铜锌镉的氧化氨浸工艺[J]. 吉首大学学报,2010,(2):97-100.

[24]王成彦. 高碱性脉石低品位难处理氧化铜矿的开发利用-浸出工艺研究[J]. 矿冶,2001,(4):50-51.

[25]程琼,章晓林,等. 某高碱性氧化铜矿常温常压氨浸试验研究[J]. 湿法冶金,2006,(2):74-77.

[26]尹才研,蒋训雄,等. 用活化浸出工艺从低品位氧化铜矿中回收铜[J]. 有色金属,1996,(2):54-59.

[27]周晓东,张云梅,等. 微波辐照氨浸氧化铜矿的试验研

(下转40页)

万方数据

表5 海绵铁的化学成分/%

SiO_2	TFe	Al_2O_3	CaO	TiO_2	Na_2O	K_2O	灼失
2.15	93.80	2.10	0.34	1.18	0.13	0.51	0.07

3 结 论

1. 氧化铝厂印尼铝土矿溶出赤泥煤基直接还原过程中金属铁粒长大过程是还原铁向铁橄榄石和铁尖晶石界面扩散并在界面上生长的过程，即还原过程中生成的铁橄榄石和铁尖晶石充当了成核剂，使得金属铁晶粒成核及长大速度加快。

2. 自制添加剂对印尼矿溶出赤泥煤基直接还原过程中金属铁晶粒长大特征产生较大的影响。加入自制添加剂后，由于钙、镁等碱性氧化物效应，同时通过控制冷却方式，此时还原铁向金属铁晶粒界面扩散并在界面上生长，使得在相同的试验条件下便有部分金属铁晶粒相互兼并成连续晶相。

3. 配入自制添加剂对印尼矿溶出赤泥煤基直接还原焙烧－磁选分离－冷固成型试验研究，取得了金属化率为92.9%，含铁品位为93.7%，铁回收率为94.42%的试验结果。

4. 该矿溶出赤泥直接生产海绵铁工艺技术不仅解决了氧化铝厂赤泥对环境的污染，而且为赤泥的综合利用开辟了一条新途径，还可应用到难选贫铁矿，如褐铁矿、赤铁矿的处理等领域。

参考文献：

[1]高建阳. 新法分选强化烧结法赤泥研究报告[R]. 中国铝业山东分公司，2002.

[2]梅贤恭. 某高铁三水型铝铁复合矿拜耳法溶出及赤泥直接还原工艺与理论研究[D]. 长沙：中南工业大学，1993.

[3]乔治. 西格蒙德，等. 贵阳铝镁设计研究院译. 关于铝土矿残渣处理和利用的研究最终报告[J]. 铝镁技术报导，1988，(5)：61－70.

[4]梅贤恭，孙宗毅. 高铁赤泥煤基直接还原过程中固相反应的热力学分析[J]. 轻金属，1994，(7)：8－12.

[5]孙宗毅. 细粒嵌布多金属贫铁矿石开发利用新工艺[J]. 矿冶工程，1992(增刊)：9－10.

Technological Research on Direct Reduction of Obsolete Red Mud in Alumina Industry

GAO Jian-yang

(The Research Institute of Shandong Corporation of China Aluminum Co., Ltd., Zibo, Shandong, China)

Abstract: Using the dissolved obsolete red mud of Indonesian bauxite ore, adding the self－made additives, adopting the new technological flowsheet of coal－based direct reduction roasting — magnetic separation of iron slag — cold bond agglomeration and by the way of X－ray and SEM－EDS, the characteristics of metal iron grain growth in the course of direct reduction was studied and more emphasis was put on effects of additive types and roasting conditions on the characteristics of metal iron grain growth. Finally, the high－quality sponge iron with the metallization rate of 92.9%, iron content of 93.7% and iron recovery of 94.42% was obtained. This new technology will exploit a new way for comprehensive utilization of obsolete red mud in alumina industry.

Key words: Red mud; Direct reduction; Additives; Sintering temperature; Sintering time

(上接36页)

究[J]. 红河学院学报，2007，(2)：31－33.

[28]张杰，吴爱祥，等. 铜矿尾砂超声强化浸出试验研究[J]. 矿业快报，2007，(10)：25－27.

An Overview of Researches on Intensified Leaching for Refractory Oxide Copper Ores

ZHENG Yong-xing, WEN Shu-ming, LIU Jian, DENG Yong-shuai

(Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan, China)

Abstract: Due to the complicated structure and composition of oxide copper ore, high leaching rate cannot be obtained by single sulfuric acid leaching or ammonia leaching. But if this kind of oxide copper ore isn't processed, it is a great loss for our country which is short for copper resources. On the basis of referring large quantities of materials, this article provides an overview of the way and application of intensified leaching for these refractory oxide copper ores, which would be beneficial for coteries.

Key words: Oxide copper ore; Acid leaching; Ammonia leaching; Intensified leaching

万方数据