

难处理氧化铜矿活化剂 DX-2 的合成及浮选实验研究

魏清成^{1,3}, 汪浩翔^{1,2}, 苏超^{1,2}, 刘殿文^{1,2}, 申培伦^{1,2}, 王涵^{1,2}

1. 昆明理工大学 国土资源工程学院, 昆明 云南 650093;
2. 云南省战略金属矿产资源绿色分离与富集重点实验室, 云南 昆明 650093;
3. 昆明金印环保科技有限公司, 云南 昆明 650034

中图分类号: TD952.1; TD923+.14 文献标识码: A 文章编号: 1001-0076(2023)05-0025-07
DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2023.07.007

摘要 氧化铜矿是我国重要的铜矿资源,近年来易选铜矿资源逐年减少,因而,氧化铜矿的高效选别对铜资源的回收有着重要意义。由于现存氧化铜矿大多嵌布粒度细、含泥量大,难以与脉石矿物分离,使用常规活化剂处理难以达到理想的选矿指标。以 2,5-二硫酚-1,3,4-硫代二唑为基础,通过一锅法合成了新型高效氧化铜矿活化剂 DX-2。浮选实验结果表明:针对含铜 1.23%、氧化率为 90.24% 的难选氧化铜矿,采用 DX-2 为活化剂、硫化钠为硫化剂,在 pH=8 的条件下,以戊基黄药、烷基羟肟酸钠为捕收剂,松油醇为起泡剂,得到了铜品位为 18.37%、回收率为 82.59% 的铜精矿,为难处理氧化铜矿的高效浮选提供了新的技术途径。

关键词 氧化铜矿;浮选;活化剂 DX-2;药剂合成

引言

铜作为与人类关系极为密切的有色金属,因其优良的导电性、延展性以及耐腐蚀性被广泛应用于机械、建筑、国防等领域。我国是铜资源消费大国,自 1949 年以来,我国铜消费量呈现不断增长的趋势,从 1.5 万 t/a 增长到 1 388.5 万 t/a,累计消费量 1.9 亿 t^[1]。但我国铜资源对外依存度近年来已超过 70%^[2],国内铜产能严重不足等问题长期存在,其中铜矿资源开采难度大、开发利用率低是目前亟待解决的难题^[3]。因此,高效利用难处理氧化铜矿能够让铜资源得到有效补充,对我国的经济建设与社会发展有着重要意义。

目前,硫化—黄药法仍是回收氧化铜矿的主要方法之一,通过硫化剂与矿物表面发生反应,破坏矿物表面亲水膜并生成疏水的硫化铜薄膜,一方面减少了矿物表面铜离子的溶出,稳定了矿物表面;另一方面强化了黄药类捕收剂在矿物表面的吸附,促使矿物疏水上浮。由于浮选过程中活化剂的选择和使用与浮选指标有着密切联系^[4],近年来研究人员也开发了多

种有效的氧化铜矿活化剂,可分为无机活化剂和有机活化剂:(1)常见的无机活化剂有 Na₂S、NaHS、(NH₄)₂SO₄ 以及 NH₄Cl 等,无机活化剂有着成本低、易添加等特点,广泛应用于生产实践,但诸如 Na₂S 这类硫化剂需要严格控制用量,过量则会严重抑制氧化铜矿浮选;(2)常见的有机活化剂有乙二胺磷酸盐、水杨醛肟、8-羟基喹啉以及 D₂ 等,有机活化剂对氧化铜矿的选择性活化效果好,亦能与矿物表面反应生成稳定的疏水产物或产生多层吸附。然而,有机活化剂往往成本较高、合成复杂且受 pH 值影响较大,目前在工业上应用仍较少^[5-7]。

D₂ 为昆明冶金研究院研制的氧化铜矿有机活化剂,主要成分为 2,5-二硫酚-1,3,4-硫代二唑(DMTD)。DMTD 是一种黄色针状结晶,熔点为 164~165 ℃,易溶于无水乙醇、乙醚及碱液中^[8-9],但该药剂在碱性溶液中不稳定,久置会析出硫,在空气中及光照下也不稳定,需要在避光并充氮的药剂瓶中保存。DMTD 的 -SH 基团可与碱金属氢氧化物、硫醇、活泼双键有机物、卤原子、醛类、胺类、有机金属化合物等反应,亦

收稿日期: 2023-03-07

基金项目: 国家自然科学基金项目(52074138);云南省重大科技项目(202202AG050015);云南省基础研究专项项目(202001AS070030, 202201AU070099)

作者简介: 魏清成(1988—),男,云南昭通人,工程师,在职研究生,主要从事选矿药剂、水处理药剂及工艺研究, E-mail: 348920043@qq.com。

通信作者: 刘殿文(1973—),男,山东青岛人,博士,教授,主要从事浮选理论与实践、固废资源二次利用等研究, E-mail: dianwenliu@kust.edu.cn;
申培伦(1989—),男,山东沂水人,博士,硕士生导师,主要从事浮选理论与实践、固废资源二次利用等研究, E-mail: peilunshen@kust.edu.cn。

可进行分子间共聚。DMTD 杂环结构紧密,与生物分子结构相似,杂原子易与金属离子形成配合物,生成不同的 DMTD 衍生物^[10-11],广泛应用于医药、化学分析、农药、金属防腐、减磨、电镀、浮选、正极活性材料等领域^[12-14]。其中,DMTD 在选矿领域中主要用于氧化铜矿浮选,可以活化孔雀石、蓝铜矿等,对不同地区的氧化铜矿都具有强烈的活化作用^[15],并成功应用于工业实践^[16-18],取得了较好的经济效益和社会效益。选矿用的 DMTD 主要有两种:一种是以水合肼、二硫化碳、液碱为原料一步法(一锅法)合成的液体 DMTD,该方法生产的 DMTD 有效含量低,还伴有对选矿有抑制作用的副产物,保质期短,但优点是成本低,无三废排放;第二种是采用高含量 DMTD 粉末加碱配制液体 DMTD,但碱溶解的 DMTD 久置会析出硫,效果变差,且高含量的 DMTD 价格贵,配制的药剂成本较高。本论文针对液体 DMTD 活化剂存在的问题,采用一锅法合成以 DMTD 为主要成分的中间体,然后对 DMTD 进行改性,生成其衍生物,用于增加药剂的稳定性及浮选效果,从而提升难处理氧化铜矿的可选性。

1 药剂合成方法和实验样品

1.1 液体 DMTD 合成方法及反应原理

将水合肼与氢氧化钠及蒸馏水在反应器中混合,在搅拌下慢慢滴加过量二硫化碳,然后加热回流,回流结束后将反应物冷却至室温,再加入一定量二硫化碳,按上述操作连续加热回流一定时间。回流结束后,

反应液呈棕红色,在减压下蒸馏除去剩余的二硫化碳,残留物为 DMTD 的钠盐溶液^[2]。DMTD 合成的过程中,还有较多的副产物及同分异构体,其合成原理见图 1,同分异构体见图 2,聚合及解聚反应见图 3^[19]。

由图 1、图 2 可知,2,5-二硫酚-1,3,4-硫代二唑为含有两个巯基的杂环化合物,它的同分异构体为含有亚氨基或者含巯基、亚氨基的杂环化合物,是对氧化铜矿物起活化作用的主要成分。合成时的副产物主要是四硫代联氨基硫醇、三硫代碳酸钠、硫化钠,前两种对铜矿物具有抑制作用,副产物含量直接影响着液体 DMTD 的效果。另外,一步法合成的 DMTD 久置时,2,5-二硫酚-1,3,4-硫代二唑会析出硫,硫和副产物硫化钠会发生反应生产硫代硫酸钠,导致长时间放置的 DMTD 活化剂效果变差或者失效,其宏观表现为液体颜色由棕红色变成淡黄色,底部出现白色的硫代硫酸钠结晶。

1.2 氧化铜矿活化剂 DX-2 制备方法

在 500 mL 三口烧瓶中加入氢氧化钠 30 g 和蒸馏水 50 g,搅拌溶解,用冷水冷却至 18~22 °C 时慢慢用分液漏斗滴入水合肼(80%)20 g,搅拌溶解呈透明溶液,然后在冷却条件下逐渐加入二硫化碳 15 g,在常温常压反应 4 h,一步法得到红色的 DMTD 液体。取合成好的含有 DMTD 的液体 100 g,加入 X-1(硫醇类)6 g,搅拌反应 1 h,最后加入 X-2(活泼双键有机物)5 g,反应 2 h,最终得到的产品外观为淡黄色膏状物,即为 DX-2 氧化铜矿活化剂。该产品用物理方法测得其熔

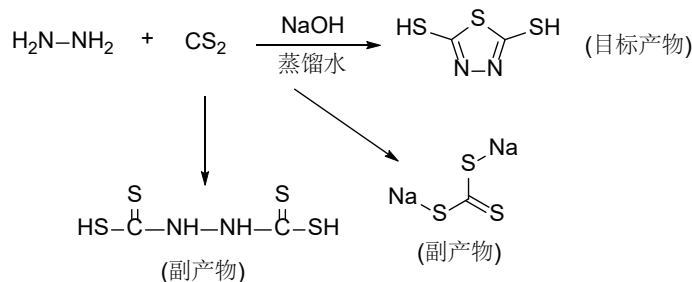


图 1 DMTD 合成相关化学反应原理

Fig. 1 Chemical reactions principles of DMTD synthesis

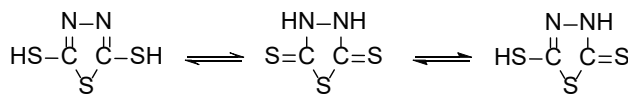


图 2 DMTD 同分异构体

Fig. 2 Isomer of DMTD

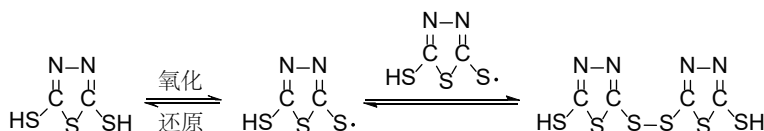


图 3 DMTD 聚合及解聚反应

Fig. 3 Polymerization and depolymerization reactions of DMTD

点为 45~47 ℃, 用化学方法测得其氮含量为 19.32%, 红外光谱检测结果见图 4。

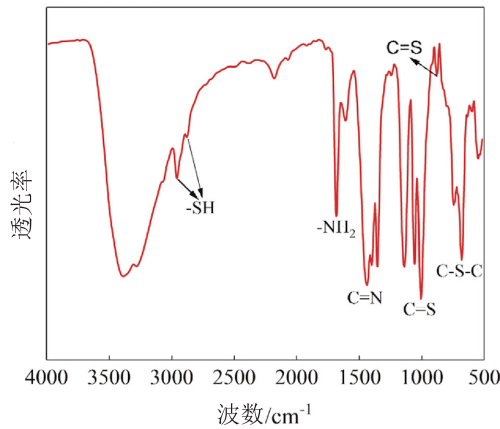


图 4 DX-2 红外光谱
Fig. 4 Infrared spectrometry of DX-2

1.3 实验样品性质

实验样品取自红河某铜矿山, 灰白色土状, 为一典型的含泥量大的难处理氧化铜矿, 氧化铜矿物主要有孔雀石、蓝铜矿, 其次为硅孔雀石、赤铜矿。脉石主要是方解石、白云石、石英等。矿石主要化学成分分析结果见表 1, 铜物相分析结果见表 2。

表 1 矿石主要化学成分分析结果 /%

Table 1 Chemical analysis results of the oxidized copper ore

成分	Cu	S	As	Fe	Zn	Ag	Au	Cd
含量	1.23	0.12	<0.1	1.35	0.076	18.5	0.31	0.053

成分	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Cr	Ge	F	Cl
含量	10.36	4.21	3.49	38.67	0.006 9	<0.005	0.03	0.094

注: Au、Ag 含量单位为 g/t。

表 2 铜物相分析结果

Table 2 Analysis results of copper phase

矿物相态	铜品位/%	分布率/%
硫化铜	0.12	9.76
游离氧化铜	0.93	75.61
结合氧化铜	0.18	14.63
全铜	1.23	100.00

由表 1 结果可知, 矿石中主要金属组分铜含量为 1.23%, 伴生组分 Au、Ag 含量分别为 0.31 g/t、18.5 g/t, 含量较高, 具有一定的回收价值, 脉石组分以 SiO₂ 为主, 其次为方解石、白云石等, 有害组分 As 含量较低, 对精矿质量影响很小。

由表 2 可知, 矿石中铜主要以氧化铜矿物的形式存在, 占 90.24%; 其中游离氧化铜占 75.61%, 结合氧化铜矿占 14.63%。因此, 该矿石为典型的难处理氧化铜矿石。

1.4 实验方案

根据氧化铜矿选矿理论及生产实践, 实验采用硫化钠为硫化剂、戊基黄药与烷基羟肟酸钠为捕收剂、松醇油为起泡剂在开路条件下进行单因素浮选实验, 对比不同活化剂(DMTD、B130、乙二胺磷酸盐、DX-2)的活化效果。其中 B130 为四川省冶金研究院生产的氧化铜活化剂, DMTD 为一步法合成的液体药剂, DX-2 为一步法合成的液体 DMTD 的改性药剂, 乙二胺磷酸盐为工业级产品。实验室实验流程见图 5。

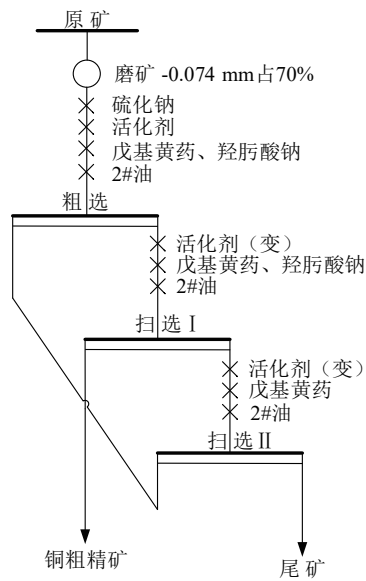


图 5 活化剂种类浮选实验流程
Fig. 5 Flow chart of activator type test

2 结果与讨论

2.1 活化剂种类实验

在硫化钠用量为 1 500 g/t(pH=9)条件下, 进行活化剂(DMTD、B130、乙二胺磷酸盐、DX-2)对比实验, 活化剂用量为 200 + 100 + 50 g/t(活化剂用量 200 + 100 + 50 g/t 表示活化剂粗选用量为 200 g/t, 扫选 I 用量为 100 g/t, 扫选 II 用量为 50 g/t, 其他药剂依次类推), 以戊基黄药、烷基羟肟酸钠为捕收剂, 用量分别为 200 + 100 + 50、100 + 50 + 0 g/t, 以 2#油作为起泡剂, 用量为 40 + 30 + 30 g/t, 实验所用药剂依次添加, 每种药剂作用时间为 3 min。实验流程见图 5, 实验结果如图 6 所示。

由图 6 实验结果可知, DX-2 的活化效果最佳, 精矿铜品位和回收率均最高, 分别为 6.51% 和 80.4%。与 DMTD 相比, DX-2 的选矿指标更好, 说明将 DMTD 转化为对应的衍生物后, 药剂稳定性增加, 中间产物对氧化铜矿活化的负面影响降低, 活化效果得到增强。因此后续实验选用 DX-2 作活化剂。

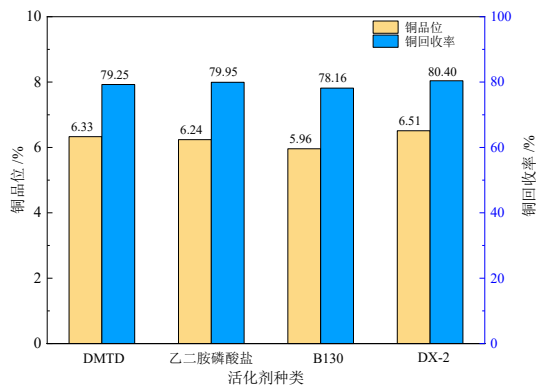


图6 活化剂种类对精矿品位及回收率的影响

Fig. 6 Effect of activator type on grade and recovery of concentrate

2.2 硫化钠用量实验

硫化钠常作为氧化铜矿物的硫化剂,如果用量过大,容易对硫化后的氧化铜矿产生抑制作用。在DX-2用量为200 g/t、戊基黄药200 g/t、羟肟酸钠100 g/t、起泡剂30 g/t条件下,考察硫化钠用量对氧化铜粗精矿指标的影响,结果如图7所示。

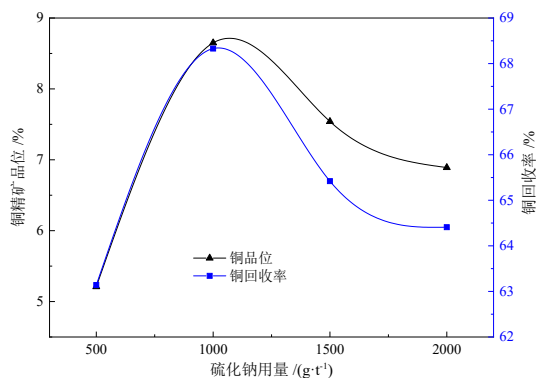


图7 硫化钠用量实验结果

Fig. 7 Test results of sodium sulfide dosage

由图7可以看出,随着硫化钠用量由500 g/t提高到2000 g/t时,氧化铜粗精矿铜品位和回收率均先升高后降低,铜回收率在硫化钠用量为1000 g/t时达到68.33%,当用量增大至2000 g/t时,降低至64.41%。硫化钠用量较低时,不足以硫化活化矿浆中的氧化铜矿物,所以起始氧化铜粗精矿的品位和回收率均较低;随着硫化钠用量的增加,矿浆中氧化铜矿物逐渐被活化,与捕收剂之间的作用增强,铜品位和回收率均提高;硫化钠用量过高时,过量的硫化钠抑制了硫化后的氧化铜矿物,铜回收率下降。因此,选择硫化钠用量为1000 g/t,此用量条件下,粗选pH=8。

2.3 活化剂 DX-2 用量实验

在硫化钠用量为1000 g/t(pH=8)条件下,在戊基黄药200+150+150 g/t、烷基羟肟酸钠100+50+0 g/t、起泡剂40+30+30 g/t条件下,进行DX-2用量实验。实验流程见图5,实验结果如图8所示。

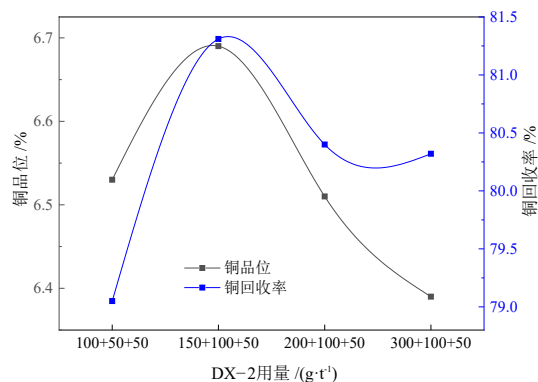


图8 活化剂 DX-2 用量实验结果

Fig. 8 Results of activator DX-2 dosage

由图8实验结果可知,铜回收率随着DX-2活化剂用量的增加而增大,达到一定用量后,回收率略有下降;精矿品位随活化剂用量的增大变化较小。其最佳用量选择300 g/t(粗选、扫I和扫II用量分别为150 g/t、100 g/t和50 g/t)。

2.4 戊基黄药用量实验

在硫化钠用量为1000 g/t(pH=8)、活化剂DX-2用量为300 g/t条件下,进行戊基黄药用量实验,实验流程见图5,结果如图9所示。

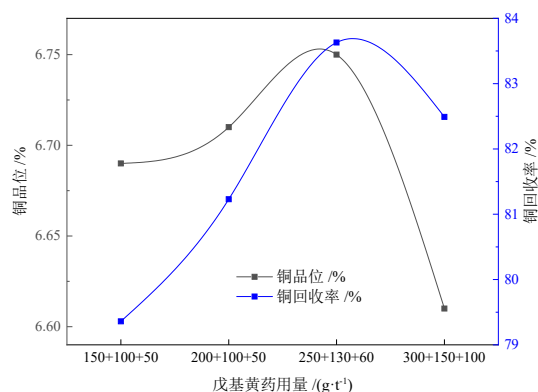


图9 戊基黄药用量实验结果

Fig. 9 Results of amyl xanthate dosage

由图9实验结果可知,铜回收率随着戊基黄药用量的增加而增大,达到一定用量后,回收率略有下降;精矿品位随活化剂用量的增大变化较小。其最佳用量选择440 g/t(粗选、扫I和扫II用量分别为250 g/t、130 g/t和60 g/t)。

2.5 全流程开路浮选实验

在条件实验的基础上,进行全开路实验,实验流程见图10,实验结果见表3。

由表3开路实验结果可知,在条件实验的基础上,采用DX-2为活化剂、硫化钠为硫化剂,在矿浆pH=8的条件下,以戊基黄药、烷基羟肟酸钠为捕收剂,松油醇为起泡剂,开路情况下,精矿品位可以达到17.92%,精矿和中矿的累计回收率为86.25%。

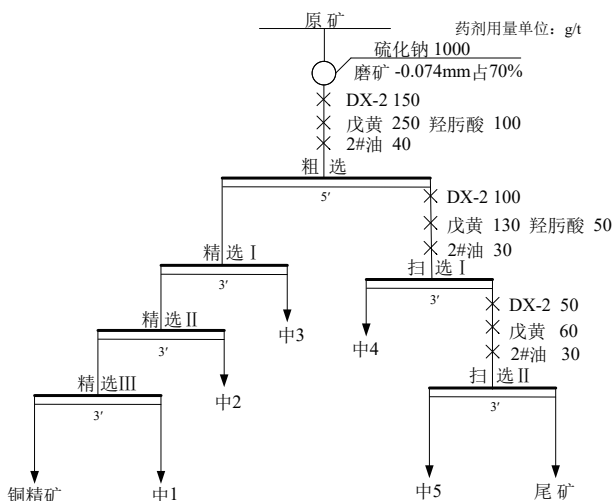


图 10 开路实验流程
Fig. 10 Flow chart of open circuit

2.6 闭路实验

在条件实验和开路实验的基础上进行闭路实验，

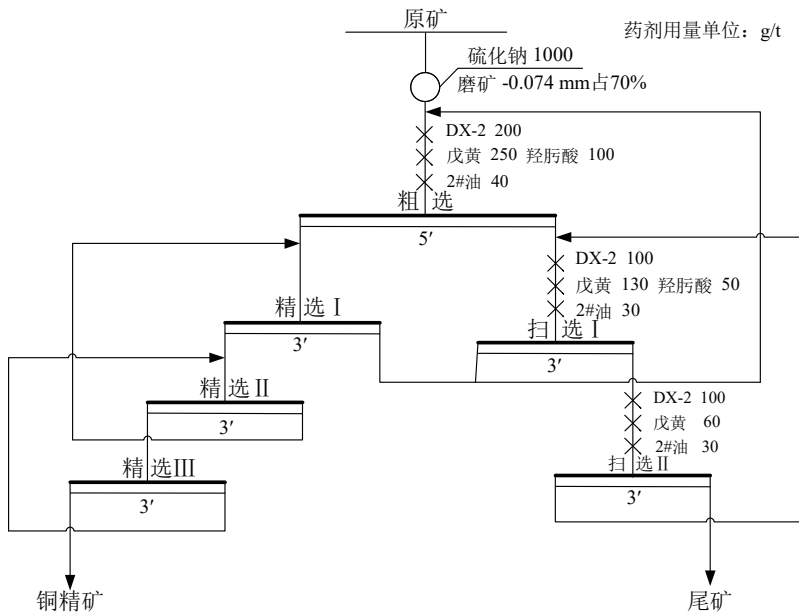


图 11 闭路实验流程
Fig. 11 Flow chart of closed circuit test

表 4 闭路实验结果
Table 4 Results of closed-circuit test

活化剂种类	原矿铜品位/%	精矿产率/%	精矿铜品位/%	精矿回收率/%	尾矿铜品位/%
DX-2	1.23	5.53	18.37	82.59	0.27
DMTD	1.28	5.61	17.95	78.67	0.29
差值	-0.05	-0.08	0.42	3.92	-0.02

3 结论

(1)针对一锅法合成的 DMTD 液体药剂对氧化

表 3 开路实验结果
Table 3 Results of open circuit test

产品名称	产率/%	铜品位/%	铜回收率/%
铜精矿	4.75	17.92	68.04
中 1	1.67	3.52	4.70
中 2	1.96	2.49	3.90
中 3	2.93	1.97	4.62
中 4	3.06	1.46	3.58
中 5	1.93	0.92	1.42
尾矿	83.71	0.21	13.75
合计	100.00	1.25	100.00

闭路实验流程见图 11, 实验结果见表 4。

由表 4 闭路对比实验结果可知, 在原矿品位及氧化率相当的前提下, 采用 DX-2 为活化剂的选矿指标较 DMTD 效果好, 其铜精矿铜品位较 DMTD 高 0.42 百分点, 回收率较 DMTD 高 3.92 百分点, 这说明将一步法合成的液体 DMTD 进行改性, 转化成对应的衍生物及减弱副产物对浮选的抑制作用后, 浮选效果得到了进一步的提升。

铜矿物活化效果欠佳的问题, 在一锅法合成的 DMTD 液体中加入 X-1、X-2 两种化学药剂进行化学反应, 制备了淡黄色膏状的 DX-2 氧化铜矿活化剂。

(2)闭路实验结果表明, 在原矿品位及氧化率相当的前提下, 采用 DX-2 为活化剂的选矿指标较一步法合成的液体 DMTD 效果好, 其铜精矿较 DMTD 高 0.42 百分点, 回收率较 DMTD 高 3.92 百分点, 这说明将一步法合成的液体 DMTD 进行改性, 转化成对应的衍生物及减弱副产物对浮选的抑制作用后, 浮选效果得到了进一步的提升, 为氧化铜矿活化剂的开发提供了一种新思路。

参考文献:

- [1] 文博杰,代涛,韩中奎,等.中国铜资源在用存量与二次供应潜力[J].地球学报,2023(2): 1-8.
WEN B J, DAI T, HAN Z K, et al. Copper in-use stock and recycling potential in china[J]. Acta Geoscientica Sinica, 2023(2): 1-8.
- [2] 陈甲斌.中国铜资源保供需要关注的三个问题[J].中国国土资源经济,2022,35(10): 4-10+74.
CHEN J B. Three problems need to be concerned regarding China's copper resource supply guarantee[J]. Natural Resource Economics of China, 2022, 35(10): 4-10+74.
- [3] 毛素荣,杨晓军,何剑,等.难选氧化铜矿的处理工艺与前景[J].国外金属矿选矿,2008(8): 5-8.
MAO S R, YANG X J, HE J, et al. Treatment technology and prospect of refractory copper oxide ore[J]. Metallic Ore Dressing Abroad, 2008(8): 5-8.
- [4] 王涵,文书明,李尧,等.氧化铜矿回收利用研究进展[J].昆明理工大学学报(自然科学版),2020,45(5): 35-40.
WANG H, WEN S M, LI Y, et al. Research progress in comprehensive utilization of copper oxide resources[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2020, 45(5): 35-40.
- [5] 张覃,张文彬,刘邦瑞.硫酸铵对黄药在孔雀石表面吸附的促进作用[J].昆明理工大学学报,1997,22(4): 7-10.
ZHANG Q, ZHANG W B, LIU B R. Promoting effects of ammonium sulphate on adsorption of xanthate on malachite[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology, 1997, 22(4): 7-10.
- [6] 张建文,覃文庆,张雁生,等.某低品位难选氧化铜矿浮选实验研究[J].矿冶工程,2009,29(4): 39-43.
ZHANG J W, QIN W Q, ZHANG Y S, et al. Flotation study of a low grade refractory copper oxide ore[J]. Mining and Metallurgical Engineering, 2009, 29(4): 39-43.
- [7] 余云柏.D₂药剂浮选某氧化铜矿的研究[J].有色金属(选矿部分),2011(5): 62-64.
YU Y B. Study on flotation of oxidized copper ore by D₂[J]. Nonferrous Metals: Mineral Processing Section, 2011(5): 62-64.
- [8] 付丽荣,曲波,曹玮.酸性镀铜光亮剂的合成[J].山西化工,1997(1): 19-20+45.
FU L R, QU B, CAO W. Synthesis of acid brightener for copper plating[J]. Shanxi Chemical Industry, 1997(1): 19-20+45.
- [9] 王雪娟,冯建.2,5-二巯基-1,3,4-噻二唑的合成方法与应用前景[J].化学工程与装备,2011,168: 150-151.
WANG X J, FENG J. Synthesis and application prospects of 2, 5-dimercapto-1, 3, 4-thiadiazole[J]. Chemical Engineering and Equipment, 2011, 168: 150-151.
- [10] 高金亮,肖静晶,曲肖彦,等.2,5-二巯基-1,3,4-噻二唑及其衍生物的合成和应用[J].应用化工,2013,42(9): 1693-1698.
GAO J L, XIAO J J, QU X Y, et al. Synthesis and application of 2, 5-dimercapto-1, 3, 4-thiadiazole and its derivatives[J]. Applied Chemical Industry, 2013, 42(9): 1693-1698.
- [11] 何成宗.润滑油多效能添加剂—DMTD衍生物[J].润滑油,1987(Z1): 38-41.
HE C Z. Multi-effective additive for lubricating Oil-DMTD derivative[J]. Lubricating oil, 1987(Z1): 38-41.
- [12] 许方亮.含2,5-二巯基-1,3,4-噻二唑配合物的研究进展[J].安徽化工,2010,36(4): 17-19.
XU F L. Research advancement of complex containing 2, 5-dimercapto-1, 3, 4-thiadiazole[J]. Anhui Chemical Industry, 2010, 36(4): 17-19.
- [13] 郑伟,毕莉.2,5-二巯基-1,3,4-噻二唑的合成方法及应用[J].云南冶金,1999(3): 24-27.
ZHENG W, BI L. Synthesis of 2, 5-dimercapto-1, 3, 4-thiadiazole and its application[J]. Yunnan Metallurgy, 1999(3): 24-27.
- [14] 吴保安,陈白珍,肖立新,等.2,5-二巯基-1,3,4-噻二唑正极材料的合成及其电化学性能[J].中南大学学报(自然科学版),2009,40(2): 305-310.
WU B A, CHEN B Z, XIAO L X, et al. Synthesis and electrochemical properties of cathode material of 2, 5-dimercapto-1, 3, 4-thiadiazole[J]. Journal of Central South University (Science and Technology), 2009, 40(2): 305-310.
- [15] 刘呈焰.不同地区孔雀石浮选行为及D₂螯合剂的活化作用[J].云南冶金,1995,24(5): 26-29,33.
LIU C Y. Flotation behavior of malachite in different regions and activation of D₂ chelating agent[J]. Yunnan Metallurgy, 1995, 24(5): 26-29,33.
- [16] 赵援,余天桂,张叔培,等.浮选新药剂D₂及其在氧化铜矿石浮选中的应用[J].云南冶金,1987(4): 25-28.
ZHAO Y, YU T G, ZHANG S P, et al. A new flotation agent D₂ and its application in the flotation of oxidized copper ore[J]. Yunnan Metallurgy, 1987(4): 25-28.
- [17] 鲍海林.D₂活化剂的浮选应用研究[J].云南冶金,2006,35(3): 25-27.
BAO H L. Research on the application of D₂ activator in flotation[J]. Yunnan Metallurgy, 2006, 35(3): 25-27.
- [18] 余力,刘全军,宋建文,等.云南某铜矿石浮选实验[J].金属矿山,2015(12): 75-78.
YU L, LIU Q J, SONG J W, et al. Flotation experiment on a copper ore from Yunnan[J]. Metal Mine, 2015(12): 75-78.
- [19] 邓凌峰,陈洪.2,5-二巯基-1,3,4-噻二唑的合成及电化学性能[J].材料导报,2009,23(22): 39-41.
DENG L F, CHEN H. Synthesis and electrochemical property of 2, 5-dimercapto-1, 3, 4-thiadiazole[J]. Materials Reports, 2009, 23(22): 39-41.

Synthesis and Flotation Experimental Study of DX-2 Activator for a Refractory Oxidized Copper Mine

WEI Qingcheng^{1,3}, WANG Haoxiang^{1,2}, SU Chao^{1,2}, LIU Dianwen^{1,2}, SHEN Peilun^{1,2}, WANG Han^{1,2}

1. Faculty of Land Resources Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, Yunnan, China;

2. Yunnan Key Laboratory of Green Separation and Enrichment of Strategic Mineral Resources, Kunming 650093, Yunnan, China;

3. Kunming Jinyin Environmental Protection Technology Co., Ltd, Kunming 650034, Yunnan, China

Abstract: Copper oxide ore is an important copper resource in China. In recent years, the easily treatable copper minerals have been decreasing annually. Therefore, the efficient enrichment of copper oxide ore is of great significance for copper resources. Due to the fine particle size and high mud content of existing copper oxide ores, it is difficult to separate from gangue minerals. Thus, it is unable to achieve beneficiation indicators using conventional activators for treatment. Based on 2,5-dithiophenol-1,3,4-thiodiazole, a new high-efficiency copper oxide mineral activator, DX-2, was synthesized through a one-pot method. Flotation test results showed that, for the refractory oxidized copper ore with a copper content of 1.23% and an oxidation rate of 90.24%, utilizing DX-2 as the activator, sodium sulfide as the sulfurizer, amyl xanthate and sodium alkyl hydroxamate as collectors, at pH 8, with terpineol as a frother, yielded a copper concentrate with a grade of 18.37% and a recovery rate of 82.59%. These experimental researches introduce a new technical approach for the efficient flotation of refractory copper oxide ores.

Keywords: copper oxide; flotation; activator DX-2; reagent synthesis

引用格式: 魏清成, 汪浩翔, 苏超, 刘殿文, 申培伦, 王涵. 难处理氧化铜矿活化剂 DX-2 的合成及浮选实验研究[J]. 矿产保护与利用, 2023, 43(5): 25-31.

WEI Qingcheng, WANG Haoxiang, SU Chao, LIU Dianwen, SHEN Peilun, WANG Han. Synthesis and flotation experimental study of DX-2 activator for a refractory oxidized copper mine[J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2023, 43(5): 25-31.

投稿网址: <http://kcbhyly.xml-journal.net>

E-mail: kcbh@chinajournal.net.cn