

doi:10.3969/j.issn.1671-9492.2019.06.006

刚果(金)某铜钴矿选矿新工艺研究

薛伟

(湖南有色金属研究院,长沙 410100)

摘要:刚果(金)某铜钴矿含铜、钴分别为1.70%、0.291%,铜、钴氧化率达90%以上,且具有高钙镁、贫硫、易浮脉石含量高的特点。针对该类型矿开发出高效活化剂——CCMA811,通过一次粗选、两次扫选、三次精选的浮选工艺即可获得品位较高的铜钴混合精矿,与不采用活化剂的工艺相比,铜、钴回收率分别提高了10%和20%以上,精矿钴品位由1.81%提高至3.22%,实现了铜钴资源的高效回收与利用。

关键词:高氧化率;高钙镁;易浮脉石;铜钴矿**中图分类号:**TD952.1; TD954; TD923**文献标志码:**A**文章编号:**1671-9492(2019)06-0027-05

Study on the New Technology of Copper-cobalt Ore Processing in DRC

XUE Wei

(Hunan Research Institute for Nonferrous Metals, Changsha 410100, China)

Abstract: The copper and cobalt content of the copper and cobalt ore is 1.70% and 0.291% respectively in DRC. The oxidation rate of copper and cobalt is up to more than 90%, and it has the characteristics of high calcium magnesium, low iron, poor sulfur and high content of buoyant gangue. A kind of high-efficiency activator — CCMA811 was developed for this type of ore. The high grade copper-cobalt mixed concentrate can be obtained by one roughing, two sweeping and three selective flotation processes. Compared with the process without activator, the recovery rates of copper and cobalt are increased by more than 10% and 20% respectively, and the grade of concentrate cobalt is increased from 1.81% to 3.22%, which realizes the efficient recovery and utilization of copper-cobalt resources.

Key words:high oxidation rate; high calcium magnesium; high argillaceous; copper and cobalt mine

钴是一种战略资源,素有“工业味精”之称。全球已探明钴的资源量为2500万t,储量720万t,储量高度集中在刚果(金)、澳大利亚和古巴,其中刚果(金)约占50%以上^[1-2]。

随着易选铜矿资源的日益减少,难选氧化铜资源的开发利用已引起国内外选矿科技工作者的高度重视,开展难选氧化铜钴资源的选矿研究,开发出高效、环保、易于实施的选矿工艺对难选氧化铜钴矿开

发利用具有十分重要的意义。

1 矿石性质

刚果(金)某铜钴矿化学多组分分析结果见表1,矿石中钴的化学物相分析见表2,矿石中铜的化学物相分析结果见表3。矿物组成MLA分析结果见表4。

原矿化学多组分分析结果

组分 含量	Multi-composition analysis results of run-of-mine one										/%
	Cu	Co	Fe	S	Mn	Na ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	
1.70	0.291	1.72	0.03	0.09	0.034	45.71	5.02	14.26	8.42	0.31	

表 2 原矿钴化学物相分析结果

Table 2 Chemical phase analysis
results of cobalt in raw ore /%

钴相	硫化钴	氧化物中钴	硅酸盐中钴	合计
含量	0.003	0.272	0.016	0.291
分布率	1.00	93.36	5.65	100.0

表 3 原矿铜化学物相分析结果

Table 3 Chemical phase analysis
results of copper in raw ore /%

铜相	原生硫化铜	次生硫化铜	自由氧化铜	结合氧化铜	合计
含量	0.04	0.06	1.43	0.17	1.70
分布率	2.46	3.42	84.03	10.08	100.0

表 4 原矿主要矿物组成(MLA)分析结果

Table 4 Analysis results of main mineral composition (MLA) of raw ore /%

矿物	含量	矿物	含量
硫铜钴矿、蓝辉铜矿、辉铜矿	0.10	方解石	5.56
水钴矿	0.25	白云母	6.23
钴白云石	1.01	黑云母	5.83
铜钴锰氧化结合物	0.41	绿泥石	18.03
含钴孔雀石、钴孔雀石	0.28	长石	0.63
孔雀石	1.52	磷灰石	0.29
硅孔雀石	0.31	橄榄石	0.87
含铜褐铁矿	1.31	高岭石	2.02
金红石	0.22	辉石	1.14
石英	26.81	滑石	12.91
白云石	13.81	其它	0.46
合计			100.0

工艺矿物学研究表明,该矿铜、钴氧化率高,铜高达94%,钴高达98%;绿泥石含量为18.03%,磨矿过程中极易泥化,导致浮选过程大量消耗药剂,严重恶化浮选体系,降低铜钴矿物回收率;滑石含量接近13%,具有天然疏水性,严重干扰目的矿物上浮,极易进入精矿,影响精矿品位。

2 原则工艺流程

鉴于原矿中含有较高含量的滑石和绿泥石,浮选之前需进行易浮脉石的脱除,以消除易浮脉石对目的矿物浮选的影响,提高目的矿物上浮速度和精矿品位^[3-5]。选矿回收目的矿物主要为孔雀石、含钴

孔雀石、水钴矿和少量硫化铜钴矿,该矿氧化程度高,试验拟采用硫氧混浮工艺,浮选获得铜钴混合精矿。

因此,该矿的原则工艺流程为原矿—磨矿—易浮脉石脱除—铜钴浮选—铜钴混合精矿。

3 试验结果与分析

试验进行了详细的磨矿细度条件试验、硫化剂种类与用量、捕收剂种类与用量条件试验。确定了适宜的磨矿细度为 $-74\text{ }\mu\text{m}$ 占78.5%;硫化钠作为硫化剂,粗选用量为1000 g/t;丁基黄药作为捕收剂,粗选用量为200 g/t。以下进行了粗选活化剂种类及用量条件试验,并在此基础上开展了常规的硫化—黄药法和硫化—活化—黄药法的全流程开路及闭路对比试验。

3.1 活化剂种类及用量试验

活化剂种类及用量条件试验流程见图1。

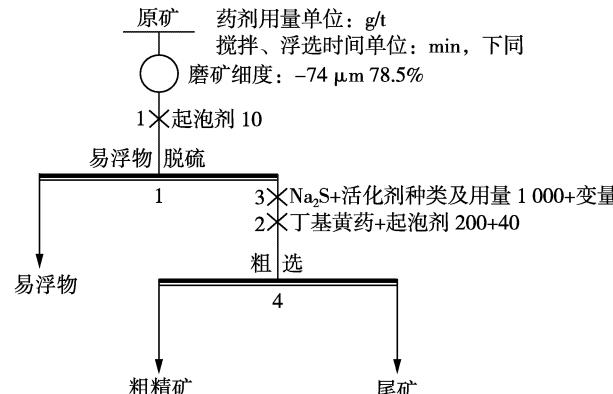


图 1 活化剂种类及用量条件试验流程

Fig. 1 Activator type and dosage conditions test procedure

图2是不加活化剂与加活化剂CCMA811对比,加活化剂CCMA811,粗精矿铜、钴的品位有所提高的同时,铜、钴的回收率大幅提高,铜提高10%以上,钴提高接近20%。表5是新型活化剂CCMA811用量条件试验结果,CCMA811粗选适宜的用量为750 g/t,铜、钴的回收率较高,再增加其用量,回收率增加幅度较小。

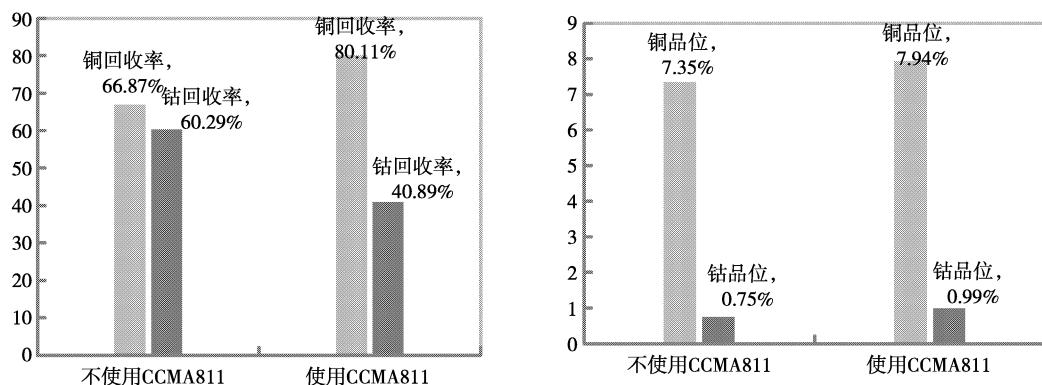


图 2 有无 CCMA811 活化剂种类对比

Fig. 2 Comparison of the presence or absence of CCMA811 activator

表 5 CCMA811 用量条件试验结果

Table 5 Condition experiment for CCMA811 dosage

CCMA811 用 量/(g·t ⁻¹)	产率/%		回收率/%	
	Cu	Co	Cu	Co
500	5.52	1.45	0.24	4.71
	15.86	7.83	0.94	73.08
	78.62	0.48	0.16	22.21
	100.0	1.70	0.29	100.0
750	5.48	1.41	0.24	4.53
	17.26	7.94	0.995	80.34
	77.26	0.33	0.13	15.13
	100.0	1.71	0.29	100.0
1 000	5.46	1.44	0.25	4.60
	17.46	7.97	1.03	81.42
	77.08	0.31	0.12	13.98
	100.0	1.71	0.29	100.0

3.2 开路试验结果与分析

传统硫化黄药法一般“一次粗选、四次扫选、三次精选”工艺流程；高效浮选新工艺流程采用“一次粗选、两次扫选、三次精选”工艺流程，见图 3，试验结果对比见表 6。

开路试验结果表明，硫化—黄药法和硫化—活化—黄药法相比，硫化黄药法浮选过程目的矿物上浮速度慢，需要多段加药，多段浮选，目的矿物才能缓慢上浮，且尾矿损失率高；采用 CCMA811 活化，目的矿物上浮速度显著增加，且尾矿损失率低。硫化—黄药法精选过程钴矿物易掉槽，精选过程钴矿物作业回收率较低，采用 CCMA811，可以显著提高精矿钴品位，同时精选作业中矿钴品位较低，钴矿物回收率高。

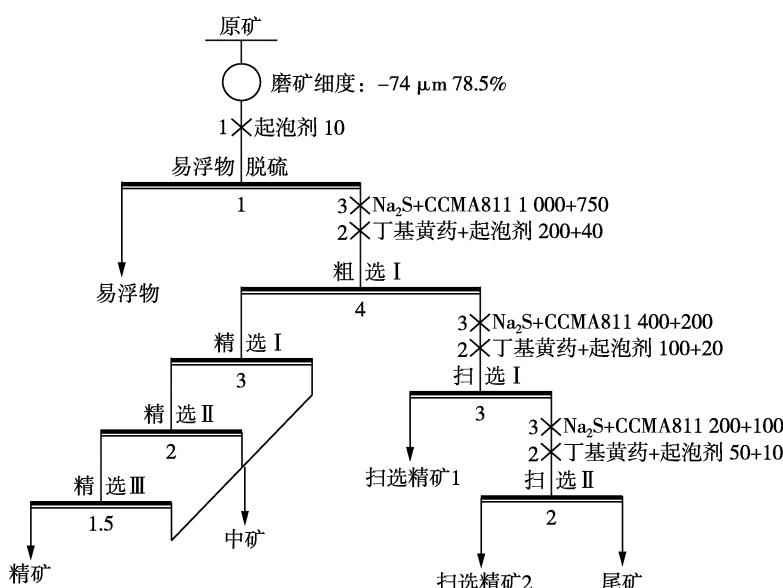


图 3 高效浮选新工艺开路试验流程

Fig. 3 Open circuit test process of new high-efficiency flotation technology

3.3 闭路试验结果对比

硫化—黄药法闭路试验流程见图4,硫化—活化—黄药法新工艺闭路试验流程见图5,试验指标见表7。开路基础上开展的闭路试验结果表明,与传统

的硫化—黄药法相比,CCMA811可以有效提高铜、钴矿物的回收率,尤其对钴矿物有明显的活化作用,不仅大幅提高了钴矿物的回收率,也提高了精矿的钴品位。

表 6

Table 6 Open circuit test indicators for both processes

/%

不同方案	产品名称	产率	品位		回收率	
			Cu	Co	Cu	Co
传统硫化 黄药法	易浮物	5.46	1.42	0.24	4.53	4.59
	精矿	1.61	35.36	2.40	33.25	13.52
	中矿	13.97	4.12	0.56	33.62	27.37
	扫选精矿 1	2.97	2.75	0.41	4.77	5.82
	扫选精矿 2	2.63	2.59	0.39	3.98	5.15
	扫选精矿 3	2.31	2.36	0.38	3.18	3.07
	扫选精矿 4	2.01	2.17	0.36	2.55	2.53
	尾矿	69.04	0.35	0.17	14.11	41.07
新工艺	原矿	100.0	1.71	0.290	100.0	100.0
	易浮物	5.48	1.41	0.24	4.52	4.62
	精矿	2.54	34.36	3.97	51.03	35.45
	中矿	14.72	3.38	0.48	29.09	24.84
	扫选精矿 1	2.52	1.17	0.49	1.72	4.25
	扫选精矿 2	2.19	1.05	0.35	1.34	3.70
	尾矿	72.55	0.29	0.11	12.30	28.05
	原矿	100.0	1.71	0.290	100.0	100.0

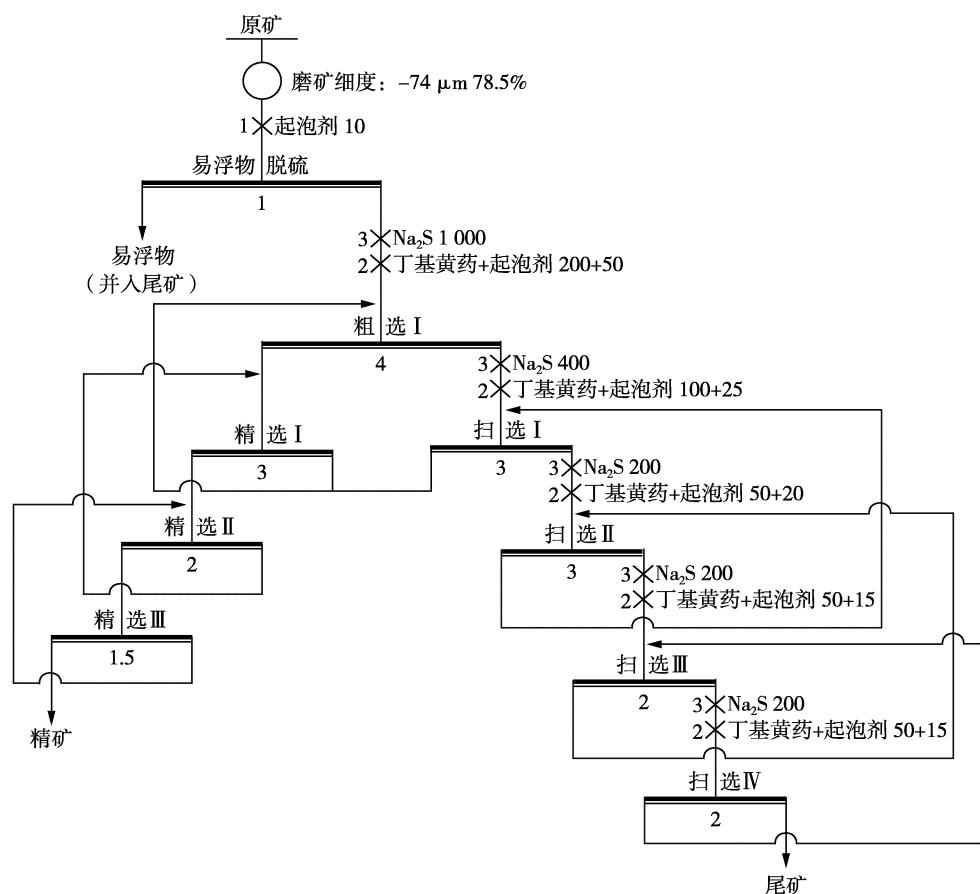


图4 硫化—黄药法闭路试验流程

Fig. 4 Closed-circuit test procedure of vulcanization-xanthate method

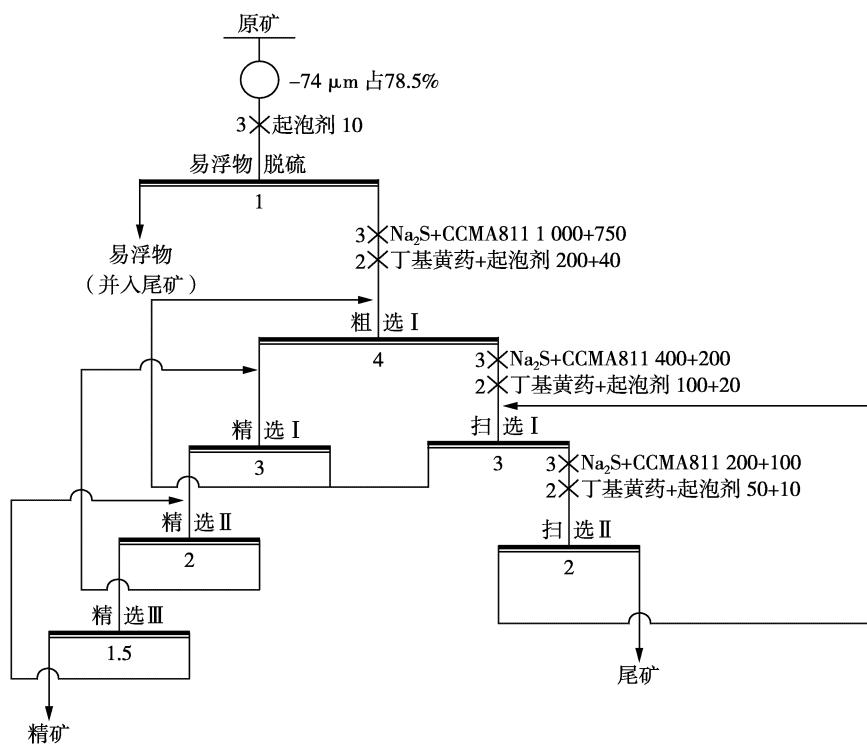


图 5 硫化—活化—黄药法浮选新工艺闭路试验流程

Fig. 5 Closed-circuit test procedure for new process of vulcanization-activation-xanthate method flotation

表 7 两种工艺的闭路试验指标

Table 7 Closed-circuit test indicators

试验方案	产品名称	产率	品位		回收率/%	
			Cu	Co	Cu	Co
传统工艺	精矿	6.42	18.02	1.81	67.69	40.16
	尾矿	93.58	0.59	0.19	32.31	59.84
	原矿	100.0	1.71	0.29	100.0	100.0
新工艺	精矿	5.42	24.97	3.22	79.02	60.59
	尾矿	94.58	0.38	0.12	20.98	39.41
	原矿	100.0	1.71	0.29	100.0	100.0

4 结论

刚果(金)某铜钴矿具有高氧化率、高钙镁、易浮脉石矿物含量高等特点。试验进行了硫化—黄药法和硫化—活化—黄药法两种工艺对比,结果表明,CCMA811活化剂活化,可以大幅提高铜、钴矿物的上浮速度,使精选过程不易掉槽,缩短浮选工艺流

程,提高铜、钴矿物回收率和精矿钴的品位。

CCMA811 氧化铜钴活化剂对高氧化、高钙镁型且高含易浮脉石型的氧化铜钴矿适用性强,在刚果(金)地区具有很强的示范和推广价值,将为企业带来巨大的经济效益和社会效益。

参考文献

- [1]薛伟. 氧化钴矿选矿工艺综述及新工艺研究[J]. 资源信息与工程, 2017, 32(6): 90-91.
- [2]BREMS D, MUCHEZ P, SISAZWE O, et al. Metallogenesis of the Nkana copper-cobalt south orebody, Zambia[J]. Journal of African Earth Sciences, 2009, 55: 185-196.
- [3]张立征,易运来,李晓东,等. 新疆地区某高泥质氧化铜矿选矿试验研究[J]. 有色金属(选矿部分), 2018(2): 8-11.
- [4]张二林,朱雅卓,胡波,等. 西藏地区某高泥质氧化铜矿选矿试验研究[J]. 湖南有色金属, 2015(5): 16-18.
- [5]尹琨,谭欣,吴卫国. 刚果(金)某含易浮脉石铜钴矿选矿试验研究[J]. 矿冶, 2014, 23(4): 1-4.