

文章编号:1674-2869(2011)02-0096-04

安宁磷矿浮选厂选矿回水试验研究

赵凤婷

(云天化 云南磷化集团有限公司研发中心,云南 昆明 650113)

摘 要:通过对云磷公司安宁磷矿选矿回水进行试验研究,确定影响磨矿作业的悬浮物量为 2 000 mg/L,确定影响浮选作业的钙离子量为 150 mg/L. 废水处理以消除 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 Ca^{2+} 等有害残留离子为主,尽可能确保这三种离子含量与自来水相近,从而避免杂质离子对浮选产生影响. 处理后回水返回浮选作业,浮选指标接近清水指标,不影响浮选作业及其后续加工作业.

关键词:磷矿;选矿回水;处理

中图分类号:TD97 **文献标识码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2011.02.026

0 引 言

随着磷矿资源的短缺,中低品位磷矿选矿厂将会大量出现,浮选将会消耗大量清水并产生大量回水. 回水如不经处理而直接循环利用,随循环次数的增加,水中有害杂质会逐渐累积,最终将导致选矿工艺指标波动,精矿质量下降.

磷矿石的性质、选矿工艺和药剂决定了磷矿选矿废水的复杂性. 一般而言,磷矿浮选废水的 pH 值、CODCr、SS(悬浮物含量)、P、S、F 等均超出国家工业废水二级标准(pH 值:6~9,CODCr:150 mg/L,SS:200 mg/L,TP:1.0 mg/L,S:1.0 mg/L,F:10 mg/L). 由于在正反浮选中,添加了 pH 值调整剂,导致选矿废水的 pH 值发生变化,会抑制细菌和微生物的生长,妨碍水体自净,破坏正常的水环境. 磷矿废水如果不加以处理而直接排入水体,会对矿山地区的水质产生非常恶劣的影响,进而影响矿山地区的社会效益和经济效益. 为了创造资源节约型及绿色生态矿山,选矿废水的循环利用是一个亟待解决的课题.

1 矿石性质及水质分析

1.1 矿石性质

本次试验矿样为安宁低镁风化矿,原矿多元素分析结果如表 1 所示.

表 1 原矿多元素分析结果

	Table 1 Multi-element analysis of raw ore %					
	P ₂ O ₅	MgO	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
质量分数	22.52	1.46	30.66	34.13	2.07	2.10

1.2 水质分析

采用电感耦合等离子发射光谱仪进行水质分析,结果如表 2 所示.

表 2 水质分析结果

Table 2 The analysis of water quality mg·L ⁻¹			
分析项目	分析结果		
	生产用水	精矿回水	尾矿回水
TP(总磷)	未检测出	505.25	10.82
氯化物(Cl ⁻)	4.41	34.30	7.10
氟化物(F ⁻)	0.17	1.70	0.51
硫酸盐(SO ₄ ²⁻)	未检测出	3 445.92	1 257.44
悬浮物	未检测出	59.18	11.00
总硬度(以 CaCO ₃ 计)	187.81	4 138.03	1 225.10
Ca ²⁺	32.23	1 004.96	243.06
Mg ²⁺	26.07	390.46	148.33
COD _{Cr}	13.50	105.00	59.60
BOD ₅	5	13.00	—
pH	7.21	5.16	7.32
色度	0—5	5—10	5—10

注:回水为正反浮选工艺的精、尾矿回水.

2 试验研究

2.1 磨矿作业添加悬浮物试验

在磨矿作业中添加不同量的悬浮物,对磨矿产物进行粒度筛析,通过分析磨矿产物粒度分布,找出影响磨矿作业的悬浮物添加量. 悬浮物粒度特性如表 3 所示.

表 3 悬浮物粒度特性

Table 3 Particle size feature of suspended solids

粒度/mm	重量/g	产率/%
-0.045+0.037	25	12.56
-0.037+0.025	14	7.04
-0.025	160	80.40
合计	199.0	100.00

收稿日期:2010-11-30

作者简介:赵凤婷(1984-),女,云南弥勒人.研究方向:磷矿选矿技术.

由表 3 可知,悬浮物大部分分布在 -0.025 mm 粒级,粒度组成较细.在相同的磨矿条件下,入磨矿样中直接加入不同量的干粉悬浮物进行磨矿,磨矿产品采用 WH-II 型湿式标准筛振筛机进行筛分,试验结果如表 4 所示.

随着悬浮物加入量的变化,磨矿产物的粒级分布发生变化.磨矿细度(由 92.62% 变为 94.21%)增加了 1.59% ,入选物料中细粒级(-0.025 mm)含量增加了 1.95% ,悬浮物的加入对磨矿作业产生明显影响.

表 4 磨矿作业添加悬浮物筛析试验结果
Table 4 Sieve analysis of grinding mill add suspended solids

悬浮物添加量/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	粒级/mm	产量/g	$-0.075\text{ mm}/\%$	添加的悬浮物/g	实际产量/g	实际产率/ $\%$	累计产率/ $\%$
0	$+0.075$	18	92.62			7.38	7.38
	$-0.075+0.045$	46				18.85	26.23
	$-0.045+0.037$	24				9.84	36.07
	$-0.037+0.025$	18				7.38	43.45
	-0.025	138				56.55	100.00
	合计	244.0				100.00	
100	$+0.075$	17	93.00		17	7.00	7.00
	$-0.075+0.045$	39			39	16.06	23.06
	$-0.045+0.037$	30		0.01256	29.98744	12.35	35.41
	$-0.037+0.025$	15		0.00704	14.99296	6.17	41.58
	-0.025	142		0.0804	141.9196	58.42	100.00
	合计	243.0		0.1	242.9	100.00	
200	$+0.075$	21	91.73		21	8.27	8.27
	$-0.075+0.045$	43			43	16.94	25.21
	$-0.045+0.037$	26		0.02512	25.97488	10.23	35.44
	$-0.037+0.025$	12		0.01408	11.98592	4.72	40.16
	-0.025	152		0.1608	151.8392	59.84	100.00
	合计	254.0		0.2	253.8	100.00	
300	$+0.075$	18	92.53		18	7.48	7.48
	$-0.075+0.045$	43			43	17.86	25.34
	$-0.045+0.037$	28		0.03768	27.96232	11.62	36.96
	$-0.037+0.025$	17		0.02112	16.97888	7.05	44.01
	-0.025	135		0.2412	134.7588	55.99	100.00
	合计	241.0		0.3	240.7	100.00	
400	$+0.075$	18	92.53		18	7.48	7.48
	$-0.075+0.045$	42			42	17.46	24.94
	$-0.045+0.037$	29		0.05024	28.94976	12.03	36.97
	$-0.037+0.025$	17		0.02816	16.97184	7.05	44.02
	-0.025	135		0.3216	134.6784	55.98	100.00
	合计	241.0		0.4	240.6	100.00	
500	$+0.075$	17	93.15		17	6.87	6.87
	$-0.075+0.045$	44			44	17.78	24.65
	$-0.045+0.037$	29		0.0628	28.9372	11.69	36.34
	$-0.037+0.025$	16		0.0352	15.9648	6.45	42.79
	-0.025	142		0.402	141.598	57.21	100.00
	合计	248.0		0.5	247.5	100.00	
1000	$+0.075$	18	92.62		18	7.41	7.41
	$-0.075+0.045$	44			44	18.11	25.52
	$-0.045+0.037$	28		0.1256	27.8744	11.47	36.99
	$-0.037+0.025$	16		0.0704	15.9296	6.56	43.55
	-0.025	138		0.8040	137.196	56.45	100.00
	合计	244.0		1.0	243.0	100.00	
2000	$+0.075$	14	94.21		14	5.83	5.83
	$-0.075+0.045$	40			40	16.67	22.50
	$-0.045+0.037$	32		0.2512	31.7488	13.23	35.73
	$-0.037+0.025$	14		0.1408	13.8592	5.77	41.50
	-0.025	142		1.608	140.392	58.50	100.00
	合计	242.0		2.0	240.0	100.00	
3000	$+0.075$	18	93.00		18	7.09	7.09
	$-0.075+0.045$	43			43	16.93	24.02
	$-0.045+0.037$	33		0.3768	32.6232	12.84	36.86
	$-0.037+0.025$	13		0.2112	12.7888	5.03	41.89
	-0.025	150		2.412	147.588	58.11	100.00
	合计	257.0		3.0	254.0	100.00	

2.2 浮选试验

尾矿回水中含有一定量的钙、镁离子,由于矿物本身就含有一定量的氧化镁,本试验忽略镁离子对浮选的影响,进行钙离子对正浮选的影响试验,在常温(约为 20℃)下进行.该试验依据安宁浮选厂现场生产工艺,进行无碱捕收剂多点加药,试验流程如图 1 所示,结果如表 5 所示.

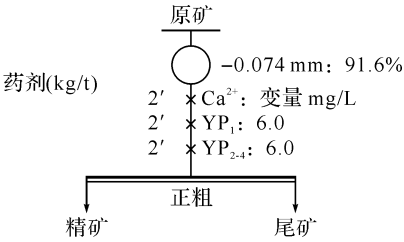


图 1 正浮选试验流程图

Fig. 1 Flow diagram of direct flotation tests

表 5 钙离子用量试验结果

Table 5 Test results of Calcium ion dosage

Ca ²⁺ 用量/ mg·L ⁻¹	产品名称	产量/g	产率 γ/%	品位/%		回收率 ε/%	选矿效率 E/%
				P ₂ O ₅	MgO		
0	精矿	173	70.61	27.25	2.03	85.55	14.94
	尾矿	72	29.39	11.06	0.26	14.45	
	总计	245.0	100.00	22.49	1.51	100.00	
50	精矿	176	71.54	27.18	2.21	87.67	16.13
	尾矿	70	28.46	9.61		12.33	
	总计	246.0	100.00	22.18		100.00	
100	精矿	167	67.34	26.71	2.34	80.03	12.69
	尾矿	81	32.66	13.74	0.52	19.97	
	总计	248.0	100.00	22.47	1.75	100.00	
150	精矿	163	69.96	26.73	2.06	82.72	12.76
	尾矿	70	30.04	13.00	0.42	17.28	
	总计	233.0	100.00	22.61		100.00	
200	精矿	149	63.95	25.82	2.19	73.97	10.02
	尾矿	84	36.05	16.12	0.38	26.03	
	总计	233.0	100.00	22.32	1.54	100.00	
250	精矿	150	60.98	25.55	2.11	69.53	8.55
	尾矿	96	39.02	17.50	0.50	30.47	
	总计	246.0	100.00	22.41	1.48	100.00	
300	精矿	133	53.63	24.94	2.29	59.47	5.84
	尾矿	115	46.37	19.66	0.53	6.10	
	总计	248.0	100.00	22.49	1.47	100.00	

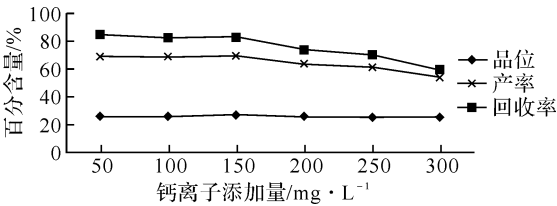


图 2 钙离子对正浮选的影响

Fig. 2 The influence of Calcium ion for direct flotation

由图 2 可知,当钙离子的添加量>150 mg/L 时,精矿产率及精矿回收率明显下降,精矿 P₂O₅ 品位没有明显变化.应控制回水中钙离子的浓度,并对返回正浮选循环使用的回水进行相应处理.

2.3 回水处理

本次处理的回水有精、尾矿回水,采用相同的方法处理:先用石灰水中和 SO₄²⁻、PO₄³⁻ 等杂质离子,基本上石灰水的添加量以以上有害离子完全中和为原则,但是实际操作很难达到,故采用石灰水略过量,以确保有害离子完全中和,过量的石灰水带入少量的 Ca²⁺ 则用 Na₂CO₃ 来中和,用这种

方法消除尾矿回水中的 SO₄²⁻、PO₄³⁻、脂肪酸根及钙离子,使回水符合循环利用的用水标准.

2.3.1 精矿回水处理试验 由精矿回水水质分析得:该水质呈酸性,钙离子含量较高.先在回水里加入 10% 的石灰乳(原始浓度为 45.49%)中和回水中的酸根杂质离子,取上层澄清水进行钙离子含量分析.经过石灰处理的回水,取其上清液每份为 100 mL,加入 Na₂CO₃ 中和钙离子,试验结果如表 6 所示.

当石灰用量为 1.64 g/L、碳酸钠用量为 3.0 g/L 时,pH=10.10,处理后回水中钙离子含量接近清水指标.

2.3.2 尾矿回水处理试验 尾矿回水水质呈中性,处理方法同上,试验结果如表 7 所示.

综合考虑处理后回水水质及药剂用量,当石灰用量为 0.55 g/L、碳酸钠用量为 1.5 g/L 时,pH=9.53,处理后回水中钙离子的含量接近清水指标.

表 6 石灰与碳酸钠用量对比试验结果

Table 6 The dosage's comarison results of lime and sodium carbonate

石灰用量/ $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	碳酸钠用量/ $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$								
	1.0			2.0			3.0		
	钙离子/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	钙离子减少量	pH 值	钙离子/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	钙离子减少量	pH 值	钙离子/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	钙离子减少量	pH 值
1.52	432.96	313.50	9.05	167.76	578.70	9.35	72.87	673.59	9.90
1.64	385.52	313.50	9.44	149.12	549.90	9.79	39.82	659.20	10.10
1.77	432.12	303.36	9.36	152.51	582.97	9.66	46.60	688.88	10.05
1.91	445.68	323.66	9.30	203.35	565.99	9.43	40.67	728.67	9.99

表 7 尾矿回水处理后钙离子含量表

Table 7 Calcium ion table of after processing tailings recycling water

石灰用量	碳酸钠用量/ $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$				
	0.07	0.11	0.20	0.27	0.55
钙离子/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	94.90	213.52	136.41	155.90	162.68
0.5 Ca^{2+} 减少量/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	155.09	37.28	122.01	118.62	208.43
pH 值	9.49	9.77	9.88	9.00	9.23
钙离子/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	186.40	160.98	194.03	199.96	54.23
1.0 Ca^{2+} 减少量(mg/L)	63.59	89.82	64.39	74.56	316.88
pH 值	9.78	9.89	10.10	9.38	9.38
钙离子/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	151.67	142.34	139.80	129.21	33.04
1.5 Ca^{2+} 减少量/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	98.32	108.46	118.62	145.31	284.07
pH 值	9.92	10.09	10.17	9.64	9.53
钙离子/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	132.18	117.77	125.40	127.94	43.21
2.0 Ca^{2+} 减少量/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	117.81	133.03	133.02	146.58	327.90
pH 值	10.01	10.19	10.21	9.87	9.77
钙离子/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	105.06	114.38	110.15	122.86	27.96
2.5 Ca^{2+} 减少量/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	144.93	136.42	148.27	151.66	343.15
pH 值	10.10	10.26	10.27	10.02	10.00

3 结 语

- a. 磨矿过程中添加原矿悬浮物,对磨矿产物进行粒度筛析,相同的磨矿条件下,与无悬浮物添加比较,当悬浮物添加量达到 2 000 mg/L 时,磨矿产物粒度特性发生变化。
- b. 回水中钙离子达到一定程度时会对正浮选产生影响,当钙离子的量大于 150 mg/L 时,精矿产率及精矿回收率明显下降,精矿 P_2O_5 品位没有明显变化,因此应该控制回水中钙离子的量,并对返回正浮选循环使用的水进行相应的水质处理。
- c. 处理过的精、尾矿回水作为磨矿水和补加

水进行浮选试验,均达到了与清水浮选结果相近的选别指标,但捕收剂用量明显增加。

参考文献:

[1] 罗惠华,左义权,李冬莲. 宜昌胶磷矿浮选扩大连续试验和选矿废水利用[J]. 磷肥与复肥,2009,24(2): 87-89.

[2] 刘建雄. 我国磷矿资源特点及开发利用建议[J]. 化工矿物与加工,2009,38(3):36-39.

[3] 钟康年,罗惠华,谢恒星,等. 云南中品位磷块岩浮选扩大连续试验和回水的利用[J]. 矿冶,2002,11(7): 213-216.

Research on backwater of mineral processing at Anning dressing plant

ZHAO Fen-ting

(Yunnan Phosphate Chemical Group Co.,LTD Research and Development Center, Kunmin 650113, China)

Abstract: A research on backwater of mineral processing at Anning dressing plant of Yunnan Phosphate Chemical Group.,LTD is carried out to determine the influence factors. The suspended matter content that impacts on grinding operation is 2 000 mg/L , and the calcium ion content that affects flotation operation is 150 mg/L . The wastewater treatment is mainly aimed at removing harmful and residual ions to make those ions content similar to the tap water, so as to avoid influences of impurities to flotation operation. The backwater after well treated returns to flotation operation, and the flotation indexes are similar by using the regular water and the backwater, which has no effects on flotation operation and its following operations.

Key words: phosphate ore; backwater of mineral processing; treatment 本文编辑:陈小平