

丰宁招兵沟磷矿选矿实践

魏祥松

(中化地质矿山总局地质研究院,河北 涿州 072754)

摘要:丰宁招兵沟低品位磷矿特点为中高品位磁铁矿、低品位磷矿共生。通过对磷矿的浮选研究,对选铁尾矿增加了磷矿回收,选用日用化工常规的表面活性剂 AE,作为低温捕收剂的增效剂,矿浆不加温、加碱,浮选药剂制度简单,以极低品位磷资源入选而获得极高品位和高回收率磷精矿。

关键词:低品位磷矿;低温捕收剂;丰宁招兵沟

中图分类号:TD97

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2010.11.013

0 引言

我国北方河北丰宁三赢公司的丰宁招兵沟低品位磷矿属变质型矿床,磁铁矿(含钛磁铁矿)—磷灰(块)岩型矿石。其特点为中高品位磁铁矿、低品位磷矿与低品位钛铁矿共生。磷资源含磷低,虽然易选,但选矿比大、成本高。该选矿厂长期以磁选工艺回收其中的磁铁矿,而将含磷的磁选尾矿丢弃,造成磷资源浪费。通过实验室对磷矿的浮选回收研究后,在原有处理能力 30 万 t/年原矿选厂对选铁尾矿增加了磷矿回收装置,工业化成功后又在处理能力 300 万 t/年原矿选厂获得成功,该选厂已成为北方低品位磷矿选矿的成功范例^[1-3]。

1 矿石特性

丰宁招兵沟低品位磷矿赋存在前震旦纪变质岩系中,矿石工业类型较为简单,分为钛磁铁矿磷灰石矿石、磁铁矿矿石、钛磁铁矿矿石和磁铁矿磷灰石矿石。

主要矿石矿物为磁铁矿、钛铁矿、磷灰石等。脉石矿物主要有辉石、角闪石、黑云母、斜长石等。

矿石结构主要为中粒半自形粒状结构、花岗变晶结构,其次有片柱状变晶结构、陨铁结构、平行连晶结构、固溶体结构。

矿石构造主要为块状构造、片麻状、条带状、网状构造。

矿石中含 TFe10%~20%、含 P_2O_5 品位平均约为 3%,含 TiO_2 约为 5%;铁与钛及磷的含量一

般成正比关系。

矿石自然类型一般为斑杂状钛磁铁矿石、斑杂状磁铁矿矿石、块状钛磁铁矿矿石、块状磁铁矿矿石、片麻状磁铁矿磷灰石矿石和片麻状钛磁铁矿磷灰石矿石。

原矿多项分析结果见表 1。

表 1 原矿多项分析结果

Table 1 Multi-analysis results of the crude ore w/%

项目	P_2O_5	TFe	TiO_2	TS	SiO_2
2 号矿	3.85	13.96	4.79	0.28	41.31
4 号矿	1.87	12.38	3.32	0.27	45.83
项目	CaO	MgO	Al_2O_3	K_2O	Na_2O
2 号矿	9.77	5.76	11.83	1.20	2.56
4 号矿	8.27	5.55	14.37	1.23	3.07

2 选矿研究

2.1 磨矿细度与温度对浮选的影响

混合矿样闭路流程见图 1,磨矿细度试验和温度试验结果见表 2。结果表明:混合矿样在磨矿细度-0.074 mm 含量 35%~48%、浮选温度 5~20℃ 以上时,二次精选均可以获得精矿品位 P_2O_5 34%、回收率 80% 以上的较好选矿指标。

闭路试验中发现:磨矿细度较粗时,水玻璃用量可以选用较低水平,磨矿细度较细时,应加大水玻璃用量,否则精矿品位急剧下降;增加水玻璃用量,减少捕收剂用量可以改善浮选现象,该措施对提高精矿品效果显著,同时也能保证较高的作业回收率。先磁选铁后浮选磷,对磷的精矿品提高位有益,对回收率影响不大。

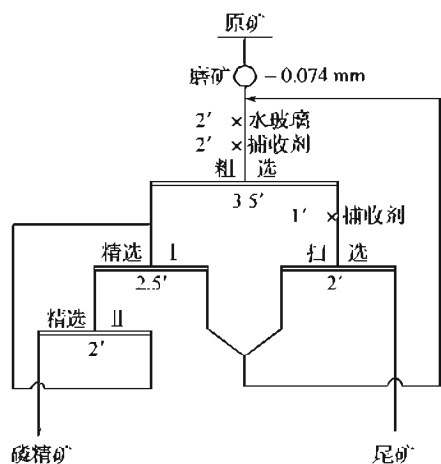


图1 闭路试验工艺流程

Fig. 1 Technical process of closed circuit experiment

表2 混合矿样闭路流程磨矿细度和温度试验结果

Table 2 Experiment results of grinding fineness and temperature of closed circuit flow of mixing core sample

磨矿细度 (-0.074 mm%)	试验温度/ ℃	药剂制度及用量/ (g · l ⁻¹)	产品名称	产率/ %	品位(P ₂ O ₅)/ %	回收率/ %
35	5	粗选水玻璃550	精矿	6.57	35.69	80.30
		粗选捕收剂537	尾矿	93.43	0.62	19.70
		扫选捕收剂55	原矿	100.00	2.92	100.00
40	13	粗选水玻璃880	精矿	6.59	34.99	84.15
		粗选捕收剂505	尾矿	93.41	0.46	15.85
		扫选捕收剂66	原矿	100.00	2.74	100.00
45	20	粗选水玻璃989	精矿	6.99	34.43	86.03
		粗选捕收剂407	尾矿	93.01	0.42	13.97
		扫选捕收剂55	原矿	100.00	2.80	100.00
48	10	粗选水玻璃985	精矿	6.59	35.35	79.51
		粗选捕收剂380	尾矿	93.41	0.64	20.49
		扫选AW捕收剂66	原矿	100.00	2.93	100.00
40	12.5	粗选水玻璃600	铁精矿	5.88	0.39	0.81
		粗选捕收剂548	磷精矿	7.40	32.44	84.27
		(先磁后浮,一次粗选一次精选)	尾矿	86.72	0.49	14.92
			原矿	100.00	2.85	100.00
45	13	粗选水玻璃985	精矿	6.98	35.51	88.10
		粗选捕收剂380	尾矿	93.02	0.36	11.90
		扫选捕收剂66	原矿	100.00	2.81	100.00

表3 选铁尾矿直接浮选碳酸钠用量试验结果

Table 3 Sodium carbonate dosage of direct flotation in tailings from iron concentrator

碳酸钠用量/ (kg · t ⁻¹)	产品名称	产率/%		品位(P ₂ O ₅)/%		回收率/%	
		部分	累计	部分	累计	部分	累计
0 (pH=7)	磷精矿	9.72		32.61		79.98	
	中矿	3.37	13.09	1.62	24.62	1.38	81.36
	尾矿	86.91		0.85		18.64	
	原矿	100.00		3.96		100.00	
0.6 (pH=7.5)	磷精矿	10.28		30.37		83.60	
	中矿	4.62	14.90	1.28	21.35	1.59	85.19
	尾矿	85.10		0.65		14.81	
	原矿	100.00		3.73		100.00	
1.2 (pH=8)	磷精矿	10.29		32.08		91.11	
	中矿	5.00	15.29	1.02	21.92	1.41	92.52
	尾矿	84.71		0.32		7.48	
	原矿	100.00		3.62		100.00	
1.8 (pH=8.5)	磷精矿	10.13		33.22		87.79	
	中矿	3.58	13.71	1.74	25.00	1.63	89.42
	尾矿	86.29		0.47		10.58	
	原矿	100.00		3.83		100.00	

2.2 碳酸钠对浮选的影响

碳酸钠用量试验结果见表3、表4,表明:选铁尾矿直接浮选流程碳酸钠用量1.2 kg/t为宜;选铁尾矿再磨后浮选流程不加碳酸钠即可。

2.3 浮选捕收剂

选用日用化工常规的表面活性剂AE,作为低温捕收剂的增效剂,该表面活性剂在日用化工中的典型作业是增溶、乳化、润湿、抗低温,并具有良好的生物降解能力。与常规浮选磷矿的浮选捕收剂AW和营口皂复配成低温浮选药剂,其中AW捕收剂在选磷矿中具有较好的选择性,营口皂捕收能力强。其配比的低温(5℃)开路流程对比试验结果见表5。

表4 选铁尾矿再磨碳酸钠用量试验结果

Table 4 Experiment results of sodium carbonate dosage for regrinding tailings from iron concentrator

碳酸钠用量/ (kg/t)	产品名称	产率/%		品位 (P ₂ O ₅)/%		回收率/%	
		部分	累计	部分	累计	部分	累计
0 (pH=7)	磷精矿	11.36		28.51		97.12	
	中 矿	6.76	18.12	0.45	18.04	0.91	98.03
	尾 矿	81.88		0.08		1.97	
	原 矿	100.00		3.33		100.00	
0.6 (pH=7.5)	磷精矿	11.68		27.81		95.39	
	中 矿	8.94	20.62	0.69	16.05	1.81	97.20
	尾 矿	79.38		0.12		2.80	
	原 矿	100.00		3.41		100.00	
1.2 (pH=8)	磷精矿	11.78		27.76		94.60	
	中 矿	7.84	19.62	0.64	16.92	1.45	96.05
	尾 矿	80.38		0.17		3.95	
	原 矿	100.00		3.46		100.00	
1.8 (pH=8.5)	磷精矿	10.89		29.07		93.42	
	中 矿	6.06	16.95	0.80	18.96	1.43	94.85
	尾 矿	83.05		0.21		5.15	
	原 矿	100.00		3.39		100.00	

表5 浮选捕收剂配比低温(5℃)开路流程对比试验结果

Table 5 Comparative test results of low temperature open circuit flow of floatation collector matching

药剂用量/ (g·t ⁻¹)	捕收剂配比	产品名称	产率/ %	品位(P ₂ O ₅)/ %	回收率/ %
粗选水玻璃 550 粗选捕收剂 700 扫选捕收剂 110	表面活性剂 AE: AW: 营口皂 20: 30: 50	精矿	7.63	38.62	82.27
		精Ⅱ尾	1.31	11.36	4.16
		精Ⅰ尾	4.36	3.04	3.71
		扫选精	3.75	3.44	3.60
		尾 矿	82.95	0.27	6.26
		原 矿	100.00	3.68	100.00
	表面活性 AE: AW: 营口皂 25: 30: 45	精矿	7.52	39.32	85.41
		精Ⅱ尾	1.20	13.36	4.62
		精Ⅰ尾	4.03	2.72	3.18
		扫选精	3.73	3.37	3.64
		尾 矿	83.52	0.13	3.15
		原 矿	100.00	3.65	100.00

表5 试验结果表明:在浮选温度较低时,复合捕收剂的配比(指质量比,下同)分别为 AE: AW: 营口皂=25:30:45 和 AE: AW: 营口皂=20:30:50 时,磷精矿品位和回收率均较高.因此,冬季生产可以根据情况,适当增加表面活性剂 AE 的比例,减少营口皂的比例.

3 工业生产实践

依据试验确定的工艺流程,设计建成了处理能力 30 万 t/年原矿的磷浮选车间,并于 2005 年 9 月投产,生产出了高品质的磷精矿.工业调试改造后确定了磁选尾矿经旋流器脱水,一段开路磨矿,磨细度-0.074 mm 含量(50±5)%,一次粗选一次扫选二次精选、中矿顺序返回的常温浮选工艺流程.

工业生产采用常温浮选工艺回收磷矿物,浮选矿浆不需要加温、加碱.浮选药剂均为常规、无毒、无污染的产品.浮选药剂制度简单,仅加入了

水玻璃调整剂和新型高效的捕收剂.

调试后获得的流程考查指标见图 2.原矿品位 P₂O₅ 3.84%,磷精矿品位 P₂O₅ 37.88%、Fe₂O₃ 1.50%、MgO 0.96%,磷精矿回收率 95.49%.

经过生产考验,浮选车间生产操作稳定,工业生产指标优异.选矿生产指标为:原矿品位 P₂O₅ 约为 3.5%,磷精矿品位 P₂O₅ >37%、精矿中含 Fe₂O₃ <1.50%、MgO <1%,磷精矿回收率 >95%. 以此为依据,于 2008 年 9 月建成了处理能力 30 万 t/年原矿的大型选厂.以极低品位磷资源入选而获得极高品位和高回收率磷精矿,这在国内外同行业中少见.

生产中排出的废水全部回收利用,为无废水排出工艺,既减少了选矿厂用水的需求量,又不会造成环境污染.

为了检验浮选药剂对水质的影响,分别采取了选矿工业生产中所产生的磁选尾矿水和浮选尾矿水,进行了水质分析,主要分析结果见表 6.

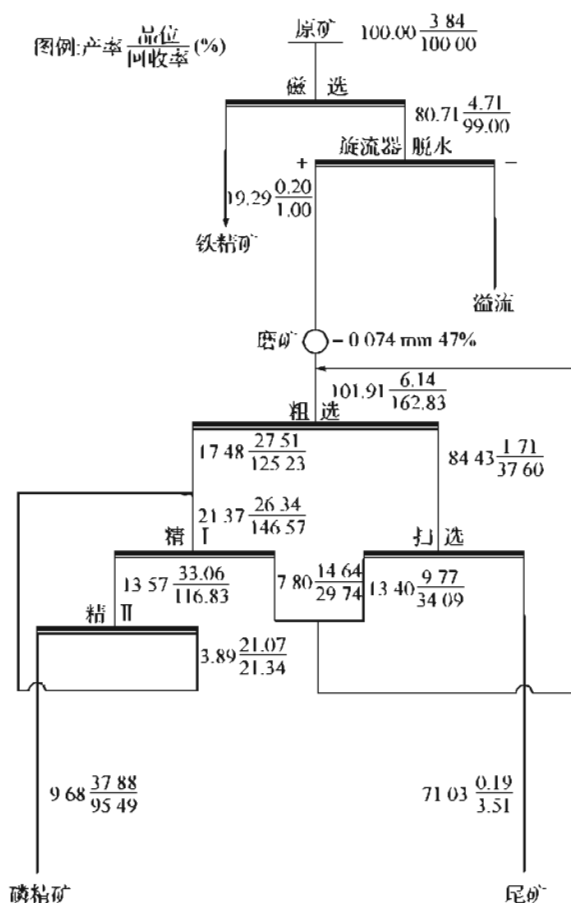


图2 生产考查数量质量流程

Fig. 2 Quantity and quality flow chart

表6 尾矿水水质分析主要结果

Table 6 Water quality analysis results of tailings water

	mg/L						
	pH	溶解性 固形物	总硬度	PO_4^{3-}	COD	F	S
磁选尾矿水	7.0	52	247	0.23	4.77	0.88	43.6
浮选尾矿水	7.2	324	231	0.19	2.77	0.84	105

表6水质分析结果表明:浮选尾矿水中的COD含量较磁选尾矿水,降低了将近一半.溶解性固形物、S等含量的提高与矿石增加作业过程后,强化了可溶性离子的溶解有关.

4 结 语

a. 根据北方低品位磷矿的选矿特性和现有选铁选厂的工艺结构,确定了合理的选别工艺,采用选铁尾矿再磨可以在中性矿浆下实现磷资源回收.研究出了适合的浮选捕收剂,具有抗低温性强、用量低、生物降解性好、选别回收率高的优势.

b. 在选铁选厂增加低品位磷资源回收,当原矿中磷的品位为 P_2O_5 2.5%~3.5%时,其磷回收成本不高且基建投资不高.

c. 由于北方铁矿资源一般为低品位铁矿,目前多家矿山的入选品位接近TFe 8%~10%.在国际铁矿石价格波动较大的背景下,单一选铁的矿山难以为继,增加低品位磷资源的回收,有效提升了企业抵御风险的能力.

由于增加低品位磷资源的回收,使入选品位降低,有效地扩展了矿山资源.

参考文献:

- [1] 黄青山.河北丰宁招兵沟磷铁矿矿物质组分鉴定报告[R].涿州:中化地质矿山总局地质研究院,2005.
- [2] 魏祥松,杨丽珍.河北丰宁招兵沟磷铁矿实验室选矿试验研究报告[R].涿州:中化地质矿山总局地质研究院,2005.
- [3] 魏祥松,杨丽珍,吴艳妮.河北丰宁招兵沟磷铁矿选矿工业调试报告[R].涿州:中化地质矿山总局地质研究院,2006.

Study and practice on Zhaobinggou phosphorite dressing of Fengning County

WEI Xiang-song

(Geological Institute of China Chemical Geology and Mine Bureau, Zhuozhou 072754, China)

Abstract: The characters of Zhaobinggou low grade phosphorite of Fengning County are the low grade phosphorite coexisted with middle-high grade magnetite, we reclaim phosphorite in tailings from iron concentrator after studying the phosphorite flotation. The methods are as followed; choose the general surfactant AE of chemical industrial products for daily use as the synergist of low temperature collector, the ore magma were not warmed up but filled in alkali. We use the simple regime of flotation reagent, sky-high grade and high recovery phosphorus concentrate were processed with extremely low grade phosphorus resources.

Key words: low-grade phosphorite; low temperature collector; Fengning County Zhaobinggou

本文编辑:龚晓宁