

作者简介 郑刚(1977-),男,助理工程师,主要从事选矿工艺技术研究。

1 选钛厂微矿生产线原料性质

微矿生产线的入选原料为攀钢选矿厂的磁选尾矿经过斜板分级机分级后的细粒级矿物,其主要矿物为钛铁矿、钛磁铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿,脉石矿物以含钛普通辉石为主,其次为斜长石等,属于难选原生钛铁矿。

2 选钛厂微矿生产线工艺流程优化对比试验

试验原料取自选钛厂 4 万 t 微细粒级钛精矿生产线的强磁精矿。

对比试验工艺流程分别为(1)模拟现场工艺:一段强磁精矿—除铁—浮硫—浮钛,简称一段强磁流程;(2)新工艺:一段强磁精矿—二段强磁—除

铁—浮硫—浮钛,简称二段强磁流程。

2.1 一段强磁流程试验

在实验室用湿式圆筒磁选机除去了一段强磁精矿中产率为 2.8% 的磁性矿物,制备为后续作业的试验原料。

2.1.1 浮选作业粗选段药剂制度探索试验

考虑不同浮选原矿品位对选用的药剂制度也会有所差别的因素,因此在浮选试验的粗选段进行了药剂制度的探索试验,结果见表 1。

表 1 的指标表明,第一批的选别指标较好,因此选取第一批的粗选段药剂制度作为后续连选的较佳药剂制度。

2.1.2 连选试验

采用表 1 中粗选段较佳药剂制度进行了一段强磁工艺连选试验,其结果见表 2。

表 1 粗选段药剂制度试验结果

序 号	名 称	产率/%	品位/%	回收率/%	备 注
1	硫化物	9.09	15.74	6.86	
	精 矿	58.36	30.69	85.90	浮硫 硫酸 0.3kg/t 黄药 0.4kg/t Ø8#油 50g/t
	尾 矿	32.55	4.64	7.24	浮钛 硫酸 1.2kg/t XT + MOS1.6kg/t
	原 矿	100.00	20.85	100.00	
2	硫化物	9.69	15.50	7.27	
	精 矿	61.56	28.93	86.24	浮硫 硫酸 0.3kg/t 黄药 0.4kg/t Ø8#油 50g/t
	尾 矿	28.75	4.63	6.49	浮钛 硫酸 1.2kg/t XT + MOS1.8kg/t
	原 矿	100.00	20.65	100.00	

注 考虑现场 MOS 和 XT 浮钛捕收剂是混合使用,因此本次试验的捕收剂也将 MOS 和 XT 混合,混合比例为 1:1。

表 2 连选试验结果

名 称	产率/%	品位/%	回收率/%	备 注
硫化物	8.74	13.19	5.62	浮硫 硫酸 0.3kg/t 黄药 0.4kg/t Ø8#油 50g/t
尾 矿	36.33	5.05	8.92	
中矿-1	10.48	11.34	5.78	浮钛粗选 硫酸 1.2kg/t XT + MOS1.6kg/t 精 I 硫酸 0.35kg/t; 精 II 硫酸 0.25kg/t; 精 III 硫酸 0.175kg/t
中矿-2	12.57	20.69	12.64	
中矿-3	11.39	36.27	20.08	
精 矿	20.49	47.14	46.96	
原 矿	100.00	20.57	100.00	

表 2 的指标表明,一段强磁工艺的浮选原矿采用探索出的粗选段较佳药剂制度,经过浮硫—粗三精开路流程可选别出大于 47% 的合格产品。

为客观全面了解一段强磁工艺全流程选别情况,将除铁、浮选各作业指标汇总,其结果见表 3。

表 3 的指标表明,将一段强磁精矿经过除铁—浮硫—浮钛连选后,可取得浮选精矿品位为

47.14%,产率为 19.92%,回收率为 45.92% 的指标。

2.2 二段强磁流程试验

2.2.1 二段强磁条件试验

二段强磁是新工艺的关键作业,因此进行了二段强磁再选的条件试验,结果见表 4。

表 4 的指标表明,随着激磁电流的降低,精矿和

表 3 一段强磁工艺流程作业指标汇总结果

作业段名称	名产品称	品位/%	产率/%		回收率/%	
			对原矿	对作业	对原矿	对作业
除铁作业	给 矿	20.45	100.00	100.00	100.00	100.00
	磁铁精矿	16.25	2.80	2.80	2.22	2.22
	尾 矿	20.57	97.20	97.20	97.78	97.78
浮选作业	给 矿	20.57	97.20	100.00	97.78	100.00
	精 矿	47.14	19.92	20.49	45.92	46.96
	尾 矿	5.05	35.31	36.33	8.72	8.92

注 表中的浮选作业为开路试验,因此中矿产品没有计算在内。

表 4 二段强磁条件试验结果

电流/A	场强/T	名 称	产率/%	品位/%	回收率/%	备 注
850	0.741	精 矿	88.36	22.18	95.83	
		尾 矿	11.64	7.32	4.17	
		原 矿	100.00	20.45	100.00	
800	0.710	精 矿	81.79	23.24	92.95	转速 2r/min
		尾 矿	18.21	7.92	7.05	冲次 220 次/min
		原 矿	100.00	20.45	100.00	冲程 18mm
750	0.665	精 矿	80.47	23.34	91.84	
		尾 矿	19.53	8.54	8.16	
		原 矿	100.00	20.45	100.00	

注 强磁机的转速、冲次、冲程参考现场强磁机成熟的较佳运行参数,以上主要进行不同激磁电流的条件试验。

尾矿品位逐步升高,二段强磁激磁电流控制在 800A 时选别指标较好,可将一段强磁的精矿品位从 20.45% 提高到 23.24%,产率为 81.79%,回收率为 92.95% 抛弃了品位为 7.92%,产率为 18.21% 的尾矿。因此选取激磁电流为 800A 的精矿产品作为后

续试验的原料。
为了解二段强磁在对一段强磁精矿再次富集过程中,对各粒级回收的情况,选取电流为 800A 选别产品进行筛析,拟分析二段强磁的选别趋势,结果见表 5。

表 5 二段强磁作业产品的粒级筛析结果

粒级/mm	原矿/%			精矿/%			尾矿/%		
	产率	品位	分布率	产率	品位	分布率	产率	品位	分布率
+0.154	3.6	4.13	0.73	4.5	6.65	1.28	2.5	3.13	1.01
-0.154+0.100	2.5	13.16	1.61	5.5	13.24	3.11	2.5	7.27	2.34
-0.100+0.074	7.5	16.37	5.99	9.5	17.21	6.97	4.0	8.95	4.63
-0.074+0.045	23.5	21.42	24.54	22.5	21.57	20.69	9.0	6.50	7.57
-0.045+0.038	8.0	23.84	9.31	9.0	24.79	9.51	1.5	7.50	1.45
-0.038	54.9	21.57	57.82	49.0	27.96	58.44	80.5	7.96	83.00
合 计	100.0	20.48	100.00	100.0	23.45	100.00	100.0	7.72	100.00

表 5 的指标表明,二段强磁作业实际可判断为在发挥脱泥作用,强磁原矿中 - 0.038mm 含量为 54.9%,经过二段强磁选别后的精矿中 - 0.038mm 含量降到 49.0%,尾矿中二氧化钛品位仅有 7.96%,大大改善了浮选前斜板溢流 17% 的尾矿品

位,大幅度减少了现工艺中金属量不合理的流失,加之二段强磁抛弃了产率为 18.21% 的尾矿,使进入浮选的原矿量减少,为后续浮选减少药剂用量和延长浮选时间提供了良好的前提条件。
在实验室用湿式圆筒磁选机除去了二段强磁精

矿中产率为 2.89% 的磁性矿物,制备为后续作业的试验原料。

2.2.2 浮选作业粗选段药剂制度探索试验

二段强磁精矿除铁后的磁选尾矿粗选段药剂制度探索试验结果见表 6。

表 6 的指标表明,第二批的指标在精矿品位(36.03%)适中情况下,尾矿品位能控制在 5.84%,精矿回收率为 86.24%,而第一批尾矿品位太高,因此选取第二批的粗选段药剂制度作为后续连选的较

佳药剂制度。

2.2.3 连选试验

采用表 6 中粗选段较佳药剂制度进行了二段强磁工艺连选试验,其结果见表 7。

表 7 的指标表明,选别较高浮选品位的二段强磁精矿时,采用合理的药剂制度,经过浮硫—粗三精流程才能稳定地选别出合格钛精矿。

二段强磁工艺流程及指标见图 1。其中,浮选中矿和浮硫指标未列出。

表 6 粗选段药剂制度试验结果

序 号	名 称	产率/%	品位/%	回收率/%	备 注
1	硫化物	4.91	19.18	3.99	
	精 矿	47.03	39.81	79.47	浮硫 硫酸 0.3kg/t 黄药 0.4kg/t 98#油 50g/t
	尾 矿	48.06	8.11	16.54	浮钛 硫酸 1.2kg/t ;XT + MOS1.6kg/t
	原 矿	100.00	23.56	100.00	
2	硫化物	5.18	18.30	4.05	
	精 矿	55.96	36.03	86.24	浮硫 硫酸 0.3kg/t 黄药 0.4kg/t 98#油 50g/t
	尾 矿	38.86	5.84	9.71	浮钛 硫酸 1.0kg/t ;XT + MOS1.6kg/t
	原 矿	100.00	23.38	100.00	

表 7 连选试验结果

名 称	产率/%	品位/%	回收率/%	备 注
硫化物	5.16	18.66	4.13	
尾 矿	36.14	5.52	8.55	浮硫 硫酸 0.3kg/t 黄药 0.4kg/t 98#油 50g/t
中矿-1	10.01	12.83	5.52	
中矿-2	10.99	22.92	10.80	浮钛粗选 硫酸 1.0kg/t ;XT + MOS1.6kg/t
中矿-3	11.49	35.90	17.68	精 I 硫酸 0.2kg/t ;
精 矿	26.21	47.46	53.32	精 II 硫酸 0.15kg/t ;
原 矿	100.00	23.33	100.00	精 III 硫酸 0.15kg/t

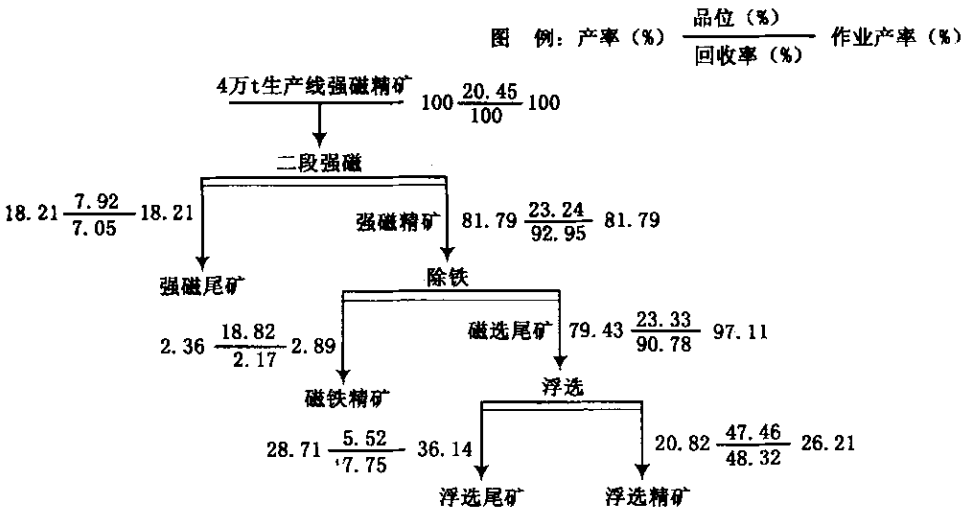


图 1 二段强磁工艺流程

从图 1 可知 :将试验原矿经过二段强磁—除铁—浮硫—浮钛工艺选别后,可取得浮选精矿品位为 47.46%,产率为 20.82%,回收率为 48.32% 的指标。

3 经济效益对比

3.1 产量对比

4 万 t 微细粒级钛精矿生产线的强磁精矿量以 45t/h 计,一段强磁工艺浮选前浓缩沉砂产率为 82% 由于二段强磁作业的精矿浓度要比现有水平高,而且微细粒级矿物含量有所减少,因此二段强磁工艺的浓缩沉砂产率以 92% 计,经计算两种工艺可生产的钛精矿产量为:

一段强磁工艺 $45 \times 97.2\% \times 82\% \times 20.49\% = 7.35\text{t/h}$

二段强磁工艺 $45 \times 79.43\% \times 92\% \times 26.21\% = 8.62\text{t/h}$

如果选钛厂 4 万 t 微细粒级钛精矿生产线改造为二段强磁工艺后,每年可新增钛精矿量为 $:(8.62 - 7.35) \times 24 \times 330 = 10058\text{t/a}$ 。

3.2 药剂用量对比

据实验室试验药剂制度可知 :二段强磁工艺的浮选原矿消耗的药剂要比一段强磁工艺少,而且二段强磁工艺浮选原矿中的微细粒级矿物有所减少,为减少药剂用量创造了良好条件,据计算二段强磁工艺可节省药剂费用约为 180 万元/a。考虑本次为开路浮选,节省的药剂用量以 50% 计,则采用二段强磁工艺每年可节省药剂费用 90 万元。

4 结 论

1. 选钛厂 4 万 t 微细粒级钛精矿生产线如果改造为二段强磁工艺后,与现场一段强磁工艺相比,浮选作业精矿产率可提高 5.72 个百分点,每年可增加钛精矿产量 10058t,节省药剂费用 90 万元。

2. 采用二段强磁工艺,可提高浮选原矿品位,减少进入浮选机的原矿量,延长了浮选时间,有利于微矿生产线进一步提高精矿回收率和降低浮选尾矿品位,突破了选钛厂微矿生产线浮选原矿品位多年来按照 17% ~ 20% 左右组织生产的习惯,而且在现场进行改造的难度小,可操作性强。

Optimization of Technological Flowsheet for Production of Fine Fraction Titanium Concentrate in Panzhihua Titanium Concentrator

ZHENG Gang

(Pangang Titanium Concentrator, Panzhihua, Sichuan, China)

Abstract : A experiment for optimizing technological flowsheet was performed after analyzing present status of producing fine fraction titanium concentrate in Panzhihua titanium concentrator and existing problems in process, and based on utilization of new equipment in the concentrator has success. The results indicated that worksite uses two - stage high - intensity magnetic separation instead of one - stage that can increase operation recovery, decrease reagents consumption and raise the output of fine fraction titanium concentrate in the titanium concentrator.

Key words : Two - stage high - intensity magnetic separation ; Slon pulsating high - gradient magnetic separator ; Reagent regime

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告