

筒式永磁强磁选机分选粗粒赤铁矿的工业试验

杨庆林 钱士瑚
(马钢总公司姑山矿业公司)

摘 要 采用 $\phi 300\text{ mm}\times 1000\text{ mm}$ 筒式永磁强磁选机分选姑山铁矿-12+5 mm赤铁矿的工业试验表明:既可获得与现行生产中使用的梯形跳汰机相同的精矿产率和质量,又可抛弃比跳汰机尾矿品位低的尾矿。该设备结构简单、操作方便、高效节能,预计年增效益可达180多万元。它为中粗粒氧化铁矿石提精抛尾提供了一条新途径。

关键词 筒式永磁强磁选机 红铁矿 预选

Industrial Test on the Application of Drum High Intensity Permanent Magnetic Separator in Beneficiating the Coarse Hematite Ore

Yang Qingling Qian Shihu
(Gushan Mining Co., Maanshan General Iron and Steel Co.)

Abstract The industrial test on the application of $\phi 300\text{ mm}\times 1000\text{ mm}$ drum high intensity permanent magnetic separator in the beneficiation of -12+5 mm hematite ore in Gushan Iron Mine has shown that not only can the concentrate weight percent and quality similar to that achieved by trapezoidal jig used in production now be achieved, but also tailings that have a lower grade than that of the jig can be discarded. The machine is characterised by simple structure, convenient operation, high efficiency and energy saving. An annual added benefit can be expected to over 1.8 million Yuan. It will provide a new way to the beneficiation of coarse and medium-sized oxide iron ore.

Keywords Drum high intensity magnetic separator, Red iron ore, Preconcentration

1 跳汰预选流程及存在的问题

跳汰预选流程为:原矿破碎至-12 mm左右,然后筛分成-12+5 mm和-5 mm。-12+5 mm进梯形跳汰机,-5 mm与跳汰中矿一起进球磨,经阶段磨选得到一部分细粒精矿。跳汰预选得粗抛尾。生产实践中,采用1200 mm $\times$ 2000 mm $\times$ 3600 mm梯形跳汰机处理-12+5 mm赤铁矿是比较成功的,既可在磨矿前预先获得产率30%、品位>53%的粗粒精矿,又可抛弃产率20%、品位19%的粗粒尾矿,减少再磨再选矿量50%左右,对降低精矿成本起到了重要作用。但跳汰机易受入选原矿变化及各种操作条件影响,主要表现在:

- (1) 生产指标受原矿性质的变化影响较大;
- (2) 耗水量较大,达到200~260 m³/台时;
- (3) 辅助作业多,成本高,备件消耗大;
- (4) 生产调整困难,无论是床石、冲程、冲次都

要停机调整,且时间长;

- (5) 循环水质差,细粒沉淀物难处理;
- (6) 尾矿品位偏高,回收率偏低。

针对上述问题,姑山矿在小型试验的基础上,于1999年初引进了1台长沙矿冶研究院研制的 $\phi 300\times 1000\text{ mm}$ 双筒永磁强磁选机进行工业试验,取得了良好指标。

2 工业试验情况

$\phi 300\text{ mm}\times 1000\text{ mm}$ 双筒永磁强磁选机工业试验于1999年元月10日开始,至9月15日,先后进行了分隔板、转速等条件试验和处理量试验,72 h连续生产考核试验及在现场生产中设备考核等。工业试验设备联系如图1所示。

杨庆林,马钢总公司姑山矿业公司技术科,科长,高级工程师,243184
安徽省当涂县龙山桥。

2.1 条件试验

不同给矿量条件下,分隔板试验结果见表 1、表 2。从表 1、表 2 可以看出,给矿量为 10 t、20 t 时,均可在上分板 4.3~ 4.5 mm,下分板 5.3~ 5.5 mm 之间得到产率 40% 以上、品位为 52.5% 左右的块精。精矿产率随处理量增加略有下降,尾矿品位有所上升。综合考虑给矿量控制在 20 t/h 为宜。

2.2 72 h 连续试验(用 0.5 mm 胶皮保护筒皮)

72 h 连续生产考核与条件试验一样都在现场,每 30 min 对磁选机分选出的 3 个产品人工实测称量,2 h 合成一批,混匀缩分后送去化验。72 h 连续生产综合指标见表 3,跳汰机同步统计见表 4。

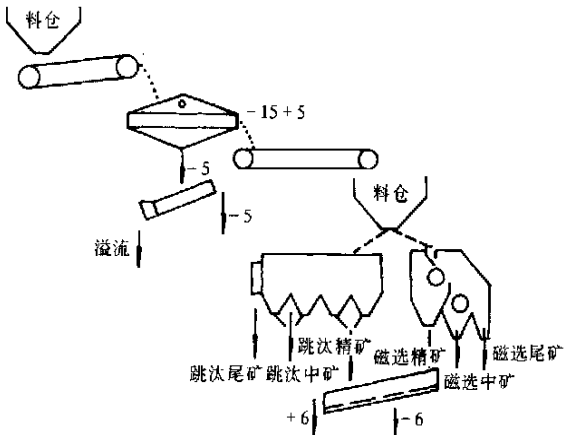


图 1 工业试验设备联系

表 1 10 t/h 给矿量时的分隔板试验结果

分 隔 板/mm	块 精 / %			中 矿 / %			尾 矿 / %			原矿品位 / %	实测处理量 / (t·h ⁻¹)	筒转速 / (r·min ⁻¹)
	γ	β	ε	γ	β	ε	γ	β	ε			
上分板 3.9 下分板 5.3	65.72	47.17	73.97	28.75	36.29	24.89	5.53	8.71	1.14	41.91	9.68	上筒 83 下筒 60
上分板 4.1 下分板 5.3	56.96	50.66	65.87	35.59	39.92	32.43	7.45	9.97	1.70	43.81	11.38	上筒 83 下筒 60
上分板 4.3 下分板 5.5	53.15	52.54	65.30	33.43	39.48	30.66	13.42	12.19	1.64	42.77	11.27	上筒 83 下筒 60

表 2 20~ 23 t/h 给矿量时的分隔板试验结果

分 隔 板	块 精 / %			中 矿 / %			尾 矿 / %			原矿品位 / %	实测处理量 / (t·h ⁻¹)	筒转速 / (r·min ⁻¹)
	γ	β	ε	γ	β	ε	γ	β	ε			
上分板 4.5 下分板 5.5	41.48	52.78	51.12	33.00	46.77	41.50	20.52	15.39	7.38	42.82	22.28	上筒 83 下筒 60
上分板 4.3 下分板 5.3	46.33	52.25	56.68	35.37	43.86	36.32	18.30	16.31	7.00	42.72	23.03	上筒 83 下筒 60
上分板 4.2 下分板 5.1	47.50	51.06	60.40	38.78	36.87	35.62	13.72	11.64	4.04	39.63	22.17	上筒 83 下筒 60

表 3 72 h 连续生产综合指标

指 标	产率 / %	品位 / %	回收率 / %	处理量 / (t·h ⁻¹)	块精量 / (t·h ⁻¹)	试验条件
+ 6 mm 精块	38.67	52.90	54.19			上筒转速 83 r/min,
中 矿	35.75	40.71	38.56			下筒转速 55 r/min,
尾 矿	25.58	10.71	7.35	22.72	8.79	上、下隔板生产中调整
原 矿	100.00	37.75	100.00			

从表 3 可以看出,在给矿品位 37.75%,平均给矿量 22.72 t/h 条件下,永磁强磁机既可获得产率 38.67%、品位 52.90% 的块精矿,又可抛弃产率为 25.85%、品位仅 10.71% 的块尾矿,其中矿品位比原矿提高 3 个百分点。从表 3 和表 4 对比可见:磁精品位略低于跳精品位,但磁尾品位比跳尾品位低

表 4 72 h 连选试验期间跳汰机同步生产统计

指 标	块精品位 / %	中矿品位 / %	块尾品位 / %	精矿处理量 / (t·h ⁻¹)
72 h 生产统计	53.48	43.84	19.40	4.37

8 个百分点,且单机精矿量是跳汰机的 2 倍。磁精品位比跳精品位略低。原因有二:一是跳汰块精在选别过程中经淘洗干净,而磁选块精表面有一层细泥;二是粗选不同于重选,一些品位不高,但磁性却较高的连生体致密块状被吸附到精矿中,而重选时这部分精矿因密度差异而进入中矿。

3 不同胶皮厚度、不同给矿方式的选别试验

3.1 耐磨胶皮厚度试验

为了解决筒表耐磨胶皮使用寿命,试验中使用了 0.5 mm、0.7 mm 厚度胶皮及裸筒的对比试验,结果见表 5。

表 5 耐磨胶皮厚度试验分选结果

ω/ %

厚 度 / mm	精 矿			中 矿			尾 矿			原 矿 位	
	产 率	品 位	回收率	产 率	品 位	回收率	产 率	品 位	回收率		
裸	$n_1 = 83$										
	$n_2 = 55$	49. 3	54. 2	58. 29	47. 7	39. 44	41. 04	3. 0	10. 3	0. 67	45. 84
	上分板 6. 7										
筒	$n_1 = 83$										
	$n_2 = 55$	49. 2	54. 4	58. 54	43. 2	40. 31	38. 29	7. 6	19. 00	3. 17	45. 48
	上分板 6. 7										
0. 5 mm 胶皮	$n_1 = 83$										
	$n_2 = 55$	37. 1	54. 87	44. 47	52. 2	44. 66	50. 92	10. 7	19. 72	4. 61	45. 77
	上分板 6. 7										
	$n_1 = 83$										
	$n_2 = 55$	39. 2	54. 23	46. 32	47. 1	45. 59	46. 79	13. 7	23. 06	6. 89	45. 89
0. 7 mm 胶皮	上分板 6. 7										
	$n_1 = 83$										
	$n_2 = 55$	45. 5	54. 81	52. 70	50. 5	42. 90	45. 78	4. 0	17. 92	1. 52	47. 33
	上分板 6. 7										
	$n_1 = 83$										
	$n_2 = 55$	41. 3	53. 36	47. 76	54. 4	44. 14	50. 66	4. 3	17. 46	1. 58	46. 80
	上分板 6. 7										

从表 5 可知, 裸筒时精矿产率较高, 0.5 mm 与 0.7 mm 胶皮在精矿指标上无明显差距。尾矿指标上, 0.7 mm 较 0.5 mm 产率小, 表明 0.7 mm 由于胶皮厚, 磁场略有降低, 指标略有下降。

3.2 给矿直接入选与给矿再筛分后入选试验

由于生产现场中跳汰机给矿前的筛分设备能力不足, 在生产中给入筛分机的物料不均衡, 筛分效率较低(设计为 85%, 实际只有 40% ~ 65%), 因此跳汰机 - 6 mm 含量高达 27% 左右, 其跳汰给矿筛分结果见表 6。

对跳汰给矿在现场用生产筛网(6 mm 筛孔)粗略过筛后, 其筛上物各粒级筛析结果见表 7。

表 6 跳汰 + 6 mm 给矿各粒级筛分结果

/%

粒级 / mm	1	2	3	4	平均
+ 10	25.92	15.97	26.54	27.98	24.10
+ 8	33.95	34.78	27.41	27.46	30.90
+ 6	19.34	22.68	15.68	14.92	18.16
- 6	20.34	26.47	30.37	29.64	26.84

表 7 对跳汰给矿再次过筛后的粗粒级筛分结果

/%

序号	+ 10	+ 8	+ 6	- 6	计
1	34.91	40.39	13.99	10.71	100.00
2	43.95	36.79	10.99	8.27	100.00
平均	39.43	38.59	12.49	9.49	100.00

从表 7 可见, 经人工粗略筛分后, + 6 mm 给矿中 - 6 mm 含量约 10% 左右, 跳汰给矿直接入选与跳汰给矿经人工筛分后入选试验指标对比结果见表 8。从表 8 对比表明, 无论是 0.5 mm 还是 0.7 mm 胶皮, 过筛后入选的磁选精矿的产率和品位都比未筛的磁选精矿产率和品位有所提高。尾矿品位略显高点外, 中矿产率减少 10% 以上。从增加精矿量与减少中矿入磨量二者综合考虑, 筛分后的磁选指标较优。主要原因是给矿中 - 6 mm 含量过多, 会使一些含水的细粒赤铁矿(生产中给矿含水 7% ~ 10%)吸附于磁选机筒体表面, 影响对 + 6 mm 粗粒赤铁矿石的分选。过筛后, 由于 - 6 mm 细粒物料含量减少, 其影响减弱, 有利于分选指标的改善。

表 8 跳汰给矿直接入选与再筛分后入选指标比较

ω/ %

指 标			精 矿			中 矿			尾 矿			给矿品位
			产 率	品 位	回收率	产 率	品 位	回收率	产 率	品 位	回收率	
0.5 mm 胶皮	未 过 筛		26.40	52.49	35.13	54.10	41.76	57.27	19.50	15.37	7.60	39.45
	过 筛 后		42.90	53.22	55.28	33.50	43.79	35.52	23.60	16.10	9.20	41.30
0.7 mm 胶皮	未 过 筛		45.50	54.81	52.70	58.50	42.90	45.78	4.00	17.92	1.52	47.33
	过 筛 后		51.00	55.10	59.13	43.10	42.49	38.60	5.90	18.27	2.27	47.29

4 设备考核

$\phi 300\text{ mm} \times 1000\text{ mm}$ 筒式永磁强磁机在姑山矿累计运转 1 920 h, 在进行工艺指标试验的同时, 还对设备性能与筒体表面耐磨保护层进行了考核。

4.1 筒表面磁场强度测试

在设备运转 1 500 h 后, 对筒表面磁场进行了测试, 表明该机最高场强可达 0.95 T, 在工业试验期间没有发现场强衰减, 长沙矿冶研究院保证 15 a 内其场强下降不超过 5%。

4.2 圆筒耐磨层的试验与考核

试验初期使用 0.4 mm 原上海产的耐磨胶皮进行条件试验。结果表明, 上筒胶皮寿命 7 d, 下筒胶皮 15 d, 根本无法适应生产要求。为此先后进行以下几种圆筒耐磨层的试验:

(1) 在圆筒表面镀上一层 0.3 mm 厚的金刚石, 但生产中发现采用镍作基础, 由于镍本身是磁性材料, 虽然镀层很薄(0.3 mm), 但在强磁场中, 会被激烈磁化, 使筒体吸附在磁系上不能正常工作;

(2) 粘贴高分子工程塑料, 生产中耐磨效果好, 但由于其分子结构使塑料保护层硬度大, 粘接性差, 运转后, 有的鼓包、失粘, 易从圆筒上剥离下来;

(3) 在圆筒表面刷一层耐磨聚氨酯胶, 由于本身较软, 生产中易划破;

(4) 采用上海某厂新研制的厚度为 0.5 mm、0.68 mm 氯丁橡胶和尼龙布作成的耐磨胶带。用生产中的皮带胶将其粘在圆筒面上, 接口处用瞬时胶粘接。经生产磨损考核, 0.5 mm 胶皮可用 10 d, 0.68 mm 胶皮可用 28 d 以上, 基本满足了生产要求。由此可见, 由于耐磨胶皮从 0.5 mm 增加到 0.68 mm 时磨损周期增加 3 倍, 因此将 0.5 mm 胶皮中的尼龙减薄, 在加工中橡胶不渗透到胶皮表面, 这样既保证了 0.5 mm 厚度, 又增加了耐磨周期, 可立即开机。该耐磨胶皮价格为 100 元/ m^2 , 加上胶的费用, 更换一次 150 元左右。

4.3 永磁强磁机生产中的部分改进

永磁机的给矿来自洗矿后经破碎的产品, 物料

含水、含泥且双层振动筛给矿不均匀, 造成筛分效率低(设计 85%, 生产中 40% ~ 65%), 磁选机 + 6 mm 给矿中 - 6 mm 含量高达 25% 以上, 加上矿石硬度大、给矿品位较高, 在生产考核中进行了以下改进。

(1) 在上、下筒体上方加装滴水管。由于 + 6 mm 给矿中 - 6 mm 细粒含量高, 分选时精矿产率低, 分选精度差。为消除细粒吸附于筒表面, 在上、下分选筒物料入选上方加装一滴水管, 水滴呈串珠滴状, 使细粒物料间有一定活性水, 减少了吸附于筒体表面的能力, 收到明显效果。

(2) 将 1.2 mm 分隔板改为 3 mm 分隔板。姑山赤铁矿硬度大, 1.2 mm 不锈钢分隔板易被精矿冲打变形, 乃至卷曲, 使用周期仅 15 d。为此将不锈钢分隔板增厚至 3 mm, 使用周期可达 3 个月左右。

5 结 语

(1) $\phi 300\text{ mm} \times 1000\text{ mm}$ 双筒永磁强磁选机在姑山选厂跳汰预选作业经过仅 2 000 h 的工业生产试验, 对姑山 - 12 + 5 mm 赤铁矿, 在给矿品位 37.75% 的条件下, 既可预先拿出产率 38.67%、品位 52.90% 的 + 6 mm 块精矿, 又同时抛弃产率 25.58%、品位 10.71% 的块尾矿, 取得了较好的选别效果。该机处理能力可达 20 t/h, 设备结构简单, 运转平稳, 机重量轻, 操作方便。运转 2 000 h 时, 仅更换一次分隔板及几次耐磨胶皮, 主机作业率高达 98%, 运转成本低, 是一种高效节能设备。

(2) 筒体耐磨性是工业试验考核的关键, 试验中先后对 5 种不同材料的耐磨效果进行了考查。最后, 上海产的 0.5 mm 耐磨胶皮使用寿命满足了生产的需要, 基本上解决了该机在工业生产中连续运转问题。

(3) 经济效益预测表明: 磁选机比跳汰机年节电 3 022 156 kW·h, 节约电费 1 402 923 元, 减少材料消耗 625 998 元, 减人增效 150 000 元, 总计年增经济效益近 200 万元。

(收稿日期 1999-11-18)

• 信息苑 •

山东省三山岛金矿基本解决井下大块矿石的破碎问题 我国很多冶金地下矿山, 凿岩爆破后大块矿石或废石装运困难, 需进行二次爆破。为解决这个问题, 三山岛金矿引进了 1 台加拿大 TELEDYNE

公司生产的 TM 15-2 型移动式液压碎石机, 使用效果良好。1996 年该矿又采用国产 SYG1800 型液压碎石机, 基本解决了井下大块矿石的破碎问题。