

湿式永磁强磁选机分选赤铁矿石试验研究

曹志良¹ 徐永仁¹ 詹海青² 黎贵亮²
(1. 长沙矿冶研究院; 2. 昆钢上厂铁矿)

摘 要 介绍了广义分选空间湿式永磁强磁选机结构及工作原理,采用该机对昆钢上厂铁矿王家滩矿区赤铁矿石进行了分选试验。试验研究表明, - 6 mm 原矿经广义分选空间湿式永磁强磁选机一次粗选、一次扫选、一次精选分选,可获得铁精矿品位 53. 03%、回收率 83. 32% 的技术指标,为解决王家滩矿区赤铁矿石分选提供了有效途径。

关键词 赤铁矿 广义分选空间湿式永磁强磁选机 强磁选工艺

Experimental Research on Hematite Ore Concentration by
High Intensity Wet Permanent Magnetic Separator

Cao Zhiliang¹ Xu Yongren¹ Zhan Haiqing² Li Guiliang²
(1. Changsha Institute of Mining and Metallurgical Research; 2. Shangchang Iron Mine, Kun Steel)

Abstract The structure and working principles of the generalized separation space high intensity wet permanent magnetic separator are presented. It was used in the beneficiation test on the hematite ore from Wangjatan area, Shangchang Iron Mine, Kun Steel. As a result, an iron concentrate grading 53. 03% with a recovery of 83. 32% was obtained from a - 6 mm feed by one roughing, one scavenging and one cleaning separation process using this machine, thus providing an effective way for the beneficiation of the hematite ore of Wangjatan mining district.

Keywords Hematite ore; Generalized separation space wet high intensity permanent magnetic separator; High intensity magnetic separation process

昆钢上厂铁矿王家滩矿区有品位 35% ~ 41% 的赤铁矿储量 300 多万 t,一直未找到合适的技术进行有效的开发利用。2002 年长沙矿冶研究院研制成功广义分选空间湿式永磁强磁选机,2005 年 7 月 26 日在广西南宁通过专家技术鉴定。随后在有关铁矿和全国各锰矿得到大规模工业应用。

2006 年 5 月,昆钢上厂铁矿采取了有代表性矿样 2 100 kg 破碎到 - 20 mm,于 22 日运到了长沙矿冶研究院。首先取样进行工艺矿物学研究,然后根据矿石表面结构,将其全部破碎到 - 6 mm,采用广义分选空间湿式永磁强磁选机进行一次粗选、一次扫选、一次精选分选,获得了铁精矿品位 53. 03%、回收率 83. 32% 的技术指标。

1 矿石性质

矿石经破碎缩分后进行原矿多元素化学分析、铁物相分析和原矿筛析等测定工作。原矿破碎 - 6 mm 后的筛析结果见表 1。原矿多元素化学分析结果见表 2,铁的物相分析结果见表 3。

表 1 - 6 mm 原矿筛析结果

粒 级 /mm (目)	产率 /%		铁品位 /%		金属分布率 /%	
	个别	累计	个别	累计	个别	累计
+ 5 0	2. 23		36. 19		2. 27	
- 5 0 + 3. 3	18. 13	20. 36	33. 68	33. 96	17. 17	19. 44
- 3. 3 + 2. 0	27. 34	47. 70	32. 43	33. 08	24. 93	44. 37
- 2. 0 + 1. 0	6. 84	54. 54	31. 88	32. 93	6. 13	50. 50
- 1. 0 + 0. 5	9. 51	64. 05	32. 17	32. 82	8. 60	59. 10
- 0. 5 + 100	16. 34	80. 39	33. 18	32. 89	15. 25	74. 35
- 100 + 150	2. 52	82. 91	37. 60	33. 03	2. 68	77. 03
- 150 + 200	3. 27	86. 18	42. 90	33. 41	3. 94	80. 97
- 200 + 325	0. 89	87. 07	46. 96	33. 55	1. 18	82. 15
- 325	12. 93	100. 00	49. 09	35. 56	17. 85	100. 00
合 计	100. 00		35. 56		100. 00	

2 分选试验

试验均用 ϕ 300 mm \times 260 mm 广义分选空间湿式永磁强磁选机,有效分选长度为 150 mm。

曹志良 (1953—),男,长沙矿冶研究院选矿工程技术研究所,教授级高级工程师,410012 湖南省长沙市麓山南路 966 号。

表 2 原矿多元素化学分析结果 %

元素	TFe	FeO	Fe ₂ O ₃	SO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO
含量	35.81	3.01	47.85	42.02	1.37	1.51	0.70	0.16

元素	K ₂ O	Na ₂ O	P	S	As	烧失	TFe/FeO	碱性系数
含量	0.33	0.037	0.054	0.56	0.052	2.41	11.90	0.05

表 3 矿石中铁的化学物相分析结果 %

铁物相	磁铁矿	赤(褐)铁矿	碳酸盐	硫化物	硅酸盐	合计
含量	0.15	31.84	2.00	0.41	1.41	35.81
分布率	0.42	88.91	5.59	1.14	3.94	100.00

(1)广义分选空间湿式永磁强磁选机结构及工作原理(图 1)。为了千方百计地补偿磁场的不足,给矿方式采用上部给料。将永磁圆筒磁选机的分选箱密封后装满水,当物料给到正在水中运转的圆筒上时,由于磁场的作用和水的浮力,使物料分散,弱磁性矿物在磁力作用下顺着圆筒的旋转向精矿斗一边偏移,而非磁性矿物不受磁力的影响而沿圆筒直接向下沉降,进入非磁性物排矿料斗,从而实现分选。通过调整分矿板,可使物料获得最佳分选指标。

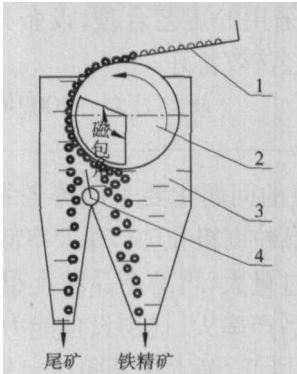


图 1 广义分选空间湿式永磁强磁选机结构及工作原理
1- 给料斗; 2- 分选筒; 3- 分选箱; 4- 分矿板

(2)不同粒度试验。根据矿石的表观结构,矿石首先要破碎到 - 6 mm 才能大部分达到解离。因此,将原矿破碎至 - 6 mm 和 - 5 mm,采用广义分选空间湿式永磁强磁选机进行一次粗选、一次扫选分选试验,结果见表 4

从表 4 可见,破碎到 - 6 mm 的选别指标无论是精矿品位还是回收率都较好,说明原矿破碎到 - 6 mm 是可行的,破碎粒度越粗,过粉碎就越少。因此,无论是试验还是将来生产,均全部破碎到 - 6 mm 进行分选比较有利。

(3) 6~ 0 mm 一次粗选、一次扫选、一次精选分

选试验。本试验的目的是既要保证精矿品位 55.00% 以上,同时也要保证回收率 80.00% 以上,试验结果见表 5

表 4 不同粒度湿式永磁强磁选机一次粗选、一次扫选选别指标

粒度/mm	名称	产率/%	铁品位/%	回收率/%
- 6	精矿	44.00	54.89	67.92
	中矿	7.56	47.22	10.04
	尾矿	48.44	16.18	22.04
	给矿	100.00	35.56	100.00
- 5	精矿	58.00	53.97	88.03
	中矿	6.64	44.41	8.29
	尾矿	35.36	3.70	3.68
	给矿	100.00	35.56	100.00

注: (精矿 + 中矿) 的铁品位 - 6 mm 时为 53.77%; - 5 mm 时为 52.99%。

表 5 6~ 0 mm 湿式永磁强磁机一次粗选、一次扫选、一次精选、中矿再选试验指标 %

批次	名称	产率	铁品位	回收率
1	精矿	46.74	57.28	75.29
	中矿	5.93	48.78	8.13
	尾矿	47.33	12.45	16.58
	给矿	100.00	35.56	100.00
2	精矿	46.50	57.38	75.03
	中矿	3.83	48.34	5.21
	尾矿	49.67	14.15	19.76
	给矿	100.00	35.56	100.00
3	精矿	50.01	55.20	77.77
	中矿	5.97	50.86	8.54
	尾矿	44.02	11.08	13.69
	给矿	100.00	35.56	100.00
平均	精矿	47.75	56.62	76.03
	中矿	5.28	49.33	7.29
	尾矿	46.97	12.56	16.68
	给矿	100.00	35.56	100.00

注: (精矿 + 中矿) 的铁品位分别为 56.23%、56.69%、54.74%、55.89%; 回收率分别为 83.32%、80.24%、86.31%、83.32%。

从表 5 可见,铁精矿品位达到了 55.89%,回收率达到了 83.32%, 6~ 0 mm 一次粗选、一次扫选、一次精选、中矿再选工艺的选别指标比较理想。

(4)中矿再选后的尾矿再磨再选试验。为了进一步提高回收率,对 - 6 mm 一次粗选、一次扫选、一次精选、中矿再选工艺后的尾矿再经磨矿(- 200 目占 70%)后,采用 Shp 湿式强磁机再选,分选结果见表 6。 - 6 mm 一次粗选、一次扫选、一次精选、中矿再选、尾矿再磨再选工艺连选试验流程见图 2。

从表 6 可见,中矿再选的尾矿经磨矿达 - 200 目占 70% 后,再经 Shp 湿式强磁选机分选能获得精矿品

位 57.00% 左右、作业回收率 30.00% 以上的指标。

表 6 中矿再选的尾矿磨细后 Shp

批次		产 率		铁品位	回收率	
		对作业	对原矿		对作业	对原矿
1	精 矿	15.13	0.73	56.91	32.42	1.65
	尾 矿	84.87	4.08	21.15	67.58	3.44
	给 矿	100.00	4.81	26.56	100.00	5.09
2	精 矿	26.64	1.83	57.52	54.31	2.96
	尾 矿	73.36	5.04	22.37	45.69	2.49
	给 矿	100.00	6.87	31.73	100.00	5.45

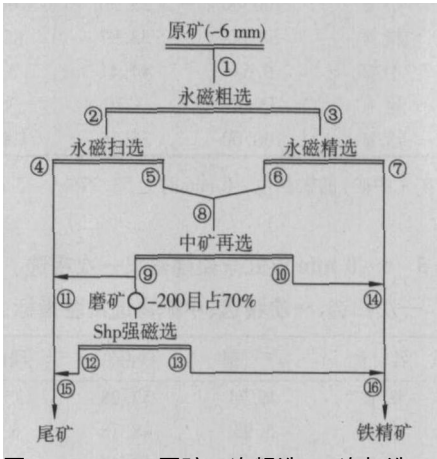


图 2 - 6 mm 原矿一次粗选、一次扫选、一次精选、中矿再选、尾矿再磨再选试验流程

图例：产率 $\frac{\text{品位}}{\text{回收率}}\%$ ；① $\frac{100.00 \times 35.56}{100.00}$ ，② $47.25 \frac{13.69}{18.19}$

③ $52.75 \frac{55.15}{81.81}$ ④ $40.10 \frac{9.33}{10.52}$ ⑤ $7.15 \frac{38.16}{7.68}$ ⑥ $5.00 \frac{41.11}{5.78}$
⑦ $47.75 \frac{56.62}{76.05}$ ⑧ $12.15 \frac{39.38}{13.46}$ ⑨ $6.87 \frac{31.73}{6.13}$ ⑩ $5.28 \frac{49.33}{7.32}$
⑪ $46.97 \frac{12.61}{15.97}$ ⑫ $5.04 \frac{22.37}{3.17}$ ⑬ $1.83 \frac{57.52}{2.96}$ ⑭ $53.03 \frac{55.89}{83.32}$
⑮ $45.14 \frac{10.79}{13.69}$ ⑯ $54.86 \frac{55.94}{86.33}$

从图 2 可见，- 6 mm 原矿经该机一次粗选、一次扫选、中矿再选，可获得铁精矿品位 55.89%、回收率 83.32% 的选别指标。如果将中矿再选后的尾矿经磨矿 - 强磁（图 2），则铁精矿品位 55.94%，回收率 86.33%。

3 结 论

(1) 6~ 0 mm 矿石经广义分选空间湿式永磁强磁选机一次粗选、一次扫选、一次精选分选试验后，获得铁精矿品位 55.89%、回收率 83.32% 的指标。

(2) 广义分选空间湿式永磁强磁选机是经 20 年的研究，于 2002 年研制成功的，2005 年 7 月 26 日通过技术鉴定。专家们评价该设备属国内外首创，具有国际领先水平，填补了 - 6 mm 弱磁性矿物没有湿式选别设备这一空白。已获 2006 年冶金行业科技进步一等奖。

(3) 本试验采用的工艺合理，设备先进。投产后运行费用低、经济效益好。

(收稿日期 2007-08-06)

(上接第 73 页)

(4) 重选作业的改造。增加螺旋流槽的台数，实现充分选别，将三段螺旋溜槽选别改为两段选别，及时调整螺旋溜槽的带宽，提高选别效率。

(5) 磁选细筛作业的改造。按推荐的阶段磨矿、粗细分选、磁选 - 重选联合流程进行改造后，磁选细筛设备台数将大幅度减少。因此可将 3 个系列的磁选作业集中一个厂房中的一至两个系列。

采用上述措施对现有流程进行改造后，3 个系列的磨矿和选别作业重新组合，提高了系列的互换性，提高了台时处理量和作业率，增加了原矿处理能力，年精矿产量可提高 10%。

5 结 论

本次研究通过对某选矿厂的流程考查发现，目

前该选矿厂存在的问题主要是破碎各系列各自独立，造成破碎产品粒度粗和选厂作业率低；一段磨矿粒度粗，再磨通过量大，再磨产品粒度粗；重选精矿产率低，中间产品产率大；选别设备能力不足、选别不充分；入筛品位低，筛上循环量大。针对上述问题，进行了实验室小型试验和连选试验，试验结果表明阶段磨矿、粗细分选、磁选 - 重选联合工艺流程通过粗细分选，消除了矿泥对螺旋流槽选分效果的不利影响，具有提高重选作业精矿产率、提高磁选作业给矿的细度和解离度、减少中矿量、选别充分、节约选别段数等优点，二段磨矿细度提高后，可减轻一段磨矿的压力，提高一段磨机的台时处理能力，使得整个工艺流程提高精矿产量 10% 以上。

(收稿日期 2007-07-18)

欢 迎 投 稿 欢 迎 订 阅