

磁选柱在含铁尾矿中的应用

陈昌明  
(安徽大昌矿业集团有限公司 安徽 霍邱 237462)

**【摘要】**国内某尾矿含铁 49.32%，主要铁矿物为磁铁矿，主要脉石为石英。用磁选矿回收该尾矿中的铁，试验结果为经一次选别品位达 65%以上，经二次选别精矿品位为 67%，且精矿产率、回收率指标亦较令人满意。因此，磁选柱可实现回收该尾矿中的铁的目的。但精矿中的含硫量高于冶炼要求，需另行处理。  
**【关键词】**磁选矿；尾矿；磁铁矿

国内某工厂是一家生产硫酸的化工厂，硫原料来自对某含硫矿石的浮选。该化工厂多年来一直靠浮选提硫，浮选尾矿则大量堆积贮存，目前贮量约有数千万吨。该尾矿含铁达 49.32%，含硫 1.48%，从资源的合理利用角度出发，应对该尾矿中的铁加以回收利用。基于开发此尾矿资源的目的，本文探讨了用磁选柱来回收这种尾矿中的铁的可行性。

**1. 矿石性质**  
该矿样是浮选含硫矿物的尾矿，尾矿中的主要金属矿物是磁铁矿，含极少量的赤铁矿、黄铁矿和磁黄铁矿；非金属矿物主要是石英，还含有少量的闪石类矿物和方解石。尾矿呈粉状，其中铁矿物多数已单体解离，连生体含量很少，且多是富连生体，有利于采用弱磁场磁选设备回收铁矿物。  
**2. 磁选柱简介**  
磁选柱是一种新型电磁式低磁场高效磁重联合选设备。设备主要结构部分为圆柱体，外部绕以线圈，由直流电源供电励磁。在柱内能形成顺序下移的磁力，磁性矿物在磁力和重力使用下，落入柱底并排出，非磁性矿物在上升水流作用下由柱顶溢流排出。  
磁选柱对全国各地多种磁铁矿进行了试验，取得了满意的结果，其中有些选矿厂在工业生产中已采用了磁选柱。目前磁选柱设备成型，正处于应用推广阶段。

**3. 矿样准备**  
首先对尾矿中大于 40 目粒子略作磨矿处理，降低大颗粒的粒度。预处理后的尾矿筛析结果如表 1 所示，该尾矿-200 目含量 47.12%，含铁 49.32%，含硫 1.48%。

表 1 入选尾矿粒度分析 ω/%				
筛径/目	产率	铁品位	铁分布	硫品位
-40	6.95	39.73	5.60	
-40+70	6.95	45.89	6.47	
-70+100	11.48	55.61	12.95	
-100+150	22.36	59.11	26.85	
-150+200	5.14	56.45	5.88	
-200+260	-200+260	51.31	25.77	
-260	22.35	36.48	16.53	
合计	100.00	49.32	100.00	1.48

由表 1 可见，铁集中分布在-70 目以下。另外，-260 目粒级有泥化现象。  
以实验室球磨机做磨矿细度试验，结果是磨矿时间为 30、60、75、90s 时，磨矿细度分别为-200 目含量 74.6%、81.6%、87.6%、91.2%。同时也发现该尾矿矿样非常易磨。

**4. 选别方案**  
我们设计了 3 种选别方案：磁选柱单一磁选；磁选柱连续二次磁选；磁块粗选+磁选柱二次精选。以下为 3 种选分方案的试验结果及分析。  
(1)磁选柱单一磁选。此试验结果表明，经磁选柱一次选别，精矿品位即可达到 65%以上，已能满足冶炼对铁品位的要求。但不足之处是，精矿产率、回收率有些低，产率不到 50%，回收率在 61%附近；另外，精矿中硫的含量仍高于冶炼要求。但磁选柱单一磁选试验可初步肯定，用磁选柱可以达到回收尾矿中铁矿物矿物的目的。

表 2 磁选柱单一磁选试验结果 ω/%

磨矿细度 (-200 目含量)	产物	产率	铁品位	铁回收率	硫品位	试验条件 (磁选柱)
76.4	精矿	45.44	65.65	58.65	0.476	I=1.5 W=15 T=3 t=2.40
	尾矿	54.56	38.55	41.35		
	给矿	100.00	50.86	100.00	1.48	
81.6	精矿	47.27	65.30	61.21	0.64	I=1.8 W=13 T=3 t=2.40
	尾矿	52.73	37.09	38.79		
	给矿	100.00	50.42	100.00	1.48	
87.6	精矿	47.43	65.51	61.12	0.546	I=1.8 W=13 T=3 t=2.50
	尾矿	52.57	37.50	38.88		
	给矿	100.00	50.79	100.00	1.48	
91.2	精矿	48.08	65.36	61.83	0.534	I=1.8 W=12.5 T=3 t=3.0
	尾矿	51.92	37.37	38.17		
	给矿	100.00	50.83	100.00	1.48	

注：精矿采用电炉烘干取样，因此含硫量较给矿下降较多。I—电流强度，A；W—上升水量，mL/s；T—磁场变换周期，s；t—操作时间，min。  
(2)磁选柱连续二次磁选。选别流程 I 见图 1。

磁选柱连续二次选别试验表明，①二次精矿品位比方案 1 的精矿品位提高了 0.5%以上，而且磨矿粒度越细，精矿品位提高幅度越大，如磨矿细度-200 目含量为 87.6%的给矿经磁选柱二次选别，精矿品位达到 67.14%；而同等条件下的一次选别精矿品位为 65.72%；②磁选柱二次选别的尾矿品位很高，达 50%以上，需另行处理(如返回一次再选)；③二次精矿的产率、回收率皆比方案 1 的精矿产率、回收率有所下降，而且给矿粒度越细，下降幅度越大；④精矿含硫量仍没降到冶炼的要求。综合以上分析，我们认为，方案 2 只在提高精矿品位上存在优势，在产率、回收率方面反而不如方案 1，故磁选柱应用的优势在于提高精矿品位。

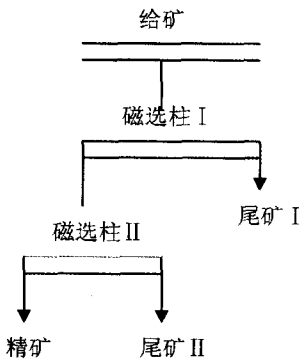


图 1 选别流程 I

表 3 磁选柱连续二次选别试验结果 %

磨矿粒度 (-200 目含量)	产物	产率	铁品位	铁回收率	硫品位	试验条件 (磁选柱)
76.4	二次精矿	46.65	65.74	61.04	0.47	I1=1.8 I2=1.0 W1=12.5 W2=14
	二次尾矿	6.98	51.78	7.19		
	一次精矿	53.63	63.92	68.23		

81.4	一次尾矿	47.37	34.42	31.77		I1=1.8 I2=1.0 W1=12.5 W2=14 t1=2.40 t2=2.13 T1=T2=3
	给 矿	100.00	50.42	100.00	1.48	
	二次精矿	46.00	65.80	60.55	0.62	
	二次尾矿	4.99	50.71	5.06		
	一次精矿	50.99	64.32	65.61		
	一次尾矿	49.01	35.08	34.69		
87.6	给 矿	100.00	49.99	100.00	1.48	I1=1.8 I2=1.0 W1=14 W2=14 t1=2.30 t2=2.13 T1=T2=3
	二次精矿	39.41	67.14	52.43	0.42	
	二次尾矿	7.24	57.99	8.32		
	一次精矿	46.65	65.72	60.75		
	一次尾矿	53.34	37.14	39.25		
	给 矿	100.00	50.47	100.00	1.48	

注：二次精矿采用电炉烘干取样，因此含硫量较给矿下降较多。I、W、T、t 符号意义同前。

(3)磁块粗选，磁选柱二次精选选别流程Ⅱ见图二。选别结果见表 4。

此流程中磁块粗选目的在于提高精矿产率和回收率，磁选柱的作用在于进一步提高精矿品位。

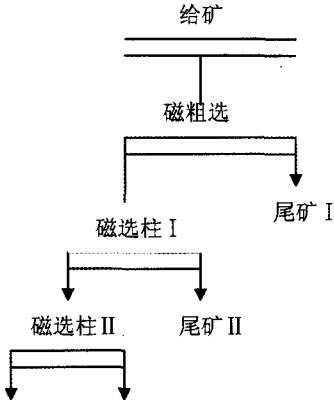


图 2 选别流程Ⅱ

表 4 磁块粗选、磁选柱精选试验结果 /%

磨矿粒度(-200 目含量)	产物	产率	铁品位	铁回收率	硫品位	试验条件(磁选柱)
81.6	粗选精矿	77.75	57.37	89.24		I1=1.8 I2=1.0 W1=14 W2=14 t1=2.30 t2=2.13 T1=T2=3
	粗选尾矿	22.25	24.17	10.76		
	二次精选精矿	54.81	65.78	72.36	0.93	
	二次精选尾矿	2.64	53.25	2.83		
	一次精选精矿	57.45	65.20	75.19		
	一次精选尾矿	20.06	34.90	14.05		
	给 矿	100.00	49.98	100.00	1.48	
	粗选精矿		57.83	88.72		

87.6	粗选尾矿		24.57	11.28		I1=1.5 I2=1.0 W1=17 W2=18 t1=5.45 t2=4.50 T1=T2=3
	二次精选精矿	25	66.03	73.11	0.94	
	二次精选尾矿	18.72	53.24	2.86		
	一次精选精矿	100.00	65.44	75.97		
	一次精选尾矿		34.17	12.75		
	给 矿		50.17	100.00	1.48	
91.2	粗选精矿	76.64	58.45	88.75		I1=1.5 I2=1.0 W1=17 W2=18 t1=5.50 t2=5.05 T1=T2=3
	粗选尾矿	23.36	24.31	11.25		
	二次精选精矿	54.69	66.13	71.66	0.89	
	二次精选尾矿	2.61	53.99	2.79		
	一次精选精矿	57.30	65.58	74.45		
	一次精选尾矿	19.34	37.34	14.31		
	给 矿	100.00	50.47	100.00	1.48	

注：二次精矿采用自然晒干取样，实验条件中各符号意义同上。

从方案 3 的试验结果看出，①当磨矿细度为-200 目含量 81.6%、87.6%、91.2%时，得到的二次精矿铁品位分别为 65.78%、66.03%、66.13%；产率分别为 54.81%、55.56%、54.69%；回收率分别为 72.36%、73.11%、71.66%。而方案一的相应磨矿细度下的精矿铁品位分别为 65.30%、65.51%、65.36%；产率分别为 61.12%、61.83%。方案 3 和方案 1 对比，无论是精矿品位、产率、回收率均占优势，因此方案 3 最具实际应用价值。当然，如果精矿品位只设计在 65%，那么方案 3 可以只采用一次磁选柱粗选，则精矿产率、回收率还可以提高一些，设备费、操作费等费用还可以降低，选矿效益更佳；②对二次精矿采取自然晒干取样，化验其硫品位在 0.9%附近，这比方案 1、2 所用电炉烘干取样的精矿硫品位高得多。这是因为给矿中含少量磁黄铁矿及黄铁矿，磁黄铁矿的磁性其中铁的含量的增多由弱变强，黄铁矿则不具磁性，磁选柱将强磁黄铁矿选矿精矿，也可能使精矿中夹杂一些弱磁性的磁黄铁矿或黄铁矿。正是由于磁黄铁矿、黄铁矿中含有硫元素，才使磁选柱精矿中含一定量的硫成分。当采用电炉烘干取样时，磁黄铁矿受热分解，黄铁矿氧化分解，使一部分硫份挥发，所以精矿采用电炉烘干取样时其硫份含量降低；而精矿采用自然晒干取样时，因温度低，不足以氧化分解硫，所以其精矿含硫量较高。

5. 结论

(1)从以上 3 个方案看出，不管采用哪个流程，采用磁选柱选别皆可获得 65%以上的铁精矿，铁品位达到了冶炼要求，因此可采用磁选柱处理该尾矿。

(2)经化验，精矿中 P、SiO2 含量均在冶炼要求范围内，但硫份含量高，超出了冶炼要求，因此如何降低铁矿中的硫含量是个关键。

6. 建议

(1)回收该尾矿中的铁可以采用磁选机粗选，磁选柱精选(一次精选或二次精选)的流程。

(2)精矿降硫可采用焙烧脱硫，或采用配低硫铁精矿的办法来实现，以满足冶炼要求。

【参考文献】

[1]刘秉裕.磁选柱的研制及应用.金属矿山,1995(7):33-37.

(上接第 59 页)饮食习惯得到了改善，基本上杜绝了暴饮暴食和不规律的运动习惯。体脂肪量下降了 4.0kg，而除脂肪量在经过长期运动之后有了小幅度的提升，增强了身体素质和技能。总之，有规律的生活习惯可以有效预防减肥后脂肪的反弹。

3. 结论

3.1 运动性减肥通过训练增加能量的消耗，同时加以合理的饮食调整，往往可以获得较佳的减肥效果。从实验数据的比较中发现有氧运动减肥可以改变体脂含量，增强身体机能，改变身体形态和规律生活习惯等以达到减肥的目的。

3.2 有氧运动的具体实施措施要科学，这样可以达到较理想的效果。

3.3 制定减肥运动处方之前应进行严格的体格检查和体能测试，在此基础上根据体育专业学生的身体，生理状况制定合理的行之有效的运动处方。运动减肥的效果有赖于所采取的运动方式，运动强度，运动时间及运动频率等。

【参考文献】

[1]邓树勋,王健,乔德才.运动生理学[M].北京:高等教育出版社,2005:228-268.  
[2]刘琴芳.运动减肥的机制及运动处方[J].中国体育科技,2002,38(11):61.  
[3]王瑞元.运动生理学[M].北京:人民体育出版社,2002:407-420.