

第三届全国磁选重选设备 及工艺学术研讨会 论文集

中国有色金属学会选矿学术委员会
中国有色金属学会冶金设备学术委员会
中国选矿科技情报网选矿设备网
中国有色金属工业总公司选矿情报网
中国选矿科技情报网

1991年

目 录

磁 选

1. 用旋转磁场磁选机提高磁铁矿精矿质量的应用研究.....
.....北京矿冶研究总院 刘永振 (1)
2. 云锡磁选技术应用与精矿工艺研究云南锡业公司研究所 顾艳卿 (5)
3. 钽铁硼的磁性能测定及其在磁路设计中的应用.....
.....广州有色金属研究院 赖国新 张洪柱 (11)
4. 磁选在云锡难选砂矿选厂产品结构改革中应用的试验研究.....
.....云南锡业公司研究所 高乔林 顾艳卿 (14)
5. CT—1416永磁磁滚筒在鲁中冶金矿山公司的应用.....
.....北京矿冶研究总院 陈 雷 (19)
6. 永磁筒式磁选机在多金属硫化矿选厂的工业应用试验.....
.....大厂矿务局 邬清平 刘勇 (25)
7. I/I QCG型湿式电磁感应辊强磁选机的研制和初步应用.....
.....北京矿冶研究总院 梁殿印 (30)
8. CTDY—1214型移动式大块干式磁选机的研制.....
.....北京矿冶研究总院 罗秀建 任晓阳 王克定 罗万林 (35)
9. 无磁铸铁在磁选设备上的应用.....
.....北京矿冶研究总院 罗秀建 任晓阳 罗万林 王克定 (39)
10. 磁种团聚——高分子絮凝联合作用处理弓长岭重选车间细粒尾矿.....
.....东北工学院 胡筱敏 罗 茜 张维庆 (41)

重 选

11. 国内外新型重力选矿设备的研制及使用概况.....北京矿冶研究总院 李正骅 (45)
12. 云锡重选技术改造研讨.....云南锡业公司 潘国柱 (60)
13. 旋转螺旋溜槽在黄金选矿中的应用.....
.....新疆有色金属研究所 杜国富 侯柱山 (69)
14. DL—2000大型螺旋溜槽在大厂矿务局车河选厂中的应用.....
.....北京矿冶研究总院 李 公 (75)
15. $\phi 940$ 毫米旋转螺旋溜槽在栾川钼矿综合回收白钨工业试验中的应用.....
.....长沙有色冶金设计研究院 刘启生 陈 宁 (87)
16. 移动式高富集比多功能选金机组的研究.....南方冶金学院 周定 陈致明 (91)
17. 水力旋流器湍流雷诺数与内部损失.....
.....东北工学院 徐继润 罗 茜 丘继存 (98)
18. YX—1型摇床头的研制.....云南锡业公司研究所 袁树云 (103)
19. 新型刻槽摇床.....云南锡业公司研究所 杨学宽 (110)

20. 离心选矿机最优化选矿的研究..... 昆明有色冶金设计研究院 刘先春 (117)
21. 用最陡坡法研究皮带溜槽选别难选锡矿泥的工艺操作参数.....
..... 云南锡业公司卡房采选厂 李正辉 (122)

重、磁联合工艺

22. 采用重磁浮联合工艺搞好难选残坡积砂锡矿的多金属综合回收.....
..... 云南锡业公司卡房采选厂 李正辉 (129)
23. 重磁浮联合工艺在锡氧化矿选厂的应用.....
..... 云南锡业公司卡房采选厂 徐朝刚 (134)

其 他

24. 提高山西省黎城县、左权县铁精矿质量初探.....
..... 安阳钢铁公司科技处 刘明生 李全英 (140)
25. 气力分级及其进展..... 北京矿冶研究总院 范象波 (145)
26. 高岭土提纯、煤的脱硫脱灰研究..... 西北有色金属研究所 李新民 (154)
27. 简易重选检测计量设备——计量器的初步实践.....
..... 大厂矿务局研究所 黄明昇 (157)

用旋转磁场磁选机提高磁铁矿精矿质量应用研究

北京矿冶研究总院 刘永振

一、前言

目前,我国磁选厂精选段分选仍采用传统的普通弱磁筒式磁选机,为了获得合格的铁精矿,一般采用两段或多段磁选机精选。由于精选段分选的矿物粒度较细、铁品位较高,且经过了多次磁选,磁团聚现象十分严重。由于普通筒式磁选机筒内仅有3~4个固定磁极、很难把磁团聚裹夹的脉石抛除,以致于分选效率很低(一般为15~20%),精矿品位提高幅度较小(一般为0.3~1%)。随着炼钢业的发展,相应的要求精矿质量越来越高,为此选矿厂迫切需要分选效率高,分离效果好的精选设备,以便选矿厂在现有磨矿、分选条件下,将精矿品位再提高到一个新水平。

旋转磁场磁选机筒内高速旋转的磁系对磁性矿物产生的高频磁滚翻能有效地打破磁团聚,较充分地抛除磁团聚中夹杂的脉石和贫连生体,从而可获得高质量的铁精矿。多次工业试验表明:该机分选效率高,精矿品位提高幅度大,设备运行可靠,是磁选厂提高磁铁矿精矿质量的有效措施,尤其适宜焙烧磁铁矿的精选。

二、旋转磁场磁选机(简称精选机)的主要结构、技术特性

1. 主要结构

φ780×1800精选机主要由下面几个部分组成:永磁圆筒、精矿卸料装置,精矿冲洗水箱,槽体、机架和传动装置,精选机结构见图1。

2. 主要技术特性

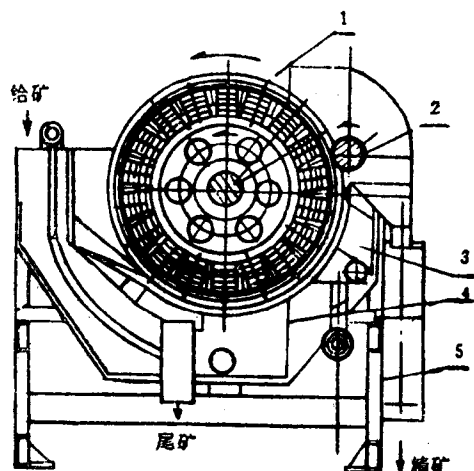
筒体直径 φ780毫米;筒体长度 1800毫米;

筒体转速 31转/分;磁系转速 135转/分;

卸料辊转速 940转/分;槽体型式 半逆流型;

处理量 磁铁矿20~30吨/小时,
焙烧磁铁矿~15吨/小时;筒体表面磁场强度 127千安/米(约1600奥斯特);

外形尺寸(长×宽×高) 3200×2015×1485;机重~5吨



精选机结构

1—永磁圆筒; 2—精矿卸料装置; 3—精矿冲洗水箱; 4—槽体; 5—机架。

图1

三、介绍精选机工业试验情况

北京矿冶研究总院于1973年开始了精选机的研制工作，于1975年先后研制成功了 $\phi 600 \times 300$ 毫米半工业型和 $\phi 780 \times 1800$ 毫米工业型永磁旋转磁场磁选机，并在首钢大石河选矿厂和南芬选矿厂完成了工业试验；1989年对 $\phi 780 \times 1800$ 精选机进行了改进，并在鞍钢齐大山选矿厂和大孤山选矿厂完成了工业试验。几次工业试验的结果都是令人满意的。下面简单介绍该机几次工业试验情况

1、1976年在首钢大石河选矿厂工业试验情况

1975年完成设备制造，为了考核设备的机械性能和分选效果，1976年在大石河选厂做了工业试验， $\phi 780 \times 1800$ 放置在第三段磁选作业并与同作业段 $\phi 750 \times 1800$ 普通磁选机对比试验，结果见表1。

表1

分选指标 设备类型	产品名称 给矿品位 (%)	精 矿			尾矿品位 (%)	选矿效率 (%)
		品位 (%)	回收率 (%)	提高值 (%)		
磁 选 机	61.99	63.57	99.74	1.58	5.81	17.25
	63.62	65.52	99.68	1.90	6.29	23.83
精 选 机	62.02	64.94	99.38	2.92	7.59	31.31
	63.62	66.56	99.45	2.94	3.03	36.19

由上表可见，磁选机精矿品位提高了1.58%和1.90%，而精选机精矿却提高了2.92%和2.94%，比磁选机净提高1.04~1.34%，两机作业回收率相当，精选机选矿效率几乎比磁选机高出一倍。

2、1976年在本钢南芬选矿厂工业试验情况

南芬选矿厂矿石性质比较复杂，有青矿、红矿和难选矿，随着选厂不断技术改造，76年精矿质量由63.50%提高到65%，但随着精矿品位提高，球磨机台时能力也不同幅度的有了降低。为了探寻在适宜的磨机能力下稳定生产，强化选别工艺，七六年进行了 $\phi 780 \times 1800$ 精选机工业试验。用精选机对磁选精矿再选，可获得最终精矿品位由65%提高到66%以上的好指标，平均提高了1%以上，而用磁选管分选平均仅提高0.63%。

另外，做了磨矿粒度对分选指标的影响试验，以青矿试验为例，要想取得普通磁选机精矿品位由65.22%提高到65.94%，磨机处理量必须由65.68吨/台·时降低到58.90米/台·时，降低了6.78吨/台·时。而采用精选机进行磁精再选，则可以保持磨机能力为65.68吨/台·时，最终精矿质量可达66.19%，回收率仅损失0.39%。由此可见，矿物的细磨是提高铁精矿质量的一个措施，但从产量、质量综合考虑，用精选机强化分别作业是提高精矿质量的有效途径。

3、1988年在齐大山选矿厂工业试验情况

由于齐大山焙烧磁铁矿的剩磁和矫顽力都比天然磁铁矿大，而比磁化系数较小，矿物在

多次磁选过程中磁化而产生的磁团聚夹杂现象比天然磁铁矿严重的多，致使精矿品位较低（在62%左右），铁精矿回收率比较低（在75%左右），用普通磁选机分选效果不佳，而用浮选方法又造成选矿成本高和污染问题。为此，厂方与我院合作开展了用精选机提高焙烧磁铁矿精矿品位的试验工作，连续运转试验1028小时，共取矿样493批，全部数据有效，综合指标见表2。

表 2

处理量 (吨/时台)	给矿品位 (%)	精 矿			尾矿品位 (%)	耗水量 (米 ³ /吨)
		品位 (%)	回收率 (%)	提高值 (%)		
15.18	62.48	64.29	96.90	1.81	33.23	3.19

连续运转试验结果表明：精选机能有效地打破磁团聚，获得的精矿品位和回收率以及设备的机械性能均达到了厂方的要求，为此厂方采用了流程改造所需要的全部精选机。

4. 1989年在大孤山选厂工业试验情况

大孤山选厂目前采用 $\phi 2$ 米磁力脱水槽作为最终精选作业，由于给矿量波动和矿石性质的变化，给脱水槽操作、管理带来了较大困难，经常出现“冒黑”现象，分选指标不稳定，影响了实际作业回收率。为此进行了用精选机取代脱水槽作业的工业试验，连续运转试验结果见表3。

表 3

处理量 (吨/台.时)	给矿品位 (%)	精 矿			尾矿品位 (%)
		品位 (%)	回收率 (%)	提高值 (%)	
21.33	63.86	65.69	98.96	1.83	17.58

虽然受到现厂试验条件限制，精矿冲洗水水压不足，给矿浓度较大等，一定程度上影响了分选指标，但就其连续运转试验指标可见，在作业回收率为98.96%的情况下，最终精矿品位可由63.86%提高到65.69%，提高幅度已相当可观；且精选机操作管理较方便，分选指标稳定，是有希望取代脱水槽的。

四、精选机分选效果评价

为了进一步评价精选机分选效果，我们对精选机的各产品进行了磁性、粒度和物相分析，为简单起见，本文仅介绍部分磁性分析情况。

磁选管通常被认为较理想的磁性分析仪器，其分选指标常作为比较和评价磁选设备分选效果的标准。

1. 精选机与磁选管对比试验

以在大孤山选厂工业试验为例，对比试验见表4

精选机获得的铁精矿品位高于磁选管，这种情况在历次的半工业和工业试验中已是普遍现象，而普通磁选机这种情况极少出现。

表 4

分选指标 设备类型	产品名称	给矿品位 (%)	精 矿			尾矿品位 (%)	备 注
			品位 (%)	回收率 (%)	提高值 (%)		
磁选管		64.52	65.79	99.32	1.27	16.96	111千安/米
精选机		64.22	65.89	99.01	1.67	18.26	

2. 精选机精矿、尾矿用磁选管分选

以在大石河工业试验为例，用磁选管分别对精选机和同作业普通磁选机的精矿、尾矿产品进行试验。结果见表5

表 5

分选指标 矿样种类	产品名称	给矿品位 (%)	精 矿			尾矿品位 (%)
			品位 (%)	回收率 (%)	提高值 (%)	
精选机	精矿	66.56	66.60	99.99	0.04	7.12
	尾矿	7.03	13.68	16.35	6.65	6.42
磁选机	精矿	65.52	66.88	99.69	1.36	8.66
	尾矿	6.29	30.02	8.50	23.73	5.86

从表5分析。可见，精选机精矿用磁选管分选品位仅提高0.04%，而磁选机精矿则可以再提高1.36%；精选机尾矿品位由7.03%仅提高到13.68%，而磁选机尾矿则可由6.28%提高到30.02%。矿相检查表明：精选机精矿中脉石和贫连生体夹杂比磁选机精矿中的夹杂明显减少。精选机尾矿中损失的铁主要为贫连生体，而磁选机尾矿中却损失了较多的单体铁矿物和富连生体。

分析表明：精选机的分离效果已基本上达到了最佳状态。不仅可获得高质量的铁精矿，而且可获得合格的尾矿，分选效果优于普通磁选机、分选指标可以与磁选管媲美。

五、精选机的应用前景

精选机的设计采用了一种新的分选机理，这种分选机理能有效地解决矿物磁团聚夹杂问题、可以明显的提高铁精矿质量；由于该机筒表磁场强度高，分选区间的磁场力远远大于普通磁选机，因而可获得合格的尾矿。该机的筒体采用金属材料制成，克服了玻璃钢筒体怕挤压、刮伤和制造费用高等缺点；该机还具有结构紧凑、运行可靠、处理量大等优点。选矿厂可用该机取代现有生产流程中精选段普通磁选机或用该机增加一段精选作业以达到进一步提高精矿质量的目的（一般可提高1—2%）。采用精选机强化精选作业，在获得与原流程相同的最终精矿品位情况下，由于降低了对入选粒度的要求，因而增加了磨机能力。在南芬选厂工业试验表明，使用精选机可提高磨机能力8~12%，同时减少了金属过磨损失，改善了过滤的

透气性。

选矿厂采用精选机，由于提高了最终精矿质量，因而可为选矿厂创造较大的经济效益。以在齐大山选厂的工业应用试验为例，用该机对焙烧矿磁选精矿再选，仅增加了一段精选作业，年获经济效益可达250多万元。

此外，精选机也是一种筒式磁选机，对矿石的适应性较强，适用于各种不同矿石性质的强磁性矿物分选，并可获得较好的分选指标和经济效益，因此它具有一定的使用前景。

六、结 语

用旋转磁场磁选机提高精矿质量的应用研究表明：该机是一种较好的用于磁铁矿选矿的精选设备；适用于-0.3mm粒度的矿物选别，可以明显地提高精矿品位；它在精选段作业分选效果优于磁选机，选矿效率几乎是普通磁选机的两倍；能获得接近、甚至超过磁选管分选的铁精矿品位，同时可以直接抛弃合格尾矿。该机的研制和应用成功将为磁选厂提高精矿质量发挥作用。

云锡磁选技术应用与精选工艺研究

云南锡业公司研究所 顾艳卿

概 述

云锡氧化锡矿，由于地质成矿原因，伴生有大量的铁矿物。无论选矿和冶炼过程，分离的主要杂质都是铁。是不同机理的两个铁、锡分离过程。用选矿分离的成本比用冶炼分离的成本低得多，因此选矿中的精选显得更加重要。

由于原矿性质变得更复杂、更难选，“一段”选矿法（即用重选直接产精矿）已无法保持原来的生产指标。有的选厂，不仅实收率下降，而且精矿质量也难于达标。因此“两段”选矿法（即产粗精矿再精选）已是“势在必行”。

引进湿式磁选技术，采用多种选矿方法联合选矿，适应原矿性质的变化，使选锡指标不致大幅度下降，是当务之急。十几年来，对各厂砂锡不同品位的粗精矿，进行了很多精选工艺研究，为工业生产提供了可靠依据。近年来随着矿石性质进一步的变得更难选，试验研究也随之深入。精选的入选品位也不断下降，从42%下降到37%，30%，直至目前的18%，15% 10%等。无论粗精矿品位高低，精选工艺中起主导作用的是磁选。辅以重选和浮选，提高精矿质量或综合回收伴生金属。

随着选矿发展，“磁选技术”已经在生产中发挥重要的作用，也被广大的生产指挥者和技术管理人员所掌握。目前实施全面改革产品结构，提高选矿回收率，具体方法是局部或全部的产出粗精矿再精选。因此对“磁选技术”的认识和精选工艺研究，是选矿技术的关键。

一、磁选技术与精选的关系

选矿流程的变革,取决于新的工艺、新的设备或某些药剂和技术的引入和使用。固定一种原理基础上的改进,也起一定进步作用,但是很有限,只有加入新的原理,才会发生较大的变化。云锡氧化矿流程能作较大的改革,主要是引入湿式磁选所致,因此对磁选技术的研究和应用特别重要。

我国湿式磁选机的快速发展,广泛的应用到有色金属选矿中。云锡自73年引进湿式磁选以来,对磁选与矿石之间的关系作了很多研究。残坡积砂锡矿和氧化脉锡矿中,含铁多,而且与锡石的比重差小,经过重力选别产出的精矿,当含锡在40—45%时,含铁仍在18—20%。如果含锡品位再下降,含铁品位还再增高,因此要提高锡品位,只有精选除铁。铁具有弱磁性。风化程度不同的铁矿,经测定其比磁化系数也不同,但是都在 $45 \times 10^{-6} \text{cm}^3/\text{g}$ (CGSM制) = $5.6 \times 10^{-7} \text{m}^3/\text{kg}$ (SI制) 上,能在0.8特斯拉以上的磁场中选出。因此磁选使用在精选流程中是实现精选的关键。

在精选流程中使用磁选,必须根据入选矿石的特性和产品要求而定,这就形成一套“磁选技术”。它包括磁选机使用在流程中的部位;磁选机的型式;磁选机的操作等几方面。

1. 磁选机使用在精选流程中的位置

从重选流程产出的粗精矿,只要是含锡品位在12%以上的,其矿石性质表现为含有大量的锡石单体,主要杂质是铁矿物,其中有部分铁染粘土(即风化较严重的疏松铁矿)、脉石和其他金属矿物微量。

根据试验和实践资料证明:湿式磁选过程必须满足矿石重力若干倍的磁力条件下才能实现。其倍数随粒度而变化,粒度细的磁力比值越大,详见表1。

表 1 湿式磁选磁力大于重力倍数

矿石粒度 (mm)	>0.3	0.3—0.074	<0.074
磁力倍数 (倍)	≥3—10	≥5—30	50—150

由此看来,磁选在粗粒级时进行更为有利。在上述粗精矿性质的情况下,精选应首先使用磁选分离。这就决定了磁选应该在精选流程的前部。而且在具有相当的磁场强度时,一次磁选可以使绝大部分的单体锡石进入非磁产品,成为锡精矿产出。如果有脉石、硫化物等非磁性矿物存在,而且含量多时,会影响锡精矿品位,需要预先除掉时,磁选的位置就变为浮选或重选之后。总之,磁选的位置是由入选矿石性质和磁选本身的性能决定的。

2. 磁选机的型式

磁选机就是利用磁性这一物理性质,从原料中分离出磁性与非磁性产品,因此磁选机的磁场强度强弱与磁场梯度大小,关系到磁选机分选矿物的种类和使用范围,同时也会影响到选别技术指标。

云锡铁矿为弱磁性矿物,使用强磁场磁选机。为了预先除掉重选厂带入粗精矿中的铁屑和少量的强磁性矿物,一般与弱磁机联用,成为弱磁—强磁选矿程序。要求强磁机的磁场强

度1.4特斯拉以上（选矿区最高场强值）。选别粒度范围在2—0.02毫米。具有选择性强、操作方便、运转可靠等优点。在我司生产中使用的有以下几种：

（1）湿式电磁感应辊式强磁场磁选机：该机为中粗粒磁选机，处理粒度为3—0.037 mm，最佳粒度为1.5—0.1 mm。当物料中强磁性矿物含量在5%以下时，前面可以不要弱磁机。使用于精矿精选工业生产中，也用于高锡高铁原矿的选矿流程中。最大的优点是不堵塞、操作方便，选择性强。缺点是处理能力低、对稍细粒的效果不好。磁感应强度1.4 特斯拉。

（2）立环磁选机： $\phi 1500$ 双立环磁选机，选别粒度在1—0.02 mm，为中、细粒磁选机。磁感应强度1.5特斯拉。在“锡富中矿精选”流程中使用多年，承担生产任务。与弱磁机联用。该机最大的优点是环体垂直转动，磁性介质在环中滚动，破坏了由于磁感应所产生的磁定向排列，起到消磁作用。同时由于球介质相互松动，容易排除草渣和个别粗粒强磁性矿物，避免了磁性堵塞。其缺点是，因磁性介质是球，夹带较严重。如果磁性产品还需再处理时，此缺点即不存在。

（3）平环磁选机：平环磁选机使用齿板介质。选别粒度为小于1 mm，回收粒度下限可到0.02 mm。磁感应强度1.7特斯拉。用于粗精矿精选流程中，间隙生产三年左右。该机对给矿物料粒度和强磁矿物含量要求严格控制，除了必须与弱磁机联用外，还要与特定粒度的“返冲筛”联用。即形成返冲筛—弱磁机—平环强磁机的组合型式。最大的优点是场强度高，处理能力大，非磁产品比较纯净，而且易于控制。操作方便，指标稳定，缺点是齿板易堵塞，附属设备多。

3. 磁选机操作

“磁性分离”是属于不同矿粒的物理分选，是作用于矿粒上几种力（即磁力、重力和摩擦力、引力和斥力等），对不同磁性的矿粒产生不同的影响。

“磁选”就是利用各种矿物具有的磁性差异，在一定的磁场作用下，受磁力大小不同进行分选的。因此要取得好的磁选效果，磁选机的操作尤为重要。

磁选机的操作主要是根据矿石性质，改变磁选机的参数来进行的。矿石性质中影响磁选效果主要是矿石粒度、磁性矿物的性质和含量两个方面；磁选机的操作参数中主要是磁场强度。粒度：粒度稍粗的矿粒易选，粒度细的难选。这是因为湿式分选中，矿粒之间的吸引力，对分选没有任何影响。但是当粒度减小时，另一种附加力显示出来，这就是内部运动阻力增大。磁选过程中，在磁力和机械力的作用下，由于细矿粒受到的运动阻力比粗矿粒大，所以细矿粒比粗矿粒运动得慢。若矿浆在磁场中停留的时间较短，细粒磁性矿物来不及从矿浆中分选出来。因此，即使在较大的磁场力作用下，选别指标也不会很好。

磁性矿物的性质和含量：磁性矿物的性质主要是指比磁化系数。比磁化系数高的易选，所需要的场强也低，反之亦然。当物料中磁性矿物含量增多时，必须提高场强、同时减少处理量，才能稳定指标。因为一定的分选区间和一定的磁场力作用下，只能捕掠到一定数量的磁性矿粒，磁性矿粒过多时，不能附着在捕掠体（介质或感应辊齿尖）上的磁性矿粒混入非磁产品中，降低了选别指标。

上述情况表明，熟悉磁选机的性能，充分掌握矿石性质是搞好磁选操作的前提。

二、含锡30%左右的粗精矿精选工艺研究

试验用料来自四个砂锡选矿厂的次精矿选别系统。粗精矿品位为29.72%，含铁28.29%。代表着云锡砂矿的综合粗精矿性质。多元素分析见表2、单体解离情况见表3，矿石粒度组成见表4。

试验目的在于寻求取得最佳指标的最简工艺，此工艺也能适应粗精矿品位下降到20%，15%左右的粗精选。采用磁—重联合选矿，具体流程设计为：产高级精矿流程（图1）；有磨矿产合格精矿流程；（图2）无磨矿产合格精矿流程（图3）。经过试验可以达到下述三个目的：

1. 产高级精矿与产合格精矿的流程指标的比较。2. 产合格精矿有磨矿和无磨矿的指标比较。3. 磁选机的位置探讨。

表 2 粗精矿多元素化学分析

元 素	Pb	As	CaO	MgO	SiO ₂	Cu	WO ₃	Al ₂ O ₃
含量 (%)	6.82	0.513	0.35	0.125	0.95	0.228	1.14	1.31

表 3 锡石游离率 (%)

粒度 (mm)	+0.5	0.5—0.2	0.2—0.074	0.074—0.052	0.052—0.037	合计
单体	58.50	75.00	90.00	94.40	99.10	85.42
结合体	41.50	25.00	10.00	5.60	1.90	14.58

在矿物组成研究中，除锡石、铅矿外，铁矿物含量占57%。还有少量的黄铁矿、黑钨矿、白钨矿、锰结核和脉石矿物。

矿石粒度均在1mm以下，大于0.074mm的占70%，金属占有率为73%。小于0.037mm的含量很少。

表 4 矿石粒度分析

指 标 级别(mm)	r (%)	β %		ε %	
		Sn	Fe	Sn	Fe
+0.5	0.35	39.29	20.39	11.04	5.89
0.2	14.44	41.92	19.20	20.37	9.59
0.074	46.71	20.55	36.00	32.29	58.19
0.052	25.13	33.89	25.65	28.66	22.48
0.037	5.09	43.03	20.50	7.37	3.61
—0.037	0.28	28.66	24.21	0.27	0.24
合计	100	29.72	28.90	100	100

锡石在0.5mm以上的结合体较多，达41.5%，0.5—0.2mm的也还有25%，其结合形式多见图4电子探针照片。随粒度减小，锡石游离率增高。

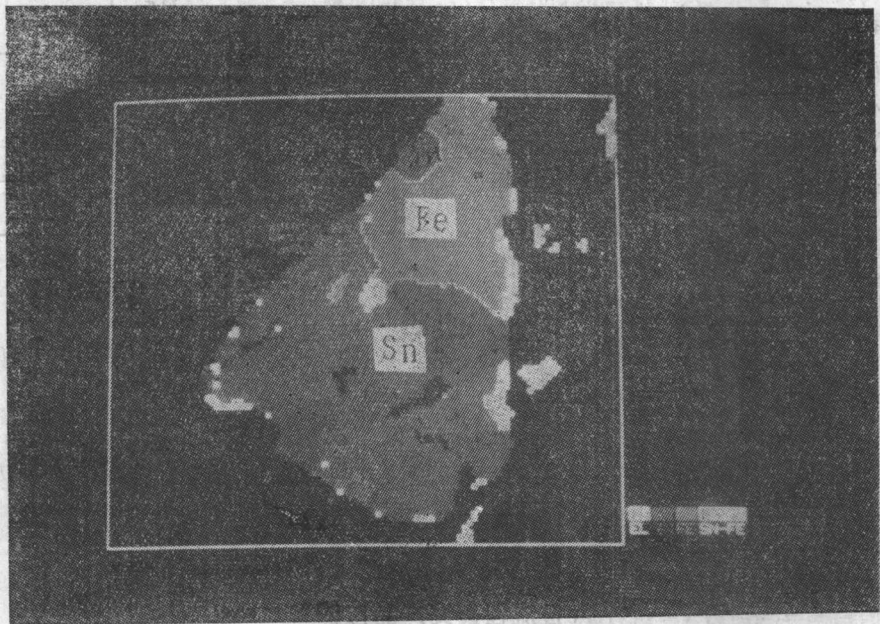


图4 锡、铁结合状态图

(电子探针照片) 红色为锡石，绿色为铁矿、白色为孔洞或粘胶。

以上矿石性质分析表明：锡石游离率较高平均达85.42%，但仍存在一定的结合体。主要杂质是氧化铁矿，这就决定了首先应采用磁选除铁，一次即可产出大部分锡精矿。但要增加磨矿和扫选作业。按规定含锡50%的为“高级精矿，含锡40%以上的为合格精矿”。经过各流程试验，得出表5的最终结果。

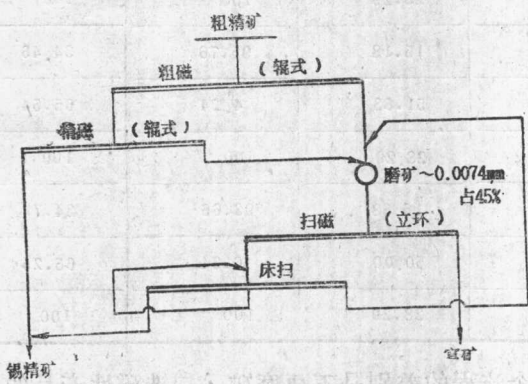


图1 产高级精矿精选流程

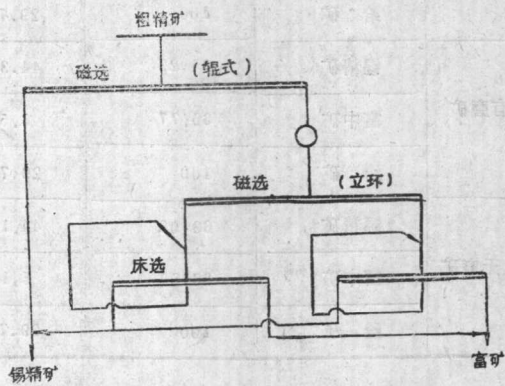


图2 有磨矿产合格精矿精选流程

产高级精矿流程 (图1)，用粗粒磁选机一粗一精的磁选流程直接产出含锡51.72%，回收率占83.17%的高级精矿。磁性产品合并磨矿后用立环磁选机选出磁性产品为富中矿 (精选尾矿)，非磁产品用摇床扫选一次，产出精矿，最终锡精矿品位为51.11%，回收率为94.24%

流程特点为粗粒磁选机联选产高级精矿、细粒磁选机丢尾矿、同时给摇床的给矿物料增加了可选程度，有磨矿使结合体得到充分分离，因此保证了最终精矿的质量和数量。

有磨矿产合格精矿流程（图 2）：首先用辊式磁选机一次即可产出含锡44.37%，回收率占88.46%的合格精矿。磁选产品磨矿后，用立环磁选机分为磁性、非磁性两种产品，分别用摇床扫选一次，产出精矿和富中矿（即精选尾矿）。摇床次精矿返回本作业。其特点是尽可能在一次磁选产出绝大部分锡精矿；扫选作业前用磁选作辅助，目的在于改变摇床给矿的物质组分，即非磁性因为除掉大量的大比重铁矿，锡石与轻比重铁矿物之间的比重差增大了，使摇床提高了分选效率；磁性产品则集中了大量铁矿，其粒度稍粗，裹夹在其中的锡石粒度较细，选别因素中增加了两种矿物粒度差异，摇床也能进行分选。全流程最终达到锡精矿品位44.31%，回收率95.76%。其余为富中矿。

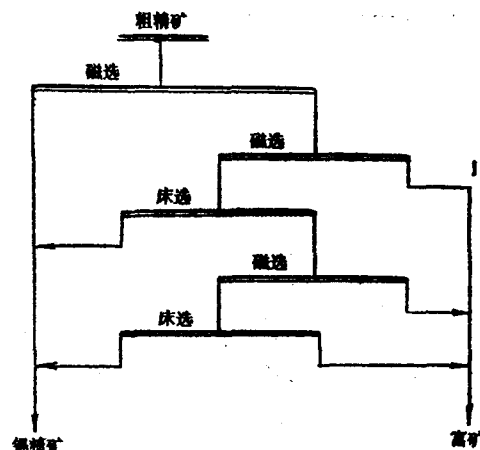


图3 无磨矿合格精矿精选流程

表5

各流程最终产品指标

指 标 产品 流程		I %	β %		ε %	
			Sn	Fe	Sn	Fe
高级精矿	锡精矿	54.80	51.11	8.98	94.24	17.39
	富中矿	45.20	3.79	51.70	5.76	82.61
	给 矿	100	29.72	28.29	100	100
有磨矿	锡精矿	64.23	44.31	15.18	95.76	34.46
	富中矿	35.77	3.52	51.83	4.24	65.54
	给 矿	100	29.72	28.29	100	100
无磨矿	锡精矿	63.08	44.13	15.58	93.66	34.74
	富中矿	36.92	5.10	50.00	6.34	65.25
	给 矿	100	29.72	28.29	100	100

无磨矿产合格精矿流程：该流程与前一个流程的差别是不要磨矿，扫选磁性产品的流程变为磁重—磁重。全流程可达锡精矿品位42.17%，回收率95.23%。其特点是不 要 磨 矿 作 业，用磁选丢尾矿。

以上三个流程结果表明，含锡29.72%的粗精矿精选工艺，应以磁选为主。用磁选一次或两次即可选出合格精矿或高级精矿。如果产高级精矿时，磁性产品必须磨矿，用磁—重流

程扫选。流程中不设磨矿作业时，即使只产合格的精矿，指标都比有磨矿作业的低，特别是精矿品位难以提高。在入选粗精矿品位下降时，磨矿作业的作用就显得更加重要。

三、结 语

云锡引进湿式磁选研究工作已经十几年，在大量的试验和生产实践中，掌握了应用规律。由于湿式磁选进入氧化矿选矿流程，给改革选矿流程具备了条件。特别在目前原矿性质更加复杂多变的情况下，使用联合流程、改革产品结构，提高选、冶回收率，成了势在必行。

大量的资料证明，降低重选精矿品位，产粗精矿，回收率可大幅度提高。矿石性质越难选，相对提高的指标越高；实践资料还证明，磁—重联合的精选流程，都可以将一定品位的粗精矿分选为高级精矿和富中矿两种产品或合格精矿和富中矿两种产品。如果入选品位低时（13—18%）还要增加一个贫中矿产品。总之精选后入选的全部金属都进入产品（除微量的精选损失外）。产品结构改变了，选、冶回收率提高了，经济效益也增加了。这是云锡选矿中目前唯一可行的技术措施。

钕铁硼的磁性能测定及其在磁路设计中的应用

广州有色金属研究院 赖国新 张洪柱

一、引 言

随着科学技术的发展，高性能新型永磁材料的不断研究成功，其中钕铁硼永磁材料又号称为磁性材料之王，它的磁性能已超过一般铁氧体的十倍以上，最高的已达到52兆高奥，（416KJ/m³）这就为开拓钕铁硼的应用研究提供了基础，同时由于国内电力、能源的紧张，在生产实际中迫切需要一大批高效、节能的新型永磁选机，利用钕铁硼的高磁能积就可能设计出能满足生产实际需要的高效新型磁选机。

二、钕铁硼的一些磁性能测定

1. 磁场强度与磁块叠层数的关系曲线

为了磁路设计的方便，对钕铁硼磁性材料的一些基本磁性能进行了试验测定，采用的试样是广东肇庆市京粤磁厂生产的牌号为FN37钕铁硼（磁能积为37兆高奥，（296KJ/m³）几何尺寸为50×40×15），测定了磁块叠层数（高度）与磁场强度的关系曲线（N—H曲线），如图1所示，从曲线可直观地结论：出得磁场强度随叠层数增加而增加，当叠层数在三块前（45mm），磁场增加的幅度较大，当磁块增加到五块后，由于钕铁硼磁体达到磁饱和，即使继续增加磁块数量，而磁场强度也不再增加，所以建议设计钕铁硼磁系的叠层高度在五块（75mm）以下，从曲线的形状也可以看出基本上和铁氧体组成的曲线相似。

2. 磁场特性曲线

(1) 磁块的磁场特性分布

采用前面所述的试样在磁块50尺寸方向上均分6个测试点, 分别测定了一块、两块、三块磁体相叠时磁体的磁场特性曲线如图2、图3、图4所示, 三个图中的曲线1: 表示磁块表面场强分布线, 2: 表示距磁块表面5mm时场强分布曲线, 3: 表示距磁块表面30mm时场强分布曲线。从曲线可以看出, 在磁块表面磁场分布不太均匀, 两端高些, 中间低些, 就象一个螺线管; 离开磁块表面磁场下降, 但分布较均, 从图4可以看到当磁块叠层增加到三块时, 磁块表面磁感应强度可达560mT, 离开磁块表面30mm时, 平均磁感

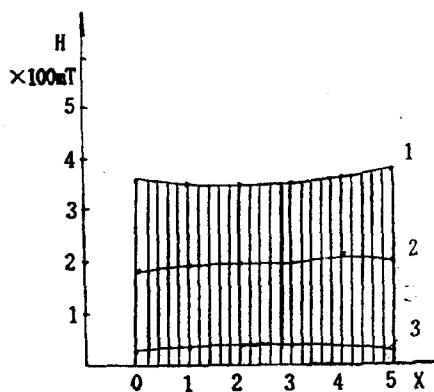


图2

应强度仍可达到80mT, 这对于铁氧体、稀土磁性材料来说是远所不及的, 利用钹铁棚的这些磁场特性, 就可以设计出较一般的永磁磁系场强更高, 磁场深度大得多的永磁磁系

(2) 磁块的气隙——磁场曲线(1—H曲线)

将磁块分别相叠一、二、三块, 测出其表面的气隙1—H磁场曲线, 如图5所示, 这条曲线类似于电磁系的电流—磁曲线, 利用这个特性就可以设计出可调磁系场的永磁磁系来满足矿石磁性的多变需求。

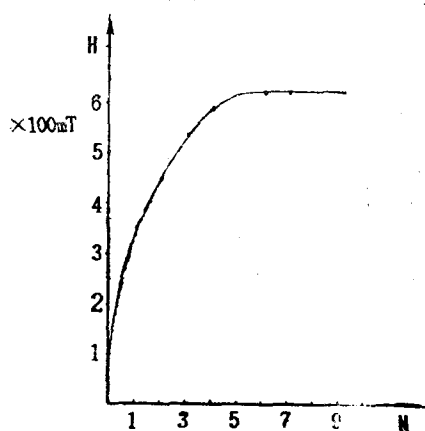


图1

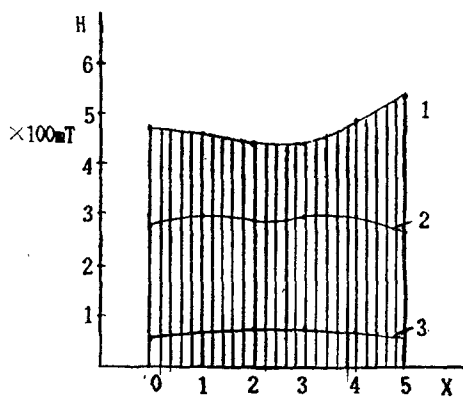


图3

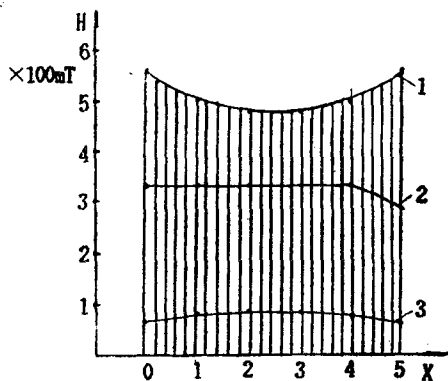


图4

1. 单体磁块的 $l-H$ 曲线;
 2. 两件磁块相叠时的 $l-H$ 曲线;
 3. 三件磁块相叠时的 $l-H$ 曲线。
- 三、钕铁硼在磁路设计中的应用

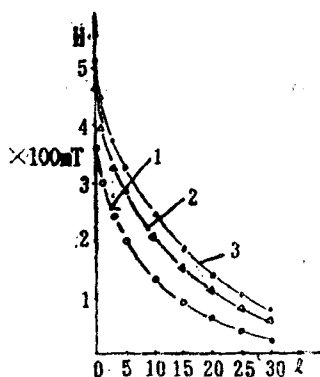


图5

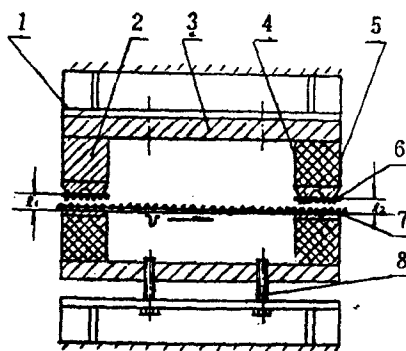


图6

1. 机架; 2. 钕铁硼; 3. ferrite; 4. 齿板; 5. 小 ferrite;
6. 卸矿皮带; 7. 给矿皮带; 8. 调节螺栓

利用钕铁硼的以上磁场特性, 设计出了如图6结构简图所示的永磁磁系, 这种磁系适用于干湿式磁选作业, 由给矿皮带7给矿, 在磁系中设置了一个齿板 ferrite 使分选空间产生一个沿着齿板方向的磁场梯度, 这样磁性产品就可以被吸附在齿板上的卸矿皮带上带出, 另外在磁系中设计了多个分选空间, 每个分选空间设置不同的磁场级别以适应一些比磁化系数较宽的矿物分离需要, 同时在磁系中设置了调节螺栓8, 可以方便地调节每个分选空间的气隙, 从而达到调节分选空间磁场强度的目的, 以便满足不同矿物不同粒度的分离需要, 其气隙—磁场变化曲线如图7所示, 当气隙 $l=6$ 时, 磁感应强度 H 高达 1100mT 。采用该磁系结构试制的B—400交叉带式磁选机经分选钕铁矿小试取得了满意的分离效果, 比类似的电磁选机节电4.5—13倍。

四、结 论

1. 对FN37牌号的钕铁硼磁块的研究, 得出了磁块磁场特性曲线, 这些曲线对研制钕铁硼永磁磁系有一定的指导意义。
2. 采用钕铁硼磁体设计的永磁磁系, 其磁感强度已达到 1100mT , 这是一般磁性材料所达不到的。
3. 所设计的多磁场区可调磁场永磁磁系可适用更多的矿物分离需要。
4. 采用更高磁能积的钕铁硼磁体, 进行更深入的磁系结构研究可望设计出高达

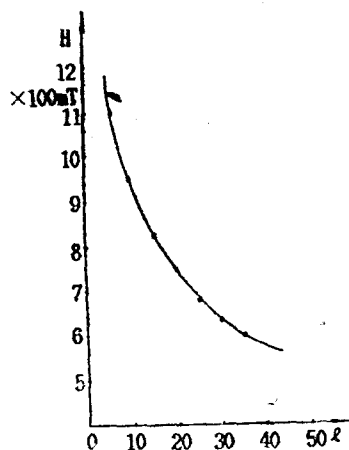


图7

1800mT以上的大分选空间的永磁强磁选机,这些磁选机可以在某些领域代替现有的强磁选机(电磁)。

磁选在云锡难选砂矿选厂 产品结构改革中应用的试验研究

云南锡业公司研究所 高乔林 顾艳卿

一、前 言

云锡公司的原矿性质从六十年代以后,逐步向贫、细、杂、难变化。特别是锡石粒度变细,各种铁矿物含量增多,锡、铁致密共生,使云锡公司的锡选矿回收率逐渐下降。为了扭转这种局面,近年来云锡公司一直在进行着选矿厂产品结构改革的研究工作,其目的在于寻找选矿厂既经济,又合理的产品结构方案及其实现的途径,以提高云锡公司的选矿回收率。

在云锡公司的选矿厂中,某难选砂矿选厂出现的原矿性质最为复杂,可选性极差,不仅回收率低至30%左右,而且精矿质量也得不到保证。所以,产品结构改革的研究工作,就从该难选砂矿选厂矿砂系统的粗精矿性质分析入手,关系用以磁选为主的重磁浮联合选矿工艺,进行了粗精矿精选的试验研究。

二、云锡难选砂矿选厂矿砂系统粗精矿性质分析

试料是在云锡某砂矿选厂矿砂系统的精矿品位全面降低的情况下,连续接取10个班而取得的粗精矿,重量约1600千克,粗精矿对原矿的回收率为46.32%。粗精矿经混匀、缩分、取样,作了多元素化学分析、粒度分析、物相分析、锡石单体解离度分析和矿物组成分析等。

1. 多元素化学分析

表 1 多元素化学分析

元素	Sn	WO ₃	Fe	S	Cu	Zn	Pb
品位(%)	15.42	2.51	39.90	4.14	0.408	0.407	3.92
元素	Bi	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	
品位(%)	0.140	0.701	2.29	1.56	0.875	0.25	