

永磁辊式强磁选机研制及应用

赵瑞敏 董恩海

(北京矿冶研究总院, 北京 100044)

摘要 针对当前对非金属行业除铁提纯以及弱磁性矿物分选的需要,研制了RGC型永磁辊式强磁选机。通过对红柱石、石英砂、刚玉磨料以及锰矿的工业应用与试验表明,该型永磁强磁选机结构设计合理,分选指标良好。

关键词 永磁 强磁选机 除铁 弱磁性矿物 辊式

中图分类号: TD924.1+1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8098(2009)01-0064-03

Development and Application of High Intensity Permanent Magnetic Roll Separator

Zhao Ruimin Dong Enhai

(Beijing General Research Institute of Mining & Metallurgy, Beijing 10044)

Abstract The RGC serie high intensity permanent magnetic roll separator is developed to meet the need of purifying of non-ferrous metal ore or separation of weak magnetic ore. The different separation experiments and applications are done on andalusite, quartz sand, corundum abrasive and manganese ore. It shows that the separation results are excellent and the equipment structure is reasonable.

Key words permanent magnetite high intensity magnetic separator purifying weak magnetic ore roll

近几年来,我国的非金属矿行业发展非常迅速,对非金属矿产品的质量要求也越来越高。对大多数非金属产品而言,含铁杂质是其最主要同时也是最有害的杂质成份。在一些行业如玻璃、陶瓷原料、耐火材料等应用领域,对矿物原料进行除铁降杂已成为必须的工艺要求。这些行业非常需要适合非金属矿除铁去杂的高效、低成本的相应分选设备。大量实践证明,采用干式强磁选除铁的方式,是非金属除铁提纯最有效、费用最低、工艺流程最简单的方式,最为用户所接受。

当前,对其他的弱磁性矿物例如锰矿、赤铁矿的磁分选中,多采用电磁式强磁选机。电磁强磁选机存在耗电高、易堵塞、成本高等问题,也迫切需要一种低成本、不堵塞的干式磁选设备。

1 强磁辊研制

1.1 辊体磁系设计思路 非金属矿物中铁主要分两种:破碎或磨矿(主要是磨矿)中混入的机械铁以及组成矿物本身的弱磁性铁矿物和强磁性铁矿物。对于机械铁而言,除铁比较容易,采用弱磁选机就可以将其分离。矿物本身的强磁性铁矿物分离效果由其解离度决定,如果破碎或磨矿后强磁性矿物已经解离,采用弱磁分选设备即可实现除铁提纯。最难于分离的是矿物中含有的弱磁性铁矿物,其分

选需要很大的磁场力,这就要求采用具有高场强和高梯度的强磁选设备来选别。同时,待分选矿物的力度范围可能比较大,所以也要考虑磁场的作用深度。

根据文献中[1]磁场力的公式 $F=\mu_0 X_0 H_0 \text{grad} H_0$ 可知,磁性颗粒受到的磁场力不仅与颗粒的磁化系数有关,还与磁场强度、磁场梯度有关。而高梯度和大的磁场作用深度是互相矛盾的两个指标,这就要求磁系设计中对各个指标给予充分的考虑以满足选别需要,选别强磁铁矿的常规磁系结构显然无法满足新的要求。在综合上述因素以及磁路基础性研究的情况下,强磁选机辊体磁系结构采用挤压磁系结构,用磁环同极性排列而成。磁极的极性是沿圆周方向和沿轴向相同。由于这样的磁系设计使磁系表面磁力线趋于均匀分布、圆周方向磁场强度变化不大,磁性颗粒不会发生磁翻转,可被牢牢地吸在辊体表面,强化了磁性矿物的分离作用,使磁性矿物充分与非磁性矿物有效分离。辊体结构示意图图1。

磁环由高剩磁、高矫顽力的高性能钕铁硼永磁材料制成,以保证具有高的磁场场强和一定的磁场深度,两个磁环之间是磁极,由具有良好导磁性能的纯铁材料加工而成。采用不同的磁环宽度与纯铁环宽度搭配组合,可以使磁辊表面形成不同的磁场强度和磁场分布以满足不同情况下的分选要求。目前RGC型强磁选机辊体表面工作场强大于13000高斯。

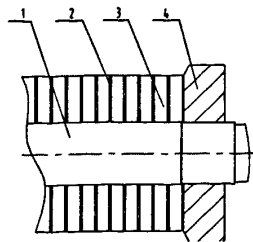


图1 辊体结构示意图

1-主轴; 2-磁极; 3-永磁磁体; 4-锁紧螺母

1.2 强磁选机结构与技术参数 图2为北京矿冶研究总院研制开发的工业应用2-RGC强磁选机的结构图,为上下双辊布置。分选物料通过给料斗2后被振动给料器3给到皮带5上,在重力、磁场力和离心力的综合作用下,磁性物被吸附后随着皮带继续向前运动直到离开磁场落入磁性物料斗,而由于非磁性物不受磁场力的作用,直接被抛入非磁性物料斗,磁性物和非磁性物得以分离。调整分矿板7的不同位置,可以得到不同产率和品位的产品。上下双辊磁环和纯铁位置互相错开以增加磁性物被捕收的机会。每个磁辊都配有一个调频器,这样可以根据物料的不同磁性、粒度以及料层厚度来调整磁辊的转速以满足不同的分选要求。设备采用整体密封方式进行粉尘污染控制,同时配有除尘接口4,便于粉尘的排出以减少对环境的粉尘污染。

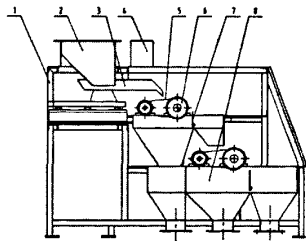


图2 强磁选机结构图

1-机架; 2-给料斗; 3-振动给料器; 4-排尘口; 5-皮带; 6-磁辊; 7-分矿板; 8-料斗

目前设备已经系列化,常用磁辊直径为120mm、150mm、200mm和300mm,长度系列为500mm和1000mm,表1列出了长度为1000mm时不同直径的技术参数,其中2-RGC表示双辊配置,实际生产中可以根据需要采用单辊或多辊配置。

1.3 强磁选机特点 辊体磁系结构特殊设计,分选磁场高,比磁力大,分选效果明显;入选粒度范围宽(0.1~20mm),分选效率高;设备有单辊、双辊和三辊配置,可实现一机多选;采用变频器调速,处理能力、料层厚度可调节;高性能永磁材料和高纯度纯铁,性

表1 常用辊式强磁选机技术参数

型号	辊径 mm	辊长 mm	辊表场强 mT	给料粒度 mm	处理量 t/h	电机功率 kW
2-RGC120×1000	120	1000	>1300	0.1~6	0.1~3	2×1.1
2-RGC150×1000	150	1000	>1300	0.1~10	0.1~6	2×1.5
2-RGC200×1000	200	1000	>1300	0.1~15	0.15~10	2×1.5
2-RGC300×1000	300	1000	>1300	0.1~20	0.3~15	2×2.2

能稳定可靠;高强度超薄输送带,寿命长、更换方便,磁辊无磨损;干式分选,节水环保;运行费用低、功耗只有电磁强磁选机的1/10;全封闭设计,低噪音,无污染;结构简单,占地少,安装方便。由于具有上述特点,RGC型强磁选机不仅在许多应用领域可取代电磁强磁选机,而且还可有效分选其它磁选设备难以处理的粗粒弱磁性矿物。

2 试验与工业应用

设备研制成功后已在不同地区和不同行业得到广泛应用,主要应用和试验情况如下。

2.1 红柱石 新疆巴州益隆红柱石选矿厂是目前亚洲规模最大的红柱石选矿厂,我国主要红柱石生产厂家之一。年产5万t红柱石精矿,粒度为-5+1mm,作为红柱石骨料销售。工艺流程为破碎-分级-重选抛尾-强磁选抛尾,强磁选设备为2-RGC系列产品,辊直径为120mm和150mm两种。具体指标为原矿(红柱石品位12%~17%),经过工艺流程处理,精矿为Al₂O₃ 55%~58%,Fe₂O₃ 小于1.0%,精矿产率12%,回收率62%,分选指标良好。

2.2 钾长石除铁 本设备应用于辽宁大石桥和湖北随州地区的两个选厂,具体指标见表2。

表2 钾长石除铁效果

矿种	产地	原矿 %	精矿 %	降铁量 %	降铁率 %	产率 %	备注
钾长石	大石桥	0.35	0.18	0.17	48.6	89	Fe ₂ O ₃
钾长石	随州	0.59	0.19	0.40	66.8	87	含量

两个选厂生产的精矿粉主要用做玻璃原料,客户要求含铁低于0.2%。永磁强磁辊两次分选后指标良好,精矿中铁品位均满足要求。

2.3 棕刚玉磨料 河南伊川矾土资源丰富,储量达2亿t。棕刚玉是以优质磨料级矾土为原料,配以辅料,于电弧炉中经2250℃以上高温精炼制成。伊川县某矿业公司为降低棕刚玉磨料中的磁性物含量,采用2RGC型强磁辊进行除铁,效果良好,指标见表3。

2.4 石英砂 石英砂是重要的工业矿物原料,来源广泛,大量应用于玻璃、铸造、陶瓷及耐火材料、冶炼硅铁、冶金熔剂、冶金、建筑、化工、塑料、橡胶、磨料等工业。由于所应用的行业不同,对石英砂中Fe₂O₃含

表3 棕刚玉磨料除铁效果

选别段数	给料 %	精矿 %	尾矿 %	精矿产率 %	备注
一段	0.067	0.055	0.72	96.95	磁性物 含量
二段	0.055	<0.03	0.39	99.10	
合计	0.067	<0.03	-	96.08	

量要求也不同。表4为工业应用或试验情况统计。从表中可以看出,经过RGC系列强磁辊2次或3次分选,Fe₂O₃含量明显下降,而且产率也相当高。

表4 石英砂除铁效果

产地	指 标					备注
	原矿 %	精矿 %	降铁量 %	降铁率 %	产率 %	
山西阳泉	0.21	0.085	0.125	59.5	97	Fe ₂ O ₃ 含量
辽宁大连	0.1	0.05	0.05	50.0	96	
四川永川	0.15	0.046	0.104	69.3	98	
山东仓县	0.08	0.025	0.055	68.8	97	
宁夏石炭井	0.3	0.07	0.23	76.7	96	

2.5 铸钢砂 干砂采自河北承德地区,全部为露天矿,储量非常大。干砂粒度较细,粒度范围为40~140目之间,其SiO₂品位为87.9%,本身就可以作为铸造砂销售,而经过双辊型永磁强磁选机选别后, SiO₂品位可以提高到97.2%,而品位高于97%的干砂可以作为铸钢砂销售,由于两者价格相差较大,选别后可以明显增加经济效益。

表5 铸钢砂选别结果

矿种	给料 %	精矿 %	精矿产率 %	备注
干砂	87.9	97.2	68.4	SiO ₂ 含量

2.6 锰矿分选 矿石来自新疆某县,为200mm左右块状硬锰矿。采用惯性圆锥破碎机对其进行破碎至-10mm后进行全粒级和分粒级试验^[2],结果见表6和表7。

从表6和表7结果可以看出,在磁场强度为1.3T,矿样分粒级强磁选结果与全粒级入选指标基本相当。分粒级磁选精矿Mn品位为35.77%,回收率为95.67%,而全粒级强磁选精矿Mn品位为36.77%,回

收率为91.52%,分选指标非常理想。

表6 锰矿全粒级分选结果

产品名称	产率 %	Mn品位 %	回收率 %
精矿	76.04	36.77	91.52
尾矿	23.96	10.81	8.48
给矿	100.00	30.55	100.00

表7 锰矿分粒级分选结果

粒级 mm	产率/%		Mn品位 %	Mn回收率/%	
	对粒级	对给矿		对粒级	对给矿
-10+5	72.27	16.91	38.06	95.14	21.23
-5+3	80.00	26.92	37.08	96.00	33.12
-3+1	86.02	31.66	34.15	95.07	35.89
-1+0.2	85.09	5.22	31.49	95.58	5.43
总精矿	-	80.71	35.77	-	95.67

3 结论

1. RGC系列永磁辊式强磁选机,采用独特的磁路设计并用高剩磁高矫顽力的稀土钕铁硼以及高导磁纯铁材料组成磁系,辊表场强高,磁场梯度大。采用调频器对辊体转速进行调整,整机结构简单,设计合理。

2. 设备采用整体密封式结构设计,留有除尘接口,可有效减少微细粉尘对环境和操作人员的污染与危害。

3. 试验研究和工业应用表明,该型永磁强磁选机对长石矿、石英砂、红柱石等非金属矿的除铁降杂有明显的效果,对于锰矿等弱磁性矿物也有很好的分选作用。

4. RGC系列永磁辊式强磁选机为干式强磁选设备,具有湿式磁选和电磁选无法比拟的费用低、工艺流程简单、维护方便等优点,十分适合非金属矿提纯以及弱磁性矿物的分选,值得大力推广应用。

参考文献:

[1] 王常任. 磁电选矿[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1986: 6-9.
[2] 董恩海, 谢强, 赵瑞敏. 新疆某锰矿选矿试验[J]. 国外金属选矿, 2004(9): 30-32.

(上接第57页)

3 结论

1. 以某钙基膨润土钠化提纯料浆为原料,通过1831/1631复配和有机助剂A复合并优化其它条件,可以制备粘度在6.4Pa·s的高粘度凝胶型有机膨润土。

2. 最佳制备工艺条件为: 复配季铵盐用量与钠化提纯膨润土阳离子交换总量mol比为1:1、有机助剂A用量为钠化提纯膨润土质量的4.78%、总反应时

间2h、反应体系pH值6~8、反应温度75~80℃,其中有机助剂A在加入复配季铵盐反应后1.5h加入。

参考文献:

[1] 余丽秀, 张志湘, 冯安生, 等. 有机膨润土凝胶性能研究[J]. 中国矿业, 2003, 11(10): 66-69.
[2] 冯安生, 余丽秀. 高层电荷型蒙脱石有机改性研究[J]. 非金属矿, 2003, 26(6): 11-15.