



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103495500 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 08

(21) 申请号 201310475357. 0

(22) 申请日 2013. 09. 23

(71) 申请人 长沙矿冶研究院有限责任公司

地址 410012 湖南省长沙市麓山南路 966 号

(72) 发明人 曾志飞 方勇 黄光耀 王跃林

曹玉川 刘恒发

(74) 专利代理机构 湖南兆弘专利事务所 43008

代理人 赵洪

(51) Int. Cl.

B03C 1/12(2006. 01)

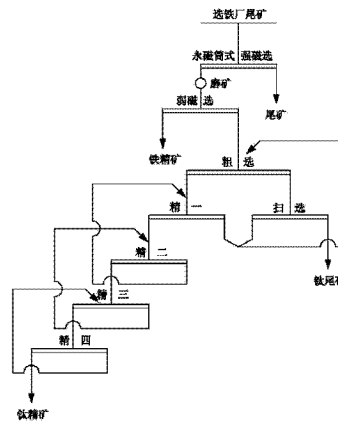
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

从选铁厂尾矿中低能耗分选钛铁矿的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种从选铁厂尾矿中低能耗分选钛铁矿的方法,包括以下步骤:以选铁厂尾矿为原料,先采用永磁筒式中磁选机对该尾矿进行分选,非磁性物料直接作为磁选尾矿排放,作为磁性物料的中磁选精矿进入下一步进行磨矿,使其中钛铁矿有效的实现单体解离,磨矿细度控制为-75μm占75%~95%;利用弱磁选机对中磁选精矿进行弱磁选,分选出其中的铁精矿,剩余矿料进入下一步;对剩余矿料先进行粗选,粗选后的精矿进行多次精选获得钛精矿;粗选后的尾矿进行扫选,扫选后的有用矿料再合并多次精选后的尾矿料返回至粗选步骤,扫选后的尾矿料作为最终钛尾矿排出。本发明的工艺步骤简单,磁路设计合理,磁场分布均匀,金属回收率高,分选质量好。



1. 一种从选铁厂尾矿中低能耗分选钛铁矿的方法,包括以下步骤:

(1) 永磁筒式强磁选:以选铁厂尾矿为原料,先采用永磁筒式中磁选机对该尾矿进行分选,非磁性物料直接作为磁选尾矿排放,作为磁性物料的中磁选精矿进入下一步;

(2) 磨矿:对步骤(1)后获得的中磁选精矿进行磨矿,使其中钛铁矿有效的实现单体解离,磨矿细度控制为 $-75\mu\text{m}$ 占75%~95%;

(3) 弱磁选:利用弱磁选机对步骤(2)后获得的中磁选精矿进行弱磁选,分选出其中的铁精矿,剩余矿料进入下一步;

(4) 浮选作业:对步骤(3)后的剩余矿料先进行粗选,粗选后的精矿进行多次精选获得钛精矿;粗选后的尾矿进行扫选,扫选后的有用矿料再合并多次精选后的尾矿料返回至粗选步骤,扫选后的尾矿料作为最终钛尾矿排出。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述多次精选包括至少四次的精选操作;一次精选操作的有效矿料进入二次精选,一次精选的尾矿料返回至粗选操作;二次精选操作的有效矿料进入三次精选,二次精选的尾矿料返回至一次精选操作;以此类推。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:所述粗选过程中选用硫酸作为pH调整剂,选用水玻璃作为抑制剂,pH调整到5.0~5.6之间;多次精选过程中每次使用硫酸作为pH调整剂,pH调整到4.5~5.5之间。

4. 根据权利要求1、2或3所述的方法,其特征在于:所述永磁筒式中磁选机的背景场强为6000~12000高斯。

5. 根据权利要求1、2或3所述的方法,其特征在于:所述永磁筒式中磁选机包括给料斗、永磁磁系、滚筒和分选槽,所述永磁磁系装设于滚筒内,分选槽设于滚筒下方,所述分选槽底面的中部设有尾矿排料口,分选槽一侧设有精矿斗,分选槽另一侧上方设有给料斗;靠近给料斗的分选槽底面布设有若干根冲散水水管,冲散水水管的管口朝向位于上方的滚筒的表面;所述精矿斗上方设置有冲洗水水管,冲洗水水管的管口朝向位于其一侧的滚筒的表面。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:所述分选槽底面与滚筒之间形成一近似半圆弧形分选流道,所述分选流道中物料的流向与所述滚筒的转向保持一致。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:所述给料斗为振动式给料斗,所述振动式给料斗包括给料槽、振动电机和悬挂螺杆,所述给料槽通过悬挂螺杆进行安装定位,振动电机装设于给料槽一侧。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于:所述给料槽的布料面是倾斜的,其与水平面形成 $10^\circ\sim 15^\circ$ 的倾角,所述布料面的倾斜角度通过悬挂螺杆进行调节;所述振动电机具有逆时针旋转的偏心转子结构。

9. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:所述精矿斗与分选槽之间通过一分矿板隔开,所述分矿板从分选槽底面向上延伸至靠近滚筒的表面,所述冲洗水水管的管口对准分矿板所在平面与滚筒表面的交线区域。

10. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于:所述分选流道以尾矿排料口为界限划分为粗选区和精选区,且粗选区的磁极密度比精选区更高;所述若干根冲散水水管为相互平行排列,若干根冲散水水管分布在尾矿排料口与给料斗之间的粗选区内。

## 从选铁厂尾矿中低能耗分选钛铁矿的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种钛铁矿的分选方法,尤其涉及一种从选铁厂尾矿中分选钛铁矿的方法。

### 背景技术

[0002] 我国的钛铁矿资源大多是钛磁铁矿、钛铁矿共生,传统的钒钛磁铁矿工艺多为先选铁,钛磁铁矿进入铁精矿,然后选钛,钛铁矿进入钛精矿。攀西地区钒钛磁铁矿经过多年的攻关,有了较为成熟的综合回收利用能力,但也有部分地区的选铁厂尾矿中含有 9%~12% 的钛铁矿,直接丢弃在尾矿库中,导致了钛铁矿资源的大量浪费。

[0003] 攀西地区对于细粒级钛铁矿的回收,多采用高梯度强磁机通过一段或二段强化细粒级的钛铁矿回收,同时提高浮选给矿的钛铁矿品位,使浮选给矿的钛铁矿品位为 18%~20%,实现最终钛精矿品位接近或者大于 47%。

[0004] 高梯度强磁机的产业化应用对于提高我国弱磁性矿物综合回收率产生了重大且深远的影响,提高高梯度强磁机的背景场强以及优化其磁场梯度分布是高梯度强磁机发展研究的重要领域,但其利用电流产生强磁场,存在一定的能量消耗,而且其结构复杂导致了其设备成本较高。随着永磁稀土材料的高速发展,目前高性能的永磁稀土材料也能产生背景场强为 6000~13000 高斯的中强磁场,这为开发新型永磁筒式中强机(或称永磁筒式中磁选机)的产业化应用提供了较好的背景场强基础。现有的永磁筒式中磁选机其结构简单,利用永磁体产生背景场强,单位处理量能耗较低,其设备成本与运行成本远低于高梯度强磁机,但其对入选物料的粒径分布有一合适区间。传统永磁筒式中磁选机因为给矿方式的相对简化,入选物料分选槽中不能有效分散,导致了其回收率相对较低;同时又因为磁链或较高的背景场强导致磁夹杂,使得磁性精矿产品的质量偏低,使永磁筒式中磁选机的产业化应用受到了一定的限制。

[0005] 此外,对于选铁厂尾矿而言,其  $-74\mu\text{m}$  的矿料仅占 14% 左右,粒级分布相对较粗,尾矿中二氧化钛品位约为 11%,如何针对选铁厂尾矿提供一种低能耗且高效的分选方法,一直是本领域技术人员致力解决的技术问题。

### 发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是克服现有技术的不足,提供一种工艺步骤简单、磁选效果好、金属回收率高、分选质量好的从选铁厂尾矿中低能耗分选钛铁矿的方法。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明提出的技术方案为一种从选铁厂尾矿中低能耗分选钛铁矿的方法,包括以下步骤:

[0008] (1) 永磁筒式强磁选:以选铁厂尾矿为原料,先采用永磁筒式中磁选机对该原料进行分选,非磁性物料直接作为磁选尾矿排放,作为磁性物料的中磁选精矿进入下一步;

[0009] (2) 磨矿:对步骤(1)后获得的中磁选精矿进行磨矿,使其中钛铁矿有效的实现单体解离,磨矿细度控制为  $-75\mu\text{m}$  占 75%~95% (优选 75%~80%);

[0010] (3) 弱磁选 :利用弱磁选机对步骤(2)后获得的中磁选精矿进行弱磁选,分选出其中的铁精矿,剩余矿料进入下一步;

[0011] (4) 浮选作业 :对步骤(3)后的剩余矿料先进行粗选,粗选后的精矿进行多次精选获得钛精矿;粗选后的尾矿进行扫选,扫选后的有用矿料再合并多次精选后的尾矿料返回至粗选步骤,扫选后的尾矿料作为最终钛尾矿排出。

[0012] 上述的方法中,优选的,所述多次精选包括至少四次的精选操作;一次精选操作的有用矿料进入二次精选,一次精选的尾矿料返回至粗选操作;二次精选操作的有用矿料进入三次精选,二次精选的尾矿料返回至一次精选操作;以此类推。

[0013] 上述的方法中,优选的,所述粗选过程中选用硫酸作为 pH 调整剂,选用水玻璃作为抑制剂,pH 调整到 5.0 ~ 5.6 之间;多次精选过程中每次使用硫酸作为 pH 调整剂,pH 调整到 4.5 ~ 5.5 之间。

[0014] 上述的方法中,优选的,所述永磁筒式中磁选机的背景场强为 6000 ~ 12000 高斯。

[0015] 上述的方法中,优选的,所述永磁筒式中磁选机包括给料斗、永磁磁系、滚筒和分选槽,所述永磁磁系装设于滚筒内,分选槽设于滚筒下方,所述分选槽底面的中部设有尾矿排料口,分选槽一侧设有精矿斗,分选槽另一侧上方设有给料斗,靠近给料斗的分选槽底面布设有冲散水水管,冲散水水管的管口朝向位于上方的滚筒的表面;所述精矿斗上方设置有冲洗水水管,冲洗水水管的管口朝向位于其一侧的滚筒的表面。

[0016] 上述的方法中,优选的,所述分选槽底面与滚筒之间形成一近似半圆形的分选流道,所述分选流道中物料的流向与所述滚筒的转向保持一致。更优选的,所述分选流道以尾矿排料口为界限划分为粗选区和精选区,且粗选区的磁极密度比精选区更高。

[0017] 上述的方法中,优选的,所述给料斗为振动式给料斗,所述振动式给料斗包括给料槽、振动电机和悬挂螺杆,所述给料槽通过悬挂螺杆进行安装定位,振动电机装设于给料槽一侧。

[0018] 上述的方法中,优选的,所述给料槽的布料面是倾斜的,其与水平面形成  $10^{\circ}$  ~  $15^{\circ}$  的倾角,这样给料更加顺畅。四个悬挂螺杆分别用皮带连接机架,布料面的倾角还可以根据实际情况通过调节悬挂振动斗的四根悬挂螺杆予以调节。所述振动电机具有逆时针旋转的偏心转子结构,这样既可以产生左右方向的分力,使物料充分分散,又可以产生前后方向的振动分力,使物料产生向前的动力,使给料将更加顺畅。

[0019] 上述的方法中,优选的,所述精矿斗与分选槽之间通过一分矿板隔开,所述分矿板从分选槽底面向上延伸至靠近滚筒的表面,所述冲洗水水管的管口对准分矿板所在平面与滚筒表面的交线区域。

[0020] 上述的方法中,优选的,所述分选流道以尾矿排料口为界限划分为粗选区和精选区,且粗选区的磁极密度比精选区更高;所述多根冲散水水管为相互平行排列,多根冲散水水管分布在尾矿排料口与给料斗之间的粗选区内。

[0021] 本发明上述优选的技术方案主要是对传统永磁筒式中磁选机的改进,其主要涉及给矿端的优化处理以及强化矿浆的有效分散,特别表现为在分选槽中下部设置矿浆分散水流装置,更优选的方案是在永磁筒式中磁选机的给矿端设置振动给料斗,使两者进行有机结合。

[0022] 与现有技术相比,本发明的优点在于:

[0023] (1) 本发明中通过在永磁筒式中磁选机的分选槽底部新增压力水分散装置(即冲散水水管),底部压力水可以有效地分散磁团聚,从而减少非磁性物料因磁团聚或者磁链效应导致夹杂;底部压力水还可以使进入分选槽的入选物料保持分散状态,从而有利于磁性物料被背景磁场吸附,从精矿端排出,增加磁性精矿的产率;因此,通过在分选槽体底部新增压力水分散装置既可使精矿的质量提高,又有助于精矿产率的增加。

[0024] (2) 本发明中使用的永磁筒式中磁选机可分为精选区和粗选区,都是采用高性能钕铁硼材料,但粗选区磁极密度更高,提高了磁场梯度,从而使矿粒更容易粘附在同面上;粗选区的分选槽内壁上还增设了上述的冲散水水管,其主要为了防止矿粒沉积、使其充分与筒面接触,起到冲散矿粒减少夹带的作用。

[0025] (3) 优选的方案中还通过在本发明永磁筒式中磁选机的给矿端新增振动给料斗,取代传统的箱式给料方式,振动给料斗既可以保证入选物料给矿的均匀性,又可以保证入选物料在给矿端充分分散,防止重矿物沉积,进而使得入选物料中的磁性物料进入分选槽时,可以有效地被背景场强吸附,并从精矿端排出,提高了给矿效率和给矿均匀性。

[0026] 总的来说,本发明的工艺流程简单、合理,永磁筒式中磁选机的永磁磁路设计先进,磁场分布均匀;针对于尾矿的湿式预选抛尾的工艺要求,本发明的分选方式既保证了合格尾矿的排放,也尽可能地提高了金属回收率,进一步提升了选矿的质量。

#### 附图说明

[0027] 图1为本发明实施例中永磁筒式中磁选机的工作原理图。

[0028] 图2为本发明实施例中永磁筒式中磁选机的分选槽俯视图。

[0029] 图3为本发明实施例中永磁筒式中磁选机的振动给料斗的俯视图(省去了给料槽)。

[0030] 图4为本发明实施例中永磁筒式中磁选机的振动给料斗的主剖视图。

[0031] 图5为本发明实施例的从选铁厂尾矿中低能耗分选钛铁矿的方法的工艺流程图。

[0032] 图例说明:

[0033] 1、冲洗水水管;2、精矿斗;3、尾矿排料口;4、振动给料斗;41、给料槽;42、振动电机;43、悬挂螺杆;5、永磁磁系;6、滚筒;7、分选槽;8、分选流道;9、分矿板;10、冲散水水管;11、溢流堰。

#### 具体实施方式

[0034] 以下结合说明书附图和具体优选的实施例对本发明作进一步描述,但并不因此而限制本发明的保护范围。

[0035] 实施例:

[0036] 一种如图5所示本发明的从选铁厂尾矿中低能耗分选钛铁矿的方法,其主要针对某地选铁厂尾矿,包括以下步骤:

[0037] (1) 永磁筒式强磁选:

[0038] 以选铁厂尾矿为原料,先采用如图1~图3所示永磁筒式中磁选机对该原料进行分选(磁场强度为8000GS),非磁性物料直接作为磁选尾矿排放,作为磁性物料的中磁选精矿进入下一步;通过本发明的永磁筒式中磁选机预选抛尾处理大大减少了“作为二次资源

的选铁厂尾矿”需要再次磨矿的物料量,降低了生产成本及能耗,再有,利用本发明的永磁筒式中磁选机代替高梯度强磁选机分选,也极大地降低了设备的采购成本和运行成本。

[0039] (2) 磨矿:

[0040] 经过我们的实验分析,由于选铁厂尾矿的粒级分布较粗,含有部分钛磁铁矿与钛铁矿没有单体解离,因此需对步骤(1)后获得的中磁选精矿进行磨矿,使其中钛铁矿有效的实现单体解离,磨矿细度控制为  $-75\mu\text{m}$  占 75%;

[0041] (3) 弱磁选:

[0042] 经过我们的实验分析,步骤(2)的中磁选精矿产品中还含有一部分弱磁性矿物,这部分矿物将会影响最终精矿的钛品位,同时这部分铁矿物的提取如能获得合格的铁精矿也能提高企业的效益,因此入浮选前我们利用弱磁选机对步骤(2)后获得的中磁选精矿进行弱磁选,分选出其中产率较低的铁精矿,剩余矿料进入下一步;这既提高了铁的回收率,又有利于提高后续浮选作业中含钛物料原矿品位。本发明中弱磁选的试验结果如下表 1 所示。

[0043] 表 1:弱磁选试验结果

[0044]

产品名称	产率/%	铁品位/%	钛品位/%	铁回收率/%	钛回收率/%
铁精矿	11.54	42.13	10.82	26.82	9.01
尾矿	88.46	15.00	14.26	73.18	90.99
原矿	100.00	18.13	13.86	100.00	100.00

[0045] 由表 1 可知,中磁选精矿经一段弱磁选,获得了产率为 11.54%、铁品位 42.13%、回收率 26.82% 的铁精矿。

[0046] (4) 浮选作业:在本实施例的浮选作业,我们采用“一粗 + 四精 + 一扫”的细粒钛浮选工艺流程,对步骤(3)后含钛 14.5% 左右(本实施例为 14.26%)的剩余矿料先进行粗选,粗选后的精矿进行多次精选获得钛精矿;粗选后的尾矿进行扫选,扫选后的有用矿料再合并多次精选后的尾矿料返回至粗选步骤,扫选后的尾矿料作为最终钛尾矿排出。考虑到浮选用水的成分及 pH 值等各项影响因素,本实施例中首先采用硫酸作为 pH 调整剂、浮选 pH 调整到 5.0 ~ 5.6 之间,采用水玻璃作为抑制剂,采用多元螯合捕收剂等进行钛浮选,在精选过程中每次使用硫酸作为 pH 调整剂,调整 pH 到 4.5 ~ 5.5 之间(浮选工艺流程具体可参见图 4 中浮选作业部分)。本实施例最终的浮选作业结果如下表 2 所示。

[0047] 表 2:浮选闭路流程试验结果

[0048]

产品名称	产率/%	品位 (TiO <sub>2</sub> ) /%	回收率/%
钛精矿	19.36	45.05	61.12
尾矿	80.64	6.88	38.88
给矿	100	14.27	100

[0049] 本实施例通过浮选最终可以获得钛精矿品位约为 45.05%、作业回收率为 61.12%、对原矿(选铁厂尾矿)回收率为 41% 的较理想技术经济指标。

[0050] 本发明中图 1 ~ 图 4 所示的永磁筒式中磁选机,包括振动给料斗 4、永磁磁系 5、滚筒 6 和分选槽 7,永磁磁系 5 装设于滚筒 6 内,分选槽 7 设于滚筒 6 下方,分选槽 7 底面的中部设有尾矿排料口 3,分选槽 7 一侧设有精矿斗 2,分选槽 7 另一侧上方设有振动给料斗 4,靠近振动给料斗 4 的分选槽 7 底面布设有 多根冲散水水管 10,冲散水水管 10 的管口朝向位于上方的滚筒 6 的表面;精矿斗 2 上方设置有冲洗水水管 1,冲洗水水管 1 的管口朝向位于其一侧的滚筒 6 的表面。冲散水水管 10 为外部进水,其主要作用是冲散矿物,防止结团,从而减少夹带;同时可以防止重矿物过早沉淀,通过水流的冲击作用,使绝大部分矿物处于悬浮状态,使其充分与滚筒 6 的磁场区接触,以提高精矿的回收率。冲洗水水管 1 则有助于对磁选后的矿料进行进一步的筛分,保证精选矿料的品味和质量。精矿斗 2 与分选槽 7 之间通过一分矿板 9 隔开,分矿板 9 从分选槽 7 底面向上延伸至靠近滚筒 6 的表面,冲洗水水管 1 的管口对准分矿板 9 所在平面与滚筒 6 表面的交线区域。多根冲散水水管 10 为相互平行排列,多根冲散水水管 10 分布在尾矿排料口 3 与振动给料斗 4 之间的分选槽 7 底部。分选槽 7 上还设置溢流堰 11。

[0051] 其中,分选槽 7 底面与滚筒 6 之间形成一近似半圆形的分选流道 8,分选流道 8 中物料的流向与滚筒 6 的转向保持一致。如图 1 中所示,物料的流向与滚筒 6 的转向均为顺时针方向。分选流道以尾矿排料口 3 为界限划分为粗选区和精选区,且粗选区的磁极密度比精选区更高。

[0052] 本实施例中,振动给料斗 4 包括给料槽 41、振动电机 42 (具有逆时针旋转的偏心转子结构)和悬挂螺杆 43,给料槽 41 通过悬挂螺杆 43 进行安装定位,振动电机 42 装设于给料槽 41 一侧。给料槽 41 的布料面是倾斜的,其与水平面形成 10° ~ 15° 的倾角,布料面的倾斜角度可通过悬挂螺杆 43 进行调节。

[0053] 上述本实施例的永磁筒式中磁选机的工作原理为:分选物料经隔渣除粗后,矿浆用砂泵打入振动给料斗 4,振动给料斗 4 振动分散后进入分选槽 7 中,矿浆进入分选槽 7 后,矿粒受底部冲散水水管 10 的水流作用呈分散状态,进入磁场区(粗选区磁场)以后,磁性矿粒受到永磁磁系 5 磁场力的作用而吸附在滚筒 6 表面,随滚筒 6 一起沿顺时针方向转动,进入精选区以后,磁场会稍有降低,同时在水流的作用下进一步减少磁夹带,提高精矿品位,并且在此过程中矿粒在变换的磁极作用下不断地翻滚,在此过程中,夹杂其中的非磁性颗粒(例如脉石颗粒)将被进一步清洗出来,物料中磁性部分紧贴滚筒 6 表面旋转至精矿斗 2,再通过冲洗水水管 1 中喷射的精矿卸矿水将其冲下卸走,非磁性物料成为尾矿,则从分选槽体底部的尾矿排料口 3 排出。

[0054] 本实施例的改进型的永磁筒式中磁选机的结构简单、磁路设计合理,磁场分布均匀,能以较短时间和路径实现对入选矿料的精选,并提高矿料的质量。

[0055] 对比实验:三种中、强磁设备的粗粒磁选对比试验研究。

[0056] 因为钛铁矿磁性比较弱,在回收时需要使用中、强磁磁选机,现在我们国内中高梯度强磁磁选机主要有 SHP 强磁磁选机、SLON 立环式强磁磁选机和本发明采用的永磁有筒式中强磁选机(简称永磁筒式中磁选机)等几大类。我们分别用上述三种磁选机进行了选铁尾矿(不进行磨矿)的直接选别试验,试验结果分别见下表 3、表 4 和表 5。

[0057] 表 3 :SHP 强磁磁选机磁选试验结果

[0058]

物料细度 /%	磁场强度 /GS	产品名称	产率 /%	钛品位 /%	钛回收率 /%
13.3	8000	精 矿	52.38	16.89	80.21
		尾 矿	47.62	4.58	19.79
		原 矿	100.00	11.03	100.00

[0059] 表 4 :SLON 立环式强磁磁选机试验结果

[0060]

物料细度 /%	磁场强度 /GS	产品名称	产率 /%	钛品位 /%	钛回收率 /%
13.3	8000	精 矿	52.06	15.06	71.08
		尾 矿	47.94	6.65	28.92
		原 矿	100.00	11.03	100.00

[0061] 表 5 :本实施例上述步骤(1)中的永磁筒式强磁选试验结果

物料细度 /%	磁场强度 /GS	产品名称	产率 /%	钛品位 /%	钛回收率 /%
[0062] 13.3	8000	精 矿	58.29	15.49	81.88
		尾 矿	41.71	4.79	18.12
		原 矿	100.00	11.03	100.00

[0063] 从表 3~表 5 可以看出,以上三种设备的对比实验中,SHP 精矿品位较高,回收率>80%,相对来说,本发明工艺中使用的永磁筒式中磁选机试验虽然精矿质量低于 SHP,但回收率更高,结果比较合理;另从设备的投资价格来说,本发明工艺中使用的永磁筒式中磁选机相对来说更加便宜。

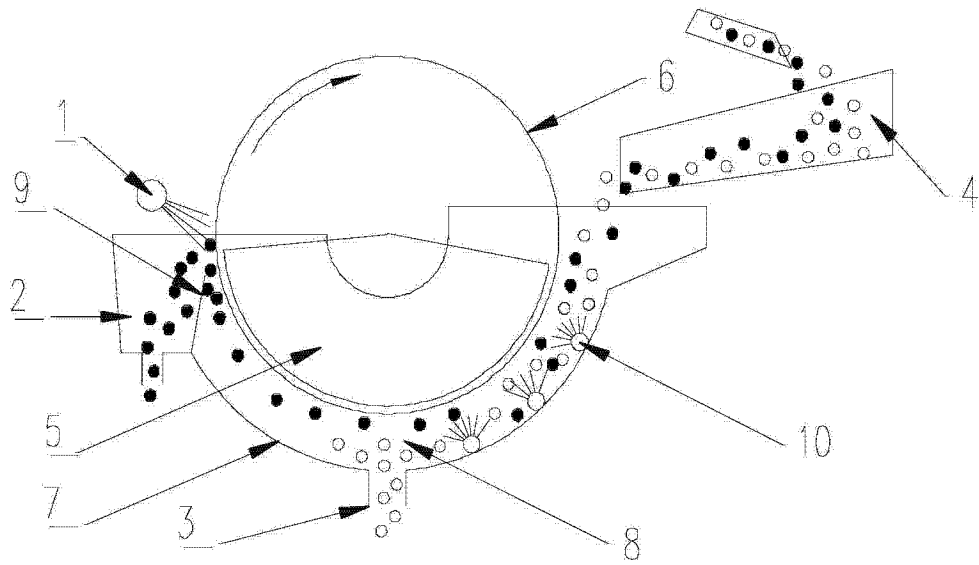


图 1

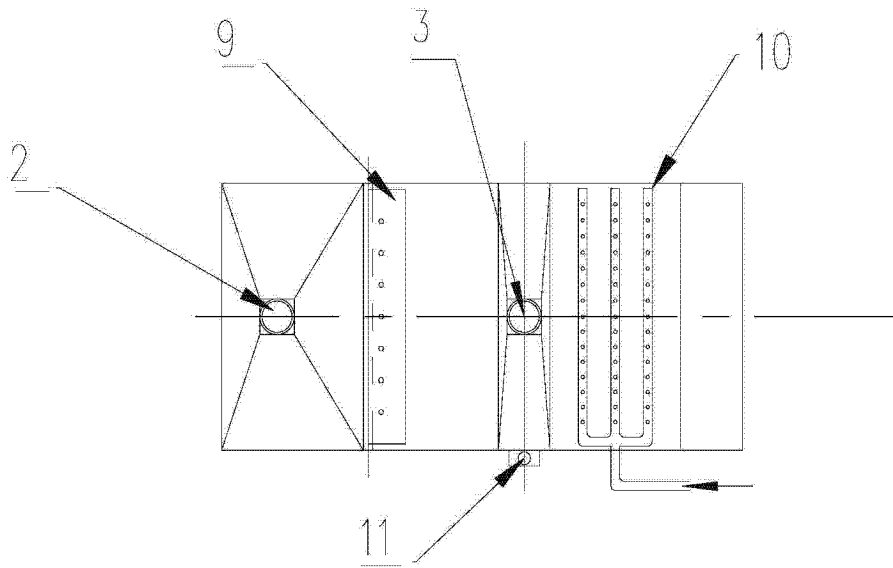


图 2

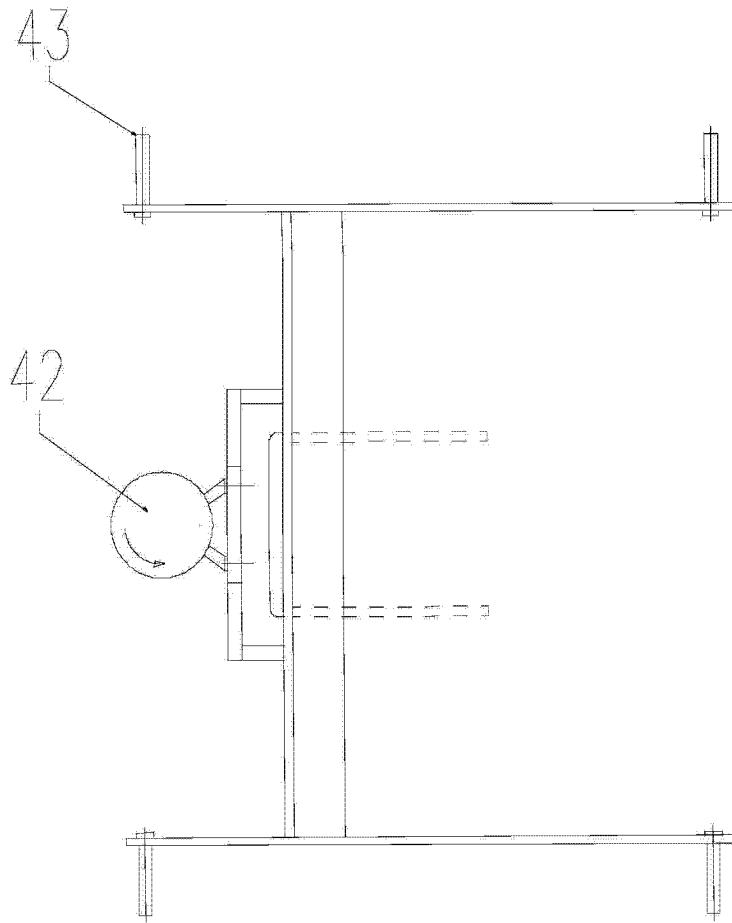


图 3

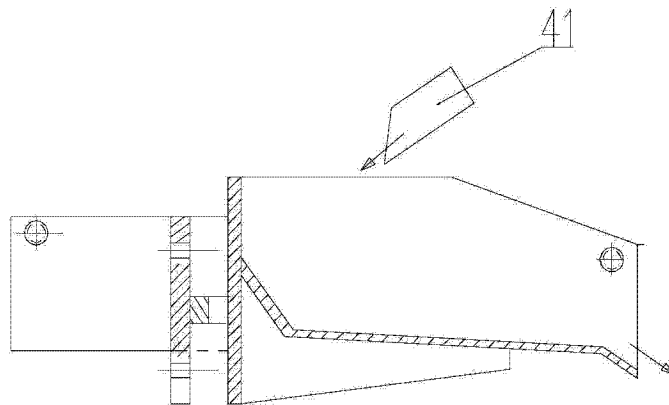


图 4

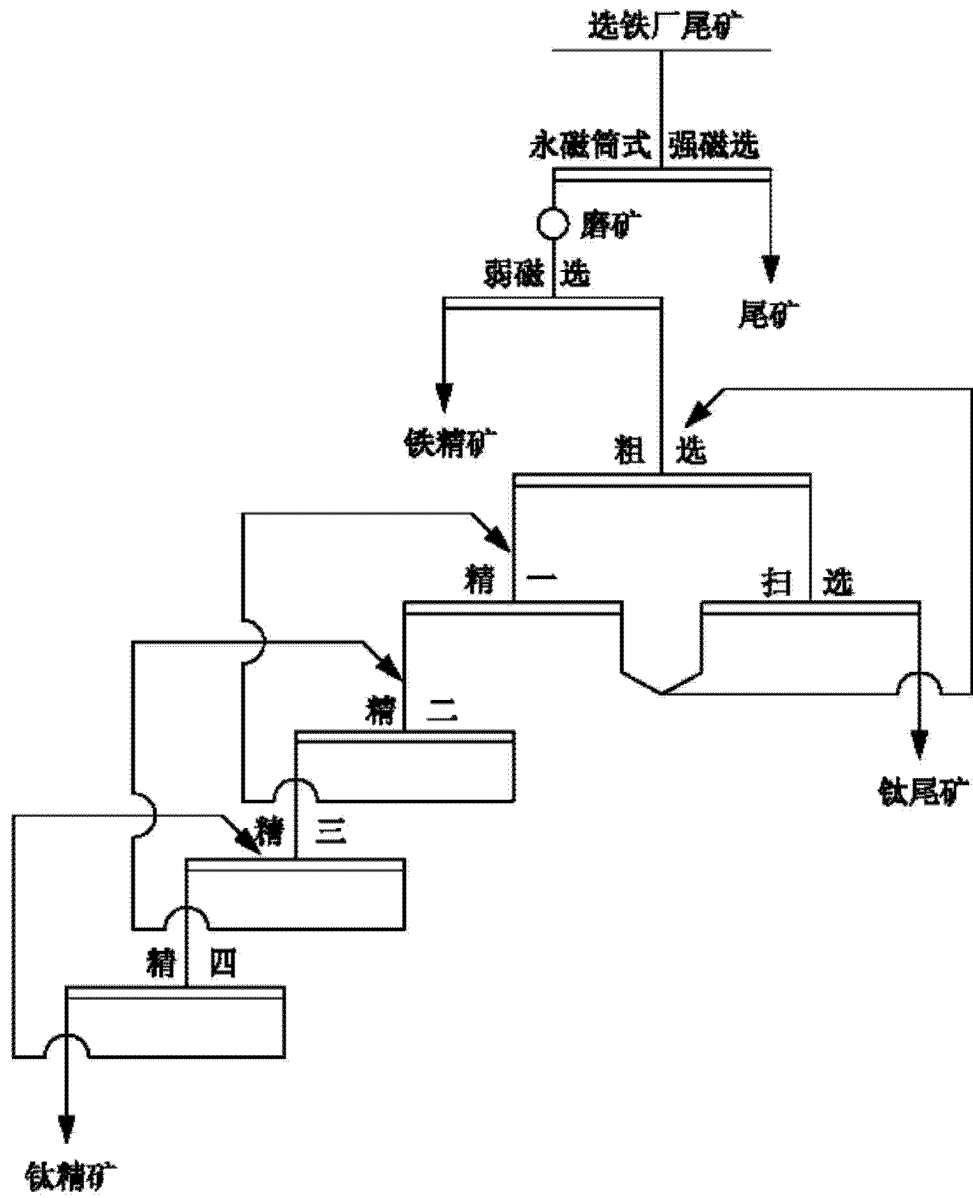


图 5