



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110665640 A

(43)申请公布日 2020.01.10

(21)申请号 201910975748.6

B03D 101/02(2006.01)

(22)申请日 2019.10.15

B03D 103/02(2006.01)

(71)申请人 江苏旌凯中科超导高技术有限公司

地址 214400 江苏省无锡市江阴市月城镇
锡澄路1027号

(72)发明人 马仲英

(74)专利代理机构 江阴市永兴专利事务所(普
通合伙) 32240

代理人 彭春艳

(51) Int. Cl.

B03C 1/30(2006.01)

B03C 1/03(2006.01)

B03C 1/02(2006.01)

B03D 1/14(2006.01)

B03D 1/018(2006.01)

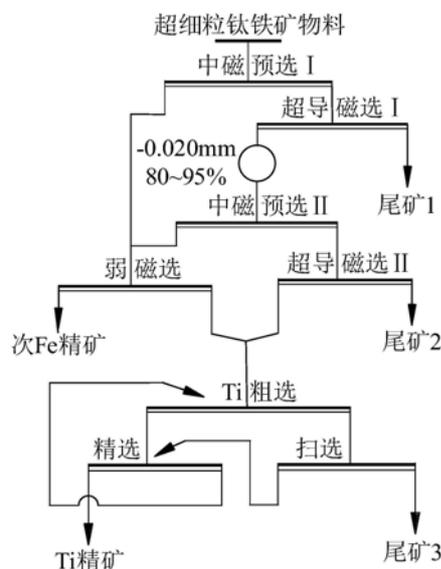
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

超细粒钛铁矿物料预富集及精选工艺

(57)摘要

本发明公开了一种超细粒钛铁矿物料预富集及精选工艺,该工艺主要包括两部分:(1)利用“中磁预选-超导磁选”工艺实现超细粒钛铁矿有效预富集,获得浮选原料;(2)利用“浮选机-浮选柱”联合工艺对磁选预富集后的钛铁矿进行精选,最终获得TiO₂品位大于47%,TiO₂回收率大于40%的钛精矿。本发明的方法具有能耗低、效率高、易转化为生产实践等特点,在保证精矿产品质量的前提下,实现超细粒钛铁矿的有效回收。



1. 超细粒钛铁矿物料预富集及精选工艺,其特征在于,所述工艺包括以下步骤:

(1) 超细粒钛铁矿物料磁选预富集;

超细粒钛铁矿物料磁选预富集依次包括第一段磁选和第二段磁选,所述第一段磁选依次包括中磁预选I和超导磁选I,第二段磁选依次包括中磁预选II和超导磁选II,其中,中磁预选I的尾矿给入超导磁选I;超导磁选I的精矿再磨后给入中磁预选II;中磁预选II的尾矿给入超导磁选II;中磁预选I和中磁预选II的精矿合并并经过弱磁分选除铁后与超导磁选II的精矿合并成为钛铁矿预富集精矿,超导磁选I和超导磁选II的尾矿合并作为尾矿;

(2) 钛铁矿预富集精矿浮选精选;

将步骤(1)得到的钛铁矿预富集精矿依次经过粗选、扫选和精选工艺进行处理,其中,所述粗选使用浮选机,扫选和精选均使用浮选柱;粗选的尾矿进入扫选,经过一次扫选后得到浮选尾矿,粗选精矿和扫选精矿合并后经过两次或三次精选得到钛铁矿精矿。

2. 如权利要求1所述的工艺,其特征在于:步骤(1)中所述超细粒钛铁矿物料粒度为 -0.020mm 占 $50\% \sim 80\%$;物料浓度为 $\leq 15\%$;物料 TiO_2 品位为 $6\% \sim 12\%$ 。

3. 如权利要求1所述的工艺,其特征在于:步骤(1)中的两次中磁预选的设备为筒式磁选机或平板磁选机,磁场强度为 $320\text{kA} \sim 640\text{kA/m}$;两次超导磁选的设备为超导磁选机,磁场强度为 $1440\text{kA} \sim 2400\text{kA/m}$;所述弱磁分选的设备为筒式磁选机,磁场强度为 $100\text{kA} \sim 200\text{kA/m}$ 。

4. 如权利要求1所述的工艺,其特征在于:步骤(1)中所述的再磨的设备为搅拌磨,磨矿产品细度为 -0.020mm 占 $80\% \sim 95\%$ 。

5. 如权利要求1所述的工艺,其特征在于:步骤(2)中粗选、扫选和精选中,使用的浮选药剂包括水玻璃、硫酸、硝酸铅、羟肟酸、油酸钠、2#油,各浮选药剂具有协同作用。

6. 如权利要求1所述的工艺,其特征在于:步骤(2)中最终获得的钛铁矿精矿 TiO_2 品位大于 47% ,回收率大于 40% 。

超细粒钛铁矿物料预富集及精选工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种选矿方法,尤其涉及一种利用“超导磁选-机柱浮选”有效回收超细粒钛铁矿的超细粒钛铁矿物料预富集及精选工艺。

背景技术

[0002] 包含钛元素的金属多具有良好的耐高温、耐低温、重量轻、强度高、抗酸性、抗碱性,以及良好的生物相容性,因此,具有广泛的用途。例如,近年建设的港珠澳大桥、高铁,研制的国产大飞机、航天飞行器及蛟龙号载人潜水器都有钛的身影。

[0003] 我国攀西地区钛资源储量占世界钛资源储量的30%以上,居世界第一。攀西可回收钛资源主要以钛铁矿的形式存在于钒钛磁铁矿中,由于现有分选工艺及矿石贫、细、杂特点,分选过程中产生了大量的超细粒钛铁矿。超细粒级(-0.020mm)钛铁矿因无法有效回收且会恶化较粗粒级(+0.020mm)钛铁矿的分选,为此,在分选较粗粒级钛铁矿前,超细粒钛铁矿通过斜板浓密机而作为溢流产品矿泥进入尾矿,造成了钛资源的大量流失。目前,超细粒矿物的回收一直被认为是选矿界的难题,对于超细粒钛铁矿的回收,仍处于初期的研究阶段,主要包括“离心重选-浮选(机)”、“悬振选矿-浮选(机)”、“平环磁选-浮选(机)”。以上分选方法在实验室条件下均取得了比较理想的分选指标。但由于重选处理量低、磁选高磁场激磁能耗的问题。有待进一步研究改进。

[0004] 因此,亟需一种可连续生产、低成本及符合可持续发展的工艺,来回收超细粒钛铁矿。

发明内容

[0005] 针对超细粒钛铁矿回收困难,以及现有开发技术的局限性,本发明提供了一种超细粒钛铁矿物料预富集及精选工艺,该方法具有能耗低、效率高、易转化为生产实践等特点,在保证精矿产品质量的前提下,实现超细粒钛铁矿的高效回收。

[0006] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0007] 超细粒钛铁矿物料预富集及精选工艺,所述工艺包括以下步骤:

[0008] (1) 超细粒钛铁矿磁选预富集;

[0009] 超细粒钛铁矿物料磁选预富集依次包括第一段磁选和第二段磁选,所述第一段磁选依次包括中磁预选I和超导磁选I,第二段磁选依次包括中磁预选II和超导磁选II,其中,中磁预选I的尾矿给入超导磁选I;超导磁选I的精矿再磨后给入中磁预选II;中磁预选II的尾矿给入超导磁选II;中磁预选I和中磁预选II的精矿合并并经过弱磁分选除铁后与超导磁选II的精矿合并成为钛铁矿预富集精矿,超导磁选I和超导磁选II的尾矿合并作为尾矿;

[0010] 作为优选,本发明步骤(1)所述超细粒钛铁矿物料粒度为-0.020mm占50%~80%;物料浓度为 $\leq 15\%$;物料TiO₂品位为6%~12%。

[0011] 物料浓度控制为小于15%。因为基于研究处理的矿样的实际浓度(3~5%),在矿山现场,超细粒矿样难以进一步浓缩,试验时浓缩后及研究过程中发现,浓缩后浓度不能大

于15%，否则指标会变差，浓度越小越有利于分选指标，但浓度太低，设备的处理量就会变小，对于常导磁选机（普通磁选机）根本无法经济地处理这么低浓度的矿样。

[0012] 关于为何选择物料TiO₂品位6~12%，是因为，若是品位太低，低于6%，即为尾矿，没必要再进行分选，若是高于12%，利用磁选预富集的必要性就不太大，可直接进行第二步的浮选。

[0013] 作为优选，本发明步骤(1)所述的两次中磁预选的设备为筒式磁选机或平板磁选机，磁场强度为320kA/m~640kA/m；所述的两次超导磁选的设备为超导磁选机，磁场强度为1440kA/m~2400kA/m；所述的弱磁分选的设备为筒式磁选机，磁场强度为100kA/m~200kA/m。

[0014] 关于步骤(1)所述的两次中磁预选的设备的磁场强度为320kA/m~640kA/m的磁场范围的选择，发明人主要是基于如下三点的分析验证进行选择：①在该大部分为-0.020mm的物料中，物料中含有大量小于0.010mm，即-0.010mm的强磁性铁矿物，这两段中磁预选都是为了提前除去这些强磁性铁矿物而设置的，防止强磁性铁矿物进入超导磁选机；设备的磁场强度弱了，-0.010mm的强磁性铁矿物无法被吸住，磁场强度强了，一些钛铁矿也会随强磁性铁矿物一块进入次Fe精矿；②对于+0.010mm的强磁性铁矿物的回收一般来说可以使用弱一点的磁场，强磁性铁矿物即可被吸住，这里使用的磁场范围是理论研究和试验后专门针对-0.010mm的强磁性铁矿物而设定的；③现有文献中一般都是弱磁场除强磁性铁矿物，使用的磁场强度通常不高于200kA/m，本发明基于既要有效去除-0.010mm的强磁性铁矿物，还要避免钛铁矿伴随强磁性铁矿物一同进入次Fe精矿，经过多次理论计算和大量试验验证，最终定义了专利中的磁场大小320kA/m~640kA/m来除铁。

[0015] 关于步骤(1)中所述的两次超导磁选的设备为超导磁选机，磁场强度为1440kA/m~2400kA/m的选择，常导磁选机可以产生的理论最大磁场不大于1440kA/m，而超导磁选机可以产生的最大磁场为4000kA/m，且能耗仅为常导磁选机的1/10，利用这种高磁场(>1440kA/m)可实现超细粒钛铁矿分选，超导磁选机目前多用于非金属矿的除铁，目前还未有报道用于稀有金属矿物(钛铁矿)的预富集。

[0016] 本发明步骤(1)所述的再磨的设备为搅拌磨，磨矿产品细度为-0.020mm占80%~95%。经过试验发现，若是细度低于80%，物料中的脉石较粗，脉石不能被抛除，会影响最终产品的TiO₂品位；若是细度高于95%，产品过细，就会影响(恶化)后续的浮选工艺，则影响最终产品的TiO₂回收率，此外，也会增加磨矿成本，故优选了这个细度范围。

[0017] (2) 钛铁矿预富集精矿浮选精选；

[0018] 将步骤(1)得到的钛铁矿预富集精矿依次经过粗选、扫选和精选工艺进行处理，其中，所述粗选使用浮选机，扫选和精选均使用浮选柱；粗选的尾矿进入扫选，经过一次扫选后得到浮选尾矿，粗选精矿和扫选精矿合并后经过两次或三次精选得到钛铁矿精矿。

[0019] 本发明步骤(2)中粗选、扫选和精选中，使用的浮选药剂包括水玻璃、硫酸、硝酸铅、羟肟酸、油酸钠、2#油；各浮选药剂具有协同作用。现有技术中，浮选药剂可以有多种组合方式，不同的组合方式产生的效果差别很大，往往需要经过多次理论分析和大量试验验证后，才能确认最佳组合，并产生协同效应；发明人首次将以上六种浮选药剂进行组合，产生了协同效应，成功实现超细粒级钛铁矿的分选。具体配合方式是：首先，水玻璃和硫酸首先作为分散剂和pH调整剂，为后期活化浮选提供适宜的矿浆环境；其次，活化剂硝酸铅配合

捕收剂羟肟酸提高矿物浮选的选择性,保证精矿产品品位,同时,配合油酸钠,增大浮选过程的捕收能力,保证精矿产品的回收率;最后,2#油协助羟肟酸和油酸钠,实现矿物颗粒的上浮回收。在六种药剂的协同配合下,最终实现了超细粒钛铁矿矿物颗粒的高效回收。

[0020] 本发明步骤(1)磁选和步骤(2)浮选有机结合;钛铁矿磁选预富集为钛铁矿浮选提供了合适的入浮原料,钛铁矿浮选验证了“中磁预选-超导磁选-磨矿-中磁预选-超导磁选”方案的可行性。

[0021] 本发明所得最终钛精矿TiO₂品位大于47%,回收率大于40%,彻底改变了现有技术中的这种小于20微米粒级的钛铁矿还没有被有效分选而被直接丢弃的现状,而且,对这种小于20微米粒级的钛铁矿分选后的效果甚至已经达到了目前技术中对于大于20微米粒级的钛铁矿的生产现场分选指标:钛精矿TiO₂品位大于47%,回收率约为50%,经济价值巨大。

[0022] 本发明的基本思路为:

[0023] 通过磁选,将微细粒钛铁矿物料进行预富集,抛出大量尾矿,为浮选作业提供合适的物料,通过浮选获得合格的钛精矿。

[0024] 步骤(1)中,第一段磁选工艺过程的中磁预选I和中磁预选II的作用是分离出强磁性矿物及较粗粒级的钛铁矿,分别保证超导磁选I和超导磁选II的顺利进行;超导磁选I和超导磁选II的作用是保证超细粒钛铁矿的高效回收;再磨的磨矿的作用是减小超导磁选I选出的精矿中粗粒级脉石矿物的粒度,为超导磁选II磁选抛尾提供条件。

[0025] 步骤(2)的浮选过程中,粗选使用浮选机,浮选机在调浆的同时回收部分适合浮选机回收的钛铁矿,浮选柱作为扫选设备,保证细粒钛铁矿的有效回收;精选使用高富集效率的浮选柱,可同时保证精矿Ti品位及回收率。

[0026] 本发明的有益效果:

[0027] 1.利用超导磁选机处理金属矿物前设置了中磁预选,将中磁预选与超导磁选结合才能用于金属矿物的分选,不同于已有的超导磁选机直接分选(非)金属矿物,选择中磁预选I和中磁预选II,有效去除物料中强磁性矿物,减小强磁性矿物对超导磁选和浮选的影响;创新地使用超导磁选机用于稀有金属矿物(钛铁矿)的预富集,使用超导磁选机I和超导磁选II,在低能耗的(通常为常导磁选机的10%)基础上,提供了远高于常导磁选机的磁场强度,高磁场条件下,可提高给矿速度,提高(低浓度超细粒钛铁矿)处理量,同时高磁场、高给矿速度有利于提高磁选富集比,从而实现钛铁矿的高效预富集。

[0028] 2.选矿工艺中磨矿的作用通常是为了提高矿物单体解离度。本发明中,超细粒钛铁矿的单体解离度完全达到分选要求。本发明磨矿的作用突破了传统意义上的磨矿作用,本发明中磨矿的作用是减小脉石矿物的粒度,从而增大脉石矿物在磁选时受到的阻力,进而使脉石矿物更多的进入磁选尾矿。打破了现有技术中对于超细粒级矿物分选,尤其是小于0.038微米粒级的矿物不宜再进行再磨的偏见,因为细粒级再磨会恶化分选指标,而本发明反向思维,进行了再磨,提高了分选指标。

[0029] 3.浮选过程中使用“浮选机-浮选柱”联合工艺,浮选机与浮选柱有机结合,提高了分选效果,本发明专利中,矿物原料的粒度是-0.020mm占50%~80%,几乎不含有+0.038mm,克服了选矿界通常提到的浮选机不适于分选小于0.038mm矿物的技术偏见。浮选机同时兼有调浆及分选部分易浮钛铁矿,保证浮选精矿品位,已通过浮选机调浆充分的物

料通过浮选柱扫选,有效回收难浮超细粒钛铁矿,保证钛铁矿浮选回收率。精选使用浮选柱,可有效回收超细粒钛铁矿的基础上,同时缩短浮选工艺流程。

[0030] 4. 本发明利用新的工艺,实现了超细粒钛铁矿的有效回收,且工艺配置合理、简单,工艺易转化为生产实践,也符合节能降耗及可持续发展要求,环境友好性好,解决了现有技术中超细粒级(-0.020mm)钛铁矿因无法有效回收且会恶化较粗粒级(+0.020mm)钛铁矿的分选、而作为矿泥被直接排入尾矿、造成钛资源的大量流失的这一世界性难题,经济效益巨大,值得推广。

附图说明

[0031] 为了易于说明,本发明由下述的具体实施例及附图作以详细描述。

[0032] 图1为本发明的一种超细粒钛铁矿物料预富集及精选工艺流程图;

[0033] 图2为实施例一分选结果的数质量流程图。

具体实施方式

[0034] 实施例一

[0035] 原料:试验所用超细粒钛铁矿来源于攀枝花地区某选厂,物料粒度为-0.020mm占74.22%,矿浆浓度为5%,TiO₂品位为8.89%。

[0036] 如图1和2所示,一种超细粒钛铁矿预富集及精选工艺,包括以下步骤:

[0037] (1) 超细粒钛铁矿磁选预富集;

[0038] 超细粒钛铁矿物料磁选预富集依次包括第一段磁选和第二段磁选,所述第一段磁选依次包括中磁预选I和超导磁选I,第二段磁选依次包括中磁预选II和超导磁选II,其中,中磁预选I的尾矿给入超导磁选I;超导磁选I的精矿再磨后给入中磁预选II;中磁预选II的尾矿给入超导磁选II;中磁预选I和中磁预选II的精矿合并并经过弱磁分选除铁后与超导磁选II的精矿合并成为钛铁矿预富集精矿,超导磁选I和超导磁选II的尾矿1、2合并作为尾矿;

[0039] 其中,中磁预选I设备选择平板磁选机,磁场强度为480kA/m,超导磁选I设备为超导磁选机,背景磁场强度为1600kA/m;中磁预选II设备选择平板磁选机,磁场强度为640kA/m,超导磁选II设备为超导磁选机,背景磁场强度为1760kA/m;弱磁分选设备为筒式磁选机,磁场强度为160kA/m。再磨设备选择立式搅拌磨,磨矿产品细度控制在-0.020mm占90%。

[0040] (2) 磁选预富集Ti精矿浮选精选;

[0041] 钛铁矿预富集精矿采用“浮选机-浮选柱”联合工艺进行精选,粗选使用浮选机,扫选和精选均使用浮选柱;粗选尾矿经过一次扫选后得到浮选的尾矿3,粗选精矿和扫选精矿合并后经过三次精选得到钛铁矿精矿。

[0042] 其中浮选药剂选择水玻璃为分散剂和抑制剂,硫酸为pH调整剂,硝酸铅为活化剂、羟肟酸和油酸钠为捕收剂、2#油为起泡剂。

[0043] 按照以上试验步骤可以得到最终产品指标见表1,各步骤的数据见附图2。

[0044] 表1超细粒钛铁矿“超导磁选,机-柱浮选”回收结果/%

产品名称	产率	TiO ₂ 品位	TiO ₂ 回收率
Ti 精矿	8.10	47.23	43.05
[0045] 次 Fe 精矿	3.55	11.77	4.70
尾矿	88.35	5.26	52.25
合计	100	8.89	100

[0046] 由表1可以看出,最终钛铁矿精矿产品TiO₂品位为47.23%,TiO₂回收率为43.05%。

[0047] 对比例

[0048] 采用原料:试验所用超细粒钛铁矿来源于攀枝花地区某选厂,物料粒度为-0.020mm占74.22%,矿浆浓度为5%,TiO₂品位为8.89%,做对比例1和对比例2。

[0049] 对比例1

[0050] 一种超细粒钛铁矿磁选(中磁预选-超导磁选)工艺,包括以下步骤:

[0051] 具体步骤同实施例一步骤(1),试验结果见表2。

[0052] 表2超细粒钛铁矿“中磁预选-超导磁选”回收结果/%

产品名称	产率	TiO ₂ 品位	TiO ₂ 回收率
[0053] Ti 精矿	35.01	17.01	66.99
次 Fe 精矿	3.55	11.77	4.70
[0054] 尾矿	61.44	4.10	28.31
合计	100	8.890	100

[0055] 对比例2

[0056] 一种超细粒钛铁矿浮选(浮选机-浮选柱)工艺,实施步骤同实施例一步骤(2),具体实施步骤为:

[0057] 超细粒级钛铁矿物料采用“浮选机-浮选柱”联合工艺进行浮选,粗选使用浮选机,

扫选和精选均使用浮选柱；粗选尾矿经过一次扫选后得到浮选尾矿，粗选精矿和扫选精矿合并后经过三次精选得到钛铁矿精矿。

[0058] 其中浮选药剂选择水玻璃为分散剂和抑制剂，硫酸为pH调整剂，硝酸铅为活化剂、羟肟酸和油酸钠为捕收剂、2#油为起泡剂。

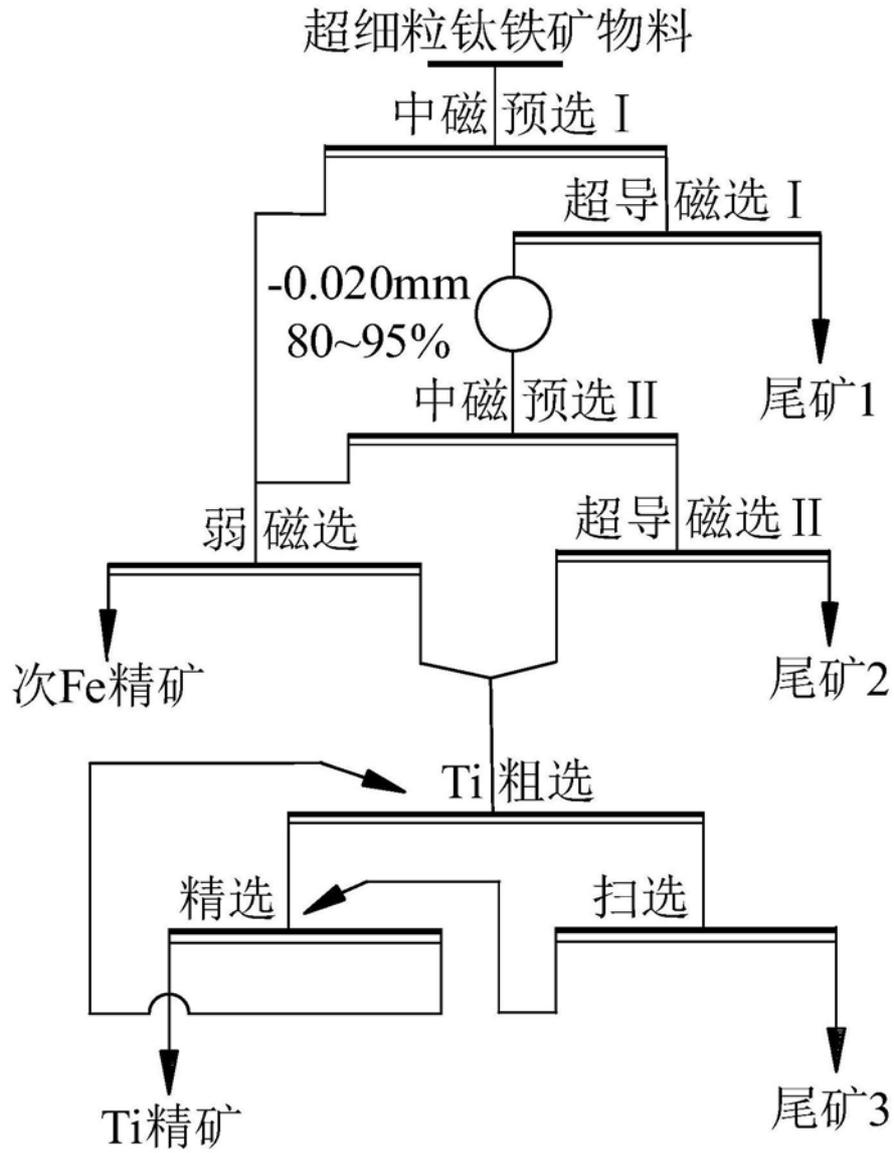
[0059] 试验结果见表3。

[0060] 表3超细粒钛铁矿浮选回收结果/%

	产品名称	产率	TiO ₂ 品位	TiO ₂ 回收率
[0061]	Ti 精矿	8.21	42.10	38.88
	尾矿	91.79	5.92	61.12
	合计	100.00	8.89	100.00

[0062] 对比，分析表1、表2、表3分选结果可知，单独使用步骤(1)或步骤(2)，均不能有效回收超细粒钛铁矿。步骤(1)磁选和步骤(2)浮选有机结合，可实现超细粒钛铁矿的高效回收；钛铁矿磁选预富集为钛铁矿浮选提供了合适的入浮原料，钛铁矿浮选验证了“中磁预选-超导磁选-磨矿-中磁预选-超导磁选”方案的可行性。

[0063] 以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何不经过创造性劳动想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应该以权利要求书所限定的保护范围为准。



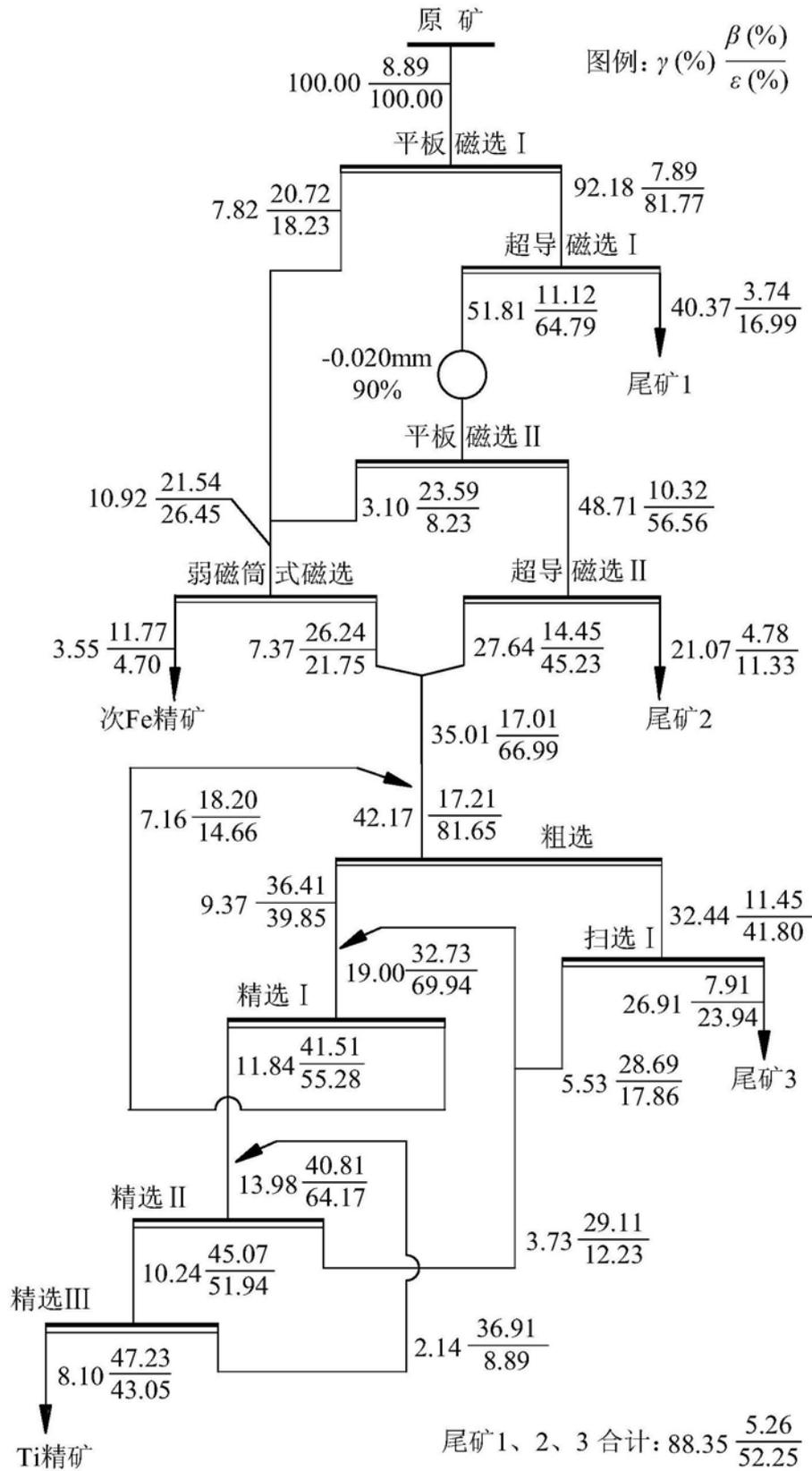


图2