



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114178041 B

(45) 授权公告日 2023.09.12

(21) 申请号 202111396860.8

B03B 1/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.11.23

B03C 1/30 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

B03D 1/00 (2006.01)

申请公布号 CN 114178041 A

C01B 33/18 (2006.01)

C22B 1/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.03.15

(56) 对比文件

(73) 专利权人 鞍钢集团矿业有限公司

CN 100998963 A, 2007.07.18

地址 114001 辽宁省鞍山市铁东区二一九路39号

CN 101204682 A, 2008.06.25

(72) 发明人 杨晓峰 刘文胜 徐连生 姚强

CN 101856634 A, 2010.10.13

陈宇 曹哲 刘双安 柴青平

CN 102259059 A, 2011.11.30

智慧 刘剑军 付亚峰 董振海

CN 109550587 A, 2019.04.02

满晓霏

CN 111686926 A, 2020.09.22

CN 112588431 A, 2021.04.02

(74) 专利代理机构 大连东方专利代理有限责任公司 21212

CN 1548234 A, 2004.11.24

GB 947670 A, 1964.01.29

专利代理师 李洪福

US 4597857 A, 1986.07.01

US 6044978 A, 2000.04.04

(51) Int. Cl.

审查员 姚明

B03B 7/00 (2006.01)

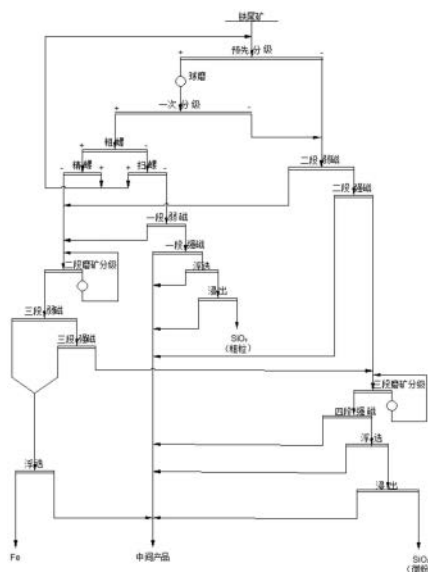
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种从铁尾矿中回收硅和铁的方法

(57) 摘要

本发明提供一种从铁尾矿中回收硅和铁的方法,铁尾矿的成分包括硅和铁,回收方法包括将铁尾矿进行预先分级、一段磨矿、一次分级、二段磨矿分级作业、三段磨矿分级作业、一段弱磁作业、一段强磁作业、二段弱磁作业、二段强磁作业、三段弱磁作业、三段强磁作业、四段强磁作业、粗选螺旋溜槽、精选螺旋溜槽、扫选螺旋溜槽、粗粒浮选作业、粗粒浸出装置、提铁浮选作业、细粒浮选作业和细粒浸出装置得到浮选精矿、高纯二氧化硅微粉产品和粗粒二氧化硅产品。本发明可实现铁尾矿的高附加值回用,根据市场需求回收粗粒二氧化硅产品、铁精矿和高纯二氧化硅微粉产品,充分实现对资源的高效开发和利用,具有重要的现实意义和战略意义。



1. 一种从铁尾矿中回收硅和铁的方法,铁尾矿的成分包括硅和铁,其特征在于,回收方法包括:

将铁尾矿进行预先分级,分为粗粒产品和细粒产品;所述粗粒产品进行一段磨矿后进行一次分级,得到一次粗粒产品和一次细粒产品;

所述一次粗粒产品进入粗选螺旋溜槽,得到粗螺精矿和粗螺尾矿;所述粗螺精矿进入精选螺旋溜槽,得到精螺精矿和精螺尾矿;所述粗螺尾矿进入扫选螺旋溜槽,得到扫螺精矿和扫螺尾矿;

所述扫螺尾矿进行一段弱磁作业,得到第一弱精矿和第一弱尾矿;所述第一弱尾矿进行一段强磁作业,得到第一强精矿和第一强尾矿;所述第一强尾矿进行粗粒浮选作业,得到粗粒浮精矿和粗粒浮尾矿;所述粗粒浮尾矿进入粗粒浸出装置,得到粗粒二氧化硅产品,所述粗粒二氧化硅产品中的二氧化硅的纯度 $\geq 99\%$,所述粗粒二氧化硅产品中的二氧化硅的粒度 ≥ 44 微米;

所述细粒产品和所述一次细粒产品进行二段弱磁作业,得到第二弱精矿和第二弱尾矿;所述第二弱尾矿进行二段强磁作业,得到第二强精矿和第二强尾矿;

所述第二弱精矿与所述精螺精矿合并后进行二段磨矿分级作业,得到的二次产品进行三段弱磁作业,得到第三弱精矿和第三弱尾矿;所述第三弱尾矿进行三段强磁作业,得到第三强精矿和第三强尾矿;所述第三弱精矿和所述第三强精矿构成的混磁精矿进行提铁浮选作业,得到浮选精矿;

所述第二强尾矿和所述第三强尾矿合并后进行三段磨矿分级作业,得到的三次产品进行四段强磁作业,得到第四强精矿和第四强尾矿;所述第四强尾矿给入细粒浮选作业,得到细粒浮精矿和细粒浮尾矿;所述细粒浮尾矿给入细粒浸出装置,得到高纯二氧化硅微粉产品,所述高纯二氧化硅微粉产品中的二氧化硅的纯度 $\geq 99.9\%$;所述高纯二氧化硅微粉产品中的二氧化硅的粒度 ≤ 10 微米。

2. 根据权利要求1所述的一种从铁尾矿中回收硅和铁的方法,其特征在于,所述浮选精矿中的全铁品位 $\geq 64\%$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种从铁尾矿中回收硅和铁的方法,其特征在于,所述精螺尾矿和所述扫螺精矿合并为重选中矿,返回到所述预先分级重新进行作业。

4. 根据权利要求1所述的一种从铁尾矿中回收硅和铁的方法,其特征在于,一段磨矿设备采用球磨机;二段磨矿分级作业和三段磨矿分级作业均采用闭路磨矿,且磨矿设备采用塔磨机,分级设备采用旋流器,三段磨矿分级作业中的磨矿介质采用陶瓷球或陶瓷棒。

5. 根据权利要求1所述的一种从铁尾矿中回收硅和铁的方法,其特征在于,所述预先分级采用旋流器和/或细筛,旋流器沉砂和/或细筛筛上为粗粒产品,溢流和/或细筛筛下为细粒产品;

所述一次分级采用旋流器和/或细筛,旋流器沉砂和/或细筛筛上为一次粗粒产品,溢流和/或细筛筛下为一次细粒产品。

6. 根据权利要求1所述的一种从铁尾矿中回收硅和铁的方法,其特征在于,所述粗粒浸出装置、所述细粒浸出装置均采用超声辅助。

7. 根据权利要求1所述的一种从铁尾矿中回收硅和铁的方法,其特征在于,所述一段强磁作业采用高效强磁机,磁感应强度为 $1500\sim 3000$ mT;

所述二段强磁作业和三段强磁作业采用立环强磁机,磁感应强度为1000~1500mT;

所述四段强磁作业采用超导强磁机,磁感应强度为2000~5000mT。

8.根据权利要求1所述的一种从铁尾矿中回收硅和铁的方法,其特征在于,所述预先分级得到的所述细粒产品的粒度 <44 微米,所述粗粒产品的粒度 ≥ 44 微米。

一种从铁尾矿中回收硅和铁的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及铁尾矿中回收材料技术领域,具体而言是一种从铁尾矿中回收硅和铁的方法。

背景技术

[0002] 鞍山地区铁尾矿中的主要成分为硅和铁,现有技术从铁尾矿中提取硅和铁的工艺,一般只考虑二氧化硅的纯度(纯度99.7%以下),不考虑二氧化硅的粒度,得到的二氧化硅产品粗粒级和细粒级混合在一起,粒度级别较宽不利于后续高附加值的利用。如专利一种从铁尾矿中回收石英的方法(CN108636591A)只考虑了纯度,但是没有考虑粒度;如专利一种铁尾矿制备高纯二氧化硅系统(CN208308443A)中得到纯度低于99.7%的二氧化硅;如专利一种回收铁尾矿中石英的方法及由该方法制备得到的石英矿(CN104190533 A)中得到二氧化硅的纯度低于99.7%,上述专利的纯度都低于99.7%,同时未考虑二氧化硅的粒度。而市场需求的二氧化硅产品主要是粗粒二氧化硅(二氧化硅纯度 $\geq 99\%$,粒度 ≥ 44)和高纯二氧化硅微粉(二氧化硅纯度 $\geq 99.9\%$,粒度 ≤ 10),现市场对高纯二氧化硅微粉(二氧化硅纯度99.9%以上,粒度10微米以下)的需要逐年增加,尤其在芯片制造领域表现更为突出,但目前的回收技术只能得到最高纯度为99.7%的二氧化硅,无法较佳的满足市场的需求。

[0003] 现有从铁尾矿回收硅和铁的技术,硅的回收率低,生产成本低,如专利一种铁尾矿制备高纯二氧化硅系统(CN208308443),硅的回收率仅达到20%。如专利一种从铁尾矿中回收石英的方法(CN108636591A),其将铁尾矿进行强磁粗选,得到铁粗精矿和石英粗精矿,石英粗精矿经过分级、磨矿、浮选、粗选和多次扫选、强磁精选、浸出得到品位大于99.7%的石英产品,铁粗精矿用作提取铁精矿,其将全部粒级进行磨矿,增加磨矿成本。

发明内容

[0004] 基于上述原因,而提供一种从铁尾矿中回收硅和铁的方法。

[0005] 本发明采用的技术手段如下:

[0006] 一种从铁尾矿中回收硅和铁的方法,铁尾矿的成分包括硅和铁,回收方法包括:

[0007] 将铁尾矿进行预先分级,分为粗粒产品(粒度 ≥ 44 微米)和细粒产品(粒度 < 44 微米);粗粒产品进行一段磨矿,提高铁矿物和脉石矿物的单体解离度,之后进行一次分级,得到一次粗粒产品(粒度 ≥ 44 微米)和一次细粒产品(粒度 < 44 微米)。

[0008] 一次粗粒产品进入粗选螺旋溜槽,得到粗螺精矿(本发明中将含铁较多的称之为“精矿”)和粗螺尾矿(本发明中将含铁量较少的称之为“尾矿”);粗螺精矿进入精选螺旋溜槽,得到精螺精矿(对铁进行富集)和精螺尾矿;粗螺尾矿进入扫选螺旋溜槽,得到扫螺精矿和扫螺尾矿(对硅进行富集)。

[0009] 扫螺尾矿进行一段弱磁作业,去除扫螺尾矿中的强磁性铁矿物,得到第一弱精矿和第一弱尾矿;第一弱尾矿进行一段强磁作业,去除第一弱尾矿中的大部分弱磁性铁矿物,得到第一强精矿和第一强尾矿,在一段强磁作业前采用一段弱磁作业去除强磁性铁矿物,

能够防止强磁作业中介质盒的堵塞,确保强磁作业顺行;第一强尾矿进行粗粒浮选作业,得到粗粒浮精矿和粗粒浮尾矿;粗粒浮尾矿进入粗粒浸出装置,浮选和浸出作业进一步去除产品中的杂质,得到粗粒二氧化硅产品,粗粒二氧化硅产品中的二氧化硅的纯度 $\geq 99\%$,粗粒二氧化硅产品中的二氧化硅的粒度 ≥ 44 微米。

[0010] 预先分级和一次分级得到的细粒产品和一次细粒产品进行二段弱磁作业,得到第二弱精矿和第二弱尾矿;第二弱尾矿进行二段强磁作业,得到第二强精矿和第二强尾矿。

[0011] 第二弱精矿与精螺精矿合并后进行二段磨矿分级作业,得到的二次产品进行三段弱磁作业,得到第三弱精矿和第三弱尾矿;第三弱尾矿进行三段强磁作业,得到第三强精矿和第三强尾矿;第三弱精矿和第三强精矿构成的混磁精矿进行提铁浮选作业,得到浮选精矿,浮选精矿中的全铁品位 $\geq 64\%$ 。

[0012] 第二强尾矿和第三强尾矿合并后进行三段磨矿分级作业,得到的三次产品进行四段强磁作业,得到第四强精矿和第四强尾矿;第四强尾矿给入细粒浮选作业,得到细粒浮精矿和细粒浮尾矿;细粒浮尾矿给入细粒浸出装置,得到高纯二氧化硅微粉产品,高纯二氧化硅微粉产品中的二氧化硅的纯度 $\geq 99.9\%$;高纯二氧化硅微粉产品中的二氧化硅的粒度 ≤ 10 微米。

[0013] 进一步地,精螺尾矿和扫螺精矿合并为重选中矿,返回到预先分级重新进行作业。

[0014] 进一步地,一段磨矿设备采用球磨机;二段磨矿分级作业和三段磨矿分级作业均采用闭路磨矿,且磨矿设备采用塔磨机,分级设备采用旋流器,三段磨矿的磨矿介质采用陶瓷球或陶瓷棒。

[0015] 进一步地,预先分级采用旋流器和/或细筛,旋流器沉砂和/或细筛筛上为粗粒产品,溢流和/或细筛筛下为细粒产品。

[0016] 一次分级采用旋流器和/或细筛,旋流器沉砂和/或细筛筛上为一次粗粒产品,溢流和/或细筛筛下为一次细粒产品。

[0017] 进一步地,粗粒浸出装置、细粒浸出装置均采用超声辅助。

[0018] 进一步地,一段强磁作业采用高效强磁机,磁感应强度为 $1500\sim 3000\text{mT}$ 。

[0019] 二段强磁作业和三段强磁作业采用立环强磁机,磁感应强度为 $1000\sim 1500\text{mT}$ 。

[0020] 四段强磁作业采用超导强磁机,磁感应强度为 $2000\sim 5000\text{mT}$ 。

[0021] 进一步地,本发明中各段浮选作业(粗粒浮选作业、细粒浮选作业和提铁浮选作业)均可根据矿石性质采用粗选、精选和多段扫选构成。

[0022] 本发明的每个工序中,将含铁量较高的产品称为“精矿”、将铁含量较低的产品称为“尾矿”。

[0023] 本发明中的铁尾矿经过预先分级得到粒度 <44 微米的细粒产品和粒度 ≥ 44 微米的粗粒产品,粗粒产品在经过了一段磨矿(球磨),提高铁矿物和脉石矿物的单体解离度,再经一次分级后,得到粒度 ≥ 44 微米的一次粗粒产品和粒度 <44 微米的一次细粒产品;细粒产品和一次细粒产品经过三段磨矿分级作业,得到粒度 ≤ 10 微米的产品,粒度 ≤ 10 微米的产品经过选别后得到高纯二氧化硅微粉产品;粒度 ≥ 44 微米的一次粗粒产品经过选别后得到粗粒二氧化硅产品。与此同时,本发明在回收粗粒二氧化硅产品和高纯二氧化硅微粉产品的同时还回收了铁矿物。

[0024] 本发明在高纯二氧化硅微粉产品的回收上,首先经过一段弱磁作业后,去除了强

磁性铁矿物,之后通过立环强磁(二段强磁作业)和超导强磁(四段强磁作业)相结合,去除了大部分弱磁性铁矿物,最后采用浮选和浸出作业,进一步去除产品中的杂质,能够明显提高二氧化硅的纯度,使其满足 $\geq 99.9\%$ 。本发明在粗粒二氧化硅产品的回收上,采用了一段弱磁作业、一段强磁作业(高效强磁作业),之后进行浮选和浸出作业,得到的产品的纯度 $\geq 99\%$ 。

[0025] 本发明利用铁尾矿进行回收,铁尾矿粒度在0~100微米之间,节约了大量的破碎和磨矿成本。本发明利用了回收粗粒二氧化硅产品过程中,产生的精螺精矿、第一弱精矿和回收高纯二氧化硅微粉产品过程中产生的第二弱精矿,进行铁矿物的回收。本发明在回收高纯二氧化硅微粉产品的过程中,利用了回收铁矿物时产生的第三强尾矿。在回收粗粒二氧化硅产品的过程中,扫螺精矿和精螺尾矿合并后返回到预先分级重新作业。本发明合理且高效的利用了铁尾矿,使二氧化硅的回收率达到60%的同时有效回收了铁矿物,实现了资源的高效和充分利用。

[0026] 较现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0027] 1、本发明可实现铁尾矿的高附加值回收,回收的粗粒二氧化硅产品(二氧化硅纯度 $\geq 99\%$,粒度 ≥ 44 微米)、高纯二氧化硅微粉产品(二氧化硅纯度 $\geq 99.9\%$,粒度 ≤ 10 微米)和铁精矿(全铁品位 $\geq 64\%$),且二氧化硅的回收率达到了60%,实现了资源的高效开发与利用。

[0028] 2、强磁前先采用弱磁选别,防止强磁堵塞,同时降低强磁给矿中铁含量,为获得高纯度二氧化硅提供了有利条件。采用强磁与浮选工艺相结合不仅可以有效降低二氧化硅中的铁含量,还可以去除其它无磁性的矿物。

[0029] 3、铁尾矿经预先分级后可以得到不同粒度的粒原料,减少了一段磨矿的磨矿量,降低了生产成本,且一段磨矿增加铁矿物和石英的解离度,再通过一次分级将磨矿后物料分为一次粗粒产品和一次细粒产品。这样给入后续选别作业的粒度级别窄,可以获得较好的分选效果。

[0030] 4、一次粗粒产品因为粒度较粗适合给入螺旋溜槽进行选别,选别成本低且无污染,重选中矿返回到预先分级作业可使连生体进一步解离,同时获得尽量多的粗粒产品,能够增加二氧化硅的回收率,节约磨矿成本。

[0031] 5、二段、三段磨矿分级作业采用闭路磨矿,且二段、三段磨矿设备采用塔磨机可获得粒度较细的磨矿产品;三段磨矿的磨矿介质采用陶瓷球,防止铁球或钢球作为磨矿介质增加二氧化硅产品中的铁含量。

[0032] 6、粗粒浸出装置、细粒浸出装置的浸出作业采用超声辅助可减少试剂用量,提高浸出速度。

[0033] 基于上述理由本发明可在铁尾矿回收等领域广泛推广。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图做以简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0035] 图1为本发明具体实施方式中一种从铁尾矿中回收硅和铁的方法的流程图。

具体实施方式

[0036] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0037] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的,决不作为对本发明及其应用或使用的任何限制。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0038] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本发明的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0039] 除非另外具体说明,否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本发明的范围。同时,应当清楚,为了便于描述,附图中所示出的各个部分的尺寸并不是按照实际的比例关系绘制的。对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论,但在适当情况下,所述技术、方法和设备应当被视为授权说明书的一部分。在这里示出和讨论的所有示例中,任何具体值应被解释为仅仅是示例性的,而不是作为限制。因此,示例性实施例的其它示例可以具有不同的值。应注意:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

[0040] 此外,需要说明的是,使用“第一”、“第二”等词语来限定技术特征,仅仅是为了便于对相应技术特征进行区别,如没有另行声明,上述词语并没有特殊含义,因此不能理解为对本发明保护范围的限制。

[0041] 如图1所示,一种从铁尾矿中回收硅和铁的方法,铁尾矿的成分包括硅和铁(铁尾矿中的全铁品位为10.69%、二氧化硅含量为79.15%、 $0 < \text{粒度} \leq 100$ 微米),回收方法包括:

[0042] 将铁尾矿通过旋流器或细筛(325目)进行预先分级,沉砂或细筛筛上粗粒产品(粒度 ≥ 44 微米),溢流或细筛筛下为细粒产品(粒度 < 44 微米);粗粒产品采用球磨机进行一段磨矿,用以提高铁矿物和脉石矿物的单体解离度,一段磨矿采用开路磨矿,之后采用旋流器或细筛进行一次分级,得到粒度 ≥ 44 微米的一次粗粒产品和粒度 < 44 微米的一次细粒产品。

[0043] 一次粗粒产品进入粗选螺旋溜槽,得到含铁较多的粗螺精矿和含铁较少的粗螺尾矿(本实施例中将每个工序中含铁较多的称为“精矿”,含铁较少的称为“尾矿”,后文不在重复);粗螺精矿进入精选螺旋溜槽,得到全铁品位33.26%的精螺精矿和精螺尾矿;粗螺尾矿进入扫选螺旋溜槽,得到扫螺精矿和扫螺尾矿;精螺尾矿和扫螺精矿合并为重选中矿,返回到预先分级重新进行作业。

[0044] 扫螺尾矿进行一段弱磁作业,去除扫螺尾矿中的强磁性铁矿物,得到第一弱精矿和第一弱尾矿;第一弱尾矿进行一段强磁作业,去除第一弱尾矿中的大部分弱磁性铁矿物,

得到第一强精矿和第一强尾矿；第一强尾矿进行粗粒浮选作业，得到粗粒浮精矿和粗粒浮尾矿；粗粒浮尾进入粗粒浸出装置，得到粗粒二氧化硅产品；粗粒二氧化硅产品中的二氧化硅的纯度为99.23%，粗粒二氧化硅产品中的二氧化硅的粒度 ≥ 44 微米。

[0045] 细粒产品和一次细粒产品进行二段弱磁作业，得到第二弱精矿和第二弱尾矿；第二弱尾矿进行二段强磁作业，得到第二强精矿和第二强尾矿。

[0046] 第二弱精矿与精螺精矿合并后进行二段磨矿分级作业，且二段磨矿分级作业为闭路磨矿，分级采用旋流器，磨矿采用塔磨机，得到的二次产品（二次溢流产品）进行三段弱磁作业；得到第三弱精矿和第三弱尾矿；第三弱尾矿进行三段强磁作业，得到第三强精矿和第三强尾矿；第三弱精矿和第三强精矿构成的混磁精矿进行提铁浮选作业，得到浮选精矿，浮选精矿中的全铁品位为64.35%。

[0047] 第二强尾矿和第三强尾矿合并后进行三段磨矿分级作业，且三段磨矿分级作业为闭路磨矿，其中分级采用旋流器，磨矿采用塔磨机，磨矿介质采用陶瓷球或陶瓷棒，得到的三次产品（三次溢流产品）进行四段强磁作业，得到第四强精矿和第四强尾矿；第四强尾矿给入细粒浮选作业，得到细粒浮精矿和细粒浮尾矿；细粒浮尾矿进入细粒浸出装置，得到高纯二氧化硅微粉产品。高纯二氧化硅微粉产品中的二氧化硅的纯度为99.90%；高纯二氧化硅微粉产品中的二氧化硅的粒度 ≤ 10 微米。

[0048] 粗粒浸出装置、细粒浸出装置均采用超声辅助，即在超声波的环境下进行浸出作业。

[0049] 一段弱磁作业、二段弱磁作业和三段弱磁作业的磁感应强度为200~400mT。

[0050] 一段强磁作业采用高效强磁机，磁感应强度为1500~3000mT。

[0051] 二段强磁作业和三段强磁作业采用立环强磁机，磁感应强度为1000~1500mT。

[0052] 四段强磁作业采用超导强磁机，磁感应强度为2000~5000mT。

[0053] 本具体实施方式的每个工序中，将含铁量较高的产品称为“精矿”、将铁含量较低的产品称为“尾矿”。

[0054] 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

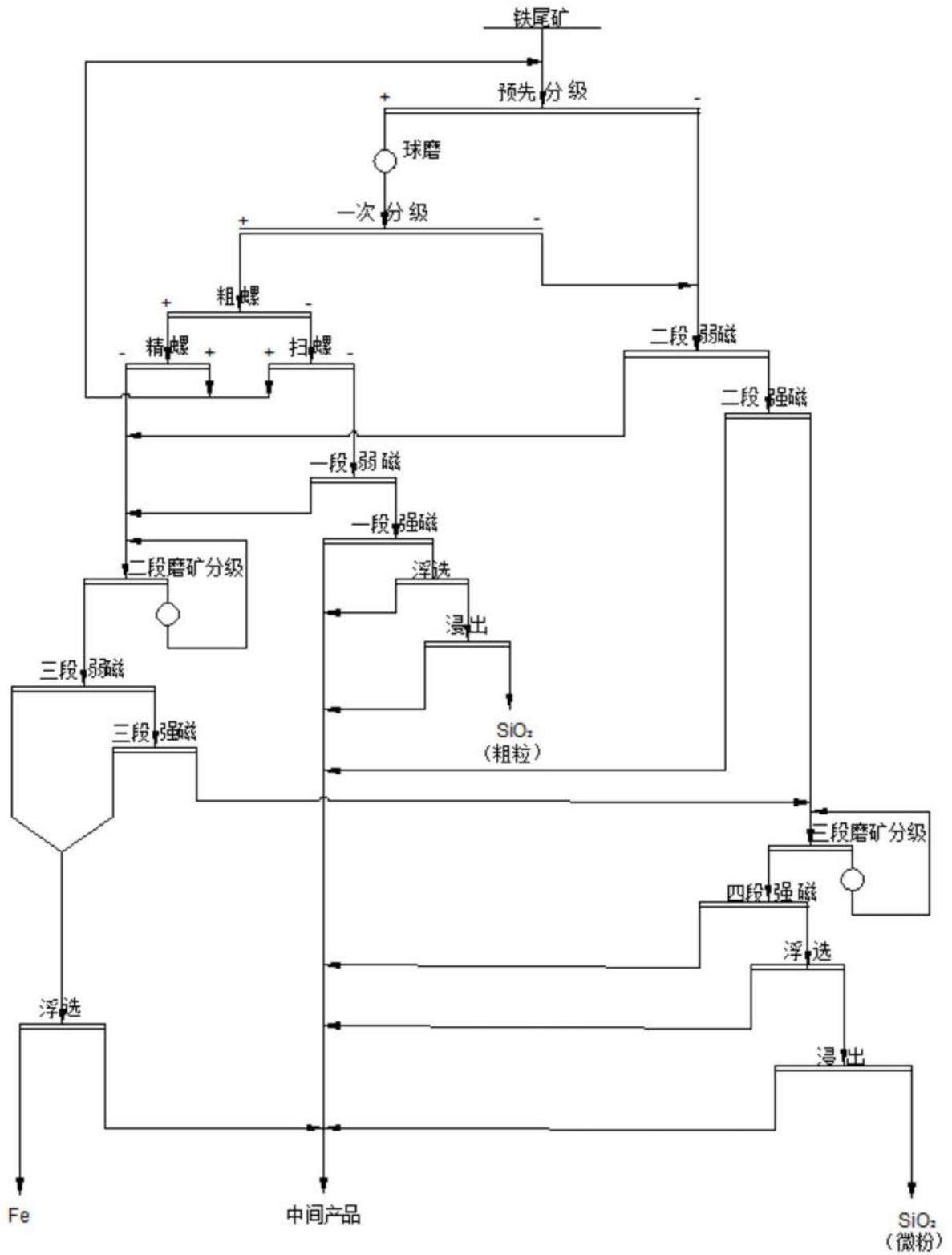


图1