



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109880955 A

(43)申请公布日 2019.06.14

(21)申请号 201910309060.4

(22)申请日 2019.04.17

(71)申请人 中国恩菲工程技术有限公司
地址 100038 北京市海淀区复兴路12号

(72)发明人 李东波 刘诚 黎敏 尉克俭
茹洪顺 李曰荣 徐小锋 曹珂菲
李兵 陈学刚 郭亚光

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240
代理人 韩建伟

(51)Int.Cl.
G21B 13/14(2006.01)
G21B 13/12(2006.01)

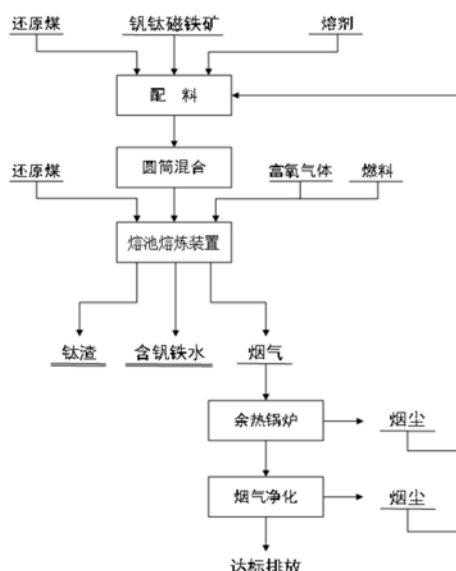
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

短流程处理铁基多金属矿料的熔炼方法及熔炼装置

(57)摘要

本发明提供了一种短流程处理铁基多金属矿料的熔炼方法及熔炼装置。该熔炼方法中采用的熔炼系统包括熔池熔炼装置，熔池熔炼装置的熔池中设置有隔墙，以将熔池分为熔融区和电热还原区，且熔融区的底部和电热还原区连通，熔炼方法包括：将铁基多金属矿料、燃料、熔剂及富氧空气输送至熔融区中进行熔化及部分还原，得到熔融液；将熔融液和还原剂输送至电热还原区进行还原熔炼处理，得到含有钒元素的铁水和钛渣。这一方面使得熔炼过程所需的占地面积小，减少了熔池熔炼装置的配置高度差，还能够减少资金投入；另一方面还能够省去熔体排放和加入的操作步骤，提高生产作业效率。熔池兼顾熔融和还原贫化作业，有利于钛渣和含钒铁水的分离。



CN 109880955 A

1. 一种短流程处理铁基多金属矿料的熔炼方法,所述铁基多金属矿料包含铁元素、钛元素和钒元素,其特征在于,所述熔炼方法中采用的熔炼系统包括熔池熔炼装置,所述熔池熔炼装置的熔池中设置有隔墙(30),以将所述熔池分为熔融区(10)和电热还原区(20),且所述熔融区(10)的底部和所述电热还原区(20)连通,所述熔池还设置有与所述熔融区(10)连通的第一加料口(101)和第二加料口(102)以及与所述电热还原区(20)相连通的排渣口(201)和金属排放口(202),且所述第一加料口(101)设置在所述熔池熔炼装置的顶部,所述第二加料口(102)设置在所述熔池熔炼装置的侧壁上,所述熔炼方法包括:

将所述铁基多金属矿料、燃料、熔剂及富氧空气输送至所述熔融区(10)中进行熔化及部分还原,得到熔融液;

将所述熔融液和还原剂输送至所述电热还原区(20)进行还原熔炼处理,得到含有钒元素的铁水和钛渣。

2. 根据权利要求1所述的熔炼方法,其特征在于,所述熔化及部分还原的步骤包括:将所述铁基多金属矿料和所述熔剂经所述熔池熔炼装置的第一加料口(101)和/或所述第二加料口(102)加入所述熔融区(10)中,并将至少一个第一侧吹喷枪(11)的喷嘴经所述第二加料口(102)浸没在所述熔融区(10)的固相物料下方,然后采用所述第一侧吹喷枪(11)将所述燃料和所述富氧空气喷入所述熔融区(10),以进行所述熔化及部分还原的过程,得到所述熔融液;

优选地,所述燃料选自天然气、煤气和粉煤组成的组中的一种或多种;

优选地,所述富氧空气为氧气的体积浓度大于50%的气体。

3. 根据权利要求1或2所述的熔炼方法,其特征在于,所述还原熔炼处理的步骤还包括:所述熔融液输送至所述电热还原区(20),然后采用第二侧吹喷枪(22)和/或顶吹喷枪(23)将所述还原剂喷入所述电热还原区(20)的液面上方。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的熔炼方法,其特征在于,所述还原熔炼处理的温度为1450~1650℃;优选地,所述还原熔炼处理的温度为1500~1600℃。

5. 根据权利要求2或3所述的熔炼方法,其特征在于,在进行所述熔化及部分还原过程之前,所述熔炼方法还包括:对所述铁基多金属矿料、所述燃料、所述熔剂和所述还原剂分别进行预处理,以使所述铁基多金属矿料、所述燃料、所述熔剂和所述还原剂的粒度均 $\leq 50\text{mm}$,含水量均 $\leq 15\text{wt}\%$ 。

6. 根据权利要求2所述的熔炼方法,其特征在于,所述熔池熔炼系统还包括分别与第一加料口(101)和/或所述第二加料口(102)相连通的圆筒混料装置,在进行所述熔化及部分还原过程之前,所述熔炼方法还包括采用所述圆筒混料装置进行混料。

7. 根据权利要求1所述的熔炼方法,其特征在于,所述熔炼系统还包括余热回收装置,所述熔炼方法还包括余热回收的步骤,所述余热回收的步骤包括:采用所述余热回收装置回收所述熔化及部分还原过程和所述还原熔炼过程中产生的烟气中的热量;

优选地,经所述余热回收处理后,所述烟气的温度降至100~200℃;

优选地,所述余热回收装置为余热锅炉。

8. 根据权利要求7所述的熔炼方法,其特征在于,所述熔炼系统还包括收尘装置,所述熔炼方法还包括:将所述烟气进行所述余热回收处理后,采用所述收尘装置进行收尘处理。

9. 根据权利要求1至3中任一项所述的熔炼方法,其特征在于,所述熔融区(10)的底壁

与所述电热还原区(20)的底壁的高度差为0~500mm,优选地,所述熔融区(210)的底壁的高度高于所述电热还原区(220)的底壁,更优选为150~500mm;

优选地,所述熔融区(10)的底壁与所述电热还原区(20)的底壁之间的承接部的坡度为0~90°,更优选为30~60°。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的熔炼方法,其特征在于,所述铁基多金属矿料选自钒钛磁铁矿和/或海砂矿。

11. 一种短流程处理铁基多金属矿料的熔池熔炼装置,其特征在于,所述熔池熔炼装置的内部设置有熔池和设置在所述熔池中的隔墙(30),所述隔墙(30)将所述熔池分为熔融区(10)和电热还原区(20),所述熔融区(10)的底部和所述电热还原区(20)连通,所述熔池还设置有与所述熔融区(10)连通的第一加料口(101)和第二加料口(102)以及与所述电热还原区(20)相连通的排渣口(201)和金属排放口(202),且所述第一加料口(101)设置在所述熔池熔炼装置的顶部,所述第二加料口(102)设置在所述熔池熔炼装置的侧壁上。

12. 根据权利要求11所述的熔池熔炼装置,其特征在于,所述熔融区(10)包括至少一个第一侧吹喷枪(11),所述第一侧吹喷枪(11)的喷嘴经所述第二加料口(102)浸没在所述熔融区(10)的液面以下,以向所述熔融区(10)喷入燃料和富氧空气。

13. 根据权利要求11或12所述的熔池熔炼装置,其特征在于,所述电热还原区(20)包括:

至少一个电极(21),所述电极(21)的末端位于所述电热还原区(20)的固相物料下方,用于向所述电热还原过程供热;

至少一个第二侧吹喷枪(22)和至少一个顶吹喷枪(23),所述第二侧吹喷枪(22)的喷嘴与所述顶吹喷枪(23)的喷嘴均位于所述电热还原区(20)的液面上方,用于将还原剂喷入所述电热还原区(20);优选地,各所述第二侧吹喷枪(22)分别设置在所述还原区的相对的侧壁上。

14. 根据权利要求11至13中任一项所述的熔池熔炼装置,其特征在于,所述熔融区(10)的底壁与所述电热还原区(20)的底壁的高度差为0~500mm,优选地,所述熔融区(10)的底壁的高度高于所述电热还原区(20)的底壁,更优选为150~500mm。

15. 根据权利要求14所述的熔池熔炼装置,其特征在于,所述熔融区(10)的底壁与所述电热还原区(20)的底壁之间的承接部的坡度为0~90°。

16. 根据权利要求11或12所述的熔池熔炼装置,其特征在于,所述熔池熔炼装置还设置有烟道(24),所述烟道(24)设置在与所述电热还原区(20)的对应的熔池顶部。

短流程处理铁基多金属矿料的熔炼方法及熔炼装置

技术领域

[0001] 本发明涉及金属冶炼领域,具体而言,涉及一种短流程处理铁基多金属矿料的熔炼方法及熔炼装置。

背景技术

[0002] 钒钛磁铁矿是一种较难冶炼的矿石。目前已成熟应用的钒钛磁铁矿冶炼工艺主要有两种:一是高炉法,其主要是先将钒钛磁铁矿经过烧结或造球后加入高炉中,回收铁和钒。目前应用该工艺进行冶炼的主要有中国的攀钢和承钢、俄罗斯的下塔吉尔钢厂等。二是回转窑-电炉法。其主要是采用回转窑预还原钒钛磁铁矿铁精矿,得到焙砂;然后将焙砂加入电炉中进行还原熔炼,以回收铁和钒。目前应用该工艺进行冶炼的主要有新西兰钢铁和南非海威尔德等。而其他钒钛磁铁矿冶炼工艺,大多处于研究或工业化试验阶段,并未实现规模化的工业生产。

[0003] 高炉法是最早开发用于处理钒钛磁铁矿铁精矿的方法,其能够回收约90%的铁、约50%的钒,但是钛元素未能回收。高炉法处理钒钛磁铁矿的主要优点是生产效率高、生产规模大,缺点是综合能耗高、流程长、渣铁难分、粘渣和脱硫能力低。此外高炉法对渣中 TiO_2 的含量要求较高,一般要低于25%。

[0004] 回转窑-电炉法的特点是将经选矿得到的钒钛磁铁矿精矿直接用于冶炼,流程短,铁、钒的回收率均高于高炉法,但目前也未能回收利用钛渣。现有技术(CN107858502A)提供了一种钒钛磁铁矿处理方法,该方法先对钒钛磁铁矿粗矿依次进行矿选、回转窑预还原、电炉还原熔炼和转炉吹炼,得到钒渣和半钢。相比于高炉法,回转窑-电炉法的综合能耗低,且无需炼焦、烧结,环境排放指标更优。回转窑-电炉法缺点是综合能耗仍然较高,且对电力能源的依赖性强,在电力资源匮乏或电力成本高的地区难以推广。

[0005] 鉴于上述问题的存在,有必要提供一种针对铁基多金属矿料的短流程且低能耗的熔炼方法。

发明内容

[0006] 本发明的主要目的在于提供一种短流程处理铁基多金属矿料的熔炼方法及熔炼装置,以解决现有的熔炼工艺存在的流程长且能耗高的问题。

[0007] 为了实现上述目的,根据本发明的一个方面,提供了一种短流程处理铁基多金属矿料的熔炼方法,铁基多金属矿料包含铁元素、钛元素和钒元素,熔炼方法中采用的熔炼系统包括熔池熔炼装置,熔池熔炼装置的熔池中设置有隔墙,以将熔池分为熔融区和电热还原区,且熔融区的底部和电热还原区连通,熔池还设置有与熔融区连通的第一加料口和第二加料口以及与电热还原区相连通的排渣口和金属排放口,且第一加料口设置在熔池熔炼装置的顶部,第二加料口设置在熔池熔炼装置的侧壁上,熔炼方法包括:将铁基多金属矿料、燃料、熔剂及富氧空气输送至熔融区中进行熔化及部分还原,得到熔融液;将熔融液和还原剂输送至电热还原区进行还原熔炼处理,得到含有钒元素的铁水和钛渣。

[0008] 进一步地,熔化及部分还原过程包括:将铁基多金属矿料和熔剂经熔池熔炼装置的第一加料口和/或第二加料口加入熔融区中,并将至少一个第一侧吹喷枪的喷嘴经第二加料口浸没在熔融区的固相物料下方,然后采用第一侧吹喷枪将燃料和富氧空气喷入熔融区,以进行熔融及部分还原的过程,得到熔融液;优选地,燃料选自天然气、煤气和粉煤组成的组中的一种或多种;优选地,富氧空气为氧气的体积浓度大于50%的气体。

[0009] 进一步地,还原熔炼处理的步骤还包括:熔融液输送至电热还原区,然后采用第二侧吹喷枪和/或顶吹喷枪将还原剂喷入电热还原区的液面上方。

[0010] 进一步地,还原熔炼处理的温度为1450~1650℃;优选地,还原熔炼处理的温度为1500~1600℃。

[0011] 进一步地,在进行熔化及部分还原过程之前,熔炼方法还包括:对铁基多金属矿料、燃料、熔剂和还原剂分别进行预处理,以使铁基多金属矿料、燃料、熔剂和还原剂的粒度均 $\leq 50\text{mm}$,含水量均 $\leq 15\text{wt}\%$ 。

[0012] 进一步地,熔池熔炼系统还包括分别与第一加料口和/或第二加料口相连通的圆筒混料装置,在进行熔化及部分还原过程中之前,熔炼方法还包括采用圆筒混料装置进行混料。

[0013] 进一步地,熔炼系统还包括余热回收装置,熔炼方法还包括余热回收的步骤,余热回收的步骤包括:采用余热回收装置回收熔化及部分还原过程和还原熔炼过程中产生的烟气中的热量;优选地,经余热回收处理后,烟气的温度降至100~200℃;优选地,余热回收装置为余热锅炉。

[0014] 进一步地,熔炼系统还包括收尘装置,熔炼方法还包括:将烟气进行余热回收处理后,采用收尘装置进行收尘处理。

[0015] 进一步地,熔融区的底壁与电热还原区的底壁的高度差为0~500mm,优选地,熔融区的底壁的高度高于电热还原区的底壁,更优选为150~500mm;优选地,熔融区的底壁与电热还原区的底壁之间的承接部的坡度为0~90°,更优选为30~60°。

[0016] 进一步地,铁基多金属矿料选自钒钛磁铁矿和/或海砂矿。

[0017] 本申请提供了一种短流程处理铁基多金属矿料的熔池熔炼装置,熔池熔炼装置的内部设置有熔池和设置在熔池中的隔墙,隔墙将熔池分为熔融区和电热还原区,熔融区的底部和电热还原区连通,熔池还设置有与熔融区连通的第一加料口和第二加料口以及与电热还原区相连通的排渣口和金属排放口,且第一加料口设置在熔池熔炼装置的顶部,第二加料口设置在熔池熔炼装置的侧壁上。

[0018] 进一步地,熔融区包括至少一个第一侧吹喷枪,第一侧吹喷枪的喷嘴经第二加料口浸没在熔融区的液面以下,以向熔融区喷入燃料和富氧空气。

[0019] 进一步地,电热还原区包括:至少一个电极,至少一个第二侧吹喷枪和至少一个顶吹喷枪,电极的末端位于电热还原区的固相物料下方,用于向电热还原过程供热;第二侧吹喷枪的喷嘴与顶吹喷枪的喷嘴均位于电热还原区的液面上方,用于将还原剂喷入电热还原区;优选地,各第二侧吹喷枪分别设置在还原区的相对的侧壁上。

[0020] 进一步地,熔融区的底壁与电热还原区的底壁的高度差为0~500mm,优选地,熔融区的底壁的高度高于电热还原区的底壁,更优选为150~500mm。

[0021] 进一步地,熔融区的底壁与电热还原区的底壁之间的承接部的坡度为0~90°。

[0022] 进一步地,熔池熔炼装置还设置有烟道,烟道设置在与电热还原区的对应的熔池顶部。

[0023] 应用本发明的技术方案,上述熔炼方法中,上述熔炼过程,熔化及部分还原过程和电热还原过程在同一个熔池熔炼装置中进行。这一方面使得上述熔炼过程所需的占地面积小,减少了熔池熔炼装置的配置高度差,同时还能够减少对熔池熔炼装置的资金投入;另一方面还能够省去熔体排放和加入的操作步骤,提高生产作业效率,减少操作人员和相应的工器具消耗。此外,熔化及部分还原过程和电热还原过程在同一个熔池熔炼装置内完成,电热还原区也可利用熔融液的热量维持在较高的温度,减少单独还原贫化时电能的消耗;熔池兼顾熔融和还原贫化作业,炉内储存熔体量相对较大,能够增加储渣时间,有利于钛渣和含钒铁水的分离;同时两个过程产生的烟气可以混合处理,减少了建设两套烟气处理系统的投资。

附图说明

[0024] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0025] 图1示出了根据本发明的一种优选的实施方式提供的处理铁基多金属矿料的熔炼方法的流程示意图;以及

[0026] 图2示出了根据本发明的一种优选的实施方式提供的处理铁基多金属矿料的熔池熔炼装置的结构示意图;

[0027] 图3示出了根据本发明的一种优选的实施方式提供的处理铁基多金属矿料的熔池熔炼系统的A-A侧视图;

[0028] 图4示出了根据本发明的一种优选的实施方式提供的处理铁基多金属矿料的熔池熔炼系统的C-C侧视图。

[0029] 其中,上述附图包括以下附图标记:

[0030] 10、熔融区;11、第一侧吹喷枪;101、第一加料口;102、第二加料口;20、电热还原区;21、电极;22、第二侧吹喷枪;23、顶吹喷枪;24、烟道;201、排渣口;202、金属排放口;30、隔墙。

具体实施方式

[0031] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将结合实施例来详细说明本发明。

[0032] 正如背景技术所描述的,现有的熔炼工艺存在的流程长且能耗高的问题。为了解决上述技术问题,本申请提供了一种短流程处理铁基多金属矿料的熔炼方法,铁基多金属矿料包含铁元素、钛元素和钒元素,该熔炼方法中采用的熔炼系统包括熔池熔炼装置,熔池熔炼装置的熔池中设置有隔墙30,以将熔池分为熔融区10和电热还原区20,且熔融区10的底部和电热还原区20相连通,熔池熔炼装置设置有与熔融区10连通的第一加料口101和第二加料口102以及与电热还原区20相连通的排渣口201和金属排放口202,且第一加料口101设置在熔池熔炼装置的顶部,第二加料口102设置在熔池熔炼装置的侧壁上;第一加料口101、第二加料口102和排渣口201,第一加料口101设置在熔池熔炼装置的顶部,第二加料口

102设置在熔池熔炼装置的侧壁上；混料出口与第一加料口101和/或第二加料口102相连通，如图1所示，上述熔炼方法包括：将铁基多金属矿料、燃料、熔剂及富氧空气输送至熔融区10中进行熔融及部分还原，得到熔融液；将熔融液和还原剂输送至电热还原区20进行还原熔炼处理，得到含有钒元素的铁水和钛渣。

[0033] 通过设置隔墙30将熔池分为熔融区10和电热还原区20，从而使得熔化及部分还原过程和电热还原过程在一个熔炼装置中即可完成，同时隔墙30的设置还能够抑制熔融区10中未反应的物料进入电热还原区20。上述熔化及部分还原过程中，原料经第一加料口101和/或第二加料口102加入熔融区10，通过燃料和富氧空气燃烧提供热量，使铁基多金属矿料发生熔融及部分还原，熔剂的加入能够使铁基多金属矿料中的杂质以钛渣的形式与铁元素分离，同时降低熔点，得到熔融液；将熔融液输送至电热还原区20后，还原剂与熔融液的铁元素和钒元素等被还原，同时在贫化作用下，还原产物体系中的液相产物和固相产物进行分离，得到含有钒元素的铁水和钛渣，相应地经排渣口201和金属排放口202排出。

[0034] 上述熔炼过程，熔化及部分还原过程和电热还原过程在同一个熔池熔炼装置中进行。这一方面使得上述熔炼过程所需的占地面积小，减少了熔池熔炼装置的配置高度差，同时还能够减少对熔池熔炼装置的资金投入；另一方面还能够省去熔体排放和加入的操作步骤，提高生产作业效率，减少操作人员和相应的工器具消耗。此外，熔化及部分还原过程和电热还原过程在同一个熔池熔炼装置内完成，电热还原区20也可利用熔融液的热量维持在较高的温度，减少单独还原贫化时电能的消耗；熔池兼顾熔融和还原贫化作业，炉内储存熔体量相对较大，能够增加储渣时间，有利于钛渣和含钒铁水的分离；同时两个过程产生的烟气可以混合处理，减少了建设两套烟气处理系统的投资。优选地，本申请中提到的铁基多金属矿料选自钒钛磁铁矿和/或海砂矿。

[0035] 采用上述熔炼方法具有流程短、能耗低、成本低和铁元素和钒元素回收率高等优点。在一种优选的实施例中，上述熔化及部分还原过程包括：将铁基多金属矿料和熔剂经熔池熔炼装置的第一加料口101和/或第二加料口102加入熔融区10中，并将至少一个第一侧吹喷枪11的喷嘴经第二加料口102浸没在熔融区10的固相物料下方，然后采用第一侧吹喷枪11将燃料和富氧空气喷入熔融区10，以进行熔融及部分还原过程，得到熔融液。采用第一侧吹喷枪11将燃料和富氧空气喷入熔融区10的固相物料下方能够对其中的熔融液形成强烈搅动，从而有利于提高传质传热效率，同时，这也有利于提高后续钒元素等的回收率。

[0036] 上述熔炼方法中，燃料可以采用本领域常用的种类。优选地，燃料选自天然气、煤气和粉煤组成的组中的一种或多种。优选地，燃烧系数控制在0.4~0.65。

[0037] 上述熔炼方法中，富氧空气是指氧气体积的含量高于21vol%的气体，为了使燃料更加充分的燃烧，以提高燃料转化为热能的效率，优选地，富氧空气为氧气的体积浓度大于50%的气体。采用上述富氧空气有利于进一步提高熔融过程的效率。

[0038] 上述熔化及部分还原过程中，也会有少量的铁元素和钒元素被还原。大部分的铁基多金属矿料在电热还原过程中进行深度还原过程中。同时电热还原过程中，需要将还原后得到的含钒铁水和钛渣尽可能的分离。为了提高二者的分离效率，优选地，还原熔炼处理的步骤还包括：熔融液输送至电热还原区20，然后采用第二侧吹喷枪22和/或顶吹喷枪23将还原剂喷入电热还原区20的液面上方。

[0039] 采用第二侧吹喷枪22和/或顶吹喷枪23将还原剂喷入可以提高熔融液与还原剂的

接触面积,以使二者充分反应,进而强化金属钒的还原过程。将还原剂在电热还原区20的液面上方喷入,有利于抑制原料的加入对电热还原区20的液面造成搅动,从而降低其对贫化过程中含钒铁水和钛渣的分离效率的影响。

[0040] 优选地,各第二侧吹喷枪22分别设置在还原区的相对的侧壁上,实现两侧对吹的目的,这有利于进一步提高还原的效率。第二侧吹喷枪22优选为多通道多燃料复合浸没燃烧喷枪。

[0041] 为了提高钒元素的回收率,优选地,还原熔炼处理的温度为1450~1650℃;优选地,还原熔炼处理的温度为1500~1600℃。

[0042] 在一种优选的实施例中,在进行熔化及部分还原过程之前,熔炼方法还包括:对铁基多金属矿料、燃料、熔剂和还原剂分别进行预处理,以使铁基多金属矿料、燃料、熔剂和还原剂的粒度均 $\leq 50\text{mm}$,含水量均 $\leq 15\text{wt}\%$ 。铁基多金属矿料的粒度和含水量包括但不限于上述范围,而将其限定在上述范围内有利于提高铁基多金属原料的熔融效率。

[0043] 优选地,熔池熔炼系统还包括分别与第一加料口101和/或第二加料口102相连通的圆筒混料装置,在进行熔化及部分还原过程中之前,熔炼方法还包括采用圆筒混料装置进行混料。

[0044] 上述熔炼过程中会产生一定量的烟气,通常这些烟气中包含较高的热量。为了降低能量的损耗,在一种优选的实施例中,熔炼系统还包括余热回收装置,熔炼方法还包括余热回收的步骤,余热回收的步骤包括:采用余热回收装置回收熔化及部分还原过程和还原熔炼过程中产生的烟气中的热量。优选地,上述余热回收装置为余热锅炉。更优选地,经余热回收处理后,烟气的温度降至100~200℃

[0045] 上述熔炼过程产生的烟气中通常会夹带一定量的粉尘,为了提高整个工艺的环保性,在一种优选的实施例中,熔炼系统还包括收尘装置,熔炼方法还包括:将烟气进行余热回收处理后,采用收尘装置进行收尘处理。

[0046] 在一种优选的实施方式中,熔融区10的底壁与电热还原区20的底壁的高度差为0~500mm。优选地,熔融区10的底壁的高度高于电热还原区20的底壁。由于熔融区10的底壁高于电热还原区20的底壁,且熔融区10的底部与电热还原区20连通,这能够使铁基多金属矿料的熔融液与未完全熔融的原料分开,使还原剂的还原对象更具有针对性,从而有利于提高电热还原过程中铁元素和钒元素的回收率。为了进一步提高钒元素的回收率,更优选地,熔融区10的底壁与电热还原区20的底壁的高度差为150~500mm。

[0047] 为了更好地提高熔融液的流动速率,在一种优选的实施例中,熔融区10的底壁与电热还原区20的底壁之间的承接部的坡度为0~90°,优选为30~60°。

[0048] 上述熔炼过程中,铁基多金属矿料中的Fe和V的氧化物被还原形成金属相即含钒铁水,同时 TiO_2 、 SiO_2 与CaO结合造渣进入形成渣相。在一种优选的实施例中,钛渣中渣型为 TiO_2 - SiO_2 -CaO的钛渣的重量百分含量为75~90wt%。根据原料情况加入石灰石可以调整渣型。

[0049] 在一种优选的实施例中,以占铁基多金属矿料的重量百分含量计,熔剂的用量为0~20%。将熔剂用量限定在上述范围内,有利于控制钛渣中钛元素的含量,以便于后续对其进行进一步地应用。

[0050] 本申请的另一方面还提供了一种短流程处理铁基多金属矿料的熔池熔炼装置,如

图2至4所示,熔池熔炼装置的内部设置有熔池和设置在熔池中的隔墙30,隔墙30将熔池分为熔融区10和电热还原区20,且熔融区10的底部和电热还原区20相连通,熔池熔炼装置设置有与熔融区10连通的第一加料口101和第二加料口102以及与电热还原区20相连通的排渣口201和金属排放口202,且第一加料口101设置在熔池熔炼装置的顶部,第二加料口102设置在熔池熔炼装置的侧壁上;第一加料口101、第二加料口102和排渣口201,第一加料口101设置在熔池熔炼装置的顶部,第二加料口102设置在熔池熔炼装置的侧壁上;混料出口与第一加料口101和/或第二加料口102相连通。

[0051] 通过设置隔墙30将熔池分为熔融区10和电热还原区20,从而使得熔化及部分还原过程和电热还原过程在一个熔炼装置中即可完成。上述熔化及部分还原过程中,原料经第一加料口101和/或第二加料口102加入熔融区10,通过燃料和富氧空气燃烧提供热量,使铁基多金属矿料发生熔融及部分还原,熔剂的加入能够使铁基多金属矿料中的杂质以钛渣的形式与铁元素分离,同时降低熔点,得到熔融液;将熔融液输送至电热还原区20后,还原剂与熔融液的铁元素和钒元素等被还原,同时在贫化作用下,还原产物体系中的液相产物和固相产物进行分离,得到含有钒元素的铁水和钛渣,相应地经排渣口201和金属排放口202排出。

[0052] 采用上述熔池熔炼装置对铁基多金属矿料进行熔炼,能够使熔化及部分还原过程和电热还原过程在同一个熔池熔炼装置中进行。这一方面使得上述熔炼过程所需的占地面积小,减少了熔池熔炼装置的配置高度差,同时还能够减少对熔池熔炼装置的资金投入;另一方面还能够省去熔体排放和加入的操作步骤,提高生产作业效率,减少操作人员和相应的工器具消耗。此外,熔化及部分还原过程和电热还原过程在同一个熔池熔炼装置内完成,电热还原区20也可利用熔融液的热量维持在较高的温度,减少单独还原贫化时电能的消耗;熔池兼顾熔融和还原贫化作业,炉内储存熔体量相对较大,能够增加储渣时间,有利于钛渣和含钒铁水的分离,提高钒元素的回收率;两分区产生的烟气可以混合处理,减少了建设两套烟气处理系统的投资。

[0053] 在一种优选的实施例中,如图2所示,熔融区10包括至少一个第一侧吹喷枪11,第一侧吹喷枪11的喷嘴经第二加料口102浸没在熔融区10的固相物料下方,以向熔融区10喷入燃料和富氧空气。采用第一侧吹喷枪11将燃料和富氧空气喷入熔融区10能够对其中的熔融液形成强烈搅动,从而有利于提高传质传热效率,同时,这也有利于提高后续钒元素等的回收率。

[0054] 在一种优选的实施例中,如图2所示,电热还原区20包括至少一个电极21,至少一个第二侧吹喷枪22和至少一个顶吹喷枪23。各电极21的末端位于电热还原区20的固相物料下方,用于向电热还原过程供热;第二侧吹喷枪22的喷嘴与顶吹喷枪23的喷嘴均位于电热还原区20的液面上方,用于将还原剂喷入电热还原区20。采用第二侧吹喷枪22和/或顶吹喷枪23将还原剂喷入可以提高熔融液与还原剂的接触面积,以使二者充分反应。同时将还原剂在电热还原区20的液面上方喷入,有利于抑制原料的加入对电热还原区20的液面造成搅动,从而降低其对贫化过程中含钒铁水和钛渣的分离效率的影响。

[0055] 在一种优选的实施方式中,熔融区10的底壁与电热还原区20的底壁的高度差为0~500mm。优选地,熔融区10的底壁的高度高于电热还原区20的底壁。由于熔融区10的底壁高于电热还原区20的底壁,且熔融区10的底部与电热还原区20连通,这能够使铁基多金属

矿料的熔融液与未完全熔融的原料分开,使还原剂的还原对象更具有针对性,从而有利于提高电热还原过程中铁元素和钒元素的回收率。为了进一步提高钒元素的回收率,更优选地,熔融区10的底壁与电热还原区20的底壁的高度差为150~500mm。

[0056] 为了更好地提高熔融液的流动速率,在一种优选的实施例中,如图2所示,熔融区10的底壁与电热还原区20的底壁之间的承接部的坡度为0~90°。

[0057] 上述熔炼过程中会产生一定量的烟气,为了便于烟气的排出,在一种优选的实施例中,如图2所示,熔池熔炼装置还设置有烟道24,烟道24设置在与电热还原区20的对应的熔池顶部。为了加速烟气的排出速率,更优选地,上述烟道24设置在与电热还原区20对应的、且靠近熔融区10的熔池顶部。

[0058] 以下结合具体实施例对本申请作进一步详细描述,这些实施例不能理解为限制本申请所要求保护的范

[0059] 实施例1至9及对比例1中铁基多金属矿料的组成为Fe 45~62wt%、TiO₂ 7~20wt%、V₂O₅0.1~1.2wt%,其余为杂质,工艺流程如图1所示。

[0060] 实施例1

[0061] 如图2至4所示,熔池熔炼装置的熔池内部设置有隔墙30,以将熔池分为熔融区10和电热还原区20,且熔融区10的底部和电热还原区20相连通。入炉物料从第二加料口102加入熔融区,熔融区10包括一个第一侧吹喷枪11,第一侧吹喷枪11的喷嘴浸没在熔融区10的固相物料下方,以向熔融区10喷入燃料和富氧空气。

[0062] 电热还原区20设3根电极21(自焙电极),采用交流供电。设一个第二侧吹喷枪22和一个顶吹喷枪23。各电极21的末端位于电热还原区20的固相物料下方,用于向电热还原过程供热;第二侧吹喷枪22的喷嘴位于电热还原区20的液面上方,用于将还原剂喷入电热还原区20。熔融区10的底壁与电热还原区20的底壁的高度差为200mm,熔融区10的底壁与电热还原区20的底壁之间的承接部的坡度为45°。熔池熔炼装置还设置有烟道24,烟道24设置在与电热还原区20的对应的熔池顶部。烟道24设置在与电热还原区20对应的、且靠近熔融区10的熔池顶部。冶炼过程中还原熔炼温度为1600℃左右。

[0063] 经上述熔炼过程,钒元素的回收率为96wt%,铁元素的回收率为89wt%。

[0064] 实施例2

[0065] 与实施例1的区别为:

[0066] 熔融区不采用浸没式侧吹喷枪喷入燃料。

[0067] 经上述熔炼过程,钒元素的回收率为91wt%,铁元素的回收率为86wt%,综合能耗比实例1高8%。

[0068] 实施例3

[0069] 与实施例1的区别为:还原熔炼处理的温度为1550℃。

[0070] 经上述熔炼过程,钒元素的回收率为87wt%,铁元素的回收率为85wt%,综合能耗比实例1高6%。

[0071] 实施例4

[0072] 与实施例1的区别为:熔融区10的底壁与电热还原区20的底壁的高度差为100mm。

[0073] 经上述熔炼过程,钒元素的回收率为钒元素的回收率为88wt%,铁元素的回收率为85wt%。

[0074] 实施例5

[0075] 与实施例1的区别为:入炉物料从第一加料口101加入,不从第二加料口102通过惰性气体喷入。

[0076] 经上述熔炼过程,钒元素的回收率为93wt%,铁元素的回收率为87wt%,综合能耗比实例1高5%。

[0077] 实施例6

[0078] 与实施例1的区别为:入炉物料一部分从第一加料口101加入,另一部分同时从第二加料口102喷入。

[0079] 经上述熔炼过程,钒元素的回收率为钒元素的回收率为97wt%,铁元素的回收率为87wt%。

[0080] 实施例7

[0081] 与实施例1的区别为:电热还原区20的电极21的数量为2根。

[0082] 经上述熔炼过程,钒元素的回收率为钒元素的回收率为94wt%,铁元素的回收率为85wt%。

[0083] 实施例8

[0084] 与实施例1的区别为:电热还原区20的电极21的材质为石墨电极。

[0085] 经上述熔炼过程,钒元素的回收率为钒元素的回收率为95wt%,铁元素的回收率为88wt%。

[0086] 实施例9

[0087] 与实施例1的区别为:电热还原区20采用顶吹喷枪23加入还原剂。

[0088] 经上述熔炼过程,钒元素的回收率为94wt%,铁元素的回收率为87wt%,综合能耗比实例1高5%。

[0089] 对比例1

[0090] 与实施例1的区别为:熔融区10和电热还原区20之间不设置隔墙。

[0091] 经上述熔炼过程,钒元素的回收率为82wt%,铁元素的回收率为85wt%,综合能耗比实例1高5%。

[0092] 从以上的描述中,可以看出,本发明上述的实施例实现了如下技术效果:

[0093] 上述熔炼方法中,上述熔炼过程,熔化及部分还原过程和电热还原过程在同一个熔池熔炼装置中进行。这一方面使得上述熔炼过程所需的占地面积小,减少了熔池熔炼装置的配置高度差,同时还能够减少对熔池熔炼装置的资金投入;另一方面还能够省去熔体排放和加入的操作步骤,提高生产作业效率,减少操作人员和相应的工器具消耗。此外,熔化及部分还原过程和电热还原过程在同一个熔池熔炼装置内完成,电热还原区也可利用熔融液的热量维持在较高的温度,减少单独还原贫化时电能的消耗;熔池兼顾熔融和还原贫化作业,炉内储存熔体量相对较大,能够增加储渣时间,有利于钛渣和含钒铁水的分离;同时两个过程产生的烟气可以混合处理,减少了建设两套烟气处理系统的投资。

[0094] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

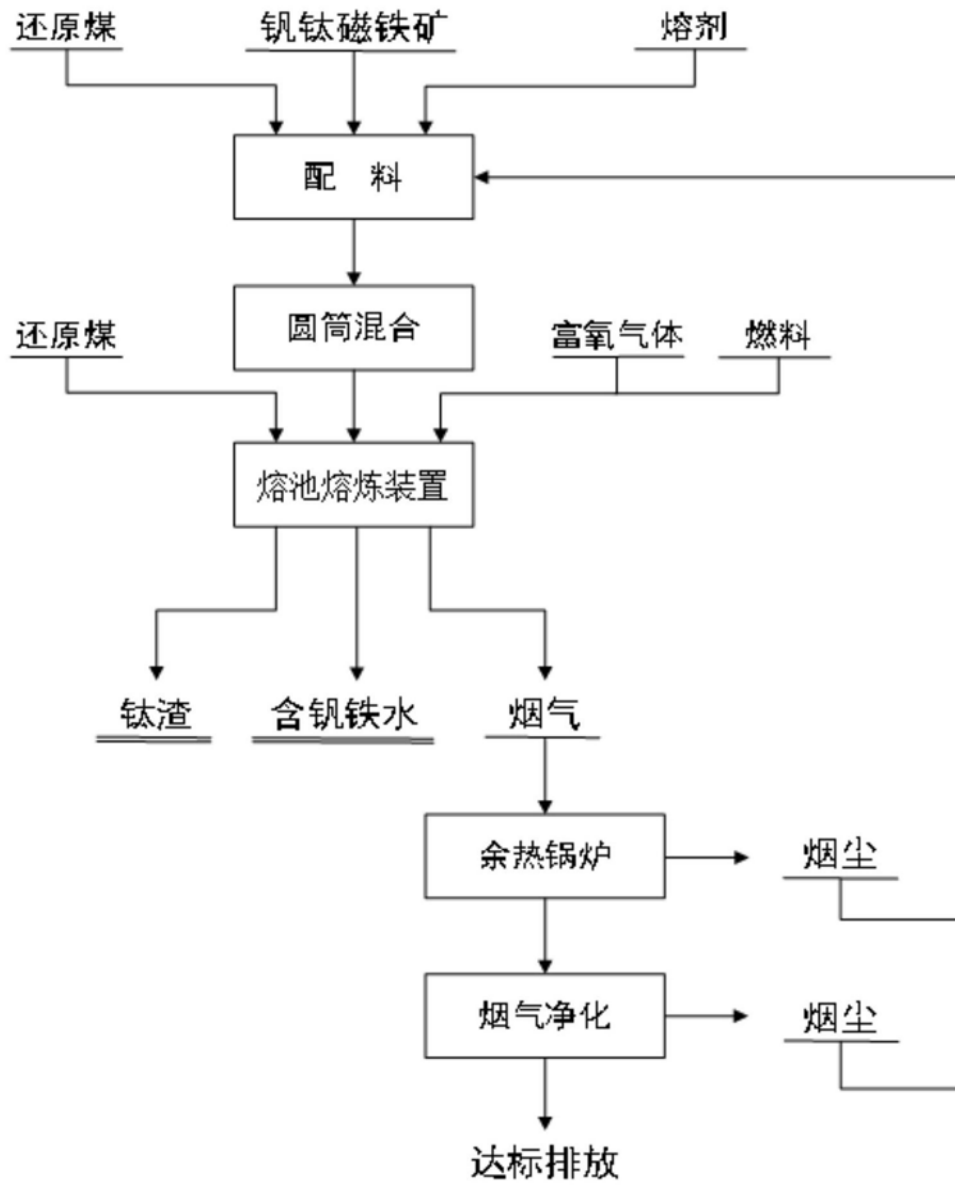


图1

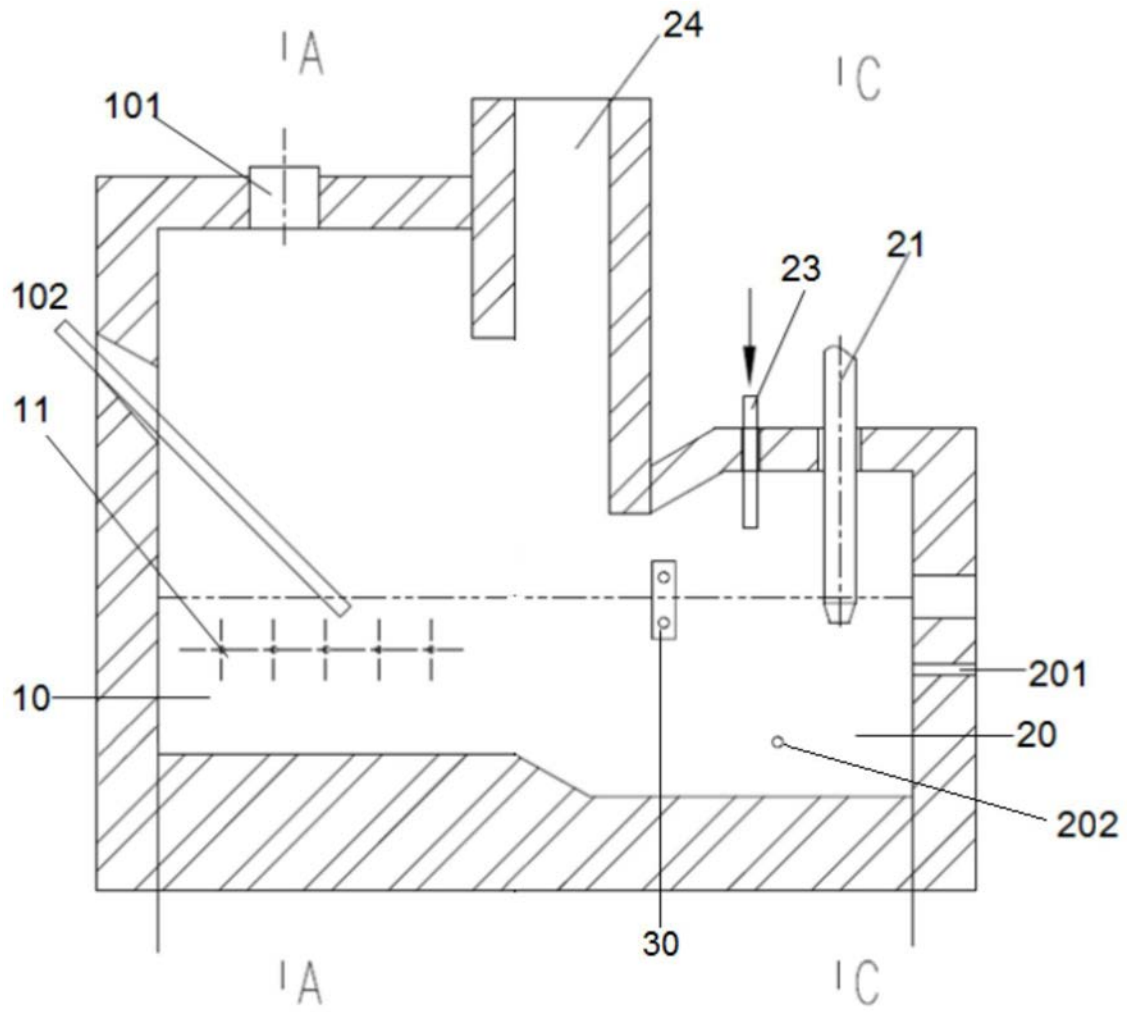


图2

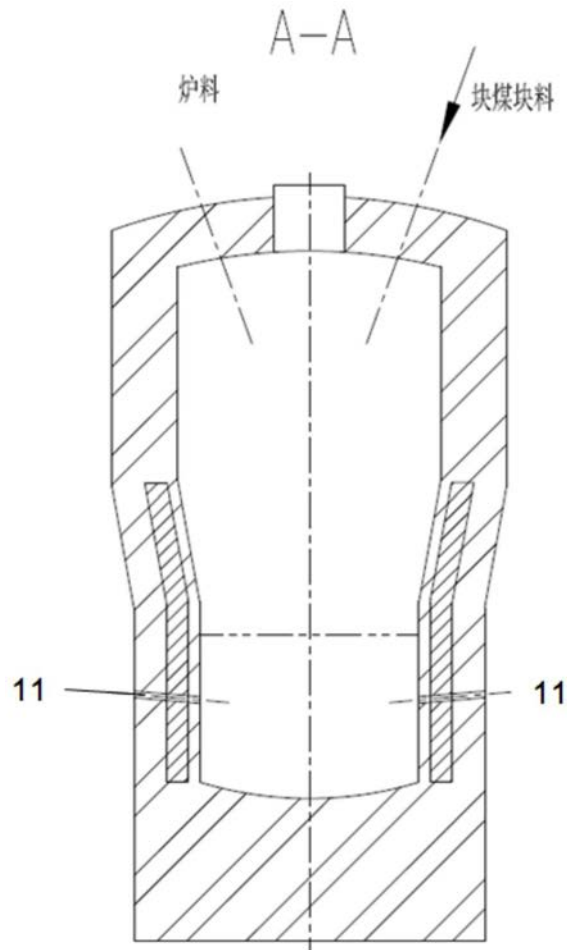


图3

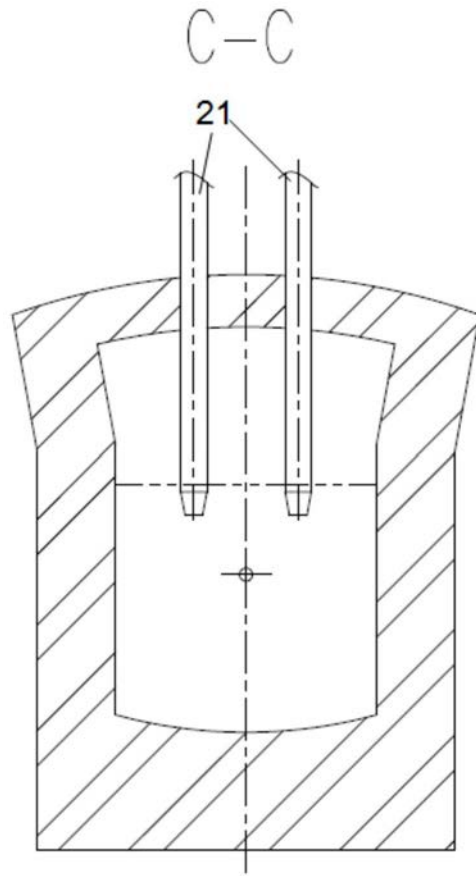


图4