



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113265549 B

(45) 授权公告日 2021. 10. 22

(21) 申请号 202110822140.7

G22B 7/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.07.21

G22B 34/32 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G22C 33/04 (2006.01)

申请公布号 CN 113265549 A

审查员 曾彩霞

(43) 申请公布日 2021.08.17

(73) 专利权人 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 祁永峰 陈学刚 裴忠冶 陈宋璇

代文彬

(74) 专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司

公司 11327

代理人 曹素云 董永辉

(51) Int. Cl.

G22B 23/02 (2006.01)

G21B 11/00 (2006.01)

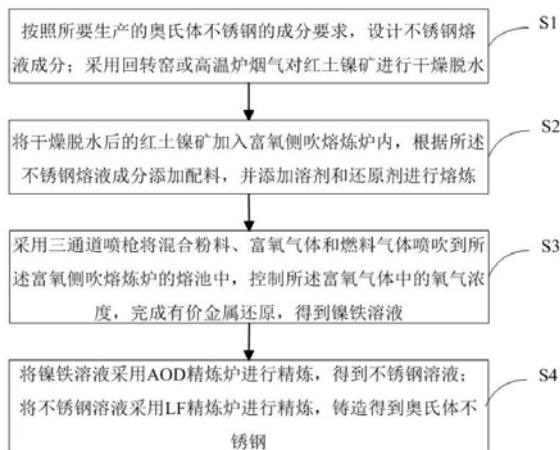
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法。该方法包括：将干燥脱水后红土镍矿加入富氧侧吹熔炼炉，加还原剂进行熔炼；采用喷枪将混合粉料、富氧气体和燃料气体同时喷吹到富氧侧吹熔炼炉熔池中，控制富氧气体中氧气浓度，完成有价金属还原，得到镍铁熔液；混合粉料包括不锈钢除尘灰和碳粉；喷枪为多环缝式通道结构。本发明将红土镍矿与不锈钢冶金废料采用富氧侧吹熔炼炉协同处置，实现红土镍矿冶炼的同时使不锈钢冶金废料中有价金属得到还原进入镍铁熔液，杂质进入炉渣，实现了不锈钢冶金废料回收利用；另外，本发明还可通过镍铁熔液生产节镍含锰型奥氏体不锈钢，从而简化生产工序，降低能耗，提高冶炼效率。



1. 一种用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法,其特征在于,所述方法包括:

将干燥脱水后的红土镍矿加入富氧侧吹熔炼炉内,添加还原剂进行熔炼;

采用喷枪将混合粉料、富氧气体和燃料气体同时喷吹到所述富氧侧吹熔炼炉的熔池中,控制所述富氧气体中的氧气浓度,完成有价金属还原,得到镍铁熔液;其中,所述混合粉料包括不锈钢除尘灰和碳粉;

其中,所述喷枪采用斜向下喷吹方式,与水平方向夹角为 $15\sim 30$ 度,与炉体径向夹角呈 $10\sim 30$ 度;所述喷枪为多环缝式通道结构,由内向外依次包括:中心通道,用于喷吹混合粉料;第一环缝通道,用于喷吹富氧气体;以及第二环缝通道,用于喷吹燃料气体;所述中心通道喷吹混合粉料时中心通道中的固气比为 $3\sim 10$ ;所述混合粉料中的不锈钢除尘灰的颗粒度小于200目;所述中心通道中的碳粉、不锈钢除尘灰、以及第一环缝通道中的富氧气体之间的质量流量比为 $(8\sim 20):100:(20\sim 40)$ 。

2. 根据权利要求1所述的用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法,其特征在于,所述方法还包括:将所述镍铁熔液采用AOD精炼炉和LF精炼炉进行精炼,生产得到节镍含锰型奥氏体不锈钢。

3. 根据权利要求2所述的用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法,其特征在于,所述方法还包括:按照所要生产的节镍含锰型奥氏体不锈钢的成分要求,设计不锈钢熔液成分;以及根据所述不锈钢熔液成分进行配料,并在熔炼前添加所述配料。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法,其特征在于,所述富氧侧吹熔炼炉的排放口区域设有电极辅热区,用于对镍铁熔液提供热量。

5. 根据权利要求4所述的用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法,其特征在于,所述第二环缝通道内的燃料气体与所述第一环缝通道内的富氧气体中氧气之间的质量流量比值为 $(1\sim 3):1$ 。

6. 根据权利要求1-3任一项所述的用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法,其特征在于,所述富氧气体的炉前压力为 $0.2\text{MPa}\sim 0.6\text{MPa}$ ,所述富氧气体中的氧气浓度为 $20\%\sim 60\%$ 。

7. 根据权利要求1-3任一项所述的用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法,其特征在于,采用回转窑或高温炉烟气对所述红土镍矿进行干燥脱水,使得干燥脱水后的红土镍矿的含水率为 $5\%\sim 20\%$ 。

8. 根据权利要求1-3任一项所述的用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法,其特征在于,所述还原剂为无烟煤、兰炭、石墨粉以及焦炭中的一种;所述还原剂的添加量为所述红土镍矿的质量的 $3\%\sim 8\%$ 。

9. 根据权利要求1-3任一项所述的用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法,其特征在于,熔炼时,控制熔炼温度为 $1400^{\circ}\text{C}\sim 1650^{\circ}\text{C}$ ,控制炉渣中 $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ 为 $0.8\sim 1.8$ , $\text{Fe}/\text{SiO}_2$ 为 $0.8\sim 1.5$ , $\text{MgO}$ 为 $3\%\sim 15\%$ 。

10. 根据权利要求1-3任一项所述的用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法,其特征在于,所述喷枪的末端浸至熔池内且浸没深度大于 $80\text{mm}$ 。

## 用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及红土镍矿冶炼以及冶金固废资源化应用技术领域,特别是涉及一种用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法。

### 背景技术

[0002] 镍金属在不锈钢、燃料电池等技术领域应用广泛。目前,镍矿主要以硫化镍矿和红土镍矿两种形式存在,其中红土镍矿占比较大,如何高效、环保、低能耗、低成本的开发利用红土镍矿是当前镍冶金的主要研究方向。

[0003] 不锈钢生产过程中产出大量的冶金废弃物,包括酸洗污泥、不锈钢除尘灰。不锈钢除尘灰因其含有大量镍、铬、铁等元素而具有广泛的回收价值,同时,不锈钢除尘灰中含有大量的重金属离子,对还原危害严重,特别是其中的 $\text{Cr}^{6+}$ ,毒性极大。现有不锈钢除尘灰处理工艺一般通过渣-金反应将除尘灰中的镍、铬、铁等有价元素还原,可以将剧毒的 $\text{Cr}^{6+}$ 处理成无毒的 $\text{Cr}^{3+}$ ;但是,该方法工序复杂,增加了工序成本,且在矿热炉或电炉等高温炉熔炼时,球团状除尘灰在入炉处易形成冷料区,导致物料的反应动力学条件差,使渣-金难以达到平衡状态,降低除尘灰的收得率,使炉渣中 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 的含量偏高,硅铁等还原剂的消耗量大;此外,在造球及除尘灰运输过程中均存在二次扬尘污染问题。因此,如何高效、低成本地消化不锈钢除尘灰成分不锈钢生产企业面对的一项重大难题。

[0004] 现有技术中红土镍矿熔炼技术包括高炉熔炼和电炉熔炼。其中,高炉熔炼红土镍矿的方法会使得综合品位低的红土镍矿在高炉冶炼过程中受到很大限制。电炉熔炼红土镍矿方法较为常用,包括短流程和长流程生产工艺。其中短流程以不锈废钢为主要原料,利用传统“二步法”,即电弧炉+AOD生产工艺,该短流程工艺,存在不锈钢废钢有价金属元素收得率不理想、投资和运行成本高的缺陷。长流程是以红土镍矿为主要原料,通过烧结、高炉工序得到低镍铁水,进一步将低镍铁水装入AOD精炼转炉,同时将铬铁及电解锰加入AOD精炼转炉内,完成最终冶炼;该长流程工艺流程长、投资成本高、建设周期长、排放废物多的缺陷。

[0005] 随着奥氏体不锈钢材料的广泛使用,且综合考虑到镍金属价格昂贵等因素,目前开发节镍型奥氏体不锈钢也受到广泛关注。锰为奥氏体相主要形成元素,可替代部分镍冶炼奥氏体不锈钢。目前奥氏体不锈钢主要采用电炉+AOD转炉双联法生产。在电炉工序中,需加入含镍生铁、铬合金,用电弧升温熔化方式对原料进行熔化,该工序需要消耗大量的电能,生产成本低。因此,开发红土镍矿冶炼节镍含锰奥氏体不锈钢的生产工艺具有重要意义。

[0006] 中国申请CN 111172461 A公开了“一种表层低镍红土镍矿生产的不锈钢及其制备方法”,其主要工艺路线为将低品位红土镍矿经高炉或RKEF冶炼成铁水或半钢水,再将其转送至AOD吹炼,调整不锈钢化学成分,再转入LF进行精炼脱氧、脱硫处理。该工艺存在工艺流程长,高炉冶炼红土镍矿透气性差等问题。

[0007] 中国申请CN 111057944 A公开了“一种节镍奥氏体不锈钢及利用红土镍矿生产节

镍奥氏体不锈钢的方法”，其主要工艺路线为利用高炉冶炼低品位红土镍矿得到含镍铁水，在利用AOD冶炼节镍奥氏体不锈钢。该工艺需先先将红土镍矿利用回转窑干燥取出水分，再制粒造球，将球团送入烧结机进行烧结处理，再利用高炉熔融分离镍铁和炉渣，将镍铁送入AOD进行吹炼造渣、脱硫、脱气处理，最后进入LF精炼。该工艺存在该工序复杂，流程较长。

[0008] 中国申请CN101701312A 用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法公开了“用铬矿粉和红土矿为原料冶炼不锈钢母液的方法”，其主要工艺路线为混料→压团→配料→燃料→冶炼含铬铁水。该工艺需先将铬矿粉、红土矿、符合粘结剂、碳还原剂等按照固定比例混合均匀，在利用压团机进行压团处理，再将压制的团块与溶剂、还原剂配料，利用高炉或竖炉进行熔融分离镍铁。该工艺存在工艺复杂，流程长等问题。

## 发明内容

[0009] 基于上述问题，本发明的目的在于提供一种用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法，该方法具有工艺简单、流程短、生产成本低，处理效率高等优点，而且采用该方法进一步地可以生产得到节镍含锰型奥氏体不锈钢。

[0010] 本发明的上述目的是通过以下技术方案实现的：

[0011] 本发明提供的一种用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法，所述方法包括：将干燥脱水后的红土镍矿加入富氧侧吹熔炼炉内，添加还原剂进行熔炼；采用喷枪将混合粉料、富氧气体和燃料气体同时喷吹到所述富氧侧吹熔炼炉的熔池中，控制所述富氧气体中的氧气浓度，完成有价金属还原，得到镍铁熔液；其中，所述混合粉料包括不锈钢除尘灰和碳粉；所述喷枪为多环缝式通道结构。

[0012] 可选地，所述方法还包括：将所述镍铁熔液采用AOD精炼炉和LF精炼炉进行精炼，生产得到节镍含锰型奥氏体不锈钢。

[0013] 可选地，所述方法还包括：按照所要生产的节镍含锰型奥氏体不锈钢的成分要求，设计不锈钢熔液成分；根据所述不锈钢熔液成分进行配料，并在熔炼前添加所述配料。

[0014] 可选地，所述喷枪至少包括三条通道喷枪。例如，所述喷枪可以为三通道喷枪，所述三通道喷枪由内向外依次包括：中心通道，用于喷吹混合粉料；第一环缝通道，用于喷吹富氧气体；以及第二环缝通道，用于喷吹燃料气体。

[0015] 可选地，所述富氧侧吹熔炼炉的排放口区域设有电极辅热区，用于对镍铁熔液提供热量。

[0016] 可选地，所述中心通道用于喷吹混合粉料时，中心通道中的固气比为3~10。所述混合粉料中的不锈钢除尘灰的颗粒度小于200目。

[0017] 可选地，所述中心通道中的碳粉、不锈钢除尘灰、以及第一环缝通道中的富氧气体之间的质量流量比为(8~20):100:(20~40)。

[0018] 可选地，所述第二环缝通道内的燃料气体与所述第一环缝通道内的富氧气体中氧气之间的质量流量比值为(1~3):1。

[0019] 可选地，所述富氧气体的炉前压力为0.2MPa~0.6MPa。

[0020] 可选地，所述富氧气体中的氧气浓度为20%~60%。

[0021] 可选地，采用回转窑或高温炉烟气对所述红土镍矿进行干燥脱水，使得干燥脱水后的红土镍矿的含水率为5%~20%。

[0022] 可选地,所述还原剂为无烟煤、兰炭、石墨粉以及焦炭中的一种。

[0023] 可选地,所述还原剂的添加量为所述红土镍矿的质量的3%~8%。

[0024] 可选地,熔炼时,控制熔炼温度为1400℃~1650℃,控制炉渣中CaO/SiO<sub>2</sub>为0.8~1.8,Fe/SiO<sub>2</sub>为0.8~1.5,MgO为3%~15%。

[0025] 可选地,可以采用1~6支所述喷枪同时进行喷吹。

[0026] 可选地,所述喷枪均采用斜向下喷吹方式;所述喷枪的末端浸至熔池内且浸没深度大于80mm。

[0027] 本发明用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法,将红土镍矿与不锈钢冶金废料采用富氧侧吹熔炼炉协同处置,在实现红土镍矿冶炼的同时使得不锈钢冶金废料中有价金属得到还原进入镍铁熔液,杂质进入炉渣中,从而实现不锈钢冶金废料的回收利用。另外,本发明还可以通过镍铁熔液生产奥氏体不锈钢,从而简化生产工序,降低能耗,提高冶炼效率。

[0028] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0029] (1)现有技术利用红土镍矿火法冶炼不锈钢,受镍铁品位要求影响,红土镍矿大多使用为硅镁质型中、高品位红土镍矿,而表层低镍高铁型红土镍矿火法冶炼经济效益性较低。本申请利用富氧侧吹熔池熔炼技术,通过控制富氧浓度选择性的还原红土镍矿中有价金属镍和部分铁,从而达到镍铁品位要求的控制。

[0030] (2)现有技术采用高炉熔炼红土镍矿时,红土镍矿需选择性的进行干燥、制粒造球、混料、烧结等工序,使得工艺流程长;且高炉冶炼时存在透气性较差,炉缸温度低等不利因素,因此低品位红土镍矿在高炉冶炼过程中受到很大限制。本申请利用侧吹熔池熔炼技术,不受红土镍矿品位限制,同时,侧吹熔炼熔池反应距离,有利用炉渣中有价金属物化反应,提高有价金属镍、铬的回收率,并控制铁的部分还原。

[0031] (3)现有技术不锈钢冶炼废料如酸洗污泥、除尘灰等,通过混料、制粒造球后,再烧结,利用电弧炉熔炼烧结球团回收有价金属镍、铬、铁。而本申请通过侧吹喷枪利用富氧气体将除尘灰粉体、煤粉直接喷吹进入熔池内,使除尘灰快速熔融并完成镍、铬、铁等有价金属的还原反应,有效处理有毒Cr<sup>6+</sup>资源化问题,提高反应效率,同时,简化工艺流程,减少混料、制粒造球及烧结等工序,避免除尘灰的二次扬尘对环境的污染。

## 附图说明

[0032] 图1是本发明实施例中采用的富氧侧吹熔炼炉的结构示意图;

[0033] 图2是本发明实施例中三通道富氧侧吹喷枪的结构示意图;

[0034] 图3是本发明实施例中用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法的流程示意图;

[0035] 图1-图2中,1为炉体,2为加料口,3为电极,4为三通道喷枪,5为炉渣排放口,6为金属液排放口,7为隔墙,41为中心通道,42为第一环缝通道,43为第二环缝通道。

## 具体实施方式

[0036] 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作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。

[0037] 本发明提供了一种用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法,包括:将干燥脱水后的红土镍矿加入富氧侧吹熔炼炉内,添加还原剂进行熔炼;熔炼过程中采用喷枪将混合粉料、富氧气体和燃料气体同时喷吹到所述富氧侧吹熔炼炉的熔池中,控制富氧气体中的氧气浓度,完成有价金属还原,得到镍铁熔液;所述喷枪为多环缝式通道结构。

[0038] 本发明中,所述干燥脱水后红土镍矿的含水率可以为5%~20%。所述混合粉料可以包括不锈钢除尘灰和碳粉,不锈钢除尘灰的颗粒度优选小于200目。所述富氧气体的炉前压力可以为0.2MPa~0.6MPa;所述富氧气体中的氧气浓度可以为20%~60%;熔炼时,控制熔炼温度可以为1400℃~1650℃。所述还原剂可以为无烟煤、兰炭、石墨粉以及焦炭中的一种,还原剂的添加量可以为红土镍矿的质量的3%~8%。

[0039] 本发明充分利用表层红土镍矿的低镍高铬的特性,将红土镍矿与不锈钢冶金废料具体为不锈钢除尘灰协同处置,利用富氧侧吹熔池熔炼技术冶炼低品位红土镍矿、同时完成不锈钢除尘灰中有价金属还原,杂质进入炉渣中。其中,通过控制富氧侧吹熔池熔炼的富氧浓度,可进行红土镍矿中镍、铬、铁等有价金属的选择性还原,并控制其回收率,最终获得中、高品位的含镍、铬铁水。同时,利用炉壁上的侧吹喷枪将不锈钢除尘灰细粉、碳粉和富氧气体一同喷入侧吹熔池熔炼炉熔池内部,在喷枪出口附近形成高温高碳的反应区,不锈钢除尘灰细粉在该区域利用火焰燃烧达到快速地熔融,并完成有价金属镍、铬的还原反应,使除尘灰中的有价金属进入镍铁熔液,而杂质进入炉渣。其中,碳粉的加入可以控制富氧喷枪前端熔体的氧势,添加量可以为不锈钢除尘灰质量份的3%以下。

[0040] 图1和图2分别示意性示出了本发明实施例中所采用的富氧侧吹熔炼炉和三通道喷枪4的结构示意图。需要说明的是,本发明中喷枪为多环缝式通道结构,但并不限于三通道,可以为多通道环缝结构。

[0041] 如图1所示,所述富氧侧吹熔炼炉包括:炉体1,加料口2,电极3,三通道喷枪4,炉渣排放口5,金属液排放口6,隔墙7。其中,炉体1可以为L形结构,加料口2位于炉体1上方,电极3位于炉渣和金属液排放口一侧,三通道喷枪4设置在炉体1侧壁上,进一步优选位于排放口对侧。为了保障炉内熔体足够的热量,避免炉底镍铁合金冻结,有利于镍铁熔液及炉渣的排放在富氧侧吹熔炼炉的排放口区域还可以安装用于对镍铁熔液提供热量的电极辅热区,即通过电极3为排放口区域供热,电极电流可以控制在1.0 KA ~1.4KA。

[0042] 如图2所示,该实施例中,所述三通道喷枪4由内向外依次可以包括:中心通道41,用于喷吹混合粉料;第一环缝通道42,用于喷吹富氧气体;以及第二环缝通道43,用于喷吹燃料气体。需要说明的是,三通道具体喷吹何种物料不限于此,只要混合粉料、富氧气体、燃料气体分别位于不同通道即可,且当中心通道41不喷吹混合粉料时,也可以用于喷吹富氧气体或燃料气体等。进一步地,可以采用1~6支所述三通道喷枪4同时进行喷吹,三通道喷枪4均采用斜向下喷吹方式;所述三通道喷枪4的末端浸至熔池内且浸没深度大于80mm。所述富氧气体可以采用富氧空气,富氧空气主要为氧气和氮气的混合气体。燃料气体可以为天然气。本发明采用三通道喷枪4,将除尘灰与碳粉进行混合,再将混合料直接喷吹进入熔

池完成快速熔融及还原反应,可安全高效地处理含有 $\text{Cr}^{6+}$ 剧毒的不锈钢除尘灰,使除尘灰中的铬、镍、铁等有价金属元素被还原计入不锈钢母液,利用富氧侧吹增加熔池反应强度,增加熔池搅拌幅度,使炉渣中镍、钴、铬、铁等有价金属含量降低,提高有价金属回收率。

[0043] 在一优选实施例中,当所述中心通道41用于喷吹混合粉料时,中心通道41中的固气比为3~10。所述中心通道41中的碳粉、不锈钢除尘灰、以及第一环缝通道42中的富氧气体之间的质量流量比为(8~20):100:(20~40)。所述第二环缝通道43内的燃料气体与所述第一环缝通道42内富氧气体中氧气之间的质量流量比值为(1~3):1。该实施例中,通过以上参数的控制,使得喷枪固体粉料的输送顺畅,并且保证固体粉料喷入熔体后的熔化效果和喷枪前端局部熔体氧势的控制,提供熔体中有价金属的还原条件。

[0044] 在一可选实施例中,所述方法还可以包括:采用所述镍铁熔液进一步生产节镍含锰型奥氏体不锈钢的步骤。具体地,可以配合AOD两步法治炼节镍含锰型奥氏体不锈钢。

[0045] 图3示意性地示出了一种用富氧侧吹熔炼炉处理红土镍矿和不锈钢冶金废料的方法,进一步配合AOD两步法治炼节镍含锰型奥氏体不锈钢的生产工艺流程图。如图3所示,可以包括:

[0046] 步骤S1:按照冶炼节镍含锰型奥氏体不锈钢成分要求,设计不锈钢铁水成分。其中,可选用适合的红土镍矿成分,或混合红土镍矿至适合成分,或采用单一的红土镍矿。利用回转窑或高温炉烟气将所选用的红土镍矿进行干燥脱水出来,使得红土镍矿含水率5%~20%。

[0047] 步骤S2:将干燥脱水处理后的红土镍矿直接连续不断的加入富氧侧吹熔炼炉内,并根据不锈钢铁水成分进行配料,添加溶剂和还原剂。其中,还原剂添加量为红土镍矿质量的3%~8%。其中,配料主要是添加铬矿以增加含镍铁水中铬含量,溶剂主要为石英砂、氧化钙,还原剂主要为无烟煤、兰炭、石墨粉以及焦炭中的一种。

[0048] 步骤S3:利用三通道喷枪将不锈钢灰粉、碳粉的混合料直接喷入高温熔池内,具体地,三条通道分别将混合粉料、富氧气体和燃料气体同时喷吹到所述富氧侧吹熔炼炉的熔池中,控制所述富氧气体中的氧气浓度,完成有价金属还原,得到镍铁熔液。其中,炉内熔池液面需浸没喷枪,且浸没深度大于80mm。多支三通道喷枪之间的位置不做具体限定,每支三通道喷枪均斜向下喷吹布置方式,与水平方向夹角 $\alpha$ 呈向下15~30度,与炉体径向夹角呈10~30度。所述富氧气体的炉前压力为0.2MPa~0.6MPa,富氧气体的氧气浓度为20%~60%。该实施例中高效、环保的利用冶金固废不锈钢除尘灰,将其与碳粉混合,再利用三通道侧吹喷枪将混合粉体喷吹进入高温熔池,达到快速熔融并完成还原反应,不仅有效利用除尘灰的有价金属,而且有效避免有毒 $\text{Cr}^{6+}$ 的危害以及粉体扬尘对环境的二次污染。

[0049] 调整喷枪富氧浓度,控制熔炼温度为1400℃~1650℃,控制炉渣中 $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ 为0.8~1.8, $\text{Fe}/\text{SiO}_2$ 为0.8~1.5, $\text{MgO}$ 为3%~15%;根据不锈钢最终冶炼要求,通过调整富氧浓度、还原剂配入量完成侧吹炉内有价金属的选择性还原,使镍、钴、铬完全还原,铁部分还原,以达到控制镍铁品位要求,并从熔炼炉内周期性的排放底层镍铁和上层炉渣,其中钢水温度为1450℃~1550℃。本发明利用各种类型红土镍矿冶炼中、高品位的含镍铁水,并协同处理不锈钢除尘灰,综合回收炉渣中镍、铬、铁等有价金属。与传统RKEF+AOD冶炼不锈钢相比,本发明可利用各种类型红土镍矿生产含镍铁水,并通过侧吹富氧浓度控制镍铁品位,有效降低生产能耗,减少生产成本,提高冶炼效率,简化生产流程,具有重要的经济效益和社会效

益。

[0050] 步骤S4:将侧吹高温炉冶炼完成的镍铁熔液进行取样分析,并转入AOD精炼炉进行吹氧造渣冶炼,完成脱碳保铬、脱硫以及初步成分调控,通过铬铁、锰铁的添加,使不锈钢熔液成分、温度满足控制要求。进一步地,将AOD熔炼的不锈钢熔液转入至LF精炼炉,进行脱氧处理,通过喂硅钙线进行脱氧,吹氩精炼时间10 min~30min,一样要求钢水总氧含量小于40ppm,硫含量小于0.02%,最后转入连铸工序,得到节镍含锰型奥氏体不锈钢。

[0051] 本发明红土镍矿与冶金固废不锈钢除尘灰协同处置,并冶炼节镍含锰型奥氏体不锈钢,利用富氧侧吹熔池熔炼技术熔炼,通过喷枪直接向熔体内喷吹除尘灰粉体和煤粉的混合料,使不锈钢除尘灰的快速熔融及完成还原反应,最终达到环保节能高效地处理含有害Cr<sup>6+</sup>除尘灰的目的,并提高了有价金属镍、铬的回收率。本申请主要利用侧吹熔炼炉+AOD二连法冶炼节镍含锰型奥氏体不锈钢,避免了高炉、电炉冶炼红土镍矿时炉渣因Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>存在而导致的炉渣黏稠、导热性差的问题,同时避免了炉缸铁水温度低的问题。

[0052] 本申请可适用于各种类型的红土镍矿,尤其低镍高铁型红土镍矿,利用富氧侧吹熔池熔炼达到选择性还原有价金属,根据不锈钢成分控制镍铁的品位需求。

[0053] 所述红土镍矿不受品位限制,主要成分范围如表1所示,富氧侧吹熔炼炉产出粗镍铁化学成分如表2所示,生产的节镍含锰型奥氏体不锈钢主要成分如下表3所示。

[0054] 表1 红土镍矿主要化学成分 (wt %)

	Ni <sub>o</sub>	Co <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub>	CaO <sub>o</sub>	SiO <sub>2o</sub>	MgO <sub>o</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3o</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3o</sub>	P <sub>o</sub>
[0055]	0.8~3.5 <sub>o</sub>	<0.2 <sub>o</sub>	15~50 <sub>o</sub>	<3 <sub>o</sub>	8~30 <sub>o</sub>	2~13 <sub>o</sub>	2~10 <sub>o</sub>	<3.5 <sub>o</sub>	<0.01 <sub>o</sub>

[0056] 表2 侧吹炉粗镍铁化学成分 (wt %)

	Ni <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub>	Co <sub>o</sub>	Cr <sub>o</sub>	S <sub>o</sub>
[0057]	18~35 <sub>o</sub>	55~80 <sub>o</sub>	0.9~1.2 <sub>o</sub>	1~4.5 <sub>o</sub>	<0.25 <sub>o</sub>

[0058] 表3 节镍含锰型奥氏体不锈钢化学成分 (wt %)

	C <sub>o</sub>	Si <sub>o</sub>	Mn <sub>o</sub>	Cr <sub>o</sub>	Ni <sub>o</sub>	Mo <sub>o</sub>	P <sub>o</sub>	S <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub>
[0059]	≤0.2 <sub>o</sub>	≤1.0 <sub>o</sub>	2~8 <sub>o</sub>	16~22 <sub>o</sub>	1~12 <sub>o</sub>	≤2.0 <sub>o</sub>	≤0.06 <sub>o</sub>	≤0.02 <sub>o</sub>	其余 <sub>o</sub>

[0060] 下面以一具体实施例对本发明的技术方案进行进一步说明:

[0061] 实施例1

[0062] 本实施例预生产一种节镍含锰型奥氏体不锈钢,其主要化学成分如表4所示。

[0063] 表4 节镍含锰型奥氏体不锈钢主要化学成分 (wt %)

	C <sub>o</sub>	Si <sub>o</sub>	Mn <sub>o</sub>	Cr <sub>o</sub>	Ni <sub>o</sub>	Mo <sub>o</sub>	P <sub>o</sub>	S <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub>
[0064]	0.06 <sub>o</sub>	1 <sub>o</sub>	5~7 <sub>o</sub>	17.5~19.5 <sub>o</sub>	3.0~5.0 <sub>o</sub>	0.6 <sub>o</sub>	<0.05 <sub>o</sub>	<0.02 <sub>o</sub>	其余 <sub>o</sub>

[0065] 具体生产工艺如下:



[0066] (1) 选取混合后的红土镍矿作为原料, 利用高温炉产出的烟气对红土镍矿进行干燥处理, 使红土镍矿含水降至18%以下, 干燥后红土镍矿的成分如表5所示。

[0067] 表5 干燥红土镍矿主要成分 (wt %)

[0068]	Ni <sub>o</sub>	Co <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub>	CaO <sub>o</sub>	SiO <sub>2o</sub>	MgO <sub>o</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3o</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3o</sub>	P <sub>o</sub>
	1.38 <sub>o</sub>	0.04 <sub>o</sub>	46 <sub>o</sub>	<3 <sub>o</sub>	20~22 <sub>o</sub>	6 <sub>o</sub>	5~7 <sub>o</sub>	1~3 <sub>o</sub>	<0.01 <sub>o</sub>

[0069] (2) 将干燥后的红土镍矿, 按照不锈钢冶炼成分配料, 添加溶剂、还原剂无烟煤, 并利用皮带机直接加入富氧侧吹熔炼炉内, 其中, 还原剂无烟煤的添加量为红土镍矿物料质量份的6~8%。在侧吹熔炼过程中, 利用喷枪将除尘灰和碳粉的混合粉体喷吹进高温熔池内, 富氧浓度为60%, 喷枪背压为0.2 Mpa~0.35Mpa, 熔炼温度控制在1500℃~1550℃, 中心通道的固气比为6; 中心通道碳粉、不锈钢除尘灰与第一环缝通道富氧气体之间的质量流量比值为12:100:30。侧吹炉排放区域利用电极辅热, 电极电流控制为1.2KA, 经过熔炼后获得含镍铁水成分如表6所示。

[0070] 表6 含镍铁水主要成分 (wt %)

[0071]	Ni <sub>o</sub>	Cr <sub>o</sub>	Si <sub>o</sub>	S <sub>o</sub>	Mn <sub>o</sub>	P <sub>o</sub>	C <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub>
	15.8 <sub>o</sub>	6.7 <sub>o</sub>	0.78 <sub>o</sub>	0.05 <sub>o</sub>	2.5 <sub>o</sub>	0.03 <sub>o</sub>	3.4 <sub>o</sub>	其余 <sub>o</sub>

[0072] (3) 将含镍铁水转送至常规的AOD炉和LF炉进行精炼处理, 得到节镍含锰型奥氏体不锈钢。具体地, 可以包括: 含镍铁水转入AOD精炼炉进行吹氧造渣冶炼, 完成脱碳保铬、脱硫以及初步成分调控, 通过铬铁、锰铁的添加, 使不锈钢熔液成分、温度满足控制要求。将AOD熔炼的不锈钢熔液转入至LF精炼炉, 进行脱氧处理, 通过喂硅钙线进行脱氧, 吹氩精炼时间20min, 一样要求钢水总氧含量小于40ppm, 硫含量小于0.02%, 最后转入连铸工序, 生产得到节镍含锰型奥氏体不锈钢。

[0073] 综上, 本发明可以针对各种类型的红土镍矿均冶炼中、高品位镍铁, 主要通过侧吹熔炼富氧浓度调整, 达到红土镍矿中镍、铬、铁等有价金属的选择性还原, 从而达到中、高品位镍铁的控制。利用富氧侧吹熔炼技术进行红土镍矿与冶金固废(不锈钢除尘灰、酸洗污泥)协同处置, 可有效利用表层红土镍矿低镍高铬的特性, 并结合冶金废渣中有价金属与硫元素减少熔炼渣中高熔点铬氧化的形成, 有利于红土镍矿中铬氧化物的还原, 降低炉渣黏度, 提高有价金属与炉渣的分离条件, 最终达到提高镍铁产品中铬品位及回收率, 大幅度降低冶炼能耗, 实现冶金废渣二次资源综合回收利用, 降低生产成本, 并消除冶金废渣对还原的污染问题。利用侧吹喷枪将不锈钢除尘灰细粉、碳粉直接喷入熔池内部, 利用火焰燃烧及熔体局部高温高碳, 使除尘灰快速熔融并完成有价金属镍、铬的快速还原反应, 使除尘灰中的有价金属进入镍铁熔液, 而杂质进入炉渣, 为节镍型奥氏体不锈钢冶炼提供中、高品位的镍铁熔液; 本发明有效解决了含剧毒Cr<sup>6+</sup>的不锈钢除尘灰综合利用问题。本发明利用富氧侧吹熔池熔炼技术+AOD生成节镍含锰型奥氏体不锈钢节省了传统高炉熔炼、电炉熔炼过程中的烧结、混料压球的工序, 提高冶炼效率, 简化生产工序, 降低生产能耗。

[0074] 本发明的描述是为了示例和描述起见而给出的, 而并不是无遗漏的或者将本发明

限于所公开的形式。很多修改和变化对于本领域的普通技术人员而言是显然的。选择和描述实施例是为了更好说明本发明的原理和实际应用,并且使本领域的普通技术人员能够理解本发明从而设计适于特定用途的带有各种修改的各种实施例。

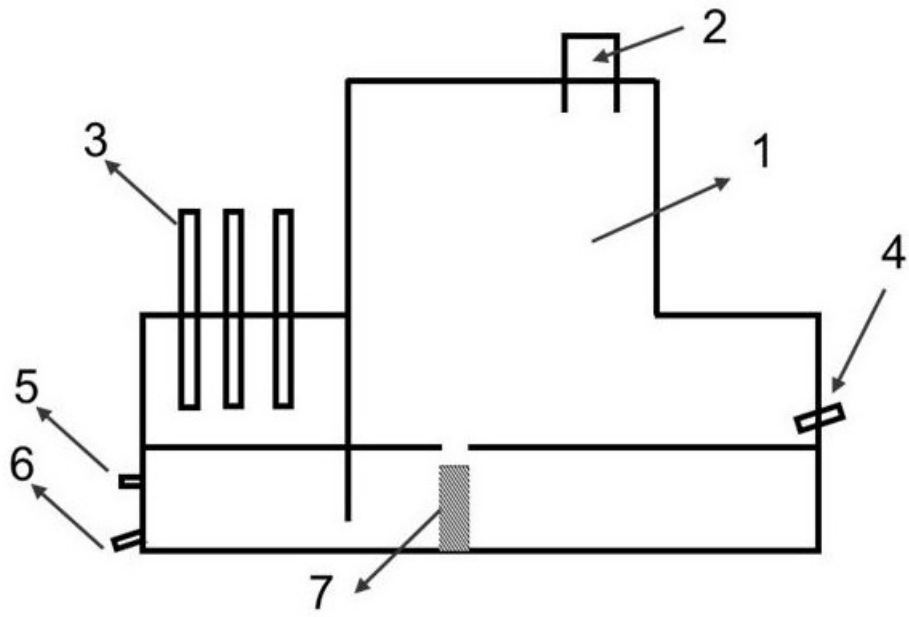


图1

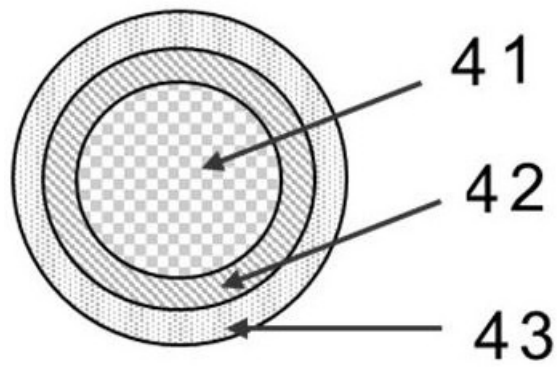


图2

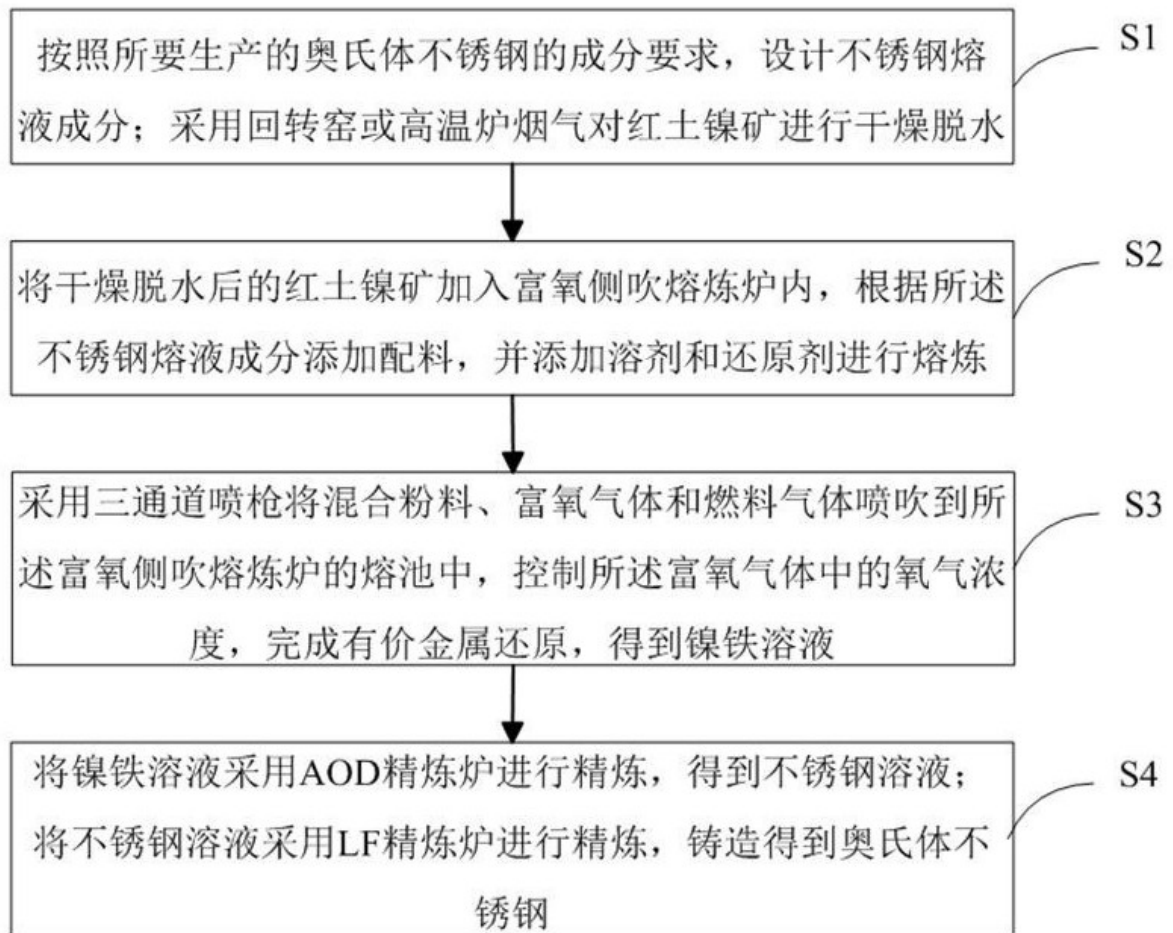


图3