(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117904383 A
(43)申请公布日 2024.04.19

(21)申请号 202311814760.1

(22)申请日 2023.12.26

(71)申请人 中冶赛迪工程技术股份有限公司
地址 400013 重庆市渝中区双钢路1号

(72)发明人 王刚 李牧明 赵运建 何茂成 牛群 贺坤 洪志斌 赖菲菲 侯世锋 何学坤 范学峰 龙孟

(74)专利代理机构 上海汉之律师事务所 31378
专利代理师 陈强

(51)Int.Cl.
C21B 11/00(2006.01)

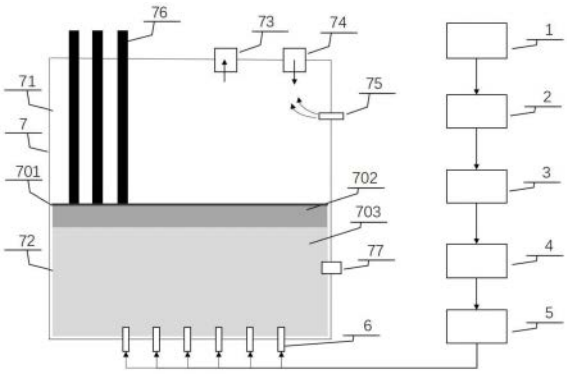
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种闪速炼铁方法及系统

(57)摘要

本发明提供一种闪速炼铁方法,铁矿粉在闪速炼铁炉内闪速还原形成海绵铁;海绵铁在熔分池内熔化并加入熔剂造渣,在熔分池内形成含铁物料层、熔渣层及铁水层;向铁水层内喷吹富CO煤气,搅动铁水层,富CO煤气进入熔渣层参与还原反应、进入含铁物料层参与渗碳反应、进入所述还原塔参与还原反应。提供一种闪速炼铁系统,包括依次连接的煤气净化系统、煤气加压系统、煤气脱碳系统、煤气加热系统、煤气喷吹系统、闪速炼铁炉,煤气喷吹系统从闪速炼铁炉的底部喷吹富CO煤气。本发明方案,通过富CO煤气喷吹进入闪速炼铁炉的熔分池中,对熔分池进行搅动,CO与FeO的还原反应放热补充热能,CO替代固体碳素参与渗碳反应,CO参与闪速还原提升闪速还原反应效率。



CN 117904383 A

1.一种闪速炼铁方法,其特征在于:

铁矿粉在闪速炼铁炉上部还原塔内与还原气接触发生闪速还原形成海绵铁;

海绵铁在闪速炼铁炉底部的熔分池内熔化;

加入熔剂造渣,熔分池内由上向下依次形成造渣反应前的含铁物料层、造渣反应后的熔渣层及熔化的铁水层;

同步的,向所述熔分池中的铁水层内喷吹富CO煤气,富CO煤气搅动铁水层,富CO煤气进入熔渣层参与还原反应,过量的富CO煤气进入含铁物料层参与渗碳反应,过量的富CO煤气进入所述还原塔参与还原反应。

2.根据权利要求1所述的闪速炼铁方法,其特征在于:所述富CO煤气从所述铁水层的底部向上喷吹,喷吹点均匀分布于所述铁水层底部。

3.根据权利要求1所述的闪速炼铁方法,其特征在于:所述富CO煤气进入闪速炼铁炉的压力$P>(\rho_1 h_1+\rho_2 h_2+\rho_3 h_3)\cdot g$,式中$\rho_1$、$\rho_2$、$\rho_3$分别为熔分池中铁水层、熔渣层和含铁物料层的密度,$h_1$为富CO煤气喷吹点所处铁水层的深度,$h_2$为熔渣层的厚度,$h_3$为含铁物料层的厚度,g为重力加速度。

4.根据权利要求3所述的闪速炼铁方法,其特征在于:所述富CO煤气进入闪速炼铁炉的温度大于1450℃。

5.根据权利要求4所述的闪速炼铁方法,其特征在于:所述富CO煤气中固体颗粒物含量低于30mg/Nm^3,硫含量低于40mg/Nm^3。

6.根据权利要求5所述的闪速炼铁方法,其特征在于:所述富CO煤气中CO_2浓度低于1%。

7.根据权利要求1-6任一项所述的闪速炼铁方法,其特征在于:所述还原塔内所喷入的还原气的主要成分为氢气。

8.根据权利要求1-6任一项所述的闪速炼铁方法,其特征在于:每吨铁水中所述富CO煤气的喷吹量大于220/φ_{CO} Nm^3/t,式中φ_{CO}为富CO煤气中CO的含量。

9.根据权利要求1-6任一项所述的闪速炼铁方法,其特征在于:所述富CO煤气来源于转炉煤气、高炉煤气、煤制气中的一种或多种,所述富CO煤气的来源煤气中含有高炉煤气时,增加脱氮处理工序。

10.一种闪速炼铁系统,其特征在于,包括:

闪速炼铁炉,用于将铁矿粉闪速还原并熔炼得到铁水,所述闪速炼铁炉包括上部的还原塔、加热熔化装置和下部的熔分池,铁水在所述熔分池内形成上层的含铁物料层、中层的熔渣层和底层的铁水层;

煤气净化系统,用于对富CO煤气进行脱硫和除尘;

煤气加压系统,用于对富CO煤气进行加压;

煤气脱碳系统,用于对富CO煤气进行CO_2的脱除;

煤气加热系统,用于对富CO煤气进行加热;

煤气喷吹系统,用于控制向所述闪速炼铁炉中喷吹煤气的量,所述煤气喷吹系统包括向所述铁水层喷吹富CO煤气的喷嘴和控制所述煤气喷嘴喷吹量的控制系统,所述煤气喷嘴均匀分布于所述熔分池底部,所述煤气喷嘴以向上或斜向上的方式向所述铁水层内喷吹富CO煤气;

所述煤气净化系统、煤气加压系统、煤气脱碳系统、煤气加热系统、煤气喷吹系统、闪速

炼铁炉依次连接。

11.根据权利要求10所述的闪速炼铁系统,其特征在于:所述闪速炼铁炉的还原气喷嘴设于所述还原塔段并向还原塔内喷吹还原气。

12.根据权利要求10所述的闪速炼铁系统,其特征在于:所述闪速炼铁炉的铁矿粉入口和煤气出口均设于还原塔顶部。

13.根据权利要求10所述的闪速炼铁系统,其特征在于:所述加热熔化装置设于所述还原塔内并对还原后的铁矿粉进行升温熔化。

一种闪速炼铁方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及炼铁技术领域,特别是涉及一种闪速炼铁方法及系统。

背景技术

[0002] 闪速炼铁是依据闪速冶金的原理,采用闪速炼铁炉来熔炼铁矿粉得到铁水的一种炼铁方法。现有的闪速炼铁工艺,主要采用煤气或氢气作为还原气,在闪速炼铁炉的上部还原塔内进行闪速还原得到含铁物料,含铁物料经升温熔化累积在下部的熔分池,向熔分池中再加入焦炭或煤粉作为渗碳剂及深度还原剂进行进一步还原,焦炭或煤粉以C作为还原剂对熔分池内的FeO进行还原,该反应为吸热反应,需消耗更多的电力对熔分池进行补热,而且焦炭或煤粉作为固体碳素加入到闪速炼铁工艺中,使得工艺无法完全摆脱对于煤炭的依赖。

[0003] 还有,铁矿粉、熔剂和作为渗碳剂的焦炭或煤粉在熔分池中混合反应,却缺少对熔分池进行有效搅拌的手段,导致熔分池内部流动性较差,致使熔分池内脱硫、深度还原、渗碳等反应发展不充分,影响生产效率、铁水质量和铁素收得率。

发明内容

[0004] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明的目的在于:

[0005] 第一方面,提供一种闪速炼铁方法,其关键在于:

[0006] 铁矿粉在闪速炼铁炉上部还原塔内与还原气接触发生闪速还原形成海绵铁;

[0007] 海绵铁在闪速炼铁炉底部的熔分池内熔化;

[0008] 加入熔剂造渣,熔分池内由上向下依次形成造渣反应前的含铁物料层、造渣反应后的熔渣层及熔化的铁水层;

[0009] 同步的,向所述熔分池中的铁水层内喷吹富CO煤气,富CO煤气搅动铁水层,富CO煤气进入熔渣层参与还原反应,过量的富CO煤气进入含铁物料层参与渗碳反应,过量的富CO煤气进入所述还原塔参与还原反应。

[0010] 结合第一方面,在一些实现方式中,所述富CO煤气从所述铁水层的底部向上喷吹,喷吹点均匀分布于所述铁水层底部。

[0011] 结合第一方面,在一些实现方式中,所述富CO煤气进入所述闪速炼铁炉的压力$P>(\rho_1 h_1+\rho_2 h_2+\rho_3 h_3)\cdot g$,式中$\rho_1$、$\rho_2$、$\rho_3$分别为熔分池中铁水层、熔渣层和含铁物料层的密度,$h_1$为富CO煤气喷吹点所处铁水层的深度,$h_2$为熔渣层的厚度,$h_3$为含铁物料层的厚度,g为重力加速度。

[0012] 结合第一方面,在一些实现方式中,所述富CO煤气进入闪速炼铁炉的温度大于1450℃。

[0013] 结合第一方面,在一些实现方式中,所述富CO煤气中固体颗粒物含量低于30mg/Nm^3,硫含量低于40mg/Nm^3。

[0014] 结合第一方面,在一些实现方式中,所述富CO煤气中CO_2浓度低于1%。

[0015] 结合第一方面,在一些实现方式中,所述还原塔内所喷入的还原气的主要成分为氢气。

[0016] 结合第一方面,在一些实现方式中,每吨铁水中所述富CO煤气的喷吹量大于220/φ_{CO} Nm^3/t,式中φ_{CO}为富CO煤气中CO的含量。

[0017] 结合第一方面,在一些实现方式中,所述富CO煤气来源于转炉煤气、高炉煤气、煤制气中的一种或多种,所述富CO煤气的来源煤气中含有高炉煤气时,增加脱氮处理工序。

[0018] 第二方面,提供一种闪速炼铁系统,其关键在于,包括:

[0019] 闪速炼铁炉,用于将铁矿粉闪速还原并熔炼得到铁水,所述闪速炼铁炉包括上部的还原塔、加热熔化装置和下部的熔分池,铁水在所述熔分池内形成上层的含铁物料层、中层的熔渣层和底层的铁水层;

[0020] 煤气净化系统,用于对富CO煤气进行脱硫和除尘;

[0021] 煤气加压系统,用于对富CO煤气进行加压;

[0022] 煤气脱碳系统,用于对富CO煤气进行CO_2的脱除;

[0023] 煤气加热系统,用于对富CO煤气进行加热;

[0024] 煤气喷吹系统,用于控制向所述闪速炼铁炉中喷吹煤气的量,所述煤气喷吹系统包括向所述铁水层喷吹富CO煤气的喷嘴和控制所述煤气喷嘴喷吹量的控制系统,所述煤气喷嘴均匀分布于所述熔分池底部,所述煤气喷嘴以向上或斜向上的方式向所述铁水层内喷吹富CO煤气;

[0025] 所述煤气净化系统、煤气加压系统、煤气脱碳系统、煤气加热系统、煤气喷吹系统、闪速炼铁炉依次连接。

[0026] 结合第二方面,在一些实现方式中,所述闪速炼铁炉的还原气喷嘴设于所述还原塔段并向还原塔内喷吹还原气。

[0027] 结合第二方面,在一些实现方式中,所述闪速炼铁炉的铁矿粉入口和煤气出口均设于还原塔顶部。

[0028] 结合第二方面,在一些实现方式中,所述加热熔化装置设于所述还原塔内并对还原后的铁矿粉进行升温熔化。

[0029] 如上所述,本发明的一种二次电池,具有至少以下有益效果:

[0030] 1、处理后的富CO煤气喷吹进入闪速炼铁炉的熔分池中,对熔分池进行搅动,促进熔分池内的脱硫、造渣和还原等反应的发生,一氧化碳还能深度还原熔渣层内未被还原的FeO,减少闪速炼铁工艺的铁素损失,而且CO与FeO的还原反应是放热反应,与熔分池中加入焦炭或煤粉的工艺相比,可降低加热所需能耗。

[0031] 2、进入熔分池的富CO煤气替代固体碳素与海绵铁发生渗碳反应,采用富CO煤气渗碳反应比固体碳素渗碳反应更加高效,减少闪速炼铁工艺对固体碳素的消耗。

[0032] 3、未在熔分池中参与反应的富CO煤气上升到闪速炼铁炉上部的还原塔内,与还原塔内鼓入的还原气混合参与还原反应,提升闪速还原反应效率,降低闪速炼铁工艺的能耗。

附图说明

[0033] 图1为本发明一示例性实施例所示的一种闪速炼铁系统的示意图;

[0034] 其中,附图标记如下:

[0035] 煤气管网1、煤气净化系统2、煤气加压系统3、煤气脱碳系统4、煤气加热系统5、煤气喷吹系统6、闪速炼铁炉7、还原塔71、熔分池72、含铁物料层701、熔渣层702、铁水层703、煤气出口73、铁矿粉喷枪74、还原气喷嘴75、加热熔化装置76、铁水出口77。

具体实施方式

[0036] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。需要说明的是,以下实施例中所提供的图仅以示意方式说明本发明的基本构想,在不冲突的情况下,以下实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0037] 其中,附图仅用于示例性说明,表示的仅是示意图,而非实物图,不能理解为对本发明的限制;为了更好地说明本发明的实施例,附图某些部件会有省略、放大或缩小,并不代表实际产品的尺寸;对本领域技术人员来说,附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

[0038] 本发明实施例的附图中相同或相似的标号对应相同或相似的部件;在本发明的描述中,需要理解的是,若有术语“上”、“下”、“左”、“右”、“前”、“后”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此附图中描述位置关系的用语仅用于示例性说明,不能理解为对本发明的限制,对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

[0039] 一、在一些实施例中,一种闪速炼铁方法:

[0040] 铁矿粉从所述闪速炼铁炉的顶部喷入还原塔,还原塔中设置有多个还原气喷嘴,加热后的还原气与下落的铁矿粉接触并发生闪速还原反应,形成海绵铁;

[0041] 海绵铁落入熔分池内,在加热熔化装置的作用下,海绵铁在熔分池内熔化;

[0042] 同时,通过熔分池的侧壁设置的溶剂喷枪,向熔分池内加入熔剂造渣,熔分池内由上向下依次形成造渣反应前的含铁物料层、造渣反应后的熔渣层及熔化的铁水层;所述含铁物料层主要为海绵铁;

[0043] 同步的,向所述熔分池中的铁水层内喷吹富CO煤气,富CO煤气搅动铁水层,可促进熔分池内的造渣反应、脱硫反应和还原反应的发生,富CO煤气向上进入熔渣层时,与熔渣层中未在还原塔内还原的FeO发生还原反应,过量的富CO煤气进入含铁物料层,与含铁物料层中的海绵铁发生渗碳反应,过量的富CO煤气进入所述还原塔参与还原塔内的闪速还原反应。

[0044] 在一些实施例中,所述富CO煤气从所述铁水层的底部向上喷吹,喷吹点均匀分布于所述铁水层底部。一方面能够产生更加有效的搅动作用,另一方面,可增加与物料接触时间,进一步促进造渣反应、脱硫反应和还原反应的发生。

[0045] 在一些实施例中,所述富CO煤气进入所述闪速炼铁炉的压力$P>(\rho_1 h_1+\rho_2 h_2+\rho_3 h_3)\cdot g$,式中$\rho_1$、$\rho_2$、$\rho_3$分别为熔分池中铁水层、熔渣层和含铁物料层的密度,$h_1$为富CO煤气喷吹点所处铁水层的深度,$h_2$为熔渣层的厚度,$h_3$为含铁物料层的厚度,g为重力加速度。由

于熔分池内具有有大量的液态铁水、熔渣和未熔的含铁物料,具有一定的静压力,因此采用上述压力,一方面为了防止铁液进入喷吹富CO煤气的喷嘴或管道内,另一方面为了使富CO煤气能够充分的喷入所述液态铁水中,并对熔分池产生有效的搅拌作用力,因此需对煤气进行加压。

[0046] 在一些实施例中,所述富CO煤气进入闪速炼铁炉的温度大于1450℃。主要目的是防止进入闪速炼铁炉中的煤气与铁水温差过大,影响喷吹和炼铁效果。

[0047] 在一些实施例中,所述富CO煤气中固体颗粒物含量低于30mg/Nm^3,硫含量低于40mg/Nm^3。为了防止富CO煤气中颗粒物影响煤气加压、加热、喷吹等设备的正常运行,因此需对富CO煤气中的固体颗粒物进行脱除处理且低于上述含量即可。而为了防止煤气中的硫影响富CO煤气的脱碳处理,因此需要对富CO煤气进行脱硫处理且低于上述含量。

[0048] 在一些实施例中,所述富CO煤气中CO_2浓度低于1%。富CO煤气中CO_2浓度越低,CO的浓度也就越高,可以提升深度还原反应和渗碳反应的发生,因此需要对富CO煤气进行脱碳处理且低于上述含量。

[0049] 在一些实施例中,所述还原塔内所喷入的还原气的主要成分为氢气。过量的富CO煤气上升至还原塔内,可以与H_2混合,一方面发挥H_2参与还原反应速率较快的优点,另一方面发挥CO还原放热的优点,从而形成碳氢耦合还原,提升还原塔内闪速还原的效率,降低闪速炼铁工艺的能耗。

[0050] 在一些实施例中,每吨铁水中所述富CO煤气的喷吹量大于220/φ_{CO} Nm^3/t,式中φ_{CO}为富CO煤气中CO的含量。充足的煤气量可确保还原反应的充分发展。

[0051] 在一些实施例中,所述富CO煤气来源于转炉煤气、高炉煤气、煤制气中的一种或多种,所述富CO煤气的来源煤气中含有高炉煤气时,增加脱氮处理工序,同样的是为了提升CO的浓度。

[0052] 二、在一些实施例中,提供一种闪速炼铁系统,其关键在于,包括:

[0053] 闪速炼铁炉,用于将铁矿粉闪速还原并熔炼得到铁水,所述闪速炼铁炉包括上部的还原塔、加热熔化装置和下部的熔分池,铁水在所述熔分池内形成上层的含铁物料层、中层的熔渣层和底层的铁水层;

[0054] 煤气净化系统,用于对富CO煤气进行脱硫和除尘;使净化后的富CO煤气固体颗粒物含量低于30mg/Nm^3,硫含量低于40mg/Nm^3。

[0055] 煤气加压系统,用于对富CO煤气进行加压;使得加压后的富CO煤气压力>($\rho_1h_1+\rho_2h_2+\rho_3h_3$)·g,式中$\rho_1$、$\rho_2$、$\rho_3$分别为熔分池中铁水层、熔渣层和含铁物料层的密度,$h_1$为富CO煤气喷吹点所处铁水层的深度,$h_2$为熔渣层的厚度,$h_3$为含铁物料层的厚度,g为重力加速度。

[0056] 煤气脱碳系统,用于对富CO煤气进行CO_2的脱除;使得富CO煤气中CO_2浓度低于1%。

[0057] 煤气加热系统,用于对富CO煤气进行加热;使得富CO煤气进入闪速炼铁炉的温度高于1450℃;

[0058] 煤气喷吹系统,用于控制向所述闪速炼铁炉中喷吹煤气的量,所述煤气喷吹系统包括向所述铁水层喷吹富CO煤气的煤气喷嘴和控制所述煤气喷嘴喷吹量的控制系统,所述煤气喷嘴均匀分布于所述熔分池底部,所述煤气喷嘴以向上或斜向上的方式向所述铁水层内喷吹富CO煤气;

[0059] 所述煤气净化系统、煤气加压系统、煤气脱碳系统、煤气加热系统、煤气喷吹系统、闪速炼铁炉依次通过煤气管道连接。

[0060] 在一些实施例中,所述闪速炼铁炉的还原气喷嘴设于所述还原塔段并向还原塔内喷吹还原气。具体实施过程中还原气优选氢气,因为过量的富CO煤气上升至还原塔内,可以与H_2混合,一方面发挥H_2参与还原反应速率较快的优点,另一方面发挥CO还原放热的优点,从而形成碳氢耦合还原,提升还原塔内闪速还原的效率,降低闪速炼铁工艺的能耗。

[0061] 在一些实施例中,所述闪速炼铁炉的铁矿粉入口和煤气出口均设于还原塔顶部。

[0062] 在一些实施例中,所述加热熔化装置设于所述还原塔内并对还原后的铁矿粉进行升温熔化。具体实施过程中,所述加热熔化装置优选电加热熔融装置。

[0063] 下面通过几个具体的实施例和对比例对本发明的技术方案进行详细说明,除非另有说明,以下实施例中所使用的原料和试剂均为市售商品,或者可以通过本领域的常规方法制备而得,以及实施例中使用的仪器均可商购获得。

[0064] 本实施例以一座年产10万吨铁水的闪速炼铁系统为例对本发明做进一步说明

[0065] 一、闪速炼铁系统:

[0066] 请参阅附图1所示,闪速炼铁系统包括通过煤气管道依次连接的煤气管网1、煤气净化系统2、煤气加压系统3、煤气脱碳系统4、煤气加热系统5、煤气喷吹系统6以及闪速炼铁炉7,所述闪速炼铁炉7包括上部的还原塔71、下部的熔分池72、设于还原塔71顶部的铁矿粉喷枪74和煤气出口73、设于还原塔71侧壁的还原气喷嘴75、设于炉体内的加热熔化装置76。所述熔分池72中分为上层的含铁物料层701、中层的熔渣层702、底层的铁水层703,在铁水层703区域,所述熔分池72还设有铁水出口77。所述煤气喷吹系统6包括向所述铁水层703喷吹富CO煤气的煤气喷嘴和控制所述煤气喷嘴喷吹量的控制系统,所述煤气喷嘴均匀分布于所述熔分池72底部,所述煤气喷嘴以向上或斜向上的方式向所述铁水层703内喷吹富CO煤气。

[0067] 二、铁矿粉的闪速还原融化:

[0068] 经深度干燥的铁矿粉由铁矿粉喷枪74高速喷入还原塔71中,还原气氢气由还原气喷嘴75喷入还原塔71中,在还原塔71中形成还原气氛。铁矿粉在还原塔71中与H_2接触发生闪速还原反应,被还原后的铁矿粉以海绵铁的状态落入熔分池72中,熔分池72中,加热熔化装置76通过电极加热的方式为熔分池72补热,以加热熔化海绵铁。

[0069] 三、富CO煤气的制备:

[0070] 富CO煤气的来源为转炉煤气,转炉煤气的主要成分如表1所示:

[0071] 表1转炉煤气主要化学成分(%)

[0072]

CO	CO_2	O_2	H_2	N_2
47	25	0.5	2.5	25

[0073] 将来自转炉的转炉煤气经煤气管网1输送至煤气净化系统2,对煤气进行脱硫处理并去除煤气中的固体颗粒物,净化后的煤气中固体颗粒物含量约为25mg/Nm^3。由于转炉煤气中硫含量本身较低,可忽略。

[0074] 净化后的转炉煤气经管道输送至煤气加压系统3,加压系统选用一台10000Nm^3/h的压缩机,加压后的煤气压力大于300KPa。

[0075] 加压后的转炉煤气经管道输送至煤气脱碳系统4进行脱碳处理得到富CO煤气,富

CO煤气成分如表2所示，

[0076] 表2富CO煤气主要化学成分(%)

[0077]

CO	N_2	O_2	H_2	CO_2
63	32	0.6	3.4	1

[0078] 富CO煤气经煤气管道输送至煤气加热系统5，本实施例选用一台煤气电加热装置，将煤气加热至1450℃，加热煤气流量最大为10000Nm^3/h。

[0079] 四、富CO煤气喷吹进入闪速炼铁炉7促进反应

[0080] 加热后的富CO煤气经管道输送至煤气喷吹系统6，富CO煤气底吹进入熔分池72。

[0081] 进入熔分池72的煤气迅速向熔分池72四周扩散，对熔分池72进行剧烈的搅拌作用。喷入的熔剂和还原后的铁矿粉落入熔分池72后，在电极的加热作用下，与矿粉中的脉石成分及未被上部还原区还原的FeO形成初渣。铁液与初渣在底吹的煤气的搅拌作用下，与熔分池72中的铁液充分接触，促进了铁液中的FeS与熔剂中的CaO反应的发生，提高了反应效率，脱硫后的铁液硫含量低于0.02%wt。

[0082] 初渣中的FeO与底吹富CO煤气中的CO发生深度还原反应，提升闪速炼铁工艺对铁素的收得率，可降低终渣中FeO含量至0.5%wt以下。同时，该反应属放热反应，可为熔分池72提供少量热量，降低加热熔化装置76的电耗。现有的闪速炼铁工艺向熔分池72中直接加入焦炭或煤粉，焦炭和煤粉中的固体C与FeO之间的深度还原反应属吸热反应，需电极加热系统向熔分池72中补充更多的热量，相对而言，本发明方法能耗更低。

[0083] 底吹富CO煤气中的CO经过熔分池72和熔渣层702，到达熔分池72上部，与落入熔分池72中的被上部还原区还原后的海绵铁接触，并发生析碳反应，化学反应方程式如式①所示。析出的碳渗入海绵铁中，完成渗碳反应，与现有的闪速炼铁工艺向熔分池72内加入焦炭或煤粉等渗碳剂等方法相比，渗碳反应更加高效。

[0084] $2CO \rightarrow [C]+CO_2$ ①

[0085] 未在熔分池72中参与反应的富CO煤气上升到闪速炼铁炉7上部的还原塔71内，与还原塔71内喷入的H_2混合，形成碳氢耦合还原，提升还原塔71内闪速还原的效率，降低闪速炼铁工艺的能耗。

[0086] 五、结果对比

[0087] 本发明方法及系统接入前后，生产效率、铁水质量和铁素收得率、以及能耗对比：

[0088]

指标	系统未接入	系统接入	对比
焦炭消耗	～50kg/t	-	-50kg/t
CO煤气消耗	-	～350Nm^3/t	350Nm^3/t
产量	10万t	10.2万t	0.2万t
铁水S含量	0.03%	0.02%	-0.01%
铁素收得率	～94%	～96%	2%
工序能耗	380kgce/t	379kgce/t	-1kgce/t

[0089] 结果说明：通过上述结果可以看出，本发明方法及系统接入后，铁水的产量有所增加，而且铁水中S含量也降低了0.01个百分点，而且铁素收得率提升了2个百分点，能耗降低了1kgce/t，四个方面都得到了突破提升。

[0090] 因此说明本发明方法和系统，通过处理后的富CO煤气喷吹进入闪速炼铁炉的熔分

池中,对熔分池进行搅动,能够促进熔分池内的脱硫、造渣和还原等反应的发生,降低铁水中的S含量,由于一氧化碳熔渣层内未被还原的FeO进行深度还原,从而减少了铁素的损失,提升铁素收得率和铁水产量。

[0091] 基于CO与FeO反应放热,补充了加热所需能耗,另外还有未在熔分池中参与反应的富CO煤气上升并与还原塔内鼓入的还原气混合参与还原反应,提升闪速还原反应效率,降低闪速炼铁工艺的能耗,综合而言,能耗得到了降低。

[0092] 还有,进入熔分池的富CO煤气替代固体碳素与海绵铁发生渗碳反应,采用富CO煤气渗碳反应比固体碳素渗碳反应更加高效,减少闪速炼铁工艺对固体碳素的消耗和依赖,更加环保。

[0093] 上述实施例仅示例性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,但凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

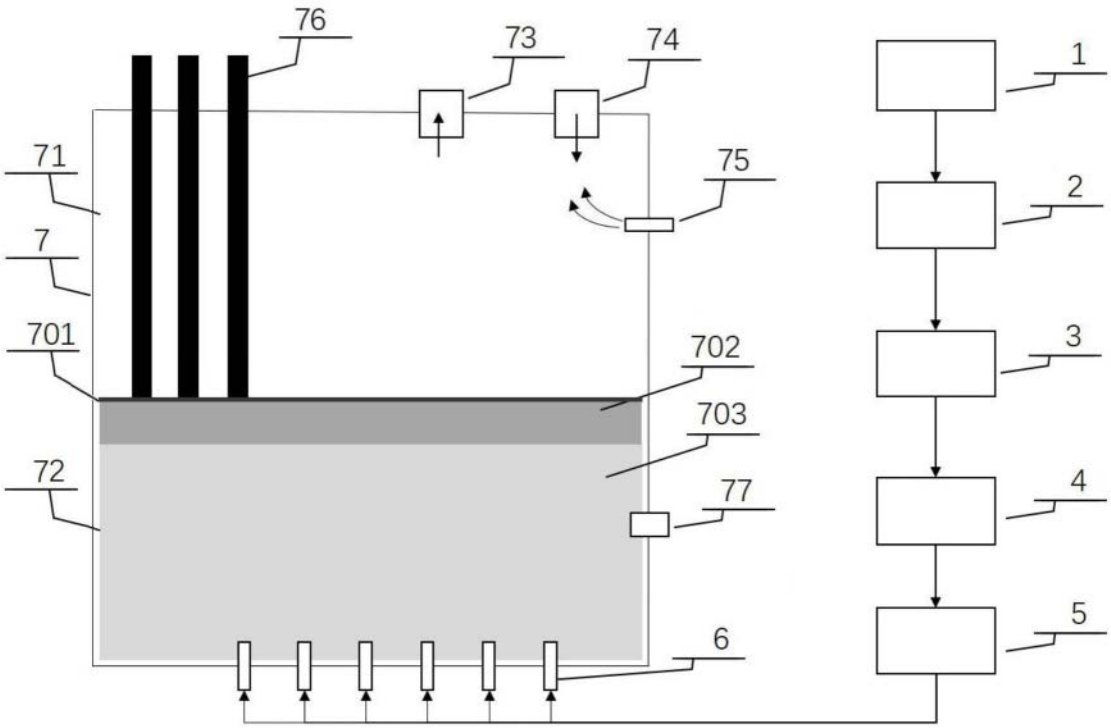


图1