



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101914648 A

(43) 申请公布日 2010.12.15

(21) 申请号 201010237737.7

(22) 申请日 2010.07.27

(71) 申请人 昆明理工大学

地址 650093 云南省昆明市五华区学府路
253号(昆明理工大学)

(72) 发明人 王华 李慧斌 卿山 李幼灵
张竹明 杨雪峰

(74) 专利代理机构 昆明今威专利代理有限公司
53115

代理人 赛晓刚

(51) Int. Cl.

C21B 11/00 (2006.01)

C21C 7/064 (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

利用富氧顶吹熔融还原高磷铁矿制取低磷铁水的方法

(57) 摘要

本发明公开了在富氧顶吹的条件下,用高磷铁矿作原料、煤粉作还原剂、石灰石或白云石作熔剂生产铁水。工艺步骤为:将炉料高磷铁矿、白云石、石灰和还原煤破碎;按照碱度R为1.0~2.0,内配碳比C/O为0.9~1.3配比混匀、预热;由氮气作为载气喷吹炉料从炉侧进入熔融还原炉,在富氧顶吹的条件下生产磷含量相对较低的铁水,其铁水和炉渣定期分别由出铁口和排渣口放出。高温烟气除尘、二次燃烧,利用余热发电,并进行炉外脱磷和脱硫。本发明克服了传统方法难以冶炼高磷铁矿的难题,对原料要求简单,建设成本低,高温炉气的余热和化学能可以得到有效充分利用,将有利于开发我国大量储存的高磷铁矿资源,增强中国钢铁企业的国际竞争力。

1. 一种利用富氧顶吹熔融还原高磷铁矿制取低磷铁水的方法,其特征在于含有以下工艺步骤:将炉料高磷铁矿、白云石、石灰和还原煤破碎;按照碱度 R 的范围为 1.0 ~ 2.0,内配碳比 C/O 的范围为 0.9 ~ 1.3 的工艺参数配比混匀、预热;由氮气作为载气喷吹炉料从炉侧进入熔融还原炉;在富氧顶吹的条件下生产磷含量相对较低的铁水;其铁水和炉渣则定期分别由出铁口和排渣口放出;高温烟气通过除尘、二次燃烧;然后利用其余热发电,并对出炉铁水进行炉外脱磷和脱硫。

2. 根据权利要求 1 所述的一种利用富氧顶吹熔融还原高磷铁矿制取低磷铁水的方法,其特征是:所述炉料粒度 $\leq 30\text{mm}$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的一种利用富氧顶吹熔融还原高磷铁矿制取低磷铁水的方法,其特征是:碱度 R 的表达式为:

$$R = \frac{\text{CaO}(\%) + \text{MgO}(\%)}{\text{SiO}_2(\%) + \text{Al}_2\text{O}_3(\%)}$$

4. 根据权利要求 1 所述的一种利用富氧顶吹熔融还原高磷铁矿制取低磷铁水的方法,其特征是:还原煤的加入量为 $m(\text{coal})$:

$$m(\text{coal}) = k \cdot \frac{(C/O) \times m(\text{ore}) \times \left\{ \omega_{\text{FeO}}(\text{ore}) \times \frac{16}{72} + [T\text{Fe} - \omega_{\text{FeO}}(\text{ore}) \times \frac{56}{72}] \times \frac{48}{112} \right\} / 16}{\omega_c(\text{coal}) / 12}$$

上式中: $m(x)$ -x 物质的质量;

$\omega_y(z)$ -z 中 y 的质量分数;

k- 针对熔融还原炉传热不同而产生的系数,煤粉在熔融还原炉中作还原剂,同时也为发热剂。

5. 根据权利要求 1 所述的一种利用富氧顶吹熔融还原高磷铁矿制取低磷铁水的方法,其特征是:熔融还原炉温控制在 $1350 \sim 1550^\circ\text{C}$,其富氧顶吹的氧枪、热交换器、除尘器、气体压缩机的型号与熔融还原炉型号相匹配。

利用富氧顶吹熔融还原高磷铁矿制取低磷铁水的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用富氧顶吹熔融还原高磷铁矿制取低磷铁水的方法,属于能源与冶金技术领域。

背景技术

[0002] 当今,中国经济高速发展,现代化建设对钢铁的需求依然呈刚性状态。高炉炼铁经过几百年的发展成为世界的主流工艺,然而其工艺流程长、投资大、对环境污染严重、操作灵活性差、对入炉原料选择性差,特别是焦煤资源的短缺和高炉系统的高能耗,阻碍了高炉炼铁的进一步发展。如今,非高炉炼铁技术迅猛发展,个别技术已日趋成熟并逐步工业化。

[0003] 在我国铁矿储量中,贫铁矿占总储量的98.1%。高炉对铁矿的要求也比较高,使得我国诸多贫铁矿不能用于正常冶炼。然而当今国际铁矿石价格一路攀升,特别是2010年中钢协与三大矿山谈判失败,使得我国钢铁企业的生存更加困难,所以采用新冶炼技术开发我国现有的大量贫铁矿迫在眉睫。

[0004] 我国铁矿资源分布广泛,成因类型多样,贫矿多,富矿少,铁矿床中共生组分多。在已查明的1834处铁矿中,总探明储量为531.4亿吨,保有储量为501.2亿吨,其中高磷铁矿石的保有储量为74.5亿吨,占全国铁矿总保有储量的14.86%。我国的高磷铁矿石主要分布于长江流域的云南、四川、湖北、湖南、安徽、江苏及华北的内蒙古等地区,其分布广、储量大,但其矿物组成复杂,磷矿物嵌布粒度细小,磷矿物与铁矿物之间关系复杂,联结力大,属于难选矿石。长期以来,由于没有开发出理想的降磷方法而使得国内现存的大量铁矿资源不能得以有效利用,致使某些矿山因含磷高而停止开采。采用富氧顶吹熔融还原技术冶炼高磷铁矿已经被试验验证具有较好的效果。可以利用熔融还原炉内的强氧化性气氛和磷氧化物在炉渣中可以稳定存在的特点脱磷,从而达到理想冶炼效果。

发明内容

[0005] 本发明在此铁矿资源日益恶化的环境下应运而生,用于解决高炉炼铁技术能耗高、污染大、热效率低以及我国大储量贫铁矿在高炉中难以冶炼的问题。此工艺对原料要求简单,不需炼焦、烧结、造球等工序,而且投资建设、操作成本低,对环境影响较小。

[0006] 本发明的目的是采用富氧顶吹熔融还原高磷铁矿制取低磷铁水。用氮气作为载气喷吹炉料从炉侧进入熔融还原炉,可以加强搅拌,改善反应动力学条件。同时对炉气进行除尘、二次燃烧和余热回收发电。本工艺发明不但可以直接利用普通煤粉作为冶炼还原剂,而且可以有效利用高温炉气的余热和化学能,在节能减排方面更加完善。

[0007] 为实现本发明的目的,采用以下技术方案:一种利用富氧顶吹熔融还原高磷铁矿制取低磷铁水的方法,其特征在于含有以下工艺步骤:将炉料高磷铁矿、白云石、石灰和还原煤破碎;按照碱度R的范围为1.0~2.0,内配碳比C/O的范围为0.9~1.3的工艺参数配比混匀、预热;由氮气作为载气喷吹炉料从炉侧进入熔融还原炉;在富氧顶吹的条件下生产磷含量相对较低的铁水;其铁水和炉渣则定期分别由出铁口和排渣口放出;高温烟气

通过除尘、二次燃烧 ;然后利用其余热发电,并对出炉铁水进行炉外脱磷和脱硫。

[0008] 所述炉料粒度 $\leq 30\text{mm}$ 。

[0009] 碱度 R 的表达式为 :

$$[0010] \quad R = \frac{\text{CaO}(\%) + \text{MgO}(\%)}{\text{SiO}_2(\%) + \text{Al}_2\text{O}_3(\%)} \quad \circ$$

[0011] 还原煤的加入量为 $m(\text{coal})$:

$$[0012] \quad m(\text{coal}) = k \cdot \frac{(C/O) \times m(\text{ore}) \times \left\{ \omega_{\text{FeO}}(\text{ore}) \times \frac{16}{72} + [T\text{Fe} - \omega_{\text{FeO}}(\text{ore}) \times \frac{56}{72}] \times \frac{48}{112} \right\} / 16}{\omega_c(\text{coal}) / 12}$$

[0013] 上式中 : $m(x)$ -x 物质的质量 ;

[0014] $\omega_y(z)$ -z 中 y 的质量分数 ;

[0015] k- 针对熔融还原炉传热不同而产生的系数,煤粉在熔融还原炉中作还原剂,同时也为发热剂。

[0016] 熔融还原炉温控制在 $1350 \sim 1550^\circ\text{C}$,其富氧顶吹的氧枪、热交换器、除尘器、气体压缩机的型号与熔融还原炉型号相匹配。

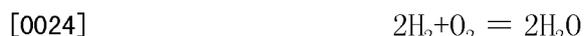
[0017] 发明的工艺步骤是 :将炉料高磷铁矿、白云石、石灰和还原煤破碎 ;按照工艺参数配比混匀、预热 ;由氮气作为载气喷吹炉料从炉侧进入熔融还原炉。在富氧顶吹的条件下生产磷含量相对较低的铁水,其铁水和炉渣则定期分别由出铁口和排渣口放出。高温烟气通过除尘、二次燃烧,然后利用其余热发电。为得到低磷、硫钢,对出炉铁水进行炉外脱磷和脱硫。

[0018] 本发明上述工艺步骤中的具体工艺参数为 :(1). 炉料破碎的粒度为 $\leq 30\text{mm}$;(2). 碱度 R 的范围为 : $1.0 \sim 2.0$;(3). 内配碳比 C/O 的范围为 : $0.9 \sim 1.3$;(4) 反应炉温控制在 $1350^\circ\text{C} \sim 1550^\circ\text{C}$;(4). 富氧的浓度、压力和喷吹炉料的速度视熔融还原炉的型号和配矿比而定。

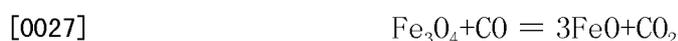
[0019] 本发明的工艺流程如下 :

[0020] 在熔融还原炉热启动之后,将预热炉料由氮气作为载气从侧面喷吹进入熔融还原炉内,控制氧枪为合理高度,开始鼓吹富氧。在富氧的助燃下,煤粉供热熔化炉料同时还原高磷铁矿。在熔融还原炉中,渣层下方为还原区,为煤粉还原高磷铁矿的区域 ;渣层上方为顶吹富氧造成的氧化区,在富氧的助燃下炉腔内可燃气体二次燃烧,以辐射和热传导的方式传送给熔融还原炉下部的渣层和铁浴,维持反应温度。

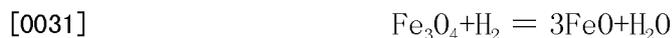
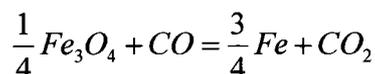
[0021] 在整个反应过程中,煤粉中的 C 不仅作为还原剂,同时也作为发热剂。其中提供热量的反应主要有 :



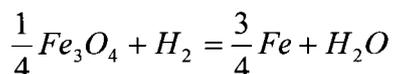
[0025] 高磷铁矿在高温下熔化并被还原,在下部还原区中磷铁矿被还原的反应主要有 :



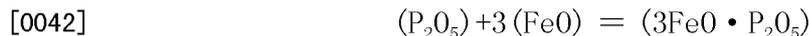
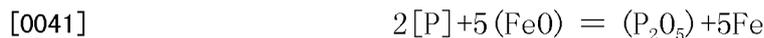
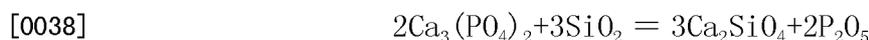
[0028]



[0032]



[0037] 磷在渣铁中的反应有：



[0044] 另外，在反应过程中，炉料入炉进行的喷吹和渣层中 CO 等气体的产生将会引起熔池强烈扰动，增大渣铁接触面积以及加强二次燃烧热传导，大大改善熔融还原炉内的反应动力学条件。还原得出的铁水在熔池底部，磷则形成稳定化合物富集在炉渣中，定期排放铁水、扒渣。对出炉烟气进行除尘、二次燃烧和余热回收发电。为得到低磷、硫钢的产品，可以对出炉铁水进行炉外脱磷和脱硫。

[0045] 本发明的有益效果：

[0046] 采用富氧顶吹熔融还原技术冶炼高磷铁矿具有以下优点：

[0047] 1) 此技术用于解决高炉炼铁技术能耗高、污染大、热效率低以及我国大储量贫铁矿在高炉中难以冶炼的问题，而且此工艺工序简单，不需炼焦、烧结造球等工序，污染少，成本低。直接利用普通煤粉、粉矿即可，更加节能。

[0048] 2) 利用磷氧亲和力高以及其化合物可以稳定存在于炉渣中的特点，顶吹的富氧驱动磷在渣中富集，从而产得磷含量相对较低的铁水。为在后续工序中得到低磷、硫钢，甚至超低磷、硫钢，可以对出炉铁水进行进一步炉外脱磷和脱硫。

[0049] 3) 对出炉烟气进行除尘、二次燃烧和余热回收发电，有效利用烟气余热及其化学能。

[0050] 4) 此工艺发明将有利于开发我国大量储存的高磷铁矿资源，增强中国钢铁企业的国际竞争力。同时可以使得我国钢铁企业摆脱对世界三大矿山的依赖和国际铁矿价格的持续追涨。

附图说明

[0051] 图 1 是本发明的工艺流程示意图。

具体实施方式

[0052] 本发明所述的一种利用富氧顶吹熔融还原高磷铁矿制取低磷铁水的方法的碱度表达式为：

$$[0053] \quad R = \frac{CaO(\%) + MgO(\%)}{SiO_2(\%) + Al_2O_3(\%)}$$

[0054] R 范围为 1.0 ~ 2.0。

[0055] 还原煤的加入量为 $m(\text{coal})$ ：

[0056]

$$m(\text{coal}) = k \cdot \frac{(C/O) \times m(\text{ore}) \times \left\{ \omega_{FeO}(\text{ore}) \times \frac{16}{72} + [TFe - \omega_{FeO}(\text{ore}) \times \frac{56}{72}] \times \frac{48}{112} \right\} / 16}{\omega_C(\text{coal}) / 12}$$

[0057] $m(x)$ -x 物质的质量；

[0058] $\omega_y(z)$ -z 中 y 的质量分数；

[0059] k- 针对熔融还原炉传热不同而产生的系数, 煤粉在熔融还原炉中作还原剂, 同时也为发热剂。

[0060] C/O 范围为 0.9 ~ 1.3。

[0061] 熔融还原炉温控制在 1350 ~ 1550°C, 其富氧顶吹的氧枪、热交换器、除尘器、气体压缩机等型号与熔融还原炉型号相匹配。

[0062] 实施例 1 将惠民铁矿 ($TFe(\%) = 49.01, FeO(\%) = 1.36, SiO_2(\%) = 18.99, Al_2O_3(\%) = 5.81, MgO(\%) = 0.23, CaO(\%) = 0.36, TiO_2(\%) = 0.28, S(\%) = 0.038, P(\%) = 0.90$)、熔剂和煤 ($C(\%) = 76.43, 灰分(\%) = 15.29, 挥发份(\%) = 7.78, CaO(\%) = 1.59, SiO_2(\%) = 7.80, S(\%) = 0.35, P(\%) = 0.050$) 粉破碎 ($\leq 30\text{mm}$), 按照碱度为 1.1, 配碳比 C/O 为 1.1 的工艺参数配比混匀, 由炉侧喷吹进入熔融还原炉, 炉温控制在 1450°C, 在富氧顶吹的条件下得出的铁水结果: 铁的回收率达到 86.8% 左右, 生铁中磷含量为 0.32%, 硫含量 0.1645%, 由于其硫磷含量仍然偏高, 所以在铁水出炉后利用其余氧化性气氛继续炉外脱磷, 另外也需要对其进行炉外脱硫, 然后再送至炼钢车间。富氧和炉料预热器、除尘器和气体压缩机等的型号与熔融还原炉型号相匹配。

[0063] 实施例 2 上述原料相同, 按照碱度为 1.1, 配碳比 C/O 为 1.1 的工艺参数配比混匀, 由炉侧喷吹进入熔融还原炉, 炉温控制在 1400°C, 在富氧顶吹的条件下得出的铁水结果: 铁的回收率达到 84.3% 左右, 生铁中磷含量为 0.23%, 硫含量 0.07%, 根据对铁水的要求决定是否进行炉外脱磷和脱硫, 然后送至炼钢车间。

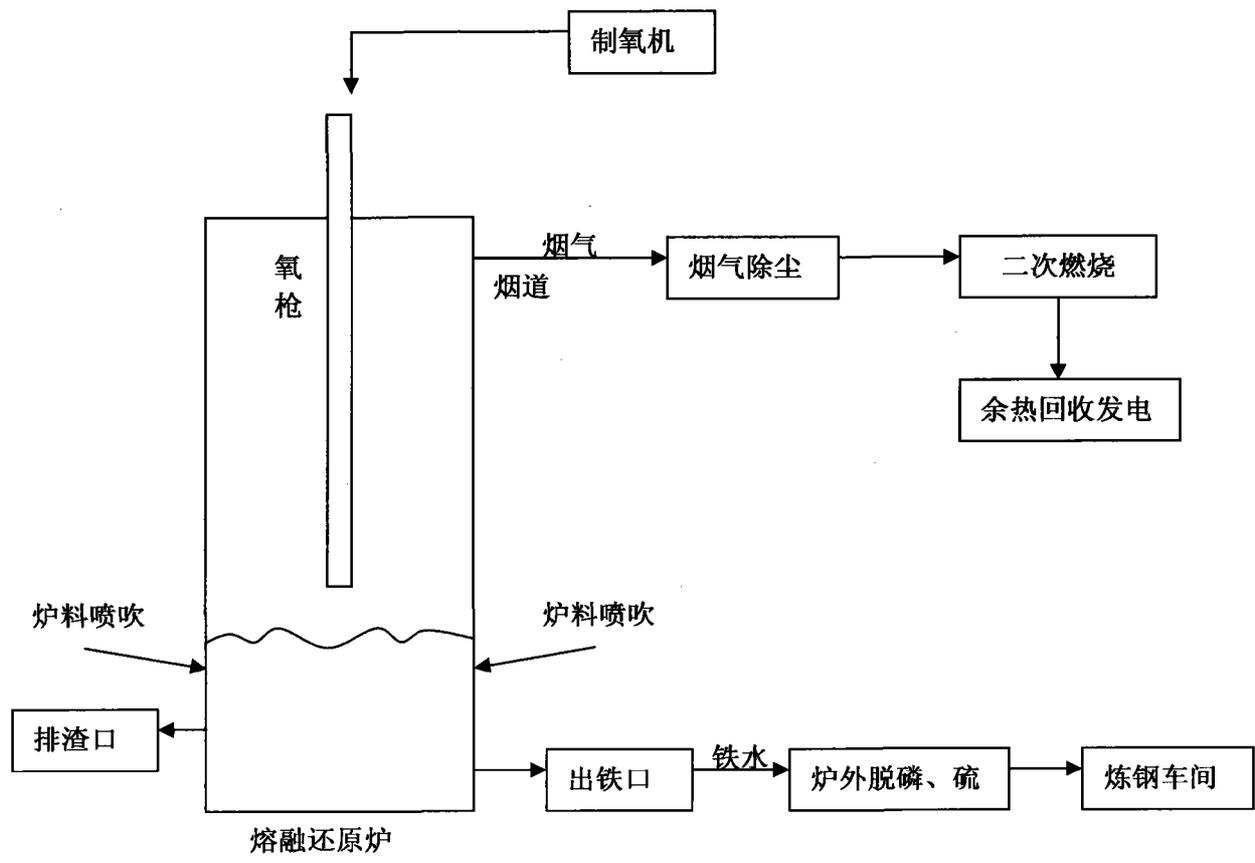


图 1