



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106566907 B

(45)授权公告日 2018.10.23

(21)申请号 201610977408.3

审查员 王良猷

(22)申请日 2016.11.08

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106566907 A

(43)申请公布日 2017.04.19

(73)专利权人 上海大学

地址 200444 上海市宝山区上大路99号

(72)发明人 于要伟 杨宇男 张捷宇 吴广新

魏涵 李映 邹秀晶

(74)专利代理机构 上海上大专利事务所(普通

合伙) 31205

代理人 顾勇华

(51)Int.Cl.

G21B 13/14(2006.01)

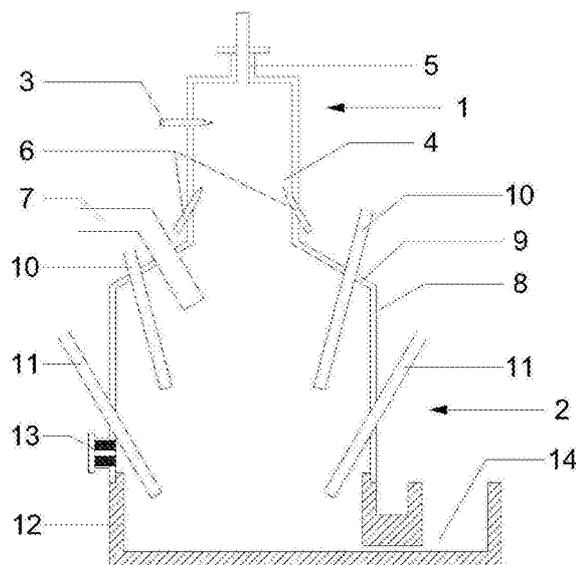
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

铁矿石直接冶炼铁的生产方法和熔融还原装置

(57)摘要

本发明公开了一种铁矿石直接冶炼铁的生产方法和熔融还原装置,属于非高炉炼铁技术领域。本发明要解决的主要技术问题是:闪速炉炼铁过程还原不彻底,对铁矿石由一定的粒度要求;HIsmelt法炼铁预还原能力弱,使得还原炉内生产效率受到影响。本发明基本技术特征为:将闪速炉反应塔与HIsmelt熔融还原炉(SRV炉)串联起来,根据闪速炉快速反应但还原不彻底的特点使用闪速炉反应塔进行预还原步骤,再使用HIsmelt熔融还原炉(SRV炉)彻底还原冶炼。从而结合两者优点互补,提高预还原能力和生产效率。



1. 一种铁矿石直接冶炼铁的生产方法,其特征在于:对闪速炉进行改装,在闪速炉内,将还原气体喷射装置的还原气体喷嘴设置于供料装置的下料口的下方,使从还原气体喷射装置的还原气体喷嘴中喷射的预热还原气体射流对在闪速炉中下落矿料产生阻碍作用,延缓矿料下落速度,使矿料保持设定时间的悬浮状态,增加矿料在闪速炉中的滞留时间,使闪速炉形成铁矿石预还原反应塔;将改装后的闪速炉与HIsmelt熔融还原炉上下串联形成铁矿石直接冶炼铁工艺装置,将下方HIsmelt熔融还原炉的温度传递至闪速炉的炉腔上部的矿料预还原反应工作区域,使闪速炉反应塔进行直接炼铁的预还原步骤,而位于下方的HIsmelt熔融还原炉在闪速炉下方对经过预还原的矿料再进行直接炼铁的终还原冶炼步骤,通过闪速炉预还原和HIsmelt熔融还原炉终还原两个阶段来生产熔融铁。

2. 根据权利要求1所述铁矿石直接冶炼铁的生产方法,其特征在于:收集在HIsmelt熔融还原炉中进行直接炼铁的终还原生成的尾气,利用尾气通过热交换对还原气体预热至设置温度,然后通过还原气体喷射装置将预热后的还原气体向闪速炉内输送,并将尾气再经过处理、净化,回收利用其中的还原气体,向闪速炉内补充输送。

3. 根据权利要求1或2所述铁矿石直接冶炼铁的生产方法,其特征在于:向铁矿石预还原反应塔供应的还原气体采用氢气,一氧化碳和甲烷中的任意一种气体或任意几种气体混合的还原气体;并维持铁矿石预还原反应塔内还原气体的温度接近900℃。

4. 一种铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置,其特征在于,由上部反应体(1)和下部还原炉(2)组成,通过反应塔(4)预还原和下部还原炉(2)终还原两个阶段来生产熔融铁,具体为:

所述上部反应体(1)主要包括循环气喷嘴(3)、反应塔(4)、供料装置(5)、还原气体喷嘴(6),所述上部反应体(1)采用闪速炉形式的预还原反应器作为反应塔(4),使反应塔(4)直接安装在下部还原炉(2)的顶部,所述还原气体喷嘴(6)和循环气喷嘴(3)皆设置于所述供料装置(5)的送料口下方,从还原气体喷嘴(6)中喷射的预热还原气体射流对在反应塔(4)中下落矿料产生阻碍作用,延缓矿料下落速度,使矿料保持设定时间的悬浮状态,增加矿料在反应塔(4)中的滞留时间,使矿料在反应塔(4)中进行直接炼铁的预还原反应;

所述下部还原炉(2)主要由炉身装置、氧枪(10)、固体喷射装置(11)和尾气排出通道(7)组成,形成HIsmelt熔融还原炉形式的终还原反应器,其中炉身装置由侧炉壁(8)、炉顶部(9)、炉基座(12)、排渣装置(13)和排出铁水装置(14)组成,所述反应塔(4)的底部与炉顶部(9)固定连接,所述侧炉壁(8)围成的炉身的还原反应腔室的径向尺寸大于反应塔(4)内预还原反应腔室的径向尺寸,所述炉基座(12)的内部形成炉缸,用于容纳具有金属层和在金属层上的熔渣层的熔融金属熔池,在炉缸上方由侧炉壁(8)围成的炉身的反应腔室形成熔渣之上的还原气体空间,所述排渣装置(13)安装高于排出铁水装置(14)的位置进行设置,所述氧枪(10)和固体喷射装置(11)皆延伸入下部还原炉(2)内,使所述氧枪(10)的喷口处于固体喷射装置(11)的喷口的上方,所述固体喷射装置(11)用于炉缸内供给含碳材料,并激起炉缸内熔池熔体的飞溅,所述氧枪(10)将氧气喷射到熔渣之上的还原气体空间和/或熔体渣层中,形成富氧喷吹区域,使下部还原炉(2)中上升的燃气进行燃烧,产生尾气,所述尾气排出通道(7)设置在炉顶部(9)上,使得在下部还原炉(2)中还原反应后尾气离开熔渣之上的还原气体空间,尾气排出通道(7)收集在下部还原炉(2)中进行直接炼铁的终还原生成的尾气,再将尾气再经过炉外的处理和净化装置后,回收利用尾气的还原气体,再通过

循环气喷嘴(3)向反应塔(4)内补充输送,下部还原炉(2)的温度能传递至反应塔(4)内的铁矿石预还原反应工作区域,使反应塔(4)内进行直接炼铁的预还原步骤,矿料在反应塔(4)中完成预还原反应,落入下方的下部还原炉(2)的熔池熔体中,经过预还原的矿料再进行直接炼铁的终还原冶炼步骤,铁矿石在熔池中彻底完成还原过程。

5. 根据权利要求4所述铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置,其特征在于:尾气排出通道(7)收集尾气通过热交换器对还原气体预热至设置温度,然后通过还原气体喷射装置的循环气喷嘴(3)将预热后的还原气体向反应塔(4)内输送,并将尾气再经过处理和净化装置,回收利用尾气的还原气体,向反应塔(4)内补充输送。

6. 根据权利要求4所述铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置,其特征在于:在反应塔(4)的炉壁上,一系列还原气体喷嘴(6)和一系列循环气喷嘴(3)分别按照周向以设定的间隔进行均匀分布设置。

7. 根据权利要求4所述铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置,其特征在于:在下部还原炉(2)的侧炉壁(8)上,一系列氧枪(10)和一系列固体喷射装置(11)分别按照周向以设定的间隔进行均匀分布设置。

8. 根据权利要求4~7中任意一项所述铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置,其特征在于:所述反应塔(4)通过塔连接部固定安装在下部还原炉(2)的炉顶部(9)的中央位置处。

9. 根据权利要求4~7中任意一项所述铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置,其特征在于:所述还原气体喷嘴(6)安装在反应塔(4)下半部,并斜向上伸入反应塔(4)内。

10. 根据权利要求9所述铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置,其特征在于:相应的循环气喷嘴(3)对应设置于所述还原气体喷嘴(6)的上方。

11. 根据权利要求4~7中任意一项所述铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置,其特征在于:供料装置(5)采用精矿喷嘴装置,供料装置(5)的喷嘴采用水平排布在反应塔(4)上部,此时还原气体喷嘴(6)设置于供料装置(5)的喷嘴下方,还原气体喷嘴(6)的气体射流方向与供料装置(5)的喷嘴的矿料喷射方向相同。

12. 根据权利要求4~7中任意一项所述铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置,其特征在于:尾气排出通道(7)向下延伸入下部还原炉(2)中,尾气排出通道(7)的尾气收集口位于氧枪(10)喷口的上方设定距离位置处。

13. 根据权利要求4~7中任意一项所述铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置,其特征在于:所述炉基座(12)和侧炉壁(8)的下部主要由耐火材料构成,所述炉顶部(9)和侧炉壁(8)的上部由水冷板构成。

14. 根据权利要求4~7中任意一项所述铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置,其特征在于:所述尾气排出通道(7)能对下部还原炉(2)的上部空间产生的设定的压力差,在将尾气排出炉外的同时,不足将反应塔(4)内还原性气体排出炉外,并也不会将富氧喷吹区域的气体排出炉外,还不会阻断部分尾气上行携带热量向反应塔(4)补充传递热能。

铁矿石直接冶炼铁的生产方法和熔融还原装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种非高炉炼铁的方法和装置,还涉及一种闪速炉冶炼工艺和其装置,另外还涉及一种HIsmelt熔融还原炉即SRV炉的熔融还原工艺和其装置,特别是涉及一种分为还原气氛预还原和液态熔融终还原两个阶段来生产熔融铁的方法和装置,应用于非高炉炼铁工艺和装备技术领域。

背景技术

[0002] 闪速炉冶金是有色金属行业成熟的冶炼技术,它与高炉的根本区别在于闪速炉是铁精矿粉在悬浮状态下被热还原气体还原成金属化率较高的冶炼工艺,热还原气体可以是 H_2 ,也可以是CO。闪速炉只拥有一个负微压环境的反应空间,难以制造强还原气氛进行还原反应。闪速炉反应温度比较高,达到1000-1300 $^{\circ}C$,还原速率快,同时铁供给物料存在一定的粒度要求,所以对普通铁矿无法保证金属铁氧化物在闪速炉中完成全部还原。

[0003] HIsmelt法是由德国克劳克纳(Klockner)公司的OBM转炉炼钢工艺发展而来,改进了炉体设计和喷吹技术,以达到较高的二次燃烧率和二次燃烧传热效率。如国际专利申请的HIsmelt法特征是:把载气和金属供给物料和/或固体碳和/或其他固态材料通过与熔池关联的转炉侧面部分和/或从熔池上部喷入熔池中,以便使载气和固体物料穿透熔池,引起熔融金属和渣投射到熔池表面之上的空间,形成过渡区。该过渡区能有效传递二次燃烧熔池上部反应气体所产生的热能。金属供给物料在金属层中冶炼成为金属。

[0004] 由于HIsmelt法二次燃烧的效率很高,导致还原炉外排的气体中还原性气体含量很少,使其预还原能力不足,使含铁原料的预还原只能维持在较低的水平上,从而降低了还原炉的生产效率。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术问题,本发明的目的在于克服已有技术存在的不足,提供一种铁矿石直接冶炼铁的生产方法和熔融还原装置,将闪速炉反应塔与HIsmelt熔融还原炉串联安装起来,根据闪速炉快速反应但还原不彻底的特点使用闪速炉反应塔进行预还原步骤,再使用HIsmelt熔融还原炉彻底还原冶炼,从而结合两者优点互补,提高预还原能力和生产效率。

[0006] 为达到上述发明创造目的,本发明采用下述发明构思:

[0007] 1. 结合闪速炉优缺点和HIsmelt法的缺点提出解决办法;

[0008] 2. 闪速炼铁优点在于反应温度高、反应速率快及生产效率高;缺点是一定粒度要求,HIsmelt法问题在于预还原能力低,生产效率低;

[0009] 3、对HIsmelt冶金存在技术问题具体解决办法是将闪速炉反应塔与HIsmelt熔融还原炉(SRV炉)结合起来,使用闪速炉反应塔进行预还原步骤,使用HIsmelt熔融还原炉(SRV炉)进一步终还原冶炼。

[0010] 根据上述发明构思,本发明采用下述技术方案:

[0011] 一种铁矿石直接冶炼铁的生产方法,对闪速炉进行改装,在闪速炉内,将还原气体喷射装置的还原气体喷嘴设置于供料装置的下料口的下方,使从还原气体喷射装置的还原气体喷嘴中喷射的预热还原气体射流对在闪速炉中下落矿料产生阻碍作用,延缓矿料下落速度,使矿料保持设定时间的悬浮状态,增加矿料在闪速炉中的滞留时间,使闪速炉形成铁矿石预还原反应塔;将改装后的闪速炉与HIsmeIt熔融还原炉上下串联形成铁矿石直接冶炼铁工艺装置,将下方HIsmeIt熔融还原炉的温度传递至闪速炉的炉腔上部的矿料预还原反应工作区域,使闪速炉反应塔进行直接炼铁的预还原步骤,而位于下方的HIsmeIt熔融还原炉在闪速炉下方对经过预还原的矿料再进行直接炼铁的终还原冶炼步骤,通过闪速炉预还原和HIsmeIt熔融还原炉终还原两个阶段来生产熔融铁。

[0012] 作为本发明优选的技术方案,收集在HIsmeIt熔融还原炉中进行直接炼铁的终还原生成的尾气,利用尾气通过热交换对还原气体预热至设置温度,然后通过还原气体喷射装置将预热后的还原气体向闪速炉内输送,并将尾气再经过处理、净化,回收利用其中的还原气体,向闪速炉内补充输送。

[0013] 作为上述方案的进一步优选的技术方案,向铁矿石预还原反应塔供应的还原气体采用氢气,一氧化碳和甲烷中的任意一种气体或任意几种气体混合的还原气体;并维持铁矿石预还原反应塔内还原气体的温度接近900℃。

[0014] 一种铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置,由上部反应体和下部还原炉组成,通过反应塔预还原和下部还原炉终还原两个阶段来生产熔融铁,具体为:

[0015] 上部反应体主要包括循环气喷嘴、反应塔、供料装置、还原气体喷嘴,上部反应体采用闪速炉形式的预还原反应器作为反应塔,使反应塔直接安装在下部还原炉的顶部,还原气体喷嘴和循环气喷嘴皆设置于供料装置的送料口下方,从还原气体喷嘴中喷射的预热还原气体射流对在反应塔中下落矿料产生阻碍作用,延缓矿料下落速度,使矿料保持设定时间的悬浮状态,增加矿料在反应塔中的滞留时间,使矿料在反应塔中进行直接炼铁的预还原反应;

[0016] 下部还原炉主要由炉身装置、氧枪、固体喷射装置和尾气排出通道组成,形成HIsmeIt熔融还原炉形式的终还原反应器,其中炉身装置由侧炉壁、炉顶部、炉基座、排渣装置和排出铁水装置组成,反应塔的底部与炉顶部固定连接,侧炉壁围成的炉身的还原反应腔室的径向尺寸大于反应塔内预还原反应腔室的径向尺寸,炉基座的内部形成炉缸,用于容纳具有金属层和在金属层上的熔渣层的熔融金属熔池,在炉缸上方由侧炉壁围成的炉身的反应腔室形成熔渣之上的还原气体空间,排渣装置安装高于排出铁水装置的位置进行设置,氧枪和固体喷射装置皆延伸入下部还原炉内,使氧枪的喷口处于固体喷射装置的喷口的上方,固体喷射装置用于炉缸内供给含碳材料,并激起炉缸内熔池熔体的飞溅,氧枪将氧气喷射到熔渣之上的还原气体空间和/或熔体渣层中,形成富氧喷吹区域,使下部还原炉中上升的燃气进行燃烧,产生尾气,尾气排出通道设置在炉顶部上,使得在下部还原炉中还原反应后尾气离开熔渣之上的还原气体空间,尾气排出通道收集在下部还原炉中进行直接炼铁的终还原生成的尾气,再将尾气再经过炉外的处理和净化装置后,回收利用尾气的还原气体,再通过循环气喷嘴向反应塔内补充输送,下部还原炉的温度能传递至反应塔内的铁矿石预还原反应工作区域,使反应塔内进行直接炼铁的预还原步骤,矿料在反应塔中完成预还原反应,落入下方的下部还原炉的熔池熔体中,经过预还原的矿料再进行直接炼铁的

终还原冶炼步骤,铁矿石在熔池中彻底完成还原过程。

[0017] 作为本发明熔融还原装置的优选的技术方案,尾气排出通道收集尾气通过热交换器对还原气体预热至设置温度,然后通过还原气体喷射装置的循环气喷嘴将预热后的还原气体向反应塔内输送,并将尾气再经过处理和净化装置,回收利用尾气的还原气体,向反应塔内补充输送。

[0018] 作为上述方案的进一步优选的技术方案,在反应塔的炉壁上,一系列还原气体喷嘴和一系列循环气喷嘴分别按照周向以设定的间隔进行均匀分布设置。

[0019] 作为上述方案的进一步优选的技术方案,在下部还原炉的侧炉壁上,一系列氧枪和一系列固体喷射装置分别按照周向以设定的间隔进行均匀分布设置。

[0020] 作为上述方案的进一步优选的技术方案,反应塔通过塔连接部固定安装在下部还原炉的炉顶部的中央位置处。

[0021] 作为上述方案的一种进一步优选的技术方案,还原气体喷嘴安装在反应塔下半部,并斜向上伸入反应塔内。优选相应的循环气喷嘴对应设置于还原气体喷嘴的上方。

[0022] 作为上述方案的另一种进一步优选的技术方案,供料装置采用精矿喷嘴装置,供料装置的喷嘴采用水平排布在反应塔上部,此时还原气体喷嘴设置于供料装置的喷嘴下方,还原气体喷嘴的气体射流方向与供料装置的喷嘴的矿料喷射方向相同。

[0023] 作为上述方案的进一步优选的技术方案,尾气排出通道向下延伸入下部还原炉中,尾气排出通道的尾气收集口位于氧枪喷口的上方设定距离位置处。

[0024] 作为上述方案的进一步优选的技术方案,炉基座和侧炉壁的下部主要由耐火材料构成,炉顶部和侧炉壁的上部由水冷板构成。

[0025] 作为上述方案的进一步优选的技术方案,尾气排出通道能对下部还原炉的上部空间产生的设定的压力差,在将尾气排出炉外的同时,不足将反应塔内还原性气体排出炉外,并不会将富氧喷吹区域的气体排出炉外,还不会阻断部分尾气上行携带热量向反应塔补充传递热能。

[0026] 本发明与现有技术相比较,具有如下显而易见的突出实质性特点和显著优点:

[0027] 1. 本发明的矿料落入反应塔内开始反应,同时反应塔中下部设置还原气体喷嘴,倾斜向上喷射预热还原气体,延缓矿料下落速度,并将下方还原炉温度传递至反应塔上部加热至900℃,使矿料在下落过程中迅速还原,达到闪速炉还原的效果;

[0028] 2. 本发明矿料在反应塔中完成预还原反应,落入下部还原炉的熔池中,还原炉的气体喷射装置使上升的燃气二次燃烧,固体喷射装置激起熔池的飞溅,为二次燃烧的热量传递提供媒介;

[0029] 3. 本发明尾气继续上升,为反应塔提供部分热量,之后从还原炉顶端排出,炽热的尾气经过热交换为还原气体预热至高温,而后再经过处理、净化,回收利用其中的 H_2 、 CO_2 ,有效缩短了炽热尾气的运输距离,减少热量损失及运输成本;

[0030] 4. 本发明将闪速炉反应塔与HIsmelt熔融还原炉(SRV炉)串联起来,根据闪速炉快速反应但还原不彻底的特点使用闪速炉反应塔进行预还原步骤,再使用HIsmelt熔融还原炉(SRV炉)彻底还原冶炼,从而结合两者优点互补,提高预还原能力和生产效率。

附图说明

- [0031] 图1为本发明实施例一铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置的结构示意图。
- [0032] 图2为本发明实施例一尾气的炉外处理工艺示意图。
- [0033] 图3为本发明实施例二铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置的结构示意图。

具体实施方式

[0034] 本发明的优选实施例详述如下：

[0035] 实施例一：

[0036] 在本实施例中，参见图1和图2，一种铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置，由上部反应体1和下部还原炉2组成，通过反应塔4预还原和下部还原炉2终还原两个阶段来生产熔融铁，具体为：

[0037] 在本实施例中，参见图1，上部反应体1包括循环气喷嘴3、反应塔4、供料装置5、还原气体喷嘴6，上部反应体1采用闪速炉形式的预还原反应器作为反应塔4，使反应塔4直接安装在下部还原炉2的顶部，还原气体喷嘴6和循环气喷嘴3皆设置于供料装置5的送料口下方，从还原气体喷嘴6中喷射的预热还原气体射流对在反应塔4中下落矿料产生阻碍作用，延缓矿料下落速度，使矿料保持设定时间的悬浮状态，增加矿料在反应塔4中的滞留时间，使矿料在反应塔4中进行直接炼铁的预还原反应；

[0038] 在本实施例中，参见图1和图2，下部还原炉2由炉身装置、氧枪10、固体喷射装置11和尾气排出通道7组成，形成HIsmelt熔融还原炉形式的终还原反应器，其中炉身装置由侧炉壁8、炉顶部9、炉基座12、排渣装置13和排出铁水装置14组成，炉基座12和侧炉壁8的下部主要由耐火材料构成，炉顶部9和侧炉壁8的上部由水冷板构成，反应塔4通过塔连接部固定安装在下部还原炉2的炉顶部9的中央位置处，使反应塔4的底部与炉顶部9固定连接，侧炉壁8围成的炉身的还原反应腔室的径向尺寸大于反应塔4内预还原反应腔室的径向尺寸，炉基座12的内部形成炉缸，用于容纳具有金属层和在金属层上的熔渣层的熔融金属熔池，在炉缸上方由侧炉壁8围成的炉身的反应腔室形成熔渣之上的还原气体空间，排渣装置13安装高于排出铁水装置14的位置进行设置，熔渣通过排渣装置13从炉缸中排出，铁水通过排出铁水装置14从炉缸中排出，氧枪10和固体喷射装置11皆延伸入下部还原炉2内，使氧枪10的喷口处于固体喷射装置11的喷口的上方，固体喷射装置11用于炉缸内供给含碳材料，并激起炉缸内熔池熔体的飞溅，氧枪10将氧气喷射到熔渣之上的还原气体空间和熔体渣层中，形成富氧喷吹区域，使下部还原炉2中上升的燃气进行燃烧，产生尾气，尾气排出通道7设置在炉顶部9上，使得在下部还原炉2中还原反应后尾气离开熔渣之上的还原气体空间，尾气排出通道7收集在下部还原炉2中进行直接炼铁的终还原生成的尾气，再将尾气再经过炉外的处理和净化装置后，回收利用尾气的还原气体，再通过循环气喷嘴3向反应塔4内补充输送，下部还原炉2的温度能传递至反应塔4内的铁矿石预还原反应工作区域，使反应塔4内进行直接炼铁的预还原步骤，矿料在反应塔4中完成预还原反应，落入下方的下部还原炉2的熔池熔体中，经过预还原的矿料再进行直接炼铁的终还原冶炼步骤，铁矿石在熔池中彻底完成还原过程。本实施例直接炼铁的炉体，由上部反应体1和下部还原炉2组成，上部反应体1置于下部还原炉2上方，形成串联结构，反应塔4由塔顶、塔身、塔连接部和框架组成，框架未在图1中显示，在塔顶中央安装供料装置5，将供料装置5固定在塔上部钢架梁上，塔身为圆筒状，塔身分为上段和下段，塔身上段设置水平伸入反应塔4内的循环气喷嘴3，塔身下

段设置斜上方伸入塔内的还原气体喷嘴6,反应塔4上另设有测温点作为传感器;塔连接部紧密连接反应塔4的基部与下部还原炉2,尾气排出通道7设置在炉顶部9上并向下伸入一定长度;侧炉壁8采用圆筒状,分成上筒段和下筒段,炉基座12和侧炉壁8的下部由耐火材料构成,炉顶部9和侧炉壁8的上筒段由水冷板构成;氧枪10从侧炉壁8上向下及向内延伸入下部还原炉2内,固体喷射装置11处于氧枪10的下方,安置方向相同;排渣装置13位置高于排出金属装置14的通道位置,排出金属装置14用于在熔炼阶段使得熔池中熔融金属流从下部还原炉2下部排出,排渣装置13在下部还原炉2的侧壁上,在熔炼阶段从熔池中排出熔渣。本实施例解决的主要技术问题是:闪速炉炼铁过程还原不彻底,对铁矿石由一定的粒度要求;HIsmelt法炼铁预还原能力弱,使得还原炉内生产效率受到影响。将改装后的闪速炉与HIsmelt熔融还原炉(SRV炉)上下串联,取闪速炉反应塔进行直接炼铁的预还原步骤;将HIsmelt熔融还原炉串联在闪速炉下方进行冶炼,将铁供给物料通过闪速炉预还原和HIsmelt熔融还原炉终还原两个阶段来生产熔融铁,从而结合两者优点互补,提高预还原能力和生产效率,能高效应用于非高炉炼铁技术领域。

[0039] 在本实施例中,参见图1和图2,尾气排出通道7收集尾气通过热交换器对还原气体预热至设置温度,然后通过还原气体喷射装置的循环气喷嘴3将预热后的还原气体向反应塔4内输送,并将尾气再经过处理和净化装置,回收利用尾气的还原气体,向反应塔4内补充输送。参见图2,粗线条的箭头表示还原性气体预热和后续输送的流程,细线条的箭头表示尾气进行换热后降温处理后分离的还原气体后续输送的流程。尾气排出通道7向下延伸入下部还原炉2中,尾气排出通道7的尾气收集口位于氧枪10喷口的上方设定距离位置处。尾气排出通道7能对下部还原炉2的上部空间产生的设定的压力差,在将尾气排出炉外的同时,不足将反应塔4内还原性气体排出炉外,并也不会将富氧喷吹区域的气体排出炉外,还不会阻断部分尾气上行携带热量向反应塔4补充传递热能。

[0040] 在本实施例中,参见图1,在反应塔4的炉壁上,一系列还原气体喷嘴6和一系列循环气喷嘴3分别按照周向以设定的间隔进行均匀分布设置。相应的循环气喷嘴3对应设置于还原气体喷嘴6的上方。

[0041] 在本实施例中,参见图1,在下部还原炉2的侧炉壁8上,一系列氧枪10和一系列固体喷射装置11分别按照周向以设定的间隔进行均匀分布设置。

[0042] 在本实施例中,参见图1,还原气体喷嘴6安装在反应塔4下半部,并斜向上伸入反应塔4内。

[0043] 在本实施例中,参见图1和图2,本实例铁矿石直接冶炼铁的生产方法的工作过程:

[0044] 反应塔4下部的还原气体喷嘴6向斜上方喷吹预热还原气体,还原气体本身高温并携带少部分炽热气体进入反应塔4上部,维持高浓度还原气体氛围的同时将温度提升至接近900℃;当塔顶的供料装置5加入所需矿料时,铁矿石受到还原气体阻力下落速度有所延缓,在高温炽热并充满还原气体的反应塔4上部,铁矿石在悬浮状态下迅速完成部分还原和熔化,其还原程度能达到甚至超过HIsmelt法对预还原的要求,随后继续向下运动进入下部还原炉2。

[0045] 下部还原炉2内容纳一定量铁、渣的熔池,铁矿石将在熔池中彻底完成还原,该熔池包括熔融金属层和熔渣层,氧枪10下端在渣层上方,将气流输送到容器上部,进行二次燃烧,固体喷射装置11下端延伸入熔渣层但在熔融金属层之上,喷射含碳材料进入熔池,造成

熔渣飞溅,为二次燃烧的热量传递提供媒介。排渣装置13位置高于熔融金属层用于排空熔渣,排出铁水装置14的通道在炉身最底部,将熔融金属排出炉身,得到金属铁。尾气排出通道7伸入炉内设定的距离,尾气排出通道7对下部还原炉2上部空间所产生的压力差不足将上方还原性气体及喷射还原气体排出炉体,也不会影响二次燃烧及还原炉内传热。二次燃烧后所产生的尾气在下部还原炉2内上行,传递部分热量到反应塔4中,并通过尾气排出通道7将大部分尾气排出炉体。

[0046] 如图2所示,在炉外尾气首先经过热交换处理,然后把热量预热即将喷入反应塔4内的还原气体。对于降温后的尾气进行净化、回收处理后,并将从尾气中分离出的 H_2 和CO还原性气体重新通过循环气喷嘴3通入反应塔4内,对反应塔4内的还原气体进行补充。本实施例能提供一种新颖、高效率的从铁矿石直接冶炼铁的生产方法,以解决HIsmelt法冶金存在的技术问题:预还原不足,生产效率低等问题。

[0047] 参见图1和图2,本实施例将改装后的闪速炉与HIsmelt熔融还原炉(SRV炉)上下串联,根据闪速炉悬浮态下快速反应但还原不完全的特点,取其反应塔进行直接炼铁的预还原步骤;根据HIsmelt法具有熔池和高效率的二次燃烧及二次燃烧传热,但预还原能力不足的特点,串联在闪速炉下方进行冶炼。使两者优缺点互补,提高预还原和生产效率。

[0048] 实施例二:

[0049] 本实施例与实施例一基本相同,特别之处在于:

[0050] 在本实施例中,参见图3,一种铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置,其供料装置5采用精矿喷嘴装置,供料装置5的喷嘴采用水平排布在反应塔4上部,此时还原气体喷嘴6设置于供料装置5的喷嘴下方,还原气体喷嘴6的气体射流方向与供料装置5的喷嘴的矿料喷射方向相同。本实施例精矿冶炼的特殊需求,也能将供料装置5更换为精矿喷嘴,并水平切向布置在反应塔4上端,相比实施例一的铁矿石直接冶炼铁的熔融还原装置,本实施例的还原气体喷嘴6上移至精矿喷嘴下方,且还原气体喷嘴6的气体射流方向与供料装置5的喷嘴的矿料喷射方向相同。本实施例的还原气体喷嘴喷射预热还原气体同样能延缓矿料下落速度,并将下方还原炉温度传递至反应塔上部加热至 $900^{\circ}C$,使矿料在下落过程中迅速还原。

[0051] 实施例三:

[0052] 本实施例与上述实施例基本相同,特别之处在于:

[0053] 在本实施例中,根据不同的工艺规模,可增加循环气喷嘴3及还原气体喷嘴6设置的数目,使反应塔4上部温度更加均匀。

[0054] 上面结合附图对本发明实施例进行了说明,但本发明不限于上述实施例,还可以根据本发明的发明创造的目的做出多种变化,凡依据本发明技术方案的精神实质和原理下做的改变、修饰、替代、组合或简化,均应为等效的置换方式,只要符合本发明的发明目的,只要不背离本发明铁矿石直接冶炼铁的生产方法和熔融还原装置的技术原理和发明构思,都属于本发明的保护范围。

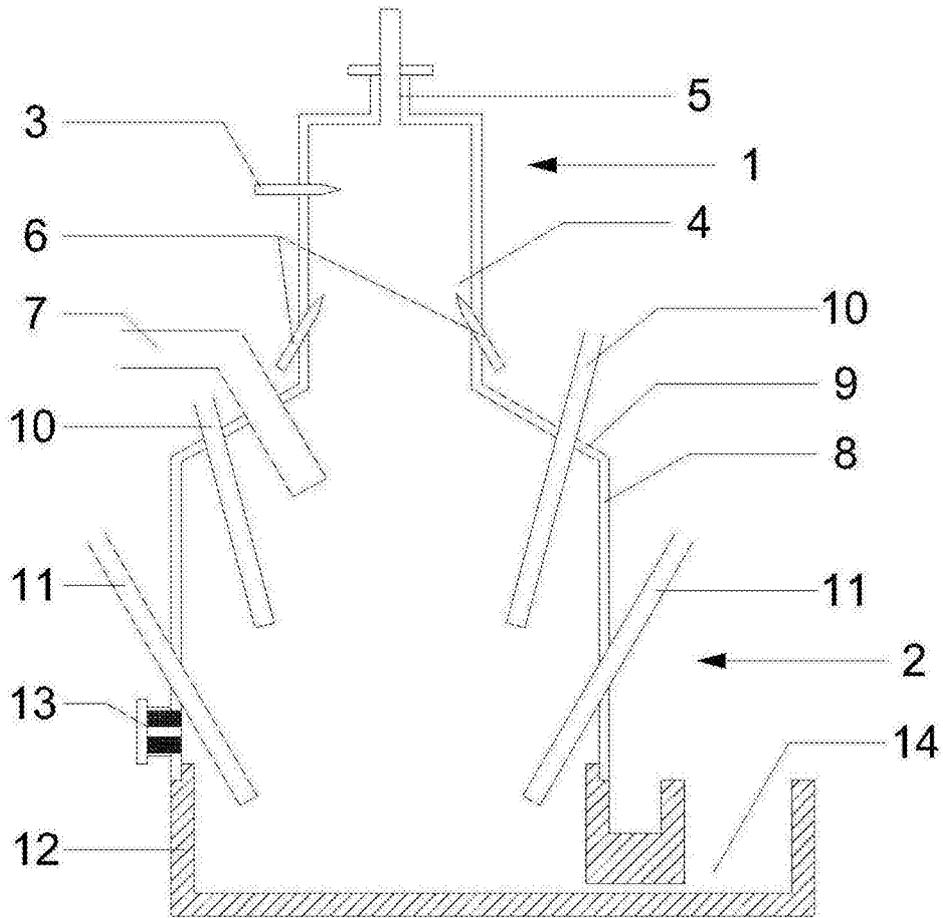


图1

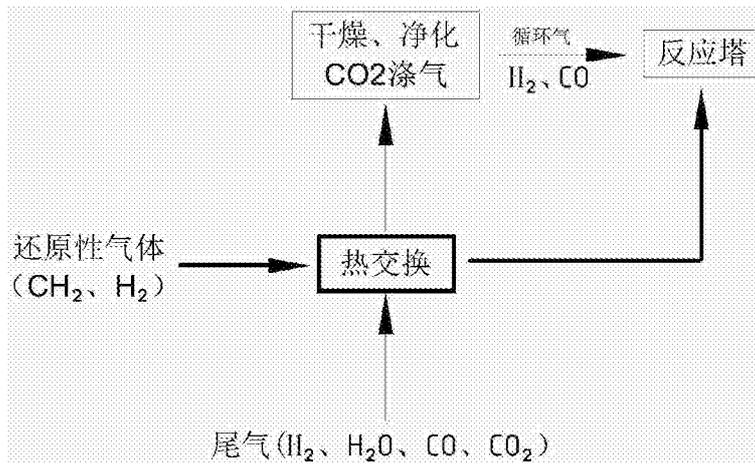


图2

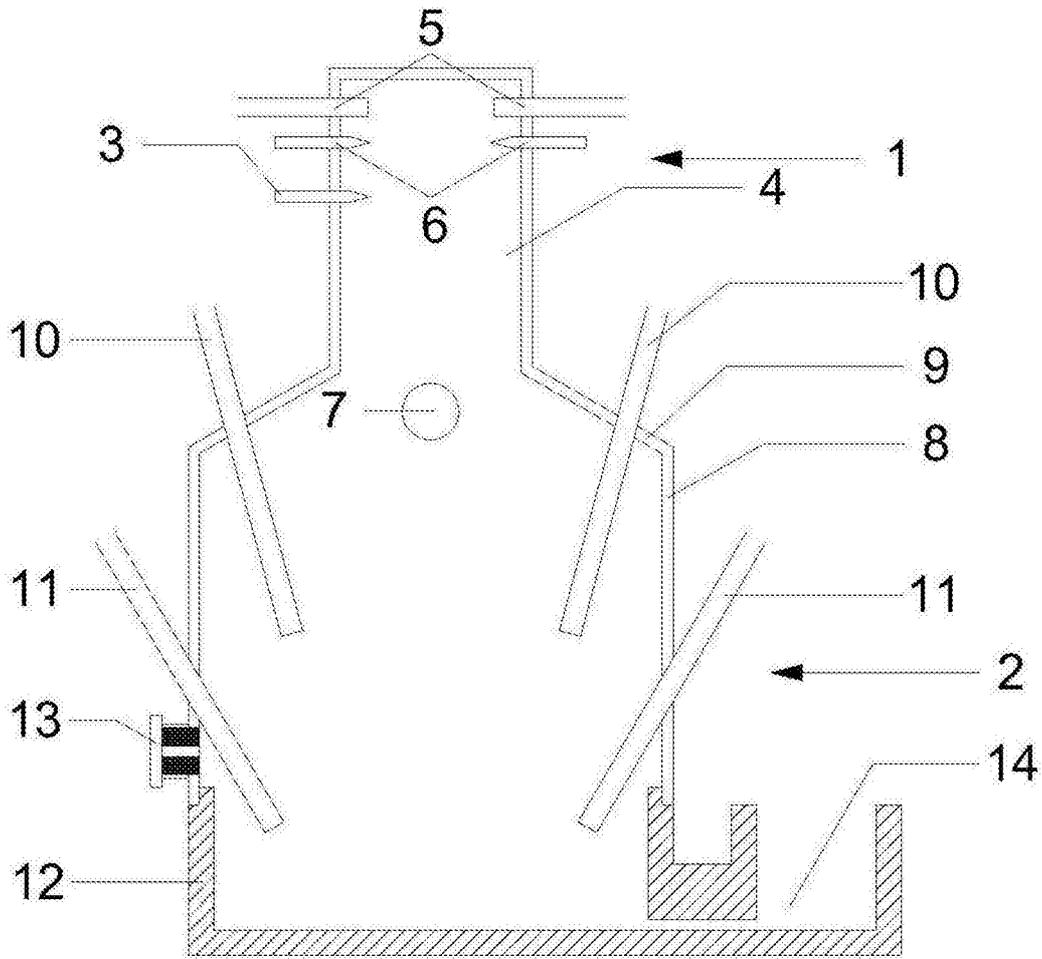


图3