(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 212293639 U
(45)授权公告日 2021.01.05

(21)申请号 202020642881.8

(22)申请日 2020.04.23

(73)专利权人 钢铁研究总院
地址 100081 北京市海淀区学院南路76号
专利权人 钢研晟华科技股份有限公司

(72)发明人 王锋 高建军 郦秀萍 齐渊洪 严定鎏 林万舟

(74)专利代理机构 北京天达知识产权代理事务所(普通合伙) 11386
代理人 丛洪杰

(51)Int.Cl.
C21B 13/00(2006.01)
C21B 3/06(2006.01)

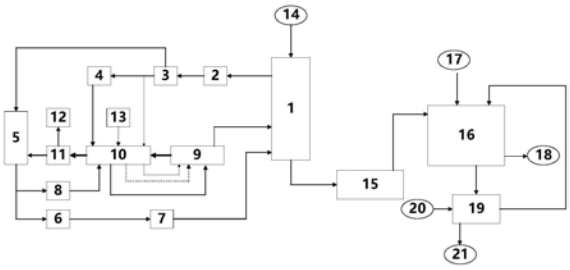
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)实用新型名称

一种氢冶金装置

(57)摘要

本实用新型涉及一种氢冶金装置，属于冶金技术领域，解决了现有技术中钢铁冶炼排放大量废气废固、污染环境等问题。本实用新型氢冶金装置包括氢气还原炉(1)、气体供应与循环系统和高温冶炼炉(16)；氢气还原炉(1)用于采用氢气将铁矿原料还原为直接还原铁；气体供应与循环系统与氢气还原炉(1)连接，用于对氢气还原炉(1)提供氢气；高温冶炼炉(16)用于对直接还原铁进行冶炼；气体供应与循环系统包括水制氢系统(5)、第二氢气压缩机(6)、调节阀组(7)、第三氢气压缩机(8)、加热器(9)和预热器(10)。本实用新型氢冶金系统适用于环保的绿色冶炼工艺。



CN 212293639 U

1.一种氢冶金装置,其特征在于,包括氢气还原炉(1)、气体供应与循环系统和高温冶炼炉(16);

所述气体供应与循环系统包括水制氢系统(5)、第二氢气压缩机(6)、调节阀组(7)、第三氢气压缩机(8)、加热器(9)和预热器(10);

所述水制氢系统(5)、第三氢气压缩机(8)、预热器(10)和加热器(9)顺次连接,且加热器(9)与氢气还原炉(1)的炉体中部连接;

所述水制氢系统(5)、第二氢气压缩机(6)和调节阀组(7)顺次连接,且调节阀组(7)与氢气还原炉(1)的炉体下部连接;

所述氢气还原炉(1)用于采用氢气将铁矿原料还原为直接还原铁;所述气体供应与循环系统与氢气还原炉(1)连接,用于对氢气还原炉(1)提供氢气;高温冶炼炉(16)用于对直接还原铁进行冶炼。

2.根据权利要求1所述的氢冶金装置,其特征在于,还包括上料系统(14),用于将铁矿原料从氢气还原炉(1)的炉顶送入炉内。

3.根据权利要求2所述的氢冶金装置,其特征在于,所述上料系统(14)包括串联的上罐和下罐,上罐设置有上阀门,上罐与下罐之间设置有中间阀门,下罐设置有下阀门。

4.根据权利要求1所述的氢冶金装置,其特征在于,所述气体供应与循环系统还包括煤气净化器(2)、第一脱水器(3)和第一氢气压缩机(4);

氢气还原炉(1)的顶部、煤气净化器(2)、第一脱水器(3)、第一氢气压缩机(4)和预热器(10)顺次连接;第一脱水器(3)还与水制氢系统(5)连接。

5.根据权利要求4所述的氢冶金装置,其特征在于,所述气体供应与循环系统还包括鼓风机(13),所述鼓风机(13)用于将空气通入预热器(10)。

6.根据权利要求5所述的氢冶金装置,其特征在于,所述气体供应与循环系统还包括第二脱水器(11)和烟囱(12);

所述第二脱水器(11)一端与预热器(10)连接,另一端与水制氢系统(5)连接;所述烟囱(12)与第二脱水器(11)连接。

7.根据权利要求1所述的氢冶金装置,其特征在于,所述氢冶金装置还包括钢渣改质炉(19),用于对高温冶炼炉(16)排出的高温液态炼钢渣进行改质。

8.根据权利要求1-7任一项所述的氢冶金装置,其特征在于,所述高温冶炼炉(16)设有辅料加入系统(17)和循环钢渣加料口。

9.根据权利要求1-7任一项所述的氢冶金装置,其特征在于,所述预热器(10)内设置有第一换热管、第二换热管和第三换热管,分别用于对空气、用于燃烧的氢气和通入氢气还原炉(1)中部的氢气进行预热。

10.根据权利要求9所述的氢冶金装置,其特征在于,所述预热器(10)具有低温预热段和高温预热段,所述第一换热管和第二换热管处于低温预热段,第三换热管处于高温预热段。

一种氢冶金装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于冶金技术领域，特别涉及一种氢冶金装置。

背景技术

[0002] 近年来，钢铁行业的环保问题越来越成为制约行业发展的关键问题之一，特别是SO_2、NO_x和固废的排放，现有的治理方式主要集中在末端烟气的脱硫脱硝、固废的部分利用(其中炼钢渣主要以堆存为主)，不能从根本上解决钢铁企业的环保问题。

[0003] 现有的钢铁冶炼流程主要包括以铁矿为原料的“高炉-转炉”的长流程和以废钢为原料的电炉流程，其中高炉炼铁单元就包括焦化、烧结、球团、高炉炼铁等工序，转炉炼钢单元包括铁水脱硫、转炉脱磷等工序，工序复杂；同时，传统流程以碳质能源为燃料，而碳质能源带来大量的CO_2、SO_2及NO_x的污染气体排放和大量渣、尘等固废排放。

实用新型内容

[0004] 鉴于以上分析，本实用新型旨在一种氢冶金装置，采用本实用新型氢冶金系统进行钢铁冶炼，SO_2几乎无排放，粉尘排放量比传统工艺降低90％以上，无废渣排放，用以解决现有技术中钢铁冶炼排放大量废气废固、污染环境等问题。

[0005] 本实用新型的目的主要是通过以下技术方案实现的：

[0006] 一种氢冶金装置，包括氢气还原炉、气体供应与循环系统和高温冶炼炉；

[0007] 气体供应与循环系统包括水制氢系统、第二氢气压缩机、调节阀组、第三氢气压缩机、加热器和预热器；

[0008] 水制氢系统、第三氢气压缩机、预热器和加热器顺次连接，且加热器与氢气还原炉的炉体中部连接；

[0009] 水制氢系统、第二氢气压缩机和调节阀组顺次连接，且调节阀组与氢气还原炉的炉体下部连接；

[0010] 氢气还原炉用于采用氢气将铁矿原料还原为直接还原铁；气体供应与循环系统与氢气还原炉连接，用于对氢气还原炉提供氢气；高温冶炼炉用于对直接还原铁进行冶炼。

[0011] 在一种可能的设计中，还包括上料系统，用于将铁矿原料从氢气还原炉的炉顶送入炉内。

[0012] 在一种可能的设计中，上料系统包括串联的上罐和下罐，上罐设置有上阀门，上罐与下罐之间设置有中间阀门，下罐设置有下阀门。

[0013] 在一种可能的设计中，气体供应与循环系统还包括煤气净化器、第一脱水器和第一氢气压缩机；

[0014] 在一种可能的设计中，氢气还原炉的顶部、煤气净化器、第一脱水器、第一氢气压缩机和预热器顺次连接；第一脱水器还与水制氢系统连接。

[0015] 在一种可能的设计中，气体供应与循环系统还包括鼓风机，鼓风机用于将空气通入预热器。

[0016] 在一种可能的设计中，气体供应与循环系统还包括第二脱水器和烟囱；

[0017] 第二脱水器一端与预热器连接，另一端与水制氢系统连接；烟囱与第二脱水器连接。

[0018] 在一种可能的设计中，氢冶金系统还包括钢渣改质炉，用于对高温冶炼炉排出的高温液态炼钢渣进行改质。

[0019] 在一种可能的设计中，高温冶炼炉设有辅料加入系统和循环钢渣加料口。

[0020] 在一种可能的设计中，预热器内设置有第一换热管、第二换热管和第三换热管，分别用于对空气、用于燃烧的氢气和通入氢气还原炉中部的氢气进行预热。

[0021] 在一种可能的设计中，预热器具有低温预热段和高温预热段，第一换热管和第二换热管处于低温预热段，第三换热管处于高温预热段。

[0022] 与现有技术相比，本实用新型至少能实现以下技术效果之一：

[0023] 1)采用本实用新型装置进行钢铁冶炼能代替传统的“高炉-转炉”的长流程，而且本实用新型装置需要氢气还原和高温冶炼炉炼钢两个单元，因此本工艺可以大大减少生产工序，降低生产成本；本工艺使用氢气为还原剂，反应后的产物为水，冶炼过程中也没有SO_2排放；现有技术中炼铁使用焦炭、煤粉等冶炼，铁中会渗碳，炼钢过程又是在脱碳过程，本实用新型使用氢气还原铁矿，不会带入碳，所以炼钢过程也不需要脱碳，因此本工艺是一个非常环保的绿色冶炼工艺。

[0024] 2)本实用新型改变了现有钢铁冶炼流程的能源结构，本实用新型采用纯氢对铁矿进行冶炼，产生的基本都是水，不会排放二氧化碳，并可以循环利用，没有烟气脱硫脱硝问题，也没有固废排放问题，是一种近零排放的氢冶金装置。

[0025] 3)传统工艺用焦炭、煤粉，其中的杂质会进入铁中，特别是硫元素；而本实用新型工艺不用碳质能源，也不会带入碳质能源带来的杂质问题，因此更有利于冶炼纯净的钢，冶炼的纯净钢水使用价值更高。

[0026] 4)传统炼铁工序包括焦化、烧结和高炉等至少三个工序，而本实用新型炼铁工序仅有1个工序，设备数量降低50％以上，人员数降低70％以上，冶炼工序更短；且本工艺是一个非常环保的绿色冶炼工艺，考虑到环保治理等综合条件，本实用新型生产成本更低。

[0027] 5)氢气还原炉排出直接还原铁为海绵状铁，活性较高，易被氧化，本实用新型中设置密封输送装置，可使氢气还原炉排出直接还原铁后通过密封输送装置直接进入高温冶炼炉，整个过程有惰性气体进行保护，防止直接还原铁再次氧化。另外由于设置了密封输送装置，氢气还原炉排出的直接还原铁温度控制在50-600℃即可，可见温度较高也可，因此采用低温氢气进行降温即能达到要求，不需要设置单独的冷却装置。

[0028] 本实用新型的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且，部分可从说明书中变得显而易见，或者通过实施本实用新型而了解。本实用新型的目的和其他优点可通过在所写的说明书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0029] 附图仅用于示出具体实施例的目的，而并不认为是对本实用新型的限制，在整个附图中，相同的附图标记表示相同的部件。

[0030] 图1为本实用新型一种氢冶金装置示意图；

[0031] 图2为一种近零排放的氢冶金工艺流程图。

[0032] 附图标记

[0033] 1-氢气还原炉;2-煤气净化器;3-第一脱水器;4-第一氢气压缩机;5-水制氢系统;6-第二氢气压缩机;7-调节阀组;8-第三氢气压缩机;9-加热器;10-预热器;11-第二脱水器;12-烟囱;13-鼓风机;14-上料系统;15-密封输送装置;16-高温冶炼炉;17-辅料加入系统;18-纯净钢水;19-钢渣改质炉;20-钢渣改质剂;21-含磷副产品。

具体实施方式

[0034] 以下结合具体实施例对一种氢冶金装置作进一步的详细描述,这些实施例只用于比较和解释的目的,本实用新型不限定于这些实施例中。

[0035] 本实用新型公开了一种氢冶金装置,如图1所示,包括氢气还原炉1、气体供应与循环系统、密封输送装置15和高温冶炼炉16;氢气还原炉1用于采用氢气将铁矿原料还原为直接还原铁;气体供应与循环系统与氢气还原炉1连接,用于对氢气还原炉1提供氢气。

[0036] 气体供应与循环系统包括煤气净化器2、第一脱水器3、第一氢气压缩机4、水制氢系统5、第二氢气压缩机6、调节阀组7、第三氢气压缩机8、加热器9、预热器10、第二脱水器11、烟囱12、鼓风机13。

[0037] 水制氢系统5、第三氢气压缩机8、预热器10和加热器9顺次连接,且加热器9与氢气还原炉1的炉体中部连接;水制氢系统5、第二氢气压缩机6和调节阀组7顺次连接,且调节阀组7与氢气还原炉1的炉体下部连接。

[0038] 气体供应与循环系统中水制氢系统5生产的氢气一路通过第三氢气压缩机8加压后进入预热器10先预热至300-700℃,然后再进入加热器9加热至800-1100℃,从氢气还原炉1中部通入,中部通入高温氢气对铁矿原料进行加热,使铁矿原料达到还原条件,并加快还原速度;另一路氢气通过第二氢气压缩机6和调节阀组7,氢气温度为(-50)℃～50℃,从氢气还原炉1底部通入,底部通入低温氢气,对还原后的物料进行冷却,同时,利用还原后的高温物料对氢气进行加热,氢气上升与中部通入的高温氢气混合对铁矿原料进行还原。水制氢系统5生产的第二部分氢气(即上述的另一路氢气)占水制氢体积的50%-70%。

[0039] 氢气还原炉1排出的直接还原铁温度在50-600℃,直接还原铁的金属化率>90%。

[0040] 气体供应与循环系统中通过第三氢气压缩机8后氢气的压力为0.2-1Mpa,氢气经过预热器10和加热器9后会有压损,进入氢气还原炉中的氢气压力为0.1-0.9Mpa;通过第二氢气压缩机6后氢气的压力为0.2-1Mpa,通过调节阀组7后氢气的压力为0.1-0.9Mpa。进入氢气还原炉中的氢气压力设置为0.1-0.9Mpa,一方面可提高反应速率,另一方面不会造成太高的能耗,可取得较好的经济效益。

[0041] 氢气还原炉1的顶部、煤气净化器2、第一脱水器3、第一氢气压缩机4和预热器10顺次连接;第一脱水器3还与水制氢系统5连接。氢气还原炉1顶部排出的气体先经过煤气净化器2、第一脱水器3,第一脱水器3分离出的水直接返回至水制氢系统5循环使用;第一脱水器3分离出的氢气分为两部分,第一部分经过第一氢气压缩机4与通过第三氢气压缩机8后氢气混合一起进入预热器10,第二部分氢气作为燃气,先经过预热器10余热利用预热至50-300℃,然后再进入加热器9中燃烧,通过间接换热加热通入氢气还原炉1中部的氢气。第一脱水器3分离出的氢气第二部分比例小于总分离气体体积的15%。

[0042] 鼓风机13用于将空气通入预热器10，第二脱水器11一端与预热器10连接，另一端与水制氢系统5连接；烟囱12与第二脱水器11连接。气体供应与循环系统中鼓风机13先通过预热器10将空气加热到50-300℃，然后进入加热器9中与第一脱水器3分离出的第二部分氢气燃烧，燃烧后产生的高温烟气作为预热器10的热源，经过预热器10后排出的烟气温度在100-300℃，烟气再经过第二脱水器11后将其中的水蒸汽冷凝，得到的水循环至水制氢系统5，而其余烟气从烟囱12排放。

[0043] 优选的，预热器10分为低温预热段和高温预热段，预热器10设置有第一换热管、第二换热管和第三换热管，分别对空气、用于燃烧的氢气和通入竖炉(即氢气还原炉)中部的氢气预热。第一换热管和第二换热管处于低温预热段，第三换热管处于高温预热段。

[0044] 氢冶金系统还包括上料系统14，用于将铁矿原料从氢气还原炉1的炉顶送入炉内。氢气还原炉1炉顶的上料系统14为密封进料，炉内气体不会通过上料系统外排；炉底部的排料系统也为密封下料，炉内气体不会通过下料口外排。示例性的，使用串罐进料，即上料系统包括串联的上罐和下罐，上罐设置有上阀门，上罐与下罐之间设置有中间阀门，下罐设置有下阀门。进料时，先打开上罐的上阀门，料先进入上罐，然后上罐的上阀门关闭，然后打开两罐之间的中间阀门，料进入下罐后，关闭中间阀门；然后再打开下罐下的下阀门，完成进料。排料系统的下料顺序与上料相反。

[0045] 氢冶金系统还包括密封输送装置15，高温冶炼炉16通过密封输送装置15与氢气还原炉1连接，密封输送装置15用于将直接还原铁输入送高温冶炼炉16，密封输送装置15是氢气还原炉1与高温冶炼炉16之间的物料热连接器，其封闭壳体内衬有保温耐材，同时内部还通有非氧化性的保护气体如氮气、氩气等。

[0046] 氢气还原炉1排出直接还原铁为海绵状铁，活性较高，易被氧化，本实用新型中设置密封输送装置15，可使氢气还原炉1排出直接还原铁后通过密封输送装置15直接进入高温冶炼炉16，整个过程有惰性气体进行保护，防止直接还原铁再次氧化。另外由于设置了密封输送装置15，氢气还原炉1排出的直接还原铁温度控制在50-600℃即可，可见温度较高也可，因此采用低温氢气进行降温即能达到要求，不需要设置单独的冷却装置。

[0047] 还原铁的融化温度在1300℃以上，高温冶炼炉16是利用电能的高温炉，如电炉、等离子炉等。高温冶炼炉16设有辅料加入系统17和循环钢渣加料口，经过高温冶炼炉16炼钢后得到纯净钢水18和冶炼钢渣。

[0048] 进一步的，氢冶金系统还包括钢渣改质炉19，用于对高温冶炼炉排出的高温液态炼钢渣进行改质。钢渣改质炉19是利用电能的高温炉，如电炉、等离子炉等，钢渣改质炉19原料是从高温冶炼炉16排出的高温液态冶炼钢渣，同时需要向炉内加入钢渣改质剂20，实现钢渣的脱磷，示例性的，钢渣改质剂20为煤粉、硅粉等的一种。脱磷后的新钢渣可以通过循环钢渣加料口循环至高温冶炼炉16使用，新钢渣中磷含量<0.5％，脱磷得到的含磷副产品21可以作为制备磷铁或磷肥的原料。

[0049] 近零排放的氢冶金工艺，如图2所示，包括如下步骤：

[0050] S1、从氢气还原炉1的炉顶通过上料系统将铁矿原料送入炉内，经过氢气还原后从氢气还原炉1的炉底排出直接还原铁，而氢气还原炉1炉体中部和下部分别通入氢气；

[0051] S2、直接还原铁从氢气还原炉1排出后通过密封输送装置运送至高温冶炼炉16；

[0052] S3、高温冶炼炉16通过提高温度将直接还原铁熔化，并通过造渣生产出纯净钢水

18,并排出炼钢渣;

[0053] S4、高温冶炼炉16排出的高温液态炼钢渣直接进入钢渣改质炉19内进行改质,在改质炉内实现钢渣脱磷,得到含磷副产品21和新钢渣;

[0054] S5、新钢渣在高温下直接循环至高温冶炼炉内炼钢用。

[0055] 采用本实用新型氢冶金装置进行钢铁冶炼能代替传统的“高炉-转炉”的长流程,而且本实用新型装置需要氢气还原和高温冶炼炉炼钢两个单元,因此本工艺可以大大减少生产工序,降低生产成本;本工艺使用氢气为还原剂,反应后的产物为水,冶炼过程中也没有SO_2排放;现有技术中炼铁使用焦炭、煤粉等冶炼,铁中会渗碳,炼钢过程又是在脱碳过程,本实用新型使用氢气还原铁矿,不会带入碳,所以炼钢过程也不需要脱碳,因此本工艺是一个非常环保的绿色冶炼工艺。

[0056] 本实用新型改变了现有钢铁冶炼流程的能源结构,本实用新型采用纯氢对铁矿进行冶炼,产生的基本都是水,不会排放二氧化碳,并可以循环利用,没有烟气脱硫脱硝问题,也没有固废排放问题。

[0057] 传统工艺用焦炭、煤粉,其中的杂质会进入铁中,特别是硫元素;而本实用新型工艺不用碳质能源,也不会带入碳质能源带来的杂质问题,因此更有利于冶炼纯净的钢,冶炼的纯净钢水使用价值更高。

[0058] 传统炼铁工序包括焦化、烧结和高炉等至少三个工序,而本实用新型炼铁工序仅有1个工序,设备数量降低50%以上,人员数降低70%以上,冶炼工序更短;且本工艺是一个非常环保的绿色冶炼工艺,考虑到环保治理等综合条件,本实用新型生产成本更低。

[0059] 实施例一

[0060] 一座年产30万吨直接还原铁的氢气还原炉1的炉顶通过上料系统14将球团矿送入炉内,小时上料量为52.5t/h,球团矿的铁品位(球团矿全铁含量)为66%,上料过程中炉内气体不会通过上料系统外排;氢气还原炉1底部的排料系统的直接还原铁排出量为37.5t/h,直接还原铁的金属化率为93%,温度为350℃,排料过程中炉内气体不会通过排料系统外排;氢气还原炉1炉体中部和下部分别通入氢气。

[0061] 水制氢系统5生产的氢气一路通过第三氢气压缩机8,加压后压力达到0.5Mpa,然后与第一氢气压缩机4的循环氢气混合进入预热器10先预热至400℃,然后再进入加热器9加热至950℃,从氢气还原炉1炉体中部进入炉体的压力为0.4Mpa,氢气纯度为98%;水制氢系统5生产的另一路氢气通过第二氢气压缩机6和调节阀组7后,从氢气还原炉1炉体下部进入炉体的压力达到了0.55Mpa,氢气温度为10℃,氢气纯度为98%。

[0062] 氢气还原炉1炉体顶部排出的气体中,氢气占排出气体体积的80%,其余主要是水蒸气,气体温度为400℃,先经过煤气净化器2、第一脱水器3,第一脱水器3分离出的水直接返回至水制氢系统5循环使用;第一脱水器3分离出的氢气分为两部分,第一部分(占炉顶排出总氢气量体积的90%)经过氢气压缩机4与通过压缩机8后氢气混合一起进入预热器10,第二部分(占炉顶排出总氢气量体积的10%)氢气作为燃气,先经过预热器10预热至200℃,然后再进入加热器9中燃烧。

[0063] 鼓风机13先通过预热器10将空气加热到200℃,然后进入加热器9中,与第一脱水器3分离出的第二部分氢气燃烧,燃烧后产生的高温烟气从加热器9排出后进入预热器10,经过预热器10后排出的烟气温度在200℃,烟气再经过第二脱水器11后将其中的水蒸汽冷

凝，得到的水循环至水制氢系统5，而其余烟气从烟囱12排放，烟气主要成分为氮气和少量的水蒸汽。

[0064] 从氢气还原炉1底部排出的直接还原铁通过密封输送装置15运送至高温冶炼炉16，密封输送装置15具有运输直接还原铁、保温、防氧化的功能，其封闭壳体内衬有保温耐材，同时内部还通有氮气。

[0065] 高温冶炼炉16是一种电弧炉，起到熔化直接还原铁，生产纯净钢水的目的，高温冶炼炉16分别设有辅料加入系统17和循环钢渣加料口，经过高温冶炼炉16炼钢后得到纯净钢水18和炼钢渣，纯净钢水18中硫含量(质量分数)小于<0.0001％，磷含量(质量分数)<0.01％；高温液态炼钢渣(炼钢渣中磷含量2.2％)直接进入钢渣改质炉19内进行改质，钢渣改质炉19是一个电炉，炼钢渣倒入钢渣改质炉19后，向炉内加入钢渣改质剂20，实现钢渣的脱磷，脱磷后的新钢渣可以通过循环钢渣加料口循环至高温冶炼炉16使用，新钢渣中磷含量为0.21％，脱磷得到的含磷副产品21可以作为制备磷铁的原料。

[0066] 实施例2

[0067] 一座年产80万吨直接还原铁的氢气还原炉1的炉顶通过上料系统14将球团矿送入炉内，小时上料量为140t/h，球团矿的铁品位为66.2％，上料过程中炉内气体不会通过上料系统外排；氢气还原炉1底部的排料系统的直接还原铁排出量为100t/h，排出温度为210℃，直接还原铁的金属化率为95％，排料过程中炉内气体不会通过排料系统外排；氢气还原炉1炉体中部和下部分别通入氢气。

[0068] 水制氢系统5生产的氢气一路通过第三氢气压缩机8，加压后压力达到0.8Mpa，然后与第一氢气压缩机4的循环氢气混合进入预热器10先预热至400℃，然后再进入加热器9加热至950℃，从氢气还原炉1炉体中部进入炉体的压力为0.7Mpa，氢气纯度为99％；水制氢系统5生产的另一路氢气通过压缩机6和调节阀组7后，从氢气还原炉1炉体下部进入炉体的压力达到了0.8Mpa，氢气温度为8℃，氢气纯度为99％。

[0069] 氢气还原炉1炉体顶部排出的气体中，氢气体积为78％，其余主要是水蒸气，气体温度为380℃，先经过煤气净化器2、第一脱水器3，第一脱水器3分离出的水直接返回至水制氢系统5循环使用；第一脱水器3分离出的氢气分为两部分，第一部分(占炉顶排出总氢气量体积的86％)经过第一氢气压缩机4与通过第三氢气压缩机8后氢气混合一起进入预热器10，第二部分(占炉顶排出总氢气量体积的14％)氢气作为燃气，先经过预热器10预热至210℃，然后再进入加热器9中燃烧。

[0070] 鼓风机13先通过预热器10将空气加热到250℃，然后进入加热器9中，与脱水器3分离出的第二部分氢气燃烧，燃烧后产生的高温烟气从加热器9排出后进入预热器10，经过预热器10后排出的烟气温度在150℃，烟气再经过第二脱水器11后将其中的水蒸汽冷凝，得到的水循环至水制氢系统5，而其余烟气从烟囱12排放，烟气主要成分为氮气和少量的水蒸汽。

[0071] 从氢气还原炉1底部排出的直接还原铁通过密封输送装置15运送至高温冶炼炉16，密封输送装置15具有运输直接还原铁、保温、防氧化的功能，其封闭壳体内衬有保温耐材，同时内部还通有氩气。

[0072] 高温冶炼炉16是一种电弧炉，起到熔化直接还原铁，生产纯净钢水的目的，高温冶炼炉16分别设有辅料加入系统17和循环钢渣加料口，经过高温冶炼炉16炼钢后得到纯净钢

水18和冶炼钢渣，纯净钢水18中硫含量小于<0.0001％，磷含量<0.005％，高温液态炼钢渣(钢渣中磷含量2.6％)直接进入钢渣改质炉19内进行改质，钢渣改质炉19是一个电炉，炼钢渣倒入钢渣改质炉19后，向炉内加入钢渣改质剂20，实现钢渣的脱磷，脱磷后的新钢渣可以循环至高温冶炼炉16使用，新钢渣中磷含量为0.16％，脱磷得到的含磷副产品21可以作为制备磷铁的原料。

[0073] 与现有技术相比，本实用新型提供一种氢冶金装置，能够解决传统工艺流程长、气体污染物大、固废排放大的问题，适用于新一代绿色冶金的应用。

[0074] 以上所述，仅为本实用新型较佳的具体实施方式，但本实用新型的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本实用新型揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本实用新型的保护范围之内。

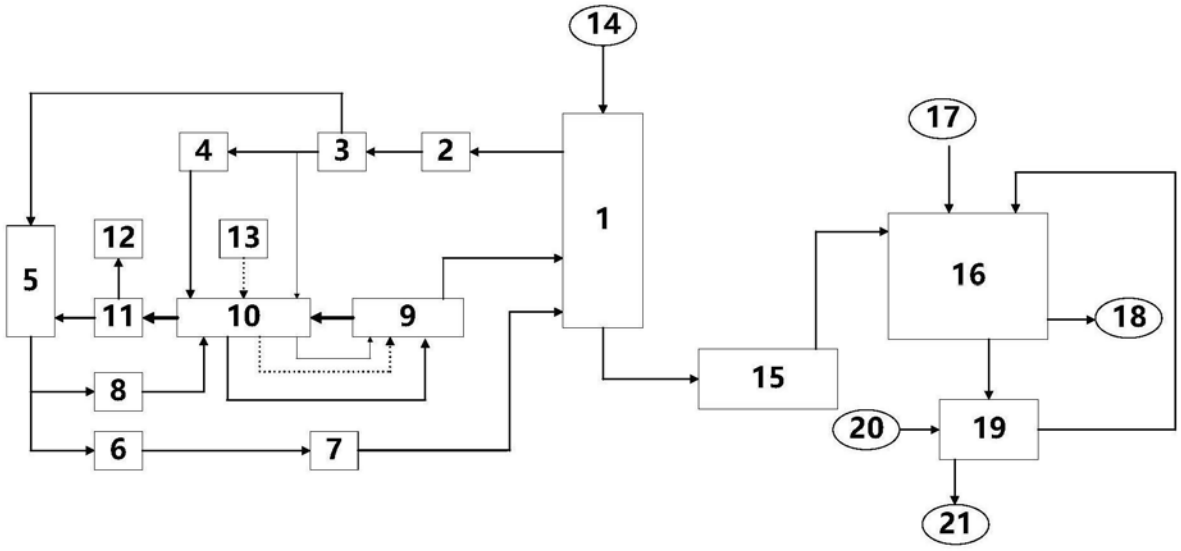

14
17
4
3
2
1
12
13
5
16
11
10
9
18
15
8
20
19
6
7
21

图1


S1、氢气将铁矿原料还原为直接还原铁
S2、将直接还原铁运送至高温冶炼炉
S3、高温冶炼炉将直接还原铁熔化，并通过造渣生产出纯净钢水，并排出炼钢渣
S4、排出的炼钢渣进入钢渣改质炉内进行改质，在改质炉内实现钢渣脱磷，得到含磷副产品和新钢渣
S5、新钢渣在高温下直接循环至高温冶炼炉内炼钢用

图2