



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108486303 A

(43)申请公布日 2018.09.04

(21)申请号 201810249189.6

(22)申请日 2018.03.21

(71)申请人 东北大学

地址 110169 辽宁省沈阳市浑南区创新路
195号

(72)发明人 李峰 储满生 王国栋 周渝生
唐珏 柳政根 李胜康 王佳鑫

(74)专利代理机构 北京易捷胜知识产权代理事
务所(普通合伙) 11613

代理人 韩国胜

(51)Int.Cl.

C21B 13/02(2006.01)

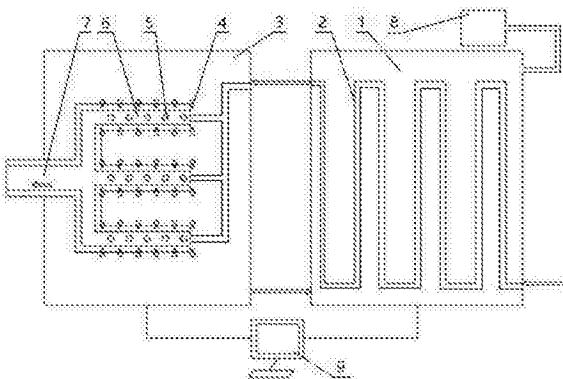
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种加热气基竖炉用还原气的工艺及装置

(57)摘要

本发明涉及一种加热气基竖炉用还原气的装置,其包括:预热炉和加热炉;预热炉内设置有预热炉管,预热炉管两端穿出预热炉,一端通入还原气,另一端排出预热的还原气;加热炉内设置有若干加热炉管,加热炉管内设置有用于催化甲烷的裂解反应的催化剂;加热炉管两端分别穿出加热炉,一端通入所述预热的还原气,另一端排出成品还原气;加热炉管外均匀布置烧嘴;烧嘴产生的高温烟气通过加热炉与预热炉的连通处通入预热炉内,预热炉设有排气口。本发明提供的加热气基竖炉用还原气的装置,利用高温烟气预热,管路温冲小,最终加热温度更稳定,多根加热炉管同时工作,能耗低、热效率高、炉管寿命长、安全系数高,连续稳定的为气基竖炉提供适温的还原气。



1. 一种加热气基竖炉用还原气的装置，其特征在于，其包括：预热炉和加热炉；所述预热炉内设置有预热炉管，所述预热炉管两端分别穿出所述预热炉，一端用于通入还原气，另一端用于排出预热的还原气；所述加热炉内设置有若干加热炉管，所述加热炉管内设置有催化剂，所述催化剂用于催化甲烷的裂解反应；所述加热炉管两端分别穿出所述加热炉，一端用于通入所述预热的还原气，另一端用于向气基竖炉排出成品还原气；所述加热炉管外设置有均匀布置的烧嘴；所述加热炉与所述预热炉连通，烧嘴产生的高温烟气通过所述连通处由所述加热炉通入所述预热炉内，所述预热炉还设置有排风口。
2. 如权利要求1所述的加热气基竖炉用还原气的装置，其特征在于：还包括集气管，若干所述加热炉管的排气端全部连接到所述集气管，并通过所述集气管连接到气基竖炉。
3. 如权利要求2所述的加热气基竖炉用还原气的装置，其特征在于：若干所述集气管排为一排，每根所述集气管上连接有一排加热炉管，全部所述加热炉管相互平行。
4. 如权利要求2所述的加热气基竖炉用还原气的装置，其特征在于：所述加热炉管与预热炉管通过耐高温膨胀节及迷宫式沙封相连；所述加热炉管与所述集气管通过耐高温膨胀节及迷宫式沙封相连。
5. 如权利要求1所述的加热气基竖炉用还原气的装置，其特征在于：所述加热炉内还包括至少两个长明灯，所述长明灯包括电阻丝和供料管，所述供料管提供的燃料被保持红热状态的电阻丝点燃并持续燃烧。
6. 如权利要求1所述的加热气基竖炉用还原气的装置，其特征在于：所述预热炉管外设置有烧嘴。
7. 如权利要求1所述的加热气基竖炉用还原气的装置，其特征在于：还包括系统控制管理装置和传感器，所述传感器用于测量预热炉管内气体的温度、预热炉内气体的温度、加热炉管内气体的温度、加热炉内气体的温度；所述系统控制装置基于所述传感器测量的数值控制所述烧嘴的燃烧。
8. 一种加热气基竖炉用还原气的工艺，其特征在于，其包括：
 加热炉排出的高温烟气充满预热炉管外的预热工作空间，高温烟气降温后变为废气，随后净化达标后排出废气；
 预热炉管内通入还原气，还原气受高温烟气的加热，得到预热的还原气；
 预热的还原气导通到若干加热炉管内，加热炉管外用均布的烧嘴燃烧燃料气，向加热炉管加热，并将燃料气燃烧后产生的高温烟气排出到预热工作空间；
 加热炉管内设置有催化剂，用于催化甲烷的裂解，预热的还原气转变为成品还原气。
9. 如权利要求8所述的加热气基竖炉用还原气的工艺，其特征在于：预热的还原气的温度不低于600℃。
10. 如权利要求1所述的加热气基竖炉用还原气的装置，其特征在于：所述预热炉通入的还原气中CH₄的体积占比最高可达95%，H₂O与CO₂的体积的和占比不大于8%，硫含量不大于5mg/m³，余量气体包括H₂和/或CO。

一种加热气基竖炉用还原气的工艺及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及气体预处理领域,尤其是一种加热气基竖炉用还原气的工艺。
[0002] 本发明还涉及一种加热气基竖炉用还原气的装置。

背景技术

[0003] 气基竖炉直接还原工艺,是指利用气体还原剂将铁矿石或氧化球团还原成海绵铁的工艺,具有技术成熟程度高、单机产能大、工序能耗低、单位产能投资低的优点。其产品海绵铁不仅可解决优质废钢短缺问题,还可生产优质的炼钢用优质纯净铁原料,为提高产品质量、等级和附加值创造条件。由于气基竖炉直接还原反应可以在较低温度下进行,不需要建设污染物排放量巨大的炼焦设备和烧结设备而凸现其节能环保优势,是我国炼铁工艺的重要发展方向。

[0004] 气基竖炉用还原气来源主要有:天然气、煤制合成气、焦炉煤气等。还原气在输送至气基竖炉之前,需要调整成分,并将其加热至气基竖炉工艺所需温度(一般为 $900^{\circ}\text{C} \pm 80^{\circ}\text{C}$)。

[0005] 目前,国内现有的加热炉一般为管式加热炉或者轧钢用各式加热炉。管式加热炉是炼油厂和化工厂提供热源的主要设备,其作用是利用燃料化学能将介质(液体或气体)加热至工艺所需的温度。裂解加热炉炉管工作温度在 $700^{\circ}\text{C}-980^{\circ}\text{C}$,接触介质主要为烷烃、芳烃及烯烃等,其内部管壁容易积碳,甚至发生爆燃事故。而轧钢加热炉主要是在换热室内对钢坯进行直接加热,不存在隔离加热所面临的难题。

发明内容

[0006] (一)要解决的技术问题

[0007] 为了解决现有技术的上述问题,本发明提供一种高效、低能耗的隔离式加热气基竖炉用还原气的工艺。还提供一种高效低能耗、可调节气体成分的加热气基竖炉用还原气的装置。

[0008] (二)技术方案

[0009] 为了达到上述目的,本发明提供一种加热气基竖炉用还原气的装置,其包括:预热炉和加热炉;所述预热炉内设置有预热炉管,所述预热炉管两端分别穿出所述预热炉,一端用于通入还原气,另一端用于排出预热的还原气;所述加热炉内设置有若干加热炉管,所述加热炉管内设置有催化剂,所述催化剂用于催化甲烷的裂解反应;所述加热炉管两端分别穿出所述加热炉,一端用于通入所述预热的还原气,另一端用于向气基竖炉排出成品还原气;所述加热炉管外设置有均匀布置的烧嘴;所述加热炉与所述预热炉连通,烧嘴产生的高温烟气通过所述连通处由所述加热炉通入所述预热炉内,所述预热炉还设置有排风口。

[0010] 优选的,还包括集气管,若干所述加热炉管的排气端全部连接到所述集气管,并通过所述集气管连接到气基竖炉。

[0011] 进一步的,若干所述集气管排为一排,每根所述集气管上连接有一排加热炉管,全

部所述加热炉管相互平行。

[0012] 优选的，所述加热炉管与预热炉管通过耐高温膨胀节及迷宫式砂封相连，所述加热炉管与集气管通过耐高温膨胀节及迷宫式砂封相连。

[0013] 优选的，所述加热炉内还包括至少两个长明灯，所述长明灯包括电阻丝和供料管，所述供料管提供的燃料被保持红热状态的电阻丝点燃并持续燃烧。

[0014] 优选的，所述预热炉管四周设置有烧嘴。

[0015] 优选的，还包括系统控制管理装置和传感器，所述传感器用于测量预热炉管内气体的温度、预热炉内气体的温度、加热炉管内气体的温度、加热炉内气体的温度；所述系统控制装置基于所述传感器测量的数值控制所述烧嘴的燃烧。

[0016] 本发明还提供了一种加热气基竖炉用还原气的工艺，其特征在于，其包括：

[0017] 加热炉排出的高温烟气充满预热炉管外的预热工作空间，高温烟气降温后变为废气，随后净化达标后排出废气；

[0018] 预热炉管内通入还原气，还原气受高温烟气的加热，得到预热的还原气；

[0019] 预热的还原气导通到若干加热炉管内，加热炉管外用均布的烧嘴燃烧燃料气，向加热炉管加热，并将燃料气燃烧后产生的高温烟气排出到预热工作空间；

[0020] 加热炉管内设置有催化剂，用于催化甲烷的裂解，预热的还原气转变为成品还原气。

[0021] 优选的，预热的还原气的温度不低于600℃。

[0022] 优选的，所述还原气的组分中，CH₄的体积占比最高可达95%，H₂O与CO₂的体积的和占比不大于8%，硫含量不大于5mg/m³，余量气体包括H₂和/或CO。

[0023] (三) 有益效果

[0024] 本发明提供一种加热气基竖炉用还原气的装置，利用高温烟气预热，管路温冲小，使加热时间更短、最终加热温度更稳定，多根加热炉管同时工作，可处理的还原气成分范围较广。本发明能源消耗低、热效率高、炉管寿命长、安全系数高，可长期稳定的为气基竖炉输送适温的还原气。

[0025] 集气管可以将不同加热炉管内的成品还原气汇集到一起，均衡温度，调节流速，并且便于输送到气基竖炉。

[0026] 通过合理的排布加热炉管，各加热炉管整体受热均衡，同时加热工作空间的气压也比较稳定。

[0027] 耐高温膨胀节用于抵消设备热胀冷缩造成的形变，提高设备安全性和使用性能。迷宫式砂封密封性好，耐温性好。

[0028] 长明灯是以电阻丝点燃的持续燃烧的火炬，其可以在设备关停后，燃烧掉加热炉3中残余的燃料气，并且可以在下一次工作时用于点燃烧嘴喷出的燃料气。

[0029] 预热炉管外的烧嘴用于临时补温，防止意外温冲。

[0030] 传感器用于测量设备运行过程中的各项实时参数，系统控制装置基于测得的参数，实时调节运行状态，使得成品还原气性质更加稳定。

[0031] 本发明提供一种加热气基竖炉用还原气的工艺，流程简短，效率高，能耗少。可处理的还原气成分范围广，成品还原气温度稳定。

[0032] 预热的还原气温度不低于600℃，有利于工艺稳定，提高效率。预热炉热量来源于

加热炉排出的高温烟气，系统整体能耗小。

附图说明

[0033] 图1为一种加热气基竖炉用还原气的装置的俯视结构示意图。

[0034] 【附图标说明】

[0035] 1:预热炉;2:预热炉管;3:加热炉;4:烧嘴;5:加热炉管;6:集气管;7:总集气管;8:烟气净化装置;9:系统控制装置。

具体实施方式

[0036] 为了更好的解释本发明，以便于理解，下面结合附图，通过具体实施方式，对本发明作详细描述。

[0037] 如图1所示，预热炉1内设置预热炉管2，预热炉管2的两端分别穿出预热炉1。预热炉管2在预热炉1内的部分为曲折的长管。预热炉1内、预热炉管2之外的空间为预热工作空间。

[0038] 加热炉3内设置有阵列的加热炉管5，图1中加热炉管5为纵向设置，共三排五列、相互之间平行，也可以设置成同心环状等形状。加热炉管5由耐高温合金制成，使加热炉管5具有良好的抗渗碳性能、高温蠕变断裂性能、抗热疲劳性能、导热性能以及铸造和焊接性能。加热炉管5内还设置有用于催化甲烷裂解反应的催化剂。

[0039] 图1中一根预热炉管2连通到一根总分气管，总分气管分为三根分气管，也可以是设置三根预热炉管2，分别直接连接分气管。同一排五根加热炉管5的一端连通到同一根分气管。加热炉管5和预热炉管2之间采用耐高温膨胀节连接，并采用迷宫式砂封密封。可以根据多个预热炉管2的进气量，设计每根预热炉管2供应合适数量的加热炉管5。

[0040] 加热炉管5的另一端连通到同一根集气管6，三根集气管6连通到总集气管7上。集气管6设置在加热炉3外部，与加热炉管5之间通过耐高温膨胀节及迷宫式砂封相连。加热炉3内、联通的管路之外为加热工作空间。

[0041] 使用FLUENT软件对预热炉1及加热炉3内作传热模拟计算，并结合热工计算结果，确定烧嘴4及加热炉管5的合理运行方式、预热炉管2的回折方式、加热炉管5的形状或分布。由于不同的气基竖炉对还原气的供气量、温度等要求不同，不同原料还原气的成分也有所不同，所以设备的具体结构可以依据实际需求优化调整。但是优化调整不意味着不同设备只适用于某种还原气，该设备可以兼容不同种类的还原气的加热，并向气基竖炉供气。

[0042] 在加热炉管5的外侧四周，均匀布置烧嘴4，烧嘴4使用的燃料气可以通过管路从外部通入。其实在预热炉1内部也可以设置补温用的烧嘴4，当气体温度异常偏低时，可以使用此烧嘴4在预热炉管2处加热还原气，以保证最终总集气管7排出的成品还原气温度适宜。

[0043] 加热炉3还与预热炉1连通，连通处位于预热炉1下部，烧嘴4燃烧产生的高温烟气通过连通处导通进预热炉1，从下而上通过预热工作空间，进而从预热炉1顶部的排气口排出。

[0044] 还包括烟气净化装置8，可以净化废气，使其达到排放标准。还可以利用废气的余热，比如加热水暖等。

[0045] 还包括至少两个长明灯，长明灯包括电阻丝和供料管，供料管提供的燃料被保持

红热状态的电阻丝点燃,形成一个持续燃烧的火炬。如果关炉,长明灯可以将加热炉3内残余的燃料气燃烧干净,并提供照明;如果开炉,长明灯可以引燃烧嘴4释放的燃料气;工作中,电阻丝始终保持红热状态。

[0046] 还包括系统控制管理装置9和传感器。传感器用于测量预热炉管2内气体的温度、预热炉管2内气体的流速、预热炉1内气体的温度、加热炉管5内气体的温度、加热炉管5内气体的流速、加热炉3内气体的温度。

[0047] 系统控制装置9通过传感器反馈的数据自动调节烧嘴4、以及预热炉内补温烧嘴的燃烧强度。

[0048] 依据图1所示的加热气基竖炉用还原气的装置为例,叙述一次加热气基竖炉用还原气的工艺。

[0049] 表1某煤制合成气主要参数

[0050]

项 目	温 度	压 力	还 原 气 质 量	H ₂ /CO	H ₂ +CO	CH ₄	硫 含 量	含 尘 量
指 标	<50℃	<0.40 MPa	(H ₂ +CO)/(H ₂ O+CO ₂) >10	≥1.5	≥90%	3~9%	<5 ppmv	<10 mg/Nm ³

[0051] 如上表所示煤制合成气即还原气,预备制成成品还原气。

[0052] 根据预热的还原气的量以及适宜的气体流速,计算出适宜的加热强度,向对应的烧嘴4的管路内通入燃料气,烧嘴4被长明灯点燃;

[0053] 烧嘴4产生的高温烟气通过加热炉3和预热炉1的连通处进入预热炉1,预热工作空间开始升温,变为废气的高温烟气从预热炉1的排气口排到烟气净化装置8,处理达标后排出;

[0054] 还原气从预热炉管2的进气端通入,在预热炉1的预热工作空间温度还不够时,可以点燃补温烧嘴来临时加热;还原气变为预热的还原气,温度为600℃-700℃;

[0055] 通过分气管上阀门的控制,预热的还原气进入加热炉管5内,被烧嘴4加热,对流换热中,温度上升到900±30℃,预热的还原气中含有的甲烷受热裂解,在催化剂的作用下,含量迅速降到3%以下;

[0056] 实时检测各处温度,系统控制装置9结合传感器反馈的结果,合理调节控制烧嘴4和预热炉1内补温烧嘴的加热强度,从而调节气体温度;同时可以将计算结果借助系统控制管理装置的屏幕显示;

[0057] 每排的五根加热炉管5内的成品还原气混合到一根集气管6中,三根集气管6中的成品还原气再混合到总集气管7中,输送给气基竖炉使用;

[0058] 遇到故障停炉时,长明灯可将加热炉3残余的燃料气燃烧干净。

[0059] 上实施例仅为本发明的较佳实施例,对于本领域的普通技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,本说明书不应理解为对本发明的限制。

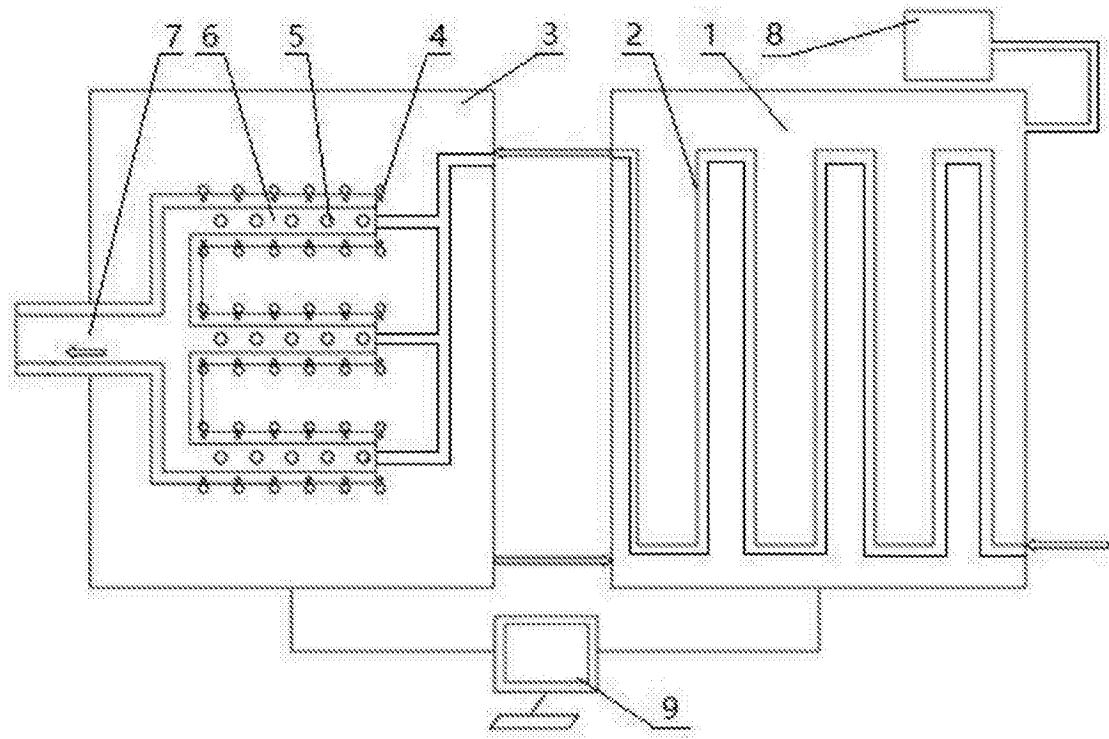


图1