(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108149002 B
(45)授权公告日 2020.03.27

(21)申请号 201611094206.0

(22)申请日 2016.12.02

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108149002 A

(43)申请公布日 2018.06.12

(73)专利权人 宝山钢铁股份有限公司
地址 201900 上海市宝山区富锦路885号

(72)发明人 张利祥 李俊 刘益民 王健 马新建

(74)专利代理机构 上海集信知识产权代理有限公司 31254
代理人 周成

(51)Int.Cl.
C21D 9/56(2006.01)
C21D 11/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 201387250 Y,2010.01.20,
CN 201696323 U,2011.01.05,
JP S5735613 A,1982.02.26,

审查员 武国娟

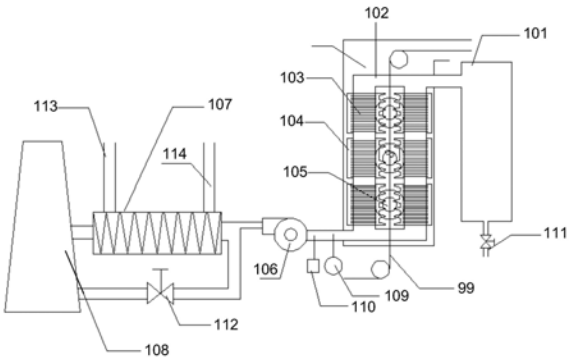
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种连退预热和余热回收系统及其柔性控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种连退预热和余热回收系统及其柔性控制方法，包括预热段以及与其相连的余热回收段，预热段包括集气室、预热箱体、换热器、喷气风箱、循环风机和排烟风机，集气室与预热箱体的上端连通，喷气风箱设有数对，均设于预热箱体内，每个喷气风箱内均设有一个换热器，循环风机设有数个，也均设于预热箱体内，且每个循环风机分别与一对喷气风箱连通，预热箱体的下端通过管道与排烟风机连通，余热回收段包括回收设备和烟囱，烟囱通过管道分别与回收设备及排烟风机连通。本发明不仅能够提升辐射管燃烧尾气的能源利用率，还能够充分的协调预热段的喷气加热设备与余热回收段的过热水设备之间的热负荷关系。



CN 108149002 B

1.一种连退预热和余热回收系统，其特征在于，包括预热段以及与其相连的余热回收段，

预热段包括集气室、预热箱体、换热器、喷气风箱、循环风机和排烟风机，集气室用以收集储存辐射管燃烧废气，并与预热箱体的上端连通，喷气风箱设有数对，均设于预热箱体内，每个喷气风箱内均设有一个换热器，循环风机设有数个，也均设于预热箱体内，且每个循环风机分别与一对喷气风箱连通，预热箱体的下端通过管道与排烟风机连通，

余热回收段包括回收设备和烟囱，烟囱通过管道分别与回收设备及排烟风机连通，

其中，所述的换热器为管壳式的气-气换热器，

所述的喷气风箱为耐热不锈钢材质，并采用激光落料制成，

所述的循环风机为变频式循环风机。

2.如权利要求1所述的一种连退预热和余热回收系统，其特征在于，所述的排烟风机和预热箱体连通的管道上还设有温度传感器和流量计。

3.如权利要求1所述的一种连退预热和余热回收系统，其特征在于，所述的集气室上还设有压力调节阀，烟囱和排烟风机连通的管道上设有调节阀。

4.如权利要求1所述的一种连退预热和余热回收系统，其特征在于，所述的回收设备上还设有冷水进口和过热水出口。

5.如权利要求1所述的一种连退预热和余热回收系统，其特征在于，所述的换热器与喷气风箱之间为可拆卸式结构。

6.如权利要求1所述的一种连退预热和余热回收系统的柔性控制方法，其特征在于，包括以下步骤：

S1.集气室中的辐射管燃烧废气通过排烟风机产生的压力进入预热箱体中；

S2.换热器将辐射管燃烧废气中的热能转换出，并通过喷气风箱喷射到带钢上，喷射出的气体通过循环风机增压后返回喷气风箱内，再与辐射管燃烧废气一起通过换热器进行热交换，换热后的循环气体通过喷气风箱射流到带钢上；

S3.当预热箱体内的热负荷较高时，通过提升循环风机的风量，从而提升循环气体与辐射管燃烧废气的换热量，降低辐射管燃烧废气在预热段的排烟温度，当预热箱体内的热负荷较低时，降低循环风机的转速或拆卸若干个换热器；

S4.从预热箱体内出来的废气依次经过温度传感器和流量计，由排烟风机排出至回收设备内。

7.如权利要求6所述的一种连退预热和余热回收系统的柔性控制方法，其特征在于，所述的S4步骤中，当预热箱体内的热负荷较大，废气的流量大于回收设备的要求时，打开调节阀，排放部分废气至烟囱。

一种连退预热和余热回收系统及其柔性控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及冷轧带钢连续热处理领域，更具体地说，涉及一种连退预热和余热回收系统及其柔性控制方法。

背景技术

[0002] 大型的立式连续退火炉加热段一般采用辐射管燃烧燃气产生热量，通过辐射的方法加热带钢，这样就从辐射管内排出大量的燃烧尾气并且排烟温度也相对较高，一般来说辐射管的排烟温度700℃，为了降低能耗冷轧带钢连续热处理技术的传统惯例是在带钢热处理区域使用预热装置对其进行预热。但是由于目前预热炉的能力不足，往往最终的排烟温度仍然高达400-500℃甚至更高，如图1所示，在热处理区域b内采用辐射管d加热的方式加热带钢i，辐射管燃烧废气与预热炉a内保护气体通过置于排烟道内的换热器e进行热交换，调节阀g与排气系统h控制预热炉内的压力；加热后的炉内保护气体基本采用对流传热的方法加热带钢，这种加热方式的对流换热系数较低，因此加热效率较低，对于排烟道内的热交换器e能力的要求也不高，最终废气排放的温度也比较高。

[0003] 为了能够进一步提升能源的利用率，目前大多数的连续退火机组都进行了与余热回收相关的技改工作，如图2所示，在预热炉后面增加一套余热回收设备产生过热水或过热蒸汽主要用于带钢的清洗与热风烘干。从图2可以看出由于受到预热段加热能力的限制(预热段的排烟温度一般在400-500℃，而采用新型的预热段加热技术可以使得排烟温度可以降低到200-300℃)，从集气室1出来的燃烧废气一部分经过阀门2c进入换热器8与预热段3的循环气体进行热交换，换热后的循环气体通过循环风机5再进入预热段3加热带钢4，其中2e为预热段调节阀门。还有一部分燃烧废气经过阀门2b直接进入余热回收设备9，余热回收设备9主要用来产生过热水，包括冷水进口11和过热水出口12。一般来说根据设计要求，余热回收设备9对烟气温度与流量具有一定的限制，当加热段的热负荷较高时，可能会超过余热回收设备正常工作范围，为了保证设备的安全，在管道上装温度传感器6，当烟气温度高于设计要求时，打开阀门2d补充部分的冷风后烟气被降温，管道上还装有流量计7测试烟气的流量，而当由于冷风的掺入使得烟气的流量大于设计要求时，不得不开启旁通阀门2f，将部分的烟气排入烟囱，一旦这种情况发生，就意味着能源的巨大的浪费。分析目前预热段与余热回收设备(该设备的能源回收一般低于5％)不能够同时充分有效工作的主要原因为：预热段不仅加热能力较差，而且调节能力也比较差。

发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的上述缺陷，本发明的目的是提供一种连退预热和余热回收系统及其柔性控制方法，不仅能够提升辐射管燃烧尾气的能源利用率，减少能源的浪费，还能够充分的协调预热段的喷气加热设备与余热回收段的过热水设备之间的热负荷关系，协调预热段带钢的加热速度，与过热水生产量之间的关系，评估预热段的喷气加热设备与余热回收段的过热水设备的最佳协同工作工况。

[0005] 为实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

[0006] 一方面，一种连退预热和余热回收系统，包括预热段以及与其相连的余热回收段，预热段包括集气室、预热箱体、换热器、喷气风箱、循环风机和排烟风机，集气室用以收集储存辐射管燃烧废气，并与预热箱体的上端连通，喷气风箱设有数对，均设于预热箱体内，每个喷气风箱内均设有一个换热器，循环风机设有数个，也均设于预热箱体内，且每个循环风机分别与一对喷气风箱连通，预热箱体的下端通过管道与排烟风机连通，余热回收段包括回收设备和烟囱，烟囱通过管道分别与回收设备及排烟风机连通。

[0007] 所述的排烟风机和预热箱体连通的管道上还设有温度传感器和流量计。

[0008] 所述的换热器为管壳式的气-气换热器。

[0009] 所述的集气室上还设有压力调节阀，烟囱和排烟风机连通的管道上设有调节阀。

[0010] 所述的回收设备上还设有冷水进口和过热水出口。

[0011] 所述的循环风机为变频式循环风机。

[0012] 所述的换热器与喷气风箱之间为可拆卸式结构。

[0013] 所述的喷气风箱为耐热不锈钢材质，并采用激光落料制成。

[0014] 另一方面，一种连退预热和余热回收系统的柔性控制方法，包括以下步骤：

[0015] S1.集气室中的辐射管燃烧废气通过排烟风机产生的压力进入预热箱体中；

[0016] S2.换热器将辐射管燃烧废气中的热能转换出，并通过喷气风箱喷射到带钢上，喷射出的气体通过循环风机增压后返回喷气风箱内，再与辐射管燃烧废气一起通过换热器进行热交换，换热后的循环气体通过喷气风箱射流到带钢上；

[0017] S3.当预热箱体内的热负荷较高时，通过提升循环风机的风量，从而提升循环气体与辐射管燃烧废气的换热量，降低辐射管燃烧废气在预热段的排烟温度，当预热箱体内的热负荷较低时，通过降低循环风机的转速或拆卸若干个换热器；

[0018] S4.从预热箱体内出来的废气依次经过温度传感器和流量计，由排烟风机排出至回收设备内。

[0019] 所述的S4步骤中，当预热箱体内的热负荷较大，废气的流量大于回收设备的要求时，打开调节阀，排放部分废气至烟囱。

[0020] 在上述的技术方案中，本发明能够充分的协调预热段的喷气加热设备与余热回收段的过热水设备之间的热负荷关系，协调预热段带钢的加热速度与过热水生产量之间的关系，能够充分的利用辐射管燃烧尾气的热能，进一步提高辐射管燃烧器的热效率，最大限度减少能源的浪费，同时又通过调整预热箱体的加热能力实现预热段与余热回收段的柔性控制。

附图说明

[0021] 图1是现有的带钢连续热处理机组中辐射管燃烧废气余热利用的示意图；

[0022] 图2现有连退机组余热回收利用的示意图；

[0023] 图3是本发明的结构示意图。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图和实施例进一步说明本发明的技术方案。

[0025] 请结合图3所示，本发明所提供的一种连退预热和余热回收系统，包括预热段以及与其相连的余热回收段，预热段包括集气室101、预热箱体102、换热器103、喷气风箱104、循环风机105和排烟风机106，集气室101用以收集储存辐射管燃烧废气，并与预热箱体102的上端连通，从图3中可以看出集气室101内的辐射管燃烧尾气通过排烟风机106产生的压力进入预热段，由于预热段的烟气通道足够大(预热段中换热器103壳程压损按照机组最大负荷设计)，不会出现由于热负荷高时所需的排烟压力骤然增大的情况，因此集气室101的辐射管燃烧尾气不需要直接旁通到回收设备107，这与图2中现有的余热回收利用方案有很大的区别。喷气风箱104设有数对，均设于预热箱体102内，每个喷气风箱104内均设有一个换热器103，循环风机105设有数个，也均设于预热箱体102内，且每个循环风机105分别与一对喷气风箱104连通，预热箱体102的下端通过管道与排烟风机106连通，余热回收段包括回收设备107和烟囱108，烟囱108通过管道分别与回收设备107及排烟风机106连通，预热箱体102内采用射流强制换热的方式把废气的热能快速的转移到带钢99上去，射流的气体为预热箱体102内保护气体通过循环风机105增压后与辐射管燃烧废气通过换热器103进行热交换，换热后的循环气体通过喷气风箱104射流到带钢99上。

[0026] 较佳的，所述的排烟风机106和预热箱体102连通的管道上还设有温度传感器109和流量计110，一般来说温度传感器109和流量计110都参与预热段废气的控制，通过调节预热段相关设备的参数，使废气的温度总是控制在合理的范围内。为了保证余热回收段的设备入口烟气的能源品质(烟气温度足够高)，在入口管道上不设冷风阀门，使余热回收段的设备入口烟气的温度通过改变预热段的加热能力实现。为了能够充分的利用辐射管燃烧废气的热能，烟囱108的排烟温度150-250℃。为了减少排烟过程的阻力损失，预热段的换热器103与预热回收段的设备采用适当的换热面积。

[0027] 较佳的，所述的换热器103为管壳式的气-气换热器，由于辐射管燃烧废气与预热箱体102内循环气体在喷气风箱104内完成热交换，因此换热器103对于辐射管燃烧废气热能有效利用非常重要。

[0028] 较佳的，所述的集气室101上还设有压力调节阀111，通过压力调节阀111调整集气室101内辐射管燃烧废气的压力，烟囱108和排烟风机106连通的管道上设有调节阀112，当预热箱体102内的热负荷较大，废气的流量大于回收设备107的要求时，打开调节阀112，排放部分废气至烟囱108，通过烟囱108向外排放。

[0029] 较佳的，所述的回收设备107上还设有冷水进口113和过热水出口114，回收设备107一般为气-水换热器。

[0030] 较佳的，所述的循环风机105为变频式循环风机，为了能够充分协调预热段的加热能力，并使得预热段与余热回收段之间的高效协同工作，变频在30～100Hz之间。

[0031] 较佳的，所述的换热器103与喷气风箱104之间为可拆卸式结构，扩大了预热段加热能力的弹性工作范围。

[0032] 较佳的，由于辐射管燃烧废气的温度较高，一般在700℃左右，所述的喷气风箱104为耐热不锈钢材质，由于预热段内的喷气加热设备的尺寸对喷气加热的对流换热系数与回风阻力的影响显著，喷气风箱104采用激光落料制成以便能够控制尺寸的精度。

[0033] 一般来说预热段内循环风机105的运行需要耗费一定量的电能，循环风机105的功率又与辐射管燃烧废气的热能利用率正相关，为了能够充分利用辐射管燃烧废气的热能而

预热段内的循环风机105的用电量又能够控制在合理的范围之内，预热段的喷气加热设备的各项参数都要经过充分的优化，以便设备能在合理的工况下运行。

[0034] 本发明所提供的一种连退预热和余热回收系统的柔性控制方法，包括以下步骤：

[0035] S1.集气室101中的辐射管燃烧废气通过排烟风机106产生的压力进入预热箱体102中，若集气室106内的辐射管燃烧废气压力过大时，可通过集气室下端的压力调节阀111进行调整。

[0036] S2.换热器103将辐射管燃烧废气中的热能转换出，并通过喷气风箱104喷射到带钢99上，喷射出的气体通过循环风机105增压后返回喷气风箱104内，再与辐射管燃烧废气一起通过换热器103进行热交换，换热后的循环气体通过喷气风箱104射流到带钢99上。

[0037] S3.当预热箱体102内的热负荷较高时，通过提升循环风机105的风量，从而提升循环气体与辐射管燃烧废气的换热量，降低辐射管燃烧废气在预热段的排烟温度，满足回收设备107在不掺冷风情况下的温度要求，当预热箱体内的热负荷较低时，通过降低循环风机105的转速，甚至在极端的情况下关闭几个循环风机105，这样既可以达到对换热器103的保护的目的，如果烟气中析出水会对换热器103产生腐蚀，还能够满足回收设备107的热负荷要求，从而使得整个连退设备在整个能源利用的过程中更具灵活性。

[0038] 另外还可以拆卸若干个换热器103，可以根据余热回收段以及最优化的废气利用工况，灵活的布置换热器103的组数以达到预热段与余热回收段的柔性控制。

[0039] S4.从预热箱体102内出来的废气依次经过温度传感器109和流量计110，由排烟风机106排出至回收设备107内。一般来说温度传感器109与流量计110参与预热段废气利用的控制，通过调节上述的预热段设备的参数，废气的温度总是控制在合理的范围内，能够实现将大量的废气余热转移到带钢99上去，整个废气能源利用过程中无需因为设备的局限而不得不掺入冷风，导致能源的品味的降低也不会出现由于排烟温度过低腐蚀排烟设备。

[0040] 较佳的，所述的S4步骤中，当预热箱体102内的热负荷较大，废气的流量大于回收设备107的要求时，打开调节阀112，排放部分废气至烟囱108，回收设备107一般为气-水换热器，设有冷水进口113和过热水出口114。

[0041] 本技术领域中的普通技术人员应当认识到，以上的实施例仅是用来说明本发明，而并非用作为对本发明的限定，只要在本发明的实质精神范围内，对以上所述实施例的变化、变型都将落在本发明的权利要求书范围内。

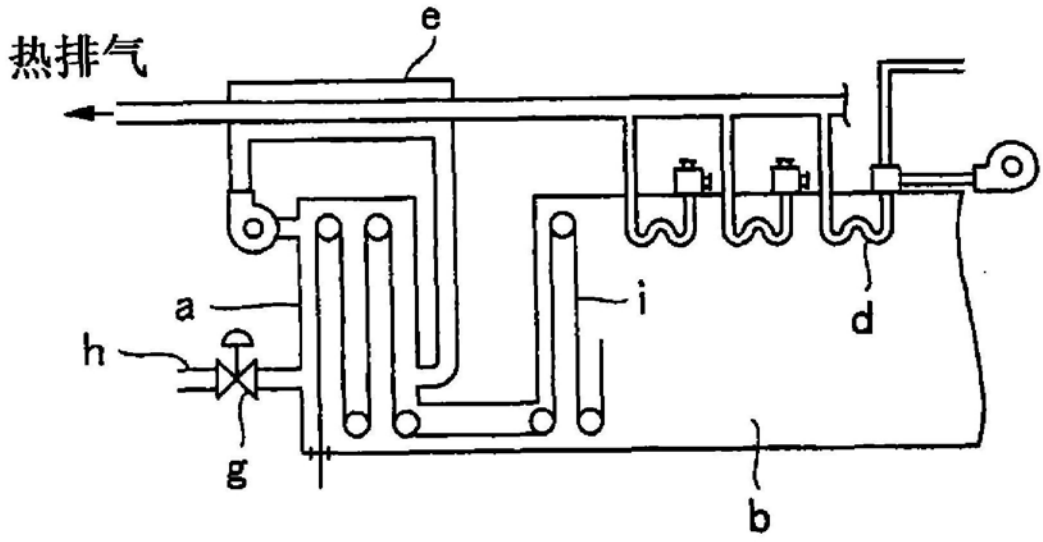


图1

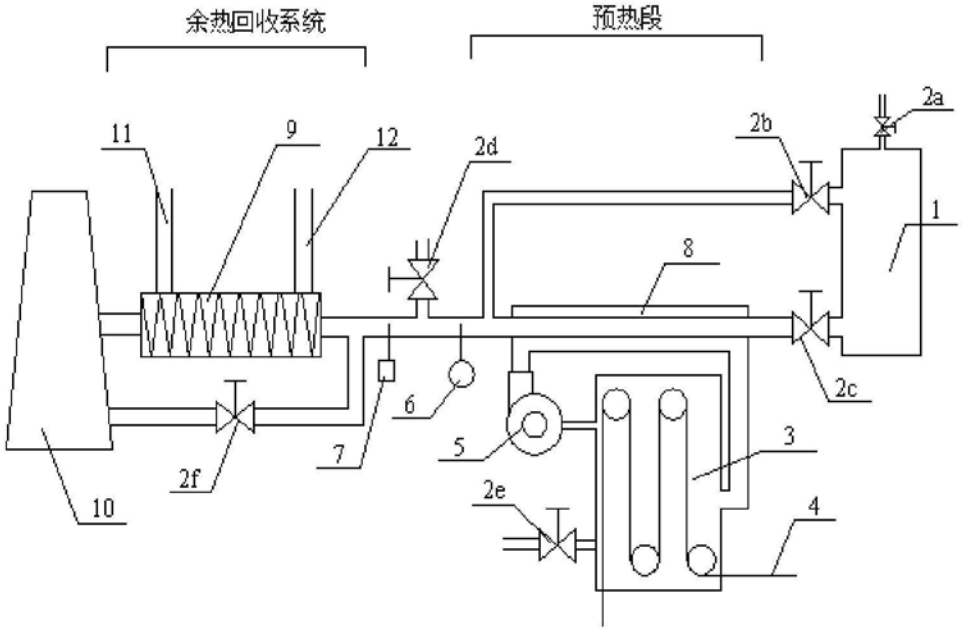


图2

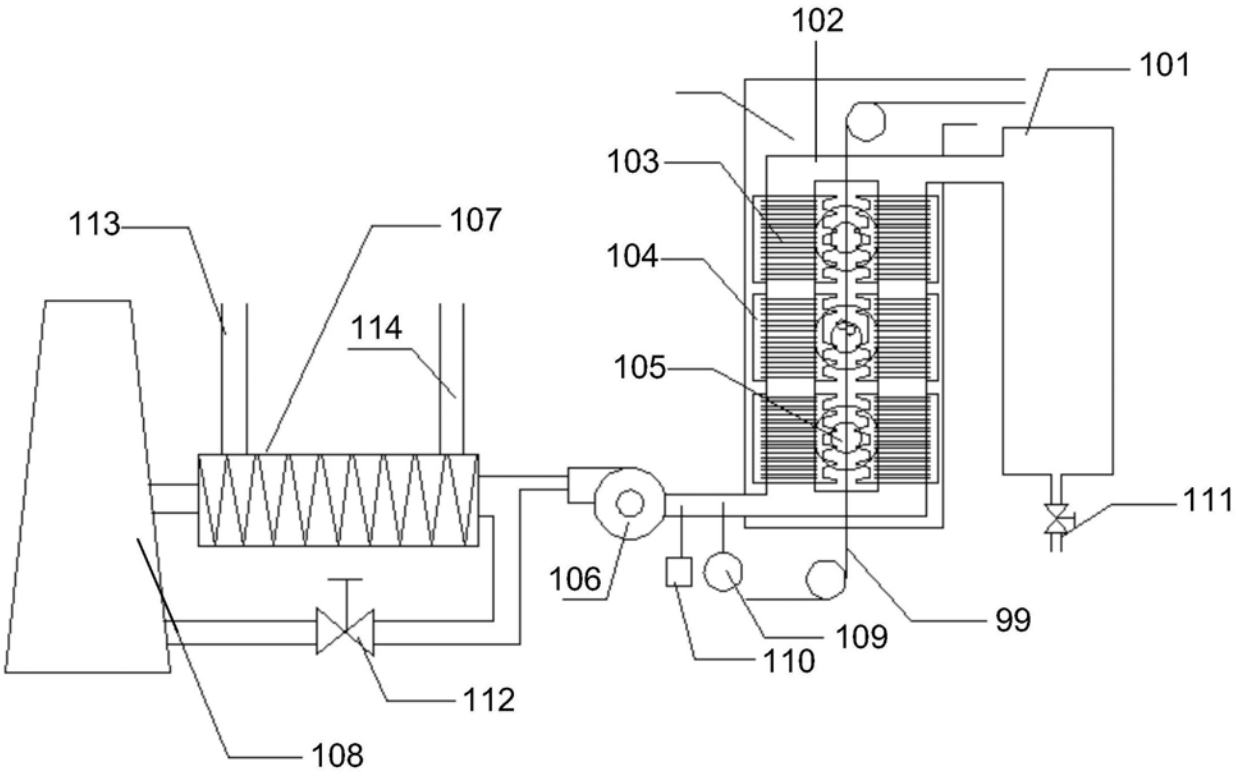


图3