



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111828950 A

(43) 申请公布日 2020.10.27

(21) 申请号 202010796317.6

(22) 申请日 2020.08.10

(71) 申请人 烟台龙源电力技术股份有限公司

地址 264006 山东省烟台市经济技术开发区
白云山路2号

(72) 发明人 张美凤 贾明华 徐朋 王立志

杜永斌 潘振艳

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

11332

代理人 胡彬

(51) Int.Cl.

F22D 1/36 (2006.01)

F23J 15/06 (2006.01)

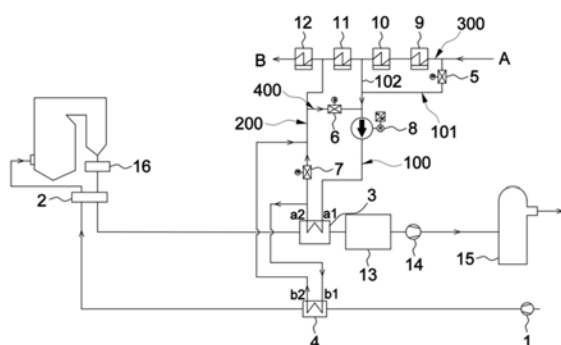
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种烟气余热利用系统

(57) 摘要

本发明公开了一种烟气余热利用系统,属于火电机组节能减排领域,该烟气余热利用系统的烟气冷却器上设有连通的凝结水进口a1和凝结水出口a2;凝结水进水管路的进水端与低压加热器管路连通,凝结水进水管路的出水端与凝结水进口a1连通,凝结水回水管路的进水端与凝结水出口a2连通,凝结水回水管路的出水端与低压加热器管路连通;暖风器上设有连通的凝结水进口b1和凝结水出口b2,及连通的冷风进口和热风出口,凝结水进口b1与凝结水出口a2连通,凝结水出口b2连通于凝结水回水管路;冷风进口与送风机连通,热风出口与空气预热器连通。该烟气余热利用系统实现了锅炉烟气余热的梯级利用,锅炉热效率提高;同时能防止暖风器热风出口处的热风超温。



1. 一种烟气余热利用系统,其特征在于,包括送风机(1)、空气预热器(2)、低压加热器组、凝结水进水管路(100)、凝结水回水管路(200)、烟气冷却器(3)、暖风器(4)和烟气处理装置;

所述低压加热器组包括多个低压加热器,多个所述低压加热器通过低压加热器管路(300)依次连通;所述低压加热器管路(300)的进水端连通于凝结水水源,所述低压加热器管路(300)的出水端连通于除氧器;

所述烟气冷却器(3)上设有相互连通的凝结水进口a1和凝结水出口a2,以及相互连通的烟气进口和烟气出口;所述凝结水进水管路(100)的进水端与所述低压加热器管路(300)连通,所述凝结水进水管路(100)的出水端与所述凝结水进口a1连通,所述凝结水回水管路(200)的进水端与所述凝结水出口a2连通,所述凝结水回水管路(200)的出水端与所述低压加热器管路(300)连通;所述烟气进口与所述空气预热器(2)连通,所述烟气出口与所述烟气处理装置连通;

所述暖风器(4)上设有相互连通的凝结水进口b1和凝结水出口b2,以及相互连通的冷风进口和热风出口,所述凝结水进口b1与所述凝结水出口a2连通,所述凝结水出口b2连通于所述凝结水回水管路(200);所述冷风进口与所述送风机(1)连通,所述热风出口与所述空气预热器(2)连通。

2. 根据权利要求1所述的烟气余热利用系统,其特征在于,所述烟气余热利用系统还包括:

凝结水进水调节阀(5),所述凝结水进水调节阀(5)设置于所述凝结水进水管路(100)中。

3. 根据权利要求1所述的烟气余热利用系统,其特征在于,所述烟气余热利用系统还包括:

热水再循环回路(400),所述热水再循环回路(400)的进水端连通于所述凝结水回水管路(200),所述热水再循环回路(400)的出水端连通于所述凝结水进水管路(100)。

4. 根据权利要求3所述的烟气余热利用系统,其特征在于,所述烟气余热利用系统还包括:

再循环调节阀(6),设置于所述热水再循环回路(400)中。

5. 根据权利要求1所述的烟气余热利用系统,其特征在于,所述烟气余热利用系统还包括:

凝结水回水调节阀(7),设置于所述凝结水回水管路(200)中。

6. 根据权利要求1所述的烟气余热利用系统,其特征在于,所述烟气余热利用系统还包括:

变频增压水泵(8),设置于所述凝结水进水管路(100)中。

7. 根据权利要求1所述的烟气余热利用系统,其特征在于,所述烟气冷却器(3)为逆流布置的翅片管式换热器。

8. 根据权利要求1所述的烟气余热利用系统,其特征在于,所述暖风器(4)为逆流布置的螺旋翅片管式换热器。

9. 根据权利要求1所述的烟气余热利用系统,其特征在于,所述烟气冷却器(3)的所述烟气出口的烟气温度为90℃-100℃,烟气阻力为100Pa-

800Pa。

10. 根据权利要求1所述的烟气余热利用系统,其特征在于,
所述暖风器(4)的所述热风出口的空气温度为50℃-90℃,空气阻力为100Pa-800Pa。

一种烟气余热利用系统

技术领域

[0001] 本发明涉及火电机组节能减排技术领域,尤其涉及一种烟气余热利用系统。

背景技术

[0002] 在我国火力发电厂中,锅炉总体热损失的70%~80%为排烟热损失。排烟温度每上升10℃~15℃,锅炉效率将下降1%,年平均标煤耗随之上升3~4g/(kW·h)。随着节能减排政策的日益严格和能源价格的不断攀升,合理利用锅炉烟气余热的重要性日益增加。

[0003] 传统的烟气余热利用方式中最常用的方式是在空气预热器之后的尾部烟道中布置低温省煤器,利用烟气余热加热回热系统中的冷凝水,以减少回热系统的抽汽量;节省的抽汽进入后续汽轮机内继续膨胀做功,汽机总出功增加,从而提高整个机组的经济性。

[0004] 以上烟气余热利用方案主要存在以下缺点:

[0005] (1) 一级余热利用系统吸收的烟气余热直接用于加热烟囱入口的烟气,造成能源浪费。

[0006] (2) 夏季工况,锅炉排烟温度高,二级烟气余热回收系统回收热量增大,容易造成暖风器出口热风超温。

[0007] (3) 低温省煤器回收的烟气余热只加热凝结水,烟气余热未实现梯级利用,余热利用率低。

[0008] 因此,亟需提出一种烟气余热利用系统来解决现有技术中存在的上述技术问题。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供一种烟气余热利用系统,能实现烟气余热的梯级利用,能源利用率高,且能够避免暖风器出口热风超温。

[0010] 为实现上述目的,本发明所采用的技术方案是:

[0011] 一种烟气余热利用系统,包括送风机、空气预热器、低压加热器组、凝结水进水管路、凝结水回水管路、烟气冷却器、暖风器和烟气处理装置;

[0012] 所述低压加热器组包括多个低压加热器,多个所述低压加热器通过低压加热器管路依次连通;所述低压加热器管路的进水端连通于凝结水水源,所述低压加热器管路的出水端连通于除氧器;

[0013] 所述烟气冷却器上设有相互连通的凝结水进口a1和凝结水出口a2,以及相互连通的烟气进口和烟气出口;所述凝结水进水管路的进水端与所述低压加热器管路连通,所述凝结水进水管路的出水端与所述凝结水进口a1连通,所述凝结水回水管路的进水端与所述凝结水出口a2连通,所述凝结水回水管路的出水端与所述低压加热器管路连通;所述烟气进口与所述空气预热器连通,所述烟气出口与所述烟气处理装置连通;

[0014] 所述暖风器上设有相互连通的凝结水进口b1和凝结水出口b2,以及相互连通的冷风进口和热风出口,所述凝结水进口b1与所述凝结水出口a2连通,所述凝结水出口b2连通于所述凝结水回水管路;所述冷风进口与所述送风机连通,所述热风出口与所述空气预热器

器连通。

[0015] 作为上述烟气余热利用系统的优选技术方案,所述烟气余热利用系统还包括:

[0016] 凝结水进水调节阀,所述凝结水进水调节阀设置于所述凝结水进水管路中。

[0017] 作为上述烟气余热利用系统的优选技术方案,所述烟气余热利用系统还包括:

[0018] 热水再循环回路,所述热水再循环回路的进水端连通于所述凝结水回水管路,所述热水再循环回路的出水端连通于所述凝结水进水管路。

[0019] 作为上述烟气余热利用系统的优选技术方案,所述烟气余热利用系统还包括:

[0020] 再循环调节阀,设置于所述热水再循环回路中。

[0021] 作为上述烟气余热利用系统的优选技术方案,所述烟气余热利用系统还包括:

[0022] 凝结水回水调节阀,设置于所述凝结水回水管路中。

[0023] 作为上述烟气余热利用系统的优选技术方案,所述烟气余热利用系统还包括:

[0024] 变频增压水泵,设置于所述凝结水进水管路中。

[0025] 作为上述烟气余热利用系统的优选技术方案,所述烟气冷却器为逆流布置的翅片管式换热器。

[0026] 作为上述烟气余热利用系统的优选技术方案,所述暖风器为逆流布置的螺旋翅片管式换热器。

[0027] 作为上述烟气余热利用系统的优选技术方案,所述烟气冷却器的所述烟气出口的烟气温度为 90°C – 100°C ,烟气阻力为 100Pa – 800Pa 。

[0028] 作为上述烟气余热利用系统的优选技术方案,所述暖风器的所述热风出口的空气温度为 50°C – 90°C ,空气阻力为 100Pa – 800Pa 。

[0029] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0030] 本发明提出的烟气余热利用系统,通过协调余热、回热、暖风器系统对烟气余热进行高效回收利用,相较于常规电站锅炉系统,实现了锅炉烟气余热的梯级有效利用,锅炉热效率提高,实现能源的高效利用;同时,该烟气余热利用系统通过烟气冷却器加热凝结水,升温后的凝结水进入暖风器中加热送风机引入的一次风或二次风,可有效防止暖风器热风出口处的热风超温,还可以避免常规回收排烟系统加热热风时导致空气预热器占地面积过大难于布置的弊端。

附图说明

[0031] 图1是本发明具体实施方式提供的烟气余热利用系统的示意图。

[0032] 图中:

[0033] 1、送风机;2、空气预热器;3、烟气冷却器;4、暖风器;5、凝结水进水调节阀;6、再循环调节阀;7、凝结水回水调节阀;8、变频增压水泵;9、第一低压加热器;10、第二低压加热器;11、第三低压加热器;12、第四低压加热器;13、静电除尘器;14、引风机;15、脱硫塔;16、省煤器;

[0034] 100、凝结水进水管路;101、第一进水支路;102、第二进水支路;200、凝结水回水管路;300、低压加热器管路;400、热水再循环回路。

具体实施方式

[0035] 为使本发明解决的技术问题、采用的技术方案和达到的技术效果更加清楚,下面结合附图并通过具体实施方式来进一步说明本发明的技术方案。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部。

[0036] 在本发明的描述中,除非另有明确的规定和限定,术语“相连”、“连接”、“固定”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0037] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触,也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0038] 在本实施例的描述中,术语“上”“下”“左”“右”等方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述和简化操作,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅仅用于在描述上加以区分,并没有特殊的含义。

[0039] 如图1所示,本实施例公开了一种协调余热、回热、暖风器系统的烟气余热利用系统,能有效降低燃煤发电机组煤耗以及提高锅炉效率,实现能源的高效利用。同时,该烟气余热利用系统可有效防止暖风器4热风出口处的热风超温,还可以避免常规回收排烟系统加热热风时导致空气预热器2占地面积过大难于布置的弊端。该烟气余热利用系统主要包括送风机1、空气预热器2、低压加热器组、凝结水进水管路100、凝结水回水管路200、烟气冷却器3、暖风器4和烟气处理装置。

[0040] 具体地,低压加热器组包括多个低压加热器,多个低压加热器通过低压加热器管路300依次连通;低压加热器管路300的进水端(如图1中所示的A)连通于外部的凝结水水源(图中未示出),低压加热器管路300的出水端(如图1中所示的B)连通于外部的除氧器(图中未示出)。可选地,沿低压加热器管路300的进水端至出水端方向,低压加热器组包括四个低压加热器,分别为第一低压加热器9、第二低压加热器10、第三低压加热器11和第四低压加热器12,第一低压加热器9的入口与凝结水水源连通,第四低压加热器12的出口和除氧器连通。可以理解的是,低压加热器组包含的低压加热器数量可以根据实际工况进行设计。

[0041] 烟气冷却器3上设有相互连通的凝结水进口a1和凝结水出口a2,其中,凝结水进水管路100的进水端与低压加热器管路300连通,凝结水进水管路100的出水端与凝结水进口a1连通,凝结水回水管路200的进水端与凝结水出口a2连通,凝结水回水管路200的出水端与低压加热器管路300连通。可选地,凝结水进水管路100的进水端处分设有两根进水支路,分别为第一进水支路101和第二进水支路102,其中,第一进水支路101连通于第一低压加热器9的入口处,第二进水支路102连通于第二低压加热器10的出口处,该结构下,使得两个不

同温度的凝结水混合后进入凝结水进水管路100,保证混合凝结水的水温满足烟气冷却器3的入口水温要求。可以理解的是,进水支路的数量及在低压加热器管路300上的连通位置可根据实际工况而设计。凝结水回水管路200的出水端连通于第四低压加热器12的入口处。

[0042] 进一步地,烟气冷却器3上还设有相互连通的烟气进口和烟气出口。烟气进口与空气预热器2连通,烟气出口与烟气处理装置连通。在上述结构下,由凝结水进水管路100通入的凝结水和由空气预热器2排烟口排出的高温烟气在烟气冷却器3中交换热量,凝结水吸收高温烟气的余热后水温升高,高温烟气的温度降低,升温后的一部分凝结水经凝结水回水管路200返回至第四低压加热器12的入口,从而减少低压加热器组的抽汽量,提高汽轮机的做功能力。

[0043] 暖风器4上设有相互连通的凝结水进口b1和凝结水出口b2,以及相互连通的冷风进口和热风出口。其中,凝结水进口b1与凝结水出口a2通过管路连通,凝结水出口b2通过管路连通于凝结水回水管路200;冷风进口与送风机1连通,热风出口与空气预热器2连通。该结构下,升温后的另一部分凝结水与从送风机1引入的冷风在暖风器4中进行热量交换,冷风吸热后经热风出口进入空气预热器2,提高了进入空气预热器2的冷风温度,减少了电厂原有暖风器系统的高品质的蒸汽抽汽量,从而降低机组的发电煤耗。需要说明的是,送风机1可以引入一次风或二次风。

[0044] 在本实施例中,烟气冷却器3为逆流布置的翅片管式换热器。烟气冷却器3的烟气出口处的烟气温度设计为 90°C – 100°C ,烟气阻力设计为 100Pa – 800Pa 。

[0045] 暖风器4为逆流布置的螺旋翅片管式换热器。暖风器4的热风出口处的空气温度设计为 50°C – 90°C ,空气阻力设计为 100Pa – 800Pa 。

[0046] 进一步地,烟气余热利用系统还包括设置于凝结水进水管路100中的变频增压水泵8。变频增压水泵8为整个凝结水系统提供动力,同时,当机组负荷变化较大时,通过该变频增压水泵8变频调控凝结水量,保证烟气冷却器3烟气出口处的出口烟温在设计范围内,以及保证烟气冷却器3的凝结水出口a2处的水温满足暖风器4及回热系统的要求。

[0047] 为防止烟气冷却器3的低温腐蚀,要求烟气冷却器3的凝结水进口a1处的入口水温不低于最低要求壁温,该烟气余热利用系统还包括凝结水进水调节阀5,凝结水进水调节阀5设置于凝结水进水管路100中。通过调控凝结水进水调节阀5的开度,实现对烟气冷却器3的入口水温的自动控制。可选地,烟气冷却器3的凝结水进口a1处的入口水温设计为 60°C – 80°C ,有利于防止烟气冷却器3发生低温腐蚀。优选地,凝结水进水调节阀5设置于第一进水支路101中。

[0048] 进一步地,为防止机组低负荷运行时,第二低压加热器10的出口水温过低,仅通过调节凝结水进水调节阀5的开度无法满足烟气冷却器3的入口处的水温要求,该烟气余热利用系统还包括热水再循环回路400,热水再循环回路400的进水端连通于凝结水回水管路200,热水再循环回路400的出水端连通于凝结水进水管路100,优选连通于变频增压水泵8的上游。热水再循环回路400中设置有再循环调节阀6,通过调节再循环调节阀6的开度,能将一部分高温凝结水回水引入凝结水进水管路100中,与低温凝结水混合进入烟气冷却器3,提高了烟气冷却器3的入口水温,进一步避免低温腐蚀现象的发生。

[0049] 为防止夏季工况锅炉排烟温度过高,造成烟气冷却器3出口水温过高,间接造成暖风器4出口的风温超温预警,本实施例中的烟气余热利用系统在凝结水回水管路200中增设

了凝结水回水调节阀7。通过调节凝结水回水调节阀7的开度来调节进入暖风器4的高温凝结水水量,保证暖风器4热风出口处的热风温度不超温;同时,还能防止机组低负荷运行时暖风器4的热风温度过低,无法满足运行要求。

[0050] 本实施例中的烟气处理装置为脱硫塔15,烟气冷却器3的烟气出口和脱硫塔15之间还设置有静电除尘器13和引风机14,可选地,烟气冷却器3可布置于静电除尘器13上游的烟道中,也可布置于引风机14和脱硫塔15之间的烟道中。进一步地,空气预热器2的排烟口下游还设有省煤器16。需要说明的是,本实施例中的空气预热器2、省煤器16、静电除尘器13和脱硫塔15等结构均为现有技术中的常规结构,关于其具体结构和工作原理本实施例不做具体陈述。

[0051] 本实施例提供的烟气余热利用系统通过回收空气预热器2排出的高温烟气的余热,分别加热凝结水和一次风/二次风,从而减少低压加热器组的抽汽量和暖风器4的抽汽量,进而降低机组的煤耗;该烟气余热利用系统调节性能好,适应性强,工况和环境温度变化较大时亦能满足要求,且结构简单,可靠性高,可以避免常规回收排烟系统加热热风时导致空气预热器2占地面积过大难于布置的弊端,同时实现了锅炉烟气余热的深度梯级利用,提高锅炉效率。

[0052] 以上实施方式只是阐述了本发明的基本原理和特性,本发明不受上述实施方式限制,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还有各种变化和改变,这些变化和改变都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

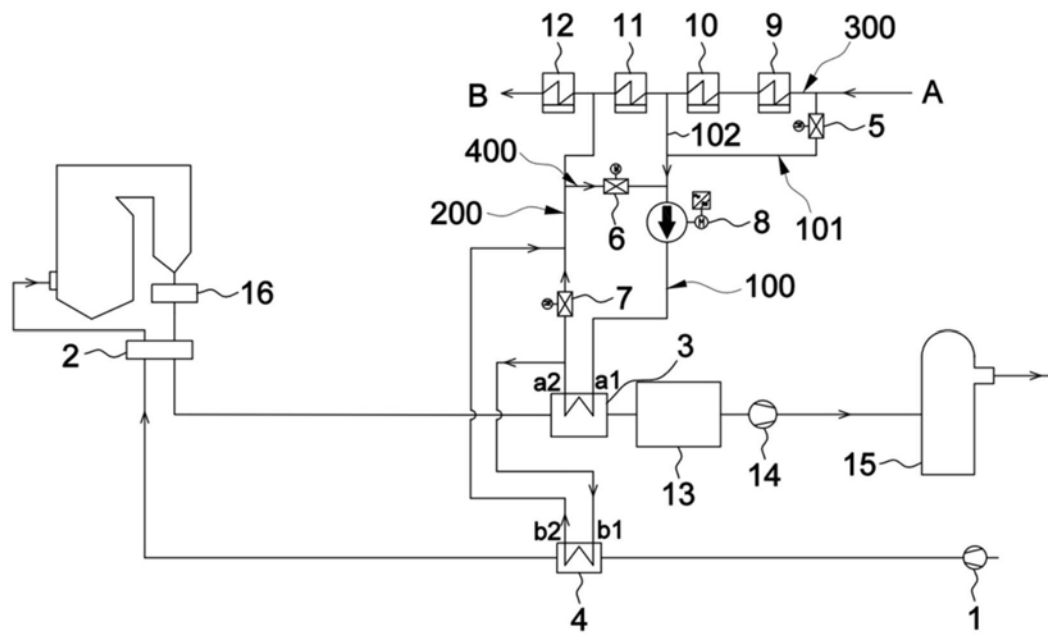


图1