(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 212361989 U
(45)授权公告日 2021.01.15

(21)申请号 202022008668.4

(22)申请日 2020.09.14

(73)专利权人 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 王大志 韩威 孙贻超 季勇 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 1/50(2006.01)
F23L 15/00(2006.01)
F23J 15/06(2006.01)
F28D 7/00(2006.01)
F24H 3/08(2006.01)
F24H 9/18(2006.01)
F24H 9/12(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

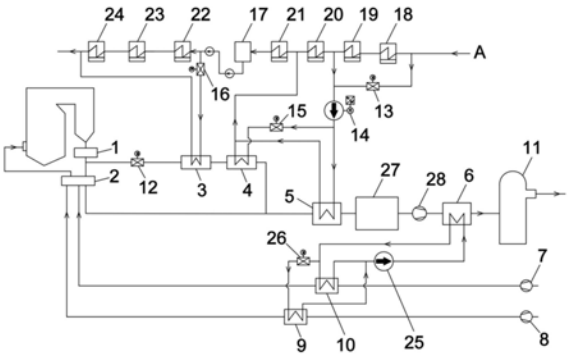
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)实用新型名称

一种烟气余热利用系统

(57)摘要

本实用新型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省煤器分别连通空气预热器和旁路烟道，空气预热器的出口和旁路烟道的末端连通至高温段烟气换热器；旁路烟道中串联布置给水加热器和凝结水加热器，给水加热器并联于高压加热器管路，凝结水加热器和高温段烟气换热器并联于低压加热器管路；高温段烟气换热器和烟气处理装置之间设置低温段烟气换热器，送风机和空气预热器之间设置二次风暖风器，一次风机和空气预热器之间设置一次风暖风器，低温段烟气换热器、二次风暖风器和一次风暖风器之间设置循环水系统。该烟气余热利用系统实现了锅炉烟气余热的梯级利用，避免空气预热器占地面积过大难于布置的弊端。



CN 212361989 U

1.一种烟气余热利用系统,其锅炉烟道内依次布置省煤器(1)和空气预热器(2),其特征在于,所述烟气余热利用系统还包括给水加热器(3)、凝结水加热器(4)、高温段烟气换热器(5)、低温段烟气换热器(6)、低压加热器组、高压加热器组、送风机(7)、一次风机(8)、一次风暖风器(9)、二次风暖风器(10)和烟气处理装置(11);

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;所述高压加热器组包括多个高压加热器,多个所述高压加热器通过高压加热器管路依次连通;凝结水依次通过多个所述低压加热器和多个所述高压加热器后通入所述省煤器(1);

所述省煤器(1)的烟气出口分别连通于所述空气预热器(2)和所述空气预热器(2)的旁路烟道,所述空气预热器(2)的出口和所述旁路烟道的末端汇合连通至所述高温段烟气换热器(5)的烟气入口;

所述旁路烟道中串联布置有所述给水加热器(3)和所述凝结水加热器(4),所述给水加热器(3)并联于所述高压加热器管路中,所述凝结水加热器(4)和所述高温段烟气换热器(5)并联于所述低压加热器管路中;

所述高温段烟气换热器(5)和所述烟气处理装置(11)之间设置有所述低温段烟气换热器(6),所述送风机(7)和所述一次风机(8)均与所述空气预热器(2)连通,所述送风机(7)和所述空气预热器(2)之间设置有所述二次风暖风器(10),所述一次风机(8)和所述空气预热器(2)之间设置有所述一次风暖风器(9),所述低温段烟气换热器(6)、所述二次风暖风器(10)和所述一次风暖风器(9)之间设置循环水系统。

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:

旁路烟道调节阀(12),设置于所述旁路烟道中,用于调节所述旁路烟道中的烟气量大小。

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:

凝结水进水管路,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分别与所述凝结水加热器(4)和所述高温段烟气换热器(5)连通;

凝结水进水调节阀(13),设置于所述凝结水进水管路中。

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:

凝结水变频循环泵(14),设置于所述凝结水进水管路中,所述凝结水变频循环泵(14)出口的所述凝结水分别流入所述凝结水加热器(4)和所述高温段烟气换热器(5);

凝结水并联调节阀(15),设置于所述凝结水变频循环泵(14)与所述凝结水加热器(4)之间的管路中,或设置于所述凝结水变频循环泵(14)与所述高温段烟气换热器(5)之间的管路中。

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:

给水进水管路,所述给水进水管路的进水端与所述高压加热器管路连通,所述给水进水管路的出水端与所述给水加热器(3)连通;

给水进水调节阀(16),设置于所述给水进水管路中。

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:

除氧器(17),设置于所述低压加热器组和所述高压加热器组之间。

7.根据权利要求1所述的烟气余热利用系统,其特征在于,

所述高温段烟气换热器(5)的出口烟气温度为90℃-100℃,烟气阻力为100Pa-800Pa。

8.根据权利要求1所述的烟气余热利用系统,其特征在于,

所述低温段烟气换热器(6)的出口烟气温度为75℃-85℃,烟气阻力为100pa-800Pa。

9.根据权利要求1所述的烟气余热利用系统,其特征在于,

所述一次风暖风器(9)和所述二次风暖风器(10)的出口空气温度为50℃-90℃,空气阻力为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,

所述旁路烟道中的烟气量为所述空气预热器(2)的出口总烟气量的10%-30%。

一种烟气余热利用系统

技术领域

[0001] 本实用新型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凝结水，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] 上述烟气余热利用方案主要存在烟气余热未能实现梯级利用，余热利用率低，造成能源浪费的缺点。

[0005] 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。

实用新型内容

[0006] 本实用新型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。

[0007] 为实现上述目的，本实用新型所采用的技术方案是：

[0008] 一种烟气余热利用系统，其锅炉烟道内依次布置省煤器和空气预热器，所述烟气余热利用系统还包括给水加热器、凝结水加热器、高温段烟气换热器、低温段烟气换热器、低压加热器组、高压加热器组、送风机、一次风机、一次风暖风器、二次风暖风器和烟气处理装置；

[0009] 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；所述高压加热器组包括多个高压加热器，多个所述高压加热器通过高压加热器管路依次连通；凝结水依次通过多个所述低压加热器和多个所述高压加热器后通入所述省煤器；

[0010] 所述省煤器的烟气出口分别连通于所述空气预热器和所述空气预热器的旁路烟道，所述空气预热器的出口和所述旁路烟道的末端汇合连通至所述高温段烟气换热器的烟气入口；

[0011] 所述旁路烟道中串联布置有所述给水加热器和所述凝结水加热器，所述给水加热器并联于所述高压加热器管路中，所述凝结水加热器和所述高温段烟气换热器并联于所述低压加热器管路中；

[0012] 所述高温段烟气换热器和所述烟气处理装置之间设置有所述低温段烟气换热器，所述送风机和所述一次风机均与所述空气预热器连通，所述送风机和所述空气预热器之间设置有所述二次风暖风器，所述一次风机和所述空气预热器之间设置有所述一次风暖风器，所述低温段烟气换热器、所述二次风暖风器和所述一次风暖风器之间设置循环水系统。

[0013] 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：

[0014] 旁路烟道调节阀，设置于所述旁路烟道中，用于调节所述旁路烟道中的烟气量大小。

[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] 凝结水进水管路，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分别与所述凝结水加热器和所述高温段烟气换热器连通；

[0017] 凝结水进水调节阀，设置于所述凝结水进水管路中。

[0018] 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：

[0019] 凝结水变频循环泵，设置于所述凝结水进水管路中，所述凝结水变频循环泵出口的所述凝结水分别流入所述凝结水加热器和所述高温段烟气换热器；

[0020] 凝结水并联调节阀，设置于所述凝结水变频循环泵与所述凝结水加热器之间的管路中，或设置于所述凝结水变频循环泵与所述高温段烟气换热器之间的管路中。

[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] 给水进水管路，所述给水进水管路的进水端与所述高压加热器管路连通，所述给水进水管路的出水端与所述给水加热器连通；

[0023] 给水进水调节阀，设置于所述给水进水管路中。

[0024] 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：

[0025] 除氧器，设置于所述低压加热器组和所述高压加热器组之间。

[0026] 作为上述烟气余热利用系统的优选技术方案，所述高温段烟气换热器的出口烟气温度为90℃-100℃，烟气阻力为100Pa-800Pa。

[0027] 作为上述烟气余热利用系统的优选技术方案，所述低温段烟气换热器的出口烟气温度为75℃-85℃，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，所述一次风暖风器和所述二次风暖风器的出口空气温度为50℃-90℃，空气阻力为100Pa-800Pa。

[0029] 作为上述烟气余热利用系统的优选技术方案，所述旁路烟道中的烟气量为所述空气预热器的出口总烟气量的10%-30%。

[0030] 与现有技术相比，本实用新型的有益效果为：

[0031] 本实用新型提出的烟气余热利用系统，通过协调给水、凝结水和暖风器系统对烟气热量进行高效回收利用，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还可以避免常规回收排烟系统加热热风时导致的空气预热器占地面积过大而难于布置的弊端。

附图说明

[0032] 图1是本实用新型具体实施方式提供的烟气余热利用系统的示意图。

[0033] 图中：

[0034] 1、省煤器；2、空气预热器；3、给水加热器；4、凝结水加热器；5、高温段烟气换热器；6、低温段烟气换热器；7、送风机；8、一次风机；9、一次风暖风器；10、二次风暖风器；11、烟气处理装置；12、旁路烟道调节阀；13、凝结水进水调节阀；14、凝结水变频循环泵；15、凝结水并联调节阀；16、给水进水调节阀；17、除氧器；18、第一低压加热器；19、第二低压加热器；

20、第三低压加热器;21、第四低压加热器;22、第一高压加热器;23、第二高压加热器;24、第三高压加热器;25、增压泵;26、低温段烟气换热器并联调节阀;27、静电除尘器;28、引风机。

具体实施方式

[0035] 为使本实用新型解决的技术问题、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实用新型的技术方案。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本实用新型,而非对本实用新型的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本实用新型相关的部分而非全部。

[0036] 在本实用新型的描述中,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,可以具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0037] 在本实用新型中,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实用新型的限制。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] 本实施例公开了一种协调给水、凝结水和暖风器系统的烟气余热利用系统,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,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还可以避免常规回收排烟系统加热热风时导致的空气预热器2占地面积过大而难于布置的弊端。

[0040] 如图1所示,该烟气余热利用系统主要包括省煤器1、空气预热器2、给水加热器3、凝结水加热器4、高温段烟气换热器5、低温段烟气换热器6、低压加热器组、高压加热器组、送风机7、一次风机8、一次风暖风器9、二次风暖风器10和烟气处理装置11。

[0041] 该烟气余热利用系统的锅炉烟道内依次布置省煤器1和空气预热器2,省煤器1的烟气出口分别连通于空气预热器2和空气预热器2的旁路烟道,旁路烟道中串联布置有给水加热器3和凝结水加热器4,一部分烟气进入空气预热器2加热空气,另一部分烟气进入旁路烟道并依次流经给水加热器3和凝结水加热器4分别加热给水和凝结水。空气预热器2的出口和旁路烟道的末端汇合连通至高温段烟气换热器5的烟气入口,经分别换热后的烟气在高温段烟气换热器5前汇合。可选地,旁路烟道中设置有旁路烟道调节阀12,用于调节旁路烟道中的烟气量大小,从而调节进入空气预热器2和旁路烟道中的烟气量比例。优选地,本实施例中旁路烟道中的烟气量为空气预热器2的出口总烟气量的10%-30%。

[0042] 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依次连

通。低压加热器管路的进水端(如图1中所示的A)连通于外部的凝结水水源(图中未示出)，低压加热器管路的出水端连通于高压加热器组。可选地，沿低压加热器管路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18、第二低压加热器19、第三低压加热器20和第四低压加热器21，第一低压加热器18的入口与凝结水水源连通，第四低压加热器21的出口和高压加热器组连通。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。

[0043] 高压加热器组包括多个高压加热器，多个高压加热器通过高压加热器管路依次连通。高压加热器管路的进水端连通于低压加热器管路的出水端，高压加热器管路的出水端连通于省煤器1。可选地，沿高压加热器管路的进水端至出水端方向，高压加热器组包括三个高压加热器，分别为第一高压加热器22、第二高压加热器23和第三高压加热器24，第一高压加热器22的入口与低压加热器管路的出水端连通，第三高压加热器24的出口和省煤器1连通。可以理解的是，高压加热器组包含的高压加热器数量可以根据实际工况进行设计。

[0044] 优选地，低压加热器组和高压加热器组之间设置有除氧器17。低压加热器组、高压加热器组和除氧器17共同构成该烟气余热利用系统的回热系统，凝结水通过回热系统后通入省煤器1。

[0045] 给水加热器3通过给水进水管路和给水出水管路并联于高压加热器管路的进水端和出水端，给水流经给水加热器3吸收烟气的热量后返回至高压加热器管路的出水端。优选地，给水进水管路中设置有给水进水调节阀16，用于调节流入给水加热器3的给水流量，保证给水回水温度满足第三高压加热器24的出口水温要求。

[0046] 凝结水加热器4和高温段烟气换热器5并联于低压加热器管路中，部分凝结水流经凝结水加热器4吸热后返回至低压加热器管路，另一部分凝结水流经高温段烟气换热器5吸热后返回至低压加热器管路。

[0047] 具体地，烟气余热利用系统还包括凝结水进水管路和凝结水回水管路。其中，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分别与凝结水加热器4和高温段烟气换热器5连通。更具体地，凝结水进水管路包括两根进水支路，分别为第一进水支路和第二进水支路，其中，第一进水支路连通于第一低压加热器18的入口管道处，第二进水支路连通于第二低压加热器19的出口管道处，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，保证混合凝结水的水温满足凝结水加热器4的入口水温要求，以及保证高温段烟气换热器5的管壁不发生低温腐蚀。可以理解的是，进水支路的数量及在低压加热器管路上的连通位置可根据实际工况而设计。凝结水回水管路的出水端连通于第三低压加热器20的出口管道处。

[0048] 为防止凝结水加热器4和高温段烟气换热器5的低温腐蚀，该烟气余热利用系统还包括凝结水进水调节阀13，凝结水进水调节阀13设置于第一进水支路或第二进水支路中。通过调控凝结水进水调节阀13的开度，实现对第一进水支路中凝结水流量和第二进水支路中凝结水流量的比例调节，从而实现对进入凝结水加热器4和高温段烟气换热器5的凝结水水温的自动控制。可选地，凝结水水温设计为65℃-80℃。本实施例中的凝结水进水调节阀13优选地设置于第一进水支路中。

[0049] 为防止凝结水泵(图中未示出)压头不足造成循环动力不足，该烟气余热利用系统还包括凝结水变频循环泵14，凝结水变频循环泵14设置于凝结水进水管路中，凝结水变频

循环泵14为整个凝结水系统提供动力。凝结水变频循环泵14出口的凝结水分为两路，一路进入凝结水加热器4吸收烟气高品质热量，另一路进入高温段烟气换热器5吸收烟气余热，二者的凝结水回水经凝结水回水管路返回至第三低压加热器20的出口管道。

[0050] 进一步地，该烟气余热利用系统还包括凝结水并联调节阀15，凝结水并联调节阀15设置于凝结水变频循环泵14与凝结水加热器4之间的管路中，或凝结水变频循环泵14与高温段烟气换热器5之间的管路中。本实施例优选为前者。

[0051] 通过凝结水并联调节阀15和凝结水变频循环泵14联合调节进入凝结水加热器4和高温段烟气换热器5的流量，一方面保证凝结水回水温度满足第三低压加热器20出口水温的要求，另一方面保证高温段烟气换热器5的出口烟温满足运行要求，防止夏季或高负荷工况下，排烟温度升高，造成低温段烟气换热器6回收大量烟气余热，造成一次风暖风器9和二次风暖风器10的出口风温超温。

[0052] 具体而言，高温段烟气换热器5和烟气处理装置11之间设置有低温段烟气换热器6，送风机7和一次风机8均与空气预热器2连通，送风机7和空气预热器2之间设置有二次风暖风器10，一次风机8和空气预热器2之间设置有一次风暖风器9，低温段烟气换热器6、二次风暖风器10和一次风暖风器9之间设置循环水系统，实现利用烟气热量加热空气的目的，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。可选地，循环水系统中设置有增压泵25和低温段烟气换热器并联调节阀26，循环水的动力由增压泵25提供，低温段烟气换热器并联调节阀26用于调节进入一次风暖风器9和二次风暖风器10的水量。

[0053] 本实施例中的烟气处理装置11为脱硫塔，高温段烟气换热器5的烟气出口和脱硫塔之间还设置有静电除尘器27和引风机28，可选地，低温段烟气换热器6布置于引风机28和脱硫塔之间的烟道中。

[0054] 需要说明的是，本实施例中的省煤器1、空气预热器2、静电除尘器27和脱硫塔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。

[0055] 在本实施例中，高温段烟气换热器5为逆流布置的翅片管式汽水换热器。高温段烟气换热器5的出口烟气温度设计为90℃-100℃，烟气阻力设计为100Pa-800Pa。

[0056] 低温段烟气换热器6为逆流布置的氟塑料或PPS塑料合金管式换热器。低温段烟气换热器6的出口烟气温度设计为75℃-85℃，烟气阻力设计为100pa-800Pa。

[0057] 一次风暖风器9和二次风暖风器10均为逆流布置的螺旋翅片管式换热器。一次风暖风器9和二次风暖风器10的出口空气温度设计为50℃-90℃，空气阻力设计为100Pa-800Pa。

[0058] 以上实施方式只是阐述了本实用新型的基本原理和特性，本实用新型不受上述实施方式限制，在不脱离本实用新型精神和范围的前提下，本实用新型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实用新型范围内。本实用新型要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

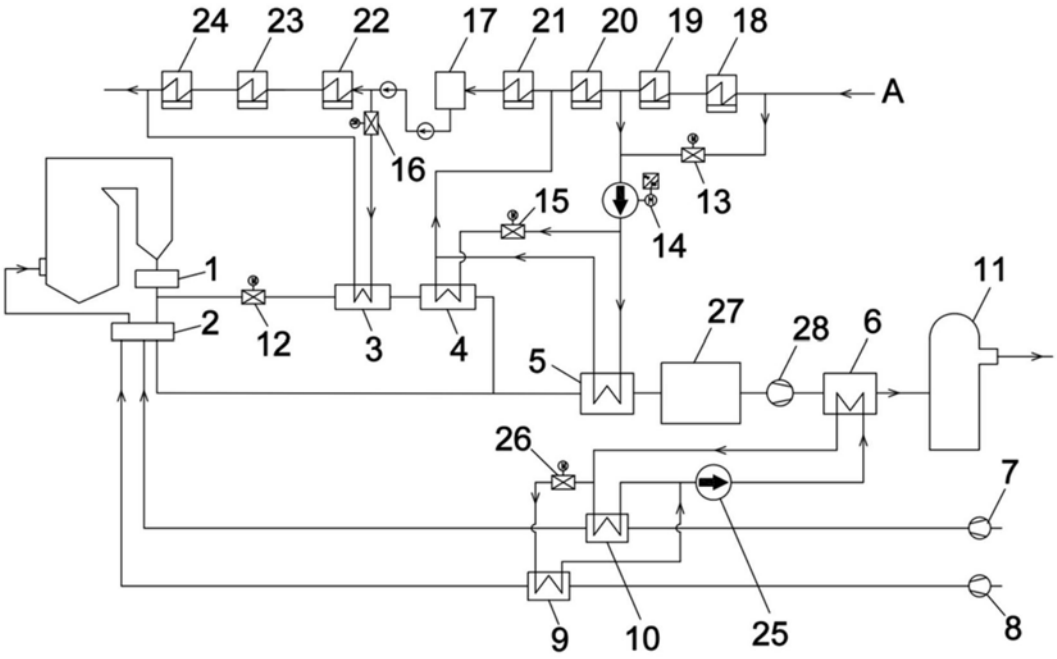


图1