



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115200005 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 18

(21) 申请号 202210549371.X

F23L 15/04 (2006.01)

(22) 申请日 2022.05.20

F28B 9/08 (2006.01)

(71) 申请人 东方电气集团东方锅炉股份有限公司

地址 643001 四川省自贡市自流井区五星街黄桷坪路150号整楼

(72) 发明人 黎懋亮 易泽中 刘宇钢 冉燊铭
尹朝强 莫春鸿 李小荣 熊伯春

(74) 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理有限公司 51214

专利代理师 何祖斌

(51) Int. Cl.

F22D 1/18 (2006.01)

F23J 15/02 (2006.01)

F23J 15/06 (2006.01)

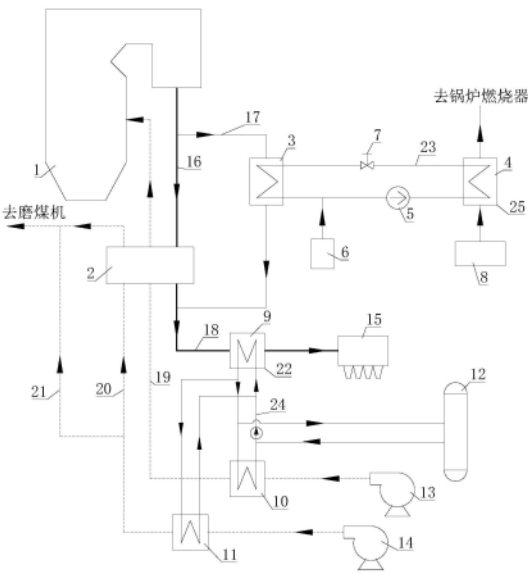
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统

(57) 摘要

本发明属于锅炉技术领域,特别涉及一种基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统。其技术方案为:一种基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统,包括锅炉主体,锅炉的尾部连接有进口烟道,进口烟道连接有空气预热器,空气预热器的另一端连接有出口烟道,还包括一次风道和二次风道,一次风道和二次风道均经过空气预热器,一次风道连接到磨煤机,磨煤机的出口端通过管道与锅炉主体连接,二次风道连接到锅炉主体;所述进口烟道出口烟道之间连接有旁路加热系统,旁路加热系统连接到磨煤机与锅炉主体之间的管路上。本发明提供了一种通过锅炉系统自身对烟气余热进行吸收以提高利用能量的品味的烟气余热利用系统。



1. 一种基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统,包括锅炉主体(1),锅炉的尾部连接有进口烟道(16),进口烟道(16)连接有空气预热器(2),空气预热器(2)的另一端连接有出口烟道(18),还包括一次风道(20)和二次风道(19),一次风道和二次风道(19)均经过空气预热器(2),一次风道(20)连接到磨煤机(8),磨煤机(8)的出口端通过管道与锅炉主体(1)连接,二次风道(19)连接到锅炉主体(1);其特征在于:所述进口烟道(16)出口烟道(18)之间连接有旁路加热系统(25),旁路加热系统(25)连接到磨煤机(8)与锅炉主体(1)之间的管路上。

2. 根据权利要求1所述的一种基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统,其特征在于:所述旁路加热系统(25)包括旁路烟道(17),旁路烟道(17)连接于进口烟道(16)与出口烟道(18)之间,旁路烟道(17)上连接有烟气导热介质换热器(3),磨煤机(8)与锅炉主体(1)之间的管路上连接有导热介质风粉混合物加热器(4),烟气导热介质换热器(3)和导热介质风粉混合物加热器(4)之间连接有导热介质循环管路(23)。

3. 根据权利要求2所述的一种基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统,其特征在于:所述导热介质循环管路(23)上连接有调节油箱(6)和加压泵(5)。

4. 根据权利要求1所述的一种基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统,其特征在于:所述出口烟道(18)上还连接有热媒水系统(22),热媒水系统(22)分别连接到一次风道(20)和二次风道(19)。

5. 根据权利要求5所述的一种基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统,其特征在于:所述热媒水系统(22)包括烟气冷却器(9),烟气冷却器(9)连接于出口烟道(18)上,烟气冷却器(9)上连接有水循环管路(24),水循环管路(24)上并联有一次暖风器(11)和二次暖风器(10),一次暖风器(11)连接于一次风道(20)上,二次暖风器(10)连接于二次风道(19)上。

6. 根据权利要求5所述的一种基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统,其特征在于:所述水循环管路(24)上还并联有机组凝结水系统(12)。

7. 根据权利要求1所述的一种基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统,其特征在于:所述出口烟道(18)的末端连接有除尘器(15)。

8. 根据权利要求1所述的一种基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统,其特征在于:所述一次风道(20)上连接有调温风道(21),调温风道(21)的一端连接于一次风道(20)进入空气预热器(2)之前的一段,调温风道(21)的另一端连接于一次风道(20)伸出空气预热器(2)之后的一段。

9. 根据权利要求1所述的一种基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统,其特征在于:所述旁路烟道(17)上设置有调节挡板。

10. 根据权利要求1~9任意一项所述的一种基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统,其特征在于:所述一次风道(20)上连接有一次风机(14),二次风道(19)上连接有二次风机(13)。

一种基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统

技术领域

[0001] 本发明属于锅炉技术领域,特别涉及一种基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统。

背景技术

[0002] 大型电站锅炉的排烟温度一般控制在120℃左右,受各种因素限制难于进一步降低。随着国家节能减排的政策驱动,烟气余热利用技术层出不穷。烟气余热利用系统可归纳为三种形式:1)烟气冷却器(低温省煤器);2)冷风加热器+烟气冷却器;3)冷风加热器+空气预热器旁路系统。

[0003] 1)图2是烟气冷却器(低温省煤器)的系统示意图,烟气冷却器受热面布置在空预器出口至除尘器入口的烟道内,吸收锅炉尾部烟气余热。吸收的这部分热量用来排挤汽机低压凝结水系统抽汽,被排挤的抽汽继续进入汽机下游做功,从而达到提升机组效率的目的。

[0004] 2)图3是冷风加热器+烟气冷却器的系统示意图,该套系统由冷风加热器与烟气冷却器两套系统组成。冷风加热器提升了空气预热器的入口冷风温度,空预器出口排烟温度也相应升高。烟气冷却器布置在空预器出口至冷风加热器降烟温段之间的烟道内,利用这部分被提升了温度的烟气的余热。冷风加热器提升了尾部烟气余热的品位,相对于单一的烟气冷却器系统,其机组效率提升的幅度更高。

[0005] 3)图4是冷风加热器+空气预热器旁路系统的系统示意图。该系统由冷风加热器和空气预热器旁路系统两部分组成,冷风加热器的作用是提升空气预热器入口冷风温度,同时保证空气预热器出口温度不变,相应提升了冷端金属壁温,防止空气预热器的冷端腐蚀和堵塞的问题。空预器烟气旁路由布置在空预器旁路烟道中的两级高、低压烟气冷却器组成,高压烟气冷却器利用吸收的烟气余热来加热部分高压给水,进而排挤汽机高压缸抽汽;低压烟气冷却器利用吸收的烟气余热来加热部分低压凝结水,进而排挤汽机低压缸抽汽。由于旁路烟温更高、余热品位更高,且排挤了高压缸排汽,在提升机组效率方面相对前述两者烟气余热利用方式更优。

[0006] 从上述的分析可知,三种烟气余热利用系统虽然系统配置不同,节能效果有差异,但其具有一个共同点:烟气余热作用于汽机回热系统,用于排挤汽机抽汽,其利用能量的品位相对较低。

[0007] 大型电站锅炉采用中速磨冷一次风制粉系统。空气预热器出口热一次风进入磨煤机中干燥煤粉,并形成风粉混合物从磨煤机出口煤粉管道进入锅炉燃烧。近些年广义回热理论得到快速发展,出现了采用汽轮机抽汽作为热源加热磨煤机出口一次风粉的技术。即有采用汽轮机抽汽直接加热一次风粉的技术,也有通过导热介质间接加热的技术。但其热源均来自汽机回热。

[0008] 上述三种烟气余热利用方式和一次风粉加热技术,均存在锅炉和汽机的耦合,运行控制复杂,机组效率提升幅度有限。

发明内容

[0009] 为了解决现有技术存在的上述问题,本发明的目的在于提供一种通过锅炉系统自身对烟气余热进行吸收以提高利用能量的品味的烟气余热利用系统。

[0010] 本发明所采用的技术方案为:

[0011] 一种基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统,包括锅炉主体,锅炉的尾部连接有进口烟道,进口烟道连接有空气预热器,空气预热器的另一端连接有出口烟道,还包括一次风道和二次风道,一次风道和二次风道均经过空气预热器,一次风道连接到磨煤机,磨煤机的出口端通过管道与锅炉主体连接,二次风道连接到锅炉主体;所述进口烟道出口烟道之间连接有旁路加热系统,旁路加热系统连接到磨煤机与锅炉主体之间的管路上。

[0012] 本发明中,烟气余热回收到磨煤机出口风粉混合物,余热进入锅炉系统,相当于直接降低了排烟温度,有效提升锅炉效率,热量品位较高,节能效果显著。风粉混合物温度提升后,着火热减少,稳燃能力改善;对燃低挥发分煤效果更佳。风粉混合物温度提升,着火提前,燃烧效率提高;对燃低挥发分煤效果更佳。

[0013] 作为本发明的优选方案,所述旁路加热系统包括旁路烟道,旁路烟道连接于进口烟道与出口烟道之间,旁路烟道上连接有烟气导热介质换热器,磨煤机与锅炉主体之间的管路上连接有导热介质风粉混合物加热器,烟气导热介质换热器和导热介质风粉混合物加热器之间连接有导热介质循环管路。导热介质在烟气导热介质换热器吸收烟气热量,导热介质温度上升,烟气温度下降,低温烟气回到空气预热器出口烟道。导热介质在导热介质风粉混合物换热器中加热磨煤机出口的风粉混合物,导热介质温度下降,风粉混合物上升。

[0014] 作为本发明的优选方案,所述导热介质循环管路上连接有调节油箱和加压泵。加压泵能调节导热介质的循环速率,调节油箱能对调节导热介质循环管路补充导热介质。

[0015] 作为本发明的优选方案,所述出口烟道上还连接有热媒水系统,热媒水系统分别连接到一次风道和二次风道,热媒水系统位于出口烟道上旁路加热系统远离空气预热器的一侧。热媒水系统降低了排烟温度,提升了常规空气预热器的入口风温,相应提升了冷端金属壁温,可有效的防止冷端腐蚀和堵塞现象。加热空气的热量被锅炉系统回收,使锅炉热效率进一步提升。

[0016] 作为本发明的优选方案,所述热媒水系统包括烟气冷却器,烟气冷却器连接于出口烟道上,烟气冷却器上连接有水循环管路,水循环管路上并联有一次暖风器和二次暖风器,一次暖风器连接于一次风道上,二次暖风器连接于二次风道上。热媒水在烟气冷却器吸收烟气热量,热媒水温度上升,烟气温度下降。热媒水在一次风暖风器和二次风暖风器中分别加热冷一次风和冷二次风,热媒水温度下降,冷风温度上升。

[0017] 作为本发明的优选方案,所述水循环管路上还并联有机组凝结水系统。热媒水系统还与机组凝结水系统联通耦合,当因煤种原因、环境原因和运行负荷原因等,导致锅炉自身余热回收能力不足时,可通过凝结水系统进行调节。当烟气余热富余时,可通过该连接系统加热凝结水,实现烟气余热向凝结水系统转移;当环境温度较低或者低负荷时,可通过该连接系统利用凝结水的热量来加热冷风,避免排烟温度过低对空气预热器和除尘器的影响。

[0018] 作为本发明的优选方案,所述出口烟道的末端连接有除尘器。除尘器能对烟气进行除尘,保证烟气达到排放标准。

[0019] 作为本发明的优选方案,所述一次风道上连接有调温风道,调温风道的一端连接于一次风道进入空气预热器之前的一段,调温风道的另一端连接于一次风道伸出空气预热器之后的一段。调温风道通过控制一次风进入空气预热器的比例来调节进入磨煤机中的一次风的温度。

[0020] 作为本发明的优选方案,所述旁路烟道上设置有调节挡板。调节挡板可调节进入旁路烟道的烟气量,进而调节旁路加热系统的余热利用量。

[0021] 作为本发明的优选方案,所述一次风道上连接有一次风机,二次风道上连接有二次风机。

[0022] 本发明的有益效果为:

[0023] 1.本发明中,烟气余热回收到磨煤机出口风粉混合物,余热进入锅炉系统,相当于直接降低了排烟温度,有效提升锅炉效率,热量品位较高,节能效果显著。

[0024] 2.热媒水在一次风暖风器和二次风暖风器中分别加热冷一次风和冷二次风,热媒水温度下降,冷风温度上升。加热空气的热量被锅炉系统回收,使烟气热量进一步被锅炉本身回收利用,锅炉热效率进一步提升。

[0025] 3.热媒水系统降低了排烟温度,提升了常规空气预热器的入口风温,相应提升了冷端金属壁温,可有效的防止冷端腐蚀和堵塞现象。

[0026] 4.风粉混合物温度提升后,着火热减少,稳燃能力改善;对燃低挥发分煤效果更佳。风粉混合物温度提升,着火提前,燃烧效率提高;对燃低挥发分煤效果更佳。

[0027] 5.热媒水系统还与机组凝结水系统联通耦合,当因煤种原因、环境原因和运行负荷原因等,导致锅炉自身余热回收能力不足时,可通过凝结水系统进行调节。当烟气余热富余时,可通过该连接系统加热凝结水,实现烟气余热向凝结水系统转移;当环境温度较低或者低负荷时,可通过该连接系统利用凝结水的热量来加热冷风,避免排烟温度过低对空气预热器和除尘器的影响。

附图说明

[0028] 图1是本发明的结构示意图;

[0029] 图2是烟气冷却器(低温省煤器)的系统示意图;

[0030] 图3是冷风加热器+烟气冷却器的系统示意图;

[0031] 图4是冷风加热器+空气预热器旁路系统的系统示意图。

[0032] 图中:1-锅炉主体;2-空气预热器;3-烟气导热介质换热器;4-导热介质风粉混合物加热器;5-加压泵;6-调节油箱;7-阀门组;8-磨煤机;9-烟气冷却器;10-二次风暖风器;11-一次风暖风器;12-机组凝结水系统;13-二次风机;14-一次风机;15-除尘器;16-进口烟道;17-旁路烟道;18-出口烟道;19-二次风道;20-一次风道;21-调温风道;22-热媒水系统;23-导热介质循环管路;24-水循环管路;25-旁路加热系统。

具体实施方式

[0033] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施

例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0034] 因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0035] 如图1所示,本实施例的基于锅炉系统自身的烟气余热利用系统,包括锅炉主体1,锅炉的尾部连接有进口烟道16,进口烟道16连接有空气预热器2,空气预热器2的另一端连接有出口烟道18,还包括一次风道20和二次风道19,一次风道和二次风道19均经过空气预热器2,一次风道20连接到磨煤机8,磨煤机8的出口端通过管道与锅炉主体1连接,二次风道19连接到锅炉主体1;所述进口烟道16出口烟道18之间连接有旁路加热系统25,旁路加热系统25连接到磨煤机8与锅炉主体1之间的管路上;所述一次风道20上连接有一次风机14,二次风道19上连接有二次风机13;所述出口烟道18的末端连接有除尘器15。除尘器15能对烟气进行除尘,保证烟气达到排放标准。

[0036] 本发明中,烟气余热回收到磨煤机8出口风粉混合物,余热进入锅炉系统,相当于直接降低了排烟温度,有效提升锅炉效率,热量品位较高,节能效果显著。风粉混合物温度提升后,着火热减少,稳燃能力改善;对燃低挥发分煤效果更佳。风粉混合物温度提升,着火提前,燃烧效率提高;对燃低挥发分煤效果更佳。

[0037] 具体地,所述旁路加热系统25包括旁路烟道17,旁路烟道17连接于进口烟道16与出口烟道18之间,旁路烟道17上连接有烟气导热介质换热器3,磨煤机8与锅炉主体1之间的管路上连接有导热介质风粉混合物加热器4,烟气导热介质换热器3和导热介质风粉混合物加热器4之间连接有导热介质循环管路23。导热介质在烟气导热介质换热器3吸收烟气热量,导热介质温度上升,烟气温度下降,低温烟气回到空气预热器2出口烟道18。导热介质在导热介质风粉混合物换热器中加热磨煤机8出口的风粉混合物,导热介质温度下降,风粉混合物上升。

[0038] 所述导热介质循环管路23上连接有调节油箱6、加压泵5和阀门组7。加压泵5能调节导热介质的循环速率,调节油箱6能对调节导热介质循环管路23补充导热介质。

[0039] 为了进一步利用出口烟道18中烟气的热量,所述出口烟道18上还连接有热媒水系统22,热媒水系统22分别连接到一次风道20和二次风道19,热媒水系统22位于出口烟道18上旁路加热系统25远离空气预热器2的一侧。热媒水系统22降低了排烟温度,提升了常规空气预热器2的入口风温,相应提升了冷端金属壁温,可有效的防止冷端腐蚀和堵塞现象。加热空气的热量被锅炉系统回收,使锅炉热效率进一步提升。

[0040] 具体地,所述热媒水系统22包括烟气冷却器9,烟气冷却器9连接于出口烟道18上,烟气冷却器9上连接有水循环管路24,水循环管路24上并联有一次暖风器11和二次暖风器10,一次暖风器11连接于一次风道20上,二次暖风器10连接于二次风道19上。热媒水在烟气冷却器9吸收烟气热量,热媒水温度上升,烟气温度下降。热媒水在一次风暖风器11和二次风暖风器10中分别加热冷一次风和冷二次风,热媒水温度下降,冷风温度上升。

[0041] 更进一步,所述水循环管路24上还并联有机组凝结水系统12。热媒水系统22还与机组凝结水系统12联通耦合,当因煤种原因、环境原因和运行负荷原因等,导致锅炉自身余

热回收能力不足时,可通过凝结水系统进行调节。当烟气余热富余时,可通过该连接系统加热凝结水,实现烟气余热向凝结水系统转移;当环境温度较低或者低负荷时,可通过该连接系统利用凝结水的热量来加热冷风,避免排烟温度过低对空气预热器2和除尘器15的影响。

[0042] 为了调节热一次风温度,所述一次风道20上连接有调温风道21,调温风道21的一端连接于一次风道20进入空气预热器2之前的一段,调温风道21的另一端连接于一次风道20伸出空气预热器2之后的一段。调温风道21通过控制一次风进入空气预热器2的比例来调节进入磨煤机8中的一次风的温度。

[0043] 以某常规660MW超超临界锅炉为例,该项目空气预热器2进口烟温为370℃,排烟温度为120℃,热一次风温(混合后)为300℃,热二次风温为345℃。空气预热器2热端端差为25℃,排烟温度难于进一步降低。锅炉效率计算值为94.5%,属于现阶段较为先进水平。85℃~90℃为除尘器15除尘效率较高的温度区间,故选择90℃为除尘器15入口烟温。因此,烟气从120℃(空气预热器2出口烟温)降低至90℃(除尘器15的入口烟温)所释放出来的热量为烟气余热。如采用现有的烟气余热利用系统(包括烟气冷却器9(低温省煤器)、冷风加热器+烟气冷却器9、冷风加热器+空气预热器2旁路系统)利用这部分余热,烟气余热均有引入汽机回热系统,用于排挤汽机抽汽,其利用能量的品位相对较低,对机组效率提升效果不明显。

[0044] 本方案设置旁路烟道17,旁路烟道17烟气份额为13.5%,旁路烟气从370℃降低至130℃,换热量为23.3MW;导热介质在烟气导热介质换热器3中吸收烟气热量,在导热介质风粉混合物加热器4中加热风粉混合物,风粉混合物由75℃加热至185℃,吸收热量23.3MW。空预器2中的烟气量仅为86.5%,计算入口冷风80℃,计算排烟温度130℃。空预器2和旁路烟道17出口温度相当,均为130℃。热媒水式空气预热器2实现了烟气和空气的第一次换热,冷风在一次风暖风器11和二次风暖风器10中从25℃加热至80℃。烟气在烟冷器中从130℃降低至90℃。

[0045] 本系统烟气热量全部被锅炉系统回收,相当于排烟温度由120降低至90℃,降低幅度达到30℃,这部分烟气余热的增益可以完全计入锅炉热效率计算中,锅炉热效率提升约1.5%,对机组的效率提升很大。

[0046] 风粉混合物温度由75℃提升至185后,着火热减少,稳燃能力改善,着火提前后燃烧效率提高。

[0047] 表1为过滤效率计算表:

[0048]

		原计算 工况	专利方 案	备注
空气预热器入口烟温	℃	370	370	
空气预热器出口烟温	℃	120	130	
空气预热器烟气放热量	MW	181.5	150.9	
空预器旁路份额	%	0	13.5	
空预器旁路入口烟温	℃	/	370	

[0049]	空预器旁路出口烟温	℃	/	130	
	空预器旁路烟气换热量	MW	/	23.3	
	烟冷器入口烟温	℃	/	130	
	烟冷器出口烟温	℃	/	90	
	烟冷器烟气换热量	MW	/	28	
	烟气总放热量	MW	181.5	202.2	
	一次风量	kg/h	444240	444240	
	二次风量	kg/h	1623119	1623119	
	环境温度	℃	25	25	
	空气预热器进口风温	℃	25	80	
	热一次风温（混合后）	℃	300	300	
	热二次风温	℃	345	340	空预器烟气份额降低， 换热能力略下降
	空气吸热量	mw	181.5	178.9	
	磨煤机出口温度	℃	75	75	
	煤粉加热器出口温度	℃	75	185	
	风粉系统热量	MW	0	23.3	
	去凝结水系统热量	MW	0	0	
	锅炉效率计算值	%	94.5	96	

[0050] 特殊的，上述实施列中将煤粉加热器出口温度设定为185℃，如果受煤质影响，温度低于185℃，将出现风粉混合物吸收的热量下降。在相同的余热量的情况下，风粉混合物回收的热量降低，多余的热量将通过热媒水系统22转移至机组凝结水系统12，通过机组凝结水系统12来回收部分烟气余热。

[0051] 特殊的，当环境温度较低或低负荷工况下，除尘器15入口烟温低于90℃时，通过热媒水系统22与凝结水系统的联通，利用凝结水系统来对空气进行预热，避免排烟温度过低对空气预热器2和除尘器15的影响。此时相当于将汽机排汽热回收为锅炉热输入，提高了热能品位，提高了机组效率。

[0052] 特殊的，旁路烟道17设置了调节挡板，可以通过调节挡板来调节进入旁路烟道17

的烟气量,进而调节旁路加热系统25余热利用量。

[0053] 本发明不局限于上述可选实施方式,任何人在本发明的启示下都可得出其他各种形式的产品,但不论在其形状或结构上作任何变化,凡是落入本发明权利要求界定范围内的技术方案,均落在本发明的保护范围之内。

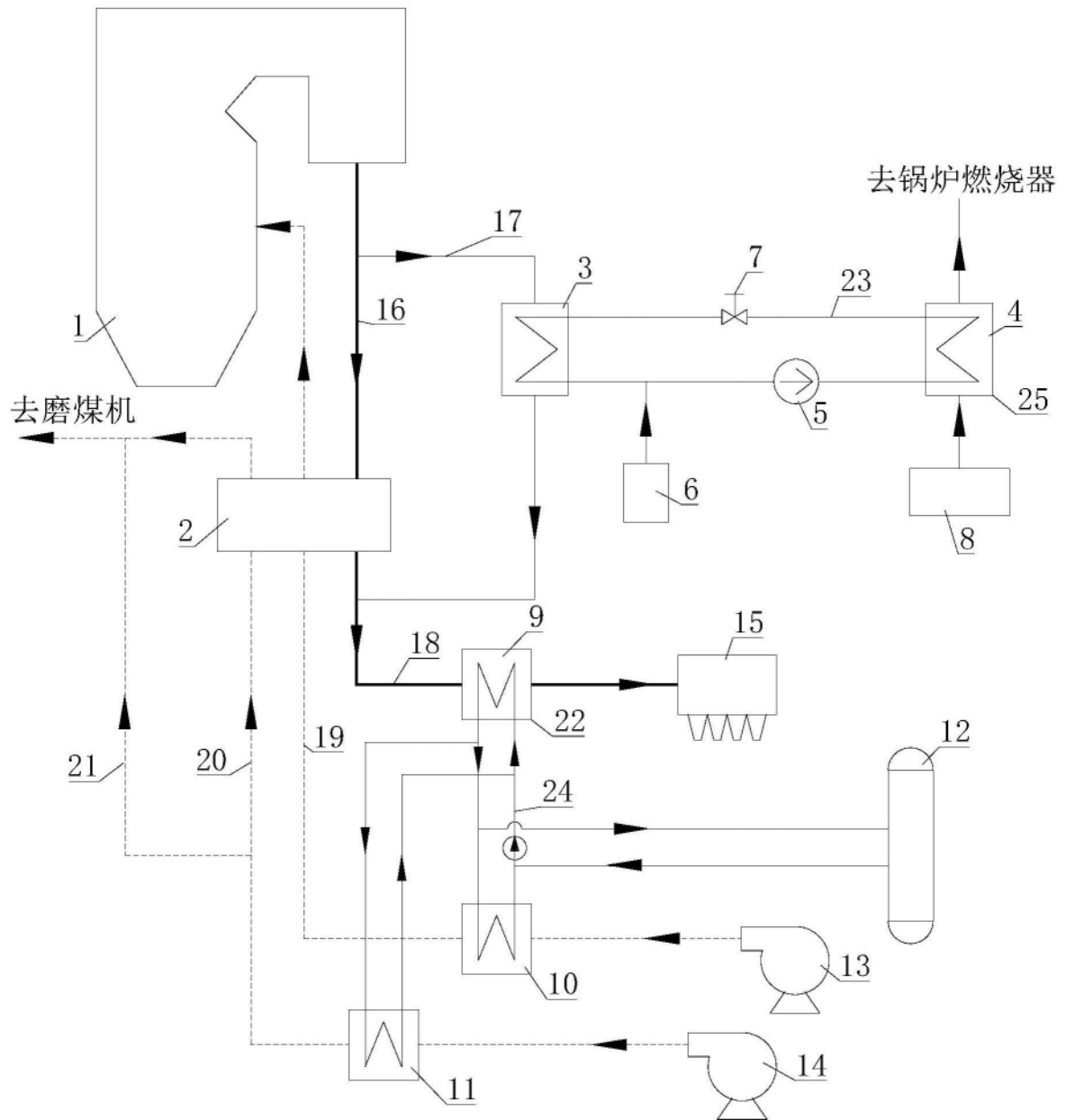


图1

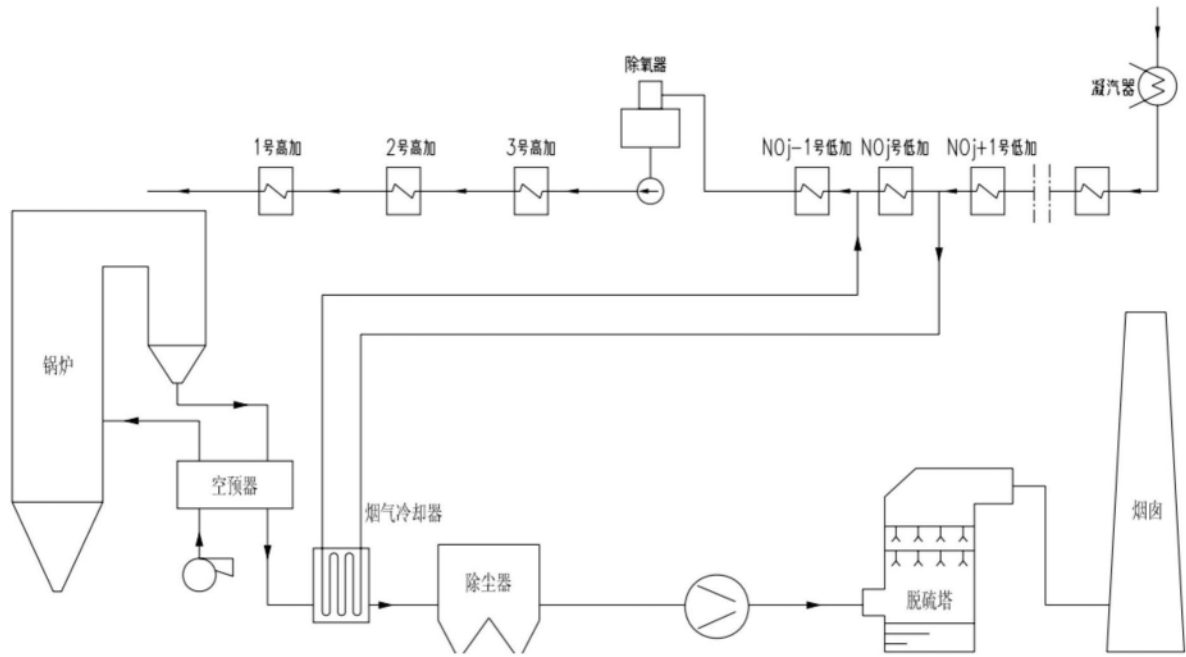


图2

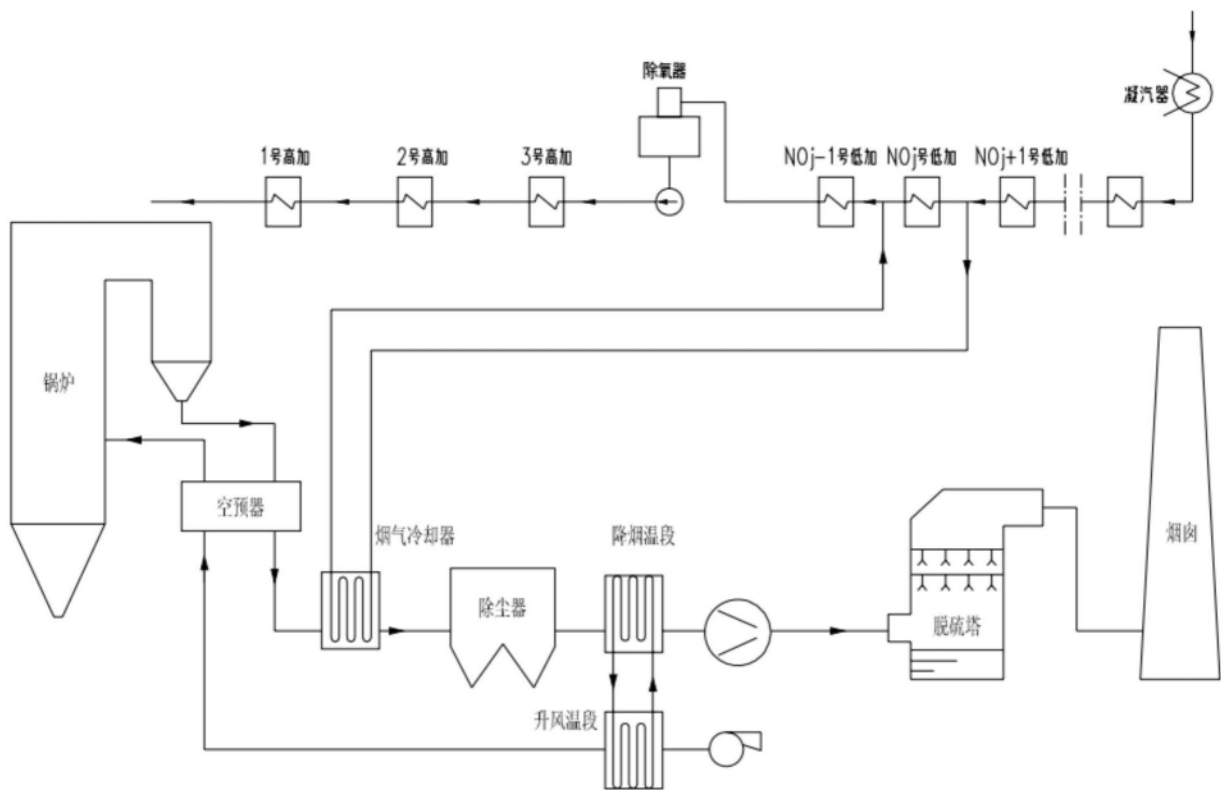


图3

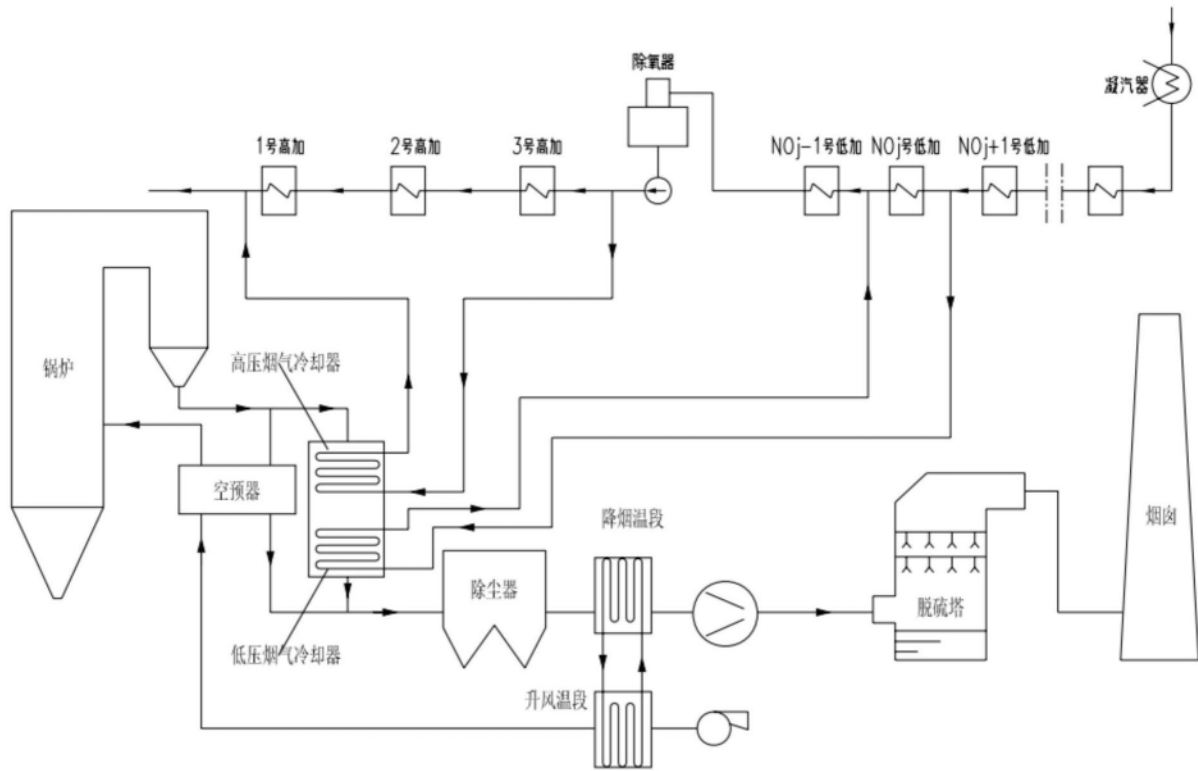


图4