



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111659254 B

(45) 授权公告日 2024. 12. 24

(21) 申请号 202010613968.7

(22) 申请日 2020.06.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111659254 A

(43) 申请公布日 2020.09.15

(73) 专利权人 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司

地址 102209 北京市昌平区北七家镇未来
科技城华能人才创新创业基地实验楼
A楼

专利权人 宁波明州热电有限公司

(72) 发明人 赵鹏勃 茹宇 高洪培 王海涛
肖平 翁君杰 邬聚琪 张旭东

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

专利代理师 李鹏威

(51) Int.Cl.

B01D 53/90 (2006.01)

B01D 53/79 (2006.01)

B01D 53/56 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 212492409 U, 2021.02.09

审查员 张凌

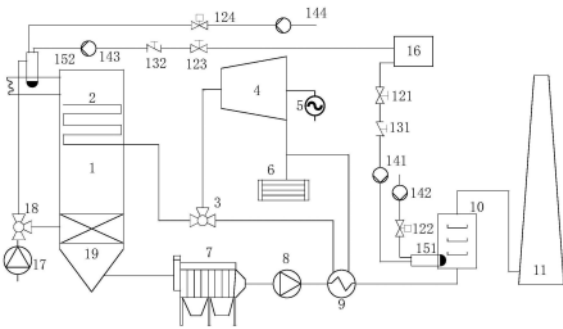
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种SNCR和低温SCR耦合烟气脱硝系统及其
使用方法

(57) 摘要

本发明公开了一种SNCR和低温SCR耦合烟气脱硝系统及其使用方法,包括尾部烟道、烟气加热器、低温SCR反应器、主喷枪和氨水箱,其中,主喷枪通过氨水泵与氨水箱出口连接,主喷枪设置在尾部烟道的前烟道内,主喷枪用于向前烟道内喷入氨水,进行SNCR反应,尾部烟道的烟气出口与烟气加热器的烟气进口连接,烟气加热器的烟气出口与低温SCR反应器的烟气进口相连,低温SCR反应器用于利用SNCR反应中的逃逸氨作为脱硝还原剂进行低温SCR反应,在较低烟温下SNCR和低温SCR工艺耦合脱硝,实现全工况NO_x排放达标;本发明可以节约脱硝成本,具有一定的灵活性和可靠性,并且该系统装置简单、锅炉本体改造量小,易于实现推广。



1. 一种SNCR和低温SCR耦合烟气脱硝系统,其特征在于,包括尾部烟道(1)、烟气加热器(9)、低温SCR反应器(10)、主喷枪(152)和氨水箱(16),其中,所述主喷枪(152)通过氨水泵(143)与氨水箱(16)出口连接,所述主喷枪(152)设置在尾部烟道(1)的前烟道内,所述主喷枪(152)用于向所述前烟道内喷入氨水,进行SNCR反应;所述尾部烟道(1)的烟气出口与烟气加热器(9)的烟气进口连接,所述烟气加热器(9)的烟气出口与低温SCR反应器(10)的烟气进口相连,所述低温SCR反应器(10)用于利用SNCR反应中的逃逸氨作为脱硝还原剂进行低温SCR反应;

所述尾部烟道(1)与低温SCR反应器(10)之间还设置有除尘器(7)和引风机(8),所述尾部烟道(1)的烟气出口与除尘器(7)的烟气进口相连,所述除尘器(7)的烟气出口与引风机(8)的烟气进口相连,所述除尘器(7)用于脱除烟气中的烟尘;所述引风机(8)的出口与烟气加热器(9)的烟气进口相连,所述烟气加热器(9)的烟气出口与低温SCR反应器(10)烟气入口相连,所述烟气加热器(9)用于保证烟气的温度水平;所述低温SCR反应器(10)烟气的烟气出口与烟囱(11)相连;

所述尾部烟道(1)内设置有过热器(2)和空气预热器(19),所述过热器(2)的出口通过蒸汽分配阀(3)与烟气加热器(9)的蒸汽入口相连,所述烟气加热器(9)的蒸汽出口与冷凝器(6)连接,所述冷凝器(6)用于回收蒸汽资源;所述空气预热器(19)与一次风机(17)的出风口连接,所述空气预热器(19)用于加热一次风机(17)产生的一次冷风;

所述过热器(2)的出口通过蒸汽分配阀(3)还与汽轮机(4)的蒸汽进口连接,所述汽轮机(4)的蒸汽出口与冷凝器(6)连接,所述汽轮机(4)还连接有发电机(5)。

2. 根据权利要求1所述的一种SNCR和低温SCR耦合烟气脱硝系统,其特征在于,所述氨水箱(16)与所述氨水泵(143)之间设置有第一氨水阀(123)和第一氨水止回阀(132);所述主喷枪(152)进气口与空气压缩机(144)出气口连接,所述主喷枪(152)与空气压缩机(144)之间设置有压缩空气阀(124);所述主喷枪(152)与一次风机(17)的出风口连接,所述一次风机用于将产生的冷风送出冷却主喷枪(152)。

3. 根据权利要求2所述的一种SNCR和低温SCR耦合烟气脱硝系统,其特征在于,所述主喷枪(152)、第一氨水阀(123)、第一氨水止回阀(132)和氨水泵(143)均由耐腐蚀材料制造。

4. 根据权利要求1所述的一种SNCR和低温SCR耦合烟气脱硝系统,其特征在于,所述低温SCR反应器(10)的前烟道内设置辅助喷枪(151),所述辅助喷枪(151)通过辅助氨水泵(141)与氨水箱(16)出口连接,所述辅助喷枪(151)与氨水箱(16)之间设置有第二氨水阀(121)和第二氨水止回阀(131);所述辅助喷枪(151)进气口与辅助空气压缩机(142)出气口连接,所述辅助喷枪(151)与辅助空气压缩机(142)之间设置有辅助压缩空气阀(122),所述辅助喷枪(151)用于向低温SCR反应器(10)中喷氨补充脱硝还原剂。

5. 根据权利要求4所述的一种SNCR和低温SCR耦合烟气脱硝系统,其特征在于,所述辅助喷枪(151)、第二氨水阀(121)、第二氨水止回阀(131)和辅助氨水泵(141)均由耐腐蚀材料制造。

6. 根据权利要求1所述的一种SNCR和低温SCR耦合烟气脱硝系统,其特征在于,所述低温SCR反应器(10)内设置有催化剂,所述催化剂布置平面与烟气流向垂直,且所述催化剂需布置在竖直烟道内。

7. 如权利要求1所述的一种SNCR和低温SCR耦合烟气脱硝系统的使用方法,其特征在

于,氨水箱(16)中的氨水经氨水泵(143)进入主喷枪(152),空气经过空气压缩机(144)压缩后进入主喷枪(152),压缩空气将氨水雾化后从主喷枪(152)喷入尾部烟道(1)的前烟道内,进行SNCR反应,一次风机(17)出口连接主喷枪(152),所述一次风机(17)用于送出冷却风冷却主喷枪(152);尾部烟道(1)内设置有过热器(2),过热器(2)的蒸汽出口与烟气加热器(9)的蒸汽入口连接;进行SNCR反应后的烟气由尾部烟道(1)的出口进入除尘器(7)脱除烟尘,脱除烟尘后的烟气由引风机(8)引至烟气加热器(9),进入烟气加热器(9)的烟气与来自过热器(2)的蒸汽进行热交换吸收热量,被加热的烟气进入低温SCR反应器(10)内,利用从SNCR反应中逃逸出的逃逸氨作为脱硝还原剂进行低温SCR反应,烟气中的NO_x被还原为N₂;当逃逸氨不足时,氨水箱(16)中的氨水经辅助氨水泵(141)进入辅助喷枪(151),空气经过辅助空气压缩机(142)压缩后进入辅助喷枪(151),压缩空气将氨水雾化后自辅助喷枪(151)喷入低温SCR反应器(10)中进行辅助喷氨,烟气中的NO_x被还原为N₂;还原后的N₂通过与低温SCR反应器(10)烟气出口连接的烟囱(11)排出。

一种SNCR和低温SCR耦合烟气脱硝系统及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明属于大气污染治理环保技术领域,特别涉及一种SNCR和低温SCR耦合烟气脱硝系统及其使用方法。

背景技术

[0002] 随着我国经济和生活水平的日益提高,人们将会对环境给予越来越大的关注。以燃煤为主的工业生产所造成的环境污染是我国工业发展的一个制约因素,煤炭燃烧产生的尾气中含有烟尘、二氧化硫(SO_2)、氮氧化物(NO_x)和二氧化碳(CO_2)等污染物和温室气体,已经造成了严重的环境问题,是我国经济可持续发展亟待解决的重要问题。目前电站燃煤锅炉、生物质和燃烧生活垃圾的锅炉、工业锅炉/窑炉控制 NO_x 排放的主要手段是锅炉炉内低氮燃烧和SCR(选择性催化还原法)脱硝技术、SNCR(选择性非催化还原法)脱硝技术等。SNCR工艺系统简单,投资成本低,但是受制于反应条件,脱硝效率偏低;SCR脱硝工艺脱硝效率高但系统复杂、投资成本高,并且应用于旧锅炉改造时,常常因为SCR反应温度条件、布置空间不足等问题,需要对锅炉尾部受热面和烟道进行改造,工作量大且投资成本进一步提高,并且在锅炉低负荷工况时由于烟气温度水平较低,脱硝效率难以满足,为了保证烟气排放时 NO_x 浓度满足环保标准,实现超低排放,需要发明新的技术手段。

发明内容

[0003] 为了解决以上问题,本发明提供了一种SNCR和低温SCR耦合烟气脱硝系统及其使用方法,提高脱硝效率,实现全工况 NO_x 超低排放。

[0004] 本发明提供的一种SNCR和低温SCR耦合烟气脱硝系统,包括尾部烟道、烟气加热器、低温SCR反应器、主喷枪和氨水箱,其中,所述主喷枪通过氨水泵与氨水箱出口连接,所述主喷枪设置在尾部烟道的前烟道内,所述主喷枪用于向所述前烟道内喷入氨水,进行SNCR反应,所述尾部烟道的烟气出口与烟气加热器的烟气进口连接,所述烟气加热器的烟气出口与低温SCR反应器的烟气进口相连,所述低温SCR反应器用于利用SNCR反应中的逃逸氨作为脱硝还原剂进行低温SCR反应。

[0005] 进一步的,所述氨水箱与所述氨水泵之间设置有第一氨水阀和第一氨水止回阀;所述主喷枪进气口与空气压缩机出气口连接,所述主喷枪与空气压缩机之间设置有压缩空气阀;所述主喷枪与一次风机的出风口连接,所述冷却风出口用于将一次风机产生的冷风送出冷却主喷枪。

[0006] 进一步的,所述主喷枪、第一氨水阀、第一氨水止回阀和氨水泵均由耐腐蚀材料制造。

[0007] 进一步的,所述尾部烟道与低温SCR反应器之间还设置有除尘器和引风机,所述尾部烟道的烟气出口与除尘器的烟气进口相连,所述除尘器的烟气出口与引风机的烟气进口相连,所述除尘器用于脱除烟气中的烟尘;所述引风机的出口与烟气加热器的烟气进口相连,所述烟气加热器的烟气出口与低温SCR反应器烟气入口相连,所述烟气加热器用于保证

烟气的温度水平;所述低温SCR反应器烟气的烟气出口与烟囱相连。

[0008] 进一步的,所述尾部烟道内设置有过热器和空气预热器,所述过热器的出口通过蒸汽分配阀与烟气加热器的蒸汽入口相连,所述烟气加热器的蒸汽出口与冷凝器连接,所述冷凝器用于回收蒸汽资源;所述空气预热器与一次风机的出风口连接,所述空气预热器用于加热一次风机产生的一次冷风。

[0009] 进一步的,所述过热器的出口通过蒸汽分配阀还与汽轮机的蒸汽进口连接,所述汽轮机的蒸汽出口与冷凝器连接,所述汽轮机还连接有发电机。

[0010] 进一步的,所述低温SCR反应器的前烟道内设置辅助喷枪,所述辅助喷枪通过辅助氨水泵与氨水箱出口连接,所述辅助喷枪与氨水箱之间设置有第二氨水阀和第二氨水止回阀;所述辅助喷枪进气口与辅助空气压缩机出气口连接,所述辅助喷枪与辅助空气压缩机之间设置有辅助压缩空气阀,所述辅助喷枪用于向低温SCR反应器中喷氨补充脱硝还原剂。

[0011] 进一步的,所述辅助喷枪、第二氨水阀、第二氨水止回阀和辅助氨水泵均由耐腐蚀材料制造。

[0012] 进一步的,所述低温SCR反应器内设置有催化剂,所述催化剂布置平面与烟气流向垂直,且催化剂需布置于竖直烟道内。

[0013] 本发明还提供一种SNCR和低温SCR耦合烟气脱硝系统的使用方法,包括氨水箱中的氨水经氨水泵进入主喷枪,空气经过空气压缩机压缩后进入主喷枪,压缩空气将氨水雾化后从主喷枪喷入尾部烟道的前烟道内,进行SNCR反应,一次风机出口连接主喷枪,所述一次风机用于送出冷风冷却主喷枪;尾部烟道内设置有过热器,过热器的蒸汽出口与烟气加热器的蒸汽入口连接;进行SNCR反应后的烟气由尾部烟道的出口进入除尘器脱除烟尘,脱除烟尘后的烟气由引风机引至烟气加热器,进入烟气加热器的烟气与来自加热器的蒸汽进行热交换吸收热量,被加热的烟气进入低温SCR反应器内,利用从SNCR反应中逃逸出的逃逸氨作为脱硝还原剂进行低温SCR反应,烟气中的 NO_x 被还原为 N_2 ;当逃逸氨不足时,氨水箱中的氨水经辅助氨水泵进入辅助喷枪,空气经过辅助空气压缩机压缩后进入辅助喷枪,压缩空气将氨水雾化后自辅助喷枪喷入低温SCR反应器中进行辅助喷氨,烟气中的 NO_x 被还原为 N_2 ;还原后的 N_2 通过与低温SCR反应器烟气出口连接的烟囱排出。

[0014] 与现有技术相比,本发明至少具有以下有益效果:

[0015] 本发明提供的SNCR和低温SCR耦合脱硝系统可以有效保证烟囱出口的 NO_x 浓度实现全工况达标;由于布置有低温SCR反应器,该脱硝系统不受锅炉燃烧工况影响,在锅炉启动初期和升降负荷时也可以控制烟气 NO_x 排放,实现全工况 NO_x 超低排放。

[0016] 进一步的,本发明提供的SNCR和低温SCR耦合脱硝系统,首先利用尾部烟道前烟道中发生的SNCR脱硝反应对 NO_x 的进行初步脱除,然后将SNCR脱硝反应的逃逸氨通入低温SCR反应器中进行进一步脱硝,该系统运行灵活可靠,并且节约了脱硝成本。

[0017] 进一步的,本发明在低温SCR反应器处设置有辅助喷枪,当逃逸氨不足时,可启用辅助喷枪进行辅助喷氨,来补充进行低温SCR反应时所需的脱硝还原剂,保证了通入低温SCR反应器的烟气可进行充分的脱硝反应。

[0018] 进一步的,本发明在过热器后通过蒸汽分配阀分别连接汽轮机和烟气加热器,其中汽轮机连接有发电机,当蒸汽流过汽轮机进行膨胀做功,带动发电机转动发电,实现了能源的多效利用,做功后的蒸汽自汽轮机蒸汽出口引出进入冷凝器进行冷凝;烟气加热器中

的蒸汽在对烟气加热后,从烟气加热器的蒸汽出口通入冷凝器中,冷凝器起到了回收蒸汽资源的作用。

[0019] 进一步的,在本发明中通过调节进入烟气加热器的蒸汽流量来调节烟气吸热量,改变烟气温度,低负荷时增大蒸气量,高负荷时减少蒸气量甚至关闭蒸气分配阀在烟气加热器方向的出口,保证了烟气温度水平,确保了低温SCR脱硝设备的脱硝效率,同时利用过热器产生的蒸汽作为热源,无需额外输入热源,系统经济性较好。

[0020] 进一步的,在本发明中将低温SCR设备设置在除尘器后,流经SCR设备的烟气灰尘浓度较低,因此减少了低温SCR反应器的积灰和催化剂中毒现象,延长了催化剂的使用寿命;此外,本发明将低温SCR设备设置在空气预热器后,因此有利于避免SCR催化剂催化生成的SO₃造成空气预热器的硫酸氢铵堵塞和腐蚀问题。

[0021] 进一步的,本发明中低温SCR反应器内的催化剂布置平面必须与烟气流向垂直布置,且催化剂需布置于竖直烟道内,从而避免催化剂布置于水平烟道时由于惯性造成的催化剂积灰堵塞等问题,提高了催化剂的使用时间,延长了机组运行周期。

附图说明

[0022] 图1是一种SNCR和低温SCR耦合烟气脱硝系统;

[0023] 其中,1表示尾部烟道;2表示过热器;3表示蒸汽分配阀;4表示汽轮机;5表示发电机;6表示冷凝器;7表示除尘器;8表示引风机;9表示烟气加热器;10表示低温SCR反应器;11表示烟囱;121表示第二氨水阀;131表示第二氨水止回阀;122表示辅助压缩空气阀;123表示第一氨水阀;132表示第一氨水止回阀;124表示压缩空气阀;141表示辅助氨水泵;142表示辅助空气压缩机;143表示氨水泵;144表示空气压缩机;151表示辅助喷枪;152表示主喷枪;16表示氨水箱;17表示一次风机;18表示冷风分配阀;19表示空气预热器。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明提出的一种SNCR耦合低温SCR烟气脱硝系统及其使用方法进行详细叙述。

[0025] 本发明提供的一种SNCR耦合低温SCR烟气脱硝系统,其中,主喷枪152通过氨水泵143与氨水箱16出口连接,氨水箱16与氨水泵143之间设置有第一氨水阀123和第一氨水止回阀132;主喷枪152进气口与空气压缩机144出气口连接,压缩空气通道设置有压缩空气阀124;主喷枪152通过冷风分配阀18与一次风机17的出风口连接,所述冷风分配阀18设置有冷却风出口,所述冷却风出口用于将一次风机产生的冷风送出冷却主喷枪152;

[0026] 进一步的,主喷枪152设置在尾部烟道1的前烟道内,主喷枪152向前烟道内喷入氨水,氨水与前烟道中的烟气进行SNCR反应;

[0027] 本发明中尾部烟道1内上部设置有过热器2,下部设置有空气预热器19,过热器2的出口通过蒸汽分配阀3与烟气加热器9的蒸汽入口相连,烟气加热器9的蒸汽出口与冷凝器6连接,冷凝器6用于回收蒸汽资源;空气预热器19通过冷风分配阀18与一次风机17的出风口连接,冷风分配阀18还设置有一次冷风出口,一次风机17产生一次冷风通过冷风分配阀18的一次冷风出口通入空气预热器19中,空气预热器19对一次冷风进行加热。

[0028] 进一步的,过热器2的出口通过蒸汽分配阀3还与汽轮机4的蒸汽进口连接,汽轮机

4的蒸汽出口与冷凝器6连接,汽轮机4还连接有发电机5。

[0029] 本发明中尾部烟道1的烟气出口与除尘器7的烟气进口相连,除尘器7的烟气出口与引风机8的烟气进口相连,除尘器7可以脱除烟气中的烟尘;引风机8的出口与烟气加热器9的烟气进口相连,烟气加热器9的烟气出口与低温SCR反应器10烟气入口相连,低温SCR反应器10利用尾部烟道前烟道中发生的SNCR反应中的逃逸氨作为脱硝还原剂进行低温SCR反应,低温SCR反应器10烟气的烟气出口与烟囱11相连,将脱硝后的烟气排出烟气脱硝系统。

[0030] 本发明中低温SCR反应器10的前烟道内还设置辅助喷枪151,辅助喷枪151通过辅助氨水泵141与氨水箱16出口连接,辅助喷枪151与氨水箱16之间设置有第二氨水阀121和第二氨水止回阀131;辅助喷枪151的进气口与辅助空气压缩机142出气口连接,辅助压缩空气通道上设置有辅助压缩空气阀122,当来自尾部烟道前烟道中发生的SNCR反应中的逃逸氨不足时,可以通过辅助喷枪151向低温SCR反应器10中喷氨补充脱硝还原剂。

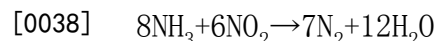
[0031] 进一步的,低温SCR反应器10内设置有催化剂,催化剂布置平面与烟气流向垂直,且催化剂布置于竖直烟道内。

[0032] 本发明还提供了一种SNCR和低温SCR耦合烟气脱硝系统的使用方法,氨水箱16中的氨水经氨水泵143进入主喷枪152,空气经过空气压缩机144压缩后通入主喷枪152,压缩空气将氨水雾化后从主喷枪152喷入尾部烟道1的前烟道内,雾化的氨水和尾部烟道1的前烟道内的烟气进行SNCR反应,一次风机17出口连接主喷枪152,一次风机17送出冷风冷却主喷枪152;尾部烟道1内设置有过热器2和空气预热器19,过热器2的蒸汽出口与烟气加热器9的蒸汽入口连接;在尾部烟道的前烟道内进行SNCR反应后的烟气由尾部烟道1的出口进入除尘器7脱除烟尘,脱除烟尘后的烟气由引风机8引至烟气加热器9,进入烟气加热器9的烟气与来自加热器2的蒸汽进行热交换吸收热量,被加热的烟气进入低温SCR反应器10内进行低温SCR反应,低温SCR反应器10利用在尾部烟道的前烟道内进行的SNCR反应中逃逸出的逃逸氨作为脱硝还原剂进行低温SCR反应,在低温SCR反应器10中烟气中的NO_x被还原为N₂;当逃逸氨不足时,氨水箱16中的氨水经辅助氨水泵141进入辅助氨水管道后进入辅助喷枪151,空气经过辅助空气压缩机142压缩后通过压缩空气管道进入辅助喷枪151,压缩空气将氨水雾化后自辅助喷枪151喷入低温SCR反应器10中进行辅助喷氨,烟气中的NO_x被还原为N₂;还原后的N₂通过与低温SCR反应器10烟气出口连接的烟囱11排出。

[0033] 如附图1所示,本实施例中具体脱硝方法如下:

[0034] 本实施例中氨水箱中的氨水通过氨水泵进入主喷枪,空气经过空气压缩机压缩后进入主喷枪,压缩空气将氨水雾化后从主喷枪喷入尾部烟道1的前烟道内,进行SNCR反应,一次风机出口连接冷风分配阀入口,冷风分配阀冷却风出口连接主喷枪的冷却风通道,由于此处烟温较高,一次风机用于送出冷风冷却主喷枪;

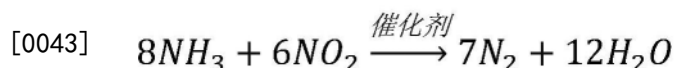
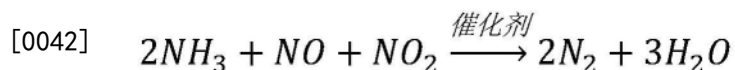
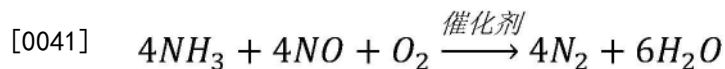
[0035] 此处SNCR脱硝反应方程式为:



[0039] 尾部烟道内设置有过热器,过热器的蒸汽出口与烟气加热器的蒸汽入口连接;进行SNCR反应后的烟气由尾部烟道的出口进入除尘器脱除烟尘,脱除烟尘的烟气由引风机引至烟气加热器,通过与来自加热器的蒸汽进行热交换吸收热量,被加热的烟气进入低温SCR

反应器内,利用从SNCR反应中未反应而逃逸出的逃逸氨作为脱硝还原剂在低温SCR反应器内进行选择性催化还原反应,烟气中的NO_x被还原为N₂;当逃逸氨不足时,氨水和压缩空气进入辅助喷枪,压缩空气将氨水雾化后自辅助喷枪喷入低温SCR反应器中进行辅助喷氨,烟气中的NO_x被还原为N₂;

[0040] 低温SCR反应器内发生的SCR脱硝反应方程式如下:



[0044] 脱硝反应生成的N₂通过与低温SCR反应器烟气出口连接的烟囱排出;

[0045] 过热器的出口通过蒸汽分配阀还与汽轮机的蒸汽进口相连,蒸汽流过汽轮机进行膨胀做功,带动发电机转动发电,做功后的蒸汽自汽轮机蒸汽出口引出进入冷凝器进行冷凝,回收蒸汽资源。

[0046] 本发明所用脱硝剂为氨水,实际也可以将氨水替换为尿素溶液。

[0047] 本发明中第一氨水阀、第二氨水阀、第一氨水止回阀、第二氨水止回阀、氨水泵、辅助氨水泵、主喷枪和辅助喷枪均由耐腐蚀材料制造,材料包括但不限于不锈钢316L。

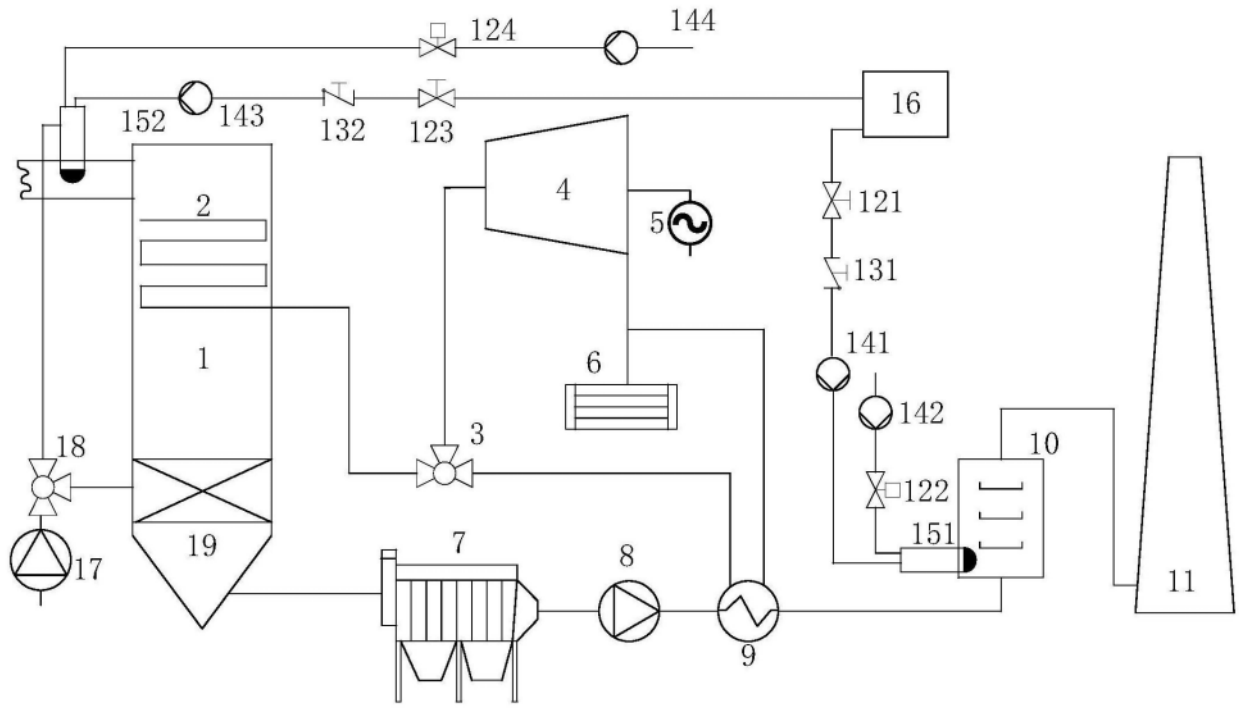


图1