



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112178675 A

(43) 申请公布日 2021.01.05

(21) 申请号 202011166683.X

B01J 20/34 (2006.01)

(22) 申请日 2020.10.27

(71) 申请人 西安热工研究院有限公司
地址 710048 陕西省西安市碑林区兴庆路
136号

申请人 西安西热节能技术有限公司

(72) 发明人 马汀山 吕凯 王妍 张建元
居文平 黄嘉骊 林轶 王春燕
杨利 郑天帅 王东晔 刘学亮

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

代理人 朱海临

(51) Int.Cl.

F23J 15/06 (2006.01)

F28D 21/00 (2006.01)

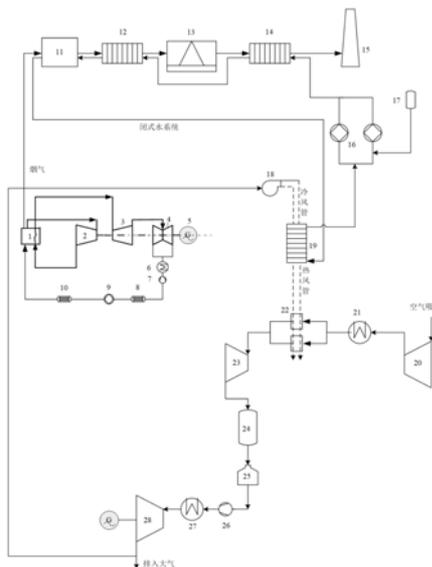
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

利用火电机组烟气余热实现纯化分子筛活化的加热系统

(57) 摘要

本发明公开了一种利用火电机组烟气余热实现纯化分子筛活化的加热系统,空气纯化分子筛活化系统与液态压缩空气储能系统相连,用于去除空气中的水分、二氧化碳及杂质;闭式循环水系统包括稳压水箱和闭式循环水泵,循环水依次经除尘器和空气预热器后与进入空气纯化分子筛活化系统的纯净空气进行换热。本发明采用闭式循环水为热载体,有效回收利用火电机组锅炉烟气余热以梯级加热的方式实现空气纯化分子筛吸附能力。本发明增设风机和风道建立强制机械通风系统,增设闭式循环水泵管道以及换热器建立烟气余热回收系统,以闭式循环水为载体,将火电机组烟气余热回收利用,高温热水进入翅片式换热器,空气流经翅片式换热器升温后进入空气纯化分子筛,使其活化。



1. 利用火电机组烟气余热实现纯化分子筛活化的加热系统,其特征在于,包括:

燃煤发电机组,所述燃煤发电机组中锅炉(1)的省煤器出口依次连接空气预热器(11)、除尘器(13)以及烟囱(15);

空气纯化分子筛活化系统,所述空气纯化分子筛活化系统与液态压缩空气储能系统相连,用于去除空气中的水分、二氧化碳及其他杂质;液态压缩空气储能系统的出口连接液态压缩空气释能系统;

液态压缩空气释能系统,所述液态压缩空气释能系统的排气分为两路,一路排入大气,一路作为纯净空气进入空气纯化分子筛活化系统;

闭式循环水系统,所述闭式循环水系统包括稳压水箱(17)和闭式循环水泵(16),循环水依次流经设置在除尘器(13)和烟囱(15)之间的烟气-水换热器(19)、空气预热器(11)和除尘器(13)之前的烟气-水换热器(19)、空气预热器(11)内部换热器,梯级吸热升温后进入水-气换热器(19),与进入空气纯化分子筛活化系统的纯净空气进行换热,作为热载体,将烟气热量传递给纯净空气。

2. 根据权利要求1所述的利用火电机组烟气余热实现纯化分子筛活化的加热系统,其特征在于,所述燃煤发电机组包括锅炉(1),所述锅炉(1)的新蒸汽出口连接高压缸(2)的进汽口,高压缸(2)的排汽口与锅炉(1)的再热器入口相连,锅炉(1)的再热器出口连接中压缸(3)的进汽口,中压缸(3)的排汽口连接低压缸(4)的进汽口相连,低压缸(4)的排汽依次连接凝汽器(6)、凝结水泵(7)、低压加热器组(8)、给水泵组(9)和高压加热器组(10);高压加热器组(10)的出口与锅炉(1)相连;高压缸(2)、中压缸(3)和低压缸(4)同轴连接,共同驱动发电机(5)发电。

3. 根据权利要求2所述的利用火电机组烟气余热实现纯化分子筛活化的加热系统,其特征在于,所述空气纯化分子筛活化系统包括水-气换热器(19)和空气纯化分子筛(22);水-气换热器(19)的热侧与闭式循环水系统相连;空气纯化分子筛(22)的入口与液态压缩空气储能系统的空气冷却器(21)相连,出口与制冷膨胀机(23)相连;空气纯化分子筛(22)的活化热源来自经水-气换热器(19)加热的液态压缩空气释能系统的一路排气。

4. 根据权利要求3所述的利用火电机组烟气余热实现纯化分子筛活化的加热系统,其特征在于,所述液态压缩空气释能系统的排气一部分外排至大气中,另一部分进入风机(18),风机(18)的出口通过冷风管(29)连接水-气换热器(19)的冷侧入口,水-气换热器(19)的冷侧出口通过热风管(30)与空气纯化分子筛(22)相连,为其供热。

5. 根据权利要求1所述的利用火电机组烟气余热实现纯化分子筛活化的加热系统,其特征在于,所述闭式循环水泵(16)包括两组并联的水泵。

6. 根据权利要求1所述的利用火电机组烟气余热实现纯化分子筛活化的加热系统,其特征在于,所述液态压缩空气储能系统包括空气压缩机(20),空气压缩机(20)的出口连接空气冷却器(21),空气冷却器(21)的出口连接空气纯化分子筛活化系统,空气纯化分子筛活化系统的出口依次连接制冷膨胀机(23)和气液分离器(24),气液分离器(24)的液态出口连接液化空气存储装置(25)的入口,液化空气存储装置(25)的出口连接液态压缩空气释能系统。

7. 根据权利要求6所述的利用火电机组烟气余热实现纯化分子筛活化的加热系统,其特征在于,所述液态压缩空气释能系统包括升压泵(26),升压泵(26)的入口连接液化空气

存储装置 (25) 的出口, 升压泵 (26) 的出口依次连接空气加热器 (27) 和空气膨胀发电机 (28)。

利用火电机组烟气余热实现纯化分子筛活化的加热系统

【技术领域】

[0001] 本发明属于储能方面的动力传动技术领域,涉及一种利用火电机组烟气余热实现纯化分子筛活化的加热系统。

【背景技术】

[0002] 截止2019年底,光伏、风电累计装机容量分别达到2.05、2.1亿千瓦,占总装机容量(20.1亿千瓦)的10.2%和10.4%;年总发电量分别达到2243、4057亿千瓦时,占年总发电量(73253亿千瓦)的3%和5.5%,新能源电力未来将大幅快速发展,要求火电机组在当前基础上进一步挖掘调峰潜力。具备波动性及间歇性特点的可再生能源电能大规模并网,对电网削峰填谷、安全稳定运行水平提出了更高要求。建设大规模储能装置,提升电力系统运行灵活性及安全性,是解决新能源高比例消纳问题的有效途径。

[0003] 目前,储能技术主要有抽水蓄能、压缩空气储能、电化学储能。抽水蓄能技术成熟,效率较高,但存在地理位置限制等问题,难以大规模推广;电化学电池储能技术响应快、体积小、建设周期短,但存在整体寿命短、工业污染大等缺点。液态压缩空气储能技术具有寿命长、环境污染小、运行维护费用低等特点,具备规模化推广应用潜力。

[0004] 空气纯化分子筛是与火电机组耦合的液态压缩空气储能系统的关键设备之一,其作用为吸附净化空气中的水分、二氧化碳和乙炔等,为立式布置,主要包括分子筛吸附罐(一运一倍)、加热设备、相关附属管路及阀门等。储能阶段高压空气进入分子筛吸附;释能阶段,分子筛卸压至常压,由空气经电加热器升温的高温空气热吹处理,降低吸附罐内吸附能力,从而将吸附其上的水滴、二氧化碳及乙炔等杂质释放并跟随热吹气流及后续冷吹气流排至大气,纯化分子筛实现“活化”,以待下一个储能阶段使用。

[0005] 目前最常用的“活化”方式是电加热方式,即设置一套电加热设备,空气流经电加热设备升温后进入分子筛热吹处理。该方式采用电力作为“活化”热源,系统简单,但存在能耗较高等缺点。

【发明内容】

[0006] 本发明的目的在于解决现有技术中的问题,提供一种利用火电机组烟气余热实现纯化分子筛活化的加热系统。

[0007] 为达到上述目的,本发明采用以下技术方案予以实现:

[0008] 利用火电机组烟气余热实现纯化分子筛活化的加热系统,包括:

[0009] 燃煤发电机组,所述燃煤发电机组中锅炉的省煤器出口依次连接空气预热器、除尘器以及烟囱;

[0010] 空气纯化分子筛活化系统,所述空气纯化分子筛活化系统与液态压缩空气储能系统相连,用于去除空气中的水分、二氧化碳及其他杂质;液态压缩空气储能系统的出口连接液态压缩空气释能系统;

[0011] 液态压缩空气释能系统,所述液态压缩空气释能系统的排气分为两路,一路排入

大气,一路作为纯净空气进入空气纯化分子筛活化系统;

[0012] 闭式循环水系统,所述闭式循环水系统包括稳压水箱和闭式循环水泵,循环水依次流经设置在除尘器和烟囱之间的烟气-水换热器、空气预热器和除尘器之前的烟气-水换热器、空气预热器内部换热器,梯级吸热升温后进入水-气换热器,与进入空气纯化分子筛活化系统的纯净空气进行换热,作为热载体,将烟气热量传递给纯净空气。

[0013] 本发明进一步的改进在于:

[0014] 所述燃煤发电机组包括锅炉,所述锅炉的新蒸汽出口连接高压缸的进汽口,高压缸的排汽口与锅炉的再热器入口相连,锅炉的再热器出口连接中压缸的进汽口,中压缸的排汽口连接低压缸的进汽口相连,低压缸的排汽依次连接凝汽器、凝结水泵、低压加热器组、给水泵组和高压加热器组;高压加热器组的出口与锅炉相连;高压缸、中压缸和低压缸同轴连接,共同驱动发电机发电。

[0015] 所述空气纯化分子筛活化系统包括水-气换热器和空气纯化分子筛;水-气换热器的热侧与闭式循环水系统相连;空气纯化分子筛的入口与液态压缩空气储能系统的空气冷却器相连,出口与制冷膨胀机相连;空气纯化分子筛的活化热源来自经水-气换热器加热的液态压缩空气释能系统的一路排气。

[0016] 所述液态压缩空气释能系统的排气一部分外排至大气中,另一部分进入风机,风机的出口通过冷风管连接水-气换热器的冷侧入口,水-气换热器的冷侧出口通过热风管与空气纯化分子筛相连,为其供热。

[0017] 所述闭式循环水泵包括两组并联的水泵。

[0018] 所述液态压缩空气储能系统包括空气压缩机,空气压缩机的出口连接空气冷却器,空气冷却器的出口连接空气纯化分子筛活化系统,空气纯化分子筛活化系统的出口依次连接制冷膨胀机和气液分离器,气液分离器的液态出口连接液化空气存储装置的入口,液化空气存储装置的出口连接液态压缩空气释能系统。

[0019] 所述液态压缩空气释能系统包括升压泵,升压泵的入口连接液化空气存储装置的出口,升压泵的出口依次连接空气加热器和空气膨胀发电机。

[0020] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0021] 本发明采用闭式循环水为热载体,有效回收利用火电机组锅炉烟气余热以梯级加热的方式实现空气纯化分子筛吸附能力。本发明增设风机和风道建立强制机械通风系统,增设闭式循环水泵、管道以及换热器建立烟气余热回收系统,以闭式循环水为载体,将火电机组烟气余热回收利用,高温热水以串联方式进入设置在除尘器和烟囱之间、空气预热器和除尘器之间的烟气-水换热器、空气预热器(11)内部换热器,吸收烟气余热后进入设置在风道内的翅片式换热器,空气流经翅片式换热器升温后进入空气纯化分子筛,使其活化。与传统的电加热方式相比,本发明能够有效利用火电机组烟气废热,大幅降低运行成本。

【附图说明】

[0022] 为了更清楚的说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0023] 图1为本发明的系统示意图。

[0024] 其中,1-锅炉,2-高压缸,3-中压缸,4-低压缸,5-发电机,6-凝汽器,7-凝结水泵,8-低压加热器组,9-给水泵,10-高压加热器组,11-空气预热器,12-低温省煤器,13-除尘器,14-低低温省煤器,15-烟囱,16-闭式循环水泵,17-稳压水箱,18-风机,19-水-气换热器,20-空气压缩机,21-空气冷却器,22-空气纯化分子筛,23-制冷膨胀机,24-气液分离器,25-液化空气存储装置,26-升压泵,27-空气加热器,28-空气膨胀发电机,29-冷风管,30-热风管。

【具体实施方式】

[0025] 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。

[0026] 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。

[0027] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0028] 在本发明实施例的描述中,需要说明的是,若出现术语“上”、“下”、“水平”、“内”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,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”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0029] 此外,若出现术语“水平”,并不表示要求部件绝对水平,而是可以稍微倾斜。如“水平”仅仅是指其方向相对“竖直”而言更加水平,并不是表示该结构一定要完全水平,而是可以稍微倾斜。

[0030] 在本发明实施例的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,若出现术语“设置”、“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;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。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。

[0031] 下面结合附图对本发明做进一步详细描述:

[0032] 参见图1,本发明利用火电机组烟气余热实现纯化分子筛活化的加热系统,包括燃煤发电机组汽水热力循环系统、液态压缩空气储能系统、液态压缩空气释能系统和空气纯化分子筛活化系统。

[0033] 燃煤发电机组中锅炉1的省煤器出口依次连接空气预热器11、除尘器13以及烟囱15;燃煤发电机组包括锅炉1,锅炉1的新蒸汽出口连接高压缸2的进汽口,高压缸2的排汽口与锅炉1的再热器入口相连,锅炉1的再热器出口连接中压缸3的进汽口,中压缸3的排汽口

连接低压缸4的进汽口相连,低压缸4的排汽依次连接凝汽器6、凝结水泵7、低压加热器组8、给水泵组9和高压加热器组10;高压加热器组10的出口与锅炉1相连;高压缸2、中压缸3和低压缸4同轴连接,共同驱动发电机5发电。

[0034] 空气纯化分子筛活化系统,空气纯化分子筛活化系统与液态压缩空气储能系统相连,用于去除空气中的水分、二氧化碳及其他杂质;液态压缩空气储能系统的出口连接液态压缩空气释能系统;空气纯化分子筛活化系统包括水-气换热器19和空气纯化分子筛22;水-气换热器19的热侧与闭式循环水系统相连;空气纯化分子筛22的入口与液态压缩空气储能系统的空气冷却器21相连,出口与制冷膨胀机23相连;空气纯化分子筛22的活化热源来自经水-气换热器(19)加热的液态压缩空气释能系统的一路排气。

[0035] 液态压缩空气储能系统包括空气压缩机20,空气压缩机20的出口连接空气冷却器21,空气冷却器21的出口连接空气纯化分子筛活化系统,空气纯化分子筛活化系统的出口依次连接制冷膨胀机23和气液分离器24,气液分离器24的液态出口连接液化空气存储装置25的入口,液化空气存储装置25的出口连接液态压缩空气释能系统。

[0036] 液态压缩空气释能系统包括升压泵26,升压泵26的入口连接液化空气存储装置25的出口,升压泵26的出口依次连接空气加热器27和空气膨胀发电机28。液态压缩空气释能系统,液态压缩空气释能系统的排气分为两路,一路排入大气,一路作为纯净空气进入空气纯化分子筛活化系统;液态压缩空气释能系统的排气一部分外排至大气中,另一部分进入风机18,风机18的出口通过冷风管29连接水-气换热器19的冷侧入口,水-气换热器19的冷侧出口通过热风管30与空气纯化分子筛22相连,为其供热。

[0037] 闭式循环水系统,闭式循环水系统包括稳压水箱17和闭式循环水泵16,循环水依次流经设置在除尘器13和烟囱15之间的烟气-水换热器、空气预热器11和除尘器13之间的烟气-水换热器、空气预热器11内部换热器,梯级吸热升温后进入水-气换热器19,与进入空气纯化分子筛活化系统的纯净空气进行换热,作为热载体,将烟气热量传递给纯净空气。闭式循环水泵16包括两组并联的水泵。

[0038] 本发明的工作过程:

[0039] 锅炉1出口新蒸汽依次经过汽轮机高压缸2做功后返回锅炉1再热器二次提温后,再进入中压缸3和低压缸4做功驱动发电机5发电,低压缸4排汽进入凝汽器6冷凝,依次流经凝结水泵7、低压加热器组8、给水泵组9和高压加热器组10后进入锅炉1吸热,完成燃煤发电机组汽水热力系统循环。

[0040] 锅炉1省煤器出口烟气依次经过空气预热器11、除尘器13后进入烟囱15。

[0041] 系统的储能过程:空气经压缩机20加压后进入空气冷却器21降温后进入纯化分子筛22去除水分、二氧化碳等杂质后再进入制冷膨胀机23实现深度降温,在气液分离器24实现空气的液态和气态分离,液态进入液化空气存储装置25,此为空气的液化压缩储能过程。

[0042] 系统的释能过程:液化空气存储装置25出口的液化空气经升压泵26加压,再经空气加热器27升温后进入空气膨胀发电机28做功,排气分为两路,一路排入大气环境,一路作为纯净空气进入空气纯化分子筛活化系统。

[0043] 火电机组空气预热器入口烟气温度约为300℃,出口烟气温度约为120℃,电除尘后烟气温度约为90℃,锅炉烟气余热满足空气纯化分子筛“活化”系统的要求。锅炉烟气流道内的压力较低、比容极大,直接抽取烟气用于加热空气的难度较大,比较可行的办法是设

置闭式循环水系统作为热载体,回收利用锅炉烟气余热后进入翅片式换热器加热风机出口冷风。

[0044] 本发明的主要内容:

[0045] 分别在锅炉1的空气预热器11内部、及其和除尘器13之间、除尘器13后的烟气流道内分别设置管壳式换热器,称之为低温省煤器12和低低温省煤器14。经闭式循环水泵16加压的循环水依次流经除尘器后的低低温省煤器14、低温省煤器12和空气预热器11内换热器梯级吸热,高温水作为热源进入水-气换热器19,水-气换热器19采用翅片强化换热的管式换热结构,管内通入高温热水。空气膨胀发电机28排气一部分经风管进入风机18加压后穿过水-气换热器19实现升温,高温空气进入空气纯化分子筛22进行热吹处理后排至大气环境。水-气换热器19的出口冷水再进入闭式循环水泵16,完成循环。为维持闭式循环水管网压力稳定以及质量平衡,设置了稳压水箱17,补水点设置在闭式循环水泵16入口。此外,为增强换热效果,闭式循环水和烟气、闭式循环水和空气均为逆流设置。

[0046] 采用火电机组锅炉烟气余热作为热源实现空气纯化分子筛吸附能力恢复,取消了电加热方式的发电机的能量转换环节,大幅降低运行成本。

[0047] 空气纯化分子筛“活化”系统,要求热空气温度不低于170℃。以10MW液态压缩空气储能系统为例,空气量为21000Nm³/h,入口空气温度约为20℃,所需热负荷约1.4MW。

[0048] 火电机组空气预热器入口烟气温度约为300℃,出口烟气温度约为120℃,电除尘后烟气温度约为90℃,锅炉烟气余热满足空气纯化分子筛“活化”系统的要求。锅炉烟气流道内的压力较低、比容极大,直接抽取烟气用于加热空气的难度较大,比较可行的办法是设置闭式循环水系统作为热载体,依次流经除尘器后的低低温省煤器、空气预热器后的低温省煤器和空气预热器内换热器,回收利用锅炉烟气余热后进入翅片式换热器加热风机出口冷风。

[0049] 以上仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

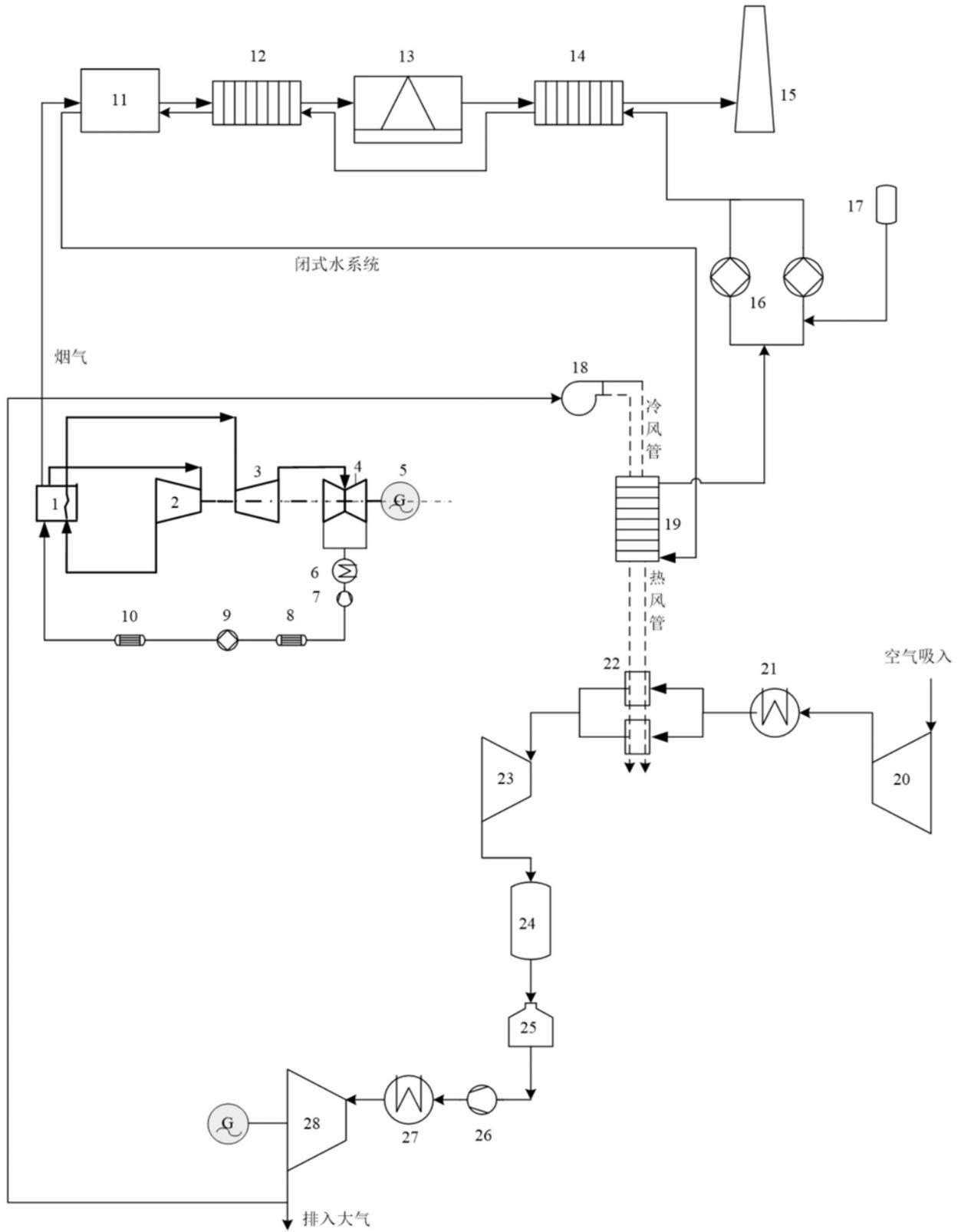


图1