



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108386898 B

(45)授权公告日 2019.03.15

(21)申请号 201810166900.1

F25B 41/00(2006.01)

(22)申请日 2018.02.28

F25B 43/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

F25B 40/06(2006.01)

申请公布号 CN 108386898 A

审查员 曹斌宏

(43)申请公布日 2018.08.10

(73)专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72)发明人 潘利生 李利峰 李冰 史维秀
魏小林

(74)专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉

(51)Int.Cl.

F24D 15/02(2006.01)

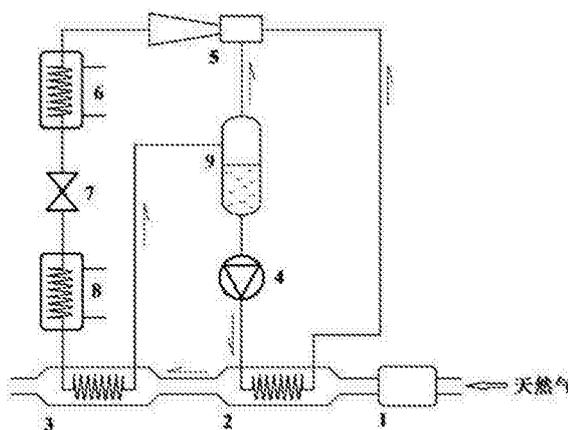
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种天然气高效供热系统

(57)摘要

本发明提供了一种天然气高效供热系统,主要包括:燃烧器、加热器、二级蒸发器、工质泵、引射器、冷却器、节流阀、一级蒸发器、气液分离器、回热器。该系统在充分利用天然气燃烧后烟气的显热和潜热的同时,亦利用部分环境空气中的低品位热能,向外界热用户供热的系统。在相同燃气消耗的基础上,可以大幅提升供热量,降低供热成本。亦有助于降低排烟湿度,将烟气中水蒸气凝结,节约水资源。



1. 一种天然气高效供热系统,其特征在于,包括:燃烧器、加热器、二级蒸发器、工质泵、引射器、冷却器、节流阀、一级蒸发器、气液分离器;

通过烟道,所述燃烧器与所述加热器的烟气侧进口连通,所述加热器的烟气侧出口与所述二级蒸发器的烟气侧进口连通;进入所述燃烧器的天然气燃烧产生的高温高水蒸气含量的烟气通过烟道依次进入所述加热器和二级蒸发器与其中的循环工质换热,其中的水蒸气液化为冷凝水通过设在所述二级蒸发器上的凝水管道流出回收,降温后的高温烟气通过烟道排出;

通过管道,所述加热器的工质侧出口与所述引射器的高压进口连通,所述引射器的高压出口与所述冷却器连通,所述冷却器依次与所述节流阀、所述一级蒸发器的工质侧进口连通,所述一级蒸发器的工质侧出口与所述二级蒸发器的工质侧进口连通,所述二级蒸发器的工质侧出口与所述气液分离器的进口连通,所述气液分离器的气相出口与所述引射器的低压引射入口连通,所述气液分离器的液相出口与所述工质泵的进口连接,所述工质泵的出口与加热器的工质侧进口连通;

所述加热器中的循环工质吸收热量后变为高温高压超临界状态,通过所述高压进口进入所述引射器引射从所述气液分离器出来的饱和气态循环工质,二者混合通过扩压室增压后达到稳定的中温中压状态,然后进入所述冷却器与供热回水换热被冷却至近临界状态,供热回水吸收热量成为供热供水,向外界用户提供工业或生活热水;

换热后近临界状态的循环工质,经所述节流阀节流降温降压达到气液两相状态,之后进入所述一级蒸发器并与其中的放热介质环境空气换热,吸收其中的低品位热能,之后进入所述二级蒸发器与从所述加热器出来的高温烟气换热,烟气深度降温,其中的水蒸气冷凝并通过凝水管道流出回收;低温低压状态的循环工质吸收热量后进入所述气液分离器被分离成饱和气态工质和饱和液态工质,饱和气态工质被从所述加热器出来的高温高压超临界状态的循环工质引射进入所述引射器继续参与上述循环;饱和液态工质经所述工质泵加压后进入所述加热器吸收热量后继续参与上述循环。

2. 根据权利要求1所述的天然气高效供热系统,其特征在于,还包括回热器,通过管道,所述回热器的低压侧进口与所述冷却器的出口连通,所述回热器的低压侧出口与所述节流阀的进口连通;经所述冷却器冷却释放部分热量的循环工质经低压侧进口进入所述回热器再次进行放热冷却至近临界状态,之后经节流阀降温降压达到气液两相状态;

所述回热器的高压侧进口与所述工质泵的出口连通,所述回热器高压侧出口与所述加热器的工质侧进口连通;从所述气液分离器出来的饱和液态工质经所述工质泵加压后经高压侧进口进入所述回热器的高压侧,与所述回热器的低压侧温度较高的循环工质换热,之后经高压侧出口进入所述加热器吸收热量后继续参与上述循环。

3. 根据权利要求1所述的天然气高效供热系统,其特征在于,还包括天然气锅炉,所述天然气锅炉的进口和出口分别与所述燃烧器的出口、所述加热器的进口通过烟道连通。

4. 根据权利要求1所述的天然气高效供热系统,其特征在于,还包括用于加热烟道中的烟气,促其排出烟囱的烟气加热器,所述烟气加热器设在所述二级蒸发器的烟道出口端,烟气加热器工质侧设在引射器出口与冷却器之间,或者,烟气加热器工质侧设在冷却器后。

5. 根据权利要求1-4任一项所述的天然气高效供热系统,其特征在于,所述循环工质为CO₂。

一种天然气高效供热系统

技术领域

[0001] 本发明属于天然气供热技术领域,具体来说涉及一种运用热泵原理,在充分利用天然气燃烧后烟气热能的同时,亦利用部分环境空气中的低品位热能,向外界热用户供热的天然气供热系统。

背景技术

[0002] 燃煤锅炉供热是我国非常重要的供热方式,但随着我国环境问题日益突出,尤其是日益严重的雾霾现象引起越来越多的人关注后,采用更清洁、高效的供热方式显得尤为重要。在颗粒排放物、SO_x排放和NO_x排放方面,天然气供热方式比燃煤锅炉供热均具有显著优势,因此煤改气成为我国近几年应对空气污染的重要手段之一。

[0003] 天然气供热模式包括:天然气发电后用电供热,天然气热电联产供热,天然气锅炉直接供热,天然气发动机驱动热泵供热,天然气直燃机供热,天然气壁挂式热水器供热。已有的天然气供热模式大多只考虑到天然气燃烧产生的显热量,而且由于排烟温度接近200℃,同时天然气燃烧后的烟气中富含大量水蒸气和潜热能,这些烟气显热能、烟气潜热能和水资源被直接排放进入大气中,造成极大的能源浪费、水资源浪费和环境的热污染,亟待能够提高总体能源利用效率和节约水资源的节能环保技术。

[0004] 中国专利CN202485229U公布了一种天然气燃烧供热系统,采用两个并联的化学链燃烧反应器,可以交替进行载氧体的氧化还原过程,实现不间断供热,同时系统还具有CO₂捕集装置,可以使系统产生的CO₂转化为液态进行回收和储运,减少CO₂的排放。

[0005] 中国专利CN204693042U公布了一种供热不滞后的高压天然气减压系统,取消了传统的通过控制热水流量的旁通来控制换热量的方式,采用控制气路系统的方式来调节换热,避免了水路系统的换热因气路变化较快而满足不了热量供应的情况,从而实现供热不滞后的效果。

[0006] 中国专利CN205065892U公布了一种天然气的新型供热方式,将天然气供热与炊事装置相结合,采用板式换热器替代传统炉子,具有更高的散热效率,提高了天然气的使用效率,系统结构紧凑、经济可靠。

[0007] 上述专利公开的方案中,主要解决的问题依然是显热回收,而对于排出的烟气中的潜热以及水蒸气的回收并未有相应的解决方法。当然,在对CO₂进行回收的同时一定程度上能够回收一部分潜热,但是相当有限。而且对于整个系统的结构部件性能具有较高的要求,系统成本较高。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种天然气高效供热系统,有效回收天然气中的热能及水资源的同时向外界持续供热,同时,系统循环能耗少,天然气能源利用效率高,降低供热成本的同时节约水资源,实现了绿色排放的目的。

[0009] 为了达到上述目的,本发明的具体技术方案如下:

[0010] 一种天然气高效供热系统,包括:燃烧器、加热器、二级蒸发器、工质泵、引射器、冷却器、节流阀、一级蒸发器、气液分离器、回热器;

[0011] 通过烟道,所述燃烧器与所述加热器的烟气侧进口连通,所述加热器的烟气侧出口与所述二级蒸发器的烟气侧进口连通;进入所述燃烧室的天然气燃烧产生的高温高水蒸气含量的烟气通过烟道依次进入所述加热器和二级蒸发器与其中的循环工质换热,其中的水蒸气液化为冷凝水通过设在所述二级蒸发器上的凝水管道流出回收,降温后的高温烟气通过烟道排出;

[0012] 通过管道,所述加热器的工质侧出口与所述引射器的高压进口连通,所述引射器的高压出口与所述冷却器连通,所述冷却器依次与所述节流阀、所述一级蒸发器的工质侧进口连通,所述一级蒸发器的工质侧出口与所述二级蒸发器的工质侧进口连通,所述二级蒸发器的工质侧出口与所述气液分离器的进口连通,所述气液分离器的气相出口与所述引射器的低压引射入口连通,所述气液分离器的液相出口与所述工质泵的进口连接,所述工质泵的出口与加热器的工质侧进口连通;

[0013] 所述加热器中的循环工质吸收热量后变为高温高压超临界状态,通过所述高压进口进入所述引射器引射从所述气液分离器出来的饱和气态循环工质,二者混合通过扩压室增压后达到稳定的中温中压状态,然后进入所述冷却器与供热回水换热被冷却至近临界状态,供热回水吸收热量成为供热供水,向外界用户提供工业或生活热水;

[0014] 换热后近临界状态的循环工质,经所述节流阀节流降温降压达到气液两相状态,之后进入所述一级蒸发器并与其中的放热介质环境空气换热,吸收其中的低品位热能,之后进入所述二级蒸发器与从所述加热器出来的高温烟气换热,烟气深度降温,其中的水蒸气冷凝并通过凝水管道流出回收;低温低压状态的循环工质吸收热量后进入所述气液分离器被分离成饱和气态工质和饱和液态工质,饱和气态工质被从所述加热器出来的高温高压超临界状态的循环工质引射进入所述引射器继续参与上述循环;饱和液态工质经所述工质泵加压后进入所述加热器吸收热量后继续参与上述循环。

[0015] 进一步地,还包括回热器,通过管道,所述回热器的低压侧进口与所述冷却器的出口连通,所述回热器的低压侧出口与所述节流阀的进口连通;经所述冷却器冷却释放部分热量的循环工质经低压侧进口进入所述回热器再次进行放热冷却至近临界状态,之后经节流阀降温降压达到气液两相状态;

[0016] 所述回热器的高压侧进口与所述工质泵的出口连通,所述回热器高压侧出口与所述加热器的工质侧进口连通;从所述气液分离器出来的饱和液态工质经所述工质泵加压后经高压侧进口进入所述回热器的高压侧,与所述回热器的低压侧温度较高的循环工质换热,之后经高压侧出口进入所述加热器吸收热量后继续参与上述循环。

[0017] 进一步地,还包括天然气锅炉,所述天然气锅炉的进口和出口分别与所述燃烧室的出口、所述加热器的进口通过烟道连通。

[0018] 进一步地,还包括用于加热烟道中的烟气促其排出的烟气加热器,所述烟气加热器设在所述二级蒸发器的烟道出口端,烟气加热器工质侧设在引射器出口与冷却器之间,或者,烟气加热器工质侧设在冷却器后。

[0019] 进一步地,所述循环工质为CO₂。

[0020] 本发明提供一种天然气高效供热系统,充分利用天然气燃烧后烟气热能通过系

统循环向外界提供热能,同时能够将天然气中的潜热以及水资源回收,还可以利用部分环境空气中的低品位热能,提高整个系统的热能利用率。通过本发明提供的供热系统,在相同燃气消耗的基础上,可以提供更多的供热量,大幅提高天然气能源利用效率,降低供热成本。亦有助于降低排烟湿度,将烟气中水蒸气凝结,节约水资源,实现绿色排放。

附图说明

[0021] 图1是本发明提供的一种天然气高效供热系统图;

[0022] 图2是本发明提供的另一种天然气高效供热系统图;

[0023] 1.燃烧器,2.加热器,3.二级蒸发器,4.工质泵,5.引射器,6.冷却器,7.节流阀,8.一级蒸发器,9.气液分离器,10.回热器。

具体实施方式

[0024] 以下结合具体实施例及其附图对本发明做进一步说明。

[0025] 本发明中,以下实施方式中的循环工质均为CO₂。

[0026] 如图1所示,为本发明提供的一种实施方式的天然气供热系统图,该系统中分为燃烧烟气循环和循环工质循环。

[0027] 在烟气循环中,进入燃烧室的天然气燃烧产生的高温高水蒸气含量的烟气通过烟道依次进入加热器2和二级蒸发器3与其中的CO₂循环工质换热,其中的水蒸气液化为冷凝水通过设在二级蒸发器3上的凝水管道流出回收,释放热量后的高温烟气通过烟道排出。

[0028] 在工质循环中,加热器2中的CO₂循环工质吸收热量后变为高温高压超临界状态,通过高压进口进入引射器5引射从气液分离器9出来的饱和气态CO₂循环工质,二者混合通过扩压室增压后达到稳定的中温中压状态,然后进入冷却器6与供热回水换热被冷却至近临界状态,供热回水吸收热量成为供热供水,向外界用户提供工业或生活热水。

[0029] 换热后近临界状态的CO₂循环工质,经节流阀7节流降温降压达到气液两相状态,之后进入一级蒸发器8并与其中的放热介质环境空气换热,吸收其中的低品位热能,之后进入二级蒸发器3与从加热器2出来的高温烟气换热,烟气深度降温,其中的水蒸气冷凝并通过凝水管道流出回收。

[0030] 低温低压状态的CO₂循环工质吸收热量后进入气液分离器9被分离成饱和气态工质和饱和液态工质,饱和气态工质被从加热器2出来的高温高压超临界状态的液态CO₂循环工质引射进入引射器5继续参与上述循环;饱和液态工质经工质泵4加压后进入加热器2吸收热量后继续参与上述循环。

[0031] 本实施方式提供的天然气高效供热系统,充分利用天然气燃烧产生的高温烟气中的潜热对系统中的CO₂循环工质进行加热,实现整个系统循环过程中对外界的供热需求,同时,将产生的水蒸气冷凝回收,实现天然气燃烧潜热和水的回收利用。

[0032] 如图2所示,为本发明提供的另一个实施方式的天然气高效供热系统图,其中增设了回热器10,当供热回水温度偏高,不足以将CO₂循环工质冷却至近临界状态时,需在系统中增设回热器10,利用从工质泵4出来的低温CO₂循环工质对从冷却器6出来的CO₂循环工质进一步冷却降温,将其冷却至近临界状态。若冷却器6中的冷却介质温度足够低,能够将CO₂循环工质冷却至临界状态,则采用不带回热器10的系统。

[0033] 通过管道,回热器10的低压侧进口与冷却器6的出口连通,回热器10的低压侧出口与节流阀7的进口连通;经冷却器6冷却释放部分热量的循环工质经低压侧进口进入回热器10再次进行放热冷却至近临界状态,之后经节流阀7降温降压达到气液两相状态。

[0034] 回热器10的高压侧进口与工质泵4的出口连通,回热器10高压侧出口与加热器2的工质侧进口连通;从气液分离器9出来的饱和液态工质经工质泵4加压后经高压侧进口进入回热器10的高压侧,与回热器10的低压侧温度较高的循环工质换热,之后经高压侧出口进入加热器2吸收热量后继续参与上述循环。

[0035] 为了提高烟气潜热利用率,当供热回水的吸收热量有限,无法将高温烟气降低至预设温度范围时,可以在燃烧器1的出口端连接天然气锅炉,天然气锅炉排烟再依次进入加热器2和二级蒸发器3与循环工质进行换热。

[0036] 当然,如果二级蒸发器3出来的烟气,经过冷却除湿后,温度过低,可能导致烟气密度过大,无法在烟囱内产生足够的向上的升力,从而影响正常排烟,影响系统正常运行。针对这一问题,可在二级蒸发器3的烟气出口增设烟气加热器2,利用高温烟气的热量对二级蒸发器3出来的烟气进行小幅加热之后促使烟气顺利排出。或者也可在二级蒸发器3与冷却器6之间增设烟气加热器2,烟气加热器2的烟气侧进口与二级蒸发器3的烟气侧出口连通,烟气加热器2的工质侧进口与冷却器6工质侧出口连通,烟气加热器2的工质侧出口与节流阀7进口或回热器10低压侧进口连通,采用高温循环工质对二级蒸发器3出来的烟气进行小幅加热,实现低湿度烟气顺利排烟。

[0037] 本发明提供的天然气高效供热系统,在充分利用天然气燃烧后烟气的显热和潜热的同时,也可以利用部分环境空气中的低品位热能,提高热能利用率,并实现了天然气高湿烟气中的水回收,减少了对环境的污染。

[0038] 以上,虽然说明了本发明的几个实施方式,但是这些实施方式只是作为例子提出的,并非用于限定本发明的范围。对于这些新的实施方式,能够以其他各种方式进行实施,在不脱离本发明的要旨的范围内,能够进行各种省略、置换、及变更。这些实施方式和其变形,包含于本发明的范围和要旨中的同时,也包含于权利要求书中记载的发明及其均等范围内。

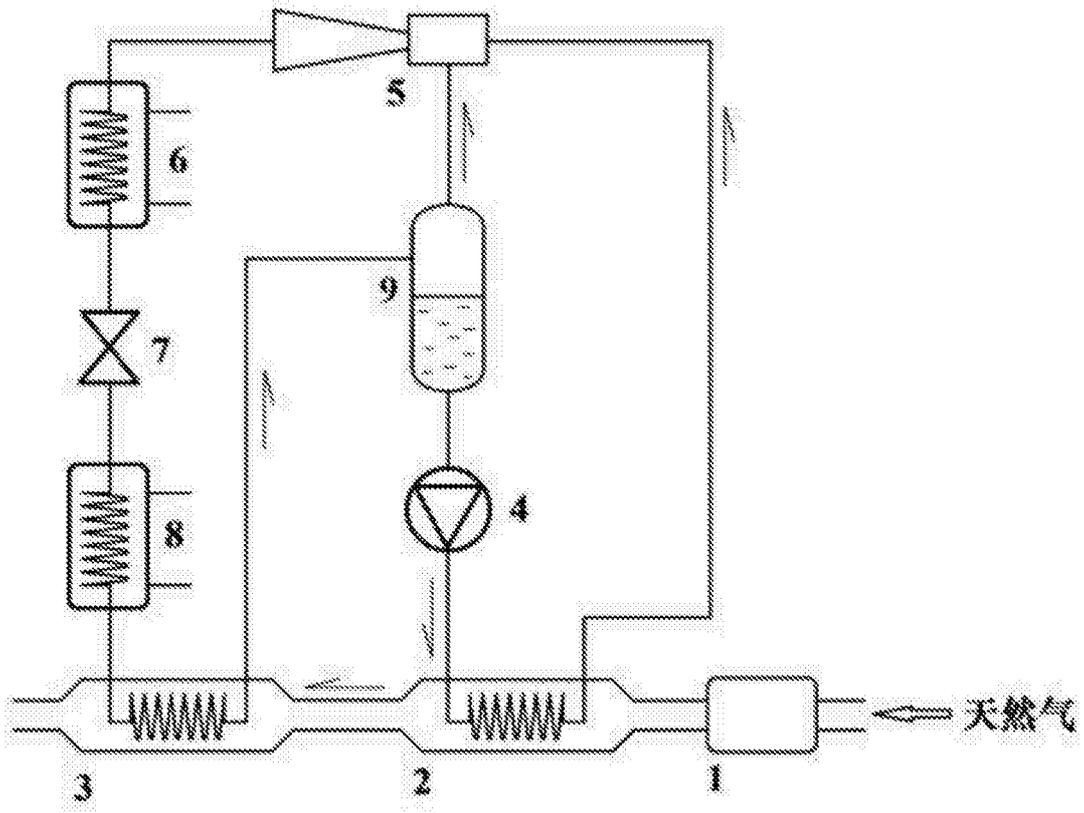


图1

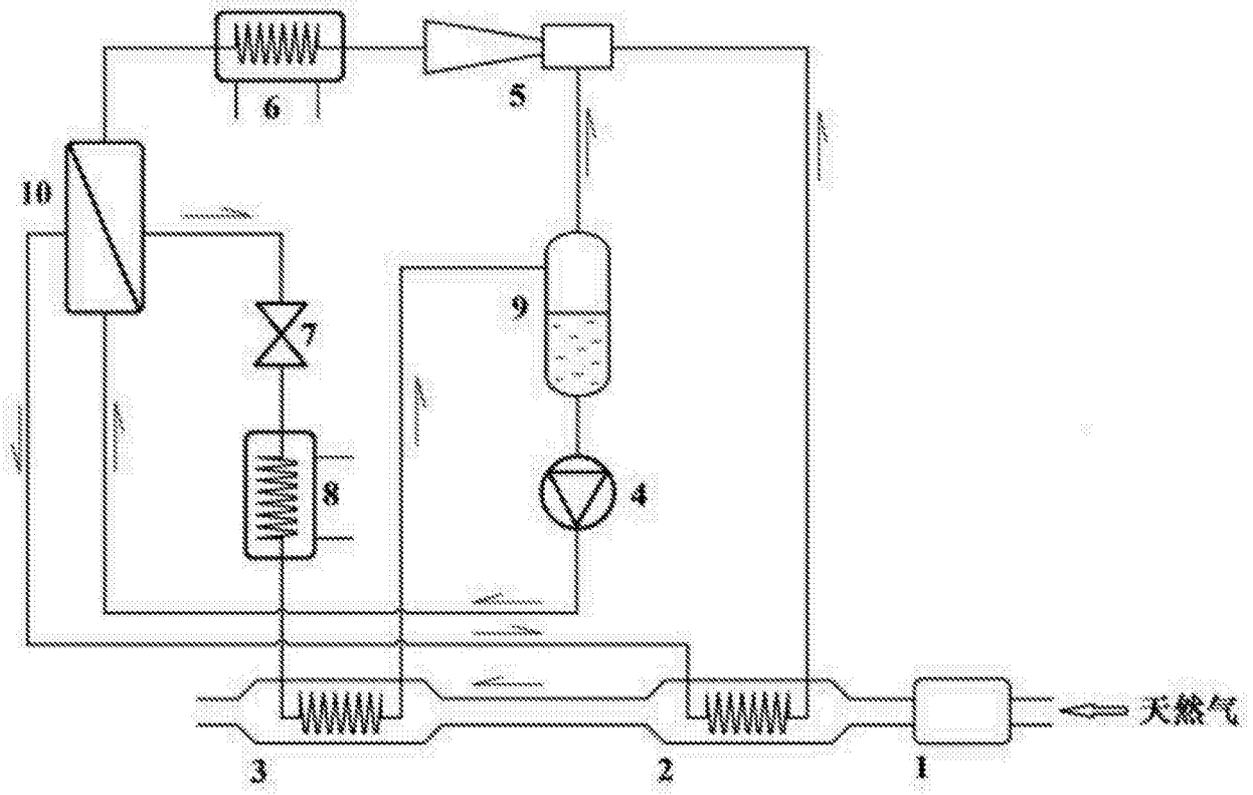


图2