



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105841390 B

(45)授权公告日 2018.06.26

(21)申请号 201610203393.5

F25B 41/00(2006.01)

(22)申请日 2016.03.31

F24H 4/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105841390 A

(43)申请公布日 2016.08.10

(73)专利权人 山东省食品发酵工业研究设计院

地址 250013 山东省济南市历下区解放路
41号

专利权人 韩广钧

(56)对比文件

CN 1673650 A, 2005.09.28,

CN 1172240 A, 1998.02.04,

CN 203053084 U, 2013.07.10,

CN 104620063 A, 2015.05.13,

US 2015075206 A1, 2015.03.19,

审查员 李冬

(72)发明人 韩广钧 刘学来 苏保玲

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 赵敏玲

(51)Int.Cl.

F25B 27/00(2006.01)

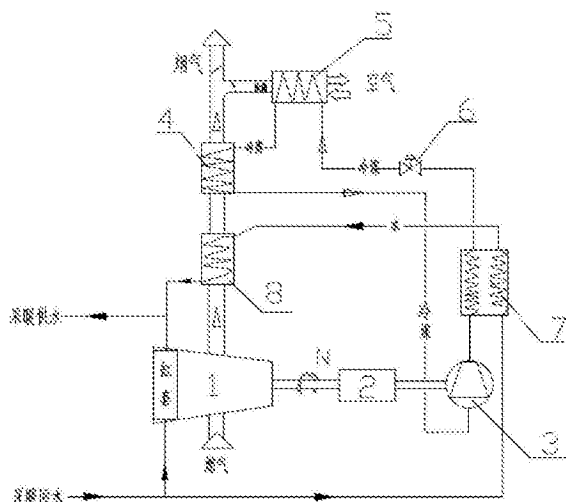
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种用于集中供热系统的燃气驱动空气源
热泵供热机组

(57)摘要

本发明公开了一种用于集中供热系统的燃气驱动空气源热泵供热机组,包括内燃机,内燃机、压缩机、冷凝器和烟气余热回收器依次连接,构成燃气供暖热水系统;冷凝器还与第一蒸发器连接,第一蒸发器回连至压缩机,构成空气源热泵冷媒系统;烟气余热回收器设于内燃机的烟气管道上,烟气余热回收器的出水管路与供热系统的供水管道连接,供热系统将循环高温水供给用户。采用内燃机驱动热泵抽取空气中的热量,然后将余热继续用于供热系统,其综合热能转化率可达200%,热能转化率高。通过提高冷凝压力,冷凝器的出水温度可达60℃以上,冷凝器出水再经过设置在内燃机排气管道上的烟气余热回收器进一步吸收烟气热量,供水温度最高可达85℃。



1. 一种用于集中供热系统的燃气驱动空气源热泵供热机组,其特征是,包括内燃机,所述内燃机、压缩机、冷凝器和烟气余热回收器依次连接,构成燃气供暖热水系统;所述冷凝器还与第一蒸发器连接,冷凝器和第一蒸发器之间设有节流阀,第一蒸发器回连至压缩机,构成空气源热泵冷媒系统;所述烟气余热回收器设于内燃机的烟气管道上,烟气余热回收器的出水管路与供热系统的供水管道连接,供热系统将循环高温水供给用户;

所述内燃机的烟气管道上设有第二蒸发器,所述第二蒸发器一端与第一蒸发器连接,第二蒸发器的另一端与压缩机连接;

所述内燃机的烟气管道还与第一蒸发器的除霜装置连接;

供热系统的回水管道与冷凝器连接,由供热系统、冷凝器和烟气余热回收器构成循环供水回路;

所述内燃机带有缸套冷却系统,所述缸套冷却系统的入口与供热系统的回水管道连接,缸套冷却系统的出口与烟气余热回收器的出水管路连接。

2. 如权利要求1所述的一种用于集中供热系统的燃气驱动空气源热泵供热机组,其特征是,所述内燃机和压缩机之间设有无级变速器。

3. 如权利要求2所述的一种用于集中供热系统的燃气驱动空气源热泵供热机组,其特征是,所述无级变速器的传动比为1-2.5。

4. 如权利要求1-3任一所述的一种用于集中供热系统的燃气驱动空气源热泵供热机组,其特征是,所述压缩机为螺杆式压缩机或涡旋式压缩机。

一种用于集中供热系统的燃气驱动空气源热泵供热机组

技术领域

[0001] 本发明涉及一种燃气驱动空气源热泵供热机组,特别是一种用于集中供热系统的燃气驱动空气源热泵供热机组。

背景技术

[0002] 燃气引擎驱动热泵(Gas engine driven Heat Pump缩写为GHP)主要指应用于多联式冷媒空调系统的多用途机组。其特点是以冷媒(制冷剂)为室内机循环介质,一般采用活塞压缩机。现有GHP技术可以通过空调方式用于室内采暖,不能用于集中供热系统,主要技术原因是受压缩比和冷凝(蒸发)压力的限制,最佳冷凝温度设计值是50℃左右,如果再通过板式换热器制取热水的话,实际供水温度在45℃左右,效率低,输送成本高,无法满足集中供热要求。

[0003] 目前山东全省集中供热平均普及率只有63%,比较发达的济南市实际缺口大概有7000万米²。一些影响供热可持续发展的矛盾和问题也日益凸显,制约了供热事业的健康发展。主要表现在:我国是以燃煤为主的供热国家,山东省不是产煤大省,热电联产总装机容量却是全国第一。这几年锅炉排烟采用了多种除尘、脱硫、脱销技术措施,排放标准不断修订、越来越严,可是空气污染却越来越重。所以燃煤锅炉为热源的城市供热不可能无限制发展,或者说是不可持续的,而全省集中供热需求却平均每年以4000多万平方米速度增长,那么解决的办法就是要靠创新,靠发展模式创新、靠技术创新,按照《供热条例》提出的集中供热必须鼓励利用天然气等清洁能源和太阳能、水能、生物质能、地热能等可再生能源发展供热事业,完善供热基础设施配套。

[0004] 目前大量应用于区域集中供热的空气源热泵机组是以电为驱动能源,能效比大约在2-2.5之间,最高供水温度为65℃,压缩机以定频涡旋压缩机居多,容量小,应用于集中供热时占地面积过大,在电网容量不足的地区用电来供暖不应提倡,而且,采用电作为驱动能源,用电量的增加意味着火电厂排放量的增加,增加了总污染。

发明内容

[0005] 本发明的目的是为克服上述现有技术的不足,提供一种供热温度最高可达85℃、污染小、供热成本低、能够满足集中供热系统的燃气驱动空气源热泵供热机组。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用下述技术方案:

[0007] 一种用于集中供热系统的燃气驱动空气源热泵供热机组,包括内燃机,所述内燃机、压缩机、冷凝器和烟气余热回收器依次连接,构成燃气供暖热水系统;所述冷凝器还与第一蒸发器连接,第一蒸发器回连至压缩机,构成空气源热泵冷媒系统;所述烟气余热回收器设于内燃机的烟气管道上,烟气余热回收器的出水管路与供热系统的供水管道连接,供热系统将循环高温水供给用户。

[0008] 优选的,所述内燃机的烟气管道上还设有第二蒸发器,所述第二蒸发器一端与第一蒸发器连接,第二蒸发器的另一端与压缩机连接;内燃机的排烟先经烟气余热回收器直

接加热供热系统循环水后进入第二蒸发器,二次利用内燃机烟气的余热。

[0009] 所述内燃机的烟气管道还与第一蒸发器的除霜装置连接;内燃机烟气的余热还可以用于第一蒸发器的自动除霜,实现不停机除霜。

[0010] 所述冷凝器和第一蒸发器之间设有节流阀;可选用电子膨胀阀或热力膨胀阀,压缩机内的制冷剂经过节流阀进行节流和降压。

[0011] 供热系统的回水管道与冷凝器连接,由供热系统、冷凝器和烟气余热回收器构成循环供水回路;供热系统的回水经过冷凝器换热升温后再由烟气余热回收器进一步吸收烟气的热量,进一步升高水温,供给用户。

[0012] 所述内燃机带有缸套冷却系统,所述缸套冷却系统的入口与供热系统的回水管道连接,缸套冷却系统的出口与烟气余热回收器的出水管路连接,缸套冷却系统可直接用于供热循环系统。烟气余热回收器的出水管路和缸套冷却水管路并联后与用户供暖系统连接,将循环高温水供给用户。由于供热系统循环水是经过滤、软化或电子水处理仪处理过的清洁水,可以直接进入内燃机的缸套作为冷却用水,即内燃机的缸套冷却系统采用供热系统的回水作为冷却水,经过内燃机缸套后的冷却水与经过热泵系统的循环水并联后一起进入供热系统。由于系统回水温度约为50℃左右,该温度的回水作为内燃机的冷却水既可以直接对内燃机进行合理的冷却,无需其他设备和动力,冷却后的水温度约为80℃左右,可直接成为供水,可达到能源的合理利用。或者说经由冷凝器、烟气余热回收器的水与缸套冷却水并联后和小区供热系统串联共同构成循环供水回路,这种方式比缸套冷却水单独循环、通过换热器间接加热供暖系统回水会更节省投资、减少电能消耗、使系统更加简单化。

[0013] 所述内燃机和压缩机之间设有无级变速器,内燃机的机械能通过无级变速器传输给压缩机。

[0014] 所述无级变速器的传动比为1-2.5;传动比会直接影响机械效率,设置合适的传动比可以确保供热机组的高效率运行。

[0015] 所述压缩机为螺杆式压缩机或涡旋式压缩机。其中大容量低温机组主要采用螺杆式压缩机,以减少机头台数;小容量高温水供热机组应选用多台涡旋式压缩机,可以提高压缩比,提高冷凝压力,达到提高供水温度的目的。

[0016] 本发明的工作原理为:

[0017] 通过内燃机提供动力驱动压缩机运转,制冷剂经过压缩机压缩后变成高温高压的制冷剂气体,在流经冷凝器时放热,与冷凝器内的供热系统水进行热交换,经过热交换后的制冷剂经过节流阀膨胀和降压后流向蒸发器B,流经蒸发器B的制冷剂吸收大量的空气热能,然后再流经蒸发器A进一步吸收烟气的热能,从而使吸入压缩机的制冷剂温度提高,压缩机吸入的制冷剂的温度提高可以有效防止液击。供热系统循环水首先经过冷凝器进行热交换,此时,冷凝器的出水温度可以超过60℃,吸热升温后的系统供水再经过烟气余热回收器进一步吸收烟气的热量,水温进一步升高,水温可达85℃作用,然后供给热用户。

[0018] 本发明的有益效果为:

[0019] 本发明采用内燃机驱动热泵抽取空气中的热量,然后将余热继续用于供热系统,其综合热能转化率可超过200%,热能转化率高。本发明通过提高冷凝压力,可使冷凝器出水温度达到60℃以上,冷凝器出水再经过设置在内燃机排气管道上的烟气余热回收器进一步吸收烟气热量,采暖供水温度最高可达85℃,是目前已批量生产的所有形式的热泵机组

无法达到的供热温度。本发明中内燃机所用的天然气属于一次能源中最清洁的能源之一，本身污染低于发电污染，并且本发明消耗一次能源的量远低于通过发电再驱动热泵供热的一次能源消耗量，其运行成本低。

附图说明

[0020] 图1为本发明供热机组的结构示意图；

[0021] 图中，1是内燃机，2是无级变速器，3是压缩机，4是蒸发器A，5是蒸发器B，6是节流阀，7是冷凝器，8是烟气余热回收器。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图和实例对本发明作进一步说明。

[0023] 如图1所示，一种用于集中供热系统的燃气驱动空气源热泵供热机组，其包括带有缸套冷却装置的内燃机1、压缩机3、冷凝器7、蒸发器、烟气余热回收器8。压缩机3为螺杆式或涡旋式压缩机，蒸发器包括蒸发器A4和蒸发器B5。内燃机1的机械能输出端通过无级变速器2与压缩机3连接，烟气余热回收器8和蒸发器A4依次设置在内燃机3的排气管路上，用于吸收烟气的热能，蒸发器B5是吸收空气中的热能（仅部分时段用内燃机尾气除霜）。供热系统的循环水一路先经过冷凝器7，在冷凝器7内进行换热吸收热量，然后再通过烟气余热回收器8吸收烟气的热量与另一路通过缸套被加热的水混合后供给热用户。压缩机3的制冷剂循环路线为：低温低压的制冷剂由压缩机3压缩后变为高温高压的气体，高温高压的制冷剂气体进入冷凝器7后放热，对冷凝器7中的供热系统的循环水进行加热，放热后的制冷剂经过节流阀6膨胀、降压后流向蒸发器B5，流经蒸发器B5的制冷剂吸收大量的空气热能，然后再流经蒸发器A4进一步吸收烟气的热能后进入压缩机。

[0024] 其中，蒸发器A4置于内燃机烟气管道上，靠近压缩机3冷媒入口，主要吸收少量烟气热量以提高压缩机回气过热度，使机器运转更加平稳；蒸发器B5主要用于吸收大量空气中的热能将液体冷媒变成气体形成逆卡诺循环。烟气余热回收器7设于内燃机的烟气出口，吸收高温烟气热量以提高供暖热水温度。空气源热泵系统吸收空气中的热量用于加热供暖热水，同时最大限度地回收烟气余热和缸套水热量，将空气源热泵和燃气供暖相结合，满足供热系统热量和温度要求，提高了一次能源热能转化率。

[0025] 本发明中的采暖系统供水首先经过冷凝器7进行热交换，此时，冷凝器7的出水温度可达60℃左右，吸热升温后的系统供水再经过烟气余热回收器8进一步吸收烟气的热量，水温进一步升高，水温可达85℃左右。

[0026] 本发明中内燃机的缸套冷却系统可采用现有技术中的冷却系统，例如可采用单独的换热器及冷却水供给系统对缸套进行冷却。本实施例中，内燃机的缸套冷却系统采用供热系统的回水作为冷却水，经过内燃机缸套后的冷却水进入供热系统的供水管道。由于本发明中的系统回水温度约为50℃左右，该温度的回水可直接作为内燃机缸套的冷却水使用，无需其他设备和动力，且冷却后的水温度约为80℃左右，可直接成为供水，能够节约能源，降低运行成本。

[0027] 为提高吸热效果，本发明中的蒸发器A4优选双螺纹管蒸发器。无级变速器2的传动比优选为：1-2.5，传动比直接影响机械效率，但对余热利用影响不大。热负荷较小时，低传

动比燃气机的输出功率无法满足压缩机的功率需求,此时燃气机会熄火或无法启动。只有通过增大燃气机的节气门开度,提高燃气机的转速来满足需要的热负荷,但此时燃气机已处于高速低效工作区,机组的经济性较差。本发明供热机组将一次能源转化为机械能和热能,这两部分能量都是被充分利用的。

[0028] 本发明中,通过内燃机提供动力驱动压缩机运转,低温的制冷剂经过压缩机压缩后变成高温高压的制冷剂气体,在流经冷凝器时放热,与冷凝器内的系统供水进行热交换,经过热交换后的制冷剂经过节流阀节流和降压后流向蒸发器B,流经蒸发器B的制冷剂吸收大量的空气热能,然后再流经蒸发器A进一步吸收烟气的热能,从而使吸入压缩机的制冷剂温度提高,压缩机吸入的制冷剂的温度高有利于防止液击(在这里压力和温度是成一一对应关系的,压缩机不允许回气中带液体),本发明供热专用机组是专门向暖气片形式的供暖系统提供热水的,供水温度最好在80℃左右,而其他多用途热泵机组只能提供约60℃的热水,如果供水温度再低则只能用于地暖或中央空调系统。所以本机组一是提高冷凝压力,冷凝压力升高时,压缩机吸入制冷剂温度提高,排气温度也升高,压缩机的压缩比也增大。二是经过热泵冷凝器吸热升温后的出水,再经过烟气余热回收器进一步吸收烟气的热量,水温进一步升高,水温可达85℃左右,然后供给热用户。

[0029] 本发明的特点是只考虑冬季供热工况,以使系统更简化、效率更高、操作更简单,其主要技术指标的优劣主要与燃气锅炉的性能作对比。本发明的目的是将一次能源转化为机械能和热能,这两部分能量都是被充分利用的。热力学第一定律、(火用)分析、能级分析和热经济学分析结果表明:燃气机热泵在供热时的一次能源利用率为1.76,(火用)效率为29.12%。对比发现,燃气机热泵的一次能源利用率和(火用)效率均高于电动热泵、燃气锅炉、燃煤锅炉和电锅炉;对燃气机热泵系统的能级分析也表示系统的能量利用过程比较合理;通过热经济学的分析,得出燃气机热泵的供热(火用)成本为11.2元/GJ,这个价格与现行集中供热的价格相比还是很有优势的。这反映了燃气机热泵是一项高效节能技术。由于能级平衡理论分析考虑了(火无)的作用,而热泵供暖时其性能系数的提高主要是利用了环境热量,所以采用能级平衡理论来分析评价热泵的性能。为了实际验证燃气机热泵技术的可行性,需要搭建综合实验平台。通过简单试验表明,燃气机热泵一次能源利用率PER在1.13~1.79之间。随着转速的降低,发动机效率增大;而系统的性能系数COP虽有下降,但下降不多,且在很大范围内保持不变。这说明燃气机热泵部分负荷特性好,可以很好的实现变速调节。

[0030] 本发明的热力学原理是将高品位的天然气首先用来做功(熵增),其在做功过程中产生的热量基本没有损失,或者说天然气的热值或发热量并没有变化。在标准工况(空气干球/湿球温度:7℃/6℃;进水温度40℃,出水温度45℃)下,电动空气源热泵的能效比COP一般都在3.2以上,同时考虑回收天然气的冷凝热,而燃气冷凝锅炉效率都在0.9以上,理论上可以按燃气发热量的0.9回收其余热,这样可以计算出燃气热泵在标准工况下理论能效比为 $3.2+0.9=4.1$,或者说其热效率是410%。但在北方地区实际工况下,目前这种热泵机组的能效比一般在2.0左右,而天然气的综合利用率在0.7左右,本装置把空气源热泵和燃气供暖技术结合起来,整个机组的实际热效率就是270%左右。目前空气源热泵机组已被住建部列为可再生能源设备,天然气又属于集中供热领域推广应用的清洁能源,本机组推广应用后至少可以节省燃气耗量1/2。燃气驱动空气源热泵供热机组是一台完整的成套设备,其

体积略大于相同供热量的燃气锅炉。由于用气量较小,又不存在锅炉的锅筒等压力容器,安全性大大优于燃气锅炉,所以不需要按特种设备进行监管,完全可以替代现有燃气锅炉。

[0031] 本发明中的其它部分采用已知技术,在此不再赘述。

[0032] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述,但并非对本发明保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本发明的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

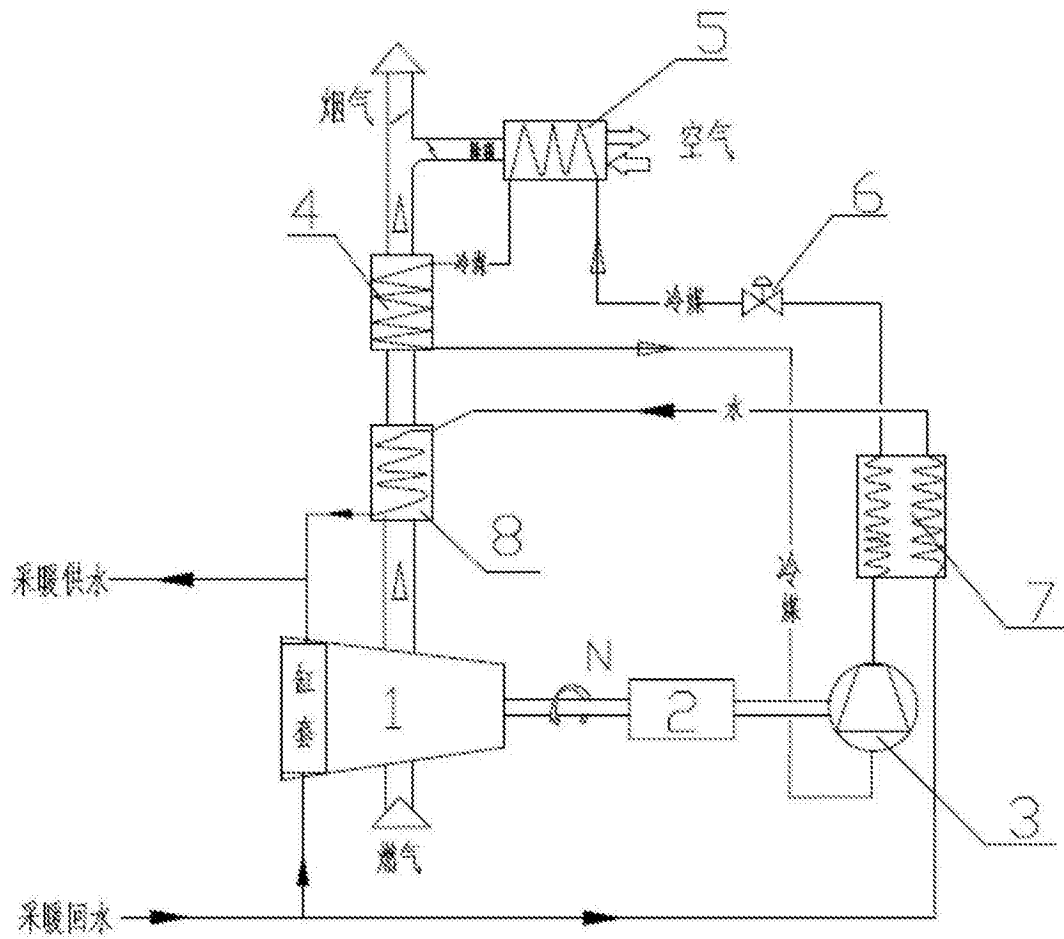


图1