



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200310108451.9

[43] 公开日 2004 年 11 月 3 日

[11] 公开号 CN 1542387A

[22] 申请日 2003. 11. 6

[21] 申请号 200310108451.9

[71] 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

[72] 发明人 王如竹 黄兴华 孔祥强

[74] 专利代理机构 上海交大专利事务所

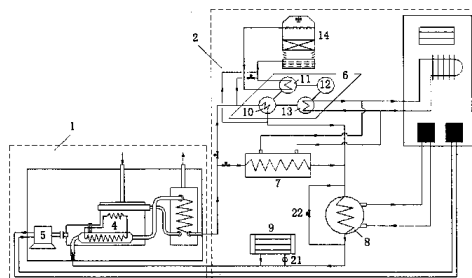
代理人 王锡麟 王桂忠

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

[54] 发明名称 基于固体吸附制冷机的微型冷热电三联供系统

[57] 摘要

一种基于固体吸附制冷机的微型冷热电三联供系统，属于节能领域。本发明包括：燃气或燃油内燃机发电系统，尾气及缸套冷却水的余热利用系统及控制系统。燃气或燃油内燃机发电系统和尾气及缸套冷却水的余热利用系统通过管道连接，控制系统通过设置在燃气或燃油内燃机发电系统中燃料进口管道上电磁阀、余热利用系统中生活热水热交换器旁通阀和风冷冷却塔处变频泵与燃气或燃油内燃机发电系统，尾气及缸套冷却水的余热利用系统连接。本发明突破了三联供系统小型化、微型化的技术瓶颈，具有容量小、总效率高、经济性好等突出优点，实现了一次能源的梯级、高效利用，可广泛应用于家庭及小规模业务场所的制冷、采热及供电，具有极大的经济和社会价值。



1、一种基于固体吸附制冷机的微型冷热电三联供系统，包括：燃气或燃油内燃机发电系统（1），尾气及缸套冷却水的余热利用系统（2）及控制系统（3）三部分，其特征在于，燃气或燃油内燃机发电系统（1）和尾气及缸套冷却水的余热利用系统（2）通过管道连接起来，控制系统（3）通过设置在燃气或燃油内燃机发电系统（1）中燃料进口管道上电磁阀、尾气及缸套冷却水的余热利用系统（2）中生活热水换热器（8）旁通阀和风冷冷却塔（9）处变频泵与燃气或燃油内燃机发电系统（1）、尾气及缸套冷却水的余热利用系统（2）连接。

2、根据权利要求1所述的基于固体吸附制冷机的微型冷热电三联供系统，其特征是，尾气及缸套冷却水的余热利用系统（2）包括：余热利用的高效吸附制冷机（6）、采暖热水换热器（7）、生活热水换热器（8）、风冷冷却塔（9），高效吸附制冷机（6）和采暖热水换热器（7）通过管道并联在系统中，通过管道上的阀门进行切换控制，二者通过管道再和生活热水换热器（8）连接在一起，生活热水换热器（8）通过管道和风冷冷却塔（9）连接在一起，其中生活热水换热器（8）和风冷冷却塔（9）均有旁通管道并联。

3、根据权利要求2所述的基于固体吸附制冷机的微型冷热电三联供系统，其特征是，高效吸附制冷机（6）由吸附床（10）、冷凝器（11）、储液器（12）、蒸发器（13）、冷却塔（14）组成，两套吸附床（10）、冷凝器（11）、储液器（12）、蒸发器（13）分别设置在两个绝热保温腔体中，第一个腔体中的吸附床（10）通过管道先后和此腔体中的冷凝器（11）、储液器（12）和第二个腔体中蒸发器（13）连接在一起，第二个腔体中的吸附床（10）通过管道先后和此腔体中的冷凝器（11）、储液器（12）和第一个腔体中蒸发器（13）连接在一起，冷却塔（14）通过管道依次和一个腔体中冷凝器（11）和另一个腔体中吸附床（10）连接在一起，各管道上设有阀门。

4、根据权利要求 2 或 3 所述的基于固体吸附制冷机的微型冷热电三联供系统，其特征是，吸附式制冷机（6）采用两床连续回热型吸附式制冷循环，采用硅胶—水作为吸附工质对。

5、根据权利要求 1 所述的基于固体吸附制冷机的微型冷热电三联供系统，其特征是，燃气或燃油内燃机发电系统（1）包括：燃气或燃油内燃机（4）及三相交流异步发电机组（5），燃气或燃油内燃机（4）转动轴和三相交流异步发电机组（5）转动轴通过联轴器连接在一起。

6、根据权利要求 1 所述的基于固体吸附制冷机的微型冷热电三联供系统，其特征是，控制系统（3）包括：参数采样系统（15）、燃料量控制系统（16）和缸套水热交换器回水温度控制系统（17），参数采样系统（15）通过传感器分别与燃料控制系统（16）与缸套水热交换器回水温度控制系统（17）连接在一起，燃料控制系统（16）设置在燃气或燃油内燃机发电系统（1）中燃料进口管处，

7、根据权利要求 6 所述的基于固体吸附制冷机的微型冷热电三联供系统，其特征是，参数采样系统（15）由空调用冷冻水回水温度采样系统（18）、空调用采暖热水回水温度采样系统（19）和内燃机缸套冷却水回水温度采样系统（20）组成，各采样系统均包括热电偶和温度传感器，热电偶信号输出端与温度传感器一端连接，温度传感器的另一端与控制系统执行机构连接。

8、根据权利要求 6 所述的基于固体吸附制冷机的微型冷热电三联供系统，其特征是，缸套水热交换器回水温度控制系统（17）包括设置在风冷冷却塔（10）进口管道上的变频泵（21）和生活热水热交换器（8）旁通管上的旁通阀（22）。

基于固体吸附制冷机的微型冷热电三联供系统

技术领域

本发明涉及一种微型冷热电三联供装置，特别是一种基于固体吸附制冷机的微型冷热电三联供系统。属于节能领域。

背景技术

能源问题是人类发展面临的一个重大问题，能源和环境的协调发展成为趋势。楼宇冷热电三联供技术能够在供电的同时，充分利用发电余热，实现能量的梯级利用，具有很高的能源利用总效率(可达70%以上)；同时，冷热电联供系统采用天然气、液化气、汽油或柴油作为一次能源，可以有效避免用电高峰负荷，大大缓解空调用能对电网的压力，起到对燃气负荷、电力负荷的削峰填谷作用。因为总能利用率高，应用冷热电三联供系统后可以节省化石燃料（尤其是煤）的消耗量，所以联供系统也是一种环境友好的供能方式。

冷热电三联供系统的核心是热电转换装置和热冷转换装置。目前市场上应用的三联供系统主要有燃气轮机与溴化锂吸收式制冷机相结合的联供系统、热气机与溴化锂吸收式制冷机相结合的联供系统、燃料电池与溴化锂吸收式制冷机相结合的联供系统等。这些系统虽然总能利用率较高，但由于初投资大，经济性较差，投资回收期基本都在5年以上。另外，这些系统一般采用溴化锂吸收式制冷机作为余热利用机组，由于溴化锂吸收式制冷机本身的容量限制（目前容量最小的溴化锂吸收式制冷机的制冷量也在70kW以上），基于溴化锂吸收式制冷机的冷热电三联供系统难以小型化（容量低至10kW以下），无法直接应用于广大家庭的制冷、采暖和供电市场。

经文献检索发现，中国发明专利名称为：一种电力调峰冷热电联供运行方法及其装置，申请号为：00134616.4，该专利公开了一种电力调峰冷热电联供运行方法及其装置。包括热电联产机组及锅炉，热电联产机组发的电入电网。这主要针对于大型的冷热电联供系统而言的，另外也不是基于高效吸附式制冷技

术实现余热利用。在进一步的检索中，尚未发现有与本发明主题相同或者类似的微型冷热电三联供系统。

发明内容

本发明目的是针对现有冷热电三联供系统的不足，提出一种基于固体吸附制冷机的微型冷热电三联供系统，使其解决上述的不足，相对于常规冷热电三联供系统，本发明具有容量小、能源利用率高、成本低、经济性好等突出特点，符合当前冷热电联供系统向小型化、微型化发展的趋势。

本发明是通过以下技术方案实现的，本发明包括：燃气或燃油内燃机发电系统，尾气及缸套冷却水的余热利用系统及控制系统三部分。其连接方式为：燃气或燃油内燃机发电系统和尾气及缸套冷却水的余热利用系统通过管道连接起来，控制系统通过设置在燃气或燃油内燃机发电系统中燃料进口管道上电磁阀、余热利用系统中生活热水热交换器旁通阀和风冷冷却塔处变频泵与燃气或燃油内燃机发电系统，尾气及缸套冷却水的余热利用系统连接，并实现对整个系统的变工况控制。燃气或燃油内燃机发电系统在发电的同时，提供高温缸套水作为余热利用系统的驱动热源。控制系统对整个微型冷热电三联供系统进行实时控制。

燃气或燃油内燃机发电系统包括：燃气或燃油内燃机及三相交流异步发电机组，燃气或燃油内燃机和三相交流异步发电机组转动轴通过联轴器连接在一起，由三相交流异步发电机组对外提供电负荷。

尾气及缸套冷却水的余热利用系统包括：余热利用的高效吸附制冷机、采暖热水换热器、生活热水换热器、风冷冷却塔。高效吸附制冷机和采暖热水换热器通过管道并联在系统中，通过管道上阀门进行切换控制。二者通过管道再和生活热水换热器连接在一起，生活热水换热器通过管道和风冷冷却塔连接在一起。其中生活热水换热器和风冷冷却塔均有旁通管道并联。

高效吸附制冷机由吸附床、冷凝器、储液器、蒸发器、冷却塔组成。两套吸附床、冷凝器、储液器、蒸发器分别设置在两个绝热保温腔体中。第一个腔体中的吸附床通过管道先后和此腔体中的冷凝器、储液器和第二个腔体中蒸发器连接在一起。第二个腔体中的吸附床通过管道先后和此腔体中的冷凝器、储液器和第一个腔体中蒸发器连接在一起。冷却塔通过管道依次和一个腔体中冷

凝器和另一个腔体中吸附床连接在一起。各管道上有阀门进行运行模式不同时的切换。吸附式制冷机采用两床连续回热型吸附式制冷循环，使用硅胶—水作为吸附工质对。

控制系统包括：参数采样系统、燃料量控制系统和缸套水热交换器回水温度控制系统。参数采样系统采集温度信号后，参数采样系统通过传感器分别和燃料控制系统与缸套水热交换器回水温度控制系统连接在一起。燃料量控制系统设置在燃气或燃油内燃机发电系统中燃料进口管处。

缸套水热交换器回水温度控制系统包括设置在风冷冷却塔进口管道上的变频泵和生活热水热交换器旁通管上的旁通阀。

参数采样系统由空调用冷冻水回水温度采样系统、空调用采暖热水回水温度采样系统和内燃机缸套冷却水回水温度采样系统组成。各采样系统均包括热电偶和温度传感器，热电偶信号输出端与温度传感器一端连接，温度传感器的另一端与控制系统执行机构连接。热电偶采集测试点温度，并将温度信号传给温度传感器，转化为控制信号，而后传递给控制系统。

燃气或燃油驱动内燃机工作，带动三相异步发动机组工作对外提供电负荷，缸套水吸收内燃机缸套的冷却余热后进入烟气换热器中，被烟气继续加热进入余热利用系统。其流向则依系统工作模式而定。如果系统处于制冷模式，则高温缸套水通入吸附式制冷机，加热一个吸附床使其解析，而另一吸附床被冷却塔提供冷却水冷却，进而吸附蒸发器中的冷剂蒸汽，蒸发器蒸发制冷，通过空调水管道为系统应用场合空调器提供冷冻水以实现制冷；如果系统工作于采暖模式，则高温缸套水通入采暖热水热交换器与空调水进行热交换，通过空调水管道为系统应用场合空调器提供采暖热水以实现采暖；如果系统处于生活热水模式，则高温缸套水也通入吸附制冷机，但此时吸附制冷机处于停机状态，仅作为一个连接管道而已。然后，缸套水继续进入生活热水热交换器，与用户生活热水进行热交换，通过生活热水管道向用户提供部分生活热水负荷。较低温缸套水最后经过风冷冷却塔的冷却回到燃气或燃油内燃机缸套水热交换器内，完成一个循环。燃料量控制系统在制冷模式下根据当前的空调用冷冻水回水温度与系统设定的空调用冷冻水回水温度的差值自动调整燃料量，确保空调用冷冻水回水温度恒定，在采暖模式下根据当前的采暖热水回水温度与系统设定的

采暖热水回水温度的差值自动调整发动机的燃料量，确保采暖热水回水温度恒定；缸套水热交换器回水温度控制系统是为了保证缸套水热交换器回水温度的稳定，它是通过调整进入风冷冷却塔中缸套水流量和调整进入生活热水换热器旁路中的旁路流量来实现：当缸套水可提供的余热小于生活热水负荷时，为避免缸套水温度的过度降低，增加位于生活热水换热器旁路中的旁路阀开度（即增加生活热水换热器的旁路流量），同时关闭风冷冷却塔，保证缸套水热交换器回水温度恒定；当缸套水可提供的余热大于生活热水负荷时，通过调整进入风冷冷却塔的缸套水流量来保证缸套水热交换器回水温度恒定。另外系统还包括5个水回路，即供空调用冷冻水的冷水回路、供采暖热水的热水回路、缸套水回路、生活热水回路及冷却水回路。

本发明系首先通过小型燃气或燃油内燃机（如汽油机、柴油机等）发电，高效吸附制冷机吸收缸套水余热和燃烧的尾气余热，提供夏季的冷负荷及生活热水负荷，冬季，缸套水余热和尾气余热通过热交换器直接用于提供采暖负荷及生活热水负荷，春秋季，缸套水余热和尾气余热通过热交换器提供生活热水负荷。从而微型三联供系统一年四季都有稳定的冷、热、电的能量供应。

本发明装置具有容量小、能源利用率高及经济性好等特点。据计算，对于一台额定功率为10kW的燃气发动机与固体吸附制冷机相结合的微型冷热电三联供系统，在制冷模式中，可向用户同时提供电负荷10kW，冷负荷10kW及生活热水负荷2.7kW；在采暖模式中，系统可向用户同时提供电负荷10kW，热负荷及生活热水负荷25kW；在生活热水模式中，系统可向用户同时提供电负荷10kW及生活热水负荷25kW。该微型联供系统夏季的冷电综合效率达到52%，冬季及春秋季的热电综合效率达到80%，整个全年的能量综合利用率达70%。在余热被充分利用的条件下，容量为10kW的微型冷热电三联供装置的投资回收期低于3年，远低于通常的基于燃气轮机和溴化锂吸收式制冷机相结合的三联供系统的投资回收期。

本发明采用吸附制冷机实现联供系统的热冷转换，突破了三联供系统小型化、微型化的技术瓶颈，具有容量小（可低至10kW以下）、总效率高（全年总利用率达70%）、经济性好（投资回收期低于3年）等突出优点。实现了一次能源的梯级、高效利用。可广泛应用于家庭及小规模业务场所（如会所、游

泳池、体育场等)的制冷、采热及供电,推广应用具有极大的经济和社会价值。

附图说明

图 1 本发明装置的系统的结构示意图

图 2 高效固体吸附制冷机结构示意图

具体实施方式

如图 1、图 2 所示,本发明包括:燃气或燃油内燃机发电系统 1,尾气及缸套冷却水的余热利用系统 2 及控制系统 3 三部分。其连接方式为:燃气或燃油内燃机发电系统 1 和尾气及缸套冷却水的余热利用系统 2 通过管道连接起来,控制系统 3 通过设置在燃气或燃油内燃机发电系统 1 中燃料进口管道上电磁阀、尾气及缸套冷却水的余热利用系统 2 中生活热水换热器 8 的旁通阀 22 和风冷冷却塔 9 处变频泵 21 与燃气或燃油内燃机发电系统 1、尾气及缸套冷却水的余热利用系统 2 连接。

燃气或燃油内燃机发电系统 1 包括:燃气或燃油内燃机 4 及三相交流异步发电机组 5,燃气或燃油内燃机 4 转动轴和三相交流异步发电机组 5 转动轴通过联轴器连接在一起。

尾气及缸套冷却水的余热利用系统 2 包括:余热利用的高效吸附制冷机 6、采暖热水换热器 7、生活热水换热器 8、风冷冷却塔 9。高效吸附制冷机 6 和采暖热水换热器 7 通过管道并联在系统中,通过管道上的阀门进行切换控制,二者通过管道再和生活热水换热器 8 连接在一起,生活热水换热器 8 通过管道和风冷冷却塔 9 连接在一起,其中生活热水换热器 8 和风冷冷却塔 9 均有旁通管道并联。

高效吸附制冷机 6 由吸附床 10、冷凝器 11、储液器 12、蒸发器 13、冷却塔 14 组成。两套吸附床 10、冷凝器 11、储液器 12、蒸发器 13 分别设置在两个绝热保温腔体中,第一个腔体中的吸附床 10 通过管道先后和此腔体中的冷凝器 11、储液器 12 和第二个腔体中蒸发器 13 连接在一起,第二个腔体中的吸附床 10 通过管道先后和此腔体中的冷凝器 11、储液器 12 和第一个腔体中蒸发器 13 连接在一起,冷却塔 14 通过管道依次和一个腔体中冷凝器 11 和另一个腔体中吸附床 10 连接在一起,各管道上设有阀门。吸附式制冷机 10 采用两床连续回热型吸附式制冷循环,使用硅胶-水作为吸附工质对。

控制系统 3 包括：参数采样系统 15、燃料量控制系统 16 和缸套水热交换器回水温度控制系统 17。参数采样系统 15 通过传感器分别和燃料控制系统 16 与缸套水热交换器回水温度控制系统 17 连接在一起，燃料控制系统 16 设置在燃气或燃油内燃机发电系统 1 中燃料进口管处，缸套水热交换器回水温度控制系统 17 包括设置在风冷冷却塔 10 进口管道上的变频泵 21 和生活热水热交换器旁通管上的旁通阀 22。

参数采样系统 15 由空调用冷冻水回水温度采样系统 18、空调用采暖热水回水温度采样系统 19 和内燃机缸套冷却水回水温度采样系统 20 组成。各采样系统均包括热电偶和温度传感器，热电偶信号输出端与温度传感器一端连接，温度传感器的另一端与控制系统执行机构连接。

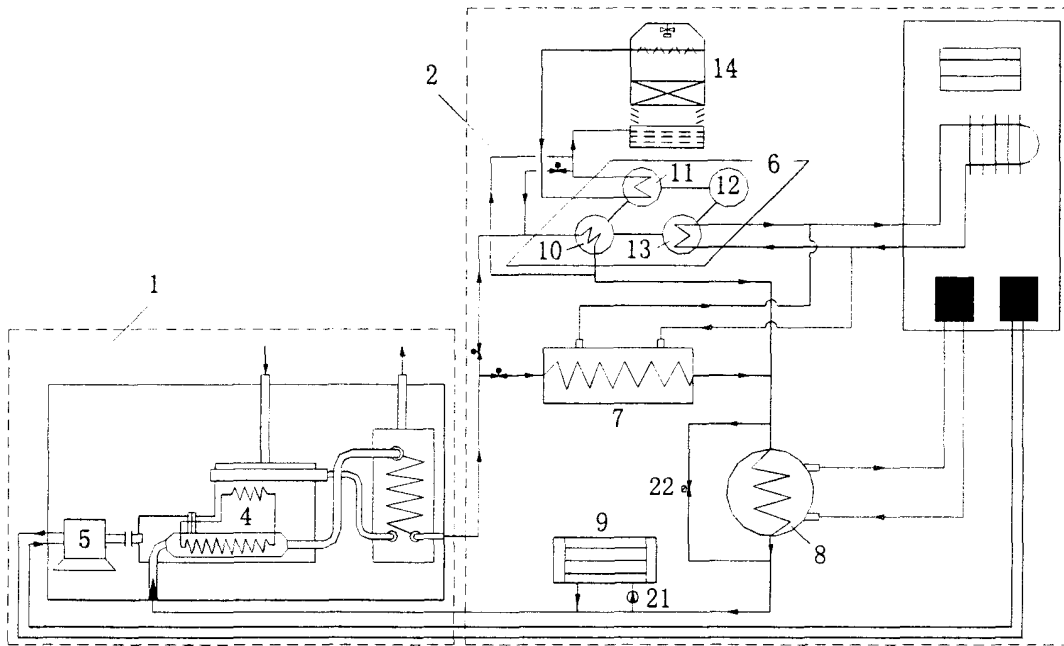


图 1

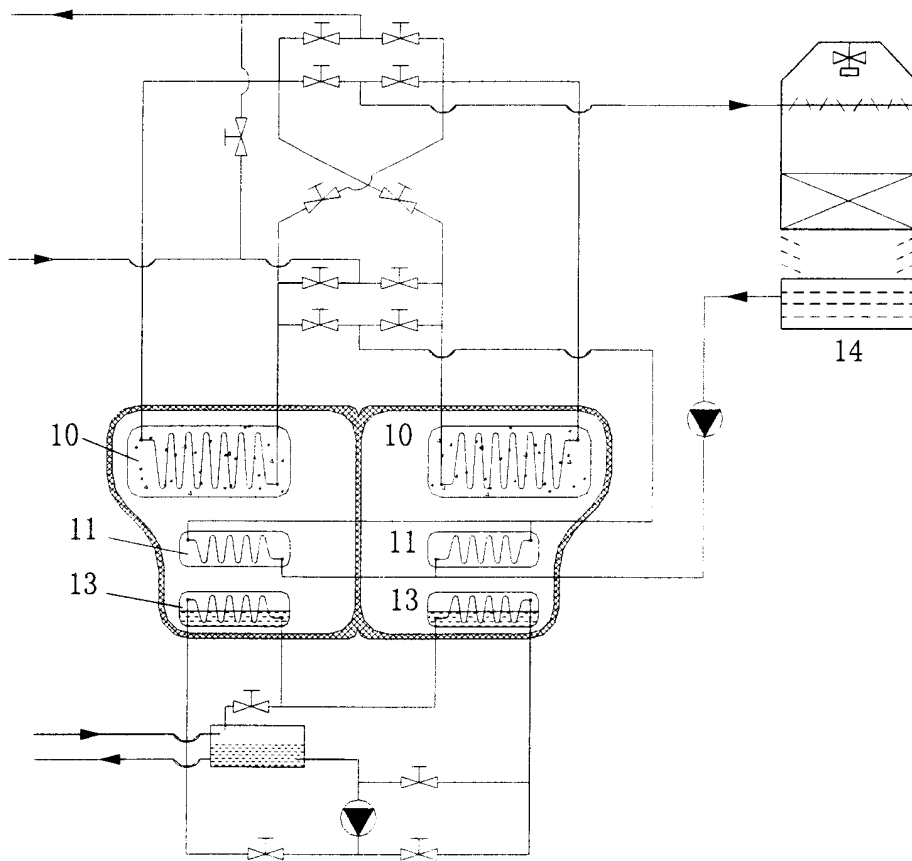


图 2