



(12) 发明专利申请

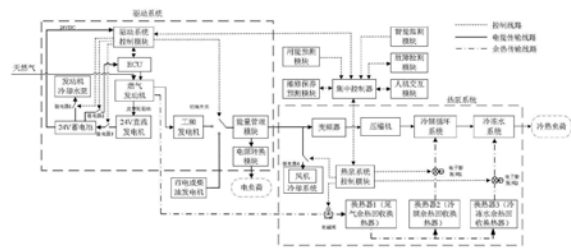
(10) 申请公布号 CN 114251872 A
(43) 申请公布日 2022. 03. 29

(21) 申请号 202111506297.5
(22) 申请日 2021.12.10
(71) 申请人 中国科学院广州能源研究所
地址 510640 广东省广州市天河区五山能源路2号
(72) 发明人 吕杰 宋文吉 冯自平
(74) 专利代理机构 广州科粤专利商标代理有限公司 44001
代理人 劳剑东 莫瑶江
(51) Int. Cl.
F25B 29/00 (2006.01)
F25B 27/02 (2006.01)
F25B 30/00 (2006.01)
F25B 49/00 (2006.01)
F01K 27/00 (2006.01)

权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称
一种基于人工智能的小型冷热电联供系统及其控制方法

(57) 摘要
本发明公开了一种基于人工智能的小型冷热电联供系统及其控制方法，涉及发电机能量利用技术领域，其包括：驱动系统、热泵系统和控制系统，热泵系统内还设有余热回收系统，控制系统包括：集中控制器、驱动系统控制模块和热泵系统控制模块，其中，在集中控制器的控制下，驱动系统控制模块控制的驱动系统用于产生稳定的三相电和单相电，热泵系统控制模块控制的热泵系统用于制冷或制热并供应给用户，热泵系统控制模块控制的余热回收系统用于回收系统运行过程中产生的热量。本发明具有结构简单，成本低，投资少，容易实现的特点。



1. 一种基于人工智能的小型冷热电联供系统,其特征在于,包括:驱动系统、热泵系统和控制系统,所述热泵系统内还设有余热回收系统,所述控制系统包括:集中控制器、驱动系统控制模块和热泵系统控制模块,其中,在所述集中控制器的控制下,所述驱动系统控制模块控制的驱动系统用于产生稳定的三相电和单相电,所述热泵系统控制模块控制的热泵系统用于制冷或制热并供应给用户,所述热泵系统控制模块控制的余热回收系统用于回收系统运行过程中产生的热量。

2. 根据权利要求1所述的基于人工智能的小型冷热电联供系统,其特征在于,所述驱动系统还包括燃气发动机、发动机ECU、工频发电机、直流发电机、能量管理模块、电源转换模块、蓄电池、发动机冷却水泵,其中,

所述燃气发动机接入天然气作为燃料,产生的机械能驱动所述直流发电机;

所述直流发电机产生的电能供给到所述蓄电池;

所述蓄电池为所述发动机冷却水泵和所述发动机ECU供电。

所述燃气发动机产生的机械能驱动所述工频发电机;

所述工频发电机驱动所述热泵系统制冷或制热;

所述能量管理模块利用所述工频发电机产生的三相电驱动所述热泵系统;

所述电源转换器将所述工频发电机产生的三相电转换为单相交流电供应。

3. 根据权利要求2所述的基于人工智能的小型冷热电联供系统,其特征在于,所述热泵系统还包括变频器、压缩机、冷媒循环系统、冷冻水系统、余热回收系统、冷却系统,其中,

所述变频器将所述能量管理模块传递的电能变频后驱动所述压缩机工作;

所述压缩机用于驱动冷媒循环系统和冷冻水系统运行,实现水侧和冷媒侧耦合式余热回收;

所述余热回收系统包括尾气余热回收换热器、冷媒余热回收换热器和冷冻水余热回收换热器,其中,所述尾气余热回收换热器用于回收所述燃气发动机的尾气余热,所述冷媒余热回收换热器将回收的余热用于所述冷媒循环系统,所述冷冻水余热回收换热器将回收的余热用于所述冷冻水系统;

所述冷却系统用于热泵系统的内部散热。

4. 根据权利要求3所述的基于人工智能的小型冷热电联供系统,其特征在于,所述控制系统还包括智能监测模块、用能预测模块,其中,所述智能监测模块通过温度传感器、压力传感器、声探头、振动传感器、摄像头、气体检测传感器检测设备内部状态以获取设备内部状态信息,并将设备内部状态信息传输到所述集中控制器,所述用能预测模块根据历史负荷数据、天气数据、电价数据、气价数据,基于人工智能算法预测冷热电负荷形成系统能量管理策略并传输到所述集中控制器。

5. 根据权利要求4所述的基于人工智能的小型冷热电联供系统,其特征在于,所述控制系统还包括故障检测模块和人机交互模块,所述故障检测模块根据所述智能监测模块采集的设备内部状态信息,基于人工智能算法定位设备的故障点并通过所述集中控制器将故障点信息传输至所述人机交互模块。

6. 根据权利要求4所述的基于人工智能的小型冷热电联供系统,其特征在于,所述控制系统还包括维修保养预测模块,所述维修保养预测模块根据设备的使用时长数据、设备运行历史数据、设备内部状态历史数据,预测设备需要进行维修和保养的时间,并通过所述集

中控制器将维修保养预测信息传输至所述人机交互模块。

7. 根据权利要求1所述的基于人工智能的小型冷热电联供系统,其特征在于,还包括第二发电系统,所述第二发电系统驱动所述热泵系统制冷或制热供应给用户且所述第二发电系统包括市电、可再生能源发电、或/和柴油发电机,其中,当接入市电的价格低时,断开所述驱动系统与所述热泵系统的连接并接入所述第二发电系统与所述热泵系统的连接。

8. 根据权利要求1所述的基于人工智能的小型冷热电联供系统,其特征在于,所述冷却系统包括:风机、翅片换热器,在所述热泵系统控制模块的控制下,所述能量管理模块驱动所述风机和所述翅片换热器散热。

9. 一种基于人工智能的小型冷热电联供控制方法,其特征在于,包括第一工作模式、第二工作模式和第三工作模式,其中,

所述第一工作模式包括:

驱动系统控制模块闭合第一继电器,蓄电池为发动机冷却水泵供电,发动机冷却水泵启动工作;

驱动系统控制模块闭合第二继电器,蓄电池为发动机ECU供电,驱动系统控制模块发出启动指令给发动机ECU进而启动燃气发动机;

燃气发动机启动,进而驱动工频发电机和直流发电机;

驱动系统控制模块闭合第三继电器,直流发电机发电进而为蓄电池充电;

所述第二工作模式包括:

驱动系统产生稳定的三相电和单相电并驱动热泵系统制冷或制热供应给用户,热泵系统控制模块闭合电磁阀,以回收燃气发动机的尾气余热,热泵系统控制模块闭合第一电子膨胀阀,将回收余热用于所述冷媒循环系统,热泵系统控制模块闭合第二电子膨胀阀,将回收余热用于所述冷冻水系统;

根据控制策略,热泵系统控制模块闭合第四继电器,能量管理模块进而驱动冷却系统启动散热;

能量管理模块根据用能预测模块提供的冷热电负荷预测结果,调节供能比例供给给热泵系统;

根据用户需求,选择开启或关闭热泵系统;

所述第三工作模式包括:

当接入市电的价格低时,断开驱动系统与热泵系统的连接并接入第二发电系统与热泵系统的连接。

10. 根据权利要求9所述的基于人工智能的小型冷热电联供控制方法,其特征在于,当驱动系统切换至第二发电系统时,集中控制器通过人机交互模块接收用户指令,集中控制器将切换指令传输到驱动系统控制模块,驱动系统控制模块控制切换开关,切断发动机ECU的钥匙信号,通过发动机ECU控制燃气发动机停机,并断开第二继电器和第三继电器,最后关断第一继电器。

一种基于人工智能的小型冷热电联供系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及发电机能量利用技术领域，具体涉及一种基于人工智能的小型冷热电联供系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 燃气冷热电联供系统是以天然气为一次能源，能够同时产生电、热、冷的联产联供系统。以天然气为燃料，利用燃气轮机、燃气内燃机等设备将天然气燃烧后获得的高温烟气发电，冬季利用余热供暖，夏季通过吸收式热泵供冷，同时制取生活热水。夏季冷负荷需求大时，不足的冷量通过电热泵提供；冬季不足热量由燃气锅炉提供。一套传统的燃气冷热电联供系统需要配备燃气轮机/内燃机、吸收式热泵、余热锅炉、电热泵、燃气锅炉等设备。系统庞大，结构复杂，投资高，投资回收期长，经济性差，设备利用率低，限制了其大规模应用。

[0003] 有鉴于此，急需一种能源转换效率高、集成度高、成本低、可快速拆装的小型分布式冷热电联供系统。

发明内容

[0004] 针对现有技术中的不足，本发明提供一种基于人工智能的小型分布式冷热电联供系统及其控制方法，其具有结构简单，成本低，投资少，容易实现的特点，适用于军事、农业等无电场景的供冷、供暖和供电，以及适用于气价便宜电价昂贵地区，以及电力增容困难地区。

[0005] 为实现上述目的，本发明采用以下技术方案：

[0006] 一种基于人工智能的小型冷热电联供系统，其包括：驱动系统、热泵系统和控制系统，所述热泵系统内还设有余热回收系统，所述控制系统包括：集中控制器、驱动系统控制模块和热泵系统控制模块，其中，在所述集中控制器的控制下，所述驱动系统控制模块控制的驱动系统用于产生稳定的三相电和单相电，所述热泵系统控制模块控制的热泵系统用于制冷或制热并供应给用户，所述热泵系统控制模块控制的余热回收系统用于回收系统运行过程中产生的热量。

[0007] 如上所述的基于人工智能的小型冷热电联供系统，进一步地，所述驱动系统还包括燃气发动机、发动机ECU、工频发电机、直流发电机、能量管理模块、电源转换模块、蓄电池、发动机冷却水泵，其中，

[0008] 所述燃气发动机接入天然气作为燃料，产生的机械能驱动所述直流发电机；

[0009] 所述直流发电机产生的电能供给到所述蓄电池；

[0010] 所述蓄电池为所述发动机冷却水泵和所述发动机ECU供电。

[0011] 所述燃气发动机产生的机械能驱动所述工频发电机；

[0012] 所述工频发电机驱动所述热泵系统制冷或制热；

[0013] 所述能量管理模块利用所述工频发电机产生的三相电驱动所述热泵系统；

[0014] 所述电源转换器将所述工频发电机产生的三相电转换为单相交流电供应。

[0015] 如上所述的基于人工智能的小型冷热电联供系统,进一步地,所述热泵系统还包括变频器、压缩机、冷媒循环系统、冷冻水系统、余热回收系统、冷却系统,其中,

[0016] 所述变频器将所述能量管理模块传递的电能变频后驱动所述压缩机工作;

[0017] 所述压缩机用于驱动冷媒循环系统和冷冻水系统运行,实现水侧和冷媒侧耦合式余热回收;

[0018] 所述余热回收系统包括尾气余热回收换热器、冷媒余热回收换热器和冷冻水余热回收换热器,其中,所述尾气余热回收换热器用于回收所述燃气发动机的尾气余热,所述冷媒余热回收换热器将回收的余热用于所述冷媒循环系统,所述冷冻水余热回收换热器将回收的余热用于所述冷冻水系统;

[0019] 所述冷却系统用于热泵系统的内部散热。

[0020] 如上所述的基于人工智能的小型冷热电联供系统,进一步地,所述控制系统还包括智能监测模块、用能预测模块,其中,所述智能监测模块通过温度传感器、压力传感器、声探头、振动传感器、摄像头、气体检测传感器检测设备内部状态以获取设备内部状态信息,并将设备内部状态信息传输到所述集中控制器,所述用能预测模块根据历史负荷数据、天气数据、电价数据、气价数据,基于人工智能算法预测冷热电负荷形成系统能量管理策略并传输到所述集中控制器。

[0021] 如上所述的基于人工智能的小型冷热电联供系统,进一步地,所述控制系统还包括故障检测模块和人机交互模块,所述故障检测模块根据所述智能监测模块采集的设备内部状态信息,基于人工智能算法定位设备的故障点并通过所述集中控制器将故障点信息传输至所述人机交互模块。

[0022] 如上所述的基于人工智能的小型冷热电联供系统,进一步地,所述控制系统还包括维修保养预测模块,所述维修保养预测模块根据设备的使用时长数据、设备运行历史数据、设备内部状态历史数据,预测设备需要进行维修和保养的时间,并通过所述集中控制器将维修保养预测信息传输至所述人机交互模块。

[0023] 如上所述的基于人工智能的小型冷热电联供系统,进一步地,还包括第二发电系统,所述第二发电系统驱动所述热泵系统制冷或制热供应给用户且所述第二发电系统包括市电,可再生能源发电、或/和柴油发电机,其中,当接入市电的价格低时,断开所述驱动系统与所述热泵系统的连接并接入所述第二发电系统与所述热泵系统的连接。

[0024] 如上所述的基于人工智能的小型冷热电联供系统,进一步地,所述冷却系统包括:风机、翅片换热器,在所述热泵系统控制模块的控制下,所述能量管理模块驱动所述风机和所述翅片换热器散热。

[0025] 一种基于人工智能的小型冷热电联供控制方法,其包括第一工作模式、第二工作模式和第三工作模式,其中,

[0026] 所述第一工作模式包括:

[0027] 驱动系统控制模块闭合第一继电器,蓄电池为发动机冷却水泵供电,发动机冷却水泵启动工作;

[0028] 驱动系统控制模块闭合第二继电器,蓄电池为发动机ECU供电,驱动系统控制模块发出启动指令给发动机ECU进而启动燃气发动机;

[0029] 燃气发动机启动,进而驱动工频发电机和直流发电机;

- [0030] 驱动系统控制模块闭合第三继电器,直流发电机发电进而为蓄电池充电;
- [0031] 所述第二工作模式包括:
- [0032] 驱动系统产生稳定的三相电和单相电并驱动热泵系统制冷或制热供应给用户,热泵系统控制模块闭合电磁阀,以回收燃气发动机的尾气余热,热泵系统控制模块闭合第一电子膨胀阀,以将回收的热量用于所述冷媒循环系统,热泵系统控制模块闭合第二电子膨胀阀,将回收热量用于所述冷冻水系统;
- [0033] 根据控制策略,热泵系统控制模块闭合第四继电器,能量管理模块进而驱动冷却系统启动散热;
- [0034] 能量管理模块根据用能预测模块提供的冷热电负荷预测结果,调节供能比例供给给热泵系统;
- [0035] 根据用户需求,选择开启或关闭热泵系统;
- [0036] 所述第三工作模式包括:
- [0037] 当接入市电的价格低时,断开驱动系统与热泵系统的连接并接入第二发电系统与热泵系统的连接。
- [0038] 如上所述的基于人工智能的小型冷热电联供控制方法,进一步地,当驱动系统切换至第二发电系统时,集中控制器通过人机交互模块接收用户指令,集中控制器将切换指令传输到驱动系统控制模块,驱动系统控制模块控制切换开关,切断发动机ECU的钥匙信号,通过发动机ECU控制燃气发动机停机,并断开第二继电器和第三继电器,最后关断第一继电器。
- [0039] 本发明与现有技术相比,其有益效果在于:本发明是一套高度集成的小型分布式冷热电联供系统,冷热双制,一套系统解决冷暖问题。冬季制热和夏季制冷过程中,设备利用率高。系统结构简单,成本低,投资少,容易实现。余热利用率高,发动机余热直接用于冷媒和冷冻水,热量散失少。采用人工智能模型和算法,优化系统能量管理,提高系统控制精度。本发明适用于城区电力扩容困难和配电困难的公共建筑,能直接高效利用工业沼气、养殖沼气、石油伴生气、煤层气等燃料。

附图说明

[0040] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图进行简单的介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,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的附图。

[0041] 图1是本发明实施例的小型分布式冷热电联供系统的结构示意图。

具体实施方式

[0042] 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、完整的描述,显然,所描述的实施例仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0043] 实施例:

[0044] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,本发明实施例的术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0045] 参见图1,图1是本发明实施例的小型分布式冷热电联供系统的结构示意图。本发明提供一种基于人工智能的小型分布式冷热电联供系统及其控制方法,其具有结构简单,成本低,投资少,容易实现的特点,适用于军事、农业等无电场景的供冷、供暖和供电,以及适用于气价便宜电价昂贵地区,以及电力扩容困难地区。

[0046] 一种基于人工智能的小型冷热电联供系统,其包括:驱动系统、热泵系统和控制系统,热泵系统内还设有余热回收系统,控制系统包括:集中控制器、驱动系统控制模块和热泵系统控制模块,其中,在集中控制器的控制下,如用于预测用户电/冷/热负荷、优化能量管理、监控系统运行、预测维修保养时间等,驱动系统控制模块控制的驱动系统用于产生稳定的三相电和单相电,热泵系统控制模块控制的热泵系统用于制冷或制热并供应给用户,如为用户供暖、供冷,并提供生活热水,热泵系统控制模块控制的余热回收系统用于回收系统运行过程中产生的热量。

[0047] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,驱动系统还包括燃气发动机、发动机ECU、工频发电机、直流发电机、能量管理模块、电源转换模块、蓄电池、发动机冷却水泵,其中,燃气发动机接入天然气作为燃料,产生的机械能驱动直流发电机;直流发电机产生的电能供给到蓄电池;蓄电池为发动机冷却水泵和发动机ECU供电。燃气发动机产生的机械能驱动工频发电机;工频发电机驱动热泵系统制冷或制热;能量管理模块利用工频发电机产生的三相电驱动热泵系统;电源转换器将工频发电机产生的三相电转换为单相交流电供应。

[0048] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,热泵系统还包括变频器、压缩机、冷媒循环系统、冷冻水系统、余热回收系统、冷却系统,其中,变频器将能量管理模块传递的电能变频后驱动压缩机工作;压缩机用于驱动冷媒循环系统和冷冻水系统运行,实现水侧和冷媒侧耦合式余热回收;余热回收系统包括尾气余热回收换热器、冷媒余热回收换热器和冷冻水余热回收换热器,其中,尾气余热回收换热器用于回收燃气发动机的尾气余热,冷媒余热回收换热器将回收的热量用于冷媒循环系统,冷冻水余热回收换热器将回收的热量用于冷冻水系统;冷却系统用于热泵系统的内部散热。本实施例中,燃气发动机带动工频发电机发电,产生的电能带动热泵系统制冷/制热。燃气发动机带动24V直流发电机发电,提供24V直流电源,给蓄电池充电。蓄电池作为燃气发动机启动电源,蓄电池为发动机ECU和发动机冷却水泵供电。能量管理模块根据用能预测模块提供的冷热电负荷预测结果,调节供能比例,实现电负荷和热泵系统用电最优化分配。驱动系统控制模块负责燃气发动机启停控制和正常运行控制,与ECU通讯,负责蓄电池充电控制、ECU电源控制,负责发动机冷却水泵启停控制,并控制外部电源接入切换开关。此外,发动机余热包括发动机尾气和缸套冷却水余热,余热回收用于加热冷媒和冷冻水,提高系统供暖性能。发动机余热,在夏季不需要将余热用于提升供暖能力时,余热用于制生活热水。多余热量通过冷却系统散热。热泵系统控

制模块负责控制热泵系统各模块稳定运行,包括冷媒循环系统、冷却水系统、压缩机、风机、四通阀、主电子膨胀阀、余热回收电子膨胀阀、余热回收电磁阀控制等。

[0049] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,控制系统还包括智能监测模块、用能预测模块,其中,智能监测模块通过温度传感器、压力传感器、声探头、振动传感器、摄像头、气体检测传感器检测设备内部状态以获取设备内部状态信息,并将设备内部状态信息传输到集中控制器,用能预测模块根据历史负荷数据、天气数据、电价数据、气价数据,基于人工智能算法预测冷热电负荷形成系统能量管理策略并传输到集中控制器。上述实施例中,控制系统还包括故障检测模块和人机交互模块,故障检测模块根据智能监测模块采集的设备内部状态信息,基于人工智能算法定位设备的故障点,例如气体泄漏点、气体泄漏量、温度异常点、声音异常点等。并通过集中控制器将故障点信息传输至人机交互模块,提醒用户排除设备故障。上述实施例中,控制系统还包括维修保养预测模块,维修保养预测模块根据设备的使用时长数据、设备运行历史数据、设备内部状态历史数据,采用线性回归等模型预测设备需要进行维修和保养的时间,并通过集中控制器将维修保养预测信息传输至人机交互模块。本实施例中,所述的集中控制器负责与驱动系统控制模块、热泵系统控制模块通讯,通过人机交互系统实现人机对话。用能预测模块预测冷热电负荷,为能量管理提供决策依据。智能监测模块监控设备内部状态,为故障检测、维修保养预测提供决策依据。

[0050] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,控制系统具有市电/燃气切换控制功能,因此本系统还提供第二发电系统,第二发电系统驱动热泵系统制冷或制热供应给用户且第二发电系统包括市电,可再生能源发电、或/和柴油发电机,其中,当接入市电的价格低时,断开驱动系统与热泵系统的连接并接入第二发电系统与热泵系统的连接。本实施例中,可以根据气价、电价、制热量等考量因素,而选择燃气优先模式、应急模式(制热量不够)和经济模式(峰谷电价、电价比气价便宜)。

[0051] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,冷却系统包括:风机、翅片换热器,在热泵系统控制模块的控制下,能量管理模块驱动风机和翅片换热器散热。

[0052] 参见图1,在其中一个完整实施例中:

[0053] 从电能传输路线看:驱动系统控制模块发动机ECU电性连接,发动机ECU与燃气发动机电性连接,燃气发动机分别与直流发电机(24V)和工频发电机电性连接,蓄电池(24V)与发动机冷却水泵电性连接且连接线路上设有第一继电器(继电器1),蓄电池(24V)与发动机ECU电性连接,且连接线路上设有第二继电器(继电器2),蓄电池(24V)与直流发电机(24V)电性连接,且连接线路上设有第三继电器(继电器3),工频发电机和第二发电系统通过切换开关与能量管理模块电性连接,电源转换模块与能量管理模块电性连接,电源转换模块与变频器电性连接,电源转换模块与冷却系统电性连接,且连接线路上设有第四继电器(继电器4),变频器与压缩机电性连接,压缩机与冷媒循环系统电性连接,冷媒循环系统与冷冻水系统电性连接。

[0054] 从余热传输路线看:尾气余热回收换热器通过电磁阀的启闭控制回收燃气发动机的尾气余热;冷媒余热回收换热器通过第一电子膨胀的启闭控制回收余热用于所述冷媒循环系统;冷冻水余热回收换热器通过第二电子膨胀的启闭控制回收余热用于所述冷冻水系统。

[0055] 从控制线路看:集中控制器分别控制信号连接有驱动系统控制模块、热泵系统控

制模块、智能监测模块、用能预测模块、故障检测模块、人机交互模块和维修保养预测模块；驱动系统控制模块分别控制信号连接有第一继电器(继电器1)、第二继电器(继电器2)、第三继电器(继电器3)和切换开关；热泵系统控制模块分别控制信号连接有第四继电器(继电器4)、电磁阀、第一电子膨胀和第二电子膨胀。

[0056] 一种基于人工智能的小型冷热电联供控制方法,其包括第一工作模式、第二工作模式和第三工作模式,其中,

[0057] 第一工作模式包括:驱动系统控制模块闭合第一继电器,蓄电池为发动机冷却水泵供电,发动机冷却水泵启动工作;驱动系统控制模块闭合第二继电器,蓄电池为发动机ECU供电,驱动系统控制模块发出启动指令给发动机ECU进而启动燃气发动机;燃气发动机启动,进而驱动工频发电机和直流发电机;驱动系统控制模块闭合第三继电器,直流发电机发电进而为蓄电池充电。本实施例中,该模式为系统启动模式,为保证发动机冷却水泵和ECU先于燃气发动机动作,需要驱动系统控制模块始终处于待机状态。24V蓄电池为驱动系统控制模块供电。在发动机启动前,驱动系统控制模块控制继电器2和继电器1闭合,24V蓄电池为ECU和发动机冷却水泵供电。当用户通过人机交互模块发出系统开机指令。驱动系统控制模块发送发动机启动指令到ECU,ECU控制燃气发动机启动。燃气发动机启动后,带动24V直流发电机发电,驱动系统控制模块控制继电器3闭合,为蓄电池充电并提供24V电源。燃气发动机启动阶段,蓄电池为控制模块供电,燃气发动机正常运行后,24V发电机为驱动系统控制模块供电。

[0058] 第二工作模式包括:驱动系统产生稳定的三相电和单相电并驱动热泵系统制冷或制热供应给用户,热泵系统控制模块闭合电磁阀,以回收燃气发动机的尾气余热,热泵系统控制模块闭合第一电子膨胀阀,以将回收余热用于冷媒循环系统,热泵系统控制模块闭合第二电子膨胀阀,将回收余热用于冷冻水系统;能量管理模块根据用能预测模块提供的冷热电负荷预测结果,调节供能比例供给给热泵系统;根据控制策略,热泵系统控制模块闭合第四继电器,能量管理模块进而驱动冷却系统启动散热;根据用户需求,选择开启或关闭热泵系统。本实施例中,该模式为系统正常运行模式,在系统正常运行模式可根据需要选择普通制热、低温制热、制冷、除霜、回油、防冻等方式。进入正常运行模式后,驱动系统提供380V50Hz三相电和220V50Hz单相电。热泵系统控制模块一方面控制热泵系统稳定运行,一方面控制余热回收系统(低温制热工况)。热泵系统控制模块闭合电磁阀,并通过控制电子膨胀阀1和电子膨胀阀2的开度,调节余热能量分配,实现水侧和冷媒侧耦合式余热高效回收。图1仅表示所回收的发动机余热通过余热回收换热器提高系统供暖能力,余热亦可以用于热泵系统除霜,并制生活热水。

[0059] 第三工作模式包括:当接入市电的价格低时,断开驱动系统与热泵系统的连接并接入第二发电系统与热泵系统的连接。本实施例中,该模式为系统切换模式,当驱动系统切换至第二发电系统时,集中控制器通过人机交互模块接收用户指令,集中控制器将切换指令传输到驱动系统控制模块,驱动系统控制模块控制切换开关,切断发动机ECU的钥匙信号,通过发动机ECU控制燃气发动机停机,并断开第二继电器和第三继电器,最后关断第一继电器。

[0060] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特

点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0061] 上述实施例只是为了说明本发明的技术构思及特点,其目的是在于让本领域内的普通技术人员能够了解本发明的内容并据以实施,并不能以此限制本发明的保护范围。凡是根据本发明内容的实质所做出的等效的变化或修饰,都应涵盖在本发明的保护范围内。

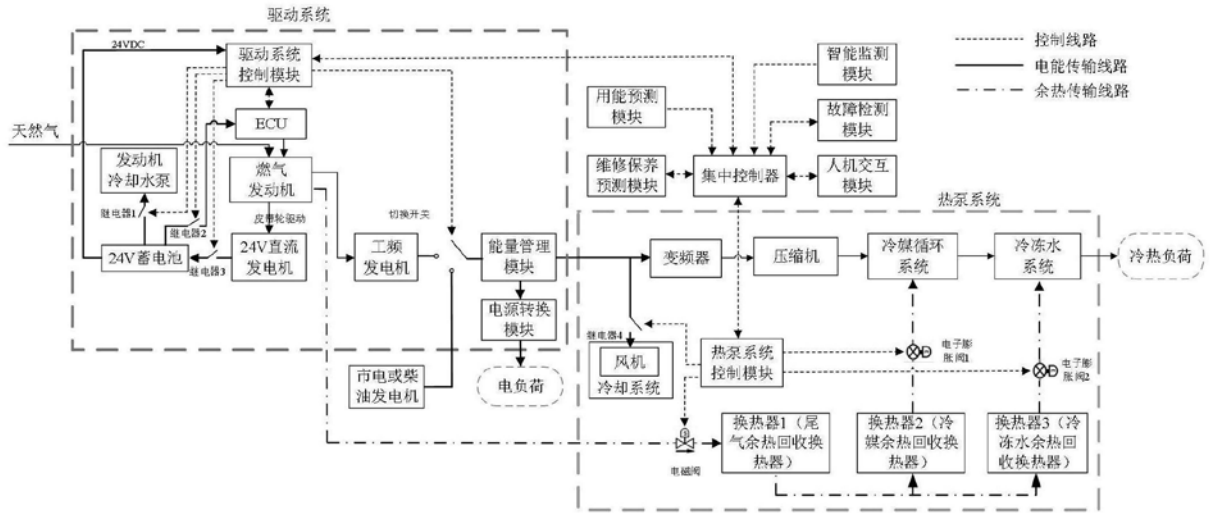


图1