(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 216114778 U
(45)授权公告日 2022.03.22

(21)申请号 202120629126.0

(22)申请日 2021.03.29

(73)专利权人 华北电力大学
地址 102206 北京市昌平区回龙观北农路2号华北电力大学

(72)发明人 孙健 戈志华 杜小泽 杨勇平

(51)Int.Cl.
F25B 30/02(2006.01)
F25B 30/06(2006.01)
F25B 41/20(2021.01)
F25B 41/30(2021.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

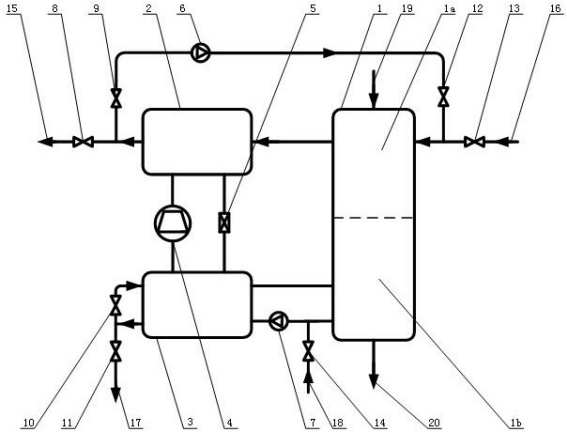
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)实用新型名称

一种烟气消白冷热联供超级热泵机组

(57)摘要

本实用新型提出一种烟气消白冷热联供超级热泵机组，属于能源高效利用领域。该机组具有三种运行模式：有烟气时消白余热回收、无烟气时制取热水及无烟气时制取冷水。其中烟气换热器采用两路流体将烟气换热过程分为烟气预冷过程及水蒸气冷凝过程，相比现有换热器技术显著的降低了换热过程不可逆损失，显著的提升了传热效率，并使用单级或者多级热泵串联的方式显著的提升制热温度或降低制冷温度实现了在有烟气时进行消白余热回收，以及在无烟气时满足用户的制冷或制热需求的多重有益效果。



CN 216114778 U

1.一种烟气消白冷热联供超级热泵机组，其特征在于：该机组包括换热器(1)、冷凝器(2)、蒸发器(3)、压缩机(4)、节流装置(5)、循环泵A(6)、循环泵B(7)、阀门A(8)、阀门B(9)、阀门C(10)、阀门D(11)、阀门E(12)、阀门F(13)、阀门G(14)、热水出口(15)、热水入口(16)、冷水出口(17)、冷水入口(18)、气体入口(19)和气体出口(20)；其中冷凝器(2)与阀门A(8)、阀门B(9)、压缩机(4)、节流装置(5)和换热器(1)相连，压缩机(4)与冷凝器(2)和蒸发器(3)相连，蒸发器(3)与压缩机(4)、节流装置(5)、阀门C(10)、阀门D(11)、循环泵B(7)和换热器(1)相连，换热器(1)与冷凝器(2)、阀门E(12)、阀门F(13)、气体入口(19)、蒸发器(3)、循环泵B(7)、阀门G(14)和气体出口(20)相连，节流装置(5)与冷凝器(2)和蒸发器(3)相连，循环泵B(7)与蒸发器(3)、阀门G(14)和换热器(1)相连，阀门A(8)与热水出口(15)、阀门B(9)和冷凝器(2)相连，阀门B(9)与阀门A(8)、冷凝器(2)和循环泵A(6)相连，循环泵A(6)与阀门B(9)和阀门E(12)相连，阀门E(12)与循环泵A(6)、换热器(1)和阀门F(13)相连，阀门F(13)与阀门E(12)、换热器(1)和热水入口(16)相连，阀门C(10)与蒸发器(3)和阀门D(11)相连，阀门D(11)与阀门C(10)、蒸发器(3)和冷水出口(17)相连，阀门G(14)与循环泵B(7)、换热器(1)和冷水入口(18)相连，其中换热器(1)由高压腔(1a)和低压腔(1b)构成。

2.根据权利要求1所述的一种烟气消白冷热联供超级热泵机组，其特征在于：换热器(1)由高压腔(1a)和低压腔(1b)构成，换热器(1)采用不同流体与气体进行热量交换。

3.根据权利要求1所述的一种烟气消白冷热联供超级热泵机组，其特征在于：换热器(1)采用间壁式换热器或喷淋式换热器。

4.根据权利要求1所述的一种烟气消白冷热联供超级热泵机组，其特征在于：蒸发器(3)和冷凝器(2)采用单级或多级串联结构。

5.根据权利要求1所述的一种烟气消白冷热联供超级热泵机组，其特征在于：工作于压缩机(4)、冷凝器(2)、节流装置(5)和蒸发器(3)的循环工质为自然工质或氟利昂。

一种烟气消白冷热联供超级热泵机组

技术领域

[0001] 本实用新型属于能源利用技术领域，特别是涉及一种烟气消白冷热联供超级热泵机组。

背景技术

[0002] 天然气作为较为清洁的能源得到越来越多的应用，其中天然气的主要成分为甲烷，而甲烷燃烧后产生的成分为二氧化碳和水蒸气，常规锅炉的排烟温度为80℃至200℃，由于其中含有大量的水蒸气因此烟气中有较多热量可回收。但是烟气中的水蒸气需要降低到其露点温度以下才可释放大量的冷凝热，因此需要将烟气降低到较低的温度水平。

[0003] 现有的烟气余热回收技术主要采用热泵与换热器组合使用的方式，其缺陷在于只能实现单一的烟气降温消白功能，无法满足在无烟气工况下用户的制热与制冷需求。

[0004] 在此背景下，本实用新型提出一种烟气消白冷热联供超级热泵机组，该机组具有三种运行模式：有烟气时消白余热回收、无烟气时制取热水及无烟气时制取冷水。其中烟气换热器采用“能级匹配，阶梯利用”的新型设计方法，将烟气换热过程分为烟气预冷过程及水蒸气冷凝过程，相比现有换热器技术显著的降低了换热过程不可逆损失，显著的提升了传热效率。

实用新型内容

[0005] 本实用新型提出了一种烟气消白冷热联供超级热泵机组，采用新型梯级换热的烟气换热器，将烟气换热器分为高压腔和低压腔，分别采用两种流体对烟气进行预冷和水蒸气冷凝，相比常规烟气换热器显著的降低了传热过程的不可逆损失，大幅度的提升了换热效率。该机组采用高效电动热泵，使用单级或者多级串联的方式显著的提升制热温度或降低制冷温度，该机组采用新型流程和运行方法实现了在有烟气时进行消白余热回收，以及在无烟气时满足用户的制冷或制热需求的多重有益效果。

[0006] 一种烟气消白冷热联供超级热泵机组包括换热器(1)、冷凝器(2)、蒸发器(3)、压缩机(4)、节流装置(5)、循环泵A(6)、循环泵B(7)、阀门A(8)、阀门B(9)、阀门C(10)、阀门D(11)、阀门E(12)、阀门F(13)、阀门G(14)、热水出口(15)、热水入口(16)、冷水出口(17)、冷水入口(18)、气体入口(19)和气体出口(20)构成。其中冷凝器(2)与阀门A(8)、阀门B(9)、压缩机(4)、节流装置(5)和换热器(1)相连，压缩机(4)与冷凝器(2)和蒸发器(3)相连，蒸发器(3)与压缩机(4)、节流装置(5)、阀门C(10)、阀门D(11)、循环泵B(7)和换热器(1)相连，换热器(1)与冷凝器(2)、阀门E(12)、阀门F(13)、气体入口(19)、蒸发器(3)、循环泵B(7)、阀门G(14)和气体出口(20)相连，节流装置(5)与冷凝器(2)和蒸发器(3)相连，循环泵B(7)与蒸发器(3)、阀门G(14)和换热器(1)相连，阀门A(8)与热水出口(15)、阀门B(9)和冷凝器(2)相连，阀门B(9)与阀门A(8)、冷凝器(2)和循环泵A(6)相连，循环泵A(6)与阀门B(9)和阀门E(12)相连，阀门E(12)与循环泵A(6)、换热器(1)和阀门F(13)相连，阀门F(13)与阀门E(12)、换热器(1)和热水入口(16)相连，阀门C(10)与蒸发器(3)和阀门D(11)相连，阀门D(11)与阀

门C(10)、蒸发器(3)和冷水出口(17)相连，阀门G(14)与循环泵B(7)、换热器(1)和冷水入口(18)相连，其中换热器(1)由高压腔(1a)和低压腔(1b)构成。

[0007] 一种烟气消白冷热联供超级热泵机组，采用三种运行方式：

[0008] ①烟气消白工况，阀门B(9)、循环泵A(6)、阀门E(12)、阀门D(11)、阀门G(14)关闭，阀门A(8)、阀门F(13)、阀门C(10)和循环泵B(7)开启，烟气从气体入口(19)进入换热器(1)，烟气依次经过高压腔(1a)和低压腔(1b)后经气体出口(20)离开，热水经热水入口(16)依次经过阀门F(13)、换热器(1)、冷凝器(2)和阀门A(8)后经热水出口(15)离开，封闭循环水经过阀门C(10)、蒸发器(3)、换热器(1)和循环泵B(7)进行往复循环，循环工质经过压缩机(4)、冷凝器(2)、节流装置(5)和蒸发器(3)进行往复循环。

[0009] ②无烟气制热工况，阀门B(9)、循环泵A(6)、阀门E(12)、阀门D(11)和阀门G(14)关闭，阀门A(8)、阀门F(13)、阀门C(10)和循环泵B(7)开启，热水经热水入口(16)依次经过阀门F(13)、换热器(1)、冷凝器(2)和阀门A(8)后经热水出口(15)离开，空气依次经过高压腔(1a)和低压腔(1b)后经气体出口(20)离开，热水经热水入口(16)依次经过阀门F(13)、换热器(1)、冷凝器(2)和阀门A(8)后经热水出口(15)离开，封闭循环水经过阀门C(10)、蒸发器(3)、换热器(1)和循环泵B(7)进行往复循环，循环工质经过压缩机(4)、冷凝器(2)、节流装置(5)和蒸发器(3)进行往复循环。

[0010] ③无烟气制冷工况，阀门A(8)、阀门F(13)和阀门C(10)关闭，阀门B(9)、循环泵A(6)、阀门E(12)、循环泵B(7)、阀门D(11)和阀门G(14)开启，空气依次经过高压腔(1a)和低压腔(1b)后经气体出口(20)离开，冷水经冷水入口(18)后依次经过阀门G(14)、循环泵B(7)、蒸发器(3)和阀门D(11)后经冷水出口(17)离开，封闭循环水经过阀门B(9)、循环泵A(6)、阀门E(12)、换热器(1)和冷凝器(2)进行往复循环，循环工质经过压缩机(4)、冷凝器(2)、节流装置(5)和蒸发器(3)进行往复循环。

[0011] 一种烟气消白冷热联供超级热泵机组，可采用单级热泵或多级热泵串联方式实现不同的排烟温度、制热温度或制冷温度，满足用户宽范围冷热负荷需求。其中工作于压缩机(4)、冷凝器(2)、节流装置(5)和蒸发器(3)的循环工质为自然工质或氟利昂，该机组采用新型梯级换热的烟气换热器，将烟气换热器分为高压腔和低压腔，分别采用两种流体对烟气进行预冷和水蒸气冷凝，相比常规烟气换热器显著的降低了传热过程的不可逆损失，大幅度的提升了换热效率，该换热器采用非直接接触式或喷淋式换热方式。

附图说明

[0012] 图1是一种烟气消白冷热联供超级热泵机组系统图。

[0013] 附图标记：

[0014] 1-换热器，2-冷凝器，3-蒸发器，4-压缩机，5-节流装置，6-循环泵A，7-循环泵B，8-阀门A，9-阀门B，10-阀门C，11-阀门D，12-阀门E，13-阀门F，14-阀门G，15-热水出口，16-热水入口，17-冷水出口，18-冷水入口，19-气体入口，20-气体出口

具体实施方式

[0015] 为使本实用新型实施的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本实用新型实施例中的附图，对本实用新型实施例中的技术方案进行更加详细的描述。在附图中，自始

至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。所描述的实施例是本实用新型一部分实施例，而不是全部的实施例。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本实用新型，而不能理解为对本实用新型的限制。基于本实用新型中的实施例，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，都属于本实用新型保护的范围。

[0016] 该烟气消白冷热联供超级热泵机组包括换热器(1)、冷凝器(2)、蒸发器(3)、压缩机(4)、节流装置(5)、循环泵A(6)、循环泵B(7)、阀门A(8)、阀门B(9)、阀门C(10)、阀门D(11)、阀门E(12)、阀门F(13)、阀门G(14)、热水出口(15)、热水入口(16)、冷水出口(17)、冷水入口(18)、气体入口(19)和气体出口(20)构成。其中冷凝器(2)与阀门A(8)、阀门B(9)、压缩机(4)、节流装置(5)和换热器(1)相连，压缩机(4)与冷凝器(2)和蒸发器(3)相连，蒸发器(3)与压缩机(4)、节流装置(5)、阀门C(10)、阀门D(11)、循环泵B(7)和换热器(1)相连，换热器(1)与冷凝器(2)、阀门E(12)、阀门F(13)、气体入口(19)、蒸发器(3)、循环泵B(7)、阀门G(14)和气体出口(20)相连，节流装置(5)与冷凝器(2)和蒸发器(3)相连，循环泵B(7)与蒸发器(3)、阀门G(14)和换热器(1)相连，阀门A(8)与热水出口(15)、阀门B(9)和冷凝器(2)相连，阀门B(9)与阀门A(8)、冷凝器(2)和循环泵A(6)相连，循环泵A(6)与阀门B(9)和阀门E(12)相连，阀门E(12)与循环泵A(6)、换热器(1)和阀门F(13)相连，阀门F(13)与阀门E(12)、换热器(1)和热水入口(16)相连，阀门C(10)与蒸发器(3)和阀门D(11)相连，阀门D(11)与阀门C(10)、蒸发器(3)和冷水出口(17)相连，阀门G(14)与循环泵B(7)、换热器(1)和冷水入口(18)相连，其中换热器(1)由高压腔(1a)和低压腔(1b)构成。

[0017] 其中工作于冷凝器(2)、节流装置(5)、蒸发器(3)和压缩机(4)的循环工质为R410a，工作于阀门C(10)、蒸发器(3)、换热器(1)和循环泵B(7)的循环工质为乙二醇水溶液，该机组采用单级压缩机方式，换热器采用间壁式换热器方式。

[0018] 该机组采用三种运行方式：

[0019] ①烟气消白工况，烟气在换热器(1)的进出口温度为100℃/5℃，热水在热水入口(16)的温度为35℃，热水在热水出口(15)的温度为65℃，阀门B(9)、循环泵A(6)、阀门E(12)、阀门D(11)、阀门G(14)关闭，阀门A(8)、阀门F(13)、阀门C(10)和循环泵B(7)开启，烟气从气体入口(19)进入换热器(1)，烟气依次经过高压腔(1a)和低压腔(1b)后经气体出口(20)离开，热水经热水入口(16)依次经过阀门F(13)、换热器(1)、冷凝器(2)和阀门A(8)后经热水出口(15)离开，封闭循环水经过阀门C(10)、蒸发器(3)、换热器(1)和循环泵B(7)进行往复循环，循环工质经过压缩机(4)、冷凝器(2)、节流装置(5)和蒸发器(3)进行往复循环。

[0020] ②无烟气制热工况，空气在换热器(1)的进出口温度为33℃/5℃，热水在热水入口(16)的温度为25℃，热水在热水出口(15)的温度为55℃，阀门B(9)、循环泵A(6)、阀门E(12)、阀门D(11)和阀门G(14)关闭，阀门A(8)、阀门F(13)、阀门C(10)和循环泵B(7)开启，热水经热水入口(16)依次经过阀门F(13)、换热器(1)、冷凝器(2)和阀门A(8)后经热水出口(15)离开，空气依次经过高压腔(1a)和低压腔(1b)后经气体出口(20)离开，热水经热水入口(16)依次经过阀门F(13)、换热器(1)、冷凝器(2)和阀门A(8)后经热水出口(15)离开，封闭循环水经过阀门C(10)、蒸发器(3)、换热器(1)和循环泵B(7)进行往复循环，循环工质经过压缩机(4)、冷凝器(2)、节流装置(5)和蒸发器(3)进行往复循环。

[0021] ③无烟气制冷工况，空气在换热器(1)的进出口温度为28℃/36℃，冷水在冷水入口(18)的温度为12℃，冷水在冷水出口(17)的温度为5℃，阀门A(8)、阀门F(13)和阀门C(10)关闭，阀门B(9)、循环泵A(6)、阀门E(12)、循环泵B(7)、阀门D(11)和阀门G(14)开启，空气依次经过高压腔(1a)和低压腔(1b)后经气体出口(20)离开，冷水经冷水入口18后依次经过阀门G(14)、循环泵B(7)、蒸发器(3)和阀门D(11)后经冷水出口(17)离开，封闭循环水经过阀门B(9)、循环泵A(6)、阀门E(12)、换热器(1)和冷凝器(2)进行往复循环，循环工质经过压缩机(4)、冷凝器(2)、节流装置(5)和蒸发器(3)进行往复循环。

[0022] 最后需要指出的是：以上实施例仅用以说明本实用新型的技术方案，而非对其限制。尽管参照前述实施例对本实用新型进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本实用新型各实施例技术方案的精神和范围。

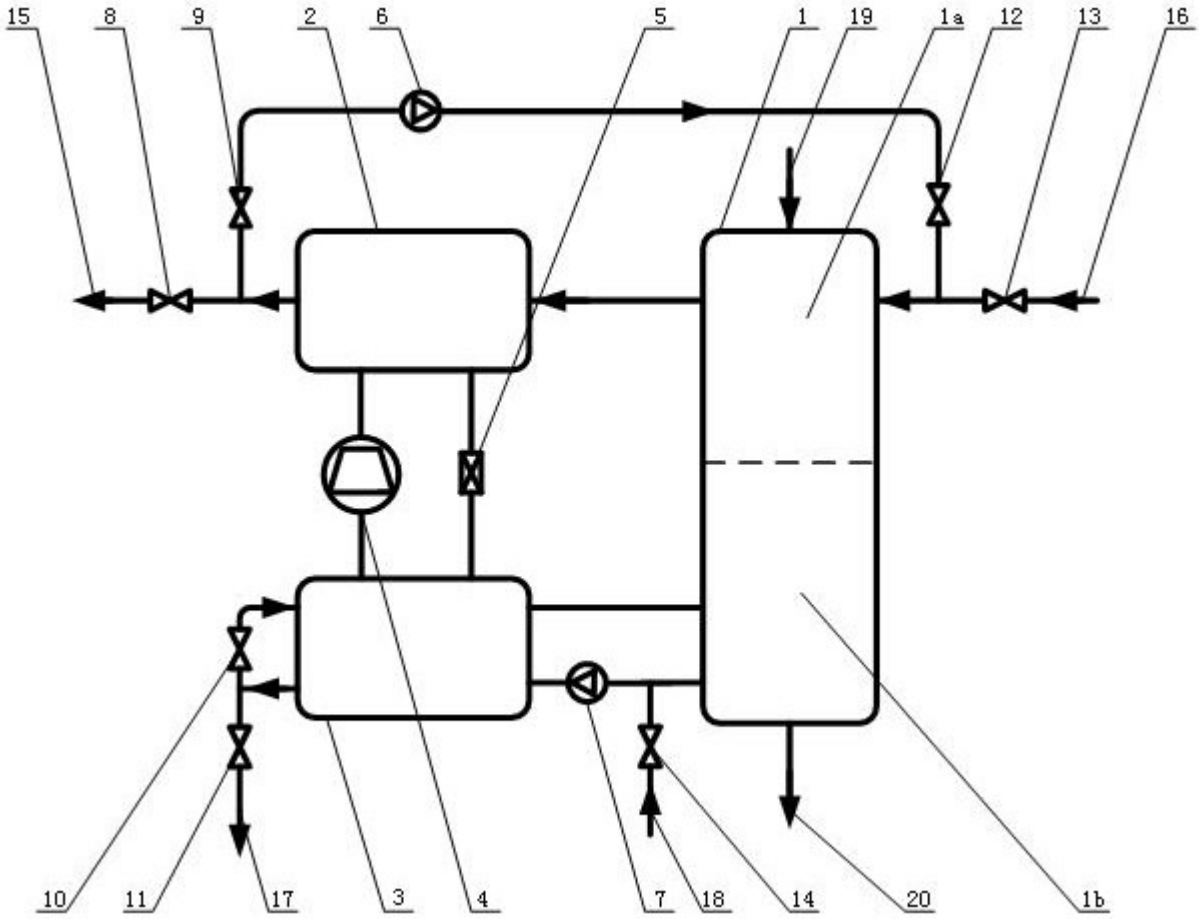


图1