



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112856635 A

(43) 申请公布日 2021.05.28

(21) 申请号 202110108513.4

(22) 申请日 2021.01.27

(71) 申请人 国网电力科学研究院武汉能效测评有限公司

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞瑜路143号

申请人 国网电力科学研究院有限公司
国网江苏省电力有限公司南京供电分公司
国家电网有限公司

(72) 发明人 冯澎湃 徐荆州 邱泽晶 肖晶
肖楚鹏 郭松 胡文博 齐飞

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

代理人 李满

(51) Int.Cl.

F24F 5/00 (2006.01)

F24F 11/64 (2018.01)

F24F 11/65 (2018.01)

F24F 11/89 (2018.01)

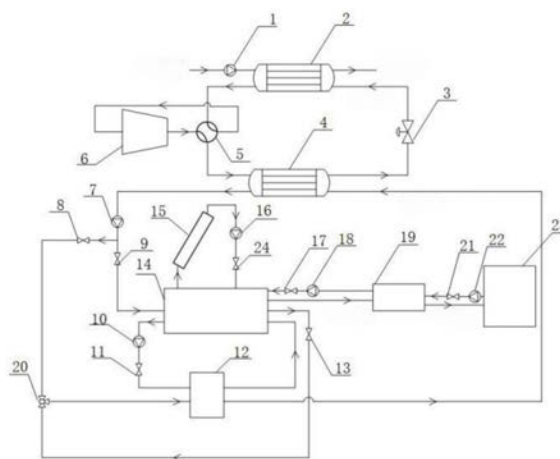
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

蓄能式自然水源热泵空调系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种蓄能式自然水源热泵空调系统,包括热泵系统回路、循环水回路、储能回路和供能回路;所述热泵系统回路和所述循环水回路通过冷凝器换热;所述供能回路和所述循环水回路分别独立流经空调末端,所述供能回路还包括与空调末端串联的储能水箱;所述储能回路包括储能水箱和与所述储能水箱串联的相变储能系统;还包括储能供能支路,所述储能供能支路包括储能水箱,所述储能水箱的进水口还与位于冷凝器和空调末端之间的循环水回路旁通,所述储能水箱的出水口还与循环水回路中的空调末端进水口连接。本发明增强电网削峰填谷的能力、降低成本;系统能效高且供能稳定。



1. 一种蓄能式自然水源热泵空调系统,其特征在于:包括热泵系统回路、循环水回路、储能回路和供能回路;

所述热泵系统回路和所述循环水回路通过冷凝器(4)换热;

所述供能回路和所述循环水回路分别独立流经空调末端(12),所述供能回路还包括与空调末端(12)串联的储能水箱(14);

所述储能回路包括储能水箱(14)和与所述储能水箱串联的相变储能系统;

还包括储能供能支路,所述储能供能支路包括储能水箱(14),所述储能水箱(14)的进水口还与位于冷凝器(4)和空调末端(12)之间的循环水回路旁通,所述储能水箱(14)的出水口还与循环水回路中的空调末端(12)进水口连接。

2. 根据权利要求1所述的蓄能式自然水源热泵空调系统,其特征在于:所述循环水回路包括依次串联的冷凝器(4)、第一循环水泵(7)、第五阀门(8)、三通阀(20)和空调末端(12),所述三通阀(20)的另一接口与储能供能支路中的储能水箱(14)出水口连接,所述储能供能支路中的储能水箱(14)进水口旁通在第一循环水泵(7)与第五阀门(8)之间。

3. 根据权利要求1所述的蓄能式自然水源热泵空调系统,其特征在于:所述相变储能系统包括串联的相变蓄热装置(19)和电导热油炉(23)。

4. 根据权利要求1所述的蓄能式自然水源热泵空调系统,其特征在于:所述热泵系统回路包括依次串联的蒸发器(2)、节流阀(3)、冷凝器(4)和压缩机(6),所述蒸发器(2)中换热介质为制冷剂和自然水源。

5. 根据权利要求4所述的蓄能式自然水源热泵空调系统,其特征在于:所述热泵系统回路还包括四通转向阀(5),所述四通转向阀的四个接口分别与蒸发器(2)、压缩机的两端和冷凝器(4)连接。

6. 根据权利要求1所述的蓄能式自然水源热泵空调系统,其特征在于:所述储能水箱还连接有太阳能集热系统,所述太阳能集热系统包括依次串联的集热器(15)、第四循环水泵(16)和第七阀门(24)。

7. 一种基于上述权利要求1~6任意一项所述的蓄能式自然水源热泵空调系统的控制方法,其特征在于:

包括峰电控制模式,当电网用电负荷大于或等于电网负荷上限值时,关闭热泵系统回路、循环水回路和储能供能支路,开启供能回路,储能水箱中储存的热能或冷能通过空调末端与室内空气换热;

包括谷电控制模式,当电网用电负荷小于或等于电网负荷下限值时,关闭循环水回路和供能回路,开启热泵系统回路和储能供能支路,热泵系统产生的热能或者冷能先经过储能水箱储存一部分,剩余部分的热能或冷能通过空调末端与室内空气换热;

包括平电控制模式,当电网用电负荷大于电网负荷下限值且小于电网负荷上限值时,关闭储能供能回路、储能回路和供能回路,开启热泵系统回路和循环水回路,热泵系统产生的热能和冷能直接通过空调末端与室内空气换热。

8. 根据权利要求7所述的蓄能式自然水源热泵空调系统控制方法,其特征在于:在峰电控制模式中,当气温低于冬季温度临界值,且储能水箱中的水温小于或等于供热最低温度时,开启相变储能系统。

9. 根据权利要求7所述的蓄能式自然水源热泵空调系统控制方法,其特征在于:在谷电

控制模式中,当气温低于冬季温度临界值,开启相变储能系统。

10.根据权利要求7所述的蓄能式自然水源热泵空调系统控制方法,其特征在于:当气温低于冬季温度临界值,且太阳辐射强度大于辐射强度设定值时,开启太阳能集热系统。

蓄能式自然水源热泵空调系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及热泵空调技术领域,具体地指一种蓄能式自然水源热泵空调系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 随着我国经济社会的发展,建筑空调能耗逐渐增加,居民聚居区、CBD等城市负荷密集区域的用电负荷持续攀升、屡创新高,同时峰谷差进一步拉大,局部供需矛盾进一步深化。以长江流域省区为例,江苏,浙江,湖北,重庆等夏季空调负荷比例超过40%。在电力负荷高峰时段,由于运行方式调整裕度小,电网运行压力大,输变电设备重载和过载问题严重,同时用户能源支出成本也大大增加,因此需要寻求新的解决方案,破解城市区域电力供需矛盾的难题。

[0003] 现有的空调系统制热时采用的蓄能方式一般分为两种,蓄能水箱蓄热和相变蓄热。蓄能水箱是利用水的显热来进行热量的存储,其存在蓄能密度低、蓄能温度上限低,放热过程中温度变化大的特点,进而导致有效取热时间较短、占地面积大等缺点。相变储热具有储能密度高和操作期间温度变化小等优点,一定程度上克服了水蓄热的缺点,其中相变蓄热又分为低温相变蓄热和高温相变蓄热,以石蜡为代表的低温相变材料虽然价格低廉,但其材料密度较低,单位质量体积较大,导致占地面积可缩减范围有限,同时由于建筑中常规热泵可提供的加热温度不超过65℃,加上换热温差的存在,相变蓄热装置内储热材料能够达到的温度远低于65℃,因此低温相变蓄能密度并不高;针对于高温相变蓄热,现有的空调系统一般仅仅采用电加热的方式进行热量存储,未能有效利用能效比较高的热泵及太阳能产生的低位热能,导致系统整体能效较低。

[0004] 中国专利201420119322.3公开了一种热泵与锅炉蓄能系统,主要利用谷电时段,将热泵机组与锅炉串联,先由热泵将水加热到指定供热温度,然后再用锅炉将水温进一步升高到更高温度续存起来,充分利用了用电的峰谷和热泵的高能效比,降低了供热成本。然后该系统仍是局限于利用水的显热来储蓄热量,蓄能密度提升有限,并不能满足白天峰电时段长时间稳定放热,且未能将清洁的太阳能加以利用,使得整体系统能效并不高。

[0005] 中国专利201911377928.0公开了一种太阳能-江水源热泵联合供暖系统,包括相变蓄热模块,相变蓄热模块依次与蒸发器和太阳能集热器构成回路,蒸发器与冷凝器构成回路,解决了现有太阳能供暖系统供暖不持续、以及相变储热装置存储能量利用率较低的问题。然而该系统只能实现低温相变蓄热,其蓄能密度并不高,同时由于整个系统的外部热源是太阳能,当白天阳光强度较低时将无法为相变蓄热模块及蒸发器侧提供稳定的热量输入,该系统的稳定性较差。

发明内容

[0006] 本发明的目的就是要克服上述现有技术存在的不足,提供一种蓄能式自然水源热泵空调系统及其控制方法,该系统可以实现谷电时段储能且峰电时段放能,系统能效高且

供能稳定。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供一种蓄能式自然水源热泵空调系统,其特征在于:包括热泵系统回路、循环水回路、储能回路和供能回路;所述热泵系统回路和所述循环水回路通过冷凝器换热;所述供能回路和所述循环水回路分别独立流经空调末端,所述供能回路还包括与空调末端串联的储能水箱;所述储能回路包括储能水箱和与所述储能水箱串联的相变储能系统;还包括储能供能支路,所述储能供能支路包括储能水箱,所述储能水箱的进水口还与位于冷凝器和空调末端之间的循环水回路旁通,所述储能水箱的出水口还与循环水回路中的空调末端进水口连接。

[0008] 进一步地,所述循环水回路包括依次串联的冷凝器、第一循环水泵、第五阀门、三通阀和空调末端,所述三通阀的另一接口与储能供能支路中的储能水箱出水口连接,所述储能供能支路中的储能水箱进水口旁通在第一循环水泵与第五阀门之间。

[0009] 进一步地,所述相变储能系统包括串联的相变蓄热装置和电导热油炉。

[0010] 进一步地,所述热泵系统回路包括依次串联的蒸发器、节流阀、冷凝器和压缩机,所述蒸发器中换热介质为制冷剂和自然水源。

[0011] 进一步地,所述热泵系统回路还包括四通转向阀,所述四通换向阀的四个接口分别与蒸发器、压缩机的两端和冷凝器连接。

[0012] 进一步地,所述储能水箱还连接有太阳能集热系统,所述太阳能集热系统包括依次串联的集热器、第四循环水泵和第七阀门。

[0013] 本发明还提供一种基于上述所述的蓄能式自然水源热泵空调系统的控制方法,其特征在于:

[0014] 包括峰电控制模式,当电网用电负荷大于或等于电网负荷上限值时,关闭热泵系统回路、循环水回路和储能供能支路,开启供能回路,储能水箱中储存的热能或冷能通过空调末端与室内空气换热;

[0015] 包括谷电控制模式,当电网用电负荷小于或等于电网负荷下限值时,关闭循环水回路和供能回路,开启热泵系统回路和储能供能支路,热泵系统产生的热能或者冷能先经过储能水箱储存一部分,剩余部分的热能或冷能通过空调末端与室内空气换热;

[0016] 包括平电控制模式,当电网用电负荷大于电网负荷下限值且小于电网负荷上限值时,关闭储能供能回路、储能回路和供能回路,开启热泵系统回路和循环水回路,热泵系统产生的热能和冷能直接通过空调末端与室内空气换热。

[0017] 进一步地,在峰电控制模式中,当气温低于冬季温度临界值,且储能水箱中的水温小于或等于供热最低温度时,开启相变储能系统。

[0018] 进一步地,在谷电控制模式中,当气温低于冬季温度临界值,开启相变储能系统。

[0019] 进一步地,当气温低于冬季温度临界值,且太阳辐射强度大于辐射强度设定值时,开启太阳能集热系统。

[0020] 本发明的有益效果:

[0021] 1、增强电网削峰填谷的能力、降低成本。通过在循环水系统中增加与其连接的储能系统、供能系统和储能供能系统实现在电价较低的谷电时期储能和供能,在电价较高的峰电时期关闭热泵系统回路,利用储能回路中储存的热能和冷能给空调末端供能,在平电时期正常供能,这样大大提高了整个电网系统的削峰填谷能力,并降低了系统的用电成本。

[0022] 2、系统能效高且供能稳定。热泵系统回路利用了自然水源冬暖夏凉的特点与蒸发器中制冷剂换热,提高了热泵系统回路的能效,在储能回路中,储能水箱和相变储能系统协同工作,弥补了冬季谷电时期储热不足和峰电时期供热不足,同时在冬季太阳能集热系统提高了储能水箱的供热水温,进一步地提高了系统的能效和供能稳定性。

附图说明

[0023] 图1为本发明蓄能式自然水源热泵空调系统示意图。

[0024] 图中各部件标号如下:1.第二循环水泵、2.蒸发器、3.节流阀、4.冷凝器、5.四通转向阀、6.压缩机、7.第一循环水泵、8.第五阀门、9.第二阀门、10.第三循环水泵、11.第四阀门、12.空调末端、13.第三阀门、14.蓄能水箱、15.太阳能集热器、16.第四循环水泵、17.第七阀门、18.第二循环导热油泵、19.相变蓄热装置、20.三通阀、21.第六阀门、22.第一循环导热油泵、23.电导热油炉、24.第一阀门。

具体实施方式

[0025] 下面具体实施方式用于对本发明的权利要求技术方案作进一步的详细说明,便于本领域的技术人员更清楚地了解本权利要求书。本发明的保护范围不限于下面具体的实施例。本领域的技术人员做出的包含有本发明权利要求书技术方案而不同于下列具体实施方式的也是本发明的保护范围。

[0026] 如图1所示,一种蓄能式自然水源热泵空调系统,包括热泵系统回路、循环水回路、储能回路和供能回路;热泵系统回路和循环水回路通过冷凝器4换热;供能回路和循环水回路分别独立流经空调末端12,两者均分别与空调末端中的室内空气换热,供能回路还包括与空调末端12串联的储能水箱14;储能回路包括储能水箱14和与储能水箱串联的相变储能系统;还包括储能供能支路,储能供能支路包括储能水箱14,储能水箱14的进水口还与位于冷凝器4和空调末端12之间的循环水回路旁通,储能水箱14的出水口还与循环水回路中的空调末端12进水口连接。

[0027] 本实施例中,循环水回路包括依次串联的冷凝器4、第一循环水泵7、第五阀门8、三通阀20的两个接口和空调末端12;储能供能回路包括依次串联的第二阀门9、储能水箱14和第三阀门13,三通阀20的另一接口通过第三阀门13与储能水箱14出水口连接,第一循环水泵7与第五阀门8之间的管路通过第二阀门9旁通至储能水箱14的进水口。通过控制第五阀门和第二阀门的开闭实现循环水回路和储能供能回路的开闭,循环水回路直接利用热泵系统产生的热能和冷能与通过空调末端与室内空气换热,而储能供能回路可以在用电低谷期将热泵系统产生的热能和冷能先通过储能水箱储存一部分,剩余部分再通过空调末端与室内空气换热。

[0028] 本实施例中,供能回路包括依次串联的储能水箱14、第三循环水泵10、第四阀门11和空调末端。供能回路在开启时利用储能水箱中储存的热能和冷能通过空调末端与室内空气进行换热。

[0029] 本实施例中,相变储能系统包括串联的相变蓄热装置19、电导热油炉23、第一循环导热油泵22、第六阀门21、第二循环导热油泵18和第七阀门17,其中相变蓄热装置19的出口也同时直接与第二循环导热油泵18的进口连接。相变储能系统中的导热油介质在储能水箱

中与循环水进行换热实现蓄热和放热过程,当开启第六阀门21、第一循环导热油泵22、电导热油炉23、第二循环导热油泵18和第七阀门17时,导热油被加热并在相变蓄热装置中实现储能过程;当关闭第六阀门21、第一循环导热油泵22、电导热油炉23,且开启第二循环导热油泵18和第七阀门17时,导热油可在相变蓄热装置中实现蓄热或放热过程,储能水箱和相变储能系统协同工作,相变储能系统对供能回路供能不足时进行辅助供能,整个储能回路储能密度高、储能和供能时温度变化小。

[0030] 本实施例中,热泵系统回路包括依次串联的蒸发器2、节流阀3、冷凝器4和压缩机6,蒸发器2中换热介质为制冷剂和自然水源。热泵系统回路还包括四通转向阀5,四通换向阀的四个接口分别与蒸发器2、压缩机的两端和冷凝器4连接。热泵系统回路可以通过四通转向阀实现制热模式和制冷模式的切换,蒸发器采用自然水源作为换热介质,提高了热泵系统回路的能效。

[0031] 本实施例中,储能水箱还连接有太阳能集热系统,太阳能集热系统包括依次串联的集热器15、第四循环水泵16和第七阀门24。在冬季储能水箱水温较低时,太阳能集热系统可以有效地利用太阳能提高储能水箱的水温,提高了供能回路的供能稳定性和整个系统的能效。

[0032] 上述蓄能式自然水源热泵空调系统的控制方法包括三种控制模式:

[0033] 1、峰电控制模式,当电网用电负荷大于或等于电网负荷上限值时,关闭热泵系统回路,通过关闭第一循环水泵7和第五阀门8实现关闭循环水回路,通过关闭第二阀门9和第三阀门13实现关闭储能供能支路,通过开启第三循环水泵10和第四阀门11实现开启供能回路,储能水箱14中储存的热能或冷能通过空调末端与室内空气换热;当气温低于冬季温度临界值 10°C 时,且储能水箱14中的水温小于或等于 45°C 时,通过开启第七阀门17与第二循环导热油泵18实现开启相变储能系统,相变蓄热装置释放的热能通过导热油加热储能水箱,为供能回路提供辅助热能,保证空调末端提供稳定的制热温度。

[0034] 2、谷电控制模式,当电网用电负荷小于或等于电网负荷下限值时,通过关闭第一循环水泵7和第五阀门8实现关闭循环水回路,通过关闭第三循环水泵10和第四阀门11实现关闭供能回路,通过开启第二阀门9和第三阀门13实现开启储能供能支路,并开启热泵系统回路,热泵系统产生的热能或者冷能先经过储能水箱储存一部分,剩余部分的热能或冷能通过空调末端与室内空气换热;此外,当气温低于冬季温度临界值 10°C 时,通过开启第六阀门21、第一循环导热油泵22、电导热油炉23、第二循环导热油泵18和第七阀门17实现开启相变储能系统,导热油在储能水箱14和电导热油炉23中均被加热并在相变蓄热装置19中实现储能过程,这样在电价较低的谷电时期充分利用电能进行储能,提高了储能量。

[0035] 3、平电控制模式,当电网用电负荷大于电网负荷下限值且小于电网负荷上限值时,关闭储能供能回路、供能回路和储能回路,开启热泵系统回路和循环水回路,此时不需要额外储能和供能,热泵系统产生的热能和冷能直接通过空调末端与室内空气换热。

[0036] 本实施例中,当气温低于冬季温度临界值 10°C 时,且太阳辐射强度大于辐射强度设定值时,通过开启第一阀门24和第四循环水泵16开启太阳能集热系统,提高了储能水箱的水温,为供能回路提供辅助供能。

[0037] 上述控制方法通过三种控制模式实现在电价较低的谷电时期储能和供能,在电价较高的峰电时期关闭热泵系统回路,利用储能回路中储存的热能和冷能给空调末端供能,

在平电时期正常供能,这样大大提高了整个电网系统的削峰填谷能力,并降低了系统的用电成本。

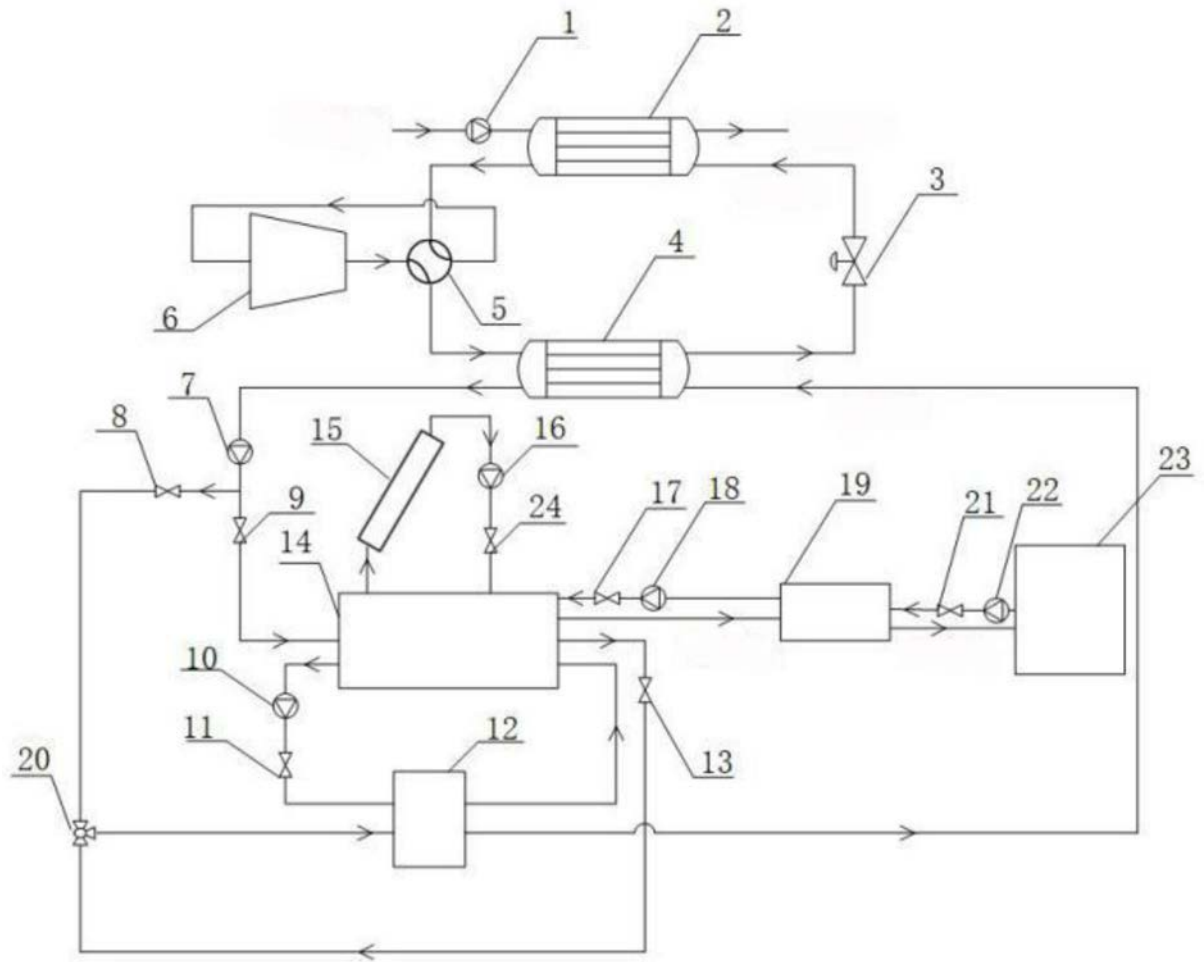


图1