



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116066892 A

(43) 申请公布日 2023. 05. 05

(21) 申请号 202310077948.6

F25B 29/00 (2006.01)

(22) 申请日 2023.01.17

F01K 17/02 (2006.01)

(71) 申请人 中国核电工程有限公司

F28B 9/06 (2006.01)

地址 100840 北京市海淀区西三环北路117号

F24F 5/00 (2006.01)

F24D 101/10 (2022.01)

F24D 103/13 (2022.01)

(72) 发明人 张冉 孙超杰 汪晨辉 王超  
丁亮 时东 刘飞雪 张志成  
田海静 程岳

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112  
专利代理师 邓伯英 罗建民

(51) Int. Cl.

F24D 18/00 (2022.01)

F24D 3/18 (2006.01)

F24D 11/00 (2022.01)

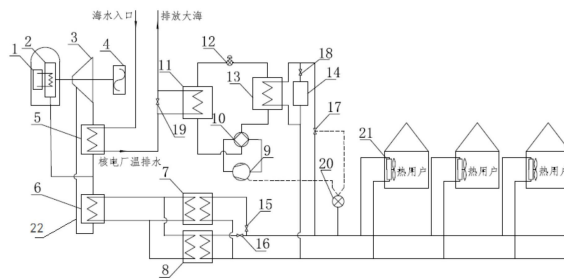
权利要求书2页 说明书9页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于核能结合热泵的冷热联供方法及系统

(57) 摘要

本发明公开一种基于核能结合热泵的冷热联供方法,包括:在供暖季的用电低谷时段,利用核电厂中的汽轮机抽汽,换热制得高温供暖介质进行供暖;在供冷季的用电低谷时段,利用核电厂谷电,通过热泵机组制得低温供冷介质进行供冷。本发明还公开一种基于核能结合热泵的冷热联供系统。本发明可充分利用核能,实现供暖和供冷,提高能源利用效率。



1. 一种基于核能结合热泵的冷热联供方法,其特征在于,包括:  
在供暖季的用电低谷时段,利用核电厂中的汽轮机抽汽,换热制得高温供暖介质进行供暖;  
在供冷季的用电低谷时段,利用核电厂谷电,通过热泵机组制得低温供冷介质进行供冷。
2. 根据权利要求1所述的基于核能结合热泵的冷热联供方法,其特征在于,还包括:  
在供暖季的用电低谷时段,利用核电厂中的汽轮机抽汽,换热制得高温循环介质,并利用相变蓄热材料与高温循环介质进一步换热后进行蓄热,以及,  
在供暖季的用电高峰时段,利用相变蓄热材料,换热制得高温供暖介质进行供暖。
3. 根据权利要求2所述的基于核能结合热泵的冷热联供方法,其特征在于,所述相变蓄热材料的相变温度与所述高温循环介质的温度相匹配。
4. 根据权利要求2所述的基于核能结合热泵的冷热联供方法,其特征在于,还包括:  
在供暖季,利用核电厂温排水作为热源,通过热泵机组制得高温供暖介质进行补充供暖。
5. 根据权利要求4所述的基于核能结合热泵的冷热联供方法,其特征在于,还包括:  
在供冷季的用电低谷时段,利用相变蓄冷材料与热泵机组制得的低温供冷介质进一步换热后进行蓄冷,以及,  
在供冷季的用电高峰时段,利用相变蓄冷材料换热制得低温供冷介质进行供冷,实现削峰填谷。
6. 根据权利要求5所述的基于核能结合热泵的冷热联供方法,其特征在于,所述相变蓄冷材料的相变温度与所述低温供冷介质的温度相匹配。
7. 一种基于核能结合热泵的冷热联供系统,其特征在于,包括第一换热器(6)、第二换热器(7)、热泵机组、以及供暖管线和供冷管线,  
所述第一换热器与核电厂中的汽轮机(3)相连,所述第二换热器与第一换热器通过循环管路相连,所述供暖管线与第二换热器相连,  
所述循环管路中流通有循环介质,所述供暖管道内流通有供暖介质,  
第一换热器用于通入汽轮机抽汽并使其与循环介质换热,使循环介质吸收汽轮机抽汽的热量后升温,制得高温循环介质,  
第二换热器用于通入高温循环介质并使其与供暖管线中的供暖介质换热,以加热供暖介质,实现供暖;  
所述热泵机组与核电厂中的温排水系统和供电系统、所述供冷管线分别相连,供冷管线内流通有供冷介质,  
热泵机组用于利用核电厂谷电以温排水作为冷源对供冷管线中的供冷介质降温,以制得低温供冷介质,实现供冷。
8. 根据权利要求7所述的基于核能结合热泵的冷热联供系统,其特征在于,还包括相变蓄热罐(8),  
所述相变蓄热罐与所述第一换热器通过所述循环管路相连,相变蓄热罐内设有相变蓄热材料,  
相变蓄热罐用于接收第一换热器中换热制得的高温循环介质,并利用所述相变蓄热材

料与高温循环介质进一步换热,以实现蓄热;

所述相变蓄热罐还与所述供暖管线相连,还用于在用电高峰时段利用相变蓄热材料对供暖管线中的供暖介质加热,以制得高温供暖介质,实现削峰填谷。

9. 根据权利要求7所述的基于核能结合热泵的冷热联供系统,其特征在于,所述热泵机组包括压缩机(9)、第一蒸发/冷凝器(11)、节流阀(12)、以及第二蒸发/冷凝器(13),

所述压缩机、所述第一蒸发/冷凝器、节流阀、以及所述第二蒸发/冷凝器按顺序通过管道连接构成闭环回路,所述闭环回路中流通有制冷剂,第一蒸发/冷凝器与所述排水管相连,第二蒸发/冷凝器与所述供暖管线和所述供暖管线均相连,

且压缩机与第一蒸发/冷凝器、第二蒸发/冷凝器之间的管道上设有四通换向阀(10),

所述四通换向阀用于控制压缩机的出口切换至与第一蒸发/冷凝器相连和控制压缩机的入口切换与第二蒸发/冷凝器相连,以使热泵机组切换制冷模式,以制得低温供冷介质进行供冷,以及,

用于控制压缩机的入口切换至与第一蒸发/冷凝器相连和控制压缩机的出口切换与第二蒸发/冷凝器相连,热泵机组还用于以温排水作为热源对第一蒸发/冷凝器中的制冷剂加热,并将加热后的制冷剂经过压缩机压缩后再通入到第二蒸发/冷凝器换热对供暖管线中的供暖介质加热,以制得高温供暖介质进行补充供暖。

10. 根据权利要求7所述的基于核能结合热泵的冷热联供系统,其特征在于,所述系统还包括相变蓄冷罐(14),

所述相变蓄冷罐与所述第二蒸发/冷凝器相连,相变蓄冷罐内设有相变蓄冷材料,

相变蓄冷罐用于接收热泵机组制得的低温供冷介质,并利用所述相变蓄冷材料与低温冷冻介质进一步换热,以实现蓄冷;

所述相变蓄冷罐还与所述供冷管线相连,还用于利用相变蓄冷材料与供冷管线中的供冷介质换热,以制得低温供冷介质,在用电高峰时段,用相变蓄冷材料蓄存的冷量制得的低温供冷介质来供应全部或部分制冷负荷,实现削峰填谷。

11. 根据权利要求7所述的基于核能结合热泵的冷热联供系统,其特征在于,所述系统还包括监测控制装置(20),

所述监测控制装置与所述热泵机组中的压缩机、四通换向阀分别相连,用于监测环境温度,并根据环境温度控制四通换向阀动作,以使热泵机组切换至制冷模式制得低温供冷介质进行供冷或切换至制热模式制得高温供暖介质进行补充供暖。

## 一种基于核能结合热泵的冷热联供方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及核能综合利用领域,具体涉及一种基于核能结合热泵的冷热联供方法及系统。

### 背景技术

[0002] 核能作为可以大规模替代化石燃料的清洁能源,主要用于发电。近几年,随着核电技术的成熟,核能还可用于供暖、工业供汽、海水淡化、制氢等领域。

[0003] 目前,核能供暖主要是利用核电厂汽轮机抽汽在冬季对附近建筑供暖,但是由于用电高峰时段(如白天工作时段)的用电负荷高,白天使用核电厂汽轮机抽汽供暖会降低发电量,导致发电量不足或供热量不足的问题。并且,在夏季的白天,公共场所建筑对冷量的需求较大,而在用电低谷时段(如夜间时段)对冷量的需求相对较少,因此在夜间用电低谷时存在大量电力浪费;此外,由于核电厂温排水的温度高于海水的温度,直接排放到大海会影响周边海洋生态环境。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是针对现有技术存在的不足,提供一种基于核能结合热泵的冷热联供方法及系统,可充分利用核能,实现供暖和供冷,提高能源利用效率,节约能源,达到对核能的综合利用。

[0005] 根据本发明的一个方面,提供一种基于核能结合热泵的冷热联供方法,其技术方案如下:

[0006] 一种基于核能结合热泵的冷热联供方法,包括:在供暖季的用电低谷时段,利用核电厂中的汽轮机抽汽,换热制得高温供暖介质进行供暖;在供冷季的用电低谷时段,利用核电厂谷电,通过热泵机组制得低温供冷介质进行供冷。

[0007] 优选的是,本方法还包括:

[0008] 在供暖季的用电低谷时段,利用核电厂中的汽轮机抽汽,换热制得高温循环介质,并利用相变蓄热材料与高温循环介质进一步换热后进行蓄热,以及,在供暖季的用电高峰时段,利用相变蓄热材料,换热制得高温供暖介质进行供暖。

[0009] 优选的是,所述相变蓄热材料的相变温度与所述高温循环介质的温度相匹配。

[0010] 优选的是,本方法还包括:

[0011] 在供暖季,利用核电厂温排水作为热源,通过热泵机组制得高温供暖介质进行补充供暖。

[0012] 优选的是,本方法还包括:

[0013] 在供冷季的用电低谷时段,利用相变蓄冷材料与热泵机组制得的低温供冷介质进一步换热后进行蓄冷,以及,在供冷季的用电高峰时段,利用相变蓄冷材料换热制得低温供冷介质进行供冷,实现削峰填谷。

[0014] 优选的是,本方法所述相变蓄冷材料的相变温度与所述低温供冷介质的温度相匹

配。

[0015] 根据本发明的另一个方面,提供一种基于核能结合热泵的冷热联供系统,其技术方案如下:

[0016] 一种基于核能结合热泵的冷热联供系统,包括第一换热器、第二换热器、热泵机组、以及供暖管线和供冷管线,其中:

[0017] 所述第一换热器与核电厂中的汽轮机相连,所述第二换热器与第一换热器通过循环管路相连,所述供暖管线与第二换热器相连,所述循环管路中流通有循环介质,所述供暖管道内流通有供暖介质,第一换热器用于通入汽轮机抽汽并使其与循环介质换热,使循环介质吸收汽轮机抽汽的热量后升温,制得高温循环介质,第二换热器用于通入高温循环介质并使其与供暖管线中的供暖介质换热,以加热供暖介质,实现供暖;

[0018] 所述热泵机组与核电厂中的温排水系统和供电系统、所述供冷管线分别相连,供冷管线内流通有供冷介质,热泵机组用于利用核电厂谷电以温排水作为冷源对供冷管线中的供冷介质降温,以制得低温供冷介质,实现供冷。

[0019] 优选的是,本系统还包括相变蓄热罐,所述相变蓄热罐与所述第一换热器通过所述循环管路相连,相变蓄热罐内设有相变蓄热材料,相变蓄热罐用于接收第一换热器中换热制得的高温循环介质,并利用所述相变蓄热材料与高温循环介质进一步换热,以实现蓄热;

[0020] 所述相变蓄热罐还与所述供暖管线相连,还用于在用电高峰时段利用相变蓄热材料对供暖管线中的供暖介质加热,以制得高温供暖介质,实现削峰填谷。

[0021] 优选的是,所述热泵机组包括压缩机、第一蒸发/冷凝器、节流阀、以及第二蒸发/冷凝器,所述压缩机、所述第一蒸发/冷凝器、节流阀、以及所述第二蒸发/冷凝器按顺序通过管道连接构成闭环回路,所述闭环回路中流通有制冷剂,第一蒸发/冷凝器与所述排水管相连,第二蒸发/冷凝器与所述供暖管线和所述供暖管线均相连,且压缩机与第一蒸发/冷凝器、第二蒸发/冷凝器之间的管道上设有四通换向阀,所述四通换向阀用于控制压缩机的出口切换至与第一蒸发/冷凝器相连和控制压缩机的入口切换与第二蒸发/冷凝器相连,以使热泵机组切换制冷模式,以制得低温供冷介质进行供冷,以及,用于控制压缩机的入口切换至与第一蒸发/冷凝器相连和控制压缩机的出口切换与第二蒸发/冷凝器相连,热泵机组还用于以温排水作为热源对第一蒸发/冷凝器中的制冷剂加热,并将加热后的制冷剂经过压缩机压缩后再通入到第二蒸发/冷凝器换热对供暖管线中的供暖介质加热,以制得高温供暖介质进行补充供暖。

[0022] 优选的是,本系统还包括相变蓄冷罐,所述相变蓄冷罐与所述第二蒸发/冷凝器相连,相变蓄冷罐内设有相变蓄冷材料,相变蓄冷罐用于接收热泵机组制得的低温供冷介质,并利用所述相变蓄冷材料与低温冷冻介质进一步换热,以实现蓄冷;

[0023] 所述相变蓄冷罐还与所述供冷管线相连,还用于利用相变蓄冷材料与供冷管线中的供冷介质换热,以制得低温供冷介质,在用电高峰时段,用相变蓄冷材料蓄存的冷量制得的低温供冷介质来供应全部或部分制冷负荷,实现削峰填谷。

[0024] 优选的是,本系统还包括监测控制装置,所述监测控制装置与所述热泵机组中的压缩机、四通换向阀分别相连,用于监测环境温度,并根据环境温度控制四通换向阀动作,以使热泵机组切换至制冷模式制得低温供冷介质进行供冷或切换至制热模式制得高温供

暖介质进行补充供暖。

[0025] 本发明的基于核能结合热泵的冷热联供方法及系统,有益效果如下:

[0026] (1) 可充分利用核能进行供暖和供冷,实现冷热联供,提高能源利用效率,节约能源,达到对核能的综合利用,对于供热可缓解利用化石燃料取暖导致的雾霾天气和环境污染,对于供冷可降低温排水直接排放大海对生态造成的影响,低碳清洁,对环境友好;

[0027] (2) 还可在供暖季(冬季)的用电低谷时段从汽轮机抽汽进行供暖并储热,储存的热量用于用电高峰时段供暖,可充分利用核能,并能缓解用电高峰时段用电高峰阶段核电厂既供电又供暖,能源供应不够的问题,实现在冬季的削峰填谷,节约能源,达到对核能的综合利用;

[0028] (3) 还可实时监测环境温度并判断热负荷/冷负荷需求,在寒冷/炎热天气的用电低谷时段蓄热/蓄冷不够用时,开启热泵机组通过运行制热模式/制冷模式进行补充供暖/供冷;

[0029] (4) 在供冷季(夏季)用电低谷时段,还可通过开启热泵机组的制冷模式,利用核电厂谷电制冷供冷,并储存冷量,用于用电高峰时段供冷,从而降低电负荷高峰,实现在夏季的削峰填谷,避免导致用电高峰时段发电量不足或供热量不足的问题和用电低谷时段电力浪费等问题,达到核能综合利用和节约能源的目的。

## 附图说明

[0030] 图1为本发明实施例中的基于核能结合热泵的冷热联供系统的结构示意图。

[0031] 图中:1-反应堆;2-蒸汽发生器;3-汽轮机;4-发电机;5-凝汽器;6-第一换热器;7-第二站换热器;8-相变蓄热罐;9-压缩机;10-四通换向阀;11-第一蒸发/冷凝器;12-节流阀;13-第二蒸发/冷凝器;14-相变蓄冷罐;15-第一控制阀;16-第二控制阀;17-第五控制阀;18-第四控制阀;19-第三控制阀;20-监测控制装置;21-室内换热器;22-抽汽管线。

## 具体实施方式

[0032] 为使本领域技术人员更好的理解本发明的技术方案,下面将结合本发明中的附图,对本发明中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明的保护范围。

[0033] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“上”等指示方位或位置关系是基于附图所示的方位或者位置关系,仅是为了便于和简化描述,而并不是指示或者暗示所指的装置或者元件必须设有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0034] 在本发明的描述中,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或者暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个所述特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0035] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“连接”、“设置”、“安装”、“固定”等应做广义理解,例如可以是固定连接也可以是可拆卸地连接,或者一

体地连接;可以是直接相连,也可以是通过中间媒介间接相连,还可以是两个元件内部的连通。对于本领域技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0036] 实施例1

[0037] 如图1所示,本实施例公开一种基于核能结合热泵的冷热联供方法,其包括:

[0038] 在供暖季的用电低谷时段,利用核电厂中的汽轮机抽汽,换热制得高温供暖介质进行供暖;

[0039] 在供冷季的用电低谷时段,利用核电厂谷电,通过热泵机组制得低温供冷介质进行供冷。

[0040] 具体来说,本实施例方法中的供暖、供冷主要是指对核电厂附近的学校、商业楼、住宅等建筑的供暖、供冷。由于白天的用电负荷高,而夜间的用电负荷较低,通过在供暖季的用电低谷时段(如夜间时段)利用核电厂汽轮机抽汽制得高温供暖介质供暖,充分利用核能;在供冷季的用电低谷时段利用核电厂谷电(低谷电)制得供冷介质供冷,可以避免用电低谷时段的电力浪费,提高能源利用率。

[0041] 需要注意的是,本实施例方法还包括:在供冷季,利用核电厂温排水作为冷源与供冷介质直接换热制得低温供冷介质进行供冷,或者,利用核电厂温排水作为冷源并通过热泵机组与供冷介质间接换热制得低温供冷介质进行供冷,该供冷方式比较适合用于供冷需求不是很高的情况。

[0042] 在一些实施方式中,本方法还包括:

[0043] 在供暖季的用电低谷时段,利用核电厂中的汽轮机抽汽,换热制得高温循环介质,并利用相变蓄热材料与高温循环介质进一步换热后进行蓄热,以及,在供暖季的用电高峰时段,利用相变蓄热材料,换热制得高温供暖介质进行供暖。

[0044] 本实施例中,高温循环介质可以是水,准确来说,可以是核电厂高温水。相变蓄热材料的相变温度与所述高温循环介质的温度相匹配,具体可以是石蜡、十六酸、十四烷酸等。

[0045] 通过相变蓄热罐,可以在用电低谷时段对部分核电厂汽轮机抽汽的热量进行储存,用于用电高峰时段供暖。

[0046] 在一些实施方式中,本方法还包括:

[0047] 在供暖季,根据对建筑的热负荷需求及环境气温的实时监测情况,利用核电厂温排水作为热源,通过热泵机组制得高温供暖介质进行补充供暖。

[0048] 具体来说,当监测到热负荷需求不足和/或环境气温低于预设温度阈值,启动热泵机组,以温排水作为低温热源制得高温供暖介质进行补充供暖;否则,关闭热泵机组。

[0049] 在一些实施方式中,本方法还包括:

[0050] 在供冷季的用电低谷时段,利用相变蓄冷材料与热泵机组制得的低温供冷介质进一步换热后进行蓄冷,以及,在供冷季的用电高峰时段,利用相变蓄冷材料换热制得低温供冷介质进行供冷。

[0051] 其中,相变蓄冷材料的相变温度与所述低温供冷介质的温度相匹配,具体可以是优态盐水合物、水等。

[0052] 通过相变蓄冷罐,可以在用电低谷时段对核电厂谷电制得的低温供冷介质的冷量进行储存,用于用电高峰时段供冷,可达到削峰填谷的效果。

[0053] 本实施例的基于核能结合热泵的冷热联供方法的有益效果:

[0054] (1) 可充分利用核能进行供暖和供冷,实现冷热联供,提高能源利用效率,节约能源,达到对核能的综合利用,对于供热可缓解利用化石燃料取暖导致的雾霾天气和环境污染,对于供冷可降低温排水直接排放大海对生态造成的影响,低碳清洁,对环境友好;

[0055] (2) 还可在供暖季(如冬季)的用电低谷时段从汽轮机抽汽进行供暖并储热,储存的热量用于用电高峰时段供暖,可充分利用核能,并能缓解用电高峰时段用电高峰阶段核电厂既供电又供暖,能源供应不够的问题,实现在冬季的削峰填谷,节约能源,达到对核能的综合利用;

[0056] (3) 还可实时监测环境温度并判断热负荷/冷负荷需求,在寒冷/炎热天气的用电低谷时段蓄热/蓄冷不够用时,开启热泵机组通过运行制热模式/制冷模式进行补充供暖/供冷;

[0057] (4) 在供冷季(如夏季)用电低谷时段,还可通过开启热泵机组的制冷模式,利用核电厂谷电制冷供冷,并储存冷量,用于用电高峰时段供冷,从而降低电负荷高峰,实现在夏季的削峰填谷,避免导致用电高峰时段发电量不足或供热量不足的问题和用电低谷时段电力浪费等问题,达到核能综合利用和节约能源的目的。

[0058] 实施例2

[0059] 如图1所示,本实施例公开一种基于核能结合热泵的冷热联供系统,用于实施例1所述的方法,其包括第一换热器6、第二换热器7、热泵机组、以及供暖管线和供冷管线,其中:

[0060] 第一换热器6与核电厂中的汽轮机3的抽汽口通过抽汽管线22相连,第二换热器7与第一换热器6通过循环管路相连,供暖管线与第二换热器7通过第一管道相连,循环管路中流通有循环介质,供暖管道内流通有供暖介质,第一换热器6用于通入汽轮机抽汽并使其与循环介质换热,使循环介质吸收汽轮机抽汽的热量后升温,制得高温循环介质,第二换热器7用于通入高温循环介质并使其与供暖管线中的供暖介质换热,以加热供暖介质,通过供暖管线将加热后的供暖介质输送到学校、商业楼、住宅等建筑进行换热,实现供暖;

[0061] 热泵机组与核电厂中的温排水系统和供电系统、供冷管线分别相连,供冷管线内流通有供冷介质,热泵机组用于通过供电系统利用核电厂谷电以温排水作为冷源通过热泵机组对供冷管线中的供冷介质降温制得低温供冷介质,实现供冷。

[0062] 具体来说,如图1所示,在核电厂中,蒸汽发生器2吸收反应堆1产生的热量,产生的蒸汽进入汽轮机3对外做功使发电机4发电,做功后排出的蒸汽即汽轮机乏汽。温排水系统包括凝汽器5、进水管、以及排水管,凝汽器5与汽轮机3、进水管、以及排水管分别相连,用于通入汽轮机乏汽并使其与进水管通入的水(如海水)换热,制得温排水,排水管与热泵机组相连,温排水通过排水管通入热泵机组对供冷管线中的供冷介质降温。汽轮机3上设有抽汽口,抽汽口优选处于汽轮机的中间级上,从抽汽口抽出的蒸汽即汽轮机抽汽,第一换热器6通过抽汽管线直接从汽轮机3通入汽轮机抽汽用于制得高温循环介质,换热后的汽轮机抽汽凝结成水,第一换热器6还与蒸汽发生器2相连,用于将换热后凝结得到的水输送返回至蒸汽发生器2循环利用。循环介质具体可以是水,准确来说,是核电厂高温水。供暖管线与供冷管线均与室内换热器21相连,供暖管线中的供暖介质的热量通过室内换热器21传递到建筑内实现供暖,供冷管线中的供冷介质的冷量通过室内换热器21传递到建筑内实现供冷。



[0063] 在一些实施方式中,本系统还包括相变蓄热罐8,相变蓄热罐8与第一换热器6通过所述循环管路相连,相变蓄热罐8内设有相变蓄热材料,相变蓄热罐8用于接收第一换热器中换热制得的高温循环介质,并利用相变蓄热材料与高温循环介质进一步换热,以实现蓄热;相变蓄热罐8还与所述供暖管线通过第二管道相连,还用于利用相变蓄热材料对供暖管线中的供暖介质加热,以制得高温供暖介质,实现在冬季的削峰填谷。

[0064] 具体来说,第二管道上设有第二控制阀16,第一管道上设有第一控制阀15。在供暖季的用电低谷时段,第二控制阀16关闭,第一控制阀15打开,并通过抽汽管线22从汽轮机3抽汽进入第一换热器6制得高温循环介质,其中,一部分高温循环介质流入到第二换热器7用于制得高温供暖介质,高温供暖介质送往各建筑进行供暖,同时,另一部分高温循环介质流入到相变蓄热罐8与相变蓄热材料换热,使相变蓄热材料吸热后由固态变为液态,从而将热量储存,换热后的循环介质返回到第一换热器6再次换热升温后制得高温循环介质,如此实现循环。在供暖季的用电高峰时段,不在从汽轮机3抽汽,核电厂只进行发电循环,并打开第二控制阀16,关闭第一控制阀15,使供暖介质流经相变蓄热罐8并与相变蓄热材料换热制得高温供暖介质,即用电高峰时段的建筑供暖热量由相变蓄热罐8在用电低谷时段储存的热量提供。

[0065] 相变蓄热材料的相变温度与所述高温循环介质的温度相匹配,具体可以是石蜡、十六酸、十四烷酸等。

[0066] 第一控制阀15、第二控制阀16均优选采用电磁阀。

[0067] 通过相变蓄热罐8,可以在用电低谷时段对部分核电厂中的汽轮机抽汽的热量进行储存,用于用电高峰时段供暖,从而达到削峰填谷的效果。

[0068] 在一些实施方式中,热泵机组包括压缩机9、第一蒸发/冷凝器11、节流阀12、以及第二蒸发/冷凝器13,压缩机9、第一蒸发/冷凝器11、节流阀12、以及第二蒸发/冷凝器按顺序通过管道连接构成闭环回路,闭环回路中流通有制冷剂,第一蒸发/冷凝器11与温排水系统中的排水管相连,排水管上设第三控制阀19,关闭第三控制阀19时,温排水流入第一蒸发/冷凝器11,第二蒸发/冷凝器13与供暖管线和供冷管线均相连,用于向第二蒸发/冷凝器13通入供暖介质或供冷介质,压缩机9与第一蒸发/冷凝器11、第二蒸发/冷凝器13之间的管道上设有四通换向阀10,四通换向阀10用于控制压缩机9的出口(排气口)切换至与第一蒸发/冷凝器11相连和控制压缩机9的入口(进气口)切换与第二蒸发/冷凝器13相连,以使热泵机组切换制冷模式,以制得低温供冷介质进行供冷,以及,用于控制压缩机9的入口切换至与第一蒸发/冷凝器11相连和控制压缩机9的出口切换与第二蒸发/冷凝器13相连,热泵机组切换至制热模式,热泵机组还用于以温排水作为热源对通入到第一蒸发/冷凝器中的制冷剂加热,加热后的制冷剂经过压缩机9压缩后通入到第二蒸发/冷凝器13中对供暖管线中的供暖介质加热,以制得高温供暖介质进行补充供暖。

[0069] 具体来说,在热泵机组开启制热模式时,四通换向阀10将压缩机9的出口连接至第二蒸发/冷凝器13,将压缩机9的入口连接至第一蒸发/冷凝器11,电磁阀19闭合,温排水流入第一蒸发/冷凝器11,制冷剂在第一蒸发/冷凝器11吸收温排水的热量,之后,经过压缩机9压缩后,在第二蒸发/冷凝器13处与供暖介质换热,制冷剂冷凝放热,供暖介质吸热升温,吸热升温后的供暖介质送往建筑供暖,制冷剂经过冷凝后通过节流阀12降压后再次进入第一蒸发/冷凝器11吸收温排水热量,实现循环。

[0070] 在热泵机组开启制冷模式时,四通换向阀10将压缩机9的入口连接至第二蒸发/冷凝器13,将压缩机9的出口连接至第一蒸发/冷凝器11,温排水流入第一蒸发/冷凝器11作为热泵机组的冷源与压缩后的高温高压制冷剂换热,制冷剂放热降温,之后,经过节流阀12降压,进入第二蒸发/冷凝器13与供冷介质换热,吸收供热介质的热量,制得低温供冷介质,换热后的制冷剂再次进入压缩机9,经压缩后再次进入第一蒸发/冷凝器11与温排水换热放热,实现循环。

[0071] 需要说明的是,供冷管线和供暖管线可以是共用同一套管线,此时,供暖介质和供冷介质相同,并且,具体可以是水。当热泵机组开启制热模式时,该管线作为供暖管线使用,当热泵机组开启制冷模式时,该管线作为供冷管线使用。

[0072] 本实施例中,第三控制阀19优选采用电磁阀。

[0073] 在一些实施方式中,本系统还包括相变蓄冷罐14,相变蓄冷罐14与第二蒸发/冷凝器13相连,相变蓄冷罐14内设有相变蓄冷材料,相变蓄冷罐14用于接收热泵机组制得的低温供冷介质,并利用所述相变蓄冷材料与低温供暖介质进一步换热,以实现蓄冷,换热后的供冷介质返回到第二蒸发/冷凝器13;相变蓄冷罐14还与供冷管线通过第三管道相连,还用于利用相变蓄冷材料与供冷管线中的供冷介质换热,以制得低温供冷介质,在用电高峰时段,通过利用相变蓄冷材料蓄存的冷量制得的低温供冷介质来供应全部或部分制冷负荷,从而实现在夏季的削峰填谷。

[0074] 具体来说,第三管道上设有第四控制阀18,供暖管线/供热管线上设有第五控制阀17。当需要进行补充供暖时,第四控制阀关闭,第五控制阀打开。在供冷季的用电低谷时段,打开第四控制阀18和第五控制阀17,第二蒸发/冷凝器13中制得的低温供冷介质中的一部分通过第三管道进入相变蓄冷罐14与相变蓄冷材料换热,使相变蓄冷材料放热后由液态变为固态,将冷量储存,换热后的供冷介质返回到第二蒸发/冷凝器13再次换热降温,如此实现循环。在供冷季的用电高峰时段,打开第四控制阀18和第五控制阀17,使供冷介质流经相变蓄冷罐并与相变蓄冷材料换热制得低温供冷介质,即用电高峰时段的建筑供冷冷量由相变蓄冷罐13在用电低谷时段储存的冷量提供。

[0075] 相变蓄冷材料的相变温度与所述低温供冷介质的温度相匹配,具体可以是优态盐合物、水等。

[0076] 本实施例中,第四控制阀18、第五控制阀17均优选采用电磁阀。

[0077] 在一些实施方式中,本系统还包括监测控制装置20,监测控制装置20与热泵机组中的压缩机9、四通换向阀10分别相连,用于监测环境温度,并根据环境温度控制四通换向阀10动作,以使热泵机组切换至制冷模式制得低温供冷介质进行供冷或切换至制热模式制得高温供暖介质进行补充供暖。

[0078] 具体来说,监测控制装置20包括温度传感器和自动控制器,温度传感器与自动控制器相连,用于检测环境温度并传输给自动控制器,自动控制器与压缩机9、四通换向阀10分别相连,且自动控制器内预设炎热温度阈值和寒冷温度阈值,控制控制器用于接收温度传感器监测到的环境温度并将其与炎热温度阈值和寒冷温度阈值进行比较,以及,根据比较结果判断是否为冷负荷需求较大工况和热负荷需求较大工况,当判断结果为冷负荷需求较大工况时控制四通换向阀动作并启动压缩机,使热泵机组切换至制冷模式进行供冷,当判断结果为热负荷需求较大工况时控制四通换向阀10动作并启动压缩机9,使热泵机组切

换至制热模式进行供暖。

[0079] 需要说明的是,监测控制装置除了可以根据监测环境温度来控制热泵机组工作之外,还可以根据返回的供暖介质和供冷介质(即从建筑内换热后流出的供暖介质和供冷介质)的温度来控制热泵机组工作,具体的控制逻辑与根据监测环境温度来控制热泵机组工作相类似,这里不再赘述。

[0080] 下面对本实施例的基于核能结合热泵的冷热联供系统的工作过程进行详述,具体如下:

[0081] 在供暖季的用电低谷时段,打开第一控制阀15,打开第三控制阀19,关闭第二控制阀16、第四控制阀17、第五控制阀18,并通过抽汽管线22从汽轮机3抽汽到第一换热器6制得高温循环介质,通过高温循环介质在第二换热器7中与供暖管线中的供暖介质换热,使供暖介质加热得到高温供暖介质,之后,通过供暖管线将一部分高温供暖介质输送到室内换热器21实现供暖;同时,通过将另一部分高温循环介质通入到相变蓄热罐8中与相变蓄热材料换热,储存热量;

[0082] 在供暖季的用电高峰时段,关闭第一控制阀15,停止从汽轮机3抽汽,避免导致发电量不足,并打开第二控制阀16,打开第三控制阀19,关闭第四控制阀18、第五控制阀17,使供暖管线中的供暖介质流入到相变蓄热罐8中与相变蓄热材料换热,从而制得高温供暖介质,实现供暖;同时,通过监测控制装置20对环境温度进行监测,当环境温度低于预设的寒冷温度阈值时,关闭第三控制阀19,使温排水流入第一蒸发/冷凝器11,打开第五控制阀17,使供暖管线中的供暖介质流入第二蒸汽/发冷凝器13,并控制四通换向阀10使压缩机9的入口与第一蒸发/冷凝器11相连和使压缩机9的出口与第二蒸汽/冷凝器13相连,开启压缩机9,热泵机组进入制热模式,通过热泵机组制得高温供暖介质以补充供暖;

[0083] 在供冷季的用电低谷时段,关闭第一控制阀15、第二控制阀16、以及第三控制阀19,使温排水流入第一蒸发/冷凝器11并与制冷剂换热,使制冷剂放热降温,并且,打开第四控制阀18和第五控制阀17,使供冷管线中的供冷介质流入第二蒸汽/发冷凝器13并与放热降温后的制冷剂换热,使供冷介质降温,制得低温供冷介质,之后,通过将一部分低温供冷介质通供冷管线输送到室内换热器21实现供冷;同时,通过将另一部分低温供冷介质通入到相变蓄冷罐14中与相变蓄冷材料换热,储存冷量;

[0084] 在供冷季的用电高峰时段,关闭第一控制阀15和第二控制阀16,打开第三控制阀19,停止将温排水通入到第一蒸发/冷凝器11,热泵机组关闭,并打开第四控制阀18和第五控制阀17,使供冷管线中的供冷介质流入到相变蓄冷罐14中与相变蓄冷材料换热,从而制得低温供冷介质,实现供冷;同时,通过监测控制装置20对环境温度进行监测,当环境温度高于预设的炎热温度阈值时,关闭第三控制阀19,使温排水流入第一蒸发/冷凝器11,并控制四通换向阀10使压缩机9的入口与第二蒸汽/冷凝器13相连和使压缩机9的出口与第一蒸发/冷凝器11相连,开启压缩机9,热泵机组进入制冷模式,通过热泵机组制得高温供暖介质补充供冷。

[0085] 本实施例的基于核能结合热泵的冷热联供系统的有益效果:

[0086] (1) 可充分利用核能进行供暖和供冷,实现冷热联供,提高能源利用效率,节约能源,达到对核能的综合利用,对于供热可缓解利用化石燃料取暖导致的雾霾天气和环境污染,对于供冷可降低温排水直接排放大海对生态造成的影响,低碳清洁,对环境友好;

[0087] (2) 还可在供暖季(如冬季)的用电低谷时段从汽轮机抽汽进行供暖并储热,储存的热量用于用电高峰时段供暖,可充分利用核能,并能缓解用电高峰时段用电高峰阶段核电厂既供电又供暖,能源供应不够的问题,实现在冬季的削峰填谷,节约能源,达到对核能的综合利用;

[0088] (3) 还可实时监测环境温度并判断热负荷/冷负荷需求,在寒冷/炎热天气的用电低谷时段蓄热/蓄冷不够用时,开启热泵机组通过运行制热模式/制冷模式进行补充供暖/供冷;

[0089] (4) 在供冷季(如夏季)用电低谷时段,还可通过开启热泵机组的制冷模式,利用核电厂谷电制冷供冷,并储存冷量,用于用电高峰时段供冷,从而降低电负荷高峰,实现在夏季的削峰填谷,避免导致用电高峰时段发电量不足或供热量不足的问题和用电低谷时段电力浪费等问题,达到核能综合利用和节约能源的目的。

[0090] 可以理解的是,以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式,然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言,在不脱离本发明的精神和实质的情况下,可以做出各种变型和改进,这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

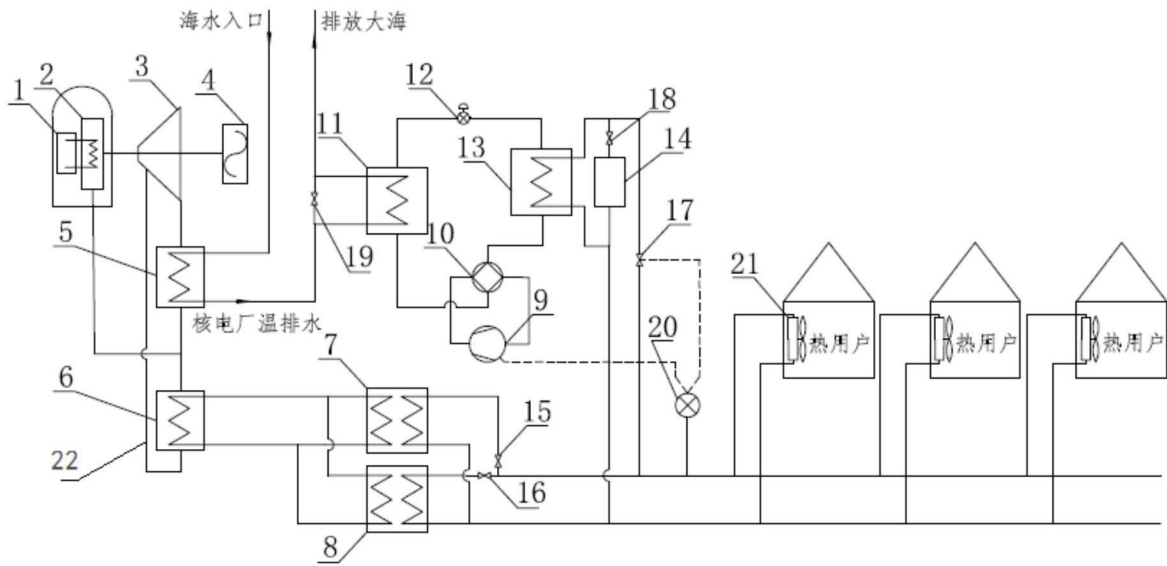


图1