



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117704672 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 15

(21) 申请号 202311704267.4

(22) 申请日 2023.12.12

(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 徐震原 游锦方 王如竹 高金彤

(74) 专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限公司 31220

专利代理师 郑立

(51) Int. Cl.

F25B 27/00 (2006.01)

F25B 41/26 (2021.01)

F25B 49/04 (2006.01)

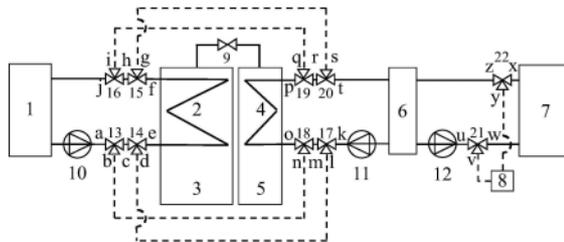
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种热化学储热和空气源热泵耦合系统及其运行方法

(57) 摘要

本发明公开了一种热化学储热和空气源热泵耦合系统及其运行方法,涉及热储能技术领域,包括闭式热化学储热模块和辅助冷热源模块,其中,所述闭式热化学储热模块包括热源或用户、吸收/吸附剂反应换热器、吸收/吸附剂罐、冷剂换热器和冷剂罐,所述吸收/吸附剂罐与所述冷剂罐相连,所述辅助冷热源模块包括循环水箱、压缩式空气源热泵和闭式冷却塔。本发明拓展了闭式热化学储热系统在极端环境温度下的应用范围,可以摆脱单独闭式热化学储热受环境影响导致的冻结风险、输出温度有限、充热密度较低等问题,实现高温夏季高效充热、正常制冷,低温冬季正常放热,为太阳能高效存储利用提供了一种适应性更广的优选方案。



1. 一种热化学储热和空气源热泵耦合系统,其特征在于,包括闭式热化学储热模块和辅助冷热源模块,其中,所述闭式热化学储热模块包括热源或用户、吸收/吸附剂反应换热器、吸收/吸附剂罐、冷剂换热器和冷剂罐,所述吸收/吸附剂反应换热器设置在所述吸收/吸附剂罐内,所述冷剂换热器设置在所述冷剂罐内,所述吸收/吸附剂罐与所述冷剂罐相连,所述辅助冷热源模块包括循环水箱、压缩式空气源热泵和闭式冷却塔;所述热源或用户和所述吸收/吸附剂反应换热器之间的循环管路由第一循环泵驱动,包括首尾依次相连的所述热源或用户、第一三通阀、第二三通阀、所述吸收/吸附剂反应换热器、第三三通阀和第四三通阀;所述辅助冷热源模块和所述冷剂换热器之间的循环管路由第二循环泵驱动,包括首尾依次相连的所述冷剂换热器、第七三通阀、第八三通阀、所述循环水箱、第五三通阀和第六三通阀,所述第一三通阀还与所述第六三通阀相连,所述第二三通阀还与所述第五三通阀相连,所述第四三通阀还与所述第七三通阀相连,所述第三三通阀还与所述第八三通阀相连,所述循环水箱和所述压缩式空气源热泵之间的循环管路由第三循环泵驱动,包括首尾依次相连的所述循环水箱、第九三通阀、所述压缩式空气源热泵和第十三三通阀,所述第九三通阀和所述第十三三通阀还与所述闭式冷却塔相连。

2. 如权利要求1所述的一种热化学储热和空气源热泵耦合系统,其特征在于,所述闭式冷却塔采用喷淋冷却或风冷。

3. 如权利要求1所述的一种热化学储热和空气源热泵耦合系统,其特征在于,所述吸收/吸附剂罐中采用溴化锂溶液、氯化锂溶液、氯化钙溶液、硅胶或分子筛作为吸收/吸附剂。

4. 如权利要求1所述的一种热化学储热和空气源热泵耦合系统,其特征在于,所述冷剂罐采用水作为制冷剂。

5. 如权利要求1所述的一种热化学储热和空气源热泵耦合系统,其特征在于,所述吸收/吸附剂罐与所述冷剂罐之间通过蒸汽管路相连,在所述蒸汽管路上还设有储能截止阀。

6. 如权利要求1所述的一种热化学储热和空气源热泵耦合系统,其特征在于,所述循环水箱采用水或防冻液作为循环工质。

7. 如权利要求1所述的一种热化学储热和空气源热泵耦合系统,其特征在于,还包括检测装置和控制系统,所述检测装置用于测量环境温度和湿度,所述控制系统用于控制所述热化学储热和空气源热泵耦合系统的运行模式。

8. 一种热化学储热和空气源热泵耦合系统的运行方法,用于如权利要求1-7任一项所述的热化学储热和空气源热泵耦合系统,其特征在于,所述运行方法包括充热模式,在所述充热模式中,所述热源或用户和所述辅助冷热源模块分别往所述吸收/吸附剂反应换热器和所述冷剂换热器内通入热水和冷却水,所述第一三通阀和所述第二三通阀连通,所述第三三通阀和所述第四三通阀连通,所述第五三通阀和所述第六三通阀连通,所述第七三通阀和所述第八三通阀连通,所述第一三通阀和所述第六三通阀之间不连通,所述第二三通阀和所述第五三通阀之间不连通,所述第四三通阀和所述第七三通阀之间不连通,所述第三三通阀和所述第八三通阀之间不连通,通过调节所述第九三通阀和所述第十三三通阀的连通状态使所述压缩式空气源热泵或所述闭式冷却塔中的一个参与所述辅助冷热源模块的循环并提供冷源。

9. 如权利要求8所述的一种热化学储热和空气源热泵耦合系统的运行方法,其特征在

于,所述运行方法还包括供热模式,在所述供热功能中,所述热源或用户和所述辅助冷热源模块分别往所述吸收/吸附剂反应换热器和所述冷剂换热器内通入被加热水和低温水,所述第一三通阀和所述第二三通阀连通,所述第三三通阀和所述第四三通阀连通,所述第五三通阀和所述第六三通阀连通,所述第七三通阀和所述第八三通阀连通,所述第一三通阀和所述第六三通阀之间不连通,所述第二三通阀和所述第五三通阀之间不连通,所述第四三通阀和所述第七三通阀之间不连通,所述第三三通阀和所述第八三通阀之间不连通,通过调节所述第九三通阀和所述第十三三通阀的连通状态使所述压缩式空气源热泵参与所述辅助冷热源模块的循环并进行制热。

10. 如权利要求8所述的一种热化学储热和空气源热泵耦合系统的运行方法,其特征在于,所述运行方法还包括制冷模式,在所述制冷模式中,所述辅助冷热源模块和所述热源或用户分别往所述吸收/吸附剂反应换热器和所述冷剂换热器内通入冷却水和低温水,所述第一三通阀和所述第二三通阀之间不连通,所述第三三通阀和所述第四三通阀之间不连通,所述第五三通阀和所述第六三通阀之间不连通,所述第七三通阀和所述第八三通阀之间不连通,所述第一三通阀和所述第六三通阀连通,所述第二三通阀和所述第五三通阀连通,所述第四三通阀和所述第七三通阀连通,所述第三三通阀和所述第八三通阀连通,通过调节所述第九三通阀和所述第十三三通阀的连通状态使所述压缩式空气源热泵或所述闭式冷却塔中的一个参与所述辅助冷热源模块的循环并提供冷源。

一种热化学储热和空气源热泵耦合系统及其运行方法

技术领域

[0001] 本发明涉及热储能技术领域,尤其涉及一种热化学储热和空气源热泵耦合系统及其运行方法。

背景技术

[0002] 大力发展可再生能源对解决当前严重的能源和环境问题具有重要意义。然而,常见的可再生能源,如太阳能,具有随时间变化的不稳定性和间歇性,这造成了以太阳能进行供热或制冷时,供给侧与需求侧在时间上的不匹配,这种不匹配性成为太阳能热利用的瓶颈问题。如何高效地储存太阳热能是解决这一问题的关键,特别是太阳热能在不同季节间的供需不匹配问题,需要高效的长周期储热技术来解决。

[0003] 基于溶液吸收、固体吸附反应原理的热化学储热具有储能密度高、储热周期长、集储热与储冷于一体的优点,在热能存储利用领域有很好的应用场景。以目前太阳能等低温热能存储利用领域最常见的溴化锂水溶液工质为例,热化学储热在充热阶段输入的热能通过对溶液进行加热浓缩解吸,转化为工质的化学能,同时发生的水蒸气需要向外部释放冷凝热并冷凝成液态冷剂水;在放热阶段冷剂水又从外部吸收蒸发热成为水蒸气,再被溶液吸收并向外部释放反应热,从而将工质的化学能转化为热/冷能。

[0004] 通常上述充热过程中的冷凝热,放热过程供热功能下的蒸发热和放热过程制冷功能下的吸收/吸附热均直接排放至环境或从环境中吸收。因此环境温度很大程度上影响了热化学储热系统的性能,甚至将决定系统是否能正常工作。具体体现在:1) 充热过程多在太阳能丰富时运行,此时环境温度较高,造成冷凝温度高,解吸压力和冷凝压力高,相同解吸温度下吸收/吸附剂能达到的浓度上限降低,限制系统的储能密度;2) 放热过程供热功能需要在环境温度低时运行,然而当环境温度过低时,蒸发温度过低,蒸发压力和吸收/吸附压力低,在相同的循环浓度差下,供热温度(吸收/吸附温度)将无法达到需求;3) 同样放热过程制冷功能需要在环境温度高时运行,然而当环境温度过高时,吸收/吸附温度过高,吸收/吸附压力和蒸发压力高,在相同的循环浓度差下,制冷温度(蒸发温度)将无法达到需求;4) 当环境温度极低时,由于水的冻结,系统将无法正常运行。

[0005] 因此,本领域的技术人员致力于开发一种热化学储热和空气源热泵耦合系统及其运行方法,能够将环境温度升高或降低至热化学储热正常高效工作所需的冷热源温度,拓展了热化学储热系统在极端环境温度的可运行范围。

发明内容

[0006] 有鉴于现有技术的上述缺陷,本发明所要解决的技术问题是如何拓展闭式热化学储热系统在极端环境温度下的应用范围。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了一种热化学储热和空气源热泵耦合系统,其特征在于,包括闭式热化学储热模块和辅助冷热源模块,其中,所述闭式热化学储热模块包括热源或用户、吸收/吸附剂反应换热器、吸收/吸附剂罐、冷剂换热器和冷剂罐,所述吸收/吸附

剂反应换热器设置在所述吸收/吸附剂罐内,所述冷剂换热器设置在所述冷剂罐内,所述吸收/吸附剂罐与所述冷剂罐相连,所述辅助冷热源模块包括循环水箱、压缩式空气源热泵和闭式冷却塔;所述热源或用户和所述吸收/吸附剂反应换热器之间的循环管路由第一循环泵驱动,包括首尾依次相连的所述热源或用户、第一三通阀、第二三通阀、所述吸收/吸附剂反应换热器、第三三通阀和第四三通阀;所述辅助冷热源模块和所述冷剂换热器之间的循环管路由第二循环泵驱动,包括首尾依次相连的所述冷剂换热器、第七三通阀、第八三通阀、所述循环水箱、第五三通阀和第六三通阀,所述第一三通阀还与所述第六三通阀相连,所述第二三通阀还与所述第五三通阀相连,所述第四三通阀还与所述第七三通阀相连,所述第三三通阀还与所述第八三通阀相连,所述循环水箱和所述压缩式空气源热泵之间的循环管路由第三循环泵驱动,包括首尾依次相连的所述循环水箱、第九三通阀、所述压缩式空气源热泵和第十三三通阀,所述第九三通阀和所述第十三三通阀还与所述闭式冷却塔相连。

[0008] 进一步地,所述闭式冷却塔采用喷淋冷却或风冷。

[0009] 进一步地,所述吸收/吸附剂罐中采用溴化锂溶液、氯化锂溶液、氯化钙溶液、硅胶或分子筛作为吸收/吸附剂。

[0010] 进一步地,所述冷剂罐采用水作为制冷剂。

[0011] 进一步地,所述吸收/吸附剂罐与所述冷剂罐之间通过蒸汽管路相连,在所述蒸汽管路上还设有储能截止阀。

[0012] 进一步地,所述循环水箱采用水或防冻液作为循环工质。

[0013] 进一步地,还包括检测装置和控制系统,所述检测装置用于测量环境温度和湿度,所述控制系统用于控制所述热化学储热和空气源热泵耦合系统的运行模式。

[0014] 一种热化学储热和空气源热泵耦合系统的运行方法,其特征在于,所述运行方法包括充热模式,在所述充热模式中,所述热源或用户和所述辅助冷热源模块分别往所述吸收/吸附剂反应换热器和所述冷剂换热器内通入热水和冷却水,所述第一三通阀和所述第二三通阀连通,所述第三三通阀和所述第四三通阀连通,所述第五三通阀和所述第六三通阀连通,所述第七三通阀和所述第八三通阀连通,所述第一三通阀和所述第六三通阀之间不连通,所述第二三通阀和所述第五三通阀之间不连通,所述第四三通阀和所述第七三通阀之间不连通,所述第三三通阀和所述第八三通阀之间不连通,通过调节所述第九三通阀和所述第十三三通阀的连通状态使所述压缩式空气源热泵或所述闭式冷却塔中的一个参与所述辅助冷热源模块的循环并提供冷源。

[0015] 进一步地,所述运行方法还包括供热模式,在所述供热功能中,所述热源或用户和所述辅助冷热源模块分别往所述吸收/吸附剂反应换热器和所述冷剂换热器内通入被加热水和低温水,所述第一三通阀和所述第二三通阀连通,所述第三三通阀和所述第四三通阀连通,所述第五三通阀和所述第六三通阀连通,所述第七三通阀和所述第八三通阀连通,所述第一三通阀和所述第六三通阀之间不连通,所述第二三通阀和所述第五三通阀之间不连通,所述第四三通阀和所述第七三通阀之间不连通,所述第三三通阀和所述第八三通阀之间不连通,通过调节所述第九三通阀和所述第十三三通阀的连通状态使所述压缩式空气源热泵参与所述辅助冷热源模块的循环并进行制热。

[0016] 进一步地,所述运行方法还包括制冷模式,在所述制冷模式中,所述辅助冷热源模块和所述热源或用户分别往所述吸收/吸附剂反应换热器和所述冷剂换热器内通入冷却水

和低温水,所述第一三通阀和所述第二三通阀之间不连通,所述第三三通阀和所述第四三通阀之间不连通,所述第五三通阀和所述第六三通阀之间不连通,所述第七三通阀和所述第八三通阀之间不连通,所述第一三通阀和所述第六三通阀连通,所述第二三通阀和所述第五三通阀连通,所述第四三通阀和所述第七三通阀连通,所述第三三通阀和所述第八三通阀连通,通过调节所述第九三通阀和所述第十三三通阀的连通状态使所述压缩式空气源热泵或所述闭式冷却塔中的一个参与所述辅助冷热源模块的循环并提供冷源。

[0017] 本发明的有益技术效果如下:

[0018] 在极端高或低的环境温度下,热化学储热系统的输出温度将无法达到要求,甚至由于冷剂冻结导致不能正常工作。本发明通过压缩式空气源热泵和闭式冷却塔等组成的辅助冷热源模块,将环境温度升高或降低至热化学储热正常高效工作所需的冷热源温度,拓展了闭式热化学储热系统在极端环境温度的可运行范围。辅助冷热源模块采用了可制冷制热的压缩式空气源热泵作为闭式热化学储热系统充热阶段的冷源、放热阶段供热模式的热源和放热阶段制冷模式的冷源,同时为减小系统电耗,在环境条件合适时还可以使用闭式冷却塔代替热泵作为冷源。在太阳能储热利用领域,本发明可以摆脱单独闭式热化学储热受环境影响导致的冻结风险、输出温度有限、充热密度较低等问题,实现高温夏季高效充热、正常制冷,低温冬季正常放热,为太阳能高效存储利用提供了一种适应性更广的优选方案。

[0019] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明,以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

附图说明

[0020] 图1是本发明的一个较佳实施例的一种热化学储热和空气源热泵耦合系统的原理示意图;

[0021] 其中,1-热源或用户,2-吸收/吸附剂反应换热器,3-吸收/吸附剂罐,4-冷剂换热器,5-冷剂罐,6-循环水箱,7-压缩式空气源热泵,8-闭式冷却塔,9-储能截止阀,10-第一循环泵,11-第二循环泵,12-第三循环泵,13-第一三通阀,14-第二三通阀,15-第三三通阀,16-第四三通阀,17-第五三通阀,18-第六三通阀,19-第七三通阀,20-第八三通阀,21-第九三通阀,22-第十三三通阀。

具体实施方式

[0022] 以下参考说明书附图介绍本发明的多个优选实施例,使其技术内容更加清楚和便于理解。本发明可以通过许多不同形式的实施例来得以体现,本发明的保护范围并非仅限于文中提到的实施例。

[0023] 在附图中,结构相同的部件以相同数字标号表示,各处结构或功能相似的组件以相似数字标号表示。附图所示的每一组件的尺寸和厚度是任意示出的,本发明并没有限定每个组件的尺寸和厚度。为了使图示更清晰,附图中有些地方适当夸大了部件的厚度。

[0024] 如图1所示,为本发明实施例提供的一种热化学储热和空气源热泵耦合系统,该系统将环境温度升高或降低至热化学储热正常高效工作所需的冷热源温度,拓展了热化学储热系统在极端环境温度的可运行范围。热化学储热和空气源热泵耦合系统包括闭式热化学

储热模块和辅助冷热源模块。

[0025] 图1中实线与虚线代表不同运行方式下使用的管路,闭式热化学储热模块包括热源或用户1、吸收/吸附剂反应换热器2、吸收/吸附剂罐3、冷剂换热器4、冷剂罐5、第一循环泵10、第一三通阀13、第二三通阀14、第三三通阀15、第四三通阀16、第五三通阀17、第六三通阀18、第七三通阀19、第八三通阀20、储能截止阀9和相应连接管路,其中,热源或用户1表示的是充热时的热源或放热时的用户。所述闭式热化学储热模块的连接管路包括吸收/吸附剂罐3和冷剂罐5之间的蒸汽管路及储能截止阀9,储能截止阀9通过控制蒸汽管路的开关从而控制储热模块的运行与否;还包括热源或用户1和吸收/吸附剂反应换热器2之间的循环水管路,由第一循环泵10驱动,依次流经第一三通阀13、第二三通阀14、第三三通阀15、第四三通阀16;还包括辅助冷热源模块和冷剂换热器4之间的循环水管路,由第二循环泵11驱动,依次流经第五三通阀17、第六三通阀18、第七三通阀19、第八三通阀20;还包括热源或用户1和冷剂换热器4之间的循环水管路,由第一循环泵10驱动,依次流经第一三通阀13、第六三通阀18、第七三通阀19、第四三通阀16;还包括辅助冷热源模块和吸收/吸附剂反应换热器2之间的循环水管路,由第二循环泵11驱动,依次流经第五三通阀17、第二三通阀14、第三三通阀15、第八三通阀20。辅助冷热源模块包括循环水箱6、压缩式空气源热泵7、闭式冷却塔8、第二循环泵11、第三循环泵12、第九三通阀21、第十三三通阀22和相应连接管路,所述辅助冷热源模块的连接管路包括循环水箱6和闭式热化学储热模块之间的循环水管路,由第二循环泵11驱动;还包括循环水箱6和压缩式空气源热泵7之间的循环水管路,由第三循环泵12驱动,依次流经第九三通阀21、第十三三通阀22;还包括循环水箱6和闭式冷却塔8之间的循环水管路,由第三循环泵12驱动,依次流经第九三通阀21、第十三三通阀22。

[0026] 热化学储热和空气源热泵耦合系统的工作阶段包括充热阶段和放热阶段,放热阶段包括供热模式和制冷模式。

[0027] 在充热阶段时,热化学储热和空气源热泵耦合系统采用充热模式,热源或用户1表现为热源,所述热源和辅助冷热源模块分别往吸收/吸附剂反应换热器2和冷剂换热器4内通入热水和冷却水,此时第一三通阀13至第八三通阀20在热源和吸收/吸附剂反应换热器2以及辅助冷热源模块和冷剂换热器4的连接管路中的流向分别为a进c出、c进e出、f进h出、h进j出,以及,k进m出、m进o出、p进r出、r进t出;此时吸收/吸附剂罐3中的吸收/吸附剂通过吸收/吸附剂反应换热器2吸收管内热水的热量浓缩解吸,产生的冷剂蒸汽通过蒸汽管道进入冷剂换热器4,冷凝成液体制冷剂并储存在冷剂罐5中,释放的冷凝热被冷却水带走。

[0028] 在放热阶段时的供热模式下,热源或用户1表现为用户,所述用户和辅助冷热源模块分别往吸收/吸附剂反应换热器2和冷剂换热器4内通入被加热水和低温水,此时第一三通阀13至第八三通阀20在用户和吸收/吸附剂反应换热器2以及辅助冷热源模块和冷剂换热器4的连接管路中的流向分别为a进c出、c进e出、f进h出、h进j出,以及,k进m出、m进o出、p进r出、r进t出;此时冷剂罐5中的液态制冷剂通过冷剂换热器4吸收管内低温水的热量蒸发,气态制冷剂通过蒸汽管道进入吸收/吸附剂反应换热器2被吸收/吸附剂吸收,释放的热量通过被加热水带出。

[0029] 在放热阶段时的制冷模式下,热源或用户1表现为用户,辅助冷热源模块和所述用户分别往吸收/吸附剂反应换热器2和冷剂换热器4内通入冷却水和低温水,此时第一三通阀13至第八三通阀20在用户和冷剂换热器4以及辅助冷热源模块和吸收/吸附剂反应换热

器2的连接管路中的流向分别为a进b出、n进o出、p进q出、i进j出,以及,k进l出、d进e出、f进g出、s进t出;此时冷剂罐5中的液态制冷剂通过冷剂换热器4吸收管内低温水的热量并蒸发,从而降低低温水温度实现制冷输出,吸收/吸附剂通过吸收/吸附剂反应换热器2管内冷却水进行冷却。

[0030] 进一步优化,闭式冷却塔8在环境温湿度适宜时可以代替压缩式空气源热泵7作为辅助冷热源模块,从而节省系统的运行电耗;当环境温度高于结冰风险时,所述闭式冷却塔8采用喷淋冷却,当环境温度低至结冰风险时,所述闭式冷却塔8采用风冷。

[0031] 进一步优化,吸收/吸附剂罐3中采用常用吸湿性溶液或固体作为吸收/吸附剂,如溴化锂溶液、氯化锂溶液、氯化钙溶液或硅胶、分子筛等,冷剂罐5中采用水作为制冷剂。

[0032] 进一步优化,所述循环水箱6的作用为便于闭式热化学储热模块和辅助冷热源模块之间热耦合所用的循环工质的存储和更换,以及对热耦合温度波动的缓冲;所述循环水箱6中存储的为循环工质,通常为水,当环境温度低至结冰风险时,需换成防冻液。

[0033] 进一步优化,通过循环流量设定,闭式热化学储热模块和辅助冷热源模块之间的功率是相同的;即充热阶段热化学储热模块的冷凝功率与压缩式空气源热泵7的制冷功率或闭式冷却塔8的冷却功率是相同的,放热阶段的供热功能下热化学储热模块的蒸发功率与压缩式空气源热泵7的制热功率是相同的,放热阶段的制冷功能下热化学储热模块的吸收/吸附放热功率与压缩式空气源热泵7的制冷功率或闭式冷却塔8的冷却功率是相同的。

[0034] 进一步优化,热化学储热和空气源热泵耦合系统还包括各类检测装置和控制系统,用于测量环境温湿度,同时根据充热时的热源温度和放热时的需求输出温度,选择耦合系统的运行模式。

[0035] 综上所述,压缩式空气源热泵7和闭式冷却塔8等组成的辅助冷热源模块,根据热化学储热模块的冷热源需求,主要有以下几种运行模式:

[0036] 1.热化学储热模块充热时,需要向冷源释放冷凝热,此时通常环境温度也比较高,为了降低热化学储热模块的冷凝压力和解吸压力,从而提高吸收/吸附剂的浓度上限,可以使用闭式冷却塔8提供温度比环境温度更低的冷源;如果环境温度更高,闭式冷却塔8无法将环境温度降低至热化学储热模块高能量密度充热所需的冷凝温度,可以使用压缩式空气源热泵7进行制冷。

[0037] 2.热化学储热模块以供热功能放热时,需要从热源吸收蒸发热,此时通常环境温度非常低,为了升高热化学储热模块的蒸发压力和吸收/吸附压力,从而提高吸收/吸附剂的供热温度(吸收/吸附温度),可以使用压缩式空气源热泵7进行制热,将环境温度升高至热化学储热模块按需求供热温度所需的蒸发温度。

[0038] 3.热化学储热模块以制冷功能放热时,需要向冷源释放吸收/吸附热,此时通常环境温度比较高,为了降低热化学储热模块的蒸发压力和吸收/吸附压力,从而提高冷剂的制冷温度(蒸发温度),可以使用闭式冷却塔8提供温度比环境温度更低的冷源;如果环境温度更高,闭式冷却塔8无法将环境温度降低至热化学储热模块按需求制冷温度所需的蒸发温度,可以使用压缩式空气源热泵7进行制冷。

[0039] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术

方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

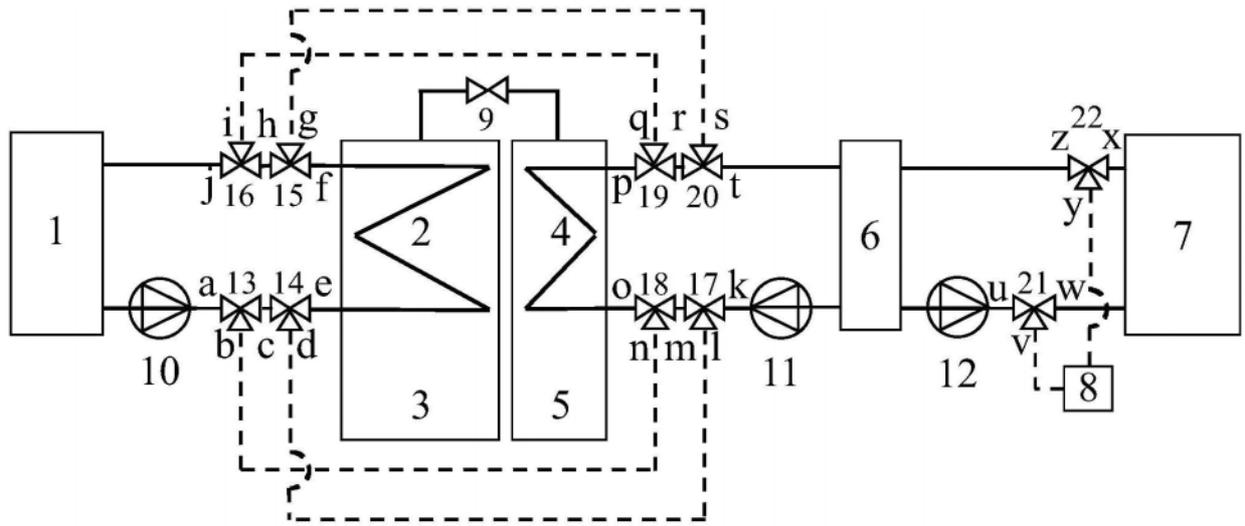


图1