



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112944713 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 01

(21) 申请号 202110192011.4

F25B 49/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.02.19

F24F 5/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 胡修民

申请公布号 CN 112944713 A

(43) 申请公布日 2021.06.11

(73) 专利权人 南京工程学院

地址 211167 江苏省南京市江宁区科技园

弘景大道1号南京工程学院

(72) 发明人 文先太 杨东方 曹先齐 余鹏飞

张君

(74) 专利代理机构 南京源古知识产权代理事务

所(普通合伙) 32300

专利代理师 马晓辉

(51) Int. Cl.

F25B 13/00 (2006.01)

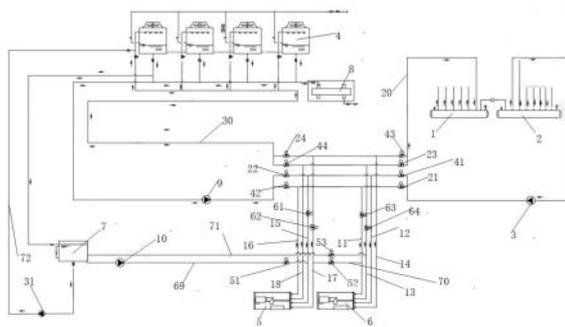
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种换热塔热泵供冷供热系统和控制方法

(57) 摘要

热源塔热泵系统在中央空调系统在冷热量需求比较大的场合,传统的螺杆机冷热量无法满足要求,通常选用大冷量的高效离心式制冷机组,然而针对离心机机组而言,其受到压比的限制,不能运行在比较恶劣的工况,如冷凝器侧温度高,蒸发器侧温度低的场合,同时开式热源塔热泵系统冬季运行存在溶液浓度控制的问题。本发明提供的换热塔热泵供冷供热系统和控制方法,由两台或两台以上离心式热泵机组为基础,配备能源塔、塔水泵、用户水泵、溶液浓度检测系统、溶液箱、溶液泵、集水器、分水器。该系统通过模式切换,夏季可以实现高效制冷、冬季可以实现高效供暖,且冬季溶液浓度可以实现根据需求动态调整,实现整个系统冬夏均能够高效运行。



1. 一种换热塔热泵供冷供热系统的控制方法,其特征在于:所述供热系统包括分水器、集水器、溶液箱、两组离心式热泵组和多个换热塔,所述两组离心式热泵组分别为第一离心式热泵组和第二离心式热泵组,每组所述离心式热泵组,每组所述离心式热泵组内都设有蒸发器和冷凝器,所述集水器的水经过用户水泵通过第一管道和第一离心式热泵组内的第一蒸发器连接,所述第一蒸发器通过第三管道、第二管道和所述分水器连接,所述集水器的水经过用户水泵通过第六管道和第二离心式热泵组内的第二蒸发器连接,所述第二蒸发器通过第八管道、第二管道和所述分水器连接,所述集水器的内经过用户水泵通过第二管道和第一离心式热泵组内的第一冷凝器连接,所述冷凝器通过第四管道、第二管道和所述分水器连接,所述换热塔内的水经过塔水泵通过第六管道和第二离心式热泵组内的第二蒸发器连接,所述第二蒸发器通过第八管道、第三管道和所述换热塔连接;所述换热塔内的水经过塔水泵通过第五管道和第二离心式热泵组内的第二冷凝器连接,所述第二冷凝器通过第七管道、第三管道和所述换热塔连接;所述换热塔内的水经过塔水泵通过第二管道和第一离心式热泵组内的第一冷凝器连接,所述第一冷凝器通过第四管道、第三管道和所述换热塔连接,所述第一管道上设有A-1阀门和D-3阀门,第三管道和第二管道的连接处设置A-3阀门,第二管道上设有B-1阀门,第三管道上设有D-1阀门,第四管道和第二管道的连接处设有B-3阀门,第五管道和第三管道连接处设有A-2阀门,第六管道和第三管道连接处设有B-2阀门,第七管道上设有D-2阀门,所述第二管道和第三管道连接处设有A-4阀门,第八管道和第三管道连接处设有B-4阀门,溶液箱中的溶液通过第九管道、第五管道和第二离心式热泵机组中的第二冷凝器连接,所述第二冷凝器通过第七管道、第十管道、第一管道和第一离心式热泵组中的第一蒸发器连接,所述第一蒸发器通过第三管道、第十管道和所述溶液箱连接,所述第九管道上设置有第一溶液泵和C-1阀门,第十管道上设置有C-2阀门,第十管道上设置有C-3阀门,具体的控制方法为:制冷模式时:12℃的冷冻水从用户末端回到集水器,然后流入用户水泵入口;A-1阀门、A-2阀门、A-3阀门、A-4阀门、D-1阀门、D-2阀门、D-3阀门、D-4阀门打开,B-1阀门、B-2阀门、B-3阀门、B-4阀门、C-1阀门、C-2阀门、C-3阀门,集水器中的水进入第一离心式热泵机组第一蒸发器和第二离心式热泵机组的第二蒸发器,冷冻水温度降低为7℃后,通过A-3阀门进入分水器,分水器中7℃的冷冻水通过管道供给用户,30℃的冷却水从多个换热塔的底部流出,然后经过塔水泵,冷却水升压后通过A-2阀门,然后分别进入第一离心式热泵组的第一冷凝器和第二离心式热泵组的第二冷凝器,冷却水温度升高到35℃后通过A-4阀门分别多个换热塔的入口,制热模式时:40℃的冷冻水从用户末端回到集水器,然后流入用户水泵入口,换热塔中的-7℃的防冻液进入到第二冷凝器,B-1阀门、B-2阀门、B-3阀门、B-4阀门、C-1阀门、C-2阀门、C-3阀门打开,A-1阀门、A-2阀门、A-3阀门、A-4阀门、D-1阀门、D-2阀门、D-3阀门、D-4阀门关闭,冷冻水通过用户水泵升压后通过B-1阀门,然后进入第二离心式热泵机组的第二冷凝器,热水温度升高到45℃后通过B-3阀门进入分水器,分水器中45℃的热水通过管道供给用户,同时-7℃的防冻液从多个换热塔的底部流出,然后流入塔水泵入口,防冻液升压后通过B-2阀门,然后进入第二离心式热泵机组的第二蒸发器,防冻液温度降低到-10℃后通过B-4阀门分别进入各个换热塔入口,同时20℃的防冻液从溶液箱流出,通过第一溶液泵升压,然后通过C-1阀门流入第二离心式热泵组的第二冷凝器,温度升高到25℃后通过C-2阀门流入第一离心式热泵组的第一蒸发器,温度降低到20℃后,通过C-3阀门流回溶液箱。

2. 如权利要求1所述的换热搭热泵供冷供热系统的控制方法,其特征在于:所述溶液箱中溶液通过第十二管道进入换热塔,然后从换热塔经过第十三管道回到溶液箱,所述第十二管道中设置有第二溶液泵。

3. 如权利要求1或2所述的换热搭热泵供冷供热系统的控制方法,其特征在于:所述溶液箱内的溶液温度为15-35℃。

4. 如权利要求1或2所述的换热搭热泵供冷供热系统的控制方法,其特征在于:所述换热塔底部出口处设置溶液浓度检测装置。

5. 如权利要求1或2所述的换热搭热泵供冷供热系统的控制方法,其特征在于:所述分水器和所述集水器之间设有压差旁通阀。

6. 如权利要求1所述的换热搭热泵供冷供热系统的控制方法,其特征在于:当溶液浓度检测装置检测到溶液浓度低于设定的值时,打开溶液箱出口阀门,打开第二溶液泵,20℃稀溶液升压然后通过止回阀流入其中一个换热塔,溶液中水分蒸发到空气中,溶液浓度升高,然后流回到溶液箱中。

7. 如权利要求6所述的换热搭热泵供冷供热系统的控制方法,其特征在于:溶液箱通过液位计来控制流回到溶液箱的稀溶液的体积。

## 一种换热塔热泵供冷供热系统和控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于制冷空调系统集成技术领域,涉及一种换热塔热泵供冷供热系统和控制方法。

### 背景技术

[0002] 随着中国经济的高速增长,建筑节能的重要性逐渐体现出来而在目前整个城镇建筑能耗中,空调能耗占其中最主要方面,部分制冷空调能耗要占到建筑总能耗的50%~70%。

[0003] 在目前建筑制冷空调系统中,广泛使用的供冷/暖方式为冷水机组+锅炉(燃煤、燃气或燃油)和热泵机组(空气源热泵、地源热泵和水源热泵)两种,其供冷/热方式各有其优缺点和适用范围。

[0004] 空气源热泵主要在解决其结霜问题和提高其适用范围两个方面有待提升,且无法提供满足大型能源站的供冷供热需求;地源热泵使用土壤作为冷热源,具有高效、节能、环保、节省占地面积、舒适等诸多优势,因此在大型建筑中得到了很大程度上的应用。但是打井占地面积巨大,且运行存在较多问题,如能量平衡问题,换热能力衰减问题等等。水冷冷水机组加锅炉的供冷/热方式在大型中央空调系统中应用的较为普遍。在夏季,冷水机组配备有冷却塔这一水循环冷却设备,用以散去冷凝器中的热量,从而使其在高效率的状态下运行,具有技术成熟可靠、效率高、无生态污染和初投资少等优点。冷水机组通过冷却塔以蒸发冷却的方式达到降低冷凝温度的效果,冷凝器冷凝温度理论上可以达到室外空气湿球温度,与空气源热泵相比,冷凝温度得到更大的降低,从而提高了机组供冷效率。然而冷却塔仅限于在夏季运行,冷水机组在冬季时处于闲置状态。冬季则采用锅炉等设备供暖,一次能源利用率低且排放物污染环境,目前城市中燃煤锅炉已经基本禁止运行。

[0005] 针对以上问题一种新型的热泵系统—热源塔热泵系统应运而生。该系统在夏季以水冷冷水机组的供冷模式运行,而在冬季则以热泵的供热模式运行,冷却塔转化为吸热设备—热源塔,通过向塔内淋水填料表面喷淋溶液吸收空气中的热量,而热泵中的冷凝器提供热量实现系统供暖。采用该系统既不影响冷水机组夏季高效制冷性能,在冬季又可以替代锅炉供暖,提高了能源利用率和设备利用效率。

[0006] 针对目前的机组,大型能源站由于制冷量巨大,通常选用大冷量的高效离心式制冷机组,然而针对离心机机组而言,其受到压比的限制,不能运行在比较恶劣的工况,如冷凝器侧温度高,蒸发器侧温度低的场合,然而热源塔工况通常在以上工况下,同时开式热源塔热泵系统冬季运行存在溶液浓度控制的问题。因而设计一套适合大型能源站的高效供冷供热系统对于区域节能具有重要意义。

### 发明内容

[0007] 1、所要解决的技术问题:

[0008] 热源塔热泵系统以其高效供冷供热的优点,在中央空调系统中得到大量应用。然

而在冷热量需求比较大的场合,传统的螺杆机冷热量无法满足要求,通常选用大冷量的高效离心式制冷机组,然而针对离心机机组而言,其受到压比的限制,不能运行在比较恶劣的工况,如冷凝器侧温度高,蒸发器侧温度低的场合,同时开式热源塔热泵系统冬季运行存在溶液浓度控制的问题。

[0009] 2、技术方案:

[0010] 为了解决以上问题,本发明提供了一种换热塔热泵供冷供热系统,包括分水器、集水器、溶液箱、两组离心式热泵组和多个换热塔,所述两组离心式热泵组分别为第一离心式热泵组和第二离心式热泵组,其特征在于:每组所述离心式热泵组,每组所述离心式热泵组内都设有蒸发器和冷凝器,所述集水器的水经过用户水泵通过第一管道和第一离心式热泵组内的第一蒸发器连接,所述第一蒸发器通过第三管道、第二管道和所述分水器连接,所述集水器的水经过用户水泵通过第六管道和第二离心式热泵组内的第二蒸发器连接,所述第二蒸发器通过第八管道、第二管道和所述分水器连接,所述集水器的内经过用户水泵通过第二管道和第一离心式热泵组内的第一冷凝器连接,所述冷凝器通过第四管道、第二管道和所述分水器连接,所述换热塔内的水经过塔水泵通过第六管道和第二离心式热泵组内的第二蒸发器连接,所述第二蒸发器通过第八管道、第三管道和所述换热塔连接;所述换热塔内的水经过塔水泵通过第五管道和第二离心式热泵组内的第二冷凝器连接,所述第二冷凝器通过第七管道、第三管道和所述换热塔连接;所述换热塔内的水经过塔水泵通过第二管道和第一离心式热泵组内的第一冷凝器连接,所述第一冷凝器通过第四管道、第三管道和所述换热塔连接,所述第一管道上设有A-1阀门和D-3阀门,第三管道和第二管道的连接处设置A-3阀门,第二管道上设有B-1阀门,第三管道上设有D-1阀门,第四管道和第二管道的连接处设有B-3阀门,第五管道和第三管道连接处设有A-2阀门,第六管道和第三管道连接处设有B-2阀门,第七管道上设有D-2阀门,所述第二管道和第三管道连接处设有A-4阀门,第八管道和第三管道连接处设有B4阀门。

[0011] 本发明还提供了换热塔热泵供冷供热系统的控制方法,分为制冷模式。

[0012] 3、有益效果:

[0013] 本发明提供的换热塔热泵供冷供热系统,由两台或两台以上离心式热泵机组为基础,配备能源塔、塔水泵、用户水泵、溶液浓度检测系统、溶液箱、溶液泵、集水器、分水器。该系统通过模式切换,夏季可以实现高效制冷、冬季可以实现高效供暖,且冬季溶液浓度可以实现根据需求动态调整,实现整个系统冬夏均能够高效运行。

## 附图说明

[0014] 图1为本发明的结构示意图。

[0015] 附图标记说明:1.分水器;2.集水器;3.用户水泵;4.换热塔;5.第二离心式热泵组;6.第一离心式热泵组;7.溶液箱;8.溶液浓度检测装置;9塔水泵;10.第一溶液泵;11.第一管道;12.第二管道;13.第三管道;14.第四管道;15.第五管道;16.第六管道;17.第七管道;18.第八管道;20.第二管道;21.A-1阀门;22.A-2阀门;23.A-3阀门;24.A-4阀门;30.第三管道;31.第二溶液泵;41.B-1阀门;42.B-2阀门;43.B-3阀门;44.B-4阀门;51.C-1阀门;52.C-2阀门;53.C-3阀门;61.D-1阀门;62.D-2阀门;63.D-3阀门;64.D-4阀门;69.第九管道;70.第十管道;71.第十一管道。72.第十二管道。

## 具体实施方式

[0016] 下面结合附图来对本发明进行详细说明。

[0017] 本发明提供了一种换热搭热泵供冷供热系统,如图1所示,包括分水器1、集水器2、溶液箱7、两组离心式热泵组和多个换热塔4,所述两组离心式热泵组分别为第二离心式热泵组6和第二离心式热泵组5,其特征在于:每组所述离心式热泵组,每组所述离心式热泵组内都设有蒸发器和冷凝器,所述集水器2的水经过用户水泵33通过第一管道11和第二离心式热泵组6内的第一蒸发器连接,所述第一蒸发器通过第三管道13、第二管道20和所述分水器1连接,所述集水器2的水经过用户水泵33通过第六管道16和第二离心式热泵组5内的第二蒸发器连接,所述第二蒸发器通过第八管道18、第二管道20和所述分水器1连接,所述集水器2的内经过用户水泵33通过第二管道12和第二离心式热泵组6内的第一冷凝器连接,所述冷凝器通过第四管道14、第二管道20和所述分水器1连接,所述换热塔4内的水经过塔水泵9通过第六管道16和第二离心式热泵组5内的第二蒸发器连接,所述第二蒸发器通过第八管道18、第三管道30和所述换热塔4连接;所述换热塔4内的水经过塔水泵9通过第五管道15和第二离心式热泵组5内的第二冷凝器连接,所述第二冷凝器通过第七管道17、第三管道30和所述换热塔4连接;所述换热塔4内的水经过塔水泵9通过第二管道12和第二离心式热泵组6内的第一冷凝器连接,所述第一冷凝器通过第四管道14、第三管道30和所述换热塔4连接,所述第一管道11上设有A-1阀门21和D-3阀门63,第三管道13和第二管道20的连接处设置A-3阀门23,第二管道12上设有B-1阀门41,第三管道13上设有D-1阀门61,第四管道14和第二管道20的连接处设有B-3阀门43,第五管道15和第三管道30连接处设有A-2阀门22,第六管道16和第三管道30连接处设有B-2阀门42,第七管道17上设有D-2阀门62,所述第二管道12和第三管道30连接处设有A-4阀门24,第八管道18和第三管道30连接处设有B4阀门。

[0018] 还包括溶液箱7,所述溶液箱7中的溶液通过第九管道69、第五管道15和第二离心式热泵机组中的第二冷凝器连接,所述第二冷凝器通过第七管道17、第十管道70、第一管道11和第二离心式热泵组6中的第一蒸发器连接,所述第一蒸发器通过第三管道13、第十管道71和所述溶液箱7连接,所述第九管道69上设置有第一溶液泵10和C-1阀门51,第十管道70上设置有C-2阀门52,第十管道71上设置有C-3阀门53。20℃的防冻液从溶液箱7流出,通过第一溶液泵10升压,然后通过C-1阀门51流入第二离心式热泵组5的第二冷凝器,温度升高到25℃后通过C-2阀门52流入第二离心式热泵组6的第一蒸发器,温度降低到20℃后,通过C-3阀门53流回溶液箱7,实现换热塔4从第二离心式热泵组5的第二冷凝器转移到第二离心式热泵组6的第一蒸发器。

[0019] 所述溶液箱7中溶液通过第十二管道72进入换热塔4,然后从换热塔4经过第十三管道回到溶液箱7,所述第十二管道72中设置有第二溶液泵31。当溶液浓度检测装置8检测到溶液浓度不能满足要求时,打开溶液箱7出口阀门,打开第二溶液泵31,20℃稀溶液升压然后通过止回阀流入能源塔1、由于溶液温度较高,空气环境温度低,溶液中水分蒸发到空气中,溶液浓度升高,然后流回到溶液箱7中,溶液箱7通过液位计来控制流回到溶液箱7的稀溶液。

[0020] 所述溶液箱7内的溶液温度为20℃。

[0021] 所述换热塔4底部出口处设置溶液浓度检测装置8。防冻液温度降低到-10℃后通

过B-4阀门44分别进入多个换热塔4的入口。从换热塔4底部出口处的微量溶液通过进液阀进入溶液浓度检测装置8,当静置2分钟获取溶液浓度后通过排液阀排出。

[0022] 所述分水器1和所述集水器2之间设有压差旁通阀。分水器1和集水器2之间通过压差旁通阀来确保用户各个区域的冷冻水流量或者热水流量满足要求。

[0023] 下面通过实施例来对换热塔热泵供冷供热系统的控制方法进行详细说明。

[0024] 实施例1

[0025] 制冷模式下,12℃的冷冻水从用户末端回到集水器2,然后流入用户水泵33入口。A-1阀门21、A-2阀门22、A-3阀门23、A-4阀门24、D-1阀门61、D-2阀门62、D-3阀门63、D-4阀门64打开,B-1阀门41、B-2阀门42、B-3阀门43、B-4阀门44、C-1阀门51、C-2阀门52、C-3阀门53,集水器2中的水进入第一离心式热泵机组第一蒸发器和第二离心式热泵机组的第二蒸发器,冷冻水温度降低为7℃后,通过A-3阀门23进入分水器1,分水器1中7℃的冷冻水通过管道供给用户,30℃的冷却水从多个所述换热塔4的底部流出,然后经过塔水泵9,冷却水升压后通过A-2阀门22,然后分别进入第二离心式热泵组6的第一冷凝器和第二离心式热泵组5的第二冷凝器,冷却水温度升高到35℃后通过A-4阀门24分别多个换热塔4的入口。

[0026] 实施例2

[0027] 在制热模式,40℃的冷冻水从用户末端回到集水器2,然后流入用户水泵33入口,所述换热塔4中的-7℃的防冻液进入到第二蒸发器,B-1阀门41、B-2阀门42、B-3阀门43、B-4阀门44、C-1阀门51、C-2阀门52、C-3阀门53打开,A-1阀门21、A-2阀门22、A-3阀门23、A-4阀门24、D-1阀门61、D-2阀门62、D-3阀门63、D-4阀门64关闭,冷冻水通过用户水泵33升压后通过B-1阀门41,然后进入第二离心式热泵机组的第二冷凝器,热水温度升高到45℃后通过B-3阀门43进入分水器1,分水器1中45℃的热水通过管道供给用户,同时-7℃的防冻液从多个换热塔4的底部流出,然后流入塔水泵9入口,防冻液升压后通过B-2阀门42,然后进入第二离心式热泵机组的第二蒸发器,防冻液温度降低到-10℃后通过B-4阀门44分别进入各个换热塔4入口,同时20℃的防冻液从溶液箱7流出,通过第一溶液泵10升压,然后通过C-1阀门流入第二离心式热泵组5的第二冷凝器,温度升高到25℃后通过C-2阀门52流入第二离心式热泵组6的第一蒸发器,温度降低到20℃后,通过C-3阀门53流回溶液箱7。

[0028] 通过实施例1和实施例2可以看到本发明整体上可以实现系统夏季高效供冷,冬季高效供暖,具有很好的节能效果。

[0029] 发明将离心式制冷机组在冬季串联运行以满足其压比要求,实现了标准离心式热泵机组在热源塔热泵工况的应用,夏季则采用标准冷水机组模式制冷。通过定温差和模型仿真优化来实现系统控制,具有很好的节能性。

[0030] 实施例3

[0031] 在实施例2的基础上,当溶液浓度检测装置8检测到溶液浓度低于设定的值时,打开溶液箱7出口阀门,打开第二溶液泵31,20℃稀溶液升压然后通过止回阀流入其中一个换热塔4,溶液中水分蒸发到空气中,溶液浓度升高,然后流回到溶液箱7中。

[0032] 实施例4

[0033] 在实施例3的基础上,溶液箱7通过液位计来控制流回到溶液箱7的稀溶液的体积。

[0034] 从实施例3和实施例4可以看出本发明溶液再生过程与热泵系统优化运行过程进行优化匹配,系统节能性和稳定性得到了极大的增强。

