



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110260396 A

(43)申请公布日 2019.09.20

(21)申请号 201910516963.X

(22)申请日 2019.06.14

(71)申请人 北京建筑大学

地址 100044 北京市西城区展览馆路1号

(72)发明人 肖宁 王晓辉 陈俊峰

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 吴欢燕

(51)Int.Cl.

F24D 17/02(2006.01)

F25B 30/06(2006.01)

F25B 27/00(2006.01)

F24S 20/40(2018.01)

F24S 60/30(2018.01)

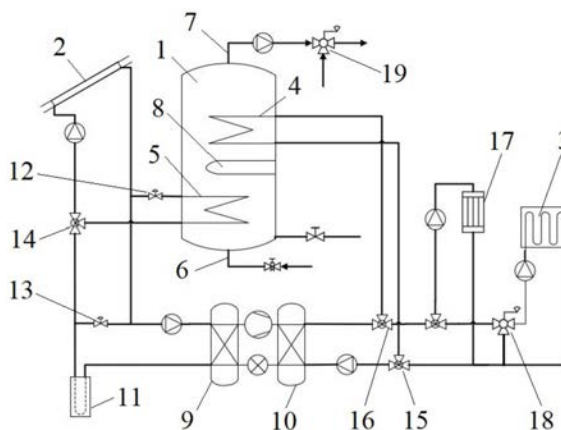
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统

(57)摘要

本发明涉及家庭热利用系统技术领域,提供一种基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,包括蓄热水箱、进水管和出水管,进水管与蓄热水箱底部连通,出水管与蓄热水箱顶部连通;蓄热水箱内设有上部换热管路和下部换热管路,上部换热管路位于蓄热水箱上部,下部换热管路位于蓄热水箱下部,与太阳能集热器相连,上部换热管路与地暖盘管和土壤源热泵连接;还包括设置于蓄热水箱内的电加热器。本发明实施例提供的基于分层热管理的热水冷暖系统,蓄热水箱采用上出下进的取补水方式和上部取热、下部加热的热交换方式,推进太阳能、土壤源热泵及电补热系统的高效利用,实现分层热管理,控制水箱内各节点的温度品位,减小焓损失,高效节能。



CN 110260396 A

1. 一种基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,包括蓄热水箱、进水管和出水管,其特征在于,所述进水管与所述蓄热水箱底部连通,所述出水管与所述蓄热水箱顶部连通;

所述蓄热水箱内设有上部换热管路和下部换热管路,所述上部换热管路位于所述蓄热水箱上部,所述下部换热管路位于所述蓄热水箱下部,与太阳能集热器相连,所述上部换热管路与地暖盘管连接;

还包括设置于所述蓄热水箱内的电加热器,所述电加热器位于所述上部换热管路和所述下部换热管路之间;

还包括土壤源热泵,所述土壤源热泵包括热泵机组和地理管,所述热泵机组包括热泵土壤侧换热器和热泵用能侧换热器,所述热泵土壤侧换热器与所述地理管相连接,所述热泵用能侧换热器与所述地暖盘管及所述上部换热管路相连接;

还包括风机盘管,所述风机盘管与所述热泵用能侧换热器连接。

2. 根据权利要求1所述的一种基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,其特征在于,还包括第一截止阀、第二截止阀和第一三通阀;

所述第一截止阀的出水端与所述下部换热管路的进水端相连接,所述第一截止阀的进水端、所述太阳能集热器的出水端、所述第二截止阀的出水端及所述热泵土壤侧换热器的进水端相连接,所述第二截止阀的进水端、所述地理管的出水端及所述第一三通阀的第二进水端相连接,所述第一三通阀的第一进水端与所述下部换热管路的出水端相连接,所述第一三通阀的第三出水端与所述太阳能集热器的进水端相连接。

3. 根据权利要求1所述的一种基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,其特征在于,还包括分流阀和第三三通阀;

所述分流阀的第一端与所述上部换热管路的第一端相连接,所述分流阀的第二端与所述地暖盘管的进水端相连接,所述分流阀的第三端与所述热泵用能侧换热器的出水端相连接;

所述第三三通阀的第一端与所述上部换热管路的第二端相连接,所述第三三通阀的第二端与所述地暖盘管的出水端相连接,所述第三三通阀的第三端与所述热泵用能侧换热器的进水端相连接。

4. 根据权利要求3所述的一种基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,其特征在于,还包括第一温控阀,所述第一温控阀的第一进水端与所述地暖盘管的出水端相连接,所述第一温控阀的第二进水端与所述分流阀的第二端相连接,所述第一温控阀的第三出水端与所述地暖盘管的进水端相连接。

5. 根据权利要求1所述的一种基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,其特征在于,还包括设于所述出水管的第二温控阀,所述第二温控阀的第一进水端连接自来水管路,所述第二温控阀的第二进水端与所述蓄热水箱顶部连接,所述第二温控阀的第三出水端用于提供生活热水。

6. 根据权利要求1所述的一种基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,其特征在于,还包括排水管,所述排水管与所述蓄热水箱的底部连通。

基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统

技术领域

[0001] 本发明涉及家庭热利用系统技术领域,尤其涉及一种基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统。

背景技术

[0002] 随着可持续发展和绿色能源观念不断深入人心,太阳能开发利用的规模正在快速扩大,技术进步迅速,投资成本下降,太阳能已成为绿色能源应用的重要领域。同时,太阳能受时间、季节、天气等影响具有不稳定性,无法持续供热,作为家庭热利用系统,应与辅助热源配合,尤其在恶劣天气及冬季使用时。土壤源热泵是利用浅层地热能进行供热制冷的能源利用技术,与太阳能结合,适于作为独立式家庭综合热水冷暖系统设备。现有的基于太阳能和空气源热泵的家用复合热水系统,利用太阳能集热器和空气源热泵为家庭提供热水,但该系统存在以下不足:第一,空气源热泵本身受气候影响,应用区域受限,热效率不高;第二,未考虑蓄热水箱内部各节点不同的能量品质,造成一定程度的能量损失,对节能不利;第三,系统仅提供了生活用水,热泵的综合利用率相对较低。

发明内容

[0003] 本发明实施例提供一种基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,用以解决现有的基于太阳能的家用复合热水系统,利用太阳能集热器和空气源热泵为家庭提供热水存在的热效率低、未考虑热量品质和仅能提供生活热水的问题。

[0004] 本发明提供一种基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,包括蓄热水箱、进水管和出水管,其特征在于,所述进水管与所述蓄热水箱底部连通,所述出水管与所述蓄热水箱顶部连通;

[0005] 所述蓄热水箱内设有上部换热管路和下部换热管路,所述上部换热管路位于所述蓄热水箱上部,所述下部换热管路位于所述蓄热水箱下部,与太阳能集热器相连,所述上部换热管路与地暖盘管连接;

[0006] 还包括设置于所述蓄热水箱内的电加热器,所述电加热器位于所述上部换热管路和所述下部换热管路之间;

[0007] 还包括土壤源热泵,所述土壤源热泵包括热泵机组和地埋管,所述热泵机组包括热泵土壤侧换热器和热泵用能侧换热器,所述热泵土壤侧换热器与所述地埋管相连接,所述热泵用能侧换热器与所述地暖盘管及所述上部换热管路相连接;

[0008] 还包括风机盘管,所述风机盘管与所述热泵用能侧换热器连接。

[0009] 本发明实施例提供的基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,蓄热水箱作为储热装置,不但可以直接提供生活热水,比如进行洗澡、洗漱、洗菜等所需的热热水,也可以作为地暖盘管等制热装置所需循环热水的热源,为地暖盘管等制热装置提供热量。蓄热水箱的下部换热管路与太阳能集热器连接组成传热回路,太阳能集热器能够有效吸收利用太阳能产生热能,通过传热介质将热量传递给蓄热水箱内所蓄积的水,设于蓄

热水箱下部的下部换热管路处于温度相对较低的下层低温区,有利于太阳能集热系统保持较高的光热转换效率;地暖盘管可以通过上部换热管路从蓄热水箱内获得热量,并将热量散发以制热,设于蓄热水箱上部的上部换热管路处于温度相对较高的上层高温区,能够为地暖盘管等制热提供较好的温度保障,并保持系统整体处于合适的运行温度水平;补水时,通过与蓄热水箱底部连通的进水管将温度较低的常温自来水补充至蓄热水箱底部温度相对较低的低温度,用水时,通过与蓄热水箱顶部连通的出水管将蓄热水箱顶部温度相对较高的上层高温区水直接抽取,减少蓄热水箱内部的热对流和焓损失。因此,本发明提供的基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,对蓄热水箱采用上出下进的取补水方式和上部取热、下部加热的热交换方式,实现分层热管理,控制水箱内各节点的温度品位,减小焓损失,高效节能。同时,为了保障系统的稳定性,该系统在蓄热水箱的中部安装了电加热器,当系统太阳能不足、地源热泵运行效能较差,生活热水及建筑用热较大时,可以集热为系统补热,满足系统用热安全性;该系统地源热泵与风机盘管连接,可以为建筑供冷,并通过热泵及地埋管系统,实施回收制冷过程的废热,提升土壤温度,以平抑采暖季土壤温度衰竭问题;太阳能系统与土壤源热泵地面管系统相连接,当太阳能资源较好,系统用热负荷较小,蓄热水箱储热充满状态时,太阳能系统可以通过地埋管为土壤加热,避免太阳能集热系统过热,并平抑采暖季土壤温度衰竭问题,提升系统全年利用效率和系统安全性,并增加太阳能在建筑用能系统中的贡献率,推进太阳能的大比例应用。

附图说明

[0010] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0011] 图1为本发明实施例提供的基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统结构示意图;

[0012] 图中:1、蓄热水箱;2、太阳能集热器;3、地暖盘管;4、上部换热管路;5、下部换热管路;6、进水管;7、出水管;8、电加热器;9、热泵土壤侧换热器;10、热泵用能侧换热器;11、地埋管;12、第一截止阀;13、第二截止阀;14、第一三通阀;15、第二三通阀;16、分流阀;17、风机盘管;18、第一温控阀;19、第二温控阀。

具体实施方式

[0013] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。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,都属于本发明保护的范围。

[0014] 如图1所示,本发明提供了一种基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,包括蓄热水箱1、进水管6和出水管7。进水管6与蓄热水箱1底部连通,出水管7与蓄热水箱1顶部连通;蓄热水箱1内设有上部换热管路4和下部换热管路5,上部换热管路4位于蓄热水箱1上部,下部换热管路5位于蓄热水箱1下部,上部换热管路4与地暖盘管3连接,

下部换热管路5与太阳能集热器2连接。

[0015] 本发明提供的基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,蓄热水箱1作为储热装置,不但可以直接提供生活热水,比如洗澡、洗漱、洗菜等所需的热水,也可以作为地暖盘管3等建筑用热装置所需循环热水的热源,为地暖盘管3等用热装置提供热量。有研究表明,储热装置储存热能后,热能在储热介质中会自然产生对流,高温热能上浮,低温热能下沉,形成了热分层。本发明提供的基于分层热管理的蓄热式综合热水冷暖系统,利用热分层原理,对蓄热水箱1采用分层热管理技术,并通过取放热、取补水等方式的设计,控制水箱内各节点的温度品位,减小焓损失,实现热能的更高效利用。

[0016] 具体来说,蓄热水箱1的下部换热管路5与太阳能集热器2连接组成传热回路,太阳能集热器2能够有效吸收利用太阳能产生热能,通过传热介质将热量传递给蓄热水箱1内所蓄积的水,设于蓄热水箱1下部的下部换热管路5处于温度相对较低的下层低温区,换热温差相对较大,有利于加快热交换速度、更充分换热以提高换热量;当蓄热水箱1上部温度较高时,地暖盘管3可以通过上部换热管路4从蓄热水箱1内获得热量,并将热量散发以制热,设于蓄热水箱1上部的上部换热管路4处于温度相对较高的上层高温区,能够提高传热介质的温度,从而提高地暖盘管3等制热装置的制热温度;蓄热水箱1需要补水时,通过与蓄热水箱1底部连通的进水管6将温度较低的常温自来水补充至蓄热水箱1底部温度相对较低的低温度,用水时,通过与蓄热水箱1顶部连通的出水管7将蓄热水箱1顶部温度相对较高的高温区水直接抽取,减少蓄热水箱内部的热对流和焓损失。因此,本发明提供的蓄热水箱1采用上出下进的取补水方式和上部取热、下部加热的热交换方式,实现高效节能的分层热管理。

[0017] 进一步地,本发明实施例提供的基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,还可以包括设置于蓄热水箱1内的电加热器8,电加热器8位于上部换热管路4和下部换热管路5之间。当太阳能及地源热泵不足以将蓄热水箱1内的水加热到系统用热温度时,可以通过电加热器8对蓄热水箱1补充热量,将上部取热、下部加热的热交换方式进一步优化为上部取热、中部补热和下部加热。由于电加热能源品位较高,易于控制,将其设置于上部换热管路4和下部换热管路5之间的蓄热水箱1相对靠中部位置,有利于热量的充分吸收,减小对底部温度的影响,提升补热速度和热能使用效率。

[0018] 本发明实施例提供的基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,还可以包括有热泵机组和地埋管11。热泵机组包括热泵土壤侧换热器9和热泵用能侧换热器10,热泵土壤侧换热器9与地埋管11相连接,热泵用能侧换热器10与地暖盘管3相连接。通过热泵机组和地埋管11组成的地源热泵系统,充分利用浅层地热能,弥补太阳能受时间、季节、天气等因素影响难以稳定、持续供热的问题,共同构建可供家庭等使用的综合热水冷暖系统。

[0019] 本发明实施例提供的基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,还可以包括风机盘管17,风机盘管17与热泵用能侧换热器10连接。在制冷季,可开启地源热泵的制冷循环以向风机盘管17提供制冷冷量,此时热泵土壤侧换热器9会通过地埋管11向大地输送热量,此热量可以用于补偿地源热泵制热模式下从大地吸收的热量,回收制冷废热,实现地热井的能量回灌和整体意义上大地的热量平衡,改善地源热泵的长期性能。也就是说,风机盘管17与土壤源热泵相连接,在制冷季,可以为建筑供冷,充分利用制冷过程分热,通过地埋管11加热土壤,以平抑供热季土壤温度的变化,保障系统全年的运行性能。

[0020] 需要指出,本发明实施例提供的基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,上部换热管路4与热泵用能侧换热器10、地暖盘管3连接,可以实现热泵供热、热泵为蓄热水箱1加热、直接蓄热水箱1供暖等多种供热和补热循环,实现能源系统的高效运行;系统安装太阳能集热器2,并通过安装在蓄热水箱1底部的下部换热管路5,与蓄热水箱1的补水端和低温端相连接,保障太阳能集热器2的高效运行;同时,太阳能集热器2与地埋管11相连接,当蓄热水箱1储热充满状态,且蓄热水箱1出口温度高于土壤温度时,太阳能集热器2可以为土壤加热,以平抑土壤源热泵在供热季运行造成的土壤温度下降和无法及时恢复的问题,保障热泵系统全年高效运行,避免太阳能集热器2非采暖季的过热问题,有效保护太阳能集热器2的安全性。根据不同建筑热环境及能源需求的不同,热泵机组在采暖季当蓄热水箱1上部温度不达标时,可以提取土壤源的低品位热能,通过热泵机组与地暖盘管3之间的循环,为建筑供热,当太阳能及土壤源热泵均不能满足建筑供热需求时,也可以启动安装在蓄热水箱1中部的电加热器8,为建筑供热实现必要的热泵补充;在制冷季,热泵机组可以通过与风机盘管17的连接,为建筑供冷,并将热泵废热段热能通过地埋管11存储在土壤中,以平抑采暖季土壤温度,提升全年土壤源热泵机组的运行效能;当太阳能不足,土壤温度合适、供热能力充足时,土壤源热泵可以通过蓄热水箱1上部换热管路4,为蓄热水箱1加热,以满足生活热水需求,并减少电加热能耗。

[0021] 进一步地,本发明实施例提供的基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,还可以包括第一截止阀12、第二截止阀13和第一三通阀14。第一截止阀12的出水端与下部换热管路5的进水端相连接,第一截止阀12的进水端、太阳能集热器2的出水端、第二截止阀13的出水端及热泵土壤侧换热器9的进水端相连接,第二截止阀13的进水端、地埋管11的出水端及第一三通阀14的第二进水端相连接,第一三通阀14的第一进水端与下部换热管路5的出水端相连接,第一三通阀14的第三出水端与太阳能集热器2的进水端相连接。通过第一截止阀12、第二截止阀13和第一三通阀14的配合使用,将太阳能集热器2与地源热泵机组的热泵土壤侧换热器9和地埋管11进行耦合,从而在热泵土壤侧换热器9需要吸收热量时,能够通过太阳能集热器2对进入热泵土壤侧换热器9的循环水介质进行适当加热,改善地源热泵的工作环境。可以通过关闭第一截止阀12、关闭第二截止阀13、使第一三通阀14的第二进水端与第三出水端相连通以使热泵土壤侧换热器9与地埋管11之间的循环水介质流过太阳能集热器2以吸收太阳能适当升温。

[0022] 本发明实施例提供的基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,热泵用能侧换热器10与上部换热管路4也可以是相连接,以通过地源热泵对蓄热水箱1进行加热。比如说,本发明实施例提供的基于分层热管理的蓄热式综合热水冷暖系统,还可以包括分流阀16和第二三通阀15。分流阀16的第一端与上部换热管路4的第一端相连接,分流阀16的第二端与地暖盘管3的进水端相连接,分流阀16的第三端与热泵用能侧换热器10的出水端相连接;第二三通阀15的第一端与上部换热管路4的第二端相连接,第二三通阀15的第二端与地暖盘管3的出水端相连接,第二三通阀15的第三端与热泵用能侧换热器10的进水端相连接。可以通过连通分流阀16的第一端和第三端、连通第二三通阀15的第一端和第三端,使地源热泵通过上部换热管路4对蓄热水箱1进行热量传递;可以通过连通分流阀16的第二端和第三端、连通第二三通阀15的第二端和第三端,使地源热泵对地暖盘管3供热;也可以使分流阀16的第三端与第一端、分流阀16的第三端与第二端同时连通,使第二三通阀

15的第一端与第三端、第二三通阀15的第二端与第三桶同时连通,使地源热泵同时对蓄热水箱1和地暖盘管3供热,并可以通过调节分流阀16从分流阀16第三端流向第一端与分流阀16第三端流向第二端的流量比例,来调节地源热泵向蓄热水箱1和地暖盘管3的供热量。

[0023] 本发明实施例提供的基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,还可以包括第一温控阀18。第一温控阀18的第一进水端与地暖盘管3的出水端相连接,第一温控阀18的第二进水端与分流阀16的第二端相连接,第一温控阀18的第三出水端与地暖盘管3的进水端相连接。通过第一温控阀18使流出地暖盘管3的温度相对较低的循环水与从地源热泵用能侧换热器10流出的温度相对较高的循环水发生混合,以得到地暖盘管3所需的循环水入口温度。

[0024] 本发明实施例提供的基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,其太阳能集热器2可以通过蓄热水箱1底部的下部换热管路5为蓄热充热,也可以在蓄热水箱1处于充满状态时,与埋管11联通,向大地进行热补偿,抑制土壤在采暖季的温度衰竭,同时也避免太阳能集热器2的过热问题,保障系统运行的安全性,并提升太阳能在建筑用能系统中的贡献率。

[0025] 为了调节出水管7的出水温度,满足不同的使用需求,可以在出水管7上设置第二温控阀19。第二温控阀19的第一进水端连接自来水管路,第二温控阀19的第二进水端与蓄热水箱1顶部连接,第二温控阀19的第三出水端用于提供所需温度的生活热水,满足生活热水舒适性和安全性要求。为了方便蓄热水箱1清洁排水,还可以在蓄热水箱1的底部设置排水管。

[0026] 另外,需要指出,本发明实施例提供的基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,为了提供及保持循环管网内的循环水压,可以在管道内设置水泵;为了控制循环管网内截止阀、三通阀、分流阀16、温控阀及水泵的开合,可以设置有相应的控制系统,按照使用要求和工作模式进行管路流动控制。

[0027] 由以上实施例可以看出,本发明提供的基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,蓄热水箱1作为储热装置,不但可以直接提供生活热水,比如洗澡、洗漱、洗菜等所需的热热水,也可以作为地暖盘管3等制热装置所需循环热水的热源,为地暖盘管3等制热装置提供热量。蓄热水箱1的下部换热管路5与太阳能集热器2连接组成传热回路,太阳能集热器2能够有效吸收利用太阳能产生热能,通过传热介质将热量传递给蓄热水箱1内所蓄积的水,设于蓄热水箱1下部的下部换热管路5处于温度相对较低的下层低温区,有利于太阳能集热器2保持较高的光热转换效率;地暖盘管3可以通过上部换热管路4从蓄热水箱1内获得热量,并将热量散发以制热,设于蓄热水箱1上部的上部换热管路4处于温度相对较高的上层高温区,能够为地暖盘管3等制热提供较好的温度保障,并保持系统整体处于合适的运行温度水平;补水时,通过与蓄热水箱1底部连通的进水管6将温度较低的常温自来水补充至蓄热水箱1底部温度相对较低的低温度,用水时,通过与蓄热水箱1顶部连通的出水管7将蓄热水箱1顶部温度相对较高的上层高温区水直接抽取,减少蓄热水箱内部的热对流和焓损失。因此,本发明提供的基于分层热管理的太阳能和土壤源热泵耦合热水冷暖系统,对蓄热水箱1采用上出下进的取补水方式和上部取热、下部加热的热交换方式,实现分层热管理,控制水箱内各节点的温度品位,减小焓损失,高效节能。进一步地,还可以在上部换热管路4和下部换热管路5之间设置有电加热器8,将上部取热、下部加热的热交换方式进一步优

化为上部取热、中部补热和下部加热,由于电加热能源品位较高,易于控制,将其设置于上部换热管路4和下部换热管路5之间的蓄热水箱1相对靠中部位置,有利于热量的充分吸收,减小对底部温度的影响,提升补热速度和热能利用效率。

[0028] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0029] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,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发明各实施例技术方案的精神和范围。

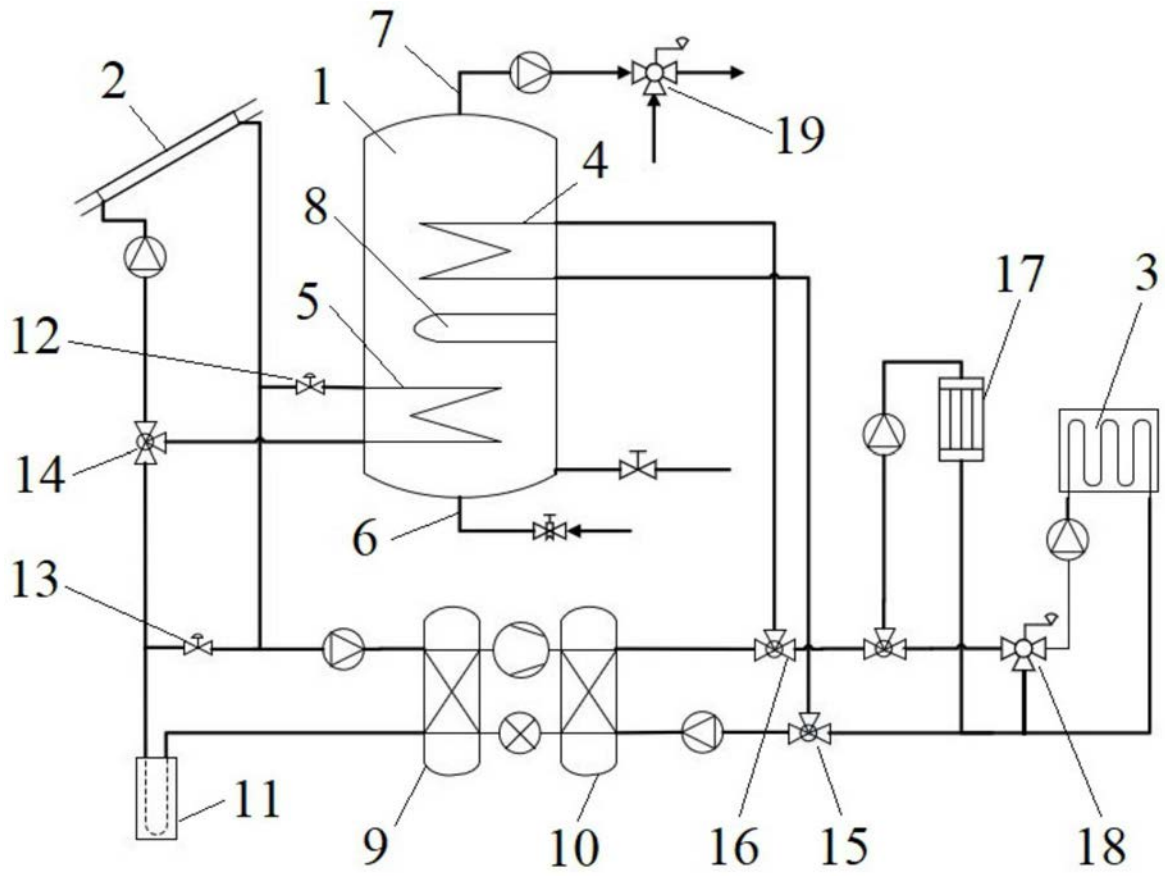


图1