



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106091080 A

(43)申请公布日 2016. 11. 09

(21)申请号 201610486925.0

(22)申请日 2016.06.28

(71)申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园1号

(72)发明人 杨旭东 江亿 郭放 夏建军

刘富军 宿颖波

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事

务所(普通合伙) 11201

代理人 廖元秋

(51) Int. Cl.

F24D 12/02(2006.01)

F24D 19/10(2006.01)

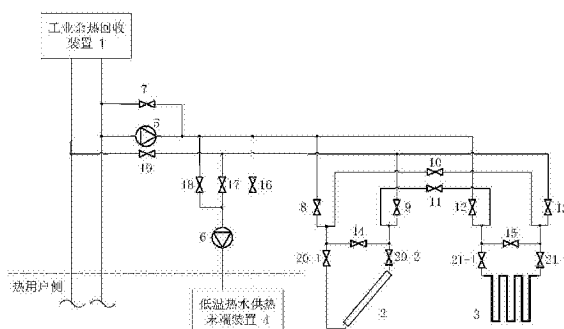
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种工业余热与太阳能联合的跨季节蓄热、区域供热系统

(57)摘要

本发明公开了一种工业余热与太阳能联合的跨季节蓄热、区域供热系统,属于区域供热技术领域。该系统包括工业余热回收装置、太阳能集热器、地埋管换热器、低温热水采暖末端装置、连接管路、多组循环泵、多组阀门;工业余热回收装置分别与太阳能集热器、地埋管换热器、低温热水采暖末端装置通过阀门、循环泵以及连接管路串联或并联组成可切换的蓄热、供热回路。该系统通过跨季节蓄热的方式,实现了夏热冬用,提高了太阳能系统和工业余热系统的全年利用率。同时,通过优化系统取放热流程,以提升地下土壤温度品位而非向土壤平衡温度补热的方式,实现了依靠直接换热提取土壤热量,避免了使用热泵造成能量品位的浪费。



1. 一种工业余热与太阳能联合的跨季节蓄热、区域供热系统,其特征在于,该系统组成部件包括工业余热回收装置、太阳能集热器、地埋管换热器、低温热水采暖末端装置、连接管路、多组循环泵、多组阀门;其中,工业余热回收装置,用于回收工业生产过程中产生的废弃不用的热量;太阳能集热器,用于收集太阳能;地埋管换热器,用于将工业余热和太阳能转换蓄存于地下土壤中;低温热水采暖末端装置,用于给用户直接供热;循环泵,用于循环连接管路内热媒水;阀门,用于切换系统运行模式,调整热源的连接方式及连接顺序;工业余热回收装置分别与太阳能集热器、地埋管换热器、低温热水采暖末端装置通过阀门、循环泵以及连接管路串联或并联组成可切换的蓄热、供热回路。

2. 如权利要求1所述的跨季节蓄热、区域供热系统,其特征在于,该系统还包括多组温度传感器、控制阀门开闭的控制器及电动执行器,多组温度传感器分别和工业余热回收装置、太阳能集热器、地埋管换热器、低温热水采暖末端装置连接,多组温度传感器和控制阀门开闭的控制器连接,控制阀门开闭的控制器和电动执行器连接,电动执行器分别和多组阀门连接;温度传感器用于监测热回收装置、太阳能集热器、地埋管换热器、低温热水采暖末端装置的进出水温度,并将该温度数据传送到控制阀门开闭的控制器;控制阀门开闭的控制器根据温度传感器传送的温度数据,确定需要开闭的阀门,并将开闭阀门的指令发送给电动执行器;电动执行器,执行控制阀门开闭的指令,直接控制阀门的开闭。

3. 如权利要求1所述的跨季节蓄热、区域供热系统,其特征在于,该系统各组成部件的连接关系为:工业余热回收装置(1)出水口通过连接管路与并联的第一阀门(7)和第一循环泵(5)的一端相连,并联的第一阀门(7)和第一循环泵(5)的另一端依次与第十二阀门(18)、第十阀门(16)、第二阀门(8)和第六阀门(12)的一端相连;工业余热回收装置(1)的进水口通过连接管路与第十三阀门(19)的一端相连,第十三阀门(19)的另一端依次与第十一阀门(17)、第三阀门(9)和第七阀门(13)的一端相连;第十二阀门(18)的另一端和第十一阀门(17)的另一端相连后通过第二循环泵(6)连接至低温热水采暖末端装置(4)的进水口,第十阀门(16)的另一端直接连接至低温热水采暖末端装置(4)的出水口;第二阀门(8)的另一端与第十四阀门(20-1)的一端相连,同时通过第四阀门(10)与第七阀门(13)的另一端相连、通过第八阀门(14)与第十五阀门(20-2)的一端相连,第十四阀门(20-1)的另一端和第十五阀门(20-2)的另一端分别连接至太阳能集热器(2)的进水口和出水口;第三阀门(9)的另一端通过第五阀门(11)与第六阀门(12)的另一端相连,同时第三阀门(9)的另一端与第十五阀门(20-2)的一端相连,第六阀门(12)的另一端通过第九阀门(15)与第七阀门(13)的另一端相连,且第十六阀门(21-1)的一端和第十七阀门(21-2)的一端也分别连接在第九阀门(15)的两端,第十六阀门(21-1)的另一端和第十七阀门(21-2)的另一端分别连接至地埋管换热器(3)的进水口和出水口;工业余热回收装置(1)的出水口和进水口还与热水用户侧进水口和出水口相连。

4. 如权利要求1所述的跨季节蓄热、区域供热系统,其特征在于,该系统各组成部件的连接关系为:工业余热回收装置(1)出水口通过连接管路与并联的第一阀门(7)和第一循环泵(5)的一端口相连,并联的第一阀门(7)和第一循环泵(5)的另一端口与第十二阀门(18)一端连接,同时与第十阀门(16)的一端连接,第十二阀门(18)的另一端依次与第十八阀门(22)、第二阀门(8)和第六阀门(12)的一端相连;工业余热回收装置(1)的进水口通过连接管路与第十九阀门(23)的一端连接,同时与第十三阀门(19)的一端连接,第十三阀门(19)

的另一端依次与第十一阀门(17)、第三阀门(9)和第七阀门(13)的一端相连;第十阀门(16)的另一端和第十一阀门(17)的另一端相连后通过第二循环泵(6)连接至低温热水采暖末端装置(4)的进水口,第十九阀门(23)的另一端和第十八阀门(22)的另一端相连后直接连接至低温热水采暖末端装置(4)的出水口;第二阀门(8)的另一端与第十四阀门(20-1)的一端相连,同时通过第四阀门(10)与第七阀门(13)的另一端相连、通过第八阀门(14)与第十五阀门(20-2)的一端相连,第十四阀门(20-1)的另一端和第十五阀门(20-2)的另一端分别连接至太阳能集热器2的进水口和出水口;第三阀门(9)的另一端通过第五阀门(11)与第六阀门(12)的另一端相连,同时第三阀门(9)的另一端与第十五阀门(20-2)的一端相连,第六阀门(12)的另一端通过第九阀门(15)与第七阀门(13)的另一端相连,且第十六阀门(21-1)的一端和第十七阀门(21-2)的一端也分别连接在第九阀门(15)的两端,第十六阀门(21-1)的另一端和第十七阀门(21-2)的另一端分别连接至地埋管换热器(3)的进水口和出水口;工业余热回收装置(1)的出水口和进水口还与热水用户侧进水口和出水口相连。

5.如权利要求3所述的跨季节蓄热、区域供热系统,其特征在于,该系统还包括缓存水箱(24)和第三循环泵(25),其中,缓存水箱(24)的第一出水口、第二进水口分别与低温热水采暖末端装置(4)的进水口、出水口相连,缓存水箱(24)的第一进水口与第二循环泵(6)相连,第二出水口与第十阀门(16)相连,第三循环泵(25)连接在缓存水箱(24)的第一出水口与低温热水采暖末端装置(4)的进水口之间。

6.如权利要求4所述的跨季节蓄热、区域供热系统,其特征在于,该系统还包括缓存水箱(24)和第三循环泵(25),其中,缓存水箱(24)的第一出水口、第二进水口分别与低温热水采暖末端装置(4)的进水口、出水口相连,缓存水箱(24)的第一进水口与第二循环泵(6)相连,第二出水口与并联的第十八阀门(22)、第十九阀门(23)相连,第三循环泵(25)连接在缓存水箱(24)的第一出水口与低温热水采暖末端装置(4)的进水口之间。

一种工业余热与太阳能联合的跨季节蓄热、区域供热系统

技术领域

[0001] 本发明属于区域供热技术领域,特别涉及一种工业余热与太阳能联合的跨季节蓄热、区域供热系统。

背景技术

[0002] 区域供热是指从城市集中热源,以蒸汽或热水为介质,经供热管网向全市或其中某一地区的用户供应采暖和生活热水的技术。太阳能作为一种可再生能源,具有取之不尽,用于不竭,清洁无污染的特点。如果能够以太阳能为热源,向区域供热热网提供热量,将带来可观的节能和环保效益。然而太阳能资源自身的不稳定性、不连续性和季节不平衡性限制了太阳能的规模化应用。与之相似,工业余热作为一种可在生能源,已经被应用于区域供热领域。但是在夏季没有供热需求的情况下,工业余热无法得到有效利用,只能通过冷却塔排放到环境中,造成了设备的闲置和热量的浪费。

[0003] 常规以土壤作为蓄热体的系统形式通常采用向土壤的全年平衡温度补热的方式,蓄热温度品位较低,蓄存在土壤中的低品位热量需要使用采用电力、高温蒸汽等(如热泵)高品位热源提取,这造成了能量品位的浪费。

发明内容

[0004] 本发明为了克服现有技术的不足,提出了一种工业余热与太阳能联合的跨季节蓄热、区域供热系统,该系统实现了太阳能和工业余热跨季节存储,并将两种热源引入区域供热系统,提高了蓄热体热源品位,提高了系统全年利用率。

[0005] 本发明提出的一种工业余热与太阳能联合的跨季节蓄热、区域供热系统,其特征在于,该系统包括工业余热回收装置、太阳能集热器、地埋管换热器、低温热水采暖末端装置、连接管路、多组循环泵、多组阀门;其中,工业余热回收装置,用于回收工业生产过程中产生的废弃不用的热量;太阳能集热器,用于收集太阳能;地埋管换热器,用于将工业余热和太阳能交换蓄存于地下土壤中;低温热水采暖末端装置,用于给用户直接供热;循环泵,用于循环连接管路内热媒水;阀门,用于切换系统运行模式,调整热源的连接方式及连接顺序;工业余热回收装置分别与太阳能集热器、地埋管换热器、低温热水采暖末端装置通过阀门、循环泵以及连接管路串联或并联组成可切换的蓄热、供热回路。

[0006] 本发明的特点和有益效果为:

[0007] 1、与采用煤、天然气等一次能源提供热源的常规采暖方式相比,该系统将太阳能和工业余热联合使用,相互补充,节约了一次能源,减少了二氧化碳及污染物排放;

[0008] 2、与常规太阳能供热和工业余热供热方式相比,该系统采用跨季节蓄热的方式,利用土壤作为跨季节蓄热体,将非采暖季的富余热量蓄存至地下,并在采暖季提取出来用于建筑供热,实现了太阳能和工业余热的“夏热冬用”,从而大大提高了太阳能集热器、工业余热回收装置和地埋管换热器的全年利用率,提高了系统经济性;同时,通过蓄热体的调蓄作用和两种热源的相互补充,提高了系统的运行稳定性,解决了太阳能不稳定和不连续的

问题;

[0009] 3、与传统的地源热泵系统相比,该系统通过梯级利用多种不同品位热源,优化了取放热流程,将土壤温度加热到55℃左右,提高了地下土壤的温度品位,并利用低温热水采暖末端装置的低温回水,实现了通过直接换热提取土壤热量,避免了采用电力、高温蒸汽等高品质热源提取土壤中低品位热量造成的热量品位浪费,从而降低了系统投资,提高了系统效率。

附图说明

[0010] 图1是本发明实施例1结构示意图;

[0011] 图2是本发明实施例2结构示意图;

[0012] 图3是本发明实施例3结构示意图;

[0013] 图4是本发明实施例4结构流程示意图;

[0014] 图中标号:1-工业余热回收装置;2-太阳能集热器;3-地埋管换热器;4-低温热水采暖末端装置;5-循环泵;6-循环泵;7-阀门;8-阀门;9-阀门;10-阀门;11-阀门;12-阀门;13-阀门;14-阀门;15-阀门;16-阀门;17-阀门;18-阀门;19-阀门;20-阀门;21-阀门;22-流量调节阀;23-流量调节阀;24-缓存水箱;25-循环泵。

具体实施方式

[0015] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步说明:

[0016] 一种工业余热与太阳能联合的跨季节蓄热、区域供热系统,该系统包括工业余热回收装置、太阳能集热器、地埋管换热器、低温热水采暖末端装置、连接管路、多组循环泵、多组阀门;其中,工业余热回收装置,用于回收工业生产过程中产生的废弃不用的热量;太阳能集热器,用于收集太阳能;地埋管换热器,用于将工业余热和太阳能交换蓄存于地下土壤中;低温热水采暖末端装置,用于给用户直接供热;循环泵,用于循环连接管路内热媒水;阀门,用于切换系统运行模式,调整热源的连接方式及连接顺序;工业余热回收装置分别与太阳能集热器、地埋管换热器、低温热水采暖末端装置通过阀门、循环泵以及连接管路串联或并联组成可切换的蓄热、供热回路。

[0017] 上述系统还包括多组温度传感器、控制阀门开闭的控制器及电动执行器,该多组温度传感器分别和工业余热回收装置、太阳能集热器、地埋管换热器、低温热水采暖末端装置连接,多组温度传感器和控制阀门开闭的控制器连接,控制阀门开闭的控制器和电动执行器连接,电动执行器分别和多组阀门连接。该温度传感器用于监测热回收装置、太阳能集热器、地埋管换热器、低温热水采暖末端装置的进出水温度,并将该温度数据传送到控制阀门开闭的控制器;控制阀门开闭的控制器根据温度传感器传送的温度数据,确定需要开闭的阀门,并将开闭阀门的指令发送给电动执行器;电动执行器,执行控制阀门开闭的指令,直接控制阀门的开闭。

[0018] 本发明的工作原理在于:

[0019] 本发明系统包括两种运行模式:蓄热工况和供热工况。在蓄热工况下,该系统通过热媒水的循环运行,将工业余热和太阳能通过地埋管换热器蓄存在地下土壤中;在取热/供热工况下,该系统通过热媒水的循环运行,将蓄存在地下土壤中的热量提取出来,并经过太

阳能和工业余热的二次加热,送至热用户侧的低温热水采暖末端装置供热。

[0020] 本发明系统运行包括三个不同的周期:预热期、蓄热期和供热期。预热期的时间周期为系统第一运行年,此时,系统按照蓄热工况运行,将地下土壤温度提升至55℃左右;预热期结束后,该系统开始进入蓄热期与供热期交替运行的状态。蓄热期和供热期的时间周期分别与该系统所在地的非采暖季和采暖季重合。在蓄热期和供热期,系统分别按照蓄热工况和供热工况运行;具体如下:

[0021] 在蓄热期,本发明系统采用蓄热工况运行,即工业余热回收装置、太阳能集热器、地埋管换热器串联连接,热媒水先后通过工业余热回收装置和太阳能集热器吸收热量,随后进入地埋管换热器,与地下土壤换热,将吸收的热量蓄存在地下土壤中;当夜间及白天太阳能辐照较低时,通过调节阀门,关闭太阳能集热器,打开太阳能集热器的旁通管路阀门,热媒水从工业余热回收装置流出后直接进入地埋管换热器,避免系统通过太阳能集热器失热。

[0022] 在供热期,本发明系统采用供热工况运行,利用用户侧低温热水采暖末端装置的回水回收土壤蓄热量、太阳能和工业余热,通过调节阀门,工业余热回收装置、太阳能集热器、地埋管换热器的连接方式为串联或并联;串联方式:低温热水末端采暖装置的回水首先通过地埋管换热器,以直接换热的方式提取在蓄热期(非采暖季)蓄存于地下土壤中的热量,随后热媒水进入太阳能集热器,吸收太阳能,如果太阳能集热器的出水温度满足系统供热温度要求,则直接返回热用户侧的低温热水采暖末端装置供热,如果温度不满足供热要求,则热媒水进入工业余热回收装置,吸收工业余热后返回用户侧低温热水采暖末端装置供热;并联方式:低温热水采暖末端装置的回水分为两部分,一部分依次通过地埋管换热器和太阳能集热器吸收热量,另一部分进入工业余热回收装置吸收热量,两部分热水吸热后汇合返回低温热水采暖末端装置供热。

[0023] 本发明所述系统各部件的功能及具体实现方式分别说明如下:

[0024] 所述工业余热回收装置是指用于回收本在工业生产过程中产生的废弃不用的热量的装置,包括各种类型的热交换器,采用常规产品即可。

[0025] 所述低温热水采暖末端装置是指能够以较低的供回水温度,满足建筑采暖需求的末端装置,包括:1.供暖辐射地板、2.毛细管辐射供暖装饰板、3.毛细管自然对流散热器;采用常规产品即可。

[0026] 所述的太阳能集热器,用于收集太阳能,采用常规产品即可。

[0027] 所述的地埋管换热器,用于将工业余热和太阳能交换蓄存于地下土壤中,包括U形管式地埋管换热器、套管式地埋管换热器、水平管式地埋管换热器及其他各种形式的用于循环液体工质与地下土壤换热的换热器,换热器材质可采用PE-RT材质或常规PE材质。

[0028] 所述的循环泵,用于循环连接管路内热媒水,采用常规产品即可。

[0029] 所述的阀门,调整其开闭组合方式,可以切换系统运行模式,调整热源的连接方式及连接顺序,实现热量的梯级利用;阀门包括截止阀和流量调节阀,均采用常规产品即可。

[0030] 所述的缓存水箱,用于短期存储系统内富余热量,采用常规产品即可。

[0031] 所述的温度传感器,用于监测热回收装置、太阳能集热器、地埋管换热器、低温热水采暖末端装置的进出水温度,并将该温度数据传送到控制阀门开闭的控制器,采用常规产品即可。

[0032] 所述的控制阀门开闭的控制器,控制阀门开闭的控制器根据温度传感器传送的温度数据,确定需要开闭的阀门,并将开闭阀门的指令发送给电动执行器,可使用可编程控制器或单片机控制器,采用常规产品即可。

[0033] 所述的电动执行器,接收控制阀门开闭的控制器的指令,直接控制阀门的开闭,可使用部分回转式电动执行器或多回转式电动执行器,采用常规产品即可。

[0034] 实施例1

[0035] 本发明的工业余热与太阳能联合的跨季节蓄热/区域供热系统实施例1结构如图1所示,该系统由工业余热回收装置1、太阳能集热器2、地埋管换热器3、低温热水采暖末端装置4、循环泵5、循环泵6、阀门7-21、连接管路、四组温度传感器(图中未示出)、控制阀门开闭的控制器及电动执行器(图中未示出)组成;其中,工业余热回收装置1的出水口通过连接管路并与并联的阀门7和循环泵5的一端相连,并联的阀门7和循环泵5的另一端依次与阀门18、阀门16、阀门8和阀门12的一端相连;工业余热回收装置1的进水口通过连接管路于阀门19的一端连接,阀门19的另一端依次与阀门17、阀门9和阀门13的一端相连;阀门18的另一端和阀门17的另一端相连后通过循环泵6连接至低温热水采暖末端装置4的进水口,阀门16的另一端直接连接至低温热水采暖末端装置4的出水口;阀门8的另一端与阀门20-1的一端相连,同时通过阀门10与阀门13的另一端相连、通过阀门14与阀门20-2的一端相连,阀门20-1的另一端和阀门20-2的另一端分别连接至太阳能集热器2的进水口和出水口;阀门9的另一端通过阀门11与阀门12的另一端相连,同时阀门9的另一端与阀门20-2的一端相连,阀门12的另一端通过阀门15与阀门13的另一端相连,且阀门21-1的一端和阀门21-2的一端也分别连接在阀门15的两端,阀门21-1的另一端和阀门21-2的另一端分别连接至地埋管换热器3的入水口和出水口;工业余热回收装置1的出水口和进水口还与热水用户侧进水口和出水口相连;四组温度传感器分别和工业余热回收装置1、太阳能集热器2、地埋管换热器3、低温热水采暖末端装置4连接,四组温度传感器和控制阀门开闭的控制器连接,控制阀门开闭的控制器和电动执行器连接,电动执行器分别和阀门7-21连接。

[0036] 本实施例1系统运行模式分为蓄热工况和供热工况,第一运行年为预热期,系统按照蓄热工况运行,之后系统交替按照供热工况和蓄热工况运行,供热和蓄热工况的运行时间分别与系统所在地的采暖季和非采暖季重合。当系统以蓄热工况运行时,循环泵5开启,循环泵6关闭,阀门7、9、10、12、16、17、18关闭,阀门8、11、13、19开启;此时工业余热回收装置1、太阳能集热器2、地埋管换热器3处于串联连接模式,并且热媒水经过工业余热回收装置1加热后,先进入太阳能集热器2吸收太阳能,再进入地埋管换热器3将热量交换至地下土壤中。阀门14、15、20、21的开闭根据系统的运行状态决定,夜间或阴天太阳能集热器2出水温度低于其进水温度时关闭阀门20,打开阀门14,其他时间关闭阀门14,打开阀门20;当太阳能集热器2出水温度超过地埋管换热器管材承受温度能力上限时,打开阀门15,关闭阀门21,调节工业余热回收装置降低其出水温度,从而降低太阳能集热器2的进水温度,以降低太阳能集热器2的出水温度,待太阳能集热器2出水温度降低至地埋管换热器管材承受温度能力上限以下后,重新打开阀门21,关闭阀门15;他时间关闭阀门15,打开阀门21。

[0037] 当系统以供热工况运行时,系统利用低温热水采暖末端装置4的回水提取土壤蓄热量、太阳能和工业余热,并通过切换阀门的开闭组合,调整热源的利用顺序,低温热水采暖末端装置4的低温回水首先经过地埋管换热器3提取土壤内蓄存的热量,之后经过太阳能

集热器2吸收热量,如果太阳能集热器2出口水温满足供热温度需求,则热媒水直接返回到低温热水采暖末端装置4放热;如果太阳能集热器2出口水温不满足供热温度要求,则热媒水进入工业余热回收装置1继续加热,之后返回低温热水采暖末端装置4放热。循环泵及阀门的开关情况为:循环泵5关闭,循环泵6开启,阀门8、11、13、15关闭,阀门7、9、10、12、16、21开启,阀门14、17、18、19、20的开关根据系统运行状态决定,夜间或阴天太阳能集热器2出水温度低于其进水温度关闭阀门20,打开阀门14,其他时间关闭阀门14,打开阀门20;当太阳能集热器2出口水温满足供热温度需求时,开启阀门17,关闭阀门18、19;当太阳能集热器2出口水温不满足供热温度需求时,开启阀门18、19,关闭阀门17。

[0038] 实施例2

[0039] 本发明的工业余热与太阳能联合的跨季节蓄热/区域供热系统实施例2结构如图2所示,该系统由工业余热回收装置1、太阳能集热器2、地埋管换热器3、低温热水采暖末端装置4、循环泵5、循环泵6、阀门7-23、连接管路及四组温度传感器(图中未示出)、控制阀门开闭的控制器及电动执行器(图中未示出)组成,其中,工业余热回收装置1出水口通过连接管路与并联的阀门7和循环泵5的一端口相连,并联的阀门7和循环泵5的另一端口与阀门18一端连接,同时与阀门16的一端连接,阀门18的另一端依次与阀门22、阀门8和阀门12的一端相连;工业余热回收装置1的进水口通过连接管路与阀门23的一端连接,同时与阀门19的一端连接,阀门19的另一端依次与阀门17、阀门9和阀门13的一端相连;阀门16的另一端和阀门17的另一端相连后通过循环泵6连接至低温热水采暖末端装置4的进水口,阀门23的另一端和阀门22的另一端相连后直接连接至低温热水采暖末端装置4的出水口;阀门8的另一端与阀门20-1的一端相连,同时通过阀门10与阀门13的另一端相连、通过阀门14与阀门20-2的一端相连,阀门20-1的另一端和阀门20-2的另一端分别连接至太阳能集热器2的进水口和出水口;阀门9的另一端通过阀门11与阀门12的另一端相连,同时阀门9的另一端与阀门20-2的一端相连,阀门12的另一端通过阀门15与阀门13的另一端相连,且阀门21-1的一端和阀门21-2的一端也分别连接在阀门15的两端,阀门21-1的另一端和阀门21-2的另一端分别连接至地埋管换热器3的进水口和出水口;工业余热回收装置1的出水口和入水口还分别与热水用户侧进水口和出水口相连;四组温度传感器分别和工业余热回收装置1、太阳能集热器2、地埋管换热器3、低温热水采暖末端装置4连接,四组温度传感器和控制阀门开闭的控制器连接,控制阀门开闭的控制器和电动执行器连接,电动执行器分别和阀门7-21连接。

[0040] 本实施例2系统以蓄热工况运行时,阀门7、9、10、12、16、17、22、23关闭,阀门8、11、13、18、19开启,阀门14、15、20、21的控制方法与实施例1相同。

[0041] 当系统处于供热工况运行时,循环泵及阀门的开关情况为:循环泵5关闭,循环泵6开启,阀门8、11、13、15、18、19关闭,7、9、10、12、16、17、21、22、23开启,阀门14与阀门20的控制方法与实施例1相同。此时,工业余热回收装置1与太阳能集热器2—地埋管换热器3并联连接,低温热水采暖末端装置4的低温回水分为两部分,一部分首先经过地埋管换热器3提取土壤内的蓄热量,之后经过太阳能集热器2吸收热量,另一部分进入工业余热回收装置1,吸收工业余热,之后两部分液体混合,返回低温热水采暖末端装置4供热,通过流量阀22,23调整进入太阳能集热器2—地埋管换热器3支路和工业余热回收装置4支路的流量比例。其余均与实施例1相同。

[0042] 实施例3

[0043] 本发明的工业余热与太阳能联合的跨季节蓄热/区域供热系统实施例3结构如图3所示,本实施例的结构与实施例1基本相同,区别之处在于,在实施例1的组成部件的基础上还包括缓存水箱24和循环泵25,其中,缓存水箱(24)的第一出水口、第二进水口分别与低温热水采暖末端装置(4)的进水口、出水口相连,缓存水箱(24)的第一进水口与第二循环泵(6)相连,第二出水口与第十阀门(16)相连,第三循环泵(25)连接在缓存水箱(24)的第一出水口与低温热水采暖末端装置(4)的进水口之间。

[0044] 当系统处于供热工况运行时,使用缓存水箱24短期存储系统富余热量,开启循环泵25,将热量送至低温热水采暖末端装置4供热。其余工作原理与实施例1相同。

[0045] 实施例4

[0046] 本发明的工业余热与太阳能联合的跨季节蓄热/区域供热系统实施例4结构如图4所示,本实施例的结构与实施例2基本相同,区别之处在于,在实施例2的组成部件的基础上还包括缓存水箱24和循环泵25,其中,缓存水箱(24)的第一出水口、第二进水口分别与低温热水采暖末端装置(4)的进水口、出水口相连,缓存水箱(24)的第一进水口与第二循环泵(6)相连,第二出水口与并联的第十八阀门(22)、第十九阀门(23)相连,第三循环泵(25)连接在缓存水箱(24)的第一出水口与低温热水采暖末端装置(4)的进水口之间。

[0047] 当系统处于供热工况运行时,使用缓存水箱24短期存储系统富余热量,开启循环泵25,将热量送至低温热水采暖末端装置4供热。其余工作原理与实施例2相同。

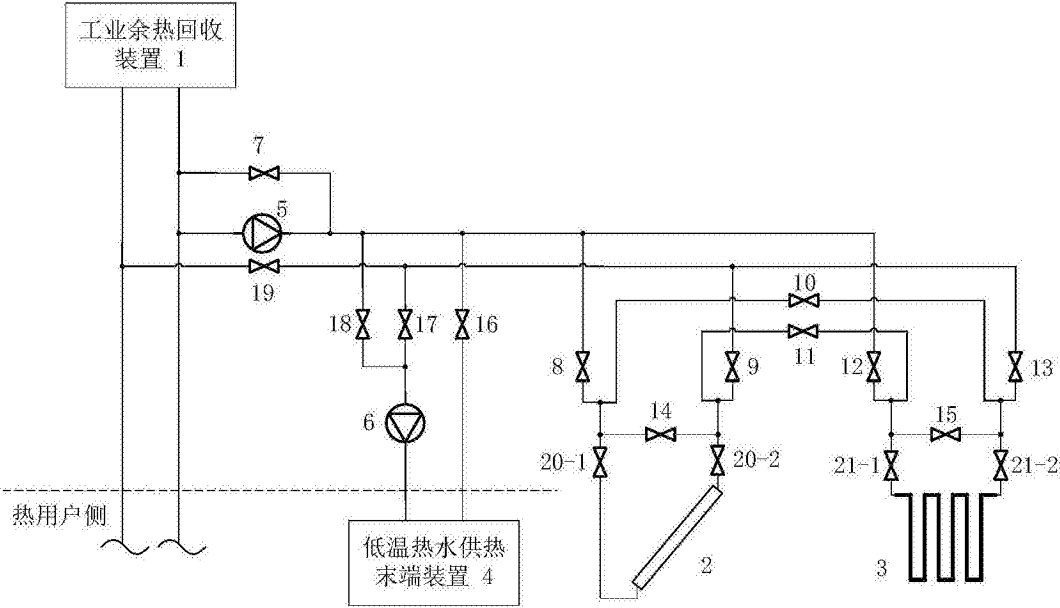


图1

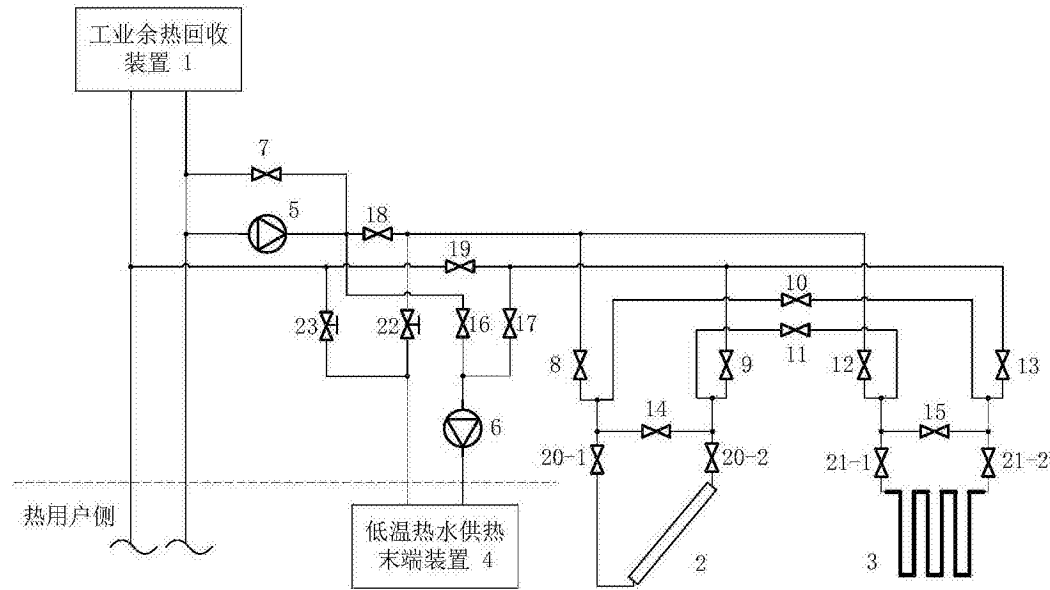


图2

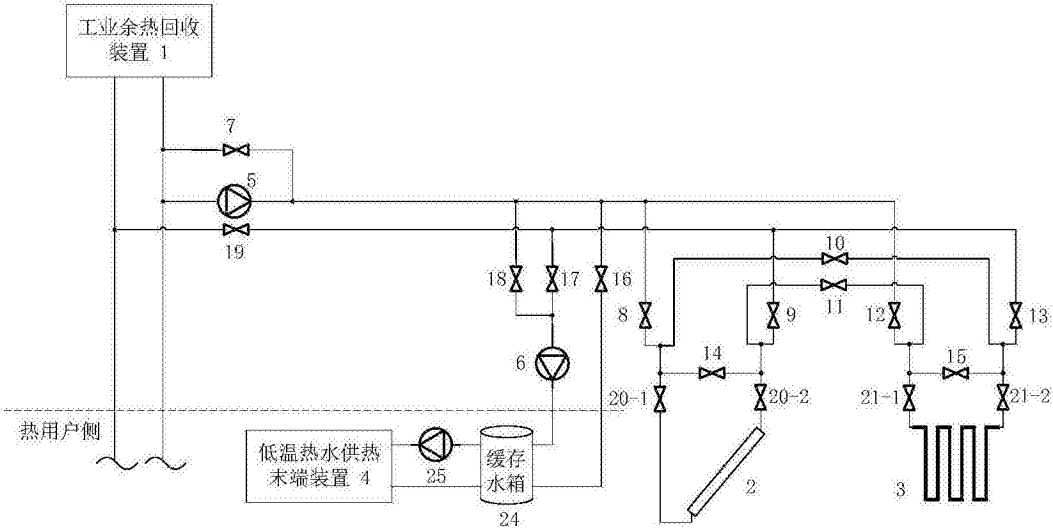


图3

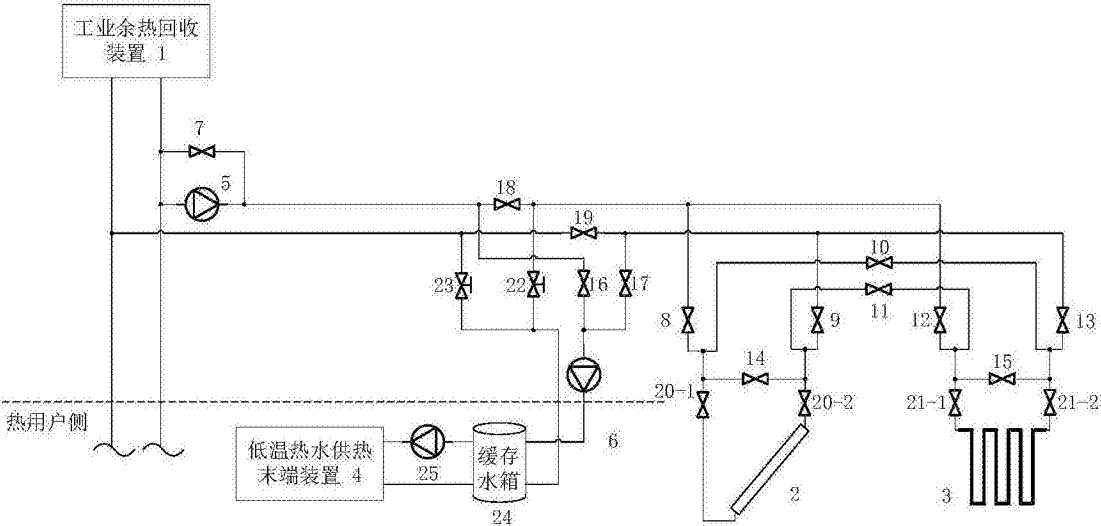


图4