



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102679624 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 16

(21) 申请号 201210187754. 3

CN 102003838 A, 2011. 04. 06,

(22) 申请日 2012. 06. 08

US 4277946 , 1981. 07. 14,

(73) 专利权人 湖南大学

审查员 牛力

地址 410082 湖南省长沙市岳麓区岳麓山麓山南路 2 号

(72) 发明人 李念平 申小杭 成剑林 樊晓佳  
王廷伟 黄从健 吴丹萍

(74) 专利代理机构 长沙星耀专利事务所 43205  
代理人 姜芳蕊 宁星耀

(51) Int. Cl.

F25B 29/00 (2006. 01)

F25B 27/00 (2006. 01)

F25B 13/00 (2006. 01)

F25B 41/04 (2006. 01)

F25B 41/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202613841 U, 2012. 12. 19,

CN 101270941 A, 2008. 09. 24,

CN 201497390 U, 2010. 06. 02,

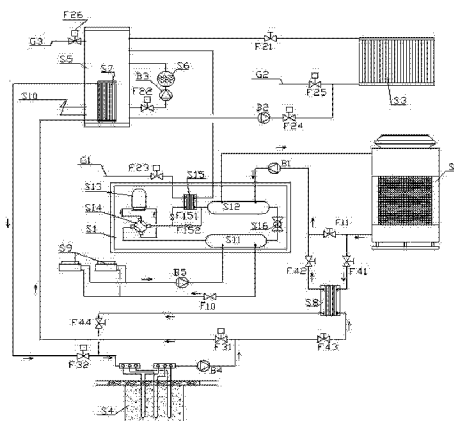
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种太阳能与热源塔热泵复合式三联供空调系统

(57) 摘要

一种太阳能与热源塔热泵复合式三联供空调系统,包括热源塔热泵空调系统、太阳能和冷凝热回收及常规加热水系统、余热回收存储系统以及热源塔供热提升系统。本发明可实现在不同工况下满足空调及生活热水系统稳定节能地运行,供暖时不需要电辅助加热或燃烧化石能源,适用于大部分地区的中央空调及中央热水系统。



1. 一种太阳能与热源塔热泵复合式三联供空调系统,其特征在于,包括热源塔热泵空调系统、太阳能和冷凝热回收及加热热水系统、余热回收存储系统及热源塔供热提升系统;

所述热源塔热泵空调系统包括冷凝热回收小温差传热热泵空调主机、热源塔、空调末端设备,空调末端设备一端通过水泵V与冷凝热回收小温差传热热泵空调主机连接,冷凝热回收小温差传热热泵空调主机通过第一控制阀与空调末端设备另一端连接,冷凝热回收小温差传热热泵空调主机通过管路与热源塔一端连接,热源塔另一端通过第二控制阀、水泵I与冷凝热回收小温差传热热泵空调主机连接,冷凝热回收小温差传热热泵空调主机通过第五控制阀接补水端I;冷凝热回收小温差传热热泵空调主机、空调末端设备以及水泵V构成空调用户侧循环系统,冷凝热回收小温差传热热泵空调主机、热源塔、水泵I构成空调冷热源侧循环系统;

所述太阳能和冷凝热回收及加热热水系统包括冷凝热回收小温差传热热泵空调主机、太阳能集热器、蓄热水箱、生活热水常规加热装置、生活热水末端设备,冷凝热回收小温差传热热泵空调主机与蓄热水箱连接,蓄热水箱通过第三控制阀与太阳能集热器一端连接,太阳能集热器另一端通过第六控制阀、水泵II与蓄热水箱连接,生活热水常规加热装置与水泵III、第四控制阀串联后并联于蓄热水箱两端,太阳能集热器通过第七控制阀接补水端II,蓄热水箱通过第八控制阀接补水端III,生活热水末端设备与蓄热水箱连接;

所述余热回收存储系统包括土壤蓄热装置、热交换器I,热交换器I置于蓄热水箱内部,热交换器I一端通过第十控制阀与土壤蓄热装置连接,热交换器I另一端通过第九控制阀、水泵IV与土壤蓄热装置连接;

所述热源塔供热提升系统包括土壤蓄热装置、水泵IV、热交换器II,土壤蓄热装置一端通过水泵IV、第十三控制阀与热交换器II一端相连,热交换器II另一端通过第十四控制阀与土壤蓄热装置另一端连接,热交换器II通过第十二控制阀与水泵I相连,热交换器II通过第十一控制阀与热源塔相连。

2. 根据权利要求1所述的太阳能与热源塔热泵复合式三联供空调系统,其特征在于,所述热源塔为能实现开式塔与闭式塔之间相互转换的开闭式热源塔。

3. 根据权利要求1或2所述的太阳能与热源塔热泵复合式三联供空调系统,其特征在于,所述冷凝热回收小温差传热热泵空调主机包括换热器I、换热器II、压缩机、四通换向阀、冷凝热回收器、膨胀阀;换热器I与四通换向阀连接,四通换向阀与压缩机连接,四通换向阀分别通过第十五控制阀、第十六控制阀与冷凝热回收器两端口连接,第十五控制阀与换热器II连接,换热器II与膨胀阀连接,膨胀阀与换热器I连接,冷凝热回收器自带小型水箱。

4. 根据权利要求3所述的太阳能与热源塔热泵复合式三联供空调系统,其特征在于,所述空调末端设备一端通过水泵V与冷凝热回收小温差传热热泵空调主机的夏季用作蒸发器、冬季用作冷凝器的换热器I连接。

5. 根据权利要求3所述的太阳能与热源塔热泵复合式三联供空调系统,其特征在于,所述热源塔一端通过第二控制阀、水泵I与冷凝热回收小温差传热热泵空调主机的夏季用作冷凝器、冬季用作蒸发器的换热器II连接。

6. 根据权利要求3所述的太阳能与热源塔热泵复合式三联供空调系统,其特征在于,

所述冷凝热回收小温差传热热泵空调主机的冷凝热回收器通过第五控制阀接补水端 I。

7. 根据权利要求 3 所述的太阳能与热源塔热泵复合式三联供空调系统,其特征在干,所述冷凝热回收器为蓄水型热交换冷凝热回收器。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的太阳能与热源塔热泵复合式三联供空调系统,其特征在干,所述蓄热水箱为保温水箱。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的太阳能与热源塔热泵复合式三联供空调系统,其特征在干,所述土壤蓄热装置上方设有保温层。

## 一种太阳能与热源塔热泵复合式三联供空调系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及建筑空调制冷、供暖及生活热水三联供技术,具体为一种太阳能与热源塔热泵复合式三联供空调系统。

### 背景技术

[0002] 随着社会的发展和生活条件的提高,人们对室内环境的舒适性要求也越来越高,因此,用于为建筑物供冷、供暖的分体空调或中央空调能耗需求越来越多。传统的中央空调系统供暖往往通过燃烧化石燃料加热的方式得以实现,每年消耗大量的化石能源,产生温室效应。目前人类已经面临能源短缺和环境恶化两大问题,开发可利用的可再生能源,是人类必须寻求的一条能源与环境可持续发展的战略道路。

[0003] 传统空调系统夏季利用冷却塔获取室外空气冷量,排除室内热量的技术已经相当成熟,可实现制冷机组稳定高效地运行。冷却塔是夏季最常用的中央空调冷源方式之一。

[0004] 太阳能作为一种取之不尽、用之不竭的清洁自然能源,在国内外已经得到了广泛的推广。但是,由于受到季节性影响,太阳能往往在炎热的夏季不仅能够充分满足用户需求,而且有较大的余热,但是在冬季及过渡季节,人们对供暖及生活热水需求较大,而在这些季节太阳能辐射量变化较大,不能够稳定地为建筑提供充足的热量,严重束缚了太阳能的应用。

[0005] 地源热泵是一种较新型的空调热泵系统,利用了清洁的地热能源,可满足夏季制冷和冬季制热和生产生活热水的需求,但是地源热泵造价高昂,不宜在城市中心应用以及热不平衡的问题至今没能得到解决。

[0006] 热源塔的发明克服了冷却塔只能单一供冷的缺陷。它通过直接吸收空气中低品位热能及凝结热为热泵提供热源,满足冬季供热需求。但是,在冬季温度很低的情况下,为了防止热泵主机蒸发器内结冰,热源塔供热循环工质需要采用防冻溶液。若循环防冻溶液直接与空气换热则容易引起溶液飘散,不仅污染环境,也增加运行控制难度及运行成本。选用新型热源塔可实现开式与闭式之间相互转换。当冷热源侧循环工质为水时,选择开式结构模式,当工质为防冻溶液时,选择闭式结构模式,可以很好地解决上述问题,但是在极端恶劣的天气条件下闭式热源塔供热量较难满足。

[0007] 目前,国内外对太阳能储存技术已经展开了广泛而深入的研究,研究表明利用土壤可以有效地实现太阳能跨季节储存。通过储存太阳能,可以存储多余的太阳能用于冬季极端恶劣天气条件下补充闭式热源塔热泵空调系统热源热量。

[0008] 中国专利 200710062609.1 公开了一种太阳能辅助土壤源跨临界二氧化碳热泵综合空调系统,包括跨临界二氧化碳热泵工质循环系统、太阳能集热系统、地下埋管换热系统及室内空调管路系统四部分;通过蓄热水箱内置水箱换热盘管、蒸发器/气体冷却器由四通阀、阀门将上述四部分有机连接成一个综合空调系统。虽然该系统针对春夏秋冬不同天气条件,可采用制热、制冷、热水、制热+热水、制冷+热水五种运行模式,高效的实现热水、制冷和供热三种功能。但是,其主要是通过二氧化碳冷媒主机来实现,主要依靠常规冷媒,适

用范围较小。

### 发明内容

[0009] 本发明要解决的技术问题是,克服现有技术存在的上述缺陷,利用对能量“削峰填谷”的原则,提供一种太阳能与热源塔热泵复合式三联供空调系统,有效的分配与利用能量,将夏季富余的太阳能与冷凝热回收热能储存,冬季提取所存储的热能作为热源塔热泵系统提供辅助热源,实现不需要燃烧化石能源便可以为建筑物提供足够采暖热能。

[0010] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种太阳能与热源塔热泵复合式三联供空调系统,包括热源塔热泵空调系统、太阳能和冷凝热回收及常规加热热水系统、余热回收存储系统以及热源塔供热提升系统;

[0011] 所述热源塔热泵空调系统包括冷凝热回收小温差传热热泵空调主机、热源塔、空调末端设备,空调末端设备一端通过水泵 V 与冷凝热回收小温差传热热泵空调主机连接,冷凝热回收小温差传热热泵空调主机通过第一控制阀与空调末端设备另一端连接,冷凝热回收小温差传热热泵空调主机通过管路与热源塔一端连接,热源塔另一端通过第二控制阀、水泵 I 与冷凝热回收小温差传热热泵空调主机连接,冷凝热回收小温差传热热泵空调主机通过第五控制阀接补水端 I ;冷凝热回收小温差传热热泵空调主机、空调末端设备以及水泵 V 构成空调用户侧循环系统,冷凝热回收小温差传热热泵空调主机、热源塔、水泵 I 构成空调冷热源侧循环系统;

[0012] 所述太阳能和冷凝热回收及常规加热热水系统包括冷凝热回收小温差传热热泵空调主机、太阳能集热器、蓄热水箱、生活热水常规加热装置、生活热水末端设备,冷凝热回收小温差传热热泵空调主机与蓄热水箱连接,蓄热水箱通过第三控制阀与太阳能集热器一端连接,太阳能集热器另一端通过第六控制阀、水泵 II 与蓄热水箱连接,生活热水常规加热装置与水泵 III、第四控制阀串联后并联于蓄热水箱两端,太阳能集热器通过第七控制阀接补水端 II ,蓄热水箱通过第八控制阀接补水端 III ,生活热水末端设备与蓄热水箱连接;

[0013] 所述余热回收存储系统包括土壤蓄热装置、热交换器 I ,热交换器 I 置于蓄热水箱内部,热交换器 I 一端通过第十控制阀与土壤蓄热装置连接,热交换器 I 另一端通过第九控制阀、水泵 IV 与土壤蓄热装置连接;

[0014] 所述热源塔供热提升系统包括土壤蓄热装置、水泵 IV 、热交换器 II ,土壤蓄热装置一端通过水泵 IV 、第十三控制阀与热交换器 II 一端相连,热交换器 II 另一端通过第十四控制阀与土壤蓄热装置另一端连接,热交换器 II 通过第十二控制阀与水泵 I 相连,热交换器 II 通过第十一控制阀与热源塔相连。

[0015] 进一步,所述热源塔为开闭式热源塔,可实现开式塔与闭式塔之间的相互转换。

[0016] 进一步,所述冷凝热回收小温差传热热泵空调主机 S1 包括换热器 I 、换热器 II 、压缩机、四通换向阀、冷凝热回收器、膨胀阀 ;换热器 I 与四通换向阀连接,四通换向阀与压缩机连接,四通换向阀分别通过第十五控制阀、第十六控制阀与冷凝热回收器两端口连接,第十五控制阀与换热器 II 连接,换热器 II 与膨胀阀连接,膨胀阀与换热器 I 连接,冷凝热回收器自带小型水箱。

[0017] 进一步,所述空调末端设备一端通过水泵 V 与冷凝热回收小温差传热热泵空调主机的换热器 I 连接,夏季时,换热器 I 作为蒸发器,冬季时,换热器 I 作为冷凝器。

[0018] 进一步,所述热源塔另一端通过第二控制阀、水泵 I 与冷凝热回收小温差传热热泵空调主机的换热器 II 连接,夏季时,换热器 II 作为冷凝器,冬季时,换热器 II 作为蒸发器。

[0019] 进一步,所述冷凝热回收小温差传热热泵空调主机的冷凝热回收器通过第五控制阀接补水端 I。

[0020] 进一步,所述冷凝热回收器为蓄水型热交换冷凝热回收器。

[0021] 进一步,所述蓄热水箱优选保温水箱。

[0022] 进一步,所述土壤蓄热装置上方设有保温层,用于敷设于存储能源的土壤上,保温层的敷设面积大于土壤蓄热装置所占用的面积,以利于减少能量损失。

[0023] 进一步,所述第一控制阀、第二控制阀、第三控制阀、第十一控制阀、第十二控制阀、第十三控制阀、第十四控制阀为手动控制阀或电动控制阀。

[0024] 进一步,所述第四控制阀、第五控制阀、第六控制阀、第七控制阀、第八控制阀、第九控制阀、第十控制阀均为自动控制阀,可根据水温或水量信号自控控制开闭。

[0025] 进一步,所述土壤蓄热装置中设有土壤埋管。

[0026] 通过热源塔热泵空调系统可实现中央空调系统夏季制热、冬季制冷功能。热源塔热泵空调系统的冷凝热回收器可实现部分热回收,回收可获得高温(达 50℃)生活热水,且可控制出水温度在恒定值。通过太阳能和冷凝热回收及常规加热热水系统,可实现太阳能热水,冷凝热回收制热水以及常规生活热水加热三种不同模式之间相互转换、自由选择。其中蓄热水箱(S5)采用保温水箱。通过余热回收存储系统,可实现对太阳能及冷凝回收热余热进行储存。通过热源塔供热提升系统,在冬季低温条件下可实现为热源塔提供辅助能量,提高热源水水温,提升主机运行效率并保证其制取足够热量。

[0027] 本发明通过将热源塔热泵空调系统、太阳能和冷凝热回收及常规加热热水系统、余热回收存储系统以及热源塔供热提升系统四个子系统联系在一起,在不同的工况下各子系统自动或人工转换,实现系统动态组合运行,达到全年节能稳定运行的效果。使用本发明,不需要燃烧任何化石能源,符合节能环保的要求,适用于大部分地区中央空调与中央热水系统。

[0028] 与现有的中央空调系统相比,该系统有以下几点优势:

[0029] 1. 通过采用新型热源塔(该热源塔可实现开式热源塔与闭式热源塔之间的转换),综合热源提升的方式,解决了开式热源塔热泵系统冬季运行不稳定及污染周围环境的问题,同时也解决了闭式热源塔夏季换热效率不高,冬季换热量不足的问题,并且可以减少闭式换热塔塔内换热器数量,节省投资。

[0030] 2. 通过冷凝热回收器可在空调制冷季节获得大量免费中高温生活热水。通过余热回收方式,可将清洁太阳能及冷凝热回收所产生的大量多余的热能存储下来,在热能缺少的时候作为辅助热源,避免了建筑在冬季供暖对化石能源的需求,提高了热泵系统运行效率,节约能源,降低对环境的污染。

[0031] 3. 通过对结合太阳能加热、冷凝回收制热水以及常规加热方式,可实现最大限度利用清洁免费能源,同时在清洁免费能源不足时通过常规加热方式及时补充热量,满足生活热水稳定供应的要求。

[0032] 4. 土壤存储能量仅需作为冬季热泵辅助热源,较高的蓄热土壤温度可提高热源塔侧循环工质热交换效率,仅需要很少的地理管即可实现供热需求,有效解决了城市中心不

适宜大面积埋管的困难。同时,由于土壤能量仅作为热源,仅需保证足够的土壤有足够的余热补给量即可有效解决了地源热泵热不平衡问题。

[0033] 本发明利用太阳能与空调主机冷凝热回收供应生活热水,利用土壤蓄热装置中少量土壤埋管,以土壤蓄热方式储存多余热量,冬季提取土壤中储存的能量补充热源塔供热量;可提高空调系统制热效率,满足建筑供暖需求,充分实现不需要电辅助加热或燃烧化石燃料也能满足中央空调冬季供暖,是一种节能环保系统。使用本发明,仅土壤蓄热装置中只需布置少量地埋管存储夏季多余热量,有效克服了城市中心不适宜大面积埋管的困难。通过组合太阳能、热源塔与土壤蓄热,实现了三种清洁能源有效结合,克服了单一冷热源的缺陷,能稳定可靠地为建筑提供空调制冷、供暖及生活热水。

## 附图说明

[0034] 图1为本发明一实施例结构示意图。

## 具体实施方式

[0035] 以下结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0036] 参照图1,本实施例包括热源塔热泵空调系统、太阳能和冷凝热回收及常规加热热水系统、余热回收存储系统以及热源塔供热提升系统;

[0037] 所述热源塔热泵空调系统包括冷凝热回收小温差传热热泵空调主机(以下简称空调主机)S1、热源塔S2、空调末端设备S9,空调末端设备S9一端通过水泵V B5与冷凝热回收小温差传热热泵空调主机S1连接,冷凝热回收小温差传热热泵空调主机S1通过第一控制阀F10与空调末端设备S9另一端连接,冷凝热回收小温差传热热泵空调主机S1通过管路与热源塔S2一端连接,热源塔S2另一端通过第二控制阀F11、水泵I B1与冷凝热回收小温差传热热泵空调主机S1连接,冷凝热回收小温差传热热泵空调主机S1通过第五控制阀F23接补水端I G1。其中,冷凝热回收小温差传热热泵空调主机S1、空调末端设备S9以及水泵V B5构成空调用户侧循环系统,冷凝热回收小温差传热热泵空调主机S1、热源塔S2、水泵I B1构成空调冷热源侧循环系统;

[0038] 所述太阳能和冷凝热回收及常规加热热水系统包括冷凝热回收小温差传热热泵空调主机S1(以下简称空调主机)、太阳能集热器S3、蓄热水箱S5、生活热水常规加热装置S6、生活热水末端设备S10,冷凝热回收小温差传热热泵空调主机S1与蓄热水箱S5连接,蓄热水箱S5通过第三控制阀F21与太阳能集热器S3一端连接,太阳能集热器S3另一端通过第六控制阀F24、水泵II B2与蓄热水箱S5连接,生活热水常规加热装置S6与水泵III B3、第四控制阀F22串接后并联于蓄热水箱S5两端,太阳能集热器S3通过第七控制阀F25接补水端II G2,蓄热水箱S5通过第八控制阀F26接补水端III G3,生活热水末端设备S10与蓄热水箱S5连接;

[0039] 所述余热回收存储系统包括土壤蓄热装置S4、热交换器I S7,热交换器I S7置于蓄热水箱S5内部,热交换器I S7一端通过第十控制阀F32与土壤蓄热装置S4连接,热交换器I S7另一端通过第九控制阀F31、水泵IV B4与土壤蓄热装置S4连接;

[0040] 所述热源塔供热提升系统包括土壤蓄热装置S4、水泵IV B4、热交换器II S8,土壤蓄热装置S4一端通过水泵IV B4、第十三控制阀F43与热交换器II S8一端相连,热交换器

II S8 另一端通过第十四控制阀 F44 与土壤蓄热装置 S4 另一端连接,热交换器 II S8 通过第十二控制阀 F42 与水泵 I B1 相连,热交换器 II S8 通过第十一控制阀 F41 与热源塔 S2 相连。

[0041] 所述冷凝热回收小温差传热热泵空调主机 S1 包括换热器 I S11、换热器 II S12、压缩机 S13、四通换向阀 S14、冷凝热回收器 S15、膨胀阀 S16。制冷工况时,换热器 I S11 作为蒸发器,换热器 II S12 作为冷凝器。换热器 I S11 与四通换向阀 S14 连接,四通换向阀 S14 与压缩机 S13 连接,四通换向阀 S14 分别通过第十五控制阀 F151、第十六控制阀 F152 与冷凝热回收器 S15 两端口连接,第十五控制阀 F151 与换热器 II S12 连接,换热器 II S12 与膨胀阀 S16 连接,膨胀阀 S16 与换热器 I S11 连接,冷凝热回收器 S15 可实现热回收,回收可获得高温生活热水(可达 50℃ 以上),冷凝热回收器 S15 自带小型水箱,可实现控制出水温度在恒定值。

[0042] 所述热源塔为开闭式热源塔,可实现开式塔与闭式塔之间的相互转换,保证换热效率、不污染环境。

[0043] 所述空调末端设备 S9 一端通过水泵 V B5 与冷凝热回收小温差传热热泵空调主机 S1 的换热器 I S11 连接,夏季时,换热器 I S11 作为蒸发器,冬季时,换热器 I S11 作为冷凝器。

[0044] 所述热源塔 S2 另一端通过第二控制阀 F11、水泵 I B1 与冷凝热回收小温差传热热泵空调主机 S1 的换热器 II S12 连接,夏季时,换热器 II S12 作为冷凝器,冬季时,换热器 II S12 作为蒸发器。

[0045] 所述冷凝热回收小温差传热热泵空调主机 S1 的冷凝热回收器 S15 通过第五控制阀 F23 接补水端 I G1。

[0046] 所述冷凝热回收器 S15 为蓄水型热交换冷凝热回收器。

[0047] 所述蓄热水箱 S5 为保温水箱,可保温 36 小时以上,水箱内胆为不锈钢,内胆外层为保温层,水箱最外层为铝合金外壳。

[0048] 所述土壤蓄热装置 S4 上方亦设有保温层。工作时,保温层设于土壤蓄热装置上方蓄热土壤与地表层土壤之间,保温层面积大于土壤蓄热装置所占用的面积,以利于减少蓄热热能散失。

[0049] 所述第一控制阀 F10、第二控制阀 F11、第三控制阀 F21、第十一控制阀 F41、第十二控制阀 F42、第十三控制阀 F43、第十四控制阀 F44 为手动控制阀或电动控制阀。

[0050] 所述第四控制阀 F22、第五控制阀 F23、第六控制阀 F24、第七控制阀 F25、第八控制阀 F26、第九控制阀 F31、第十控制阀 F32 均为自动控制阀,可根据水文或水量信号自控控制开闭。

[0051] 所述土壤蓄热装置 S4 中设有少量土壤埋管,用于存储夏季多余热量,有效克服了城市中心不适宜大面积埋管的困难。

[0052] 热源塔热泵空调系统、太阳能和冷凝热回收及常规加热热水系统、余热回收存储系统以及热源塔供热提升系统的工作过程分别如下所述。

[0053] 1、热源塔热泵空调系统

[0054] (1) 热源塔热泵空调系统,在制冷时运行工况如下:空调主机 S1 的第十五控制阀 F151 打开,第十六控制阀 F152 闭合,通过控制空调主机 S1 内的四通换向阀 S14,空调主机 S1 内制冷剂循环流程为:换热器 I S11 → 压缩机 S13 → 冷凝热回收器 S15 → 换热器



II S12 → 膨胀阀 S16 → 换热器 I S11。空调末端设备 S9 通过换热器 I S11, 可为室内提供空调制冷。热源塔 S2 在热源塔热泵空调系统的制冷工况运行下作用方式与开式冷却塔相同, 第二控制阀 F11 打开, 第十一控制阀 F41、第十二控制阀 F42 关闭, 循环冷却水依次流经冷却水泵 I B1、换热器 II S12、热源塔 S2 及第二控制阀 F11, 构成热源塔热泵空调系统的制冷运行工况下的冷却水系统。

[0055] (2) 热源塔热泵空调系统在制热时工况运行如下: 第十五控制阀 F151 闭合, 第十六控制阀 F152 打开, 通过控制空调主机 S1 内四通换向阀 S14, 空调主机 S1 内制热及循环流程为: 换热器 I S11 → 压缩机 S13 → 换热器 II S12 → 膨胀阀 S16 → 换热器 I S11。空调末端设备 S9 一端与换热器 I S11 相连, 为室内供暖。热源塔 S2 采热系统在热源塔热泵空调系统的制热工况下有模式一、模式二两种进行选择: 模式一, 热源塔 S2 的采热循环工质为水, 此时, 热源塔 S2 调节为开式热源塔模式, 第二控制阀 F11 打开, 第十一控制阀 F41、第十二控制阀 F42 关闭, 循环热源水依次流经水泵 I B1、换热器 II S12、热源塔 S2、第二控制阀 F11 及水泵 I B1, 循环热源水在热源塔 S2 中升温, 供入换热器 II S12 为空调主机 S1 提供热量。模式二, 热源塔 S2 的采热循环工质为防冻溶液, 此时, 热源塔 S2 调节为闭式热源塔模式, 第二控制阀 F11 关闭, 第十一控制阀 F41、第十二控制阀 F42 打开, 循环热源水依次流经水泵 I B1、换热器 II S12、热源塔 S2、第十一控制阀 F41、热交换器 II S8、第十二控制阀 F42 及水泵 I B1, 构成热源塔热泵空调系统的制热运行闭式热源塔循环系统。热源塔热泵空调系统在制热工况下运行时选用模式一还是模式二的控制如下: 进入制热工况后, 当环境气温高于热源塔模式转换设定温度(如: 5℃) 时, 始终选用模式一, 当环境气温降至低于设定温度时, 通过维护人员调节开式热源塔为闭式热源塔(即变换为模式二), 每年两种模式可只变换一次, 模式转换为人工操作。模式转换的操作如下: 排除原来循环回路中的循环水, 调节开式热源塔为闭式热源塔, 向热源水循环回路注入防冻溶液。按上述要求调节阀件, 热源水从闭式热源塔中吸热后流经热交换器 II S8, 与热交换器 II S8 中的地源水换热吸收热量, 以提高进入换热器 I S11 的热源水温, 从而保证冬季低温条件下空调主机 S1 能稳定高效率运行。天气转暖至室外温度连续 10 天保持在 5 摄氏度以上时, 由维护人员操作排除闭式热源塔循环工质防冻液并储存, 调节闭式塔为开式热源塔, 此时, 循环工质更换为水(即选用模式一)。

[0056] 2、太阳能和冷凝热回收及常规加热热水系统的运行模式如下:

[0057] (1) 空调制冷季节, 冷凝热回收器 S15 侧的第五控制阀 F23 打开, 生活热水从补水端 I G1 进入, 流经第五控制阀 F23、冷凝热回收器 S15, 进入蓄热水箱 S5。当空调主机 S1 开启时, 测试冷凝热回收器 S15 内水温, 当水温达到设定温度(如: 50℃) 时, 第五控制阀 F23 打开, 冷水将冷凝热回收器 S15 内热水压入蓄热水箱 S5, 第五控制阀 F23 闭合, 冷凝热回收器 S15 继续其内部的冷水, 当蓄热水箱 S5 水量达到设定值(如: 95%) 时, 第五控制阀 F23 保持闭合。非空调制冷季节, 第五控制阀 F23 关闭, 冷凝热回收器 S15 不使用。第五控制阀 F23 打开, 蓄水时间依据相应水流大小以及太阳能集热器 S3 与第五控制阀 S15 的加热蓄水量设定, 蓄水时间设定原则为: 蓄水时间(s) = 加热需水量(L) × 小于 1 的系数 ÷ 稳定压力下水流量(L/s)。当达到蓄水时间, 第五控制阀 F23 关闭。如此往复循环, 通过第五控制阀 S15 加热补充蓄热水箱 S5 内生活热水。

[0058] (2) 太阳能加热热水循环侧控制如下: 通过测定蓄热水箱 S5 内水量, 当蓄热水箱

S5 内水量不足设定值(如 :95%)时,第七控制阀 F25 打开,第六控制阀 F24 关闭,循环加热水泵 II B2 停止,第三控制阀 F21 打开,冷水从补水端 II G2 进入,通过第七控制阀 F25 进入太阳能集热器 S3,补水充满太阳能集热器 S3,然后,第三控制阀 F21 关闭,太阳能集热器 S3 加热内部的冷水;当太阳能集热器 S3 内水温高于设定温度(如 :55℃,也可根据不同季节,时间设定一组不同的值)时,第三控制阀 F21 打开,从补水端 II G2 继续补充冷水,将太阳能集热器 S3 内热水压入蓄热水箱 S5,然后,第三控制阀 F21 关闭,如此,反复循环,不断向蓄热水箱 S5 内补充热水。第三控制阀 F21 打开时,补水端 II G2 的补水时间依据相应水流大小以及太阳能集热器 S3 与第五控制阀 S15 的加热蓄水量设定,时间设定原则为:蓄水时间 (s)=加热需水量(L)×小于 1 的系数÷稳定压力下水流量(L/s)。当达到蓄水时间,第三控制阀 F21 关闭。当蓄热水箱 S5 内水量达设定值(如 :95%)时,第七控制阀 F25 保持关闭,第三控制阀 F21、第六控制阀 F24 打开,水泵 II B2 启动,太阳能加热循环系统运行可充分利用太阳能,提升蓄热水箱 S5 内水温,当蓄热水箱 S5 内水量低于 85%时,第三控制阀 F21、第七控制阀 F25 打开,第六控制阀 F24 关闭,水泵 II B2 停止工作,继续向蓄热水箱 S5 内补充热水,依此循环。

[0059] (3) 常规加热水系统可以选择多种加热方式,如:锅炉,电加热或者热泵等。当且仅当太阳能以及冷凝热回收热水系统不能满足生活热水需求时,采用常规加热方式加热水。为了最大限度应用太阳能及冷凝热加热水,其运行及控制如下:设定蓄热水箱 S5 内水温值不低于某设定值(如 :45℃),分别设定上午某时间段(如 :10:30—11:30),自动检测蓄热水箱 S5 内热水水位,若未达到某设定值(如 :40%),则第八控制阀 F26 打开,从补水端 III G3 通过第八控制阀 F26 补充蓄热水箱 S5 水量,且第四控制阀 F22 打开,水泵 III B3、生活热水常规加热装置 S6 自动启动,通过常规加热水,水量达到设定要求后第八控制阀 F26 关闭,当水温及水量都达到设定之后,第四控制阀 F22 闭合,水泵 III B3、生活热水常规加热装置 S6 自动停机,常规加热系统停止运行;同理,设定当天不同的几个时间段检测蓄热水箱 S5 内水温水量,依据以上操作依此循环(不同时间段设定的蓄热水箱热量及水温不相同,且所设定的温度、水箱水量以及检测时间段可根据实际应用由用户设定)。

[0060] (4) 三种生活热水相互组合运行的原则是:当且仅当空调主机 S1 为制冷工况运行时,通过冷凝热回收器 S15 加热生活热水,当空调主机 S1 在其它工况运行或停机时,第五控制阀 F23 始终保持关闭。太阳能加热生活热水应在一组不同的温度,通过测定太阳能集热器 S3 内水温,控制第三控制阀 F21,最大限度地利用太阳能加热生活热水。常规加热生活热水运行作为补充加热方式,运行方式同以上第(3)点。

### [0061] 3、余热回收存储系统

[0062] 余热回收存储系统仅在运用太阳能加热生活热水时启动,当使用常规热源时,该系统自动停止运行。余热回收存储系统运行模式如下:(1)第十三控制阀 F43、第十四控制阀 F44 保持关闭,当检测到蓄热水箱 S5 内水温高于设定温度(如 :55℃)时,第九控制阀 F31、第十控制阀 F32 及水泵 IV B4 启动,蓄热循环水流向为:土壤蓄热装置 S4→水泵 IV B4→第九控制阀 F31→热交换器 I S7→第十控制阀 F32→土壤蓄热装置 S4。余热回收存储系统中蓄热循环水通过与蓄热水箱 S5 内热水换热升温,不断提高土壤温度蓄热,储存太阳能及冷凝热余热。(2)当蓄热水箱 S5 内热水温度低于另一设定温度(如 :50℃)时,第九控制阀 F31、第十控制阀 F32 及水泵 IV B4 停止运行,以保证生活热水供水温度满足要求。余热

回收存储系统运行依照以上两种模式循环运行(以上所设定的温度均可根据实际应用需求更改)。

#### [0063] 4、热源塔供热提升系统

[0064] 平时,热源塔供热提升系统控制第十三控制阀 F43、第十四控制阀 F44 保持关闭,当冬季室外温度低于某设定温度(如 :5℃)时,调节热源塔 S2 由开式热源塔转换为闭式热源塔,第十三控制阀 F43、第十四控制阀 F44 打开,水泵 IV B4 运行,循环水流向为 :土壤蓄热装置 S4 →水泵 IV B4 →第十三控制阀 F43 →热交换器 II S8 →第十四控制阀 F44 →土壤蓄热装置 S4。热源塔 S2 侧循环水流经热交换器 II S8 时,通过换热提升水温,提高热泵系统冬季极冷天气运行效率,保证空调主机 S1 供热量充足(以上所设定的温度均可根据实际应用需求更改)。

[0065] 本发明中,热源塔热泵空调系统、太阳能和冷凝热回收及常规加热热水系统、余热回收存储系统以及热源塔供热提升系统之间的联动运行控制如下 :空调主机运行模式依据用户需求自行选择,选择后运行相应工况后,空调运行控制参见上述热源塔热泵空调系统的运行模式。生活热水运行控制参见上述太阳能和冷凝热回收及常规加热热水系统的运行模式。当生活热水温度及水量达到设定值后,余热回收存储系统运行,运行控制参见上述余热回收存储系统的运行模式。冬季制热选择闭式热源塔时,由维护人员操作将热源塔开关调节至闭式工况,并在循环回路中加满防冻溶液。闭式工况下热源塔热源水能量提升系统运行控制方式参见上述热源塔供热提升系统的运行模式。

[0066] 使用本发明,可实现在不同的工况下,满足空调及生活热水系统稳定节能地运行,适用于大部分地区中央空调及中央热水系统。

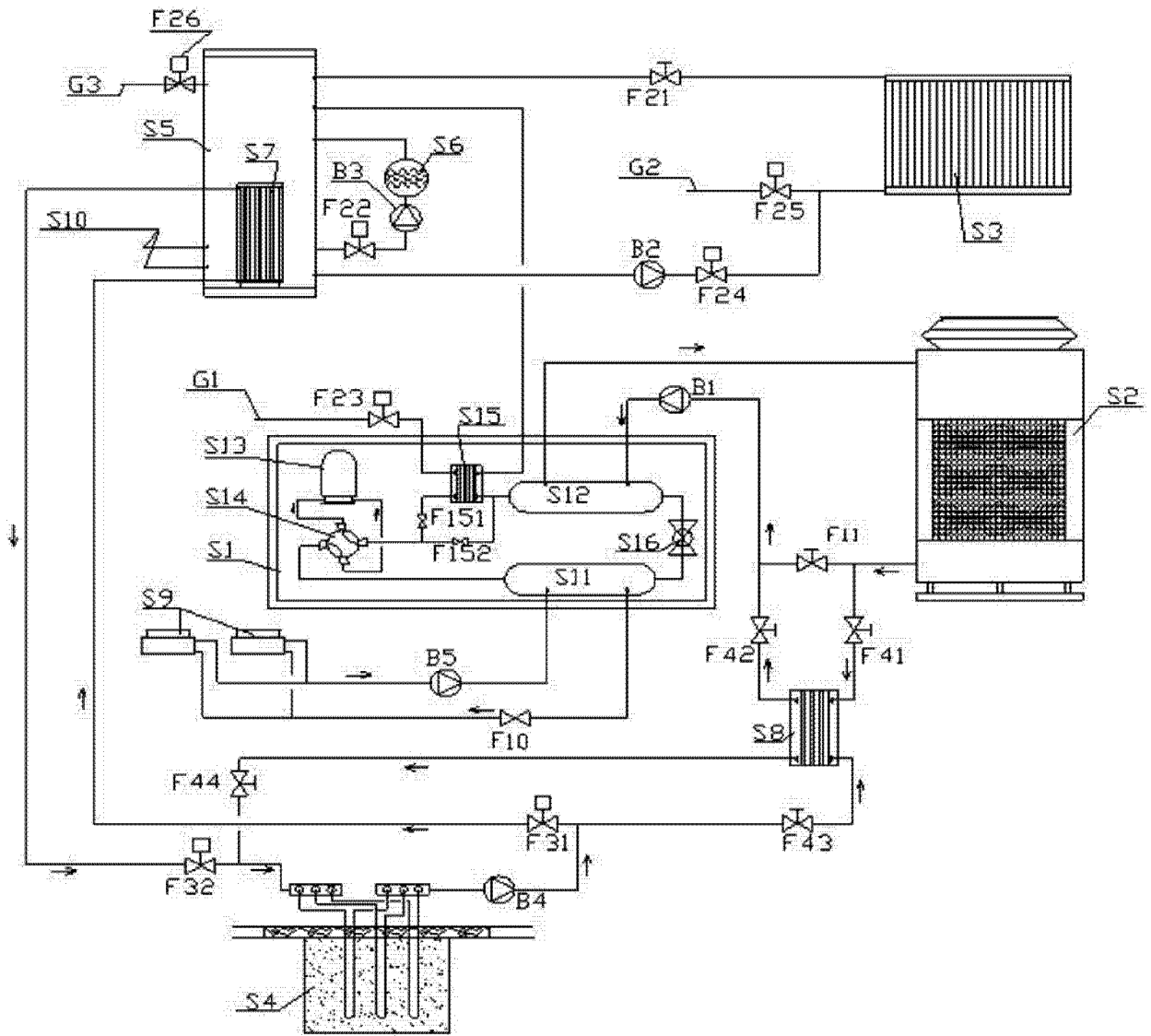


图 1