



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105136511 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 09

(21) 申请号 201510690403. 8

(22) 申请日 2015. 10. 22

(71) 申请人 上海出入境检验检疫局机电产品检测技术中心

地址 200135 上海市浦东新区民生路 1208 号 307 室

(72) 发明人 李朝振 李敏 山宏刚 徐倩 姜敬德

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 胡晶

(51) Int. Cl.

G01M 99/00(2011. 01)

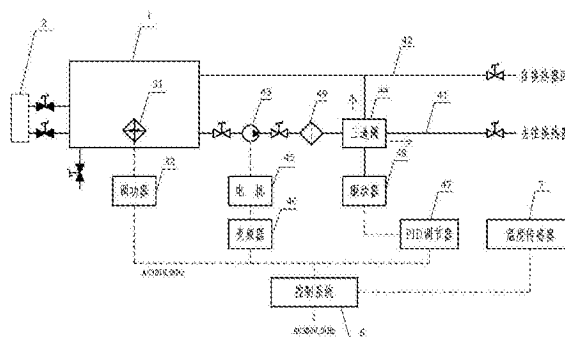
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

### (54) 发明名称

地源热地源侧换热试验系统及其控制方法

### (57) 摘要

本发明提出一种地源热地源侧换热试验系统及其控制方法,包括:保温水箱,其用于容纳并保温试验水溶液,试验水溶液的冰点低于 $-5^{\circ}\text{C}$ ,沸点大于 $30^{\circ}\text{C}$ ;制冷机组,通过管路连接保温水箱,管路上设有阀门,制冷机组用以根据阀门信号对保温水箱进行循环供冷;流体加热装置,用以根据设定温度对所述保温水箱进行加热;流体循环装置,连接在保温水箱和试验台的被测换热器之间形成试验水溶液的循环,以在制热工况中换热器释放热量至保温水箱、在制冷工况中换热器从保温水箱中吸热;以及控制系统,用以控制流体加热装置的加热和流体循环装置的循环。本发明可以模拟地源热泵在实际应用过程中的各种工况,避免实际应用中出现相应问题,降低工程风险成本。



1. 一种地源热地源侧换热试验系统,其特征在于,包括:

保温水箱,其用于容纳并保温试验水溶液,所述试验水溶液的冰点低于  $-5^{\circ}\text{C}$ ,沸点大于  $30^{\circ}\text{C}$ ;

制冷机组,通过管路连接保温水箱,管路上设有阀门,制冷机组用以根据阀门信号对所述保温水箱进行循环供冷;

流体加热装置,用以根据设定温度对所述保温水箱进行加热;

流体循环装置,连接在所述保温水箱和试验台的被测换热器之间形成试验水溶液的循环,以在制热工况中换热器释放热量至保温水箱、在制冷工况中换热器从保温水箱中吸热;以及

控制系统,用以控制流体加热装置的加热和流体循环装置的循环。

2. 如权利要求 1 所述的地源热地源侧换热试验系统,其特征在于,所述保温水箱为二层隔热箱,两层箱壁之间设置隔热棉。

3. 如权利要求 1 所述的地源热地源侧换热试验系统,其特征在于,所述流体加热装置包括:

电加热器,其设置在所述保温水箱内,用以加热所述试验水溶液;

调功器,由所述控制系统控制,根据所述设定温度确定电加热功率,以控制所述电加热器加热至相应温度。

4. 如权利要求 1 所述的地源热地源侧换热试验系统,其特征在于,所述流体循环装置包括:

出水管路,其始端连接所述保温水箱的出水口,其末端连接所述换热器的进水口,其上设有开关控制阀;

进水管路,其始端连接所述换热器的出水口,其末端连接所述保温水箱的进水口;

水泵,其设置在所述出水管路的靠近始端处,用以提供所述保温水箱的出水动力;

三通阀,其设置在所述出水管路上,其输入端连接所述水泵的输出端,其第一输出端连接到所述进水管路,其第二输出端连接所述换热器的进水口。

5. 如权利要求 4 所述的地源热地源侧换热试验系统,其特征在于,所述流体循环装置还包括:

变频器,由所述控制系统控制,通过控制所述水泵的电机调节所述水泵的输出流量。

6. 如权利要求 5 所述的地源热地源侧换热试验系统,其特征在于,所述流体循环装置还包括三通阀驱动调节装置,其包括:

PID 调节器,由所述控制系统控制,产生三通阀的阀门开度信号;

驱动器,接收并根据所述阀门开度信号调节所述三通阀的阀门开度。

7. 如权利要求 1 所述的地源热地源侧换热试验系统,其特征在于,还包括:

液位计,其设置在保温水箱内,用以检测保温水箱的水位,并将水位信号传输给控制系统。

8. 如权利要求 1 所述的地源热地源侧换热试验系统,其特征在于,还包括:

高低液位继电器,其设置在保温水箱内,用以检测保温水箱的高低液位,在液位过高或过低时产生一断开信号,并将其传输给控制系统控制流体循环装置停止循环。

9. 如权利要求 1 所述的地源热地源侧换热试验系统,其特征在于,还包括:

温度传感器,其设置在所述保温水箱的出水口,用以检测出水口的试验水溶液温度。

10. 一种如权利要求 6 所述的地源热地源侧换热试验系统的控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1:设定试验台工作参数,所述工作参数包括所述设定温度、被测机组工况、试验持续时间;

S2:判断保温水箱的箱内水温或出口水温,若设定温度大于所述箱内水温或出口水温,则启动所述流体加热装置进行加热至设定温度,若设定温度小于等于所述箱内水温或出口水温,则启动所述制冷机组利用其恒温冷水向所述保温水箱供冷至设定温度;

S3:判断被测机组工况,若为制热工况,则控制三通阀保持全开状态、控制变频器调整水泵电机转速以调节水泵输出流量,或控制变频器保持全速状态、控制 PID 调节器调节三通阀的阀门开度以调节系统循环流量,配合所述流体加热装置加热,以使保温水箱出水温度保持为设定温度,若为制冷工况,则控制三通阀保持全开状态、控制变频器调整水泵电机转速以调节水泵输出流量,或控制变频器保持全速状态、控制 PID 调节器调节三通阀的阀门开度以调节系统循环流量,配合所述制冷机组供冷,以使保温水箱出水温度保持为设定温度;

S4:记录保温水箱进出口水温,记录水泵和流体加热装置消耗的功率。

## 地源热地源侧换热试验系统及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及地源热泵技术,特别涉及的是一种模拟地源热泵与土壤换热中地源侧换热情况的试验系统。

### 背景技术

[0002] 地源热泵技术属可再生能源利用技术。地源热泵是利用了地球表面浅层地热资源作为冷热源,进行能量转换的供暖空调系统。地表浅层地热资源可以称之为地能,是指地表土壤、地下水或河流、湖泊中吸收太阳能、地热能而蕴藏的低温位热能。地表浅层是一个巨大的太阳能集热器,收集了 47% 的太阳能量,比人类每年利用能量的 500 倍还多。它不受地域、资源等限制,真正是量大面广、无处不在。这种储存于地表浅层近乎无限的可再生能源,成为了清洁的可再生能源一种形式。地源热泵一机多用,应用范围广。地源热泵系统可供暖、空调,还可供生活热水,一机多用,一套系统可以替换原来的锅炉加空调的两套装置或系统;可应用于宾馆、商场、办公楼、学校等建筑。不同的温度带均可使用,尤其是对于寒冷地区,在空气源热泵无法使用时,地源热泵还可以使用。

[0003] 在地源热泵技术中,开挖地下水源供水系统比较困难,工程量大,因而需要对地下水源供水系统进行模拟试验,特别需要对地源侧换热进行模拟,从而测试机组的工况,以避免机组在实际应用过程中出现相应工况相同的问题。

### 发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种地源热地源侧换热试验系统及其控制方法,可以模拟地源热泵在实际应用过程中的各种工况,避免实际应用中出现相应问题,降低工程风险成本。

[0005] 为解决上述问题,本发明提出一种地源热地源侧换热试验系统,包括:

[0006] 保温水箱,其用于容纳并保温试验水溶液,所述试验水溶液的冰点低于  $-5^{\circ}\text{C}$ ,沸点大于  $30^{\circ}\text{C}$ ;

[0007] 制冷机组,通过管路连接保温水箱,管路上设有阀门,制冷机组用以根据阀门信号对所述保温水箱进行循环供冷;

[0008] 流体加热装置,用以根据设定温度对所述保温水箱进行加热;

[0009] 流体循环装置,连接在所述保温水箱和试验台的被测换热器之间形成试验水溶液的循环,以在制热工况中换热器释放热量至保温水箱、在制冷工况中换热器从保温水箱中吸热;以及

[0010] 控制系统,用以控制流体加热装置的加热和流体循环装置的循环。

[0011] 根据本发明的一个实施例,所述保温水箱为二层隔热箱,两层箱壁之间设置隔热棉。

[0012] 根据本发明的一个实施例,所述流体加热装置包括:

[0013] 电加热器,其设置在所述保温水箱内,用以加热所述试验水溶液;

[0014] 调功器,由所述控制系统控制,根据所述设定温度确定电加热功率,以控制所述电加热器加热至相应温度。

[0015] 根据本发明的一个实施例,所述流体循环装置包括:

[0016] 出水管路,其始端连接所述保温水箱的出水口,其末端连接所述换热器的进水口,其上设有开关控制阀;

[0017] 进水管路,其始端连接所述换热器的出水口,其末端连接所述保温水箱的进水口;

[0018] 水泵,其设置在所述出水管路的靠近始端处,用以提供所述保温水箱的出水动力;

[0019] 三通阀,其设置在所述出水管路上,其输入端连接所述水泵的输出端,其第一输出端连接到所述进水管路,其第二输出端连接所述换热器的进水口。

[0020] 根据本发明的一个实施例,所述流体循环装置还包括:

[0021] 变频器,由所述控制系统控制,通过控制所述水泵的电机调节所述水泵的输出流量。

[0022] 根据本发明的一个实施例,所述流体循环装置还包括三通阀驱动调节装置,其包括:

[0023] PID 调节器,由所述控制系统控制,产生三通阀的阀门开度信号;

[0024] 驱动器,接收并根据所述阀门开度信号调节所述三通阀的阀门开度。

[0025] 根据本发明的一个实施例,还包括:

[0026] 液位计,其设置在保温水箱内,用以检测保温水箱的水位,并将水位信号传输给控制系统。

[0027] 根据本发明的一个实施例,还包括:

[0028] 高低液位继电器,其设置在保温水箱内,用以检测保温水箱的高低液位,在液位过高或过低时产生一断开信号,并将其传输给控制系统控制流体循环装置停止循环。

[0029] 根据本发明的一个实施例,还包括:

[0030] 温度传感器,其设置在所述保温水箱的出水口,用以检测出水口的试验水溶液温度。

[0031] 为解决上述问题,本发明还提出一种如前述地源热地源侧换热试验系统的控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0032] S1:设定试验台工作参数,所述工作参数包括所述设定温度、被测机组工况、试验持续时间;

[0033] S2:判断保温水箱的箱内水温或出口水温,若设定温度大于所述箱内水温或出口水温,则启动所述流体加热装置进行加热至设定温度,若设定温度小于等于所述箱内水温或出口水温,则启动所述制冷机组利用其恒温冷水向所述保温水箱供冷至设定温度;

[0034] S3:判断被测机组工况,若为制热工况,则控制三通阀保持全开状态、控制变频器调整水泵电机转速以调节水泵输出流量,或控制变频器保持全速状态、控制PID调节器调节三通阀的阀门开度以调节系统循环流量,配合所述流体加热装置加热,以使保温水箱出水温度保持为设定温度,若为制冷工况,则控制三通阀保持全开状态、控制变频器调整水泵电机转速以调节水泵输出流量,或控制变频器保持全速状态、控制PID调节器调节三通阀

的阀门开度以调节系统循环流量,配合所述制冷机组供冷,以使保温水箱出水温度保持为设定温度;

[0035] S4:记录保温水箱出水温度,记录水泵和流体加热装置消耗的功率。

[0036] 采用上述技术方案后,本发明相比现有技术具有以下有益效果:设置保温水箱提供恒定温度的试验水溶液,并且通过流通加热装置可以加温保温水箱的试验水溶液,通过制冷机组可以冷却保温水箱的水溶液,因而可以控制调节水温,从而可以用于不同工况中的模拟试验,通过流体循环装置在保温水箱和被测换热器之间形成循环的水路,被测换热器就是被测机组的换热器,从而在制热工况时,保温水箱中的试验水溶液温度低于被测换热器流出的试验水溶液温度,流体循环装置将被测换热器中的热量带到保温水箱中换热,在制冷工况时,保温水箱中的试验水溶液高于被测换热器流出的试验水溶液的温度,流体循环装置将被测换热器中的冷量带到保温水箱中,保温水箱的热量带给被测换热器,以此可以实现地源热地源侧的换热模拟试验,测得工况下的各参数,可以预先检知异常问题,减少实际工程中的损失。

## 附图说明

[0037] 图1为本发明一实施例的地源热地源侧换热试验系统的结构框图;

[0038] 图2为本发明一实施例的地源热地源侧换热试验系统的控制方法的流程示意图。

## 具体实施方式

[0039] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0040] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明。但是本发明能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似推广,因此本发明不受下面公开的具体实施的限制。

[0041] 本发明的试验系统是专门用于各种地源热泵类制冷制热机组在检验检测过程中,模仿地源热泵恒温供水水源的系统。系统的保温水箱内设有流体加热装置,用于地源热泵类制热机组检测时,保证供水水温维持在可设定温度,另保温水箱设有外接接口,供地源热泵类制冷机组检测时外接冷水机组,以冷却水源温度并保持恒温。通过提供人工控制的恒温水源,从而在实验室中模拟真实的地源热泵制冷制热机组工作时的进水环境,从而避免开挖地下水源供水系统的困难。系统按照 EN14511-1-4:2011《用电力驱动压缩机为房间加热(制冷)的空调器,液体制冷机》标准要求设计,并可用于按照上述标准检测相应空调器时作为供水水源使用。

[0042] 参看图1,在本实施例中,地源热地源侧换热试验系统包括:保温水箱1,制冷机组2,流体加热装置,流体循环装置和控制系统6。

[0043] 其中,保温水箱1用于容纳并保温地源热泵机组检测试验所需的试验水溶液,因试验条件要求,在某些工况下地源热泵机组室外侧换热器(图中未示出)的进口介质温度为 $-5^{\circ}\text{C}$ ,某些工况下出口介质温度会达到 $-3^{\circ}\text{C}$ ,而系统的某些试验工况要求机组室外侧换热器的进口介质温度为 $30^{\circ}\text{C}$ ,故试验中使用的介质应能在此温度下仍然保持流动状态,因而选用的试验水溶液的冰点低于 $-5^{\circ}\text{C}$ ,沸点大于 $30^{\circ}\text{C}$ ,例如可以为乙二醇水溶液,更具体

可以是质量浓度为 25% 的乙二醇水溶液,其冰点为  $-12^{\circ}\text{C}$  以下,故足够满足系统要求,但是并不限制于此。

[0044] 在一个较佳的实施例中,保温水箱 1 可以为二层隔热箱,并在两层箱壁之间设置隔热棉,一方面可以使箱体的保温效果更好,另一方面可以避免箱体使用中变形。

[0045] 在保温箱体 1 上设有连接制冷机组的接口,也就是制冷机组 2 的入水口和出水口均通过管路连接到保温水箱 1 的俩接口,可以形成制冷回路,在管路上设有阀门,制冷机组 2 根据阀门信号对保温水箱 1 进行循环供冷,可以在和制冷机组 2 连接的出水管路和入水管路上均设阀门,在俩阀门均开启时,制冷机组 2 向保温水箱 1 供冷。

[0046] 流体加热装置用以根据设定温度对保温水箱进行加热,也就是对保温水箱中的试验水溶液加热到设定温度。

[0047] 在一个具体的实施例中,流体加热装置可以包括电加热器 31 和调功器 32。电加热器 31 设置在保温水箱 1 内,可以设置在箱体内侧壁上,用来加热试验水溶液,例如可以是不锈钢电加热器。调功器 32 由控制系统控制,根据设定温度确定所需的电加热功率,以控制电加热器 31 加热至相应设定的温度,尽量确保试验水溶液的温度满足试验要求。

[0048] 流体循环装置连接在保温水箱 1 和试验台的被测换热器之间形成试验水溶液的循环,被测换热器为被测机组的换热器,试验水溶液的循环是在制热工况中被测换热器释放热量至保温水箱 1、在制冷工况中被测换热器从保温水箱 1 中吸热,试验水溶液的循环例如是试验水溶液依次通过保温水箱出水口-被测换热器进水口-被测换热器出水口-保温水箱进水口,在制热工况时,被测换热器输出的试验水溶液温度大于保温水箱 1 内的试验水溶液的温度,在制冷工况时,被测换热器输出的试验水溶液温度低于保温水箱 1 内的试验水溶液的温度。

[0049] 控制系统是用来进行整体控制的,可以控制流体加热装置的加热和流体循环装置的循环,控制循环的方式例如可包括控制循环的启动或关闭,及循环过程中的试验水溶液的流量。

[0050] 在一个具体的实施例中,流体循环装置可以包括出水管路 41,进水管路 42,水泵 43 和三通阀 44。其中,出水管路 41 的始端连接保温水箱 1 的出水口,末端连接换热器的进水口,其上设有开关控制阀;进水管路 42 的始端连接换热器的出水口,末端连接保温水箱 1 的进水口,其上可以设有开关控制阀;水泵 43 设置在出水管路 41 的靠近始端处,用以提供保温水箱 1 的出水动力,也就是从保温水箱 1 中抽取试验水溶液,供应给试验系统的换热器,可以理解,水泵 43 由电机 45 驱动;三通阀 44 设置在出水管路 41 上,输入端连接水泵 43 的输出端,第一输出端连接到进水管路 42,第二输出端连接换热器的进水口,三通阀 44 可以调节试验水溶液循环中的流量。

[0051] 进一步的,流体循环装置还可以包括变频器 46,由控制系统 6 控制,可以通过控制水泵 43 的电机 45 调节水泵 43 的输出流量,以便根据需要改变水泵 43 的输出流量并节约能源消耗。

[0052] 更进一步的,流体循环装置还包括三通阀驱动调节装置,其包括:PID 调节器(比例积分微分调节器)47 和驱动器 48。PID 调节器 47 由控制系统 6 控制,产生三通阀 44 的阀门开度信号;驱动器 48 接收并根据阀门开度信号调节三通阀 44 的阀门开度。

[0053] 控制系统 6 控制变频器 46 改变电机 45 转速,可以调节水泵 43 的出水量,也就是

可以调节循环水路中的流量,控制系统 6 控制三通阀 44 的开度,同样可以调节循环水路中的流量,调节试验水溶液的流量便可以调节温度变化的速度。

[0054] 较佳的,地源热地源侧换热试验系统还可以包括:液位计(图中未示出),设置在保温水箱 1 内,用以检测保温水箱 1 的水位,并将水位信号传输给控制系统 6,液位计较佳的是不锈钢为主材料制成的。

[0055] 较佳的,地源热地源侧换热试验系统还可以包括:高低液位继电器(图中未示出),设置在保温水箱 1 内,用以检测保温水箱 1 的高低液位,在液位过高或过低时产生一断开信号,并将其传输给控制系统 6 控制流体循环装置停止循环,例如在液位过低时,可控制系统自动停泵以避免系统损坏。

[0056] 较佳的,地源热地源侧换热试验系统还可以包括:温度传感器 7,设置在保温水箱 1 的出水口,用以检测出水口的试验水溶液温度,当然还可以在其他部位设置更多的温度传感器,例如在保温水箱 1 的进水口也设置温度传感器,以检测入水口的试验水溶液温度,温度传感器型号可以为 pt100。

[0057] 地源热地源侧换热试验系统还可以包括过滤器 49、溢流管等。

[0058] 参看图 2,一种地源热地源侧换热试验系统的控制方法,地源热地源侧换热试验系统包括保温水箱 1,制冷机组 2,流体加热装置,流体循环装置、控制系统 6。流体循环装置可以包括出水管路 41,进水管路 42,水泵 43、三通阀 44、变频器 46 和三通阀驱动调节装置。

[0059] 地源热地源侧换热试验系统的控制方法包括以下步骤:

[0060] S1:设定试验台工作参数,所述工作参数包括所述设定温度、被测机组工况、试验持续时间;被测机组工况可以包括制冷工况和制热工况;在一个实施例中,还包括了显示装置,可以显示箱内水温、及进出水口的温度传感器测量值、水泵状态、三通阀状态;

[0061] S2:判断保温水箱的箱内水温或出口水温,若设定温度大于所述箱内水温或出口水温,则启动所述流体加热装置进行加热至设定温度,若设定温度小于等于所述箱内水温或出口水温,则启动所述制冷机组利用其恒温冷水向所述保温水箱供冷至设定温度;

[0062] S3:判断被测机组工况,若为制热工况,则控制三通阀保持全开状态、控制变频器调整水泵电机转速以调节水泵输出流量,或控制变频器保持全速状态、控制 PID 调节器调节三通阀的阀门开度以调节系统循环流量,配合所述流体加热装置加热,以使保温水箱出水温度保持为设定温度,若为制冷工况,则控制三通阀保持全开状态、控制变频器调整水泵电机转速以调节水泵输出流量,或控制变频器保持全速状态、控制 PID 调节器调节三通阀的阀门开度以调节系统循环流量,配合所述制冷机组供冷,以使保温水箱出水温度保持为设定温度;

[0063] S4:记录保温水箱出水温度,记录水泵和流体加热装置消耗的功率,试验台具备相应设备。

[0064] 上述过程自动循环,直至人工干预停机或试验持续时间用完。

[0065] 本发明可以仅仅用于试验被测机组的制热工况,那么可以不需要连接制冷机组,仅需要实现被测机组处于制热状态的工况,仅需要使用电加热器加热保温水箱内试验液体。

[0066] 本发明虽然以较佳实施例公开如上,但其并不是用来限定权利要求,任何本领域技术人员在不脱离本发明的精神和范围内,都可以做出可能的变动和修改,因此本发明的

---

保护范围应当以本发明权利要求所界定的范围为准。

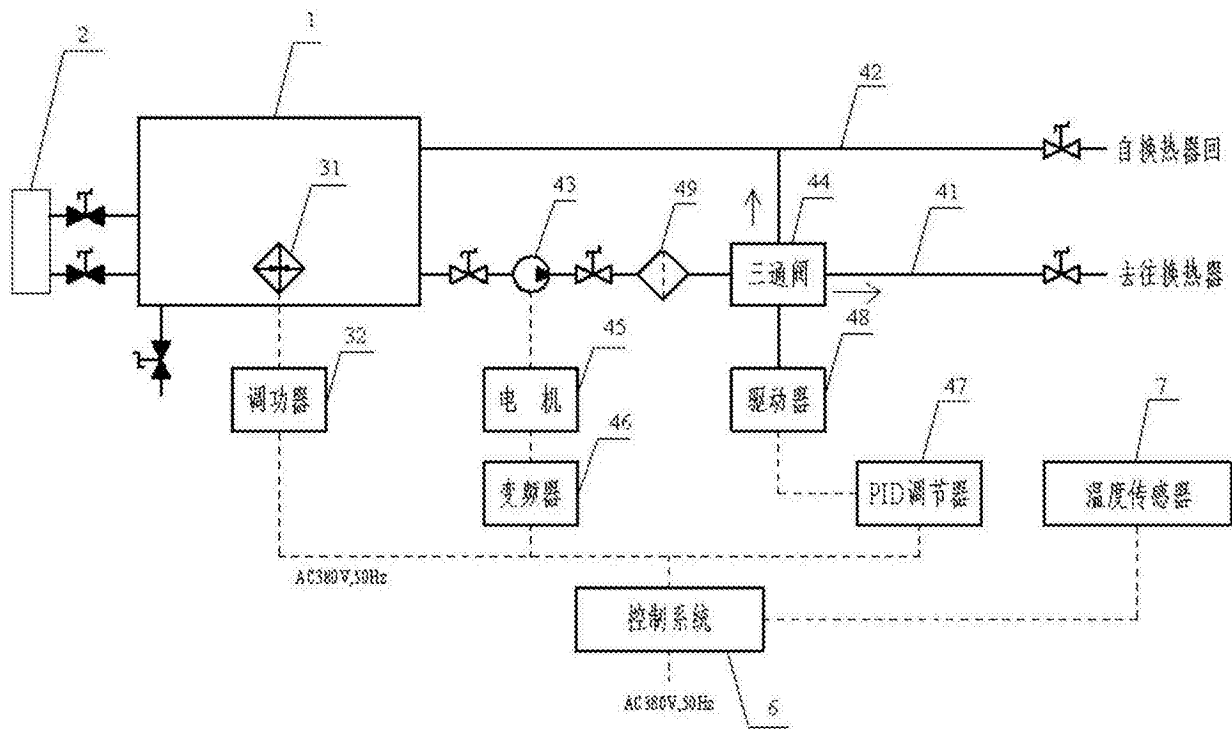


图 1

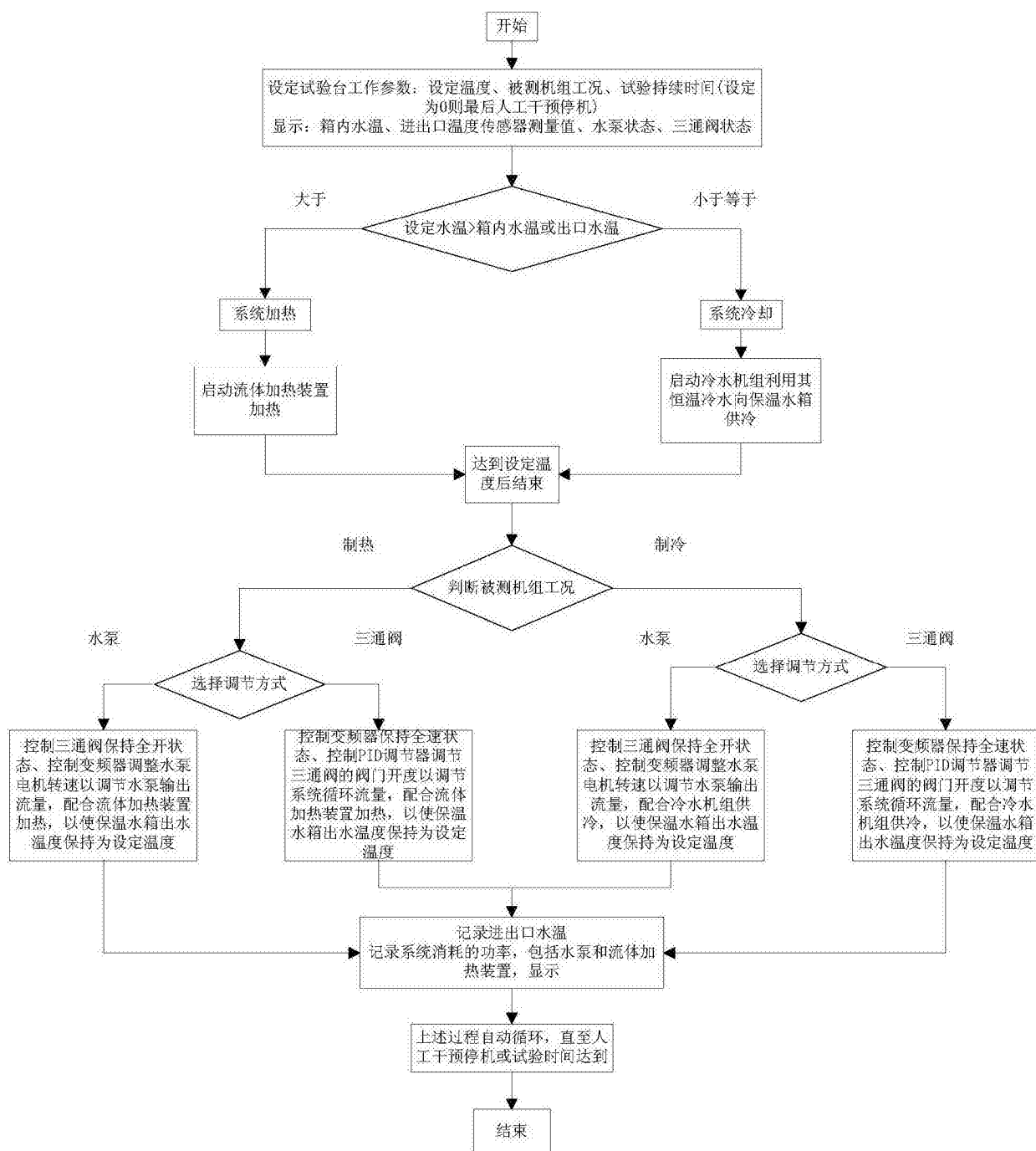


图 2