



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209096524 U

(45)授权公告日 2019.07.12

(21)申请号 201821908718.0

H01M 8/04029(2016.01)

(22)申请日 2018.11.20

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(73)专利权人 吉林大学

地址 130000 吉林省长春市前进大街2699号

(72)发明人 闵海涛 王博石 于远彬 孙维毅  
黄世佩 张明智

(74)专利代理机构 北京远大卓悦知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11369

代理人 姜美洋

(51)Int.Cl.

B60L 58/31(2019.01)

B60L 58/34(2019.01)

B60H 1/22(2006.01)

H01M 8/04014(2016.01)

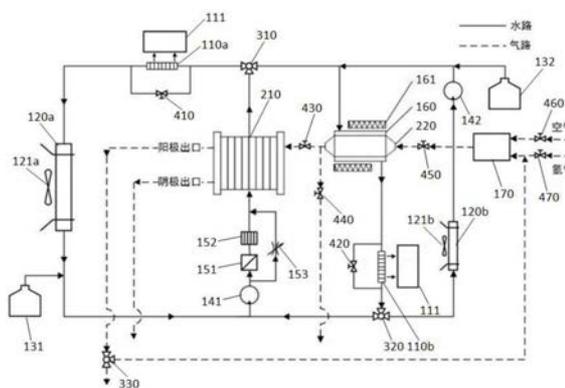
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

## (54)实用新型名称

一种燃料电池汽车热管理系统

## (57)摘要

本实用新型公开了一种燃料电池汽车热管理系统,包括依次相连的氢燃料电池电堆、第一电控三通阀、第一乘员舱换热器、第一散热器和第一变频水泵形成连通回路,并且在所述第一乘员舱换热器设置有第一电磁阀;依次相连的氢燃料电池电堆、第一电控三通阀、换热器、第二乘员舱换热器、第二电控三通阀和第一变频水泵形成连通回路;依次相连的换热器、第二乘员舱换热器、第二电控三通阀、第二散热器和第二变频水泵形成连通回路,并且在所述第二乘员舱换热器设置第二电磁阀;依次相连的气体混合室、第五电磁阀、氢气催化燃烧反应器、第三电磁阀、氢燃料电池电堆和第三电控三通阀形成连通回路,并且所述氢气催化燃烧反应器通过第四电磁阀连通大气。



1. 一种燃料电池汽车热管理系统,其特征在于,包括:

依次相连的氢燃料电池电堆、第一电控三通阀、第一乘员舱换热器、第一散热器和第一变频水泵形成连通回路,并且在所述第一乘员舱换热器设置有第一电磁阀;

依次相连的氢燃料电池电堆、第一电控三通阀、换热器、第二乘员舱换热器、第二电控三通阀和第一变频水泵形成连通回路;

依次相连的换热器、第二乘员舱换热器、第二电控三通阀、第二散热器和第二变频水泵形成连通回路,并且在所述第二乘员舱换热器设置第二电磁阀;

依次相连的气体混合室、第五电磁阀、氢气催化燃烧反应器、第三电磁阀、氢燃料电池电堆和第三电控三通阀形成连通回路,并且所述氢气催化燃烧反应器通过第四电磁阀连通大气;

其中,所述氢燃料电池电堆通过所述第一电控三通阀选择性的连通所述第一乘员舱换热器或者所述换热器;

所述换热器通过所述第二电控三通阀选择性的连通所述氢燃料电池电堆或者所述第二散热器;

所述氢燃料电池电堆通过所述第三电控三通阀选择性的连通所述气体混合室或者大气;

所述第一电磁阀选择性的开启或者关闭,所述第二电磁阀选择性的开启或者关闭,所述第三电磁阀和所述第五电磁阀同时选择性的开启或者关闭,所述第四电磁阀选择性的开启或者关闭。

2. 如权利要求1所述的燃料电池汽车热管理系统,其特征在于,还包括:

第一储液罐,其设置在所述第一散热器和所述第一变频水泵之间;以及

第二储液罐,其设置在所述氢气催化燃烧反应器和所述第二变频水泵之间。

3. 如权利要求1或2所述的燃料电池汽车热管理系统,其特征在于,在所述第一变频水泵和所述氢燃料电池电堆之间依次设置去离子装置和颗粒物过滤器。

4. 如权利要求3所述的燃料电池汽车热管理系统,其特征在于,还包括:

旁通阀,其设置在所述第一变频水泵和所述氢燃料电池电堆之间;

其中,所述旁通阀与所述去离子装置和所述颗粒物过滤装置并联。

5. 如权利要求4所述的燃料电池汽车热管理系统,其特征在于,所述第一散热器设置有第一变频风扇;以及

所述第二散热器设置有第二变频风扇。

6. 如权利要求5所述的燃料电池汽车热管理系统,其特征在于,所述氢气催化燃烧反应器设置有电加热器。

7. 如权利要求5所述的燃料电池汽车热管理系统,其特征在于,所述氢燃料电池电堆和所述氢气催化燃烧反应器均设置温度传感器。

## 一种燃料电池汽车热管理系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及燃料电池汽车领域,具体涉及一种燃料电池汽车热管理系统。

### 背景技术

[0002] 质子交换膜燃料电池是一种直接将化学能转化为电能的装置。因为其具有高效率、零排放、低噪音和较低操作温度等的优点,被认为是未来车用动力源的理想代替者,受到了世界各国政府的重视,随着技术的进步,目前部分燃料电池车已进入商业运行。

[0003] 车用燃料电池所面临的问题之一就是低温环境下的启动,目前大多数燃料电池汽车热管理系统的加热装置为电加热方式,但是在低温环境下,如果采用动力电池作为电加热装置的来源,动力电池本身达不到适宜的工作温度,同时既要加热汽车部件,也要迅速提高乘员舱温度,导致电池放电性能恶化,产生电量不足导致启动失败甚至对电池组造成较大损害。

### 实用新型内容

[0004] 本实用新型设计开发了一种燃料电池汽车热管理系统,本实用新型的目的是解决车辆低温情况下蓄电池放电能力恶化导致启动失败或电堆加热不均匀的技术问题。

[0005] 本实用新型提供的技术方案为:

[0006] 一种燃料电池汽车热管理系统,包括:

[0007] 依次相连的氢燃料电池电堆、第一电控三通阀、第一乘员舱换热器、第一散热器和第一变频水泵形成连通回路,并且在所述第一乘员舱换热器设置有第一电磁阀;

[0008] 依次相连的氢燃料电池电堆、第一电控三通阀、换热器、第二乘员舱换热器、第二电控三通阀和第一变频水泵形成连通回路;

[0009] 依次相连的换热器、第二乘员舱换热器、第二电控三通阀、第二散热器和第二变频水泵形成连通回路,并且在所述第二乘员舱换热器设置第二电磁阀;

[0010] 依次相连的气体混合室、第五电磁阀、氢气催化燃烧反应器、第三电磁阀、氢燃料电池电堆和第三电控三通阀形成连通回路,并且所述氢气催化燃烧反应器通过第四电磁阀连通大气;

[0011] 其中,所述氢燃料电池电堆通过所述第一电控三通阀选择性的连通所述第一乘员舱换热器或者所述换热器;

[0012] 所述换热器通过所述第二电控三通阀选择性的连通所述氢燃料电池电堆或者所述第二散热器;

[0013] 所述氢燃料电池电堆通过所述第三电控三通阀选择性的连通所述气体混合室或者大气;

[0014] 所述第一电磁阀选择性的开启或者关闭,所述第二电磁阀选择性的开启或者关闭,所述第三电磁阀和所述第五电磁阀同时选择性的开启或者关闭,所述第四电磁阀选择性的开启或者关闭。

[0015] 优选的是,还包括:

[0016] 第一储液罐,其设置在所述第一散热器和所述第一变频水泵之间;以及

[0017] 第二储液罐,其设置在所述氢气催化燃烧反应器和所述第二变频水泵之间。

[0018] 优选的是,在所述第一变频水泵和所述氢燃料电池电堆之间依次设置去离子装置和颗粒物过滤器。

[0019] 优选的是,还包括:

[0020] 旁通阀,其设置在所述第一变频水泵和所述氢燃料电池电堆之间;

[0021] 其中,所述旁通阀与所述去离子装置和所述颗粒物过滤装置并联。

[0022] 优选的是,所述第一散热器设置有第一变频风扇;以及

[0023] 所述第二散热器设置有第二变频风扇。

[0024] 优选的是,所述氢气催化燃烧反应器设置有电加热器。

[0025] 优选的是,所述氢燃料电池电堆和所述氢气催化燃烧反应器均设置温度传感器。

[0026] 本实用新型与现有技术相比较所具有的有益效果:

[0027] 1、氢气催化燃烧可以在短时间提供燃料电池低温启动的大量热量,能量来源为车载氢气,不需要额外的能量源,减少对蓄电池的依赖,防止低温下蓄电池放电能力下降导致低温启动失败,提高冷启动速度,同时氢气的催化燃烧相对于直接点燃不易爆炸非常安全;

[0028] 2、通过反应尾气和冷却液分别加热电堆的阴极流场和冷却液流道,同时利用水路和气路对电堆进行加热,电堆内部均匀升温,充分利用氢气催化燃烧反应产生的大量热量,提高加热效率;湿润的催化反应尾气同时可以起到对电堆增湿的作用;

[0029] 3、冷启动时,可以利用催化燃烧产生热量加热乘员舱,提高乘员舱升温速度,减轻低温下动力电池的放电负载。低温情况下,尾气催化反应热量以及电堆工作产生的热量也可以对乘员舱进行辅助供热,降低空调的功耗,提高氢气的能量利用率。

## 附图说明

[0030] 图1为燃料电池汽车热管理系统结构示意图。

[0031] 图2为燃料电池汽车热管理系统冷启动模式示意图。

[0032] 图3为燃料电池汽车热管理系统尾气处理模式示意图。

[0033] 图4为燃料电池汽车热管理系统的控制信号连接示意图。

[0034] 图5为燃料电池汽车热管理过程的流程图。

## 具体实施方式

[0035] 下面结合附图对本实用新型做进一步的详细说明,以令本领域技术人员参照说明书文字能够据以实施。

[0036] 如图1所示,本实用新型提供一种燃料电池汽车热管理系统,其主要包括:

[0037] 依次相连的氢燃料电池电堆210、第一电控三通阀310、第一乘员舱换热器110a、第一散热器120a和第一变频水泵141形成连通回路,并且在第一乘员舱换热器110a设置有第一电磁阀410;

[0038] 依次相连的氢燃料电池电堆210、第一电控三通阀310、换热器160、第二乘员舱换热器110b、第二电控三通阀320和第一变频水泵141形成连通回路;

[0039] 依次相连的换热器160、第二乘员舱换热器110b、第二电控三通阀320、第二散热器120b和第二变频水泵142形成连通回路,并且在第二乘员舱换热器110b设置第二电磁阀420;

[0040] 依次相连的气体混合室170、第五电磁阀450、氢气催化燃烧反应器220、第三电磁阀430、氢燃料电池电堆210和第三电控三通阀330形成连通回路,并且氢气催化燃烧反应器220通过第四电磁阀440连通大气;

[0041] 其中,氢燃料电池电堆210通过第一电控三通阀310选择性的连通第一乘员舱换热器110a或者换热器160;

[0042] 第二乘员舱换热器110b通过第二电控三通阀320选择性的连通第一变频水泵141或者第二散热器120b;

[0043] 氢燃料电池电堆210通过第三电控三通阀330选择性的连通气体混合室170或者大气;

[0044] 第一电磁阀410选择性的开启或者关闭,第二电磁阀420选择性的开启或者关闭,第三电磁阀430和第五电磁阀450同时选择性的开启或者关闭,第四电磁阀440选择性的开启或者关闭。

[0045] 在另一种实施例中,气体混合室170的作用是冷启动时将氢气和空气按比例混合均匀后通入催化燃烧反应器220;在尾气处理时也可以调节尾气的流量使之均匀定量地进入催化燃烧反应器220;在本实施例中,氢气和空气分别由第七电磁阀470和第六电磁阀460控制合适比例的质量流量通入气体混合室170,混合室出口通过第五电磁阀450连接催化燃烧反应器入口,在发生催化燃烧反应后湿润的高温混合气经由第三电磁阀430控制进入电堆阴极进行加热,随后通过阴极排气口排出电堆,不同时用尾气加热阳极是因为尾气中含有较高比例的氧气,在电堆正常工作时也许会导致氢气的氧化燃烧,损坏质子交换膜;第四电磁阀440在汽车启动成功后打开,用于排放处理完全的尾气;

[0046] 当车辆冷启动结束后,第三电磁阀430和第七电磁阀470关闭,停止向催化燃烧器220供应氢气,也停止向电堆阴极通入高温气体,控制器控制第六电磁阀460通入适量的空气与氢燃料电池电堆210正常反应后阳极出口排出的尾气混合,此时系统切换为尾气处理模式,将电堆反应后含有较多氢气的尾气通入催化燃烧器220进行尾气处理,处理完全的尾气通过第四电磁阀440排出,电加热器161和第二散热器120b可以控制催化床温度使得催化燃烧反应器可以处于理想的反应温度区间,大大提高氢气尾气的催化转化率。

[0047] 在另一种实施例中,第一乘员舱换热器110a和第二乘员舱换热器110b的作用是,当乘员舱内温度较低需要供暖时,第一电磁阀410和第二电磁阀420关闭,第一乘员舱换热器110a和第二乘员舱换热器110b根据控制器的指令向乘员舱111进行换热,功率不够时配合空调共同供热,不需要向车厢供暖的时候,第一电磁阀410和第二电磁阀420打开,冷却液直接通过第一电磁阀410和第二电磁阀420,降低流动阻力。

[0048] 在另一种实施例中,氢气催化燃烧反应器220的作用是使氢气在贵金属催化剂(比如Pt/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/堇青石整体式催化剂)存在的条件下实现低温下的无焰燃烧同时放出大量热量。

[0049] 在另一种实施例中,还包括:第一储液罐131设置在第一散热器120a和第一变频水泵141之间,第二储液罐132设置在换热器160和第二变频水泵142之间,第一储液罐131和第

二储液罐132的作用是平衡冷却液因热胀冷缩或者蒸发渗漏导致的损失或溢出,同时避免了空气进入减少管路腐蚀。

[0050] 在另一种实施例中,在第一变频水泵141和氢燃料电池电堆210之间依次设置去离子装置151和颗粒物过滤器152。

[0051] 在另一种实施例中,还包括:旁通阀153设置在第一变频水泵141和氢燃料电池电堆210之间;其中,去离子装置151和颗粒物过滤装置152串联后与旁通阀153并联,去离子装置151的作用是过滤系统中由于回路和燃料电池中金属组件的锈蚀或者来自冷却液添加剂分解产生的离子成分,颗粒物过滤器152的作用是过滤冷却液,防止冷却液中的杂质进入电堆堵塞冷却液流道,降低电堆的寿命,旁通阀153的作用是在颗粒物过滤器152或者去离子装置151被堵塞的情况下保证回路依旧顺畅。

[0052] 在另一种实施例中,第一散热器120a设置有第一变频风扇121a,第二散热器120b设置有第二变频风扇121b,第一变频风扇121a和第二变频风扇121b的作用是在控制器作用下改变工作频率从而调节冷却风量和风速。

[0053] 在另一种实施例中,第一变频水泵141和第二变频水泵142的作用是在控制器作用下调节冷却水的流量。

[0054] 在另一种实施例中,氢气催化燃烧反应器220内设置有电加热器161和温度传感器,电加热器161作用是使得催化床温度在短时间达到反应适宜的温度,起到启动或者停止催化燃烧反应器220的作用。

[0055] 在另一种实施例中,氢气催化燃烧反应器220外部设置换热器160,由于氢气催化燃烧过程中大量产生的热量容易通过燃烧器壁或其他部分向外扩散,催化燃烧反应器220外部安装有换热器160以吸收所散发的热量,换热器160串联连接在循环水道中,在催化燃烧反应开始后放出的大量热量时可以通过换热器160迅速加热循环液并随后将高温循环水通入电堆中通过冷却流道对燃料电池电堆210进行加热。

[0056] 如图1所示,本实用新型所述的一种燃料电池汽车热管理系统包括大循环路径,包括:燃料电池电堆210冷却液管道、第一电控三通阀310,第一乘员舱换热器110a、第一电磁阀410、第一散热器120a、第一变频风扇121a、第一储液罐131、第一变频水泵141、去离子装置151、颗粒物过滤器152,旁通阀153;氢燃料电池电堆210冷却液出口连接着第一电控三通阀310,在大循环中电控三通阀310调节冷却液流向第一乘员舱换热器110a,继续向前通过第一散热器120a,经由第一储液罐131补充后连接至第一变频水泵141,去离子装置151与颗粒物过滤装置152串联后与旁通阀153并联,之后一起连接到燃料电池堆入口处,第一乘员舱换热器110a配套有第一电磁阀410,第一散热器120a配套有第一变频风扇121a。

[0057] 如图1、图2所示,本实用新型所述的一种燃料电池汽车热管理系统包括冷启动循环路径,包括:燃料电池电堆210冷却液管道、第一电控三通阀310、换热器160、第二乘员舱换热器110b、第二电控三通阀320、第一变频水泵141、去离子装置151、颗粒物过滤器152,旁通阀153;本实用新型包含两种工作模式:冷启动循环工作模式和尾气循环处理模式,其中冷启动循环的工作模式包括冷启动循环路径,具体包括:氢燃料电池电堆210连接着第一电控三通阀310入口,在冷启动循环中第一电控三通阀310调节冷却液流向换热器160,继续向前通过第二乘员舱换热器110b,经由第二电控三通阀320入口与水泵141连接,在通过去离子装置151与颗粒物过滤装置152后,一起连接到燃料电池堆210冷却液入口处,第二乘员舱

换热器110b配套有第二电磁阀420,同时,气路的第五电磁阀450和第七电磁阀470共同控制合适比例的混合均匀的氢气空气混合气通入氢气催化燃烧反应器220,并通过第三电磁阀430将反应后的气体通入燃料电池电堆210阴极,此时第四电磁阀440关闭,从燃料电池电堆210排出的气体直接通过电堆的阴极出口排出。

[0058] 如图1、图3所示,本实用新型所述的一种燃料电池汽车热管理系统包括尾气处理路径,包括:换热器160、第二乘员舱换热器110b、第二电控三通阀320、第二散热器120b、第二变频风扇121b、第二变频水泵142、第二储液罐132;冷却液经由第二储液罐132送出,继续向前通过换热器160,第二乘员舱换热器110b,经由第二电控三通阀320调节通过第二散热器120b进入第二变频水泵142,第二电控三通阀320的两个口分别连接着第二乘员舱换热器110b和第二散热器120b,第二散热器120b配套有第二变频风扇121b;尾气处理工作模式包括大循环路径和尾气处理路径,具体包括:此时第一三通阀310入口与燃料电池电堆210连接,第一电控三通阀310出口与第一乘员舱换热器110a连接;第二电控三通阀320入口与第二乘员舱换热器110b连接,第二电控三通阀320的出口与第二散热器120b连接;第三电控三通阀330的入口与燃料电池电堆210阳极出口相连,出口与气体混合室170连接;燃料电池电堆210阳极的反应尾气通过第三电控三通阀330返回气体混合室170,配合合适比例的空气混合均匀后通入反应器进行尾气处理,通过调节第二变频水泵142的流量流速和第二变频风扇121b的转速来精确控制氢气催化燃烧反应器220处于最佳反应温度范围内,提高其尾气处理效率,同时尾气持续催化燃烧产生的大量热量可以通过第一乘员舱换热器110b对乘员舱进行供暖。当有气体管路由于堵塞,故障或者其他情况导致压力异常升高时,电控三通阀330受控连通大气,同时切断氢气供应,保证系统安全。

[0059] 如图1~3所示,本实用新型还包括冷启动乘员舱辅助供热装置(分布于冷启动循环路径,大循环路径以及尾气处理路径中),在车辆在低温下启动时开启冷启动循环时,此时车厢供暖需求也较大,催化燃烧反应器加热后的循环水通入第二乘员舱换热器110b,空气经过第二乘员舱换热器110b加热后直接通向车厢,用于除霜以及提高车厢温度,当乘员舱不需要加热时,第二电磁阀420打开,循环水直接通过第二电磁阀420,不流经第二乘员舱换热器110b,减少循环阻力;同理,在燃料电池启动成功后开启大循环路径散热,从燃料电池电堆210出来的冷却水温度较高,此时由第一乘员舱换热器110a将空气加热后通入乘员舱111;同时,在系统运行尾气处理路径时,尾气催化燃烧加热的冷却液可以通过第二乘员舱换热器110b对乘员舱111进行持续加热,本乘员舱辅助加热装置可以在控制器的调节下与空调配合使用控制车厢内温度在适宜范围,减少氢气排放损失的同时,减少车厢内空调的功耗。

[0060] 如图1~5所示,本实用新型的一种燃料电池汽车热管理系统的工作过程如下,对燃料电池汽车进行低温启动,包括如下步骤:

[0061] 步骤一、设定第一阈值温度 $T_1$ 、第二阈值温度 $T_2$ ;其中, $T_1$ 为燃料电池电堆210合适工作温度的下限值, $T_2$ 为氢气催化燃烧反应器220对应冷启动循环开启的最低温度, $T_1$ 用来判断是否启动氢气催化燃烧反应器220, $T_2$ 用来判断是否开启冷启动循环;

[0062] 步骤二、首先判断燃料电池电堆210内部温度 $T$ 是否小于 $T_1$ ,如果 $T$ 大于等于 $T_1$ ,则直接将氢气和空气通入,启动燃料电池电堆210,如果 $T$ 小于 $T_1$ ,则启动氢气催化燃烧反应器220;

[0063] 步骤三、氢气催化燃烧反应器220启动成功后,判断氢气催化燃烧反应器220温度是否大于 $T_2$ ,如果 $T$ 大于等于 $T_2$ ,则开启冷启动循环并将尾气通入燃料电池电堆210,如果 $T$ 小于 $T_2$ ,则等待催化反应继续反应直到温度达到 $T_2$ ;

[0064] 步骤四、判断燃料电池电堆210内部温度 $T$ 是否大于 $T_1$ ,如果 $T$ 大于 $T_1$ ,则停止催化尾气通入燃料电池电堆210,启动燃料电池电堆210,逐渐从冷启动循环切换至大循环和尾气处理循环,否则继续等待冷启动循环加热直到温度达到 $T_1$ 。

[0065] 在另一种实施例中,对燃料电池汽车进行乘员舱辅助供热启动,包括如下步骤:

[0066] 步骤一、在汽车低温启动过程中,冷启动循环启动后,判断乘员舱111是否有供热需求,如果需要供热,则关闭第二电磁阀420并通过第二乘员舱换热器110b配合空调对乘员舱111进行供暖,如果不需要,则开启第二电磁阀420,停止供热;

[0067] 步骤二、在汽车启动成功后,冷启动循环停止,开启大循环和尾气处理循环,此时继续判断乘员舱111是否有供热需求,如果有的话,则分别关闭第一电磁阀410和第二电磁阀420,通过第一乘员舱换热器110a和第二乘员舱换热器110b对乘员舱111进行供暖,并根据实际供暖效果调节空调供暖的功率。

[0068] 尽管本实用新型的实施方案已公开如上,但其并不仅仅限于说明书和实施方式中所列运用,它完全可以被适用于各种适合本实用新型的领域,对于熟悉本领域的人员而言,可容易地实现另外的修改,因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念下,本实用新型并不限于特定的细节和这里示出与描述的图例。

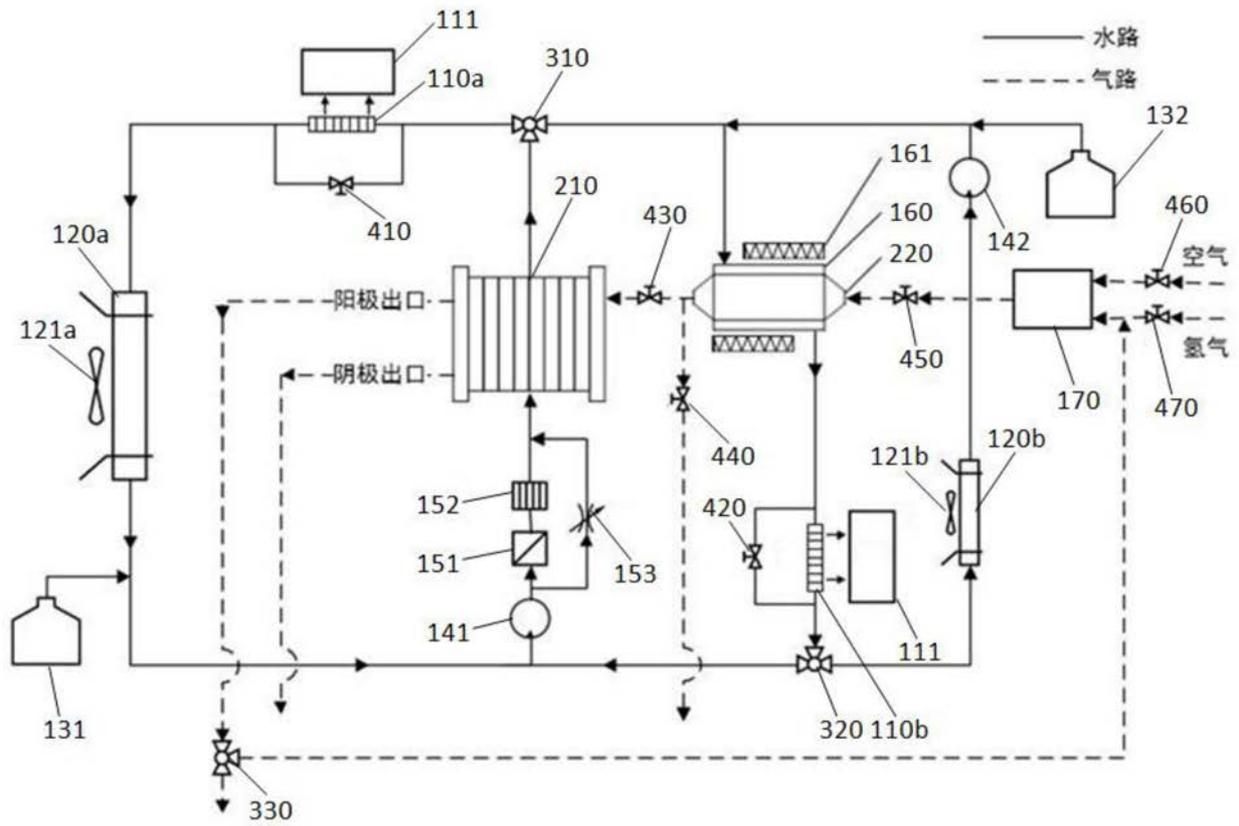


图1

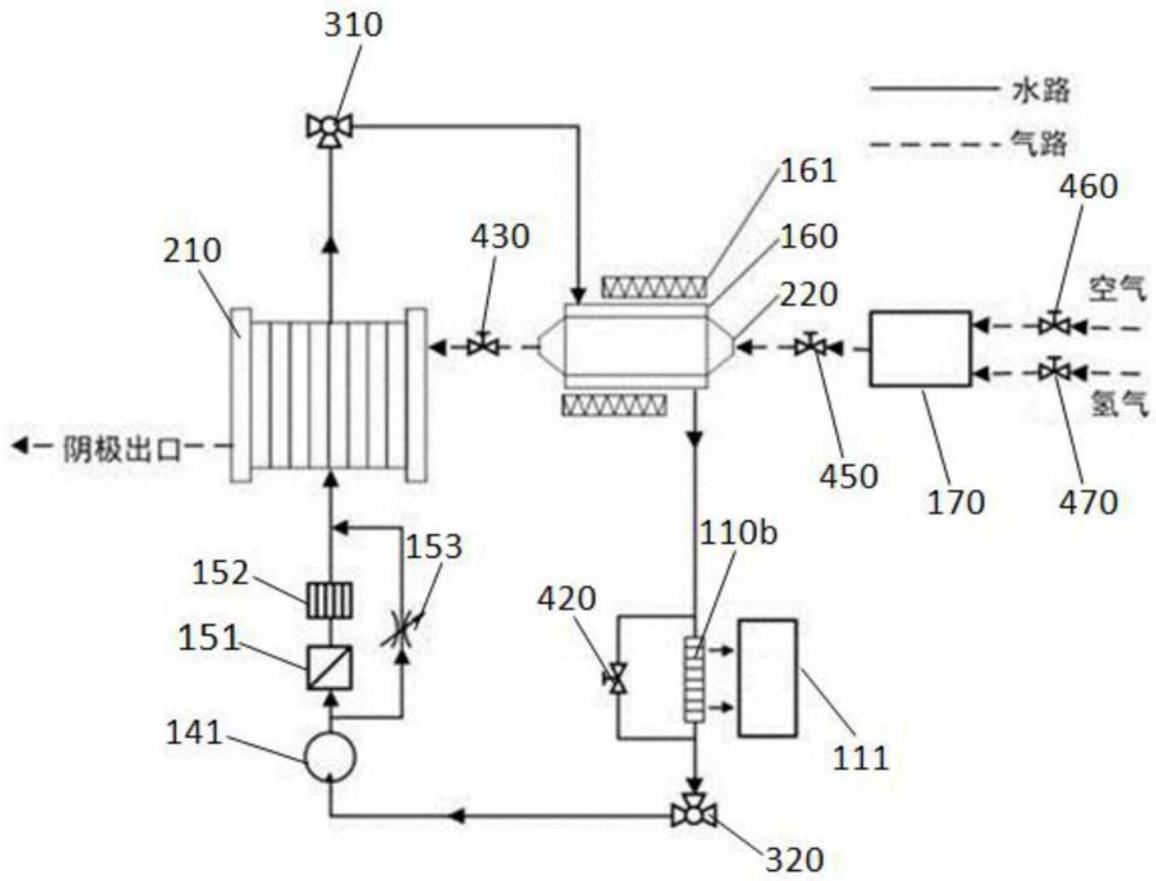


图2

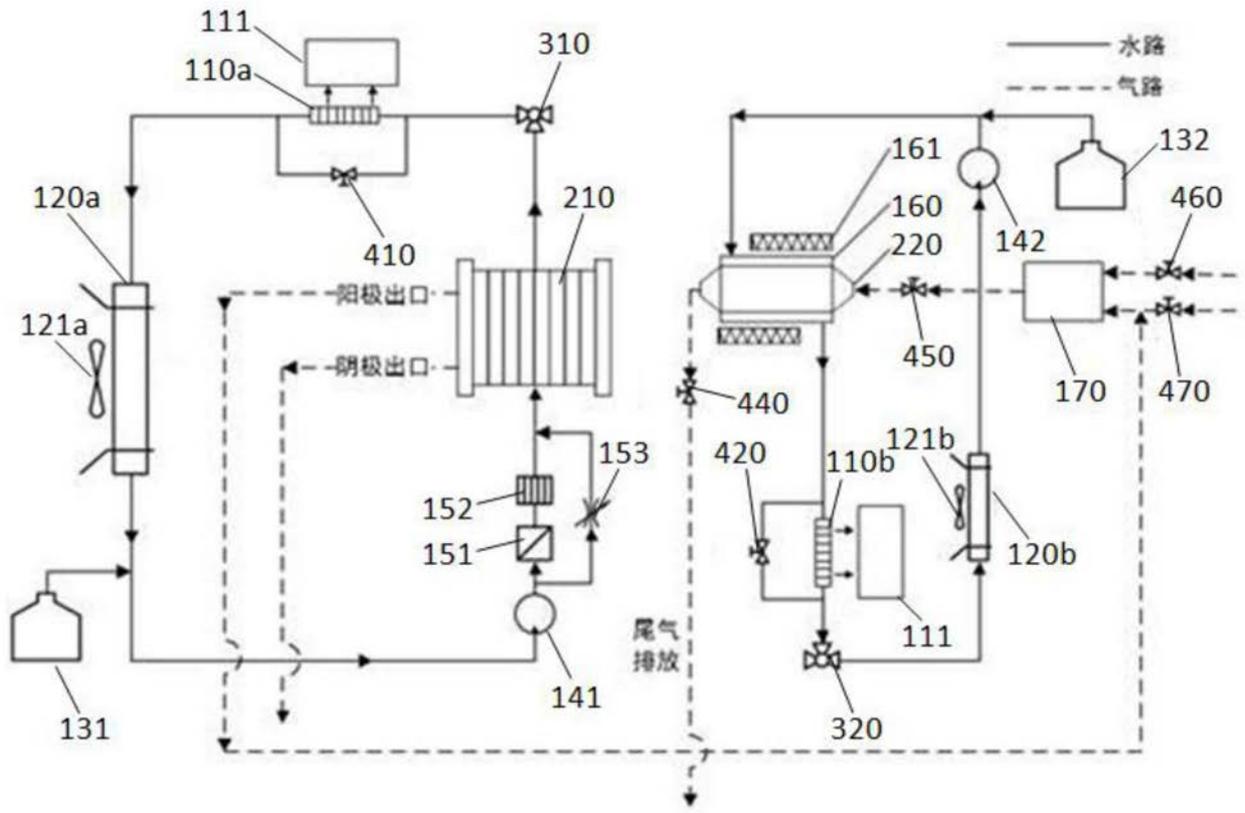


图3

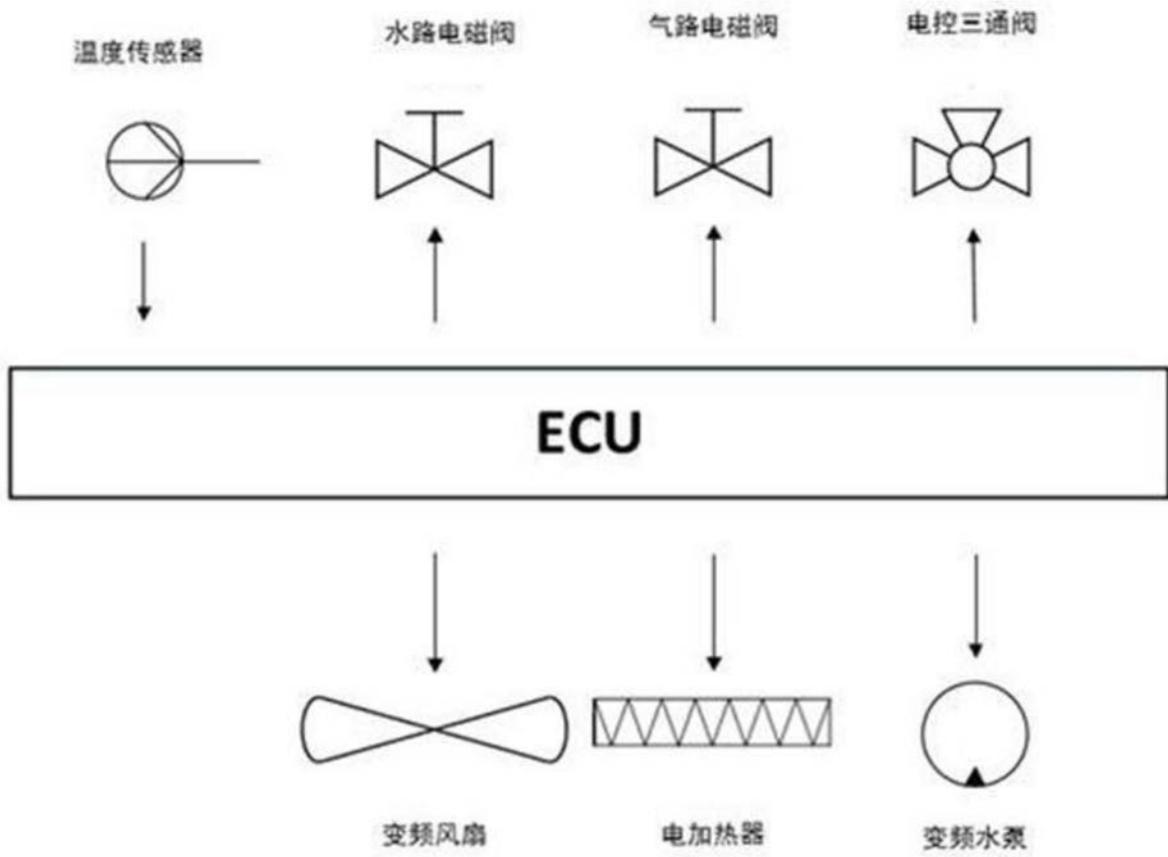


图4

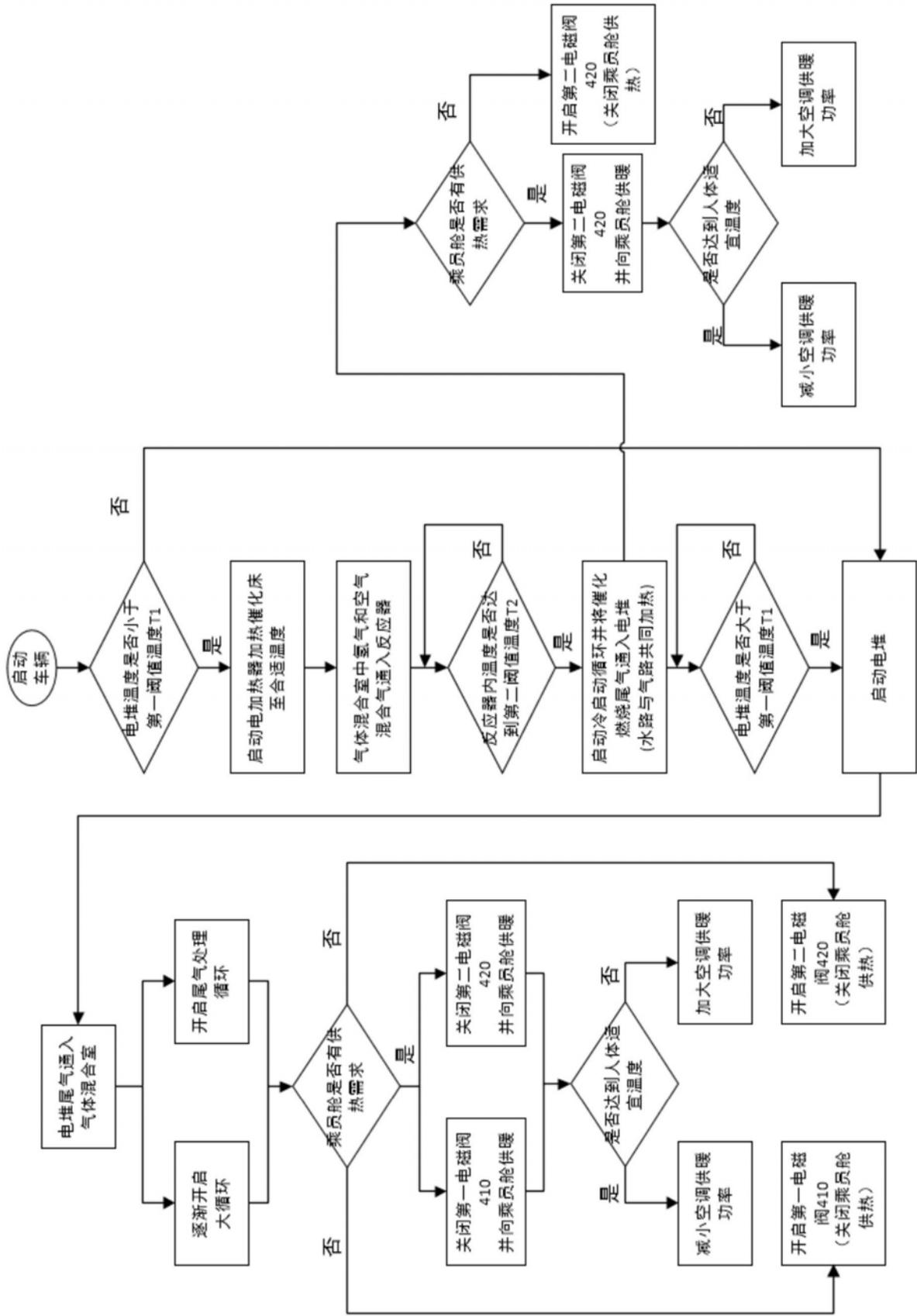


图5