



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109532405 A

(43)申请公布日 2019.03.29

(21)申请号 201910051883.1

(22)申请日 2019.01.21

(71)申请人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街2699号

(72)发明人 闵海涛 张照普 于远彬 蒋俊宇

(74)专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司 22201

代理人 杜森垚

(51) Int. Cl.

B60H 1/00(2006.01)

B60H 1/14(2006.01)

B60L 58/10(2019.01)

B60L 58/26(2019.01)

B60L 58/27(2019.01)

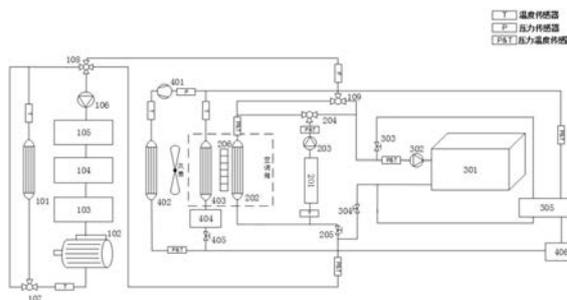
权利要求书4页 说明书9页 附图8页

(54)发明名称

一种电动汽车整车热管理系统及其控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种电动汽车整车热管理系统,包括电机-散热器回路、PTC加热回路、电池组回路以及空调回路;各个回路之间通过阀门、板式换热器实现热传递及热交换,以满足不同工况下,各部件加热冷却的要求。本发明热管理回路中仅使用阀门实现了电机回路、电池回路、PTC回路的互通。本发明同时公开了一种电动汽车整车热管理系统控制方法,采用电池实际工作温度 T_B 与电池标准工作温度 T_0 差值 ΔT_1 ,以及电机出口水温 T_M 与电池实际工作温度 T_B 差值 ΔT_2 作为识别参数,利用模糊控制方法确定合适的回路模式。这种控制方法实现了根据车辆实际情况,实时切换热管理回路模式,最大程度节省电池能耗。



1. 一种电动汽车整车热管理系统,其特征在于,包括电机-散热器回路、PTC加热回路、电池组回路以及空调回路;

所述电机-散热器回路包括依次串联连接的散热器(101)、驱动电机(102)、DC-DC(103)、充电机(104)、电机控制器(105)、第一水泵(106)、第一三通阀(107)、第一四通阀(108)、第二三通阀(109);散热器(101)、驱动电机(102)、DC-DC(103)、充电机(104)、电机控制器(105)、第一水泵(106)依次串联;第一三通阀(107)安装在散热器(101)与驱动电机(102)间设有第一三通阀(107),第一三通阀(107)入口与驱动电机(102)相连,第一三通阀(107)一个出口与散热器(101)相连,第一三通阀(107)另一个出口旁通散热器(101)后直接与第一四通阀(108)相连接;第一四通阀(108)的四个接口依次与第二三通阀(109)、散热器(101)、第一水泵(106)以及回水管路相连接;第二三通阀(109)入口与第一四通阀(108)连接,两出口分别与PTC加热回路中的暖风芯体(202)以及电池组回路中的第三水泵(302)连接;

所述PTC加热回路包括Coolant PTC(201)、第二水泵(203)、暖风芯体(202)、第三三通阀(204)、第三截止阀(205)、鼓风机(206);Coolant PTC(201)、第二水泵(203)、暖风芯体(202)依次串联;第三三通阀(204)安装在第二水泵(203)与暖风芯体(202)间,第三三通阀(204)入口与第二水泵(203)相连,第三三通阀(204)两出口分别与暖风芯体(202)以及电池组回路中的第三水泵(302)相连接;第三截止阀(205)安装在Coolant PTC(201)与电机-散热器回路的回水管路之间;

所述电池组回路包括依次串联的电池组(301)、第三水泵(302)、第二截止阀(303)、板式换热器(305),以及安装在电机-散热器回路的回水管路与电池组(301)之间的第四截止阀(304);

所述空调回路包括压缩机(401)、冷凝器(402)、第一截止阀(405)、热力膨胀阀(404)、蒸发器(403)、电子膨胀阀(406);压缩机(401)、冷凝器(402)、第一截止阀(405)、热力膨胀阀(404)、蒸发器(403)依次串联;电子膨胀阀(406)两端分别接在第一截止阀(405)入口和压缩机(401)入口,同时将所述板式换热器(305)串接在该支路内。

2. 如权利要求1所述的一种电动汽车整车热管理系统的控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1,电动汽车BMS系统检测此时汽车是否与外部充电机连接,若与外部充电机相连接,则进入步骤S2,判断电池电量是否为100%;若未与外部充电机相连接,则进入步骤S4,判断此时电量是否过低;

S2,电动汽车BMS系统判断电池电量是否为100%,若电量为100%,则直接返回;若电量不为100%,则将信号传至热管理控制器,进入步骤S3判断电池充电时热管理回路模式;

S3,依据相应温度传感器,分别得到电池实际工作温度 T_B 、电池标准工作温度 T_0 以及电机出口水温 T_M ,以电池实际工作温度 T_B 与电池标准工作温度 T_0 差值 ΔT_1 ,电机出口水温 T_M 与电池实际工作温度 T_B 差值 ΔT_2 ,及对应相应的隶属函数,依据电池热量需求推理规则,并按重心法解模糊得到此时回路所需热量 Q ,识别电池充电时所对应的热管理回路模式;

S4,判断电池电量是否大于电池最低放电电量20%,若电池电量小于最低放电电量,则表明电池此时不能正常放电,直接返回;若电池电量大于最低放电电量,则将信号传至热管理控制器,进入步骤S5判断电池放电时热管理回路模式;

S5, 依据此时以电池实际工作温度 T_B 与电池标准工作温度 T_0 差值 ΔT_1 , 电机出口水温 T_M 与电池实际工作温度 T_B 差值 ΔT_2 , 及对应相应的隶属函数, 依据电池热量需求推理规则, 并按重心法解模糊得到此时回路所需热量 Q , 识别电池放电时所对应的热管理回路模式。

3. 如权利要求2所述的一种电动汽车整车热管理系统的控制方法, 其特征在于, 所述 ΔT_1 、 ΔT_2 按大小分为5个模糊集: $\ll 0$ (NB)、 < 0 (NS)、 ≈ 0 (Z0)、 > 0 (PS)、 $\gg 0$ (PB), 分别建立相应的隶属函数, 函数中 t_1 至 t_{14} 均为常数, 根据不同电池包及工况具体确定:

$$\mu_{NB} = \begin{cases} 1 & x < t_1 \\ \frac{t_2 - x}{t_2 - t_1} & t_1 \leq x \leq t_2 \\ 0 & x > t_2 \end{cases}$$

$$\mu_{NS} = \begin{cases} \frac{x - t_3}{t_4 - t_3} & t_3 \leq x \leq t_4 \\ \frac{t_5 - x}{t_5 - t_4} & t_4 < x \leq t_5 \\ 0 & x < t_3 \text{ 或 } x > t_5 \end{cases}$$

$$\mu_{Z0} = \begin{cases} \frac{x - t_6}{t_7 - t_6} & t_6 \leq x \leq t_7 \\ 1 & t_7 < x \leq t_8 \\ \frac{t_9 - x}{t_9 - t_8} & t_8 \leq x \leq t_9 \\ 0 & x < t_6 \text{ 或 } x > t_9 \end{cases}$$

$$\mu_{PS} = \begin{cases} \frac{x - t_{10}}{t_{11} - t_{10}} & t_{10} \leq x \leq t_{11} \\ \frac{t_{12} - x}{t_{12} - t_{11}} & t_{11} < x \leq t_{12} \\ 0 & x < t_{10} \text{ 或 } x > t_{12} \end{cases}$$

$$\mu_{PB} = \begin{cases} 0 & x < t_{13} \\ \frac{x - t_{13}}{t_{14} - t_{13}} & t_{13} \leq x \leq t_{14} \\ 1 & x > t_{14} \end{cases}$$

将电池组所需热量 q 作为输出量, 分为5个模糊集: 大加热 (LH)、小加热 (SH)、热量平衡 (EQ)、小散热 (SC)、大散热 (LC), 并估计电池组在不同充放电工况下对热量的需求, 建立相应电池热量需求推理规则库, 通过重心法解模糊, 确定此时电池组的热量需求, 所述重心法是取隶属函数曲线与横坐标所围成面积的重心作为模糊推理的输出值, 重心法公式如下:

$$Q = \frac{\sum_{k=1}^5 \int_{V_k} q \mu_k(q) dq}{\sum_{k=1}^5 \int_{V_k} q_k(q) dq}$$

不同充放电工况下电池热量需求推理规则如下表:

Q		$\Delta T_1 = T_B - T_0$				
		NB	NS	Z0	PS	PB
$\Delta T_2 = T_M - T_B$	NB	LH	LH	EQ	SC	SC
	NS	LH	LH	EQ	SC	SC
	Z0	LH	SH	EQ	SC	LC
	PS	SH	SH	SH	LC	LC
	PB	SH	SH	EQ	LC	LC

4. 如权利要求2所述的一种电动汽车整车热管理系统的控制方法, 其特征在于, 所述步

骤S3识别充电时热管理回路模式：

当 $Q < -0.6$ 时，为极低温充电模式，其循环回路为：第一水泵(106) → 电机控制器(105) → 充电机(104) → DC-DC(103) → 驱动电机(102) → 第一三通阀(107) → 第一四通阀(108) → 第一水泵(106)；第三水泵(302) → 电池组(301) → 第四截止阀(304) → 第三截止阀(205) → Coolant PTC(201) → 第二水泵(203) → 第三三通阀(204) → 第三水泵(302)；

当 $-0.6 < Q < -0.2$ 时，为低温充电模式，其循环回路为：第一水泵(106) → 电机控制器(105) → 充电机(104) → DC-DC(103) → 驱动电机(102) → 第一三通阀(107) → 第一四通阀(108) → 第二三通阀(109) → 第三水泵(302) → 电池组(301) → 第一四通阀(108) → 第一水泵(106)；

当 $-0.2 < Q < 0.2$ 时，为常温充电模式，其循环回路为：第一水泵(106) → 电机控制器(105) → 充电机(104) → DC-DC(103) → 驱动电机(102) → 第一三通阀(107) → 散热器(101) → 第一四通阀(108) → 第一水泵(106)；第三水泵(302) → 电池组(301) → 第二截止阀(303) → 第三水泵(302)；

当 $0.2 < Q < 0.6$ 时，为较高温充电模式，其循环回路为：第一水泵(106) → 电机控制器(105) → 充电机(104) → DC-DC(103) → 驱动电机(102) → 第一三通阀(107) → 散热器(101) → 第一四通阀(108) → 第二三通阀(109) → 第三水泵(302) → 电池组(301) → 第四截止阀(304) → 第一四通阀(108) → 第一水泵(106)；

当 $0.6 < Q$ 时，为高温充电模式，其循环回路为：第一水泵(106) → 电机控制器(105) → 充电机(104) → DC-DC(103) → 驱动电机(102) → 第一三通阀(107) → 散热器(101) → 第一四通阀(108) → 第一水泵(106)；第三水泵(302) → 电池组(301) → 板式换热器(305) → 第二截止阀(303) → 第三水泵(302)；压缩机(401) → 冷凝器(402) → 电子膨胀阀(406) → 板式换热器(305) → 压缩机(401)。

5. 如权利要求2所述的一种电动汽车整车热管理系统的控制方法，其特征在于，所述步骤S5识别放电时热管理回路模式：

当 $Q < -0.6$ 时，为极低温放电模式，其循环回路为：第一水泵(106) → 电机控制器(105) → 充电机(104) → DC-DC(103) → 驱动电机(102) → 第一三通阀(107) → 散热器(101) → 第一四通阀(108) → 第一水泵(106)；第二水泵(203) → 第三三通阀(204) → 暖风芯体(202) → Coolant PTC(201) → 第二水泵(203)；第二水泵(203) → 第三三通阀(204) → 第三水泵(302) → 电池组(301) → 第四截止阀(304) → 第三截止阀(205) → Coolant PTC(201) → 第二水泵(203)；

当 $-0.6 < Q < -0.2$ 时，为较低温放电模式，其循环回路为：第一水泵(106) → 电机控制器(105) → 充电机(104) → DC-DC(103) → 驱动电机(102) → 第一三通阀(107) → 第一四通阀(108) → 第二三通阀(109) → 第三水泵(302) → 电池组(301) → 第四截止阀(304) → 第一四通阀(108) → 第一水泵(106)；第一水泵(106) → 电机控制器(105) → 充电机(104) → DC-DC(103) → 驱动电机(102) → 第一三通阀(107) → 第一四通阀(108) → 第二三通阀(109) → 暖风芯体(202) → 第三截止阀(205) → 第一四通阀(108) → 第一水泵(106)；

当 $-0.2 < Q < 0.2$ 时，为常温放电模式，其循环回路为：第一水泵(106) → 电机控制器(105) → 充电机(104) → DC-DC(103) → 驱动电机(102) → 第一三通阀(107) → 散热器(101) → 第一四通阀(108) → 第一水泵(106)；第三水泵(302) → 电池组(301) → 第二截止阀(303) → 第三

水泵 (302) ;

当 $0.2 < Q < 0.6$ 时,为较高温放电模式,其循环回路为:第一水泵 (106) → 电机控制器 (105) → 充电机 (104) → DC-DC (103) → 驱动电机 (102) → 第一三通阀 (107) → 散热器 (101) → 第一四通阀 (108) → 第二三通阀 (109) → 第三水泵 (302) → 电池组 (301) → 第四截止阀 (304) → 第一四通阀 (108) → 第一水泵 (106) ;

当 $0.6 < Q$ 时,为高温充电模式,其循环回路为:第一水泵 (106) → 电机控制器 (105) → 充电机 (104) → DC-DC (103) → 驱动电机 (102) → 第一三通阀 (107) → 散热器 (101) → 第一四通阀 (108) → 第一水泵 (106) ; 第三水泵 (302) → 电池组 (301) → 板式换热器 (305) → 第二截止阀 (303) → 第三水泵 (302) ; 压缩机 (401) → 冷凝器 (402) → 电子膨胀阀 (406) → 板式换热器 (305) → 压缩机 (401) ; 压缩机 (401) → 冷凝器 (402) → 第一截止阀 (405) → 热力膨胀阀 (404) → 蒸发器 (403) → 压缩机 (401) 。

一种电动汽车整车热管理系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于电动汽车整车热管理技术领域,具体涉及一种电动汽车整车热管理系统。

背景技术

[0002] 电动汽车的出现有效地缓解了能源危机和环境污染,电动汽车节能环保的特点,也使其成为未来汽车发展的趋势。电动汽车中的电池组作为其动力系统的核心部件对汽车性能、续航里程以及整车安全性等都起着决定性作用。而电池组的温度过高过低都会影响其工作性能,因此为满足电动汽车在不同工况下的正常工作,必须进行整车热管理。

[0003] 目前已有的电动汽车整车热管理回路,大多包括电机冷却回路、空调制冷剂回路以及电池组回路。但不同回路间热交换较少(CN105501071A),不能充分利用汽车各部件产生的热量,造成大量的能量浪费;或是可实现回路间热交换,但结构较为复杂,部件数量多(CN108099544A)。在电动汽车热管理回路切换所采用的控制策略上,多用单一的阈值作为判断标准实现热管理回路模式的切换(CN201610070580),而单一精确的阈值过于绝对,不适应复杂多变的电池充放电工况,也可能会造成在两种工况间频繁转换,损害部件寿命。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种能耗降低、控制可靠、工作稳定的电动汽车热管理系统,将现有汽车的各个热管理回路整合为可相互传热的整车热管理系统,从而有效降低电池能耗。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案为:一种电动汽车整车热管理系统,包括电机-散热器回路、PTC加热回路、电池组回路以及空调回路;各个回路之间通过阀门、板式换热器实现热传递及热交换,以满足不同工况下,各部件加热冷却的要求。

[0006] 所述电机-散热器回路包括依次串联连接的散热器101、驱动电机102、DC-DC(103)、充电机104、电机控制器105、第一水泵106、第一三通阀107、第一四通阀108、第二三通阀109;散热器101、驱动电机102、DC-DC(103)、充电机104、电机控制器105、第一水泵106依次串联;第一三通阀107安装在散热器101与驱动电机102间设有第一三通阀107,第一三通阀107入口与驱动电机102相连,第一三通阀107一个出口与散热器101相连,第一三通阀107另一个出口旁通散热器101后直接与第一四通阀108相连接;第一四通阀108的四个接口依次与第二三通阀109、散热器101、第一水泵106以及回水管路相连接;第二三通阀109入口与第一四通阀108连接,两出口分别与PTC加热回路中的暖风芯体202以及电池组回路中的第三水泵302连接;

[0007] 所述PTC加热回路包括Coolant PTC201、第二水泵203、暖风芯体202、第三三通阀204、第三截止阀205、鼓风机206;Coolant PTC201、第二水泵203、暖风芯体202依次串联;第三三通阀204安装在第二水泵203与暖风芯体202间,第三三通阀204入口与第二水泵203相连,第三三通阀204两出口分别与暖风芯体202以及电池组回路中的第三水泵302相连接;第

三截止阀205安装在Coolant PTC201与电机-散热器回路的回水管路之间；

[0008] 所述电池组回路包括依次串联的电池组301、第三水泵302、第二截止阀303、板式换热器305,以及安装在电机-散热器回路的回水管路与电池组301之间的第四截止阀304；

[0009] 所述空调回路包括压缩机401、冷凝器402、第一截止阀405、热力膨胀阀404、蒸发器403、电子膨胀阀406；压缩机401、冷凝器402、第一截止阀405、热力膨胀阀404、蒸发器403依次串联；电子膨胀阀406两端分别接在第一截止阀405入口和压缩机401入口,同时将所述板式换热器305串在该支路内。

[0010] 本发明同时提供一种电动汽车整车热管理系统的控制方法,电动汽车热管理回路模式切换控制策略采用模糊控制,包括以下步骤：

[0011] S1,电动汽车BMS系统检测此时汽车是否与外部充电机连接,若与外部充电机相连接,则进入步骤S2,判断电池电量是否为100%；若未与外部充电机相连接,则进入步骤S4,判断此时电量是否过低；

[0012] S2,电动汽车BMS系统判断电池电量是否为100%,若电量为100%,则直接返回；若电量不为100%,则将信号传至热管理控制器,进入步骤S3判断电池充电时热管理回路模式；

[0013] S3,依据相应温度传感器,分别得到电池实际工作温度 T_B 、电池标准工作温度 T_0 以及电机出口水温 T_M ,以电池实际工作温度 T_B 与电池标准工作温度 T_0 差值 ΔT_1 ,电机出口水温 T_M 与电池实际工作温度 T_B 差值 ΔT_2 ,及对应相应的隶属函数,依据电池热量需求推理规则,并按重心法解模糊得到此时回路所需热量 Q ,识别电池充电时所对应的热管理回路模式；

[0014] S4,判断电池电量是否大于电池最低放电电量20%,若电池电量小于最低放电电量,则表明电池此时不能正常放电,直接返回；若电池电量大于最低放电电量,则将信号传至热管理控制器,进入步骤S5判断电池放电时热管理回路模式；

[0015] S5,依据此时以电池实际工作温度 T_B 与电池标准工作温度 T_0 差值 ΔT_1 ,电机出口水温 T_M 与电池实际工作温度 T_B 差值 ΔT_2 ,及对应相应的隶属函数,依据电池热量需求推理规则,并按重心法解模糊得到此时回路所需热量 Q ,识别电池放电时所对应的热管理回路模式。

[0016] 所述热管理回路模式切换的模糊控制,依据电池实际工作温度 T_B 与电池标准工作温度 T_0 差值 ΔT_1 ,以及电机出口水温 T_M 与电池实际工作温度 T_B 差值 ΔT_2 作为识别参数,将 ΔT_1 、 ΔT_2 按大小分为5个模糊集： $\ll 0$ (NB)、 < 0 (NS)、 ≈ 0 (ZO)、 > 0 (PS)、 $\gg 0$ (PB),分别建立相应的隶属函数,函数中 t_1 至 t_{14} 均为常数,需根据不同电池包及工况具体确定：

$$[0017] \quad \mu_{NB} = \begin{cases} 1 & x < t_1 \\ \frac{t_2 - x}{t_2 - t_1} & t_1 \leq x \leq t_2 \\ 0 & x > t_2 \end{cases} \quad \mu_{NS} = \begin{cases} \frac{x - t_3}{t_4 - t_3} & t_3 \leq x \leq t_4 \\ \frac{t_5 - x}{t_5 - t_4} & t_4 < x \leq t_5 \\ 0 & x < t_3 \text{ 或 } x > t_5 \end{cases}$$

$$[0018] \quad \mu_{Z0} = \begin{cases} \frac{x-t_6}{t_7-t_6} & t_6 \leq x \leq t_7 \\ 1 & t_7 < x \leq t_8 \\ \frac{t_9-x}{t_9-t_8} & t_8 \leq x \leq t_9 \\ 0 & x < t_6 \text{ 或 } x > t_9 \end{cases} \quad \mu_{PS} = \begin{cases} \frac{x-t_{10}}{t_{11}-t_{10}} & t_{10} \leq x \leq t_{11} \\ \frac{t_{12}-x}{t_{12}-t_{11}} & t_{11} < x \leq t_{12} \\ 0 & x < t_{10} \text{ 或 } x > t_{12} \end{cases} \quad \mu_{PB} = \begin{cases} 0 & x < t_{13} \\ \frac{x-t_{13}}{t_{14}-t_{13}} & t_{13} \leq x \leq t_{14} \\ 1 & x > t_{14} \end{cases}$$

[0019] 将电池组所需热量 q 作为输出量,分为5个模糊集:大加热(LH)、小加热(SH)、热量平衡(EQ)、小散热(SC)、大散热(LC),隶属度函数于上述公式类似。并基于已有经验,估计电池组在不同充放电工况下对热量的需求,建立相应电池热量需求推理规则库。通过重心法解模糊,确定此时电池组的热量需求,所述重心法是取隶属函数曲线与横坐标所围成面积的重心作为模糊推理的输出值,重心法公式如下:

$$[0020] \quad Q = \frac{\sum_{k=1}^5 \int_{V_k} q \mu_k(q) dq}{\sum_{k=1}^5 \int_{V_k} q_k(q) dq}$$

[0021] 依据上述解模糊所得输出值,控制各个阀门通断,实现电动汽车充放电时热管理回路模式的切换。

[0022] 所述电动汽车充放电时热管理回路模式具体包括:极低温充电模式、低温充电模式、常温充电模式、较高温充电模式、高温充电模式;极低温放电模式、低温放电模式、较低温放电模式、常温放电模式、高温放电模式。所述充放电时各热管理回路模式表示此时冷却液流向,及可实现的功能。

[0023] 所述极低温充电模式,此时电池组温度过低不能正常充电,PTC加热回路与电池组回路联通,通过Coolant PTC对电池组加热,保证电池能正常充电。同时在电机-散热器回路中旁通散热器,使DC-DC、充电机蓄热,迅速上升至正常工作温度。

[0024] 所述低温充电模式,此时电机-散热器回路与电池组回路联通,利用DC-DC、充电机余热为电池组加热,散热器不工作,保持电池组始终保持在合适温度,提高充电效率。

[0025] 所述常温充电模式,此时电机-散热器回路中,利用散热器给DC-DC、充电机散热。电池组回路自循环。

[0026] 所述较高温充电模式,此时电机-散热器回路与电池组回路联通,散热器、DC-DC、充电机、电池组串联,同时利用散热器给各部件散热冷却,保证电池组在合适温度充电。

[0027] 所述高温充电模式,此时电机-散热器回路中,利用散热器为DC-DC、充电机散热。空调回路与电池组回路通过板式换热器进行热交换,利用空调为电池散热。

[0028] 所述极低温放电模式,此时利用Coolant PTC加热冷却液,通过三通阀分别流入乘员舱和电池组为其升温。同时在电机-散热器回路中旁通散热器,使电机温度尽快上升至合适温度。

[0029] 所述较低温放电模式,此时电机-散热器回路与电池组回路串联,电机余热可通过三通阀分流,热的冷却液分别流入乘员舱和电池组为其加热。

[0030] 所述常温放电模式,此时电机-散热器回路中,利用散热器给DC-DC、充电机散热。电池组回路自循环,乘员舱无需制热制冷。

[0031] 所述较高温放电模式,此时将电机-散热器回路、电池组回路串联连接,利用同一散热器为驱动电机和电池组冷却,保持两者温度保持在合适的工作温度。此时乘员舱仍无需制热制冷。

[0032] 所述高温放电模式,此时电机-散热器回路中,利用散热器给驱动电机散热,但散热器已无法满足电池组散热要求。因此空调回路与电池组回路通过板式换热器换热,带走电池组热量,以保持电池组维持在合适工作温度。

[0033] 本发明的有益效果在于:

[0034] 1、本发明热管理回路中仅使用阀门实现了电机回路、电池回路、PTC回路的互通。仅有一个Coolant PTC和一个散热器可供不同回路使用,一定程度上简化回路结构、降低成本;

[0035] 2、本发明热管理回路中可将散热器旁通,避免了不必要的电机散热,可充分利用电机余热为电池组、乘员舱加热,减少电池能耗,增加汽车续航里程;

[0036] 3、采用电池实际工作温度 T_B 与电池标准工作温度 T_0 差值 ΔT_1 ,以及电机出口水温 T_M 与电池实际工作温度 T_B 差值 ΔT_2 作为识别参数,利用模糊控制方法确定合适的回路模式。这种控制方法实现了根据车辆实际情况,实时切换热管理回路模式,最大程度节省电池能耗。

附图说明

[0037] 图1为电动汽车整车热管理系统

[0038] 图2为 $\Delta T_1 (T_B - T_0)$ 隶属函数

[0039] 图3为 $\Delta T_2 (T_M - T_B)$ 隶属函数

[0040] 图4为电池热量需求 q 隶属函数

[0041] 图5为热管理模式判断程序的流程图

[0042] 图6为极低温充电模式回路图

[0043] 图7为低温充电模式回路图

[0044] 图8为常温充电模式回路图

[0045] 图9为较高温充电模式回路图

[0046] 图10为高温充电模式回路图

[0047] 图11为极低温放电模式回路图

[0048] 图12为较低温放电模式回路图

[0049] 图13为常温放电模式回路图

[0050] 图14为较高温放电模式回路图

[0051] 图15为高温放电模式回路图

具体实施方式

[0052] 本发明所描述的电动汽车热管理系统在不同充放电工况时,有不同的循环回路。下面结合附图对发明的具体实施方式进行详细说明。

[0053] 请参阅图1,实例出本发明所述的一种电动汽车整车热管理系统,包括四个回路,分别为电机-散热器回路、PTC加热回路、电池组回路以及空调回路。各个回路之间通过阀

门、换热器实现热传递及热交换。

[0054] 其中电机-散热器回路包括:散热器101、驱动电机102、DC-DC (103)、充电机104、电机控制器105、第一水泵106,依次串联连接。在散热器101与驱动电机102间加装第一三通阀107,其入口与驱动电机102相连;出口与散热器101相连,再接到第一四通阀108;另一出口旁通散热器101,直接与第一四通阀108相连接。第一四通阀108的四个接口依次与第二三通阀109、散热器101、第一水泵106以及回水管路相连接。第二三通阀109入口与第一四通阀108连接,两出口分别与暖风芯体202、第三水泵302连接。电机-散热器回路中通过第一四通阀108实现回路自循环或与其他回路热交换;通过第一三通阀107流向控制散热器旁通与否;通过第二三通阀109将来自电机-散热器回路的热冷却液导入乘员舱或电池组。

[0055] 其中PTC加热回路包括:Coolant PTC201、第二水泵203、暖风芯体202,依次串联连接。在第二水泵203与暖风芯体202间加装第三三通阀204,其入口与第二水泵203相连,两出口分别与暖风芯体202和第三水泵302相连接。第三截止阀205加装在Coolant PTC201与回水管路之间。PTC加热回路中的热冷却液经第三三通阀204可流经暖风芯体202,并通过鼓风机206将热吹入乘员舱;也可流入电池组回路,为电池组加热。

[0056] 其中电池组回路包括:电池组301、第三水泵302、第二截止阀303、板式换热器305,依次串联连接。第四截止阀304加装在回水管路与电池组301之间。

[0057] 电池组回路通过第二截止阀303通断控制冷却液在回路内自循环或与其他回路热交换。

[0058] 其中空调回路包括:压缩机401、冷凝器402、第一截止阀405、热力膨胀阀404、蒸发器403,依次串联连接。电子膨胀阀406两端分别接在第一截止阀405入口和压缩机401入口,同时将板式换热器305串在该支路内。空调回路与电池组回路通过板式换热器305进行热交换,实现电池组冷却。通过蒸发器403实现乘员舱降温。

[0059] 其中电机-散热器回路与PTC加热回路通过第一四通阀108、第二三通阀109、第三截止阀205实现热传递。电机-散热器回路与电池组回路通过第一四通阀108、第二三通阀109、第四截止阀304实现热传递。PTC加热回路与电池组回路通过第三三通阀204、第三截止阀205、第四截止阀304实现热传递。

[0060] 作为具体实现以上热管理回路模式切换模糊控制策略的一例,电池实际工作温度 T_B 与电池标准工作温度 T_0 差值 ΔT_1 ,以及电机出口水温 T_M 与电池实际工作温度 T_B 差值 ΔT_2 , ΔT_1 、 ΔT_2 按大小分为5个模糊集: $\ll 0$ (NB)、 < 0 (NS)、 ≈ 0 (ZO)、 > 0 (PS)、 $\gg 0$ (PB)。分别建立相应的隶属函数,函数中 t_1 至 t_{14} 均为常数,需根据不同电池包及工况具体确定:

$$[0061] \quad \mu_{NB} = \begin{cases} 1 & x < t_1 \\ \frac{t_2 - x}{t_2 - t_1} & t_1 \leq x \leq t_2 \\ 0 & x > t_2 \end{cases} \quad \mu_{NS} = \begin{cases} \frac{x - t_3}{t_4 - t_3} & t_3 \leq x \leq t_4 \\ \frac{t_5 - x}{t_5 - t_4} & t_4 < x \leq t_5 \\ 0 & x < t_3 \text{ 或 } x > t_5 \end{cases}$$

$$[0062] \quad \mu_{z_0} = \begin{cases} \frac{x-t_6}{t_7-t_6} & t_6 \leq x \leq t_7 \\ 1 & t_7 < x \leq t_8 \\ \frac{t_9-x}{t_9-t_8} & t_8 \leq x \leq t_9 \\ 0 & x < t_6 \text{ 或 } x > t_9 \end{cases} \quad \mu_{ps} = \begin{cases} \frac{x-t_{10}}{t_{11}-t_{10}} & t_{10} \leq x \leq t_{11} \\ \frac{t_{12}-x}{t_{12}-t_{11}} & t_{11} < x \leq t_{12} \\ 0 & x < t_{10} \text{ 或 } x > t_{12} \end{cases} \quad \mu_{pb} = \begin{cases} 0 & x < t_{13} \\ \frac{x-t_{13}}{t_{14}-t_{13}} & t_{13} \leq x \leq t_{14} \\ 1 & x > t_{14} \end{cases}$$

[0063] 本实施例中对应隶属函数表达式如下,其图像分别如图2、3所示。

$$[0064] \quad \Delta T_1 = \begin{cases} \mu_{NB} = \begin{cases} 1 & x < -25 \\ \frac{15+x}{10} & -25 \leq x \leq -15 \\ 0 & x > -15 \end{cases} & \mu_{NS} = \begin{cases} \frac{x+25}{10} & -25 \leq x \leq -15 \\ \frac{5+x}{10} & -15 < x \leq -5 \\ 0 & x < -25 \text{ 或 } x > -5 \end{cases} \\ \mu_{z_0} = \begin{cases} \frac{x+10}{3} & -10 \leq x \leq -7 \\ 1 & -7 < x \leq 7 \\ \frac{10-x}{3} & 7 \leq x \leq 10 \\ 0 & x < -10 \text{ 或 } x > 10 \end{cases} & \mu_{ps} = \begin{cases} \frac{x-5}{10} & 5 \leq x \leq 15 \\ \frac{25-x}{10} & 15 < x \leq 25 \\ 0 & x < 5 \text{ 或 } x > 25 \end{cases} & \mu_{pb} = \begin{cases} 0 & x < 15 \\ \frac{x-15}{10} & 15 \leq x \leq 25 \\ 1 & x > 25 \end{cases} \end{cases}$$

$$[0065] \quad \Delta T_2 = \begin{cases} \mu_{NB} = \begin{cases} 1 & x < -20 \\ \frac{10+x}{10} & -20 \leq x \leq -10 \\ 0 & x > -10 \end{cases} & \mu_{NS} = \begin{cases} \frac{x+20}{10} & -20 \leq x \leq -10 \\ \frac{x}{10} & -10 < x \leq 0 \\ 0 & x < -20 \text{ 或 } x > 0 \end{cases} \\ \mu_{z_0} = \begin{cases} \frac{x+10}{10} & -10 \leq x \leq 0 \\ \frac{10-x}{10} & 0 \leq x \leq 10 \\ 0 & x < -10 \text{ 或 } x > 10 \end{cases} & \mu_{ps} = \begin{cases} \frac{x}{10} & 0 \leq x \leq 10 \\ \frac{20-x}{10} & 10 < x \leq 20 \\ 0 & x < 0 \text{ 或 } x > 20 \end{cases} & \mu_{pb} = \begin{cases} 0 & x < 10 \\ \frac{x-10}{10} & 10 \leq x \leq 20 \\ 1 & x > 20 \end{cases} \end{cases}$$

[0066] 电池热量需求也分为5个模糊集:大加热(LH)、小加热(SH)、热量平衡(EQ)、小散热(SC)、大散热(LC)。本实施例中,对应隶属函数表达式如下,其图像如图4所示。

$$[0067] \quad q = \begin{cases} \mu_{LC} = \begin{cases} 1 & x < -0.7 \\ \frac{0.5+x}{0.2} & -0.7 \leq x \leq -0.5 \\ 0 & x > -0.5 \end{cases} & \mu_{SC} = \begin{cases} \frac{x+0.7}{0.3} & -0.7 \leq x \leq -0.4 \\ \frac{x}{0.4} & -0.4 < x \leq 0 \\ 0 & x < -0.7 \text{ 或 } x > 0 \end{cases} \\ \mu_{EQ} = \begin{cases} \frac{x+0.3}{0.3} & -0.3 \leq x \leq 0 \\ \frac{0.3-x}{0.3} & 0 \leq x \leq 0.3 \\ 0 & x < -0.3 \text{ 或 } x > 0.3 \end{cases} & \mu_{SH} = \begin{cases} \frac{x-0.1}{0.3} & 0.1 \leq x \leq 0.4 \\ \frac{0.7-x}{0.3} & 0.4 < x \leq 0.7 \\ 0 & x < 0 \text{ 或 } x > 0.7 \end{cases} & \mu_{LH} = \begin{cases} 0 & x < 0.5 \\ \frac{x-0.5}{0.2} & 0.5 \leq x \leq 0.7 \\ 1 & x > 0.7 \end{cases} \end{cases}$$

[0068] 并基于已有经验,估计电池组在不同充放电工况下对热量的需求,建立相应电池热量需求推理规则库,通过重心法解模糊,确定此时电池组的热量需求,所述重心法是取隶属函数曲线与横坐标所围成面积的重心作为模糊推理的输出值,重心法公式如下:

$$[0069] \quad Q = \frac{\sum_{k=1}^s \int_{V_k} q \mu_k(q) dq}{\sum_{k=1}^s \int_{V_k} q_k(q) dq}$$

[0070] 依据上述解模糊所得输出值,控制各个阀门通断,实现电动汽车充放电时热管理回路模式的切换。

[0071] 不同充放电工况下电池热量需求推理规则如表1所示,本控制策略实例的控制程序流程图如图5所示,该程序适时地被读出并以规定间隔反复被执行,以满足电动汽车热管理回路模式实时切换的需求。

[0072] 表1模糊推理规则

Q		$\Delta T_1 = T_B - T_0$					
		NB	NS	Z0	PS	PB	
[0073]	NB	LH	LH	EQ	SC	SC	
	NS	LH	LH	EQ	SC	SC	
	$\Delta T_2 = T_M - T_B$	Z0	LH	SH	EQ	SC	LC
	PS	SH	SH	SH	LC	LC	
	PB	SH	SH	EQ	LC	LC	

[0074] 具体程序说明如下:

[0075] 在S1中,电动汽车BMS系统检测此时汽车是否与外部充电机连接。若与外部充电机相连接,则此时判断电池电量是否为100%;若未与外部充电机相连接,则判断此时电量是否过低。

[0076] 在S2中,电动汽车BMS系统判断电池电量是否为100%。若电量为100%,则直接返

回;若电量不为100%,则将信号传至热管理控制器,进入S3判断电池充电时热管理回路模式。

[0077] 在S3中,依据相应温度传感器,分别得到电池实际工作温度 T_B 、电池标准工作温度 T_0 以及电机出口水温 T_M 。计算电池实际工作温度 T_B 与电池标准工作温度 T_0 差值 ΔT_1 和电机出口水温 T_M 与电池实际工作温度 T_B 差值 ΔT_2 ,及对应相应的隶属函数。依据电池热量需求推理规则,并按重心法解模糊得到此时回路所需热量 Q ,对应相应的充电时热管理回路模式。

[0078] 当 $Q < -0.6$ 时,此时为极低温充电模式,其循环回路请参阅图6:第一水泵106→电机控制器105→充电机104→DC-DC (103) →驱动电机102→第一三通阀107→第一四通阀108→第一水泵106;第三水泵302→电池组301→第四截止阀304→第三截止阀205→Coolant PTC201→第二水泵203→第三三通阀204→第三水泵302。

[0079] 当 $-0.6 < Q < -0.2$ 时,此时为低温充电模式,其循环回路请参阅图7:第一水泵106→电机控制器105→充电机104→DC-DC (103) →驱动电机102→第一三通阀107→第一四通阀108→第二三通阀109→第三水泵302→电池组301→第一四通阀108→第一水泵106。

[0080] 当 $-0.2 < Q < 0.2$ 时,此时为常温充电模式,其循环回路请参阅图8:第一水泵106→电机控制器105→充电机104→DC-DC (103) →驱动电机102→第一三通阀107→散热器101→第一四通阀108→第一水泵106;第三水泵302→电池组301→第二截止阀303→第三水泵302。

[0081] 当 $0.2 < Q < 0.6$ 时,此时为较高温充电模式,其循环回路请参阅图9:第一水泵106→电机控制器105→充电机104→DC-DC (103) →驱动电机102→第一三通阀107→散热器101→第一四通阀108→第二三通阀109→第三水泵302→电池组301→第四截止阀304→第一四通阀108→第一水泵106。

[0082] 当 $0.6 < Q$ 时,此时为高温充电模式,其循环回路请参阅图10:第一水泵106→电机控制器105→充电机104→DC-DC (103) →驱动电机102→第一三通阀107→散热器101→第一四通阀108→第一水泵106;第三水泵302→电池组301→板式换热器305→第二截止阀303→第三水泵302;压缩机401→冷凝器402→电子膨胀阀406→板式换热器305→压缩机401。

[0083] 在S4中,判断电池电量是否大于电池最低放电电量20%。若电池电量小于最低放电电量,则表明电池此时不能正常放电,直接返回;若电池电量大于最低放电电量,则将信号传至热管理控制器,进入S5判断电池放电时热管理回路模式。

[0084] 在S5中,同理于S3,依据此时 ΔT_1 、 ΔT_2 ,采用模糊控制识别电池放电时所对应的热管理回路模式。所述放电时热管理回路模式是实例的一种。同时可根据车内实际温度,关闭现有回路模式中乘员舱内制冷制热功能,或额外开启空调系统、Coolant PTC为舱内制冷制热。

[0085] 当 $Q < -0.6$ 时,此时为极低温放电模式,其循环回路请参阅图11:第一水泵106→电机控制器105→充电机104→DC-DC (103) →驱动电机102→第一三通阀107→散热器101→第一四通阀108→第一水泵106;第二水泵203→第三三通阀204→暖风芯体202→Coolant PTC201→第二水泵203;第二水泵203→第三三通阀204→第三水泵302→电池组301→第四截止阀304→第三截止阀205→Coolant PTC201→第二水泵203。

[0086] 当 $-0.6 < Q < -0.2$ 时,此时为较低温放电模式,其循环回路请参阅图12:第一水泵106→电机控制器105→充电机104→DC-DC (103) →驱动电机102→第一三通阀107→第一四通阀108→第二三通阀109→第三水泵302→电池组301→第四截止阀304→第一四通阀108→

第一水泵106;第一水泵106→电机控制器105→充电器104→DC-DC (103) →驱动电机102→第一三通阀107→第一四通阀108→第二三通阀109→暖风芯体202→第三截止阀205→第一四通阀108→第一水泵106。

[0087] 当 $-0.2 < Q < 0.2$ 时,此时为常温放电模式,其循环回路请参阅图13:第一水泵106→电机控制器105→充电器104→DC-DC (103) →驱动电机102→第一三通阀107→散热器101→第一四通阀108→第一水泵106;第三水泵302→电池组301→第二截止阀303→第三水泵302。

[0088] 当 $0.2 < Q < 0.6$ 时,此时为较高温放电模式,其循环回路请参阅图14:第一水泵106→电机控制器105→充电器104→DC-DC (103) →驱动电机102→第一三通阀107→散热器101→第一四通阀108→第二三通阀109→第三水泵302→电池组301→第四截止阀304→第一四通阀108→第一水泵106。

[0089] 当 $0.6 < Q$ 时,此时为高温充电模式,其循环回路请参阅图15:第一水泵106→电机控制器105→充电器104→DC-DC (103) →驱动电机102→第一三通阀107→散热器101→第一四通阀108→第一水泵106;第三水泵302→电池组301→板式换热器305→第二截止阀303→第三水泵302;压缩机401→冷凝器402→电子膨胀阀406→板式换热器305→压缩机401;压缩机401→冷凝器402→第一截止阀405→热力膨胀阀404→蒸发器403→压缩机401。

[0090] 上述仅为对本发明较佳的实施例说明,上述技术特征可以任意组合形成多个本发明的实施例方案。

[0091] 上面结合附图对本发明进行了示例性描述,显然本发明具体实现并不受上述方式的限制,只要采用了本发明的构思和技术方案进行的各种非实质性的改进,或未经改进将本发明的构思和技术方案直接应用于其它场合的,均在本发明的保护范围之内。

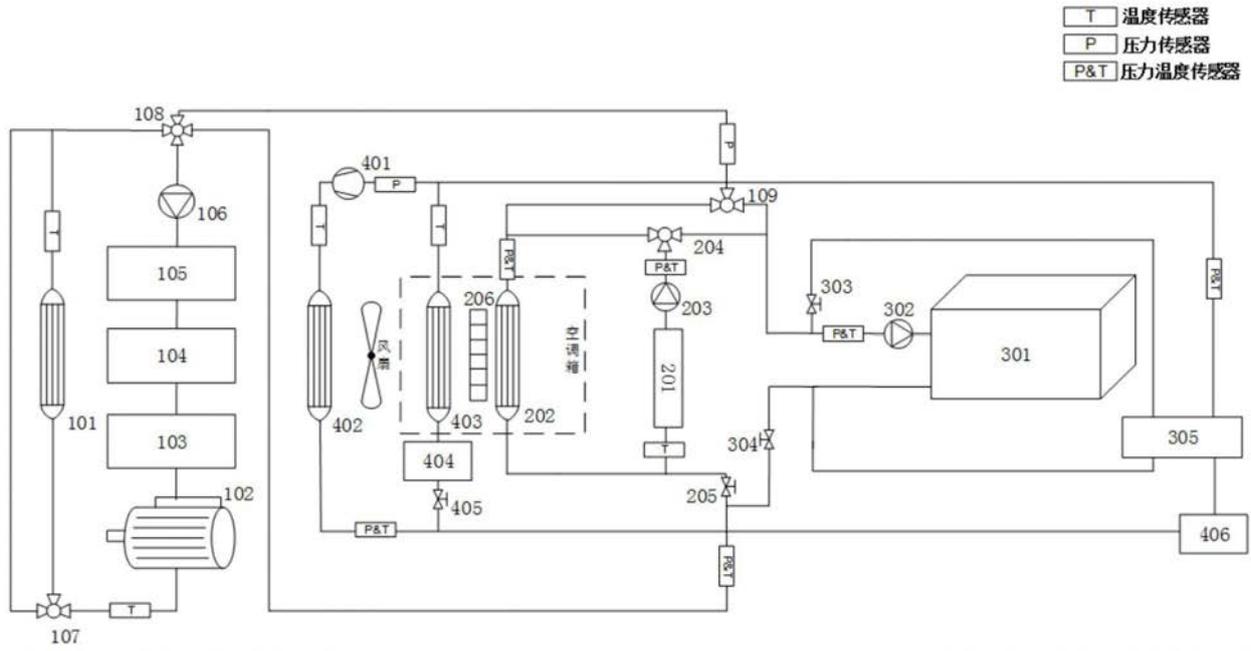


图1

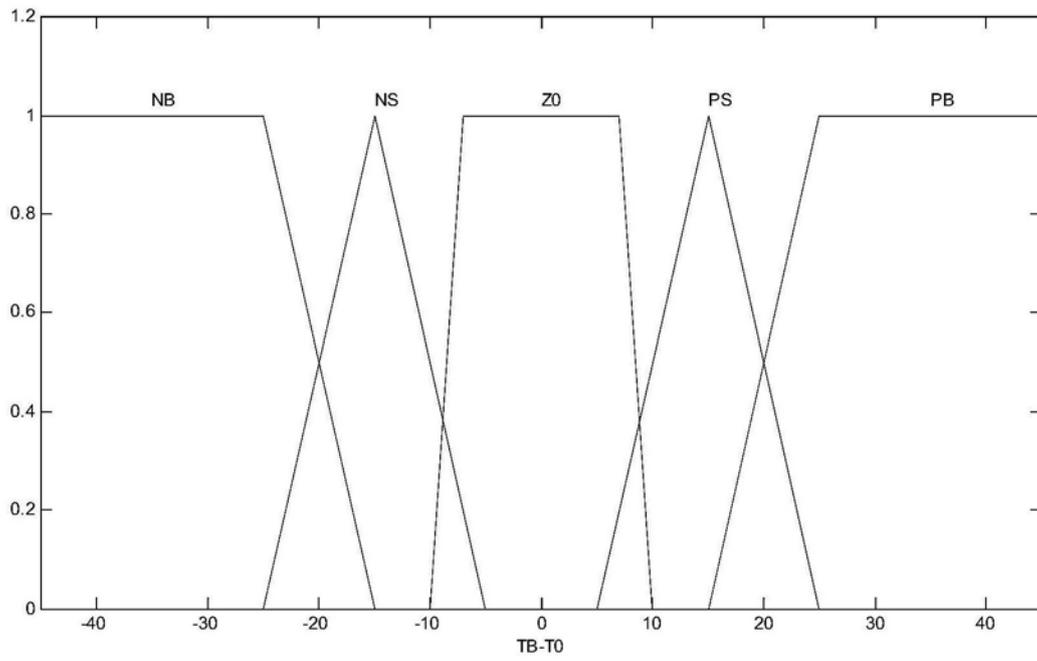


图2

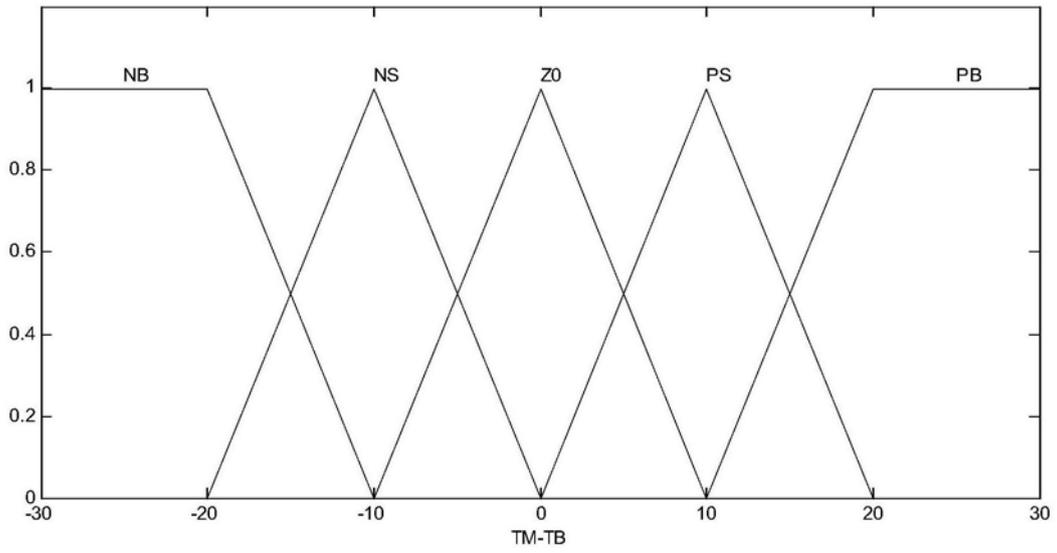


图3

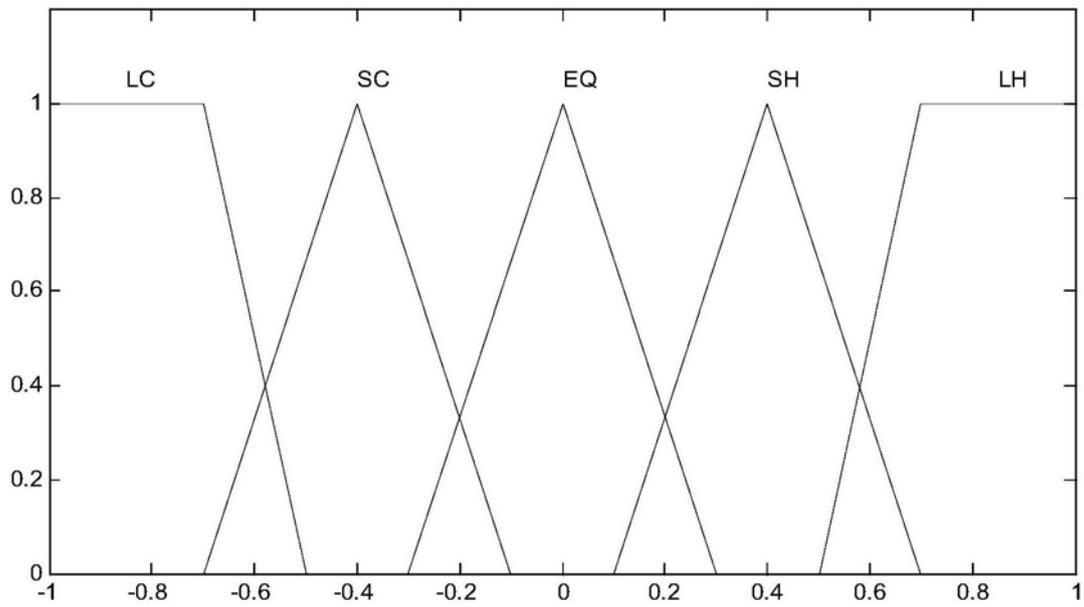


图4

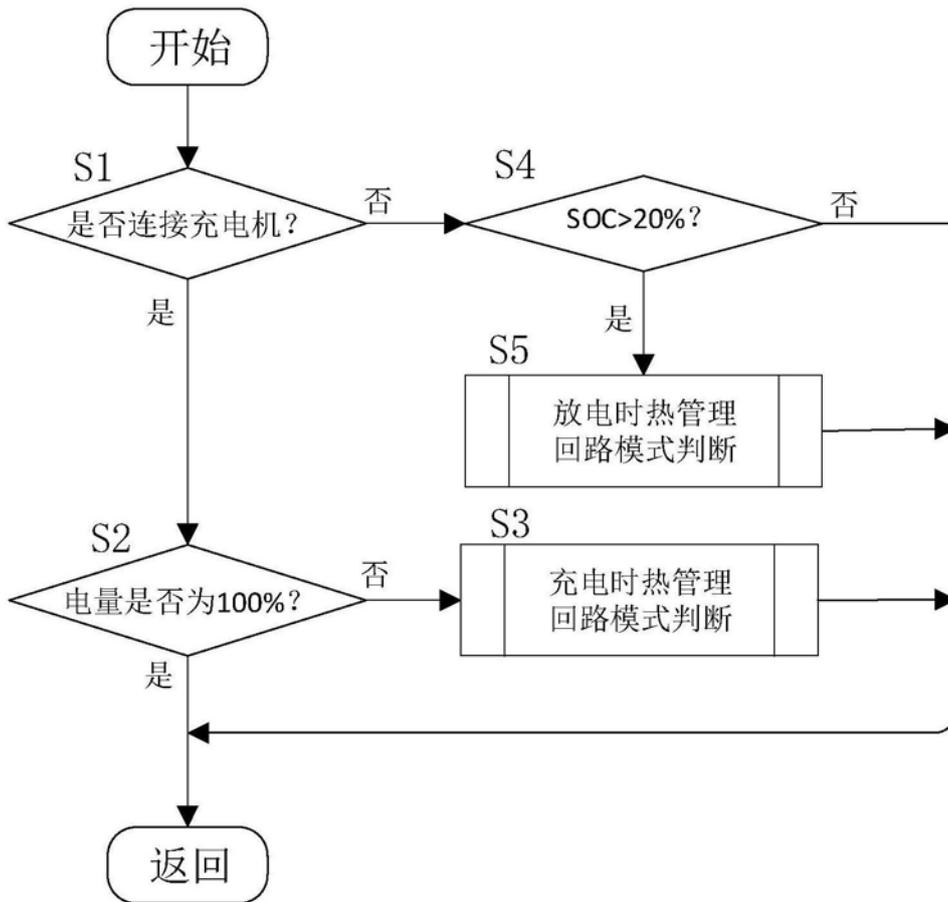


图5

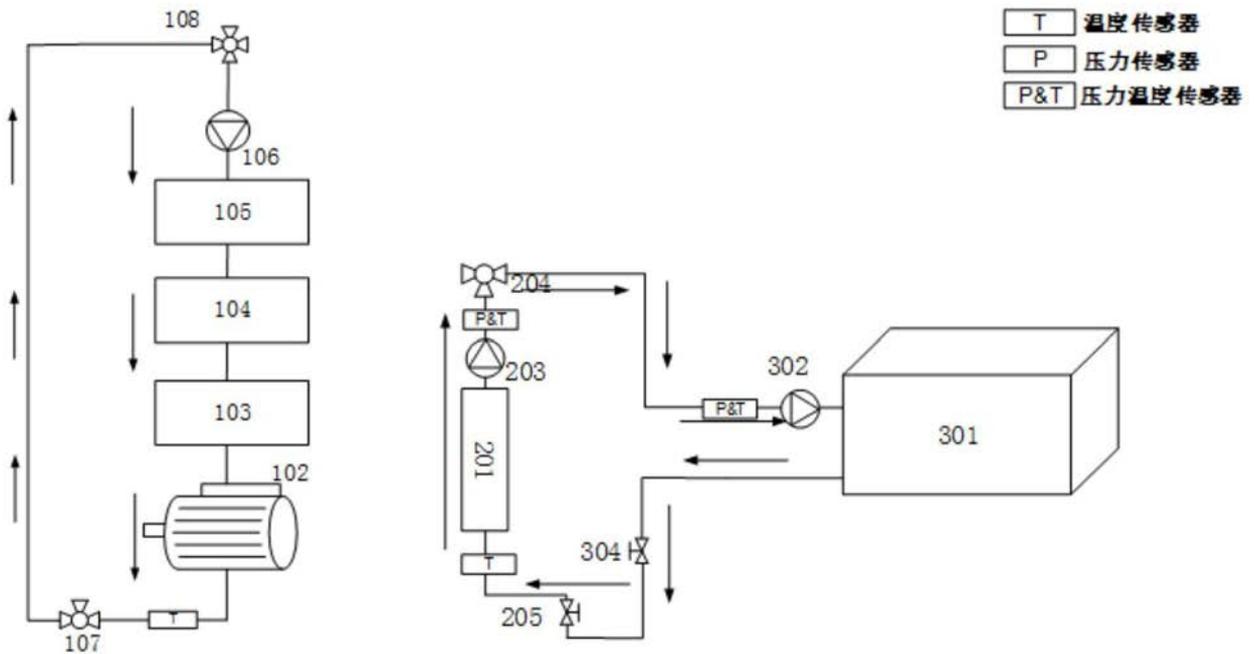


图6

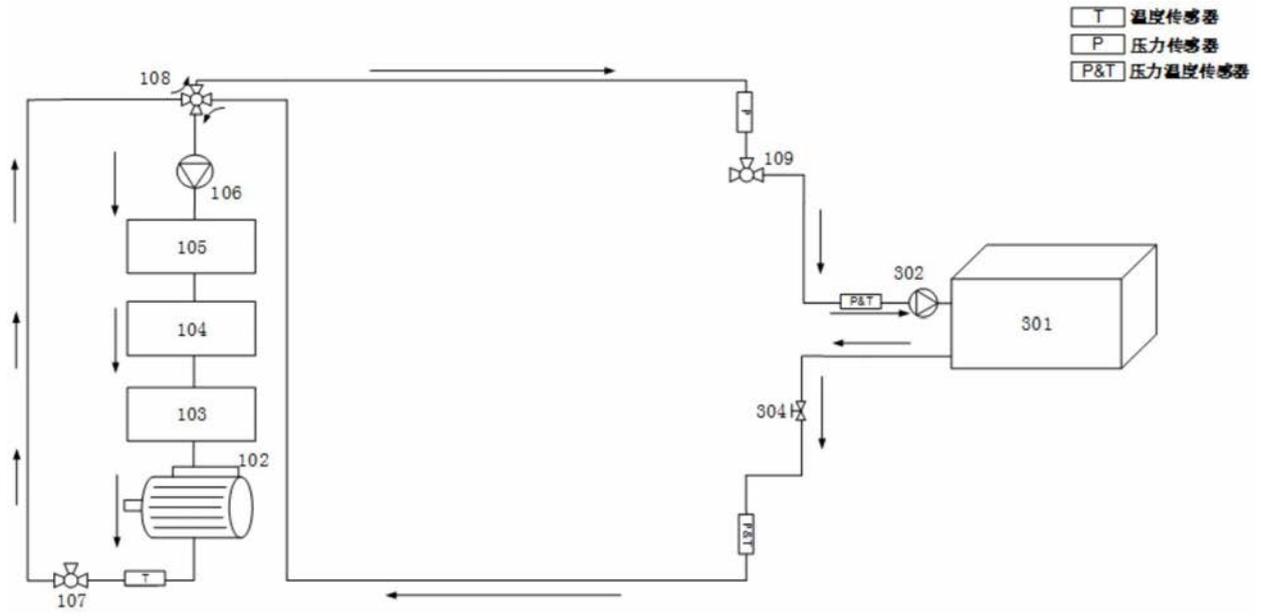


图7

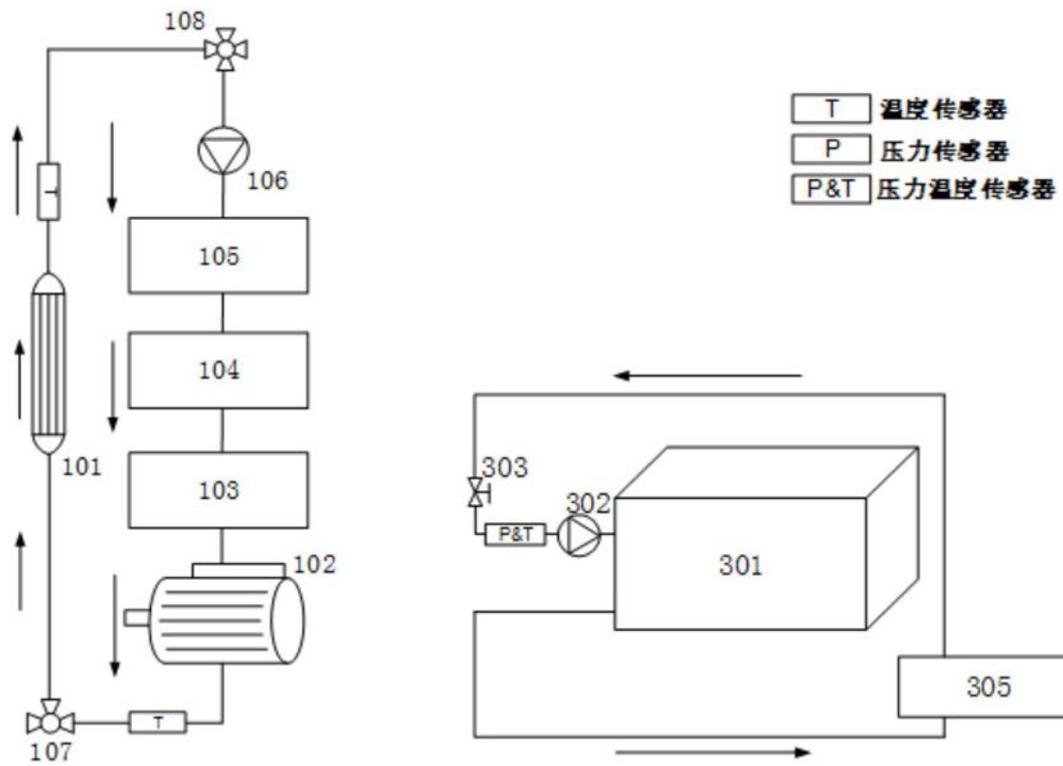


图8

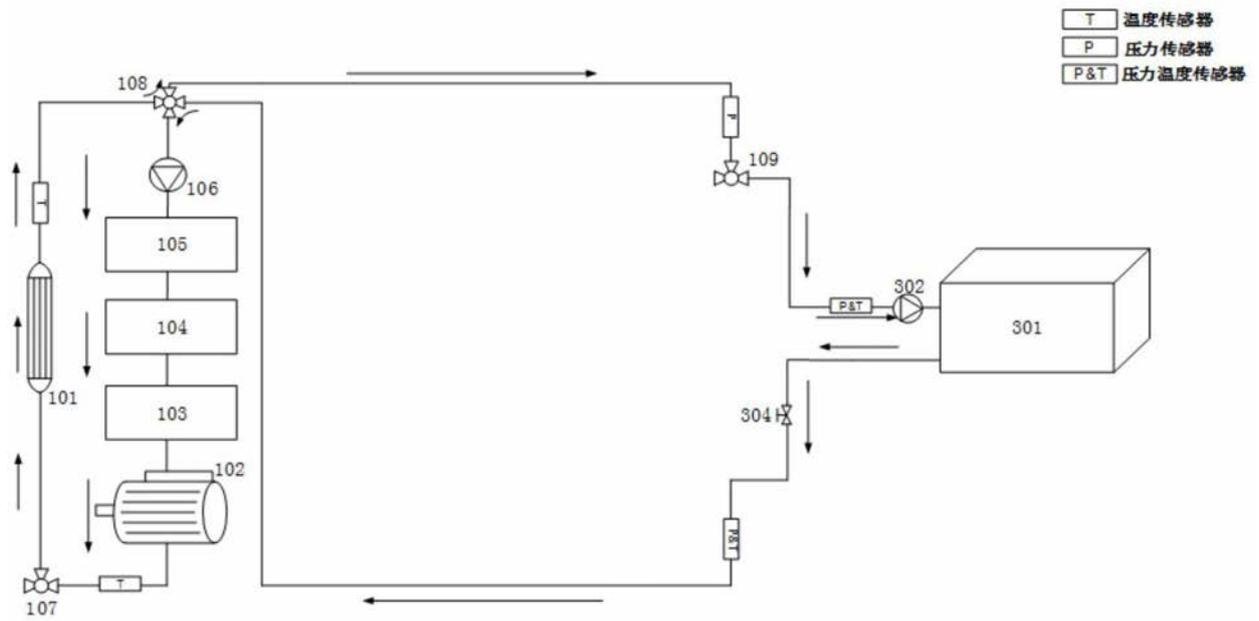


图9

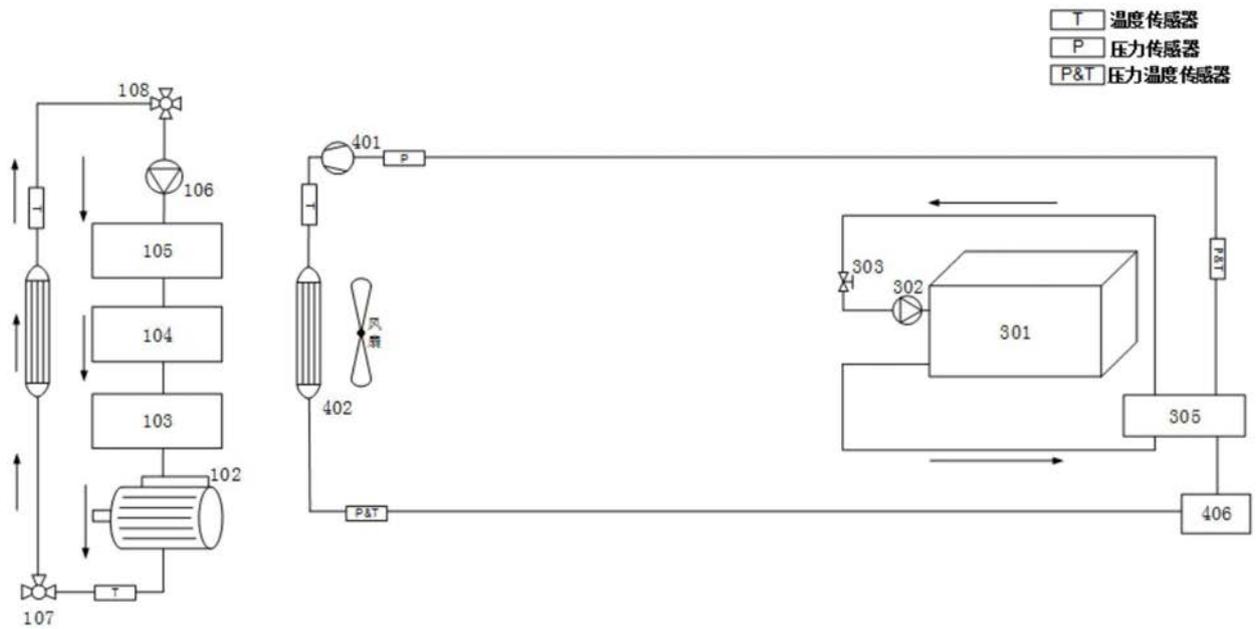


图10

- T 温度传感器
- P 压力传感器
- P&T 压力温度传感器

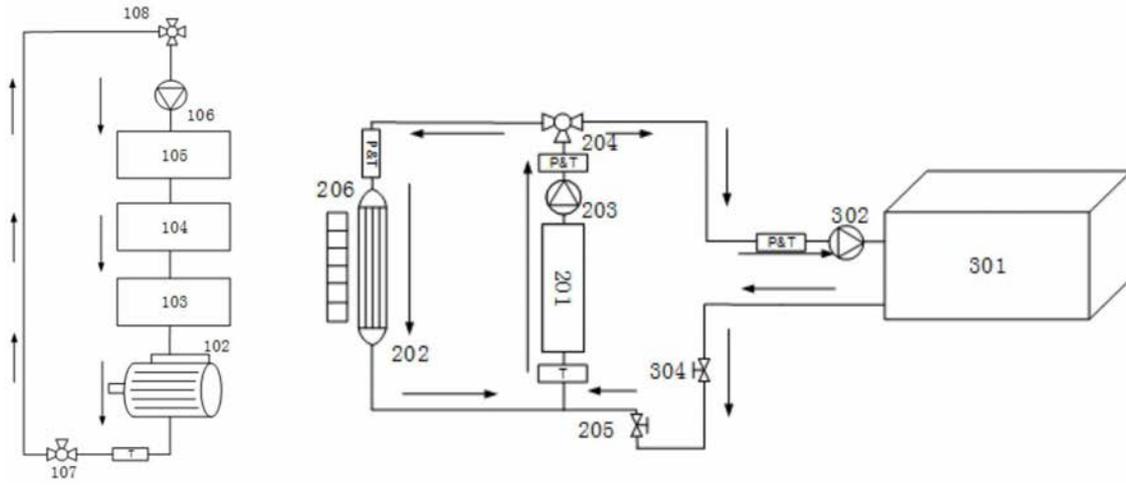


图11

- T 温度传感器
- P 压力传感器
- P&T 压力温度传感器

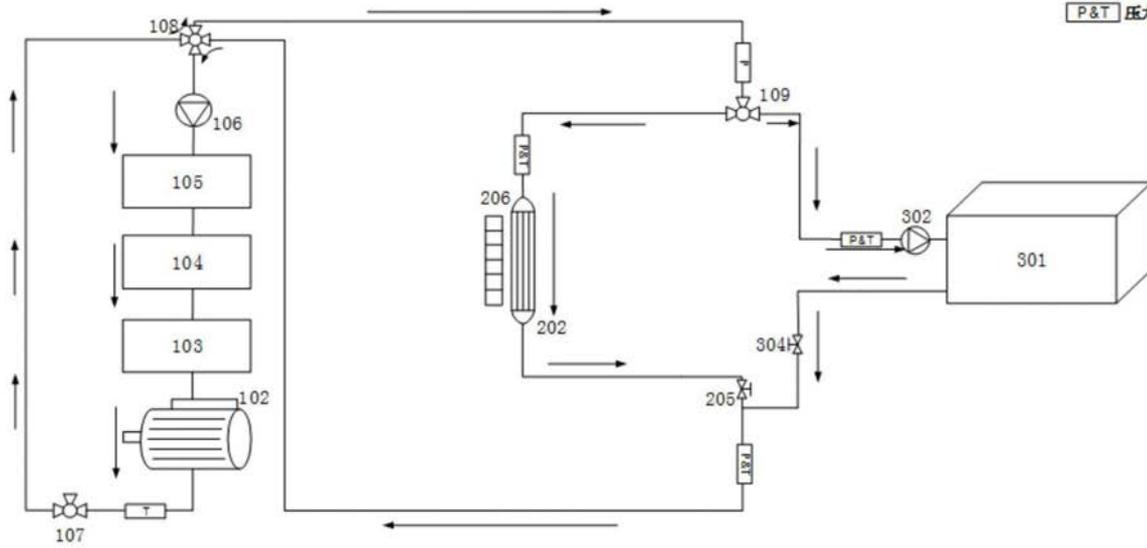


图12

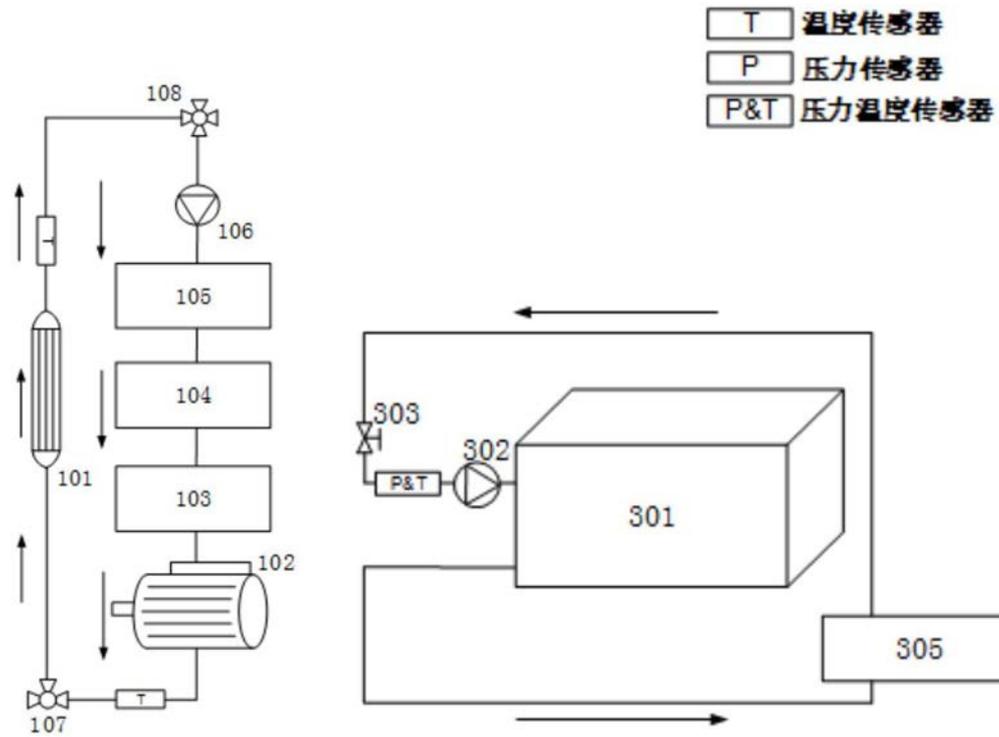


图13

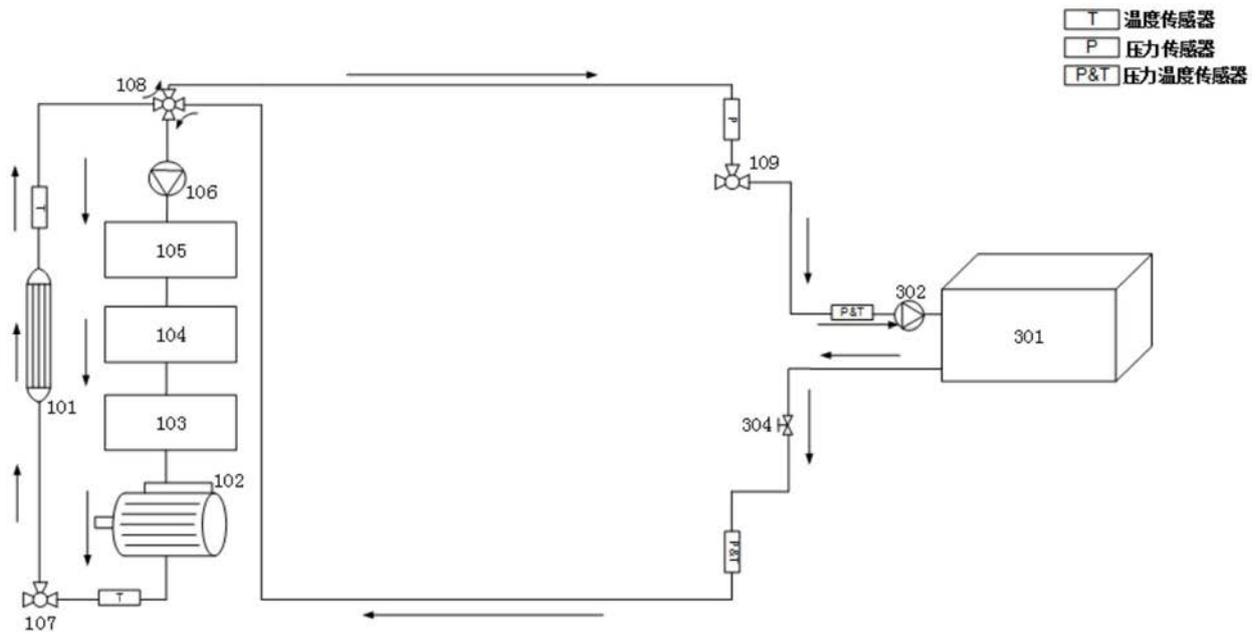


图14

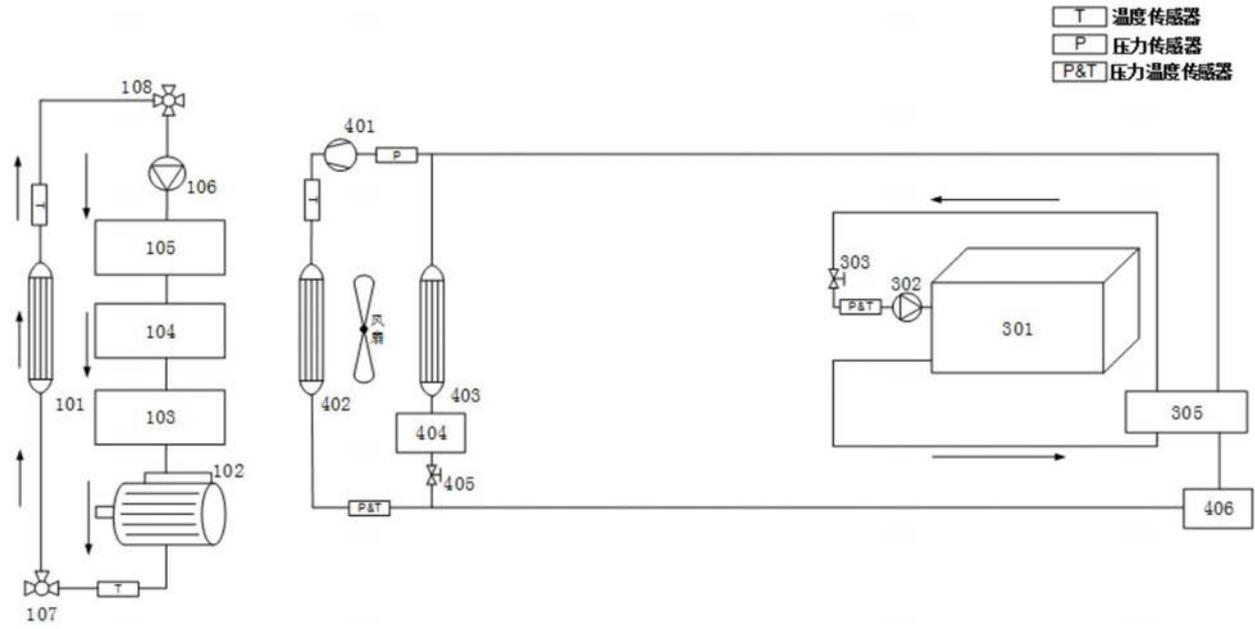


图15