



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112046241 A

(43) 申请公布日 2020. 12. 08

(21) 申请号 202010817589.X

H01M 10/625 (2014.01)

(22) 申请日 2020.08.14

H01M 10/663 (2014.01)

H01M 10/63 (2014.01)

(71) 申请人 珠海格力电器股份有限公司

地址 519070 广东省珠海市前山金鸡西路

(72) 发明人 于艳翠 赵桓 沈军

(74) 专利代理机构 北京煦润律师事务所 11522

代理人 张宗涛 梁永芳

(51) Int. Cl.

B60H 1/00 (2006.01)

B60H 1/06 (2006.01)

B60K 1/00 (2006.01)

B60K 11/04 (2006.01)

B60L 58/26 (2019.01)

H01M 10/613 (2014.01)

H01M 10/615 (2014.01)

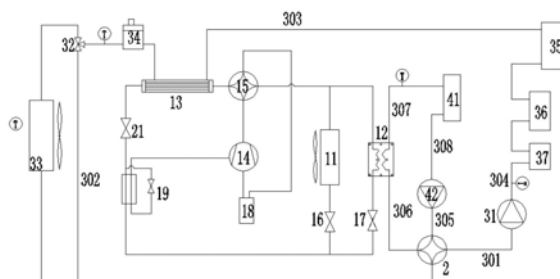
权利要求书6页 说明书14页 附图6页

(54) 发明名称

热管理系统及其控制方法、电动汽车

(57) 摘要

本发明提供一种热管理系统及其控制方法、电动汽车,热管理系统包括车厢制冷剂循环子系统、电池载冷剂循环子系统、电机载冷剂循环子系统,电池载冷剂循环子系统通过第二换热器与车厢制冷剂循环子系统形成热交换,电机载冷剂循环子系统通过第三换热器与车厢制冷剂循环子系统形成热交换,电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统的管路通过第一四通阀形成可贯通连接,三通阀通过第二制冷剂管路能够将车外换热器旁通。根据本发明的一种热管理系统及其控制方法、电动汽车,能够充分利用电机及电池余热补偿低温工况下车厢制热能力的不足,另一方面还能够提升电池控温的精度及速度,提高电池能效降低电池温差。



1. 一种热管理系统,其特征在于,包括车厢制冷剂循环子系统、电池载冷剂循环子系统、电机载冷剂循环子系统,其中,所述车厢制冷剂循环子系统包括管路并联的第一换热器(11)、第二换热器(12)以及与所述第一换热器(11)及第二换热器(12)形成管路串联的第三换热器(13),所述电池载冷剂循环子系统通过所述第二换热器(12)与所述车厢制冷剂循环子系统形成热交换,所述电机载冷剂循环子系统通过所述第三换热器(13)与所述车厢制冷剂循环子系统形成热交换,所述电池载冷剂循环子系统与所述电机载冷剂循环子系统的管路通过第一四通阀(2)形成可贯通连接,还包括三通阀(32)、车外换热器(33),所述三通阀(32)通过第二制冷剂管路(302)能够将所述车外换热器(33)旁通。

2. 根据权利要求1所述的热管理系统,其特征在于,所述电机载冷剂循环子系统包括电机待冷却部件、第一水泵(31),所述第一水泵(31)、第一载冷剂管路(301)、第一四通阀(2)、第二载冷剂管路(302)、第三换热器(13)、第三载冷剂管路(303)、电机待冷却部件、第四载冷剂管路(304)依次首尾连接形成所述电机载冷剂循环子系统;和/或,所述电池载冷剂循环子系统包括电池(41)、第二水泵(42),所述第二水泵(42)、第五载冷剂管路(305)、第一四通阀(2)、第六载冷剂管路(306)、第二换热器(12)、第七载冷剂管路(307)、电池(41)、第八载冷剂管路(308)依次首尾连接形成所述电池载冷剂循环子系统;和/或,所述车厢制冷剂循环子系统包括管路并联的第一换热器(11)、第二换热器(12)以及与所述第一换热器(11)及第二换热器(12)形成管路串联的第三换热器(13)、补气增焓压缩机(14)、第二四通阀(15)、第一节流元件(16)、第二节流元件(17)、第三节流元件(21)、增焓部件,所述第一节流元件(16)、第二节流元件(17)分别一一与所述第一换热器(11)、第二换热器(12)对应设置,以将所述车厢制冷剂循环子系统被配置为具有补气增焓的制冷制热系统。

3. 一种热管理系统的控制方法,其特征在于,所述热管理系统为权利要求2所述的热管理系统,包括如下步骤:

获取车厢、电池(41)、电机待冷却部件的温度调节需求;

根据获取到的温度调节需求,控制所述热管理系统运行于预设循环模式。

4. 根据权利要求3所述的控制方法,其特征在于,

当车厢、电池(41)、电机待冷却部件皆需要冷却时或者当车厢及电池(41)需要冷却、电机待冷却部件无调温需求时,所述预设循环模式为第一循环模式,所述第一循环模式为:控制第一四通阀(2)处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制冷模式,保持第一换热器(11)、第二换热器(12)中制冷剂贯通,控制三通阀(32)使所述电机载冷剂循环子系统载冷剂从所述车外换热器(33)中流通。

5. 根据权利要求4所述的控制方法,其特征在于,

在所述热管理系统运行于第一循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环系统中的载冷剂的第一实时温度 $T1$ 以及电机载冷剂循环系统中的载冷剂的第二实时温度 $T2$;

当 $Ta1 \leq T1 \leq Ta1'$ 且 $Tb1 \leq T2 \leq Tb1'$ 时,保持热管理系统中的第一水泵(31)、第二水泵(42)、车外换热器(33)的风机转速保持不变并保持运行于第一循环模式下;

当 $Ta1' < T1$ 时,控制第二节流元件(17)开度减小、补气增焓压缩机(14)升频运行、第二水泵(42)转速提高并保持运行于第一循环模式下;

当 $T2 > Tb1'$ 时,控制第一水泵(31)提高转速,控制车外换热器(33)的风机转速提高并

保持运行于第一循环模式下；

其中， T_{a1} 、 T_{a1}' 分别对应于电池需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度， T_{b1} 、 T_{b1}' 分别对应于电机需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度。

6. 根据权利要求3所述的控制方法，其特征在于，

当车厢无需调温、电池(41)及电机待冷却部件需要冷却或者当车厢无需调温、电池(41)需要冷却、电机待冷却部件无调温需求时，所述预设循环模式为第二循环模式，所述第二循环模式为：控制第一四通阀(2)处于第二切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统贯通，控制车厢制冷剂循环子系统不运行、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行。

7. 根据权利要求6所述的控制方法，其特征在于，

在所述热管理系统运行于第二循环模式下后，获取所述电池载冷剂循环系统中的载冷剂的第一实时温度 $T1$ 以及电机载冷剂循环系统中的载冷剂的第二实时温度 $T2$ ；

当 $T_{a1} \leq T1 \leq T_{a1}'$ 且 $T_{b1} \leq T2 \leq T_{b1}'$ 时，保持热管理系统中的第一水泵(31)、第二水泵(42)、车外换热器(33)的风机转速保持不变并保持运行于第二循环模式下；

当 $T_{a1}' < T1$ 或 $T_{b1}' < T2$ 时，控制第一水泵(31)、第二水泵(42)提高转速，控制车外换热器(33)的风机提高转速并保持运行于第二循环模式下；

当 $T1 < T_{a1}$ 或 $T2 < T_{b1}$ 时，控制热管理系统由所述第二循环模式切换为第三循环模式，所述第三循环模式为：控制第一四通阀(2)处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行，控制车厢制冷剂循环子系统运行制冷模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行，控制第一换热器(11)中的制冷剂截断，保持第二换热器(12)中制冷剂贯通，控制三通阀(32)使所述电机载冷剂循环系统中的载冷剂从所述车外换热器(33)中流通；

其中， T_{a1} 、 T_{a1}' 分别对应于电池需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度， T_{b1} 、 T_{b1}' 分别对应于电机需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度。

8. 根据权利要求7所述的控制方法，其特征在于，在所述热管理系统运行于第三循环模式下后，获取所述电池载冷剂循环系统中的载冷剂的第一实时温度 $T1$ 以及电机载冷剂循环系统中的载冷剂的第二实时温度 $T2$ ；

当 $T_{a1} \leq T1 \leq T_{a1}'$ 且 $T_{b1} \leq T2 \leq T_{b1}'$ 时，保持热管理系统中的第一水泵(31)、第二水泵(42)、车外换热器(33)的风机转速保持不变并保持运行于第三循环模式下；

当 $T_{a1}' < T1$ 时，控制第二节流元件(17)开度减小、补气增焓压缩机(14)升频运行、第二水泵(42)转速提高并保持运行于第三循环模式下；

当 $T2 > T_{b1}'$ 时，控制第一水泵(31)提高转速，控制车外换热器(33)的风机转速提高并保持运行于第三循环模式下。

9. 根据权利要求3所述的控制方法，其特征在于，

当车厢及电池(42)需要制热、电机待冷却部件需要冷却时，所述预设循环模式为第六循环模式，所述第六循环模式为：控制第一四通阀(2)处于第二切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统贯通，控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行，控制第一换热器(11)中的制冷剂流通、第二换热器(12)中的制冷剂截断，控制三通阀(32)使车外换热器(33)中的载冷剂贯通。

10. 根据权利要求9所述的控制方法,其特征在于,

在所述热管理系统运行于第六循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统载冷剂的第一实时温度 T_1 以及电机载冷剂循环子系统载冷剂的第二实时温度 T_2 ;

当 $T_{a2} \leq T_1 \leq T_{a2}'$ 且 $T_{b1} \leq T_2 \leq T_{b1}'$ 时,保持热管理系统中的第一水泵(31)、第二水泵(42)、车外换热器(33)的风机转速保持不变并保持运行于第六循环模式下;

当 $T_1 < T_{a2}$ 时,控制第一水泵(31)提高转速,控制车外换热器(33)的风机提高转速并保持运行于第六循环模式下;

当 $T_2 > T_{b1}'$ 时,控制热管理系统由所述第六循环模式切换为第五循环模式,所述第五循环模式为:控制第一四通阀(2)处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器(11)及第二换热器(12)中制冷剂贯通,控制三通阀(32)使所述车外换热器(33)旁通;

当 $T_2 < T_{b1}$ 时,控制热管理系统由所述第六循环模式切换为第四循环模式,所述第四循环模式为:控制第一四通阀(2)处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器(11)及第二换热器(12)中制冷剂贯通,控制三通阀(32)使所述电机载冷剂循环子系统载冷剂经由所述车外换热器(33)流通;

其中, T_{a2} 、 T_{a2}' 分别对应于电池需要加热的预设温度范围的下限温度及上限温度, T_{b1} 、 T_{b1}' 分别对应于电池需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度。

11. 根据权利要求10所述的控制方法,其特征在于,

在所述热管理系统由所述第六循环模式切换第五循环模式之后,当 $T_1 < T_{a2}$ 时,控制所述补气增焓压缩机(14)升频、第二节流元件(17)开度减小、第二水泵(42)转速提高;当 $T_2 < T_{b1}$ 时,控制第一水泵(31)转速降低;或者,

在所述热管理系统由所述第六循环模式切换为第四循环模式之后,当 $T_1 < T_{a2}$ 时,控制所述补气增焓压缩机(14)升频、第二节流元件(17)开度减小第二水泵(42)转速提高;当 $T_2 > T_{b1}'$ 时,控制所述第一水泵(31)转速提高、车外换热器(33)的风机转速降低。

12. 根据权利要求11所述的控制方法,其特征在于,

在所述热管理系统由所述第六循环模式切换为第五循环模式之后,且当 $T_1 < T_{a2}$ 时,控制所述补气增焓压缩机(14)升频、第二节流元件(17)开度减小、第二水泵(42)转速提高后仍不能使 $T_{a2} \leq T_1 \leq T_{a2}'$,控制所述热管理系统由所述第五循环模式切换为所述第四循环模式。

13. 根据权利要求3所述的控制方法,其特征在于,

当车厢需要制热、电池(41)及电机待冷却部件需要冷却或者当车厢需要制热、电池(41)需要冷却、电机待冷却部件无调温需求时,所述预设循环模式为第七循环模式,所述第七循环模式为:控制第一四通阀(2)处于第二切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统贯通,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制所述第二换热器(12)中的制冷剂截断并控制三通阀(32)使所述车外换热器(33)旁通。

14. 根据权利要求13所述的控制方法,其特征在于,

在所述热管理系统运行于第七循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统 中的载冷剂的第一实时温度 $T1$ 以及电机载冷剂循环子系统 中的载冷剂的第二实时温度 $T2$;

当 $Ta1 \leq T1 \leq Ta1'$ 且 $Tb1 \leq T2 \leq Tb1'$ 时,保持热管理系统中的第一水泵 (31)、第二水泵 (42)、车外换热器 (33) 的风机转速保持不变并保持运行于第七循环模式下;

当 $Ta1' < T1$ 或 $Tb1' < T2$ 时,控制第一水泵 (31)、第二水泵 (42) 提高转速,控制补气增焓压缩机 (14) 升频并保持运行于第七循环模式下;

当 $T1 < Ta1$ 时,控制热管理系统由所述第七循环模式切换为第六循环模式,所述第六循环模式为:控制第一四通阀 (2) 处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第二换热器 (12) 中的制冷剂截断,保持第一换热器 (11) 中制冷剂贯通,控制三通阀 (32) 使所述电机载冷剂循环子系统 中的载冷剂从所述车外换热器 (33) 中流通;

其中, $Ta1$ 、 $Ta1'$ 分别对应于电池需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度, $Tb1$ 、 $Tb1'$ 分别对应于电池需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度。

15. 根据权利要求14所述的控制方法,其特征在于,

在热管理系统由所述第七循环模式切换为第六循环模式之后,当 $T1 > Ta1'$ 或 $T2 > Tb1'$,控制第一水泵 (31)、第二水泵 (42) 转速升高。

16. 根据权利要求3所述的控制方法,其特征在于,

当车厢无需调温、电池 (41) 需要加热、电机待冷却部件需要冷却时,所述预设循环模式为第十循环模式,所述第十循环模式为:控制第一四通阀 (2) 处于第二切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统贯通,控制车厢制冷剂循环子系统不运行、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制三通阀 (32) 使所述车外换热器 (33) 旁通。

17. 根据权利要求16所述的控制方法,其特征在于,

在所述热管理系统运行于第十循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统 中的载冷剂的第一实时温度 $T1$ 以及电机载冷剂循环子系统 中的载冷剂的第二实时温度 $T2$;

当 $Ta2 \leq T1 \leq Ta2'$ 且 $Tb1 \leq T2 \leq Tb1'$ 时,保持热管理系统中的第一水泵 (31)、第二水泵 (42)、车外换热器 (33) 的风机转速保持不变并保持运行于第十循环模式下;

当 $Ta2' < T1$ 或 $Tb1' < T2$ 时,控制第一水泵 (31)、第二水泵 (42) 提高转速并保持运行于第十循环模式下;

当 $T1 < Ta2$ 时,控制热管理系统由所述第十循环模式切换为第九循环模式,所述第九循环模式为:控制第一四通阀 (2) 处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器 (11) 中的制冷剂截断,保持第二换热器 (12) 中制冷剂贯通,控制三通阀 (32) 使所述车外换热器 (33) 旁通;

当 $T1 < Tb1$ 时,控制热管理系统由所述第十循环模式切换为第八循环模式,所述第八循环模式为:控制第一四通阀 (2) 处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂

循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器(11)中的制冷剂截断,保持第二换热器(12)中制冷剂贯通,控制三通阀(32)使所述电机载冷剂循环子系统中的载冷剂经由所述车外换热器(33)流通;

其中, T_{a2} 、 T_{a2}' 分别对应于电池需要加热的预设温度范围的下限温度及上限温度, T_{b1} 、 T_{b1}' 分别对应于电池需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度。

18. 根据权利要求17所述的控制方法,其特征在于,

在所述热管理系统由第十循环模式切换为第九循环模式之后,当 $T_1 < T_{a2}$ 时,控制所述补气增焓压缩机(14)升频运行,并控制第二节流元件(17)开度减小,当 $T_2 < T_{b1}$ 时,控制所述第一水泵(31)转速降低;或者,

在所述热管理系统由第十循环模式切换为第八循环模式之后,当 $T_1 < T_{a2}$ 时,控制所述补气增焓压缩机(14)升频运行,并控制第二节流元件(17)开度减小,当 $T_2 > T_{b1}'$ 时,控制所述第一水泵(31)转速提高并控制所述车外换热器(33)的风机转速减小。

19. 根据权利要求18所述的控制方法,其特征在于,

在所述热管理系统由所述第十循环模式切换为第九循环模式之后,且当 $T_1 < T_{a2}$ 时,控制所述补气增焓压缩机(14)升频、第二节流元件(17)开度减小后仍不能使 $T_{a2} \leq T_1 \leq T_{a2}'$,控制所述热管理系统由所述第九循环模式切换为所述第八循环模式。

20. 根据权利要求3所述的控制方法,其特征在于,

当车厢无需调温、电池(41)需要加热、电机待冷却部件无需调温时,所述预设循环模式为第八循环模式,所述第八循环模式为:控制第一四通阀(2)处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器(11)中的制冷剂截断,保持第二换热器(12)中制冷剂贯通,控制三通阀(32)使所述电机载冷剂循环子系统中的载冷剂经由所述车外换热器(33)流通。

21. 根据权利要求20所述的控制方法,其特征在于,

在所述热管理系统运行于第八循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统中的载冷剂的第一实时温度 T_1 ;

当 $T_{a2} \leq T_1 \leq T_{a2}'$ 时,保持热管理系统中的第二水泵(42)、车外换热器(33)的风机转速保持不变并保持运行于第八循环模式下;

当 $T_{a2}' < T_1$ 时,控制第二水泵(42)降低转速、补气增焓压缩机(14)降频运行并保持运行于第八循环模式下;

当 $T_1 < T_{a2}$ 时,控制第二水泵(42)降低升高、补气增焓压缩机(14)升频运行并保持运行于第八循环模式下;

其中, T_{a2} 、 T_{a2}' 分别对应于电池需要加热的预设温度范围的下限温度及上限温度。

22. 根据权利要求3所述的控制方法,其特征在于,

当车厢及电池(41)需要加热、电机待冷却部件无需调温时,所述预设循环模式为第四循环模式,所述第四循环模式为:控制第一四通阀(2)处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器(11)及第二换热器(12)中制冷剂贯通,控制三通阀(32)使所述电机载冷剂循环子系统中的载冷剂经

由所述车外换热器(33)流通。

23. 根据权利要求22所述的控制方法,其特征在于,

在所述热管理系统运行于第四循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统载冷剂的第一实时温度 T_1 ;

当 $T_{a2} \leq T_1 \leq T_{a2}'$ 时,保持热管理系统中的第二水泵(42)、车外换热器(33)的风机转速保持不变并保持运行于第四循环模式下;

当 $T_{a2}' < T_1$ 时,控制第二水泵(42)降低转速、补气增焓压缩机(14)降频运行并保持运行于第四循环模式下;

当 $T_1 < T_{a2}$ 时,控制第二水泵(42)降低升高、补气增焓压缩机(14)升频运行并保持运行于第四循环模式下;

其中, T_{a2} 、 T_{a2}' 分别对应于电池需要加热的预设温度范围的下限温度及上限温度。

24. 一种电动汽车,其特征在于,包括热管理系统,所述热管理系统为权利要求1至2中任一项所述的热管理系统,或者包括处理器、存储器以及存储在存储器上可在处理器上运行的程序,所述处理器执行所述程序时实现权利要求3-23任一所述方法的步骤。

热管理系统及其控制方法、电动汽车

技术领域

[0001] 本发明属于空气调节技术领域,具体涉及一种热管理系统及其控制方法、电动汽车。

背景技术

[0002] 纯电动汽车单车油耗为零,使用成本低,市场前景好,受到众多企业青睐。目前纯电动汽车存在的问题是续航里程短,根本原因是电池的工作温度影响电池的充放电容量和寿命,特别是较低温度条件下,性能衰减严重,无法输出足够功率来驱动电机正常工作。同时驱动电机温度不能过高,电机的内部温度过高会导致电机效率下降,严重情况下会造成电机内部的线圈烧蚀甚至导致线圈短路而使电机损坏,而汽车空调存在低温制热量不足的问题。因此,急需开发一套高效的整车热管理系统,将空调系统、电池热管理系统和驱动电机冷却系统集成成为整车热管理系统,提高能源利用率,提升续航里程。

发明内容

[0003] 因此,本发明要解决的技术问题在于提供一种热管理系统及其控制方法、电动汽车,电池载冷剂循环子系统以及电机载冷剂循环子系统分别通过第二换热器、第三换热器与车厢制冷剂循环子系统形成热交换,一方面能够充分利用电机及电池余热补偿低温工况下车厢制热能力的不足,另一方面还能够提升电池控温的精度及速度,提高电池能效降低电池温差。

[0004] 为了解决上述问题,本发明提供一种热管理系统,包括车厢制冷剂循环子系统、电池载冷剂循环子系统、电机载冷剂循环子系统,其中,所述车厢制冷剂循环子系统包括管路并联的第一换热器、第二换热器以及与所述第一换热器及第二换热器形成管路串联的第三换热器,所述电池载冷剂循环子系统通过所述第二换热器与所述车厢制冷剂循环子系统形成热交换,所述电机载冷剂循环子系统通过所述第三换热器与所述车厢制冷剂循环子系统形成热交换,所述电池载冷剂循环子系统与所述电机载冷剂循环子系统的管路通过第一四通阀形成可贯通连接,还包括三通阀、车外换热器,所述三通阀通过第二制冷剂管路能够将所述车外换热器旁通。

[0005] 优选地,所述电机载冷剂循环子系统包括电机待冷却部件、第一水泵,所述第一水泵、第一载冷剂管路、第一四通阀、第二载冷剂管路、第三换热器、第三载冷剂管路、电机待冷却部件、第四载冷剂管路依次首尾连接形成所述电机载冷剂循环子系统;和/或,所述电池载冷剂循环子系统包括电池、第二水泵,所述第二水泵、第五载冷剂管路、第一四通阀、第六载冷剂管路、第二换热器、第七载冷剂管路、电池、第八载冷剂管路依次首尾连接形成所述电池载冷剂循环子系统;和/或,所述车厢制冷剂循环子系统包括管路并联的第一换热器、第二换热器以及与所述第一换热器及第二换热器形成管路串联的第三换热器、补气增焓压缩机、第二四通阀、第一节流元件、第二节流元件、第三节流元件、增焓部件,所述第一节流元件、第二节流元件分别一一与所述第一换热器、第二换热器对应设置,以将所述车厢

制冷剂循环子系统被配置为具有补气增焓的制冷制热系统。

[0006] 本发明还提供一种热管理系统的控制方法,所述热管理系统为上述的热管理系统,包括如下步骤:

[0007] 获取车厢、电池、电机待冷却部件的温度调节需求;

[0008] 根据获取到的温度调节需求,控制所述热管理系统运行于预设循环模式。

[0009] 优选地,当车厢、电池、电机待冷却部件皆需要冷却时或者当车厢及电池需要冷却、电机待冷却部件无调温需求时,所述预设循环模式为第一循环模式,所述第一循环模式为:控制第一四通阀处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制冷模式,保持第一换热器、第二换热器中制冷剂贯通,控制三通阀使所述电机载冷剂循环子系统载冷剂从所述车外换热器中流通。

[0010] 优选地,在所述热管理系统运行于第一循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统载冷剂的第一实时温度 $T1$ 以及电机载冷剂循环子系统载冷剂的第二实时温度 $T2$;

[0011] 当 $Ta1 \leq T1 \leq Ta1'$ 且 $Tb1 \leq T2 \leq Tb1'$ 时,保持热管理系统中的第一水泵、第二水泵、车外换热器的风机转速保持不变并保持运行于第一循环模式下;

[0012] 当 $Ta1' < T1$ 时,控制第二节流元件开度减小、补气增焓压缩机升频运行、第二水泵转速提高并保持运行于第一循环模式下;

[0013] 当 $T2 > Tb1'$ 时,控制第一水泵提高转速,控制车外换热器的风机转速提高并保持运行于第一循环模式下;

[0014] 其中, $Ta1$ 、 $Ta1'$ 分别对应于电池需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度, $Tb1$ 、 $Tb1'$ 分别对应于电机需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度。

[0015] 优选地,当车厢无需调温、电池及电机待冷却部件需要冷却或者当车厢无需调温、电池需要冷却、电机待冷却部件无调温需求时,所述预设循环模式为第二循环模式,所述第二循环模式为:控制第一四通阀处于第二切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统贯通,控制车厢制冷剂循环子系统不运行、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行。

[0016] 优选地,在所述热管理系统运行于第二循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统载冷剂的第一实时温度 $T1$ 以及电机载冷剂循环子系统载冷剂的第二实时温度 $T2$;

[0017] 当 $Ta1 \leq T1 \leq Ta1'$ 且 $Tb1 \leq T2 \leq Tb1'$ 时,保持热管理系统中的第一水泵、第二水泵、车外换热器的风机转速保持不变并保持运行于第二循环模式下;

[0018] 当 $Ta1' < T1$ 或 $Tb1' < T2$ 时,控制第一水泵、第二水泵提高转速,控制车外换热器的风机提高转速并保持运行于第二循环模式下;

[0019] 当 $T1 < Ta1$ 或 $T2 < Tb1$ 时,控制热管理系统由所述第二循环模式切换为第三循环模式,所述第三循环模式为:控制第一四通阀处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制冷模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器中的制冷剂截断,保持第二换热器中制冷剂贯通,控制三通阀使所述电机载冷剂循环子系统载冷剂从所

述车外换热器中流通；

[0020] 其中, T_{a1} 、 T_{a1}' 分别对应于电池需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度, T_{b1} 、 T_{b1}' 分别对应于电池需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度。

[0021] 在所述热管理系统运行于第三循环模式下后, 获取所述电池载冷剂循环子系统内的载冷剂的第一实时温度 $T1$ 以及电机载冷剂循环子系统内的载冷剂的第二实时温度 $T2$;

[0022] 当 $T_{a1} \leq T1 \leq T_{a1}'$ 且 $T_{b1} \leq T2 \leq T_{b1}'$ 时, 保持热管理系统中的第一水泵、第二水泵、车外换热器的风机转速保持不变并保持运行于第三循环模式下;

[0023] 当 $T_{a1}' < T1$ 时, 控制第二节流元件开度减小、补气增焓压缩机升频运行、第二水泵转速提高并保持运行于第三循环模式下;

[0024] 当 $T2 > T_{b1}'$ 时, 控制第一水泵提高转速, 控制车外换热器的风机转速提高并保持运行于第三循环模式下。

[0025] 优选地, 当车厢及电池需要制热、电机待冷却部件需要冷却时, 所述预设循环模式为第六循环模式, 所述第六循环模式为: 控制第一四通阀处于第二切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统贯通, 控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行, 控制第一换热器中的制冷剂流通、第二换热器中的制冷剂截断, 控制三通阀使车外换热器中的载冷剂贯通。

[0026] 优选地, 在所述热管理系统运行于第六循环模式下后, 获取所述电池载冷剂循环子系统内的载冷剂的第一实时温度 $T1$ 以及电机载冷剂循环子系统内的载冷剂的第二实时温度 $T2$;

[0027] 当 $T_{a2} \leq T1 \leq T_{a2}'$ 且 $T_{b1} \leq T2 \leq T_{b1}'$ 时, 保持热管理系统中的第一水泵、第二水泵、车外换热器的风机转速保持不变并保持运行于第六循环模式下;

[0028] 当 $T1 < T_{a2}$ 时, 控制第一水泵提高转速, 控制车外换热器的风机提高转速并保持运行于第六循环模式下;

[0029] 当 $T2 > T_{b1}'$ 时, 控制热管理系统由所述第六循环模式切换为第五循环模式, 所述第五循环模式为: 控制第一四通阀处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行, 控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行, 控制第一换热器及第二换热器中制冷剂贯通, 控制三通阀使所述车外换热器旁通;

[0030] 当 $T2 < T_{b1}$ 时, 控制热管理系统由所述第六循环模式切换为第四循环模式, 所述第四循环模式为: 控制第一四通阀处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行, 控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行, 控制第一换热器及第二换热器中制冷剂贯通, 控制三通阀使所述电机载冷剂循环子系统内的载冷剂经由所述车外换热器流通;

[0031] 其中, T_{a2} 、 T_{a2}' 分别对应于电池需要加热的预设温度范围的下限温度及上限温度, T_{b1} 、 T_{b1}' 分别对应于电池需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度。

[0032] 优选地, 在所述热管理系统由所述第六循环模式切换第五循环模式之后, 当 $T1 < T_{a2}$ 时, 控制所述补气增焓压缩机升频、第二节流元件开度减小、第二水泵转速提高; 当 $T2 < T_{b1}$ 时, 控制第一水泵转速降低; 或者,

[0033] 在所述热管理系统由所述第六循环模式切换为第四循环模式之后, 当 $T1 < T_{a2}$ 时,

控制所述补气增焓压缩机升频、第二节流元件开度减小第二水泵转速提高;当 $T_2 > T_b'$ 时,控制所述第一水泵转速提高、车外换热器的风机转速降低。

[0034] 优选地,在所述热管理系统由所述第六循环模式切换为第五循环模式之后,且当 $T_1 < T_{a2}$ 时,控制所述补气增焓压缩机升频、第二节流元件开度减小、第二水泵转速提高后仍不能使 $T_{a2} \leq T_1 \leq T_{a2}'$,控制所述热管理系统由所述第五循环模式切换为所述第四循环模式。

[0035] 优选地,当车厢需要制热、电池及电机待冷却部件需要冷却或者当车厢需要制热、电池需要冷却、电机待冷却部件无调温需求时,所述预设循环模式为第七循环模式,所述第七循环模式为:控制第一四通阀处于第二切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统贯通,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制所述第二换热器中的制冷剂截断并控制三通阀使所述车外换热器旁通。

[0036] 优选地,在所述热管理系统运行于第七循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统载冷剂的第一实时温度 T_1 以及电机载冷剂循环子系统载冷剂的第二实时温度 T_2 ;

[0037] 当 $T_{a1} \leq T_1 \leq T_{a1}'$ 且 $T_{b1} \leq T_2 \leq T_{b1}'$ 时,保持热管理系统中的第一水泵、第二水泵、车外换热器的风机转速保持不变并保持运行于第七循环模式下;

[0038] 当 $T_{a1}' < T_1$ 或 $T_{b1}' < T_2$ 时,控制第一水泵、第二水泵提高转速,控制补气增焓压缩机升频并保持运行于第七循环模式下;

[0039] 当 $T_1 < T_{a1}$ 时,控制热管理系统由所述第七循环模式切换为第六循环模式,所述第六循环模式为:控制第一四通阀处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第二换热器中的制冷剂截断,保持第一换热器中制冷剂贯通,控制三通阀使所述电机载冷剂循环子系统载冷剂从所述车外换热器中流通;

[0040] 其中, T_{a1} 、 T_{a1}' 分别对应于电池需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度, T_{b1} 、 T_{b1}' 分别对应于电机需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度。

[0041] 优选地,在热管理系统由所述第七循环模式切换为第六循环模式之后,当 $T_1 > T_{a1}'$ 或 $T_2 > T_{b1}'$,控制第一水泵、第二水泵转速升高。

[0042] 优选地,当车厢无需调温、电池需要加热、电机待冷却部件需要冷却时,所述预设循环模式为第十循环模式,所述第十循环模式为:控制第一四通阀处于第二切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统贯通,控制车厢制冷剂循环子系统不运行、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制三通阀使所述车外换热器旁通。

[0043] 优选地,在所述热管理系统运行于第十循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统载冷剂的第一实时温度 T_1 以及电机载冷剂循环子系统载冷剂的第二实时温度 T_2 ;

[0044] 当 $T_{a2} \leq T_1 \leq T_{a2}'$ 且 $T_{b1} \leq T_2 \leq T_{b1}'$ 时,保持热管理系统中的第一水泵、第二水泵、车外换热器的风机转速保持不变并保持运行于第十循环模式下;

[0045] 当 $Ta2' < T1$ 或 $Tb1' < T2$ 时,控制第一水泵、第二水泵提高转速并保持运行于第十循环模式下;

[0046] 当 $T1 < Ta2$ 时,控制热管理系统由所述第十循环模式切换为第九循环模式,所述第九循环模式为:控制第一四通阀处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器中的制冷剂截断,保持第二换热器中制冷剂贯通,控制三通阀使所述车外换热器旁通;

[0047] 当 $T1 < Tb1$ 时,控制热管理系统由所述第十循环模式切换为第八循环模式,所述第八循环模式为:控制第一四通阀处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器中的制冷剂截断,保持第二换热器中制冷剂贯通,控制三通阀使所述电机载冷剂循环子系统载冷剂经由所述车外换热器流通;

[0048] 其中, $Ta2$ 、 $Ta2'$ 分别对应于电池需要加热的预设温度范围的下限温度及上限温度, $Tb1$ 、 $Tb1'$ 分别对应于电池需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度。

[0049] 优选地,在所述热管理系统由第十循环模式切换为第九循环模式之后,当 $T1 < Ta2$ 时,控制所述补气增焓压缩机升频运行,并控制第二节流元件开度减小,当 $T2 < Tb1$ 时,控制所述第一水泵转速降低;或者,

[0050] 在所述热管理系统由第十循环模式切换为第八循环模式之后,当 $T1 < Ta2$ 时,控制所述补气增焓压缩机升频运行,并控制第二节流元件开度减小,当 $T2 > Tb1'$ 时,控制所述第一水泵转速提高并控制所述车外换热器的风机转速减小。

[0051] 优选地,在所述热管理系统由所述第十循环模式切换为第九循环模式之后,且当 $T1 < Ta2$ 时,控制所述补气增焓压缩机升频、第二节流元件开度减小后仍不能使 $Ta2 \leq T1 \leq Ta2'$,控制所述热管理系统由所述第九循环模式切换为所述第八循环模式。

[0052] 优选地,当车厢无需调温、电池需要加热、电机待冷却部件无需调温时,所述预设循环模式为第八循环模式,所述第八循环模式为:控制第一四通阀处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器中的制冷剂截断,保持第二换热器中制冷剂贯通,控制三通阀使所述电机载冷剂循环子系统载冷剂经由所述车外换热器流通。

[0053] 优选地,在所述热管理系统运行于第八循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统载冷剂的第一实时温度 $T1$;

[0054] 当 $Ta2 \leq T1 \leq Ta2'$ 时,保持热管理系统中的第二水泵、车外换热器的风机转速保持不变并保持运行于第八循环模式下;

[0055] 当 $Ta2' < T1$ 时,控制第二水泵降低转速、补气增焓压缩机降频运行并保持运行于第八循环模式下;

[0056] 当 $T1 < Ta2$ 时,控制第二水泵降低升高、补气增焓压缩机升频运行并保持运行于第八循环模式下;

[0057] 其中, $Ta2$ 、 $Ta2'$ 分别对应于电池需要加热的预设温度范围的下限温度及上限温

度。

[0058] 优选地,当车厢及电池需要加热、电机待冷却部件无需调温时,所述预设循环模式为第四循环模式,所述第四循环模式为:控制第一四通阀处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器及第二换热器中制冷剂贯通,控制三通阀使所述电机载冷剂循环子系统载冷剂经由所述车外换热器流通。

[0059] 优选地,在所述热管理系统运行于第四循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统载冷剂的第一实时温度 T_1 ;

[0060] 当 $T_{a2} \leq T_1 \leq T_{a2}'$ 时,保持热管理系统中的第二水泵、车外换热器的风机转速保持不变并保持运行于第四循环模式下;

[0061] 当 $T_{a2}' < T_1$ 时,控制第二水泵降低转速、补气增焓压缩机降频运行并保持运行于第四循环模式下;

[0062] 当 $T_1 < T_{a2}$ 时,控制第二水泵降低升高、补气增焓压缩机升频运行并保持运行于第四循环模式下;

[0063] 其中, T_{a2} 、 T_{a2}' 分别对应于电池需要加热的预设温度范围的下限温度及上限温度。

[0064] 本发明还提供一种电动汽车,包括热管理系统,所述热管理系统为上述的热管理系统,或者包括处理器、存储器以及存储在存储器上可在处理器上运行的程序,所述处理器执行所述程序时实现上述方法的步骤。

[0065] 本发明提供的一种热管理系统及其控制方法、电动汽车,所述电池载冷剂循环子系统以及电机载冷剂循环子系统分别通过第二换热器、第三换热器与所述车厢制冷剂循环子系统形成热交换,一方面能够充分利用电机及电池余热补偿低温工况下车厢制热能力的不足,进而能够提升空调制热(也即车厢内制热)的制热效率及制热舒适性,另一方面在一些情况下可以通过开启所述车厢制冷剂循环子系统实现对电池的加热或者冷却,能够提升电池控温的精度及速度,提高电池能效降低电池温差,而进一步可以理解的是,本发明的热管理系统将车厢制冷剂循环子系统、电池载冷剂循环子系统以及电机载冷剂循环子系统实现热耦合(热交换)的有机集成,能够大幅降低成本、重量和占用的体积。

附图说明

[0066] 图1为本发明实施例的热管理系统的结构示意图,图中增焓部件采用闪发器;

[0067] 图2为本发明另一实施例的热管理系统的结构示意图,图中增焓部件采用过冷器;

[0068] 图3为本发明实施例的热管理系统处于第一循环下的循环流路示意图;

[0069] 图4为本发明实施例的热管理系统处于第二循环下的循环流路示意图;

[0070] 图5为本发明实施例的热管理系统处于第三循环下的循环流路示意图;

[0071] 图6为本发明实施例的热管理系统处于第四循环下的循环流路示意图;

[0072] 图7为本发明实施例的热管理系统处于第五循环下的循环流路示意图;

[0073] 图8为本发明实施例的热管理系统处于第六循环下的循环流路示意图;

[0074] 图9为本发明实施例的热管理系统处于第七循环下的循环流路示意图;

[0075] 图10为本发明实施例的热管理系统处于第八循环下的循环流路示意图;

[0076] 图11为本发明实施例的热管理系统处于第九循环下的循环流路示意图;

[0077] 图12为本发明实施例的热管理系统处于第十循环下的循环流路示意图。

[0078] 附图标记表示为:

[0079] 11、第一换热器;12、第二换热器;13、第三换热器;14、补气增焓压缩机;15、第二四通阀;16、第一节流元件;17、第二节流元件;18、气液分离器;19、闪发器;20、过冷器;21、第三节流元件;2、第一四通阀;31、第一水泵;32、三通阀;33、车外换热器;34、膨胀水箱;35、驱动电机;36、电机驱动器;37、充电机;41、电池;42、第二水泵;301、第一载冷剂管路;302、第二载冷剂管路;303、第三载冷剂管路;304、第四载冷剂管路;305、第五载冷剂管路;306、第六载冷剂管路;307、第七载冷剂管路;308、第八载冷剂管路。

具体实施方式

[0080] 结合参见图1至图12所示,根据本发明的实施例,提供一种热管理系统,包括车厢制冷剂循环子系统(也可以称为空调运行系统)、电池载冷剂循环子系统、电机载冷剂循环子系统,其中,所述车厢制冷剂循环子系统包括管路并联的第一换热器11、第二换热器12(在车厢制冷剂循环子系统处于制冷模式时,所述第一换热器11、第二换热器12将可以充当蒸发器)以及与所述第一换热器11及第二换热器12形成管路串联的第三换热器13、补气增焓压缩机14、第二四通阀15、第一节流元件16(例如电子膨胀阀)、第二节流元件17(例如电子膨胀阀)、第三节流元件21(例如电子膨胀阀)、增焓部件(所述增焓部件例如可以是闪发器19或过冷器20),以将所述车厢制冷剂循环子系统被配置为具有补气增焓的制冷制热系统,所述第一节流元件16、第二节流元件17分别一一与所述第一换热器11、第二换热器12对应设置,所述电池载冷剂循环子系统通过所述第二换热器12与所述车厢制冷剂循环子系统形成热交换,所述电机载冷剂循环子系统通过所述第三换热器13与所述车厢制冷剂循环子系统形成热交换。该技术方案中,所述电池载冷剂循环子系统以及电机载冷剂循环子系统分别通过第二换热器12、第三换热器13与所述车厢制冷剂循环子系统形成热交换,一方面能够充分利用电机及电池余热补偿低温工况下车厢制热能力的不足,进而能够提升空调制热(也即车厢内制热)的制热效率及制热舒适性,另一方面在一些情况下可以通过开启所述车厢制冷剂循环子系统实现对电池的加热或者冷却,能够提升电池控温的精度及速度,提高电池能效降低电池温差,而进一步可以理解的是,本发明的热管理系统将车厢制冷剂循环子系统、电池载冷剂循环子系统以及电机载冷剂循环子系统实现热耦合(热交换)的有机集成,能够大幅降低成本、重量和占用的体积。另外,本发明中的所述车厢制冷剂循环子系统采用补气增焓压缩机14,能够提高热泵在过负荷工况下的能力输出,减小对压缩机排量的依赖,降低系统成本的同时提高了运行温度范围和工况适应性。

[0081] 进一步地,所述电池载冷剂循环子系统与所述电机载冷剂循环子系统的管路通过第一四通阀2形成可贯通连接,当所述第一四通阀2处于第一切换位置时,所述电池载冷剂循环子系统与所述电机载冷剂循环子系统的载冷剂分别独立流动;当所述第一四通阀2处于第二切换位置时,所述电池载冷剂循环子系统与所述电机载冷剂循环子系统的载冷剂贯通流动。该技术方案中,所述第一四通阀2的设计使所述电池载冷剂循环子系统能够与所述电机载冷剂循环子系统之间形成不同的设置方式,例如彼此独立或者相互贯通,从而使电

池的冷却或者升温形成双回路设计,能够显著保障电池的安全。而进一步可以理解的是,该技术方案中的双回路设计能够更大程度的适应不同的冷却需求或者工况,例如,在过渡性季节时,车厢可能不具有制冷或者制热需求,此时控制所述第一四通阀2处于所述第二切换位置,从而可以利用载冷剂大循环形成对电池的有效调温,而在冬季或者夏季车厢需要制热或者制冷,此时控制所述第一四通阀2处于所述第一切换位置,从而可以利用制冷剂形成对电池的有效调温。

[0082] 具体的,参见图1所示,所述电机载冷剂循环子系统包括电机待冷却部件、第一水泵31,所述第一水泵31、第一载冷剂管路301、第一四通阀2、第二载冷剂管路302、第三换热器13、第三载冷剂管路303、电机待冷却部件、第四载冷剂管路304依次首尾连接形成所述电机载冷剂循环子系统;和/或,所述电池载冷剂循环子系统包括电池41、第二水泵42,所述第二水泵42、第五载冷剂管路305、第一四通阀2、第六载冷剂管路306、第二换热器12、第七载冷剂管路307、电池41、第八载冷剂管路308依次首尾连接形成所述电池载冷剂循环子系统。所述第二四通阀15通过切换不同的流路实现所述车厢制冷剂循环子系统的制冷与制热的切换,而所述第一节流元件16以及第二节流元件17因为分别对应所述第一换热器11、第二换热器12设置,从而能够对所述第一换热器11、第二换热器12中的制冷剂流通与否进行有效控制,例如在车厢温度无需调整而电池温度需要调整时,则可以运行所述补气增焓压缩机14,同时将所述第一节流元件16的开度减小为0,从而仅利用所述补气增焓压缩机14的热量或者冷量与所述电池载冷剂循环子系统内的载冷剂进行热交换,实现对电池的高效温控,同样道理的,在车厢温度需调整而电池温度无需调整时,则可以运行所述补气增焓压缩机14,同时将所述第二节流元件17的开度减小为0,从而仅不再利用所述补气增焓压缩机14的热量或者冷量与所述电池载冷剂循环子系统内的载冷剂进行热交换,而仅利用所述电池载冷剂循环子系统内的载冷剂的温控作用。

[0083] 为了防止补气增焓压缩机14的吸气带液现象发生,优选地,所述补气增焓压缩机14的吸气口处设有气液分离器18。

[0084] 进一步地,所述电机载冷剂循环子系统还包括三通阀32、车外换热器33,所述三通阀32处于所述第二载冷剂管路302上,以使所述电机载冷剂循环子系统内的载冷剂能够通过所述第二载冷剂管路302或者通过所述车外换热器33将所述第三换热器13与第一四通阀2贯通。该技术方案中,通过设置所述车外换热器33并通过所述三通阀32的切换作用,从而使所述热管理系统能够依据实际需求选择是否采用所述车外换热器33对系统中的载冷剂进行放热或者吸热。

[0085] 所述第三换热器13与所述三通阀32之间的管路上还设有膨胀水箱34,能够在所述电机载冷剂循环子系统内的载冷剂温度较高时,提供膨胀空间,进而防止载冷剂管路中载冷剂压力过高,对沿程部件构成损害。

[0086] 所述电机待冷却部件包括驱动电机35、电机驱动器36、充电机37中的至少一个。

[0087] 最好的,所述车厢制冷剂循环子系统与所述电池载冷剂循环子系统同时运行时,当所述车厢制冷剂循环子系统运行制热模式时,所述第二换热器12中的制冷剂与载冷剂流动方向相反;当所述车厢制冷剂循环子系统运行制冷模式时,所述第二换热器12中的制冷剂与载冷剂流动方向相同;所述车厢制冷剂循环子系统与所述电机载冷剂循环子系统同时运行时,当所述车厢制冷剂循环子系统运行制热模式时,所述第三换热器13中的制冷剂与

载冷剂流动方向相反；当所述车厢制冷剂循环子系统运行制冷模式时，所述第三换热器13中的制冷剂与载冷剂流动方向相同。也即在所述车厢制冷剂循环子系统运行制热模式时，所述第二换热器12处以及第三换热器13处皆形成逆流换热，从而能够提升载冷剂与制冷剂的换热效率。

[0088] 采用本发明的上述技术方案，使热管理系统的运行模式极为丰富，由此，本发明提供一种上述热管理系统的控制方法，包括如下步骤：

[0089] 获取车厢、电池41、电机待冷却部件的温度调节需求，所述温度调节需求的获取例如可以采用分别设置于车厢、电池以及电机待冷却部件上的相应温度传感器获取后进行判断相应的部位是否需要冷却（制冷）或者加热（制热）或者无需调节温度；根据获取到的温度调节需求，控制所述热管理系统运行于预设循环模式。

[0090] 具体的，例如：当车厢、电池41、电机待冷却部件皆需要冷却时（表1中CCC需求）或者当车厢及电池41需要冷却、电机待冷却部件无调温需求时（表1中CC—需求），所述预设循环模式为第一循环模式（如图3所示），所述第一循环模式为：控制第一四通阀2处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行，控制车厢制冷剂循环子系统运行制冷模式，保持第一换热器11、第二换热器12中制冷剂贯通，控制三通阀32使所述电机载冷剂循环系统中的载冷剂从所述车外换热器33中流通。该技术方案中，CCC需求以及CC—需求共用第一循环模式，而其区别仅在于电机待冷却部件是否需要冷却，具体的，CCC需求下电机系统运行而外界温度偏高（例如温度高的夏季），而在CC—需求下电机系统不运行因此无发热进而无冷却需求，该技术方案尤其适用于汽车夏季停车等待的工况。

[0091] 进一步地，在所述热管理系统运行于第一循环模式下后，获取所述电池载冷剂循环子系统内的载冷剂的第一实时温度 $T1$ 以及电机载冷剂循环子系统内的载冷剂的第二实时温度 $T2$ ；当 $Ta1 \leq T1 \leq Ta1'$ 且 $Tb1 \leq T2 \leq Tb1'$ 时，保持热管理系统中的第一水泵31、第二水泵42、车外换热器33的风机转速保持不变并保持运行于第一循环模式下；当 $Ta1' < T1$ 时，控制第二节流元件17开度减小、补气增焓压缩机14升频运行并保持运行于第一循环模式下；当 $T2 > Tb1'$ 时，控制第一水泵31提高转速，控制车外换热器33的风机转速提高、第二水泵42转速提高并保持运行于第一循环模式下；其中， $Ta1$ 、 $Ta1'$ 分别对应于电池需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度， $Tb1$ 、 $Tb1'$ 分别对应于电机需要冷却的预设温度范围的下限温度及上限温度。该技术方案中，通过对相应的循环子系统内的载冷剂的实时温度与预设温度的相对关系，在第一循环模式下对相应的循环子系统内的部件进行控制，能够保证相应循环子系统内的载冷剂的温度能够处于预设温度范围内。

[0092] 再例如，当车厢无需调温、电池41及电机待冷却部件需要冷却（表1中—CC需求）或者当车厢无需调温、电池41需要冷却、电机待冷却部件无调温需求时（表1中—C—需求），所述预设循环模式为第二循环模式（如图4所示），所述第二循环模式为：控制第一四通阀2处于第二切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统贯通，控制车厢制冷剂循环子系统不运行、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行。该技术方案中，—CC需求以及—C—需求共用第二循环模式，而其区别仅在于电机待冷却部件是否需要冷却，具体的，—CC需求下电机系统运行而外界温度偏高（例如温度较高的春夏或者夏秋过渡季节），而在—C—需求下电机系统不运行因此无发热进而无冷却需求，该技术方案

尤其适用于汽车夏季电池充电的工况。

[0093] 进一步地,在所述热管理系统运行于第二循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统系统中的载冷剂的第一实时温度 $T1$ 以及电机载冷剂循环子系统系统中的载冷剂的第二实时温度 $T2$;当 $Ta1 \leq T1 \leq Ta1'$ 且 $Tb1 \leq T2 \leq Tb1'$ 时,保持热管理系统中的第一水泵31、第二水泵42、车外换热器33的风机转速保持不变并保持运行于第二循环模式下;当 $Ta1' < T1$ 或 $Tb1' < T2$ 时,控制第一水泵31、第二水泵42提高转速,控制车外换热器33的风机提高转速并保持运行于第二循环模式下;当 $T1 < Ta1$ 或 $T2 < Tb1$ 时,控制热管理系统由所述第二循环模式切换为第三循环模式(如图5所示),所述第三循环模式为:控制第一四通阀2处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制冷模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器11中的制冷剂截断,保持第二换热器12中制冷剂贯通,控制三通阀32使所述电机载冷剂循环子系统系统中的载冷剂从所述车外换热器33中流通。在所述热管理系统运行于第三循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统系统中的载冷剂的第一实时温度 $T1$ 以及电机载冷剂循环子系统系统中的载冷剂的第二实时温度 $T2$;当 $Ta1 \leq T1 \leq Ta1'$ 且 $Tb1 \leq T2 \leq Tb1'$ 时,保持热管理系统中的第一水泵31、第二水泵42、车外换热器33的风机转速保持不变并保持运行于第三循环模式下;当 $Ta1' < T1$ 时,控制第二节流元件17开度减小、补气增焓压缩机14升频运行、第二水泵42转速提高并保持运行于第三循环模式下;当 $T2 > Tb1'$ 时,控制第一水泵31提高转速,控制车外换热器33的风机转速提高并保持运行于第三循环模式下。该技术方案中,通过对相应的循环子系统系统中的载冷剂的实时温度与预设温度的相对关系,在一CC需求下优先运行第二循环模式,在第二循环模式下对相应的循环子系统系统中的部件进行控制,能够保证相应循环子系统系统中的载冷剂的温度能够处于预设温度范围内,而在第二循环模式下通过单纯调整循环子系统系统中的部件不能将载冷剂温度控制在预设温度范围内时,则热管理系统在以第二循环模式调整了一定预设时长(具体情况根据实际情况预设即可,下文中的模式切换与此同理)后自动切换至第三循环模式,此时通过所述车厢制冷剂循环子系统的冷量对电池41进行高效冷却,而值得注意的时,此时由于车厢内无制冷需求,应控制所述第一换热器11对应设置的第一节流元件16开度为0也即截断对应的制冷剂流通。

[0094] 再例如,当车厢及电池42需要制热、电机待冷却部件需要冷却时(表1中HHC需求),所述预设循环模式为第六循环模式(如图8所示),所述第六循环模式为:控制第一四通阀2处于第二切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统贯通,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器11中的制冷剂流通、第二换热器12中的制冷剂截断,控制三通阀32使车外换热器33中的载冷剂贯通。该技术方案中,当需要运行HHC需求时,热管理系统优先运行第六循环模式,在此模式下,所述第二换热器12对应的第二节流元件17的开度控制为0,解除车厢制冷剂循环子系统与电池载冷剂循环子系统在第二换热器12处的热交换,车厢制冷剂循环子系统单独对车厢内进行制热,而电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统由于贯通,一方面利用电机待冷却部件的余热热量对电池41实现加热,另一方面在第三换热器13处则对电机载冷剂循环子系统的余热进行回收,进而实现对车厢内低温工况下制热能力的补偿。该技术方案尤其适用于冬季制热工况。

[0095] 进一步地,在所述热管理系统运行于第六循环模式下后,获取所述电池载冷剂循

环子系统中的载冷剂的第一实时温度 $T1$ 以及电机载冷剂循环子系统中的载冷剂的第二实时温度 $T2$;当 $Ta2 \leq T1 \leq Ta2'$ 且 $Tb1 \leq T2 \leq Tb1'$ 时,保持热管理系统中的第一水泵31、第二水泵42、车外换热器33的风机转速保持不变并保持运行于第六循环模式下;当 $T1 < Ta2$ 时,控制第一水泵31提高转速,控制车外换热器33的风机提高转速并保持运行于第六循环模式下;当 $T2 > Tb1'$ 时,控制热管理系统由所述第六循环模式切换为第五循环模式(如图7所示),所述第五循环模式为:控制第一四通阀2处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器11及第二换热器12中制冷剂贯通,控制三通阀32使所述车外换热器33旁通;当 $T2 < Tb1$ 时,控制热管理系统由所述第六循环模式切换为第四循环模式(如图6所示),所述第四循环模式为:控制第一四通阀2处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器11及第二换热器12中制冷剂贯通,控制三通阀32使所述电机载冷剂循环子系统中的载冷剂经由所述车外换热器33流通;其中, $Ta2$ 、 $Ta2'$ 分别对应于电池需要加热的预设温度范围的下限温度及上限温度。该技术方案中,在HHC需求下,优先运行第六循环模式,在相应实时温度不能满足对应的预设温度范围时,则将第六循环模式在经过预设时间后切换为第五循环模式或者第四循环模式,从而能够在第五循环模式下利用车厢制冷剂循环子系统的热量对电池高效加热;或者在第四模式下利用车外换热器33吸收外部环境的热量提升系统载冷剂温度。

[0096] 进一步地,在所述热管理系统由所述第六循环模式切换第五循环模式之后,当 $T1 < Ta2$ 时,控制所述补气增焓压缩机14升频、第二节流元件17开度减小、第二水泵42转速提高;当 $T2 < Tb1$ 时,控制第一水泵31转速降低;或者,在所述热管理系统由所述第六循环模式切换为第四循环模式之后,当 $T1 < Ta2$ 时,控制所述补气增焓压缩机14升频、第二节流元件17开度减小第二水泵42转速提高;当 $T2 > Tb'$ 时,控制所述第一水泵31转速提高、车外换热器33的风机转速降低。更进一步的,在所述热管理系统由所述第六循环模式切换为第五循环模式之后,且当 $T1 < Ta2$ 时,控制所述补气增焓压缩机14升频、第二节流元件17开度减小、第二水泵42转速提高后仍不能使 $Ta2 \leq T1 \leq Ta2'$,控制所述热管理系统由所述第五循环模式切换为所述第四循环模式。该技术方案中,通过在第五循环模式以及第四循环模式下后控制相应的部件的开度、转速,提升相应循环子系统中的制冷剂或者载冷剂的热量或者冷量进而实现高效温控目的。

[0097] 再例如,当车厢需要制热、电池41及电机待冷却部件需要冷却(表1中HCC需求)或者当车厢需要制热、电池41需要冷却、电机待冷却部件无调温需求时(表1中HC—需求),所述预设循环模式为第七循环模式(如图9所示),所述第七循环模式为:控制第一四通阀2处于第二切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统贯通,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制所述第二换热器12中的制冷剂截断并控制三通阀32使所述车外换热器33旁通。进一步地,在所述热管理系统运行于第七循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统中的载冷剂的第一实时温度 $T1$ 以及电机载冷剂循环子系统中的载冷剂的第二实时温度 $T2$;当 $Ta1 \leq T1 \leq Ta1'$ 且 $Tb1 \leq T2 \leq Tb1'$ 时,保持热管理系统中的第一水泵31、第二水泵42、车外换热

器33的风机转速保持不变并保持运行于第七循环模式下;当 $Ta1' < T1$ 或 $Tb1' < T2$ 时,控制第一水泵31、第二水泵42提高转速,控制补气增焓压缩机14升频并保持运行于第七循环模式下;当 $T1 < Ta1$ 时,控制热管理系统由所述第七循环模式切换为第六循环模式(如图8所示),所述第六循环模式为:控制第一四通阀2处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第二换热器12中的制冷剂截断,保持第一换热器11中制冷剂贯通,控制三通阀32使所述电机载冷剂循环子系统内的载冷剂从所述车外换热器33中流通。该技术方案中,在HCC需求或者HC—需求下,优先运行第七循环模式,在相应实时温度不能满足对应的预设温度范围时,则将第七循环模式在经过预设时间后切换为第六循环模式,从而能够在第六循环模式下利用车外换热器33实现载冷剂的冷却。该技术方案尤其适用于温度较低的秋冬或者冬春过渡季节或者冬季余热回收工况。进一步地,在热管理系统由所述第七循环模式切换为第六循环模式之后,当 $T1 > Ta1'$ 或 $T2 > Tb1'$,控制第一水泵31、第二水泵42转速升高,以提高相应的载冷剂流速提高冷却效率。

[0098] 再例如,当车厢无需调温、电池41需要加热、电机待冷却部件需要冷却时(表1中—HC需求),所述预设循环模式为第十循环模式(如图12所示),所述第十循环模式为:控制第一四通阀2处于第二切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统贯通,控制车厢制冷剂循环子系统不运行、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制三通阀32使所述车外换热器33旁通。该技术方案中,在—HC需求下优选运行第十循环模式,此时车厢制冷剂循环子系统不运行,电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统贯通形成对电机待冷却部件形成冷却后并利用其对电池41的加热,此时的车外换热器33被旁通。该技术方案尤其适用于冬季启动初期,此时对车厢内的制热需求不大。

[0099] 进一步地,在所述热管理系统运行于第十循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统内的载冷剂的第一实时温度 $T1$ 以及电机载冷剂循环子系统内的载冷剂的第二实时温度 $T2$;当 $Ta2 \leq T1 \leq Ta2'$ 且 $Tb1 \leq T2 \leq Tb1'$ 时,保持热管理系统中的第一水泵31、第二水泵42、车外换热器33的风机转速保持不变并保持运行于第十循环模式下;当 $Ta2' < T1$ 或 $Tb1' < T2$ 时,控制第一水泵31、第二水泵42提高转速并保持运行于第十循环模式下;当 $T1 < Ta2$ 时,控制热管理系统由所述第十循环模式切换为第九循环模式(如图11所示),所述第九循环模式为:控制第一四通阀2处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器11中的制冷剂截断,保持第二换热器12中制冷剂贯通,控制三通阀32使所述车外换热器33旁通;当 $T1 < Tb1$ 时,控制热管理系统由所述第十循环模式切换为第八循环模式,所述第八循环模式为(如图10所示):控制第一四通阀2处于第一切换位置以使所述电池载冷剂循环子系统与电机载冷剂循环子系统相互独立运行,控制车厢制冷剂循环子系统运行制热模式、电池载冷剂循环子系统及电机载冷剂循环子系统运行,控制第一换热器11中的制冷剂截断,保持第二换热器12中制冷剂贯通,控制三通阀32使所述电机载冷剂循环子系统内的载冷剂经由所述车外换热器33流通。该技术方案中,在—HC需求下,优先运行第十循环模式,在相应实时温度不能满足对应的预设温度范围时,则将第十循环模式在经过预设时间后切换为第九循环模式或者第八循

环模式,从而能够在第九循环模式下利用车厢制冷剂循环子系统的热量对电池高效加热;或者在第八模式下利用车外换热器33吸收外部环境的热量提升系统载冷剂温度。

[0100] 进一步地,在所述热管理系统由第十循环模式切换为第九循环模式之后,当 $T1 < Ta2$ 时,控制所述补气增焓压缩机14升频运行,并控制第二节流元件17开度减小,当 $T2 < Tb1$ 时,控制所述第一水泵31转速降低;或者,在所述热管理系统由第十循环模式切换为第八循环模式之后,当 $T1 < Ta2$ 时,控制所述补气增焓压缩机14升频运行,并控制第二节流元件17开度减小,当 $T2 > Tb1'$ 时,控制所述第一水泵31转速提高并控制所述车外换热器33的风机转速减小。该技术方案中,通过在第九循环模式以及第八循环模式下后控制相应的部件的开度、转速,提升相应循环子系统中的制冷剂或者载冷剂的热量或者冷量进而实现高效温控目的。

[0101] 更进一步的,在所述热管理系统由所述第十循环模式切换为第九循环模式之后,且当 $T1 < Ta2$ 时,控制所述补气增焓压缩机14升频、第二节流元件17开度减小后仍不能使 $Ta2 \leq T1 \leq Ta2'$,控制所述热管理系统由所述第九循环模式切换为所述第八循环模式。在运行第九循环模式预设时间之后仍然不能满足相应的温度需求时,切换为第八循环模式,从而能够更为高效的实现对电池41的加热。

[0102] 再例如,当车厢无需调温、电池41需要加热、电机待冷却部件无需调温时(表1中—H—需求),所述预设循环模式为第八循环模式(如图10所示)。此时所述热管理系统运行第八循环模式,能够利用车厢制冷剂循环子系统对电池41进行高效加热,尤其适用于冬季充电工况下。

[0103] 进一步地,在所述热管理系统运行于第八循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统中的载冷剂的第一实时温度 $T1$;当 $Ta2 \leq T1 \leq Ta2'$ 时,保持热管理系统中的第二水泵42、车外换热器33的风机转速保持不变并保持运行于第八循环模式下;当 $Ta2' < T1$ 时,控制第二水泵42降低转速、补气增焓压缩机14降频运行并保持运行于第八循环模式下;当 $T1 < Ta2$ 时,控制第二水泵42降低升高、补气增焓压缩机14升频运行并保持运行于第八循环模式下。该技术方案中,通过在第八循环模式下后控制相应的部件的开度、转速,提升相应循环子系统中的制冷剂或者载冷剂的热量或者冷量进而实现高效温控目的。

[0104] 再例如,当车厢及电池41需要加热、电机待冷却部件无需调温时(表1中HH—需求),所述预设循环模式为第四循环模式(如图6所示)。此时所述热管理系统运行第四循环模式,能够利用车厢制冷剂循环子系统对车厢及电池41进行高效制热,尤其适用于冬季预热工况下。进一步地,在所述热管理系统运行于第四循环模式下后,获取所述电池载冷剂循环子系统中的载冷剂的第一实时温度 $T1$;当 $Ta2 \leq T1 \leq Ta2'$ 时,保持热管理系统中的第二水泵42、车外换热器33的风机转速保持不变并保持运行于第四循环模式下;当 $Ta2' < T1$ 时,控制第二水泵42降低转速、补气增焓压缩机14降频运行并保持运行于第四循环模式下;当 $T1 < Ta2$ 时,控制第二水泵42降低升高、补气增焓压缩机14升频运行并保持运行于第四循环模式下。

[0105] 表1纯电动汽车热管理系统温度控制模式

热管理模式	车厢	电池	电机系统	循环模式
工况 1: 夏季全制冷	C	C	C	第一循环

[0107]	工况 2: 过渡季节	—	C	C	第二循环 第三循环
	工况 3: 夏季停车等待	C	C	—	第一循环
	工况 4: 夏季充电	—	C	—	第二循环
	工况 5: 冬季制热	H	H	C	第四循环 第五循环 第六循环
	工况 6: 过渡季节	H	C	C	第六循环 第七循环
	工况 7: 冬季余热回收	H	C	—	第六循环 第七循环
	工况 8: 冬季启动初期	—	H	C	第八循环 第九循环 第十循环
	工况 9: 冬季充电	—	H	—	第八循环
	工况 10: 冬季预热	H	H	—	第四循环

[0108] 本发明还提供一种电动汽车,包括热管理系统,所述热管理系统为上述的热管理系统,或者包括处理器、存储器以及存储在存储器上可在处理器上运行的程序,所述处理器执行所述程序时实现上述方法的步骤。

[0109] 本领域的技术人员容易理解的是,在不冲突的前提下,上述各有利方式可以自由地组合、叠加。

[0110] 以上仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。以上仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变型,这些改进和变型也应视为本发明的保护范围。

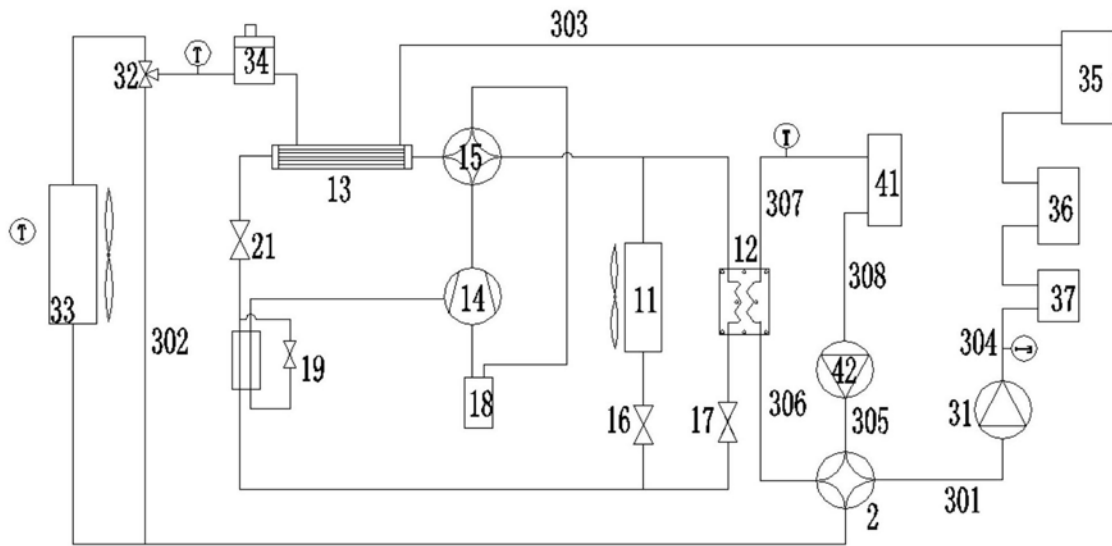


图1

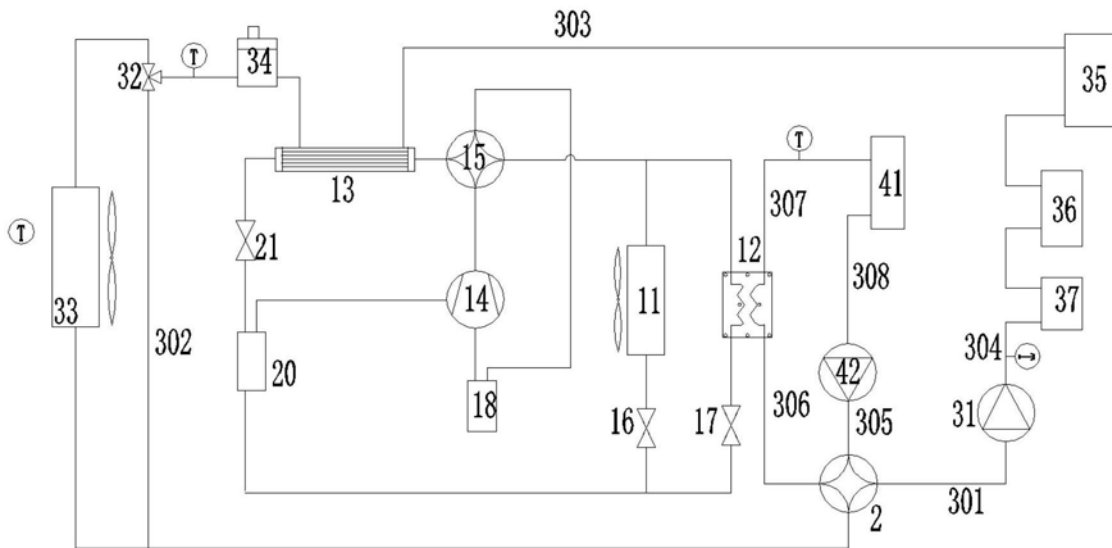


图2

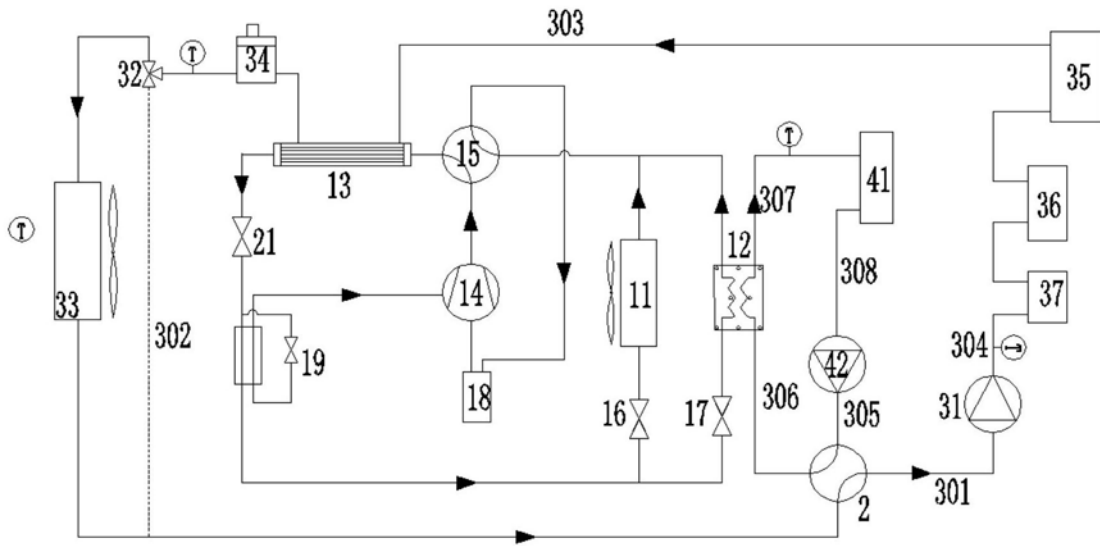


图3

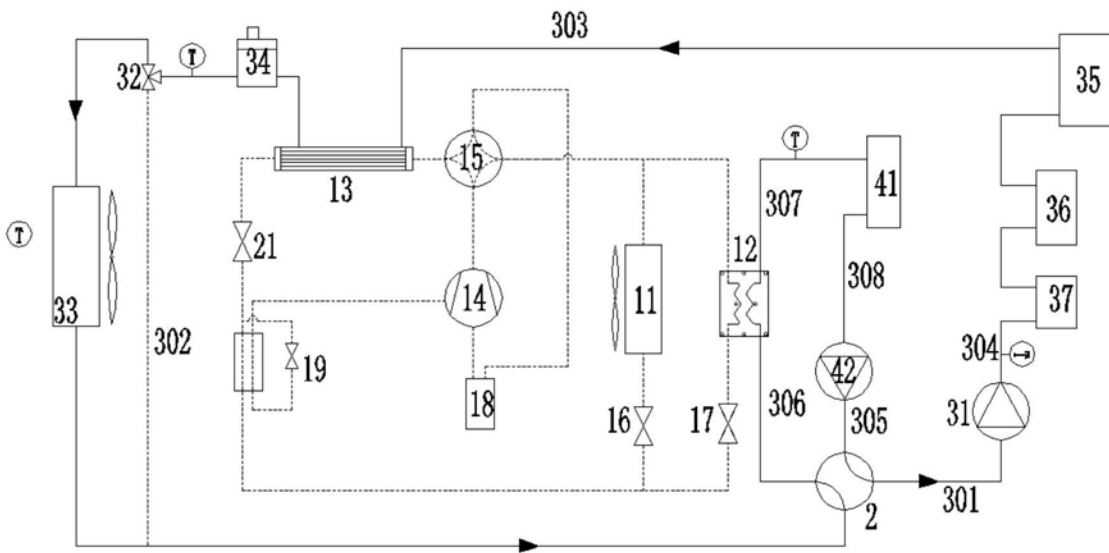


图4

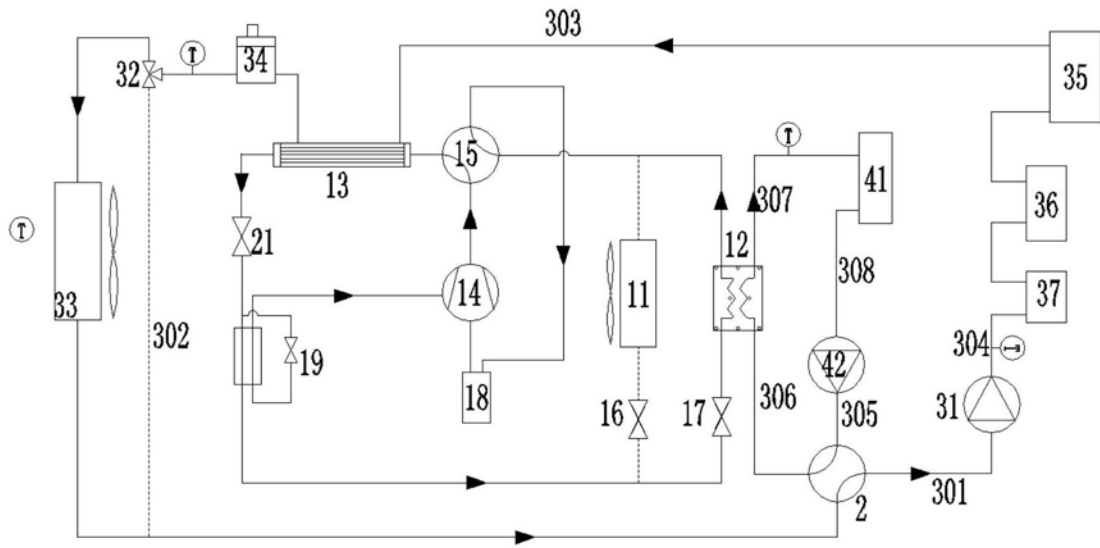


图5

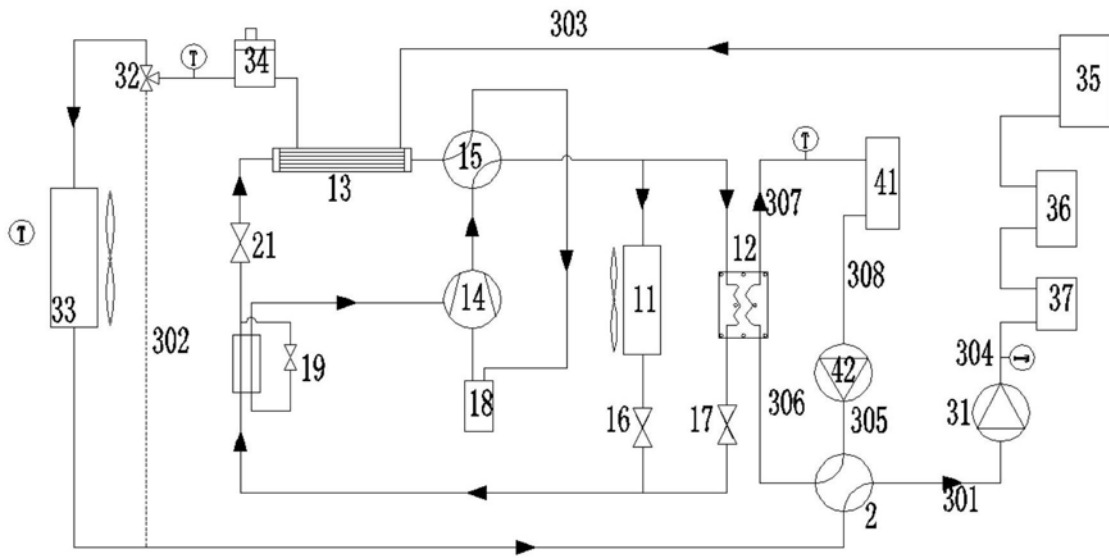


图6

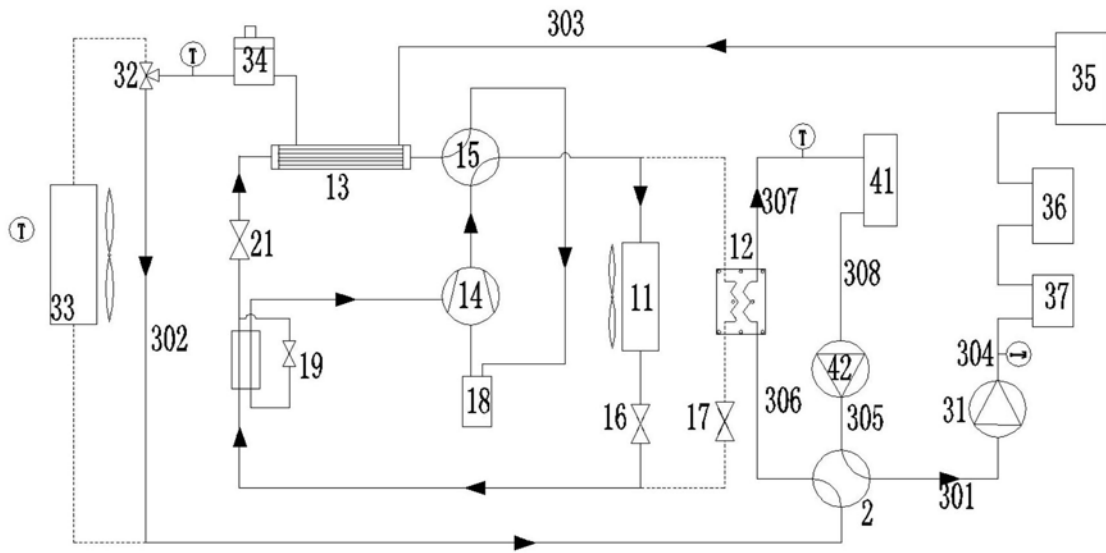


图9

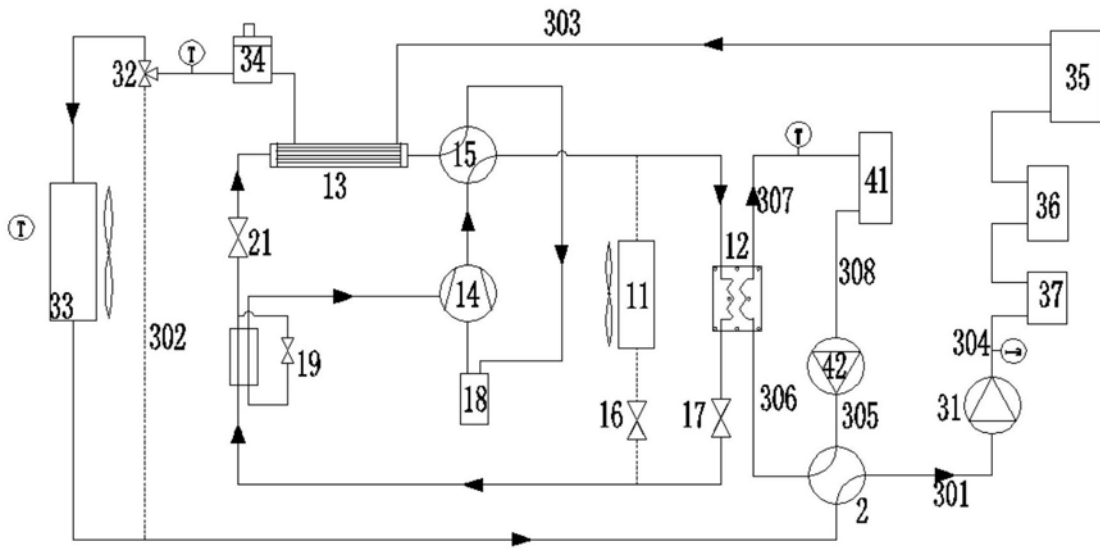


图10

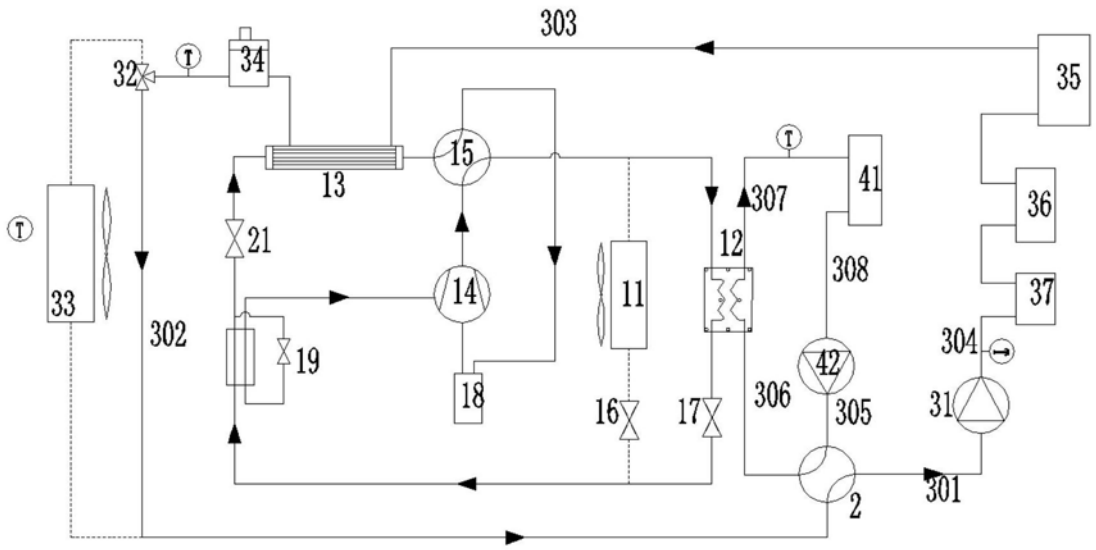


图11

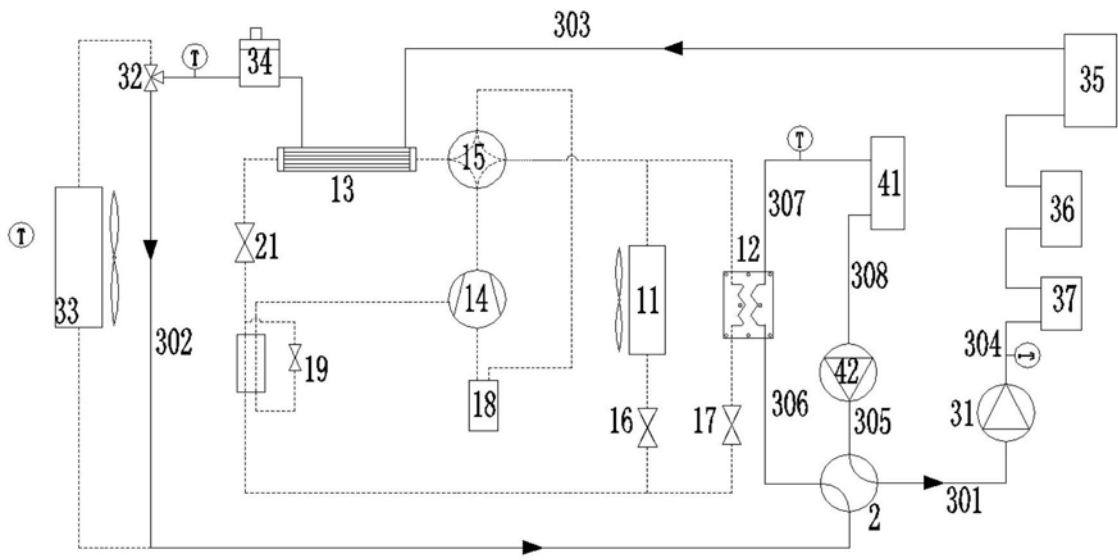


图12