



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209683492 U

(45)授权公告日 2019.11.26

(21)申请号 201920396285.3

B60K 11/06(2006.01)

(22)申请日 2019.03.26

(73)专利权人 吉林大学青岛汽车研究院  
地址 266043 山东省青岛市李沧区娄山路1号

(72)发明人 曾小华 刘通 王星琦 庄晓  
王秀鹏 云千芮 孙楚琪

(74)专利代理机构 长春市恒誉专利代理事务所  
(普通合伙) 22212

代理人 李荣武

(51)Int.Cl.

B60L 58/26(2019.01)

B60L 58/27(2019.01)

B60K 11/02(2006.01)

B60K 11/04(2006.01)

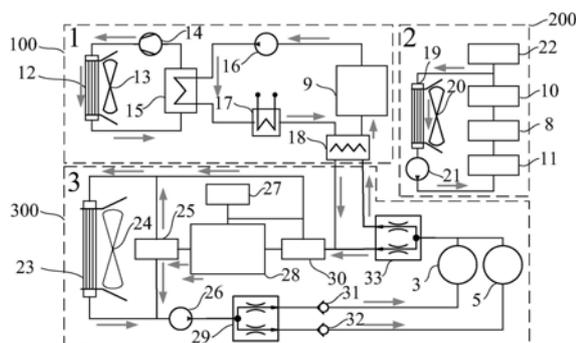
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)实用新型名称

一种插电式混合动力汽车热管理系统

(57)摘要

本实用新型提供了一种插电式混合动力汽车热管理系统,该系统根据动力系统各部件工作温度范围采用三个温度控制回路:电池温度控制回路、电驱控制系统冷却回路以及动力源温度控制回路。VCU根据动力系统各部件温度信号控制三个回路中分流器、换向阀、节温器、电加热器、循环泵、风扇等执行部件,实现了冷却液流动方向和流量大小的改变以及不同回路之间的热交换,有效利用了系统产生的热量,减少了动力源冷启动次数。该热管理系统在满足动力系统各部件温度控制要求的基础上,进一步改善了起动特性和燃油经济性。



1. 一种插电式混合动力汽车热管理系统,其特征在於,该热管理系统包括电池温度控制回路、电驱控制系统冷却回路、动力源温度控制回路;其中,需要被热管理的部件包括发动机、DCDC转换器、第一电机、第二电机、第一电机控制器、第二电机控制器、动力电池。

2. 根据权利要求1所述一种插电式混合动力汽车热管理系统,其特征在於,所述电池温度控制回路包括动力电池、压缩机、冷凝器、冷凝风扇、冷却器、第一循环泵、电加热装置、换热器,各部件通过循环管路连接;动力电池出水口与第一循环泵入水口连接,冷却器第一进水口和第一出水口分别与第一循环泵入水口和电加热装置入水口连接,冷却器第二进水口和第二出水口分别与冷凝器出水口和压缩机进水口连接,压缩机出水口与冷凝器进水口连接,电加热装置由所述动力电池供电。

3. 根据权利要求1所述一种插电式混合动力汽车热管理系统,其特征在於,所述电驱控制系统冷却回路由第二循环泵、第一散热器、第一散热风扇、第一膨胀箱、DCDC转换器、第一电机控制器、第二电机控制器,各部件通过循环管路连接;第二循环泵出水口与所述电机控制器1出水口连接,所述第一电机控制器出水口与所述第二电机控制器入水口连接,所述第二电机控制器出水口与所述DCDC转换器入水口连接,所述DCDC转换器出水口与所述第一膨胀箱和第一散热器入水口连接。

4. 根据权利要求1所述一种插电式混合动力汽车热管理系统,其特征在於,所述动力源温度控制回路包括第二散热器、第二散热风扇、节温器、发动机水室、第三循环泵、第一分流器、第二分流器、换向阀、第一单向阀、第二单向阀、第一电机、第二电机、第二膨胀箱,各部件通过循环管路连接;所述第二散热器出水口和节温器第一出水口与第三循环泵入水口连接,第三循环泵出水口与第一分流器入水口连接,第一分流器的第一出水口和第二出水口分别与第一单向阀入水口和第二单向阀入水口连接,第一单向阀出水口和第二单向阀出水口分别与第一电机入水口和第二电机入水口连接,第一电机出水口和第二电机出水口与第二分流器入水口连接,第二分流器第一出水口与换热器入水口连接,换热器出水口和第二分流器第二出水口与换向阀入水口连接,与换向阀第一出水口与第二散热器和第二膨胀箱连通,换向阀第二出水口与发动机水室入水口连接,发动机水室第一出水口与膨胀箱入水口连接,发动机第二出水口与所述节温器入水口连接,节温器第二出水口与所述散热器入水口连接。

5. 根据权利要求1-4所述任意一种插电式混合动力汽车热管理系统,其特征在於,发动机、DCDC转换器、第一电机、第二电机、第一电机控制器、第二电机控制器、动力电池以及各循环泵出水口均内置温度传感器,能够向VCU提供相应温度信号。

6. 根据权利要求1-4所述任意一种插电式混合动力汽车热管理系统,其特征在於,系统各执行部件包括第一循环泵、第二循环泵、第三循环泵、冷却风扇、压缩机、第一散热风扇、第二散热风扇、电加热器,各部件均由由VCU控制输出功率,第一分流器、第二分流器、换向阀、节温器均由VCU控制冷却液流向和流量大小。

7. 根据权利要求1-4所述任意一种插电式混合动力汽车热管理系统,其特征在於,电池温度控制回路采用低温冷却介质,电驱系统冷却回路和动力源温度控制回路采用相同的高温冷却介质。

## 一种插电式混合动力汽车热管理系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于混合动力汽车控制技术领域,特别涉及一种插电式混合动力汽车热管理系统。

### 背景技术

[0002] 插电式混合动力汽车是传统混合动力汽车向纯电动汽车过渡的一种车型,相比传统混合动力汽车具有较大的电池容量和电机功率,同时能够从外网对动力电池充电,实现长距离纯电行驶,兼具有传统燃油汽车续航里程长以及纯电动汽车低能耗无污染的优点。因此,插电式混合动力汽车在现阶段受到了广泛关注和推广应用,是目前新能源汽车的研究开发热点之一。

[0003] 插电式混合动力汽车有发动机、电机、电机控制器、DCDC转换器、电池等部件需要进行热管理,以保证各部件在不同工况下均处于合适的温度范围,实现动力系统可靠稳定地输出。但是各部件对工作温度要求有明显差别,以某款插电式混合动力商用车为例,其动力电池正常工作温度范围为 $-20\sim 42^{\circ}\text{C}$ ,理想工作温度为 $20^{\circ}\text{C}$ ;电机最高工作温度为 $130^{\circ}\text{C}$ ,电机润滑油正常工作温度范围为 $70\sim 90^{\circ}\text{C}$ ;DCDC转换器和电机控制器冷却液要求工作温度要求低于 $65^{\circ}\text{C}$ ;发动机冷却液正常温度范围为 $85\sim 95^{\circ}\text{C}$ 。可以看出,以上各部件无法共用同一循环回路满足以满足工作需求。

[0004] 一种较为简便的方法是发动机独立采用一套热管理系统,由ECU控制,电机、电机控制器、DCDC等电驱动相关部件采用一套热管理系统,由VCU或者独立的控制单元进行控制,动力电池独立采用一套热管理系统,由BMS控制。这种热管理方法虽然容易实现,但是无法在全局范围内实现热管理系统的优化控制,不可避免会降低整车能量利用效率。尤其当动力系统在不同工作模式以及车辆在不同工况行驶时不同的电机、电机控制器、DCDC发热量不同,采用同一冷却回路无法保证每个部件均处于合适温度范围内,长时间工作时还会缩短使用寿命。因此,合理设计车辆热管理系统并实现优化控制是保证动力系统高效可靠地工作的重要途径之一。

### 发明内容

[0005] 为了解决现有插电式混合动力汽车热管理系统结构设计不合理,效率低的问题,本实用新型提供了一种高效、节能的插电式混合动力汽车热管理系统及方法。

[0006] 所述插电式混合动力汽车动力系统至少包括发动机、扭转减振器、第一电机、第二电机、第一电机控制器、第二电机控制器、DCDC转换器、动力电池、动力耦合装置、主减速器、驱动轮。其中,第一电机和第二电机以及发动机通过动力耦合装置实现动力耦合,第二电机可以单独驱动车辆实现纯电动行驶。根据各部件工作状态,动力系统具有以下几种工作模式:

[0007] (1) 纯电动模式。发动机和第一电机不参与工作,电池提供电能,由第二电机单独驱动车辆行驶;

[0008] (2) 电量平衡模式。三动力源均参与工作,两个电机一个用于发电,另一个用于驱动,发电功率基本满足驱动需求,电池小功率放电/充电维持电量平衡;

[0009] (3) 电量消耗模式。三动力源均参与工作,其中某一电机较小功率发电,另一个电机较大功率放电,电池以较大功率放电。相比纯电动模式电量消耗速率较慢;

[0010] (4) 再生制动模式。车辆减速行驶过程中由第二电机处于发电模式对电池充电;

[0011] (5) 停车充电模式。停车状态下,发动机驱动第一电机为电池充电;

[0012] (6) 停车怠速模式。停车状态下,两电机不参与工作,发动机怠速运行。

[0013] 出于安全考虑,如果车辆长时间静止后再次启动车辆时,即使第二电机满足纯电行驶需求,仍需要启动发动机,检查发动机自身及传动装置是否正常,保证行车安全性。所以,车辆长时间静止后再次启动前发动机和两电机均需要预热。

[0014] 本实用新型所述混合动力热管理系统,包括三个温度控制回路:电池温度控制回路、电驱控制系统冷却回路和动力源温度控制回路。其中:

[0015] 所述电池温度控制回路包括动力电池、压缩机、冷凝器、冷凝风扇、冷却器、第一循环泵、电加热装置、换热器,各部件通过循环管路连接。所述动力电池出水口与所述第一循环泵入水口连接,所述冷却器第一进水口和第一出水口分别与所述第一循环泵入水口和所述电加热装置入水口连接,所述冷却器第二进水口和第二出水口分别与所述冷凝器出水口和压缩机进水口连接,所述压缩机出水口与所述冷凝器进水口连接,所述电加热装置由所述动力电池供电。

[0016] 所述电驱控制系统冷却回路由第二循环泵、第一散热器、第一散热风扇、第一膨胀箱、DCDC转换器、第一电机控制器、第二电机控制器,各部件通过循环管路连接;第二循环泵出水口与所述第一电机控制器入水口连接,所述第一电机控制器出水口与所述第二电机控制器入水口连接,所述第二电机控制器出水口与所述DCDC转换器入水口连接,所述DCDC出水口与所述第一膨胀箱和第一散热器入水口连接。

[0017] 所述动力源温度控制回路包括第二散热器、第二散热风扇、节温器、发动机水室、第三循环泵、第一分流器、第二分流器、换向阀、第一单向阀、第二单向阀、第一电机、第二电机、第二膨胀箱,各部件通过循环管路连接。所述第二散热器出水口和所述节温器第一出水口与所述第三循环泵入水口连接,所述第三循环泵出水口与所述第一分流器入水口连接,所述分流器第一出水口和第二出水口分别与所述第一单向阀入水口和第二单向阀入水口连接,所述第一单向阀出水口和第二单向阀出水口分别与所述第一电机入水口和所述第二电机入水口连接,所述第一电机出水口和所述第二电机出水口与所述第二分流器入水口连接,所述第二分流器第一出水口与所述换热器入水口连接,所述换热器出水口与所述第二分流器第二出水口和所述换向阀入水口连接,所述换向阀第一出水口与所述第二散热器和所述第二膨胀箱连通,所述换向阀第二出水口与所述发动机水室入水口连接,所述发动机水室第一出水口与所述膨胀箱入水口连接,所述发动机第二出水口与所述节温器入水口连接,所述节温器第二出水口与所述散热器入水口连接。

[0018] 由于所述三个循环回路工作温度范围不同,尤其电池冷却液往往还需要考虑绝缘性,因此电池冷却液和发动机冷却液采用不同的冷却介质,动力源温度控制回路和电池温度控制回路通过换热器实现热交换。考虑维护便利性,电驱控制系统冷却回路采用和动力源温度控制回路相同的高温冷却介质,电池采用低温冷却介质。DCDC转换器、电机控制器工

作时产热量相比发动机和电机要少,采用较小的散热器和循环泵。所述单向阀可以避免相关两支路之间的压力差造成的某一支路冷却液回流。三个回路中发动机本体、第一电机、第二电机、第一电机控制器、第二电机控制器以及各散热器出水口均设有温度传感器,用于采集各部件和冷却液温度信号。所述压缩机、循环泵、电加热装置、散热风扇、节温器、分流器、换向阀均由VCU控制,以实现整个热管理系统的优化控制。系统中压缩机、冷凝风扇、第一循环泵、第二循环泵、第三循环泵、第一散热风扇、第二散热风扇功率取决于所在回路的冷却液温度,温度越高,功率越大。

[0019] 本实用新型实施例提供的技术方案带来的有益效果是:

[0020] (1) 减少了发动机和电机冷起动次数和低温运行时间。该热管理系统在动力源,尤其是发动机开始参与工作前能提前对动力源进行预热,有效避免了冷机起动发动机时阻力大、排放特性差、油耗高的问题,减少了摩擦损耗,有利于延长发动机和电机使用寿命;

[0021] (2) 充分利用了发动机和电机工作时产生的热量。当电池产生的热量小于散热量时,无需采用电加热装置而利用动力源热量维持动力电池温度,减少了电能消耗;

[0022] (3) 根据三动力源工作状态调节动力源温度控制回路两支路流量,充分保障了两电机温度平衡,提高了动力系统可靠性;

[0023] (4) 根据动力系统状态有效避免了循环回路不必要的阻力带来的能量损失,提高了散热效率。

[0024] 总的来说本实用新型实施例提供的整车热管理系统及控制方法能够满足整车及动力系统各主要部件能够满足在不同工作模式下的制冷和制热需求,同时有效减少了能量消耗,改善了动力源起动特性。

## 附图说明

[0025] 本实用新型的上述和/或附加的方面和优点结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0026] 图1为本实用新型一个实施例的插电式混合动力汽车动力系统结构示意图;

[0027] 图2为本实用新型所述插电式混合动力汽车热管理系统示意图;

[0028] 图中标记示意为:1—发动机;2—扭转减振器;3—第一电机;4—行星齿轮机构;5—第二电机;6—车轮;7—主减速器;8—第二电机控制器;9—动力电池;10—DCDC转换器;11—第一电机控制器;100—电池温度控制回路;12—冷凝器;13—冷凝风扇;14—压缩机;15—冷却器;16—第一循环泵;17—电加热装置;18—换热器;200—电驱控制系统冷却回路;19—第一散热器;20—第一散热风扇;21—第二循环泵;22—第一膨胀箱;300—动力源温度控制回路;23—第二散热器;24—第二散热风扇;25—节温器;26—第三循环泵;27—第二膨胀箱;28—发动机水室;29—第一分流器;30—换向阀;31—第一单向阀;32—第二单向阀;33—第二分流器。

## 具体实施方式

[0029] 下面结合附图对本实用新型作出详细描述:

[0030] 图1所述动力系统主要部件包括发动机1、扭转减振器2、第一电机3、行星齿轮机构4、第二电机5、车轮6、主减速器7;第二电机控制器8、动力电池9、DCDC转换器10、第一电机控

制器11。该系统以单排行星齿轮机构为动力耦合装置,但是本实用新型所述插电式混合动力汽车动力耦合装置并不局限于单排行星齿轮机构。所述动力系统有6种工作模式:(1)纯电动模式。发动机和第一电机不参与工作,电池提供电能,由第二电机单独驱动车辆行驶;(2)电量平衡模式。三动力源均参与工作,两个电机一个用于发电,另一个用于驱动,发电功率基本满足驱动需求,电池小功率放电/充电维持电量平衡;(3)电量消耗模式。三动力源均参与工作,其中某一电机较小功率发电,另一个电机较大功率放电,电池以较大功率放电。相比纯电动模式电量消耗速率较慢;(4)再生制动模式。车辆减速行驶过程中由第一电机处于发电模式对电池充电;(5)停车充电模式。停车状态下,发动机驱动第一电机为电池充电;(6)停车怠速模式。停车状态下,两电机不参与工作,发动机怠速运行;(7)停车停机模式。三动力源均不工作。

[0031] 图2所述电池温度控制回路100包括动力电池9、压缩机14、冷凝器12、冷凝风扇13、冷却器15、第一循环泵16、电加热装置17、换热器18,各部件通过循环管路连接。所述动力电池出水口与所述第一循环泵入水口连接,所述冷却器第一进水口和第一出水口分别与所述第一循环泵入水口和所述电加热装置入水口连接,所述冷却器第二进水口和第二出水口分别与所述冷凝器出水口和压缩机进水口连接,所述压缩机出水口与所述冷凝器进水口连接,所述电加热装置由所述动力电池供电,可以内置于电池内部或外部,加热装置置于内部时电池可达到更好的加热或保温效果,置于外部时需保证位于换热器和冷却器之间,有利于换热器交换热量,本实用新型实施例中电加热器置于电池外部。当电池温度较高需要散热时,该回路电加热器不工作,在第一循环泵作用下,冷却液由第一循环泵流出,经冷却器、电加热器、换热器、电池,并再次回到第一循环泵,形成局部循环,电池热量经冷却器传递至冷凝剂,由冷凝器和冷凝风扇将热量扩散至空气。当电池散热量不足,需要保温时,压缩机和冷凝风扇停止工作,电加热器或换热器可以加热冷却液,在循环泵作用下为电池加热。

[0032] 图2所述所述电驱控制系统冷却回路200由第二循环泵21、第一散热器19、第一散热风扇20、第一膨胀箱22、DCDC转换器10、第一电机控制器8、第二电机控制器11,各部件通过循环管路连接。本实用新型实施例中所述第二循环泵出水口与所述电机控制器1出水口连接,所述第一电机控制器出水口与所述第二电机控制器入水口连接,所述第二电机控制器出水口与所述DCDC转换器入水口连接,所述DCDC出水口与所述第一膨胀箱和第一散热器入水口连接。当DCDC转换器、两电机控制器温度较高时,第二循环泵和散热风扇开始工作,将热量散发至空气中。第一膨胀箱用于补偿冷却液体积变化。

[0033] 图2所述动力源温度控制回路300包括第二散热器23、第二散热风扇24、节温器25、发动机水室28、第三循环泵26、第一分流器29、第二分流器33、换向阀30、第一单向阀31、第二单向阀32、第一电机3、第二电机5、第二膨胀箱27,各部件通过循环管路连接。所述第二散热器出水口和所述节温器第一出水口与所述第三循环泵入水口连接,所述第三循环泵出水口与所述第一分流器入水口连接,所述分流器第一出水口和第二出水口分别与所述第一单向阀入水口和第二单向阀入水口连接,所述第一单向阀出水口和第二单向阀出水口分别与所述第一电机入水口和所述第二电机入水口连接,所述第一电机出水口和所述第二电机出水口与所述第二分流器入水口连接,所述第二分流器第一出水口与所述换热器入水口连接,所述换热器出水口和所述第二分流器第二出水口与所述换向阀入水口连接,与所述换向阀第一出水口与所述第二散热器和所述第二膨胀箱连通,所述换向阀第二出水口与所述

发动机水室入水口连接,所述发动机水室第一出水口与所述膨胀箱入水口连接,所述发动机第二出水口与所述节温器入水口连接,所述节温器第二出水口与所述散热器入水口连接。与传统发动机散热系统类似,本实用新型所述动力源温度控制回路可以根据动力源温度分为小循环模式、大循环模式和局部循环模式。

[0034] (1) 当发动机温度 $T_e$ 、第一电机温度 $T_{mg1}$ 、第二电机温度 $T_{mg2}$ 满足 $T_e < T_{emin1} \mid \mid T_{mg1} < T_{mg1min1} \mid \mid T_{mg2} < T_{mg2min1}, \max(T_e, T_{mg1}, T_{mg2}) \leq T_{c13max}$ 时,进入小循环模式。 $T_{emin1}$ 、 $T_{mg1min1}$ 、 $T_{mg2min1}$ 、 $T_{c13max}$ 分别为发动机、第一电机、第二电机预热温度下限值、动力源温度控制回路冷却液温度,各值均低于冷却液正常工作时温度上限值。这时,节温器第一通道关闭,第二通道打开,第二分流器第一通道全开,第二通道关闭。冷却液由第三循环泵出水口流出,第一经分流器、第一单向阀或者第二单向阀、第一电机或第二电机、第二分流器、换热器、换向阀、发动机水室至循环泵,不经过散热器。这时第二散热风扇关闭,动力源或换热器加热冷却液,使冷却液温度快速升高。

[0035] (2) 当发动机温度 $T_e$ 高于设定的最佳热机温度 $T_{opt}$ 时进入大循环模式。节温器第一通道全开,第二通道关闭,冷却液流经第二散热器散热,第二散热风扇开始工作;第一分流器根据两电机发热量以及温度调整两通道流量比例;第二分流器第一通道关闭或部分打开,第二通道全开或部分打开。第二分流器可以通过调节两通道流量比例改变换热器换热量。换向阀根据发动机温度和工作状态判断冷却液是否需要流经发动机。

[0036] (3) 当第二电机工作,发动机不工作、冷却液温度低于停止冷却温度阈值 $T_{eclim}$ 且在未未来一定时间内发动机无工作要求时进入局部循环模式。一般车辆纯电动行驶时热管理系统会处于这种模式,这时换向阀第一通道全开,第二通道关闭,冷却液不经过发动机直接进入散热器。这样可以减少冷却液循环阻力,进而减少第三循环泵能耗。纯电驱动时,除了主驱动电机会产生热量外,另外一个电机可能处于随动状态而产生热量,因此需要对两电机进行温度控制。

[0037] 以上各模式中温度阈值 $T_{emin1}$ 、 $T_{mg1min1}$ 、 $T_{mg2min1}$ 根据发动机和电机自身温度特性及润滑油温度特性确定,并且满足如下关系:① $\max[T_{emin1}, T_{mg1min1}, T_{mg2min1}] < T_{opt}$ ;② $T_{c13max} > T_{opt}$ ;

[0038] 本实用新型实施例所述混合动力汽车热管理系统的控制方法具有如下特征:

[0039] (1) 当车辆处于停车状态、三动力源有工作要求、动力源温度控制回路冷却液温度小于加热温度上限 $T_{hmax}$ 同时满足 $SOC > SOC_{min1}$ 、 $T_e < T_{emin1} \mid \mid T_{mg1} < T_{mg1min1} \mid \mid T_{mg2} < T_{mg2min1}, \max(T_e, T_{mg1}, T_{mg2}) \leq T_{c13max}$ 时,电加热器开启,第二分流器第一通道全开,利用电池电能加热动力源,直到某动力源温度达到加热温度上限;其中, $SOC_{min1}$ 为加热允许SOC下限值, $T_{emin1}$ 、 $T_{mg1min1}$ 、 $T_{mg2min1}$ 、 $T_{c13max}$ 分别为发动机、第一电机、第二电机预热温度下限值、动力源温度控制回路冷却液温度,各值均低于冷却液正常工作时温度上限值。

[0040] (2) 当车辆处于行车状态, $T_e < T_{emin2}$ 、 $T_{mg1} \leq T_{mg1max2}$ 且 $T_{mg2} \leq T_{mg2max2}$ 、动力源回路冷却液温度满足 $T_{c13max} > T_{emin2}$ 、发动机处于工作状态或者要求发动机经过时间 $t_e$ 后开始工作时,节温器第一通道关闭,第二通道全开,利用冷却液加热发动机。纯电行驶过程中当SOC较低,需要发动机起动充电时,可以充分利用驱动电机热量,避免冷机起动发动机。

[0041] (3) 当发动机不工作且在未未来一定时间后无工作要求时换向阀第一通道全开,第二通道关闭,进入局部循环模式。

[0042] (4) 第一分流器两通道开度根据两电机温度进行调节;当某一电机不工作且温度低于最佳工作温度时,关闭第一分流器对应通道。

[0043] (5) 当动力源温度控制回路冷却液温度 $T_{c13}$ 处于正常温度范围且电池温度低于设定工作温度下限 $T_{bmin2}$ 后,第二分流器第一通道打开,根据电池温度调节第一通道和第二通道开度;

[0044] (6) 所述冷凝风扇、散热风扇、循环泵功率由所在回路冷却液温度决定;冷却液温度越高,功率越大。

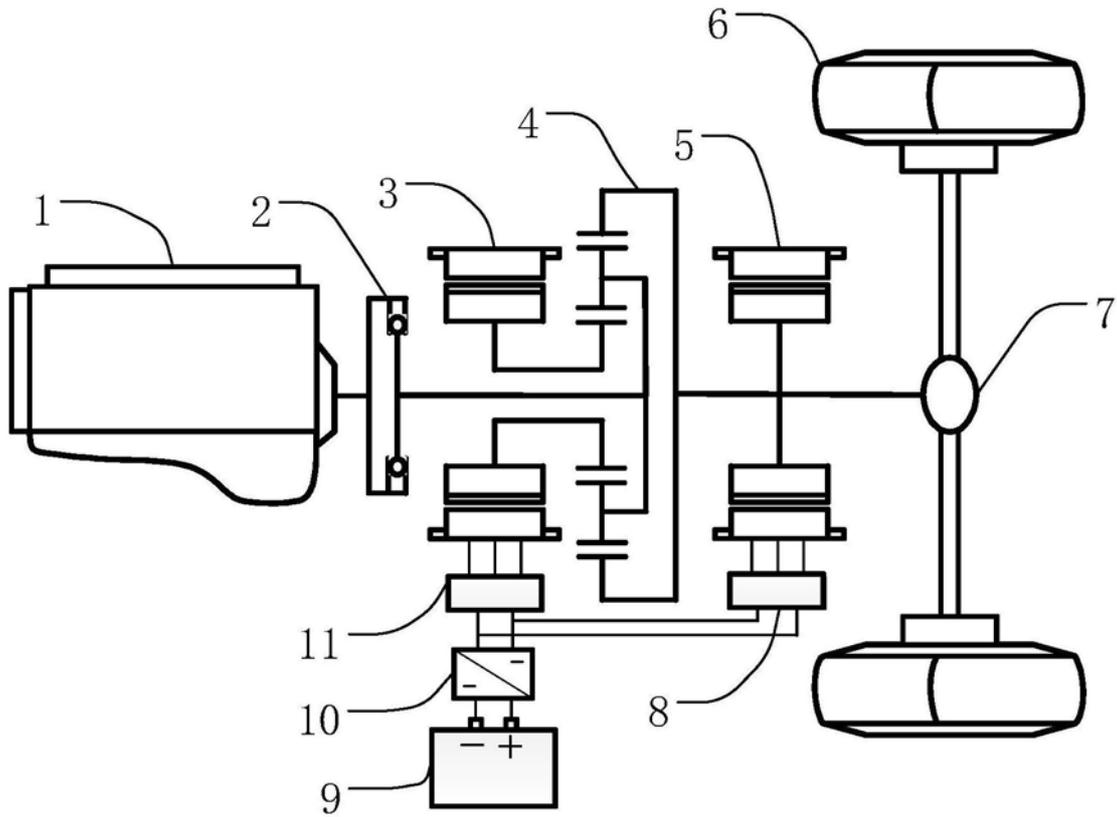


图1

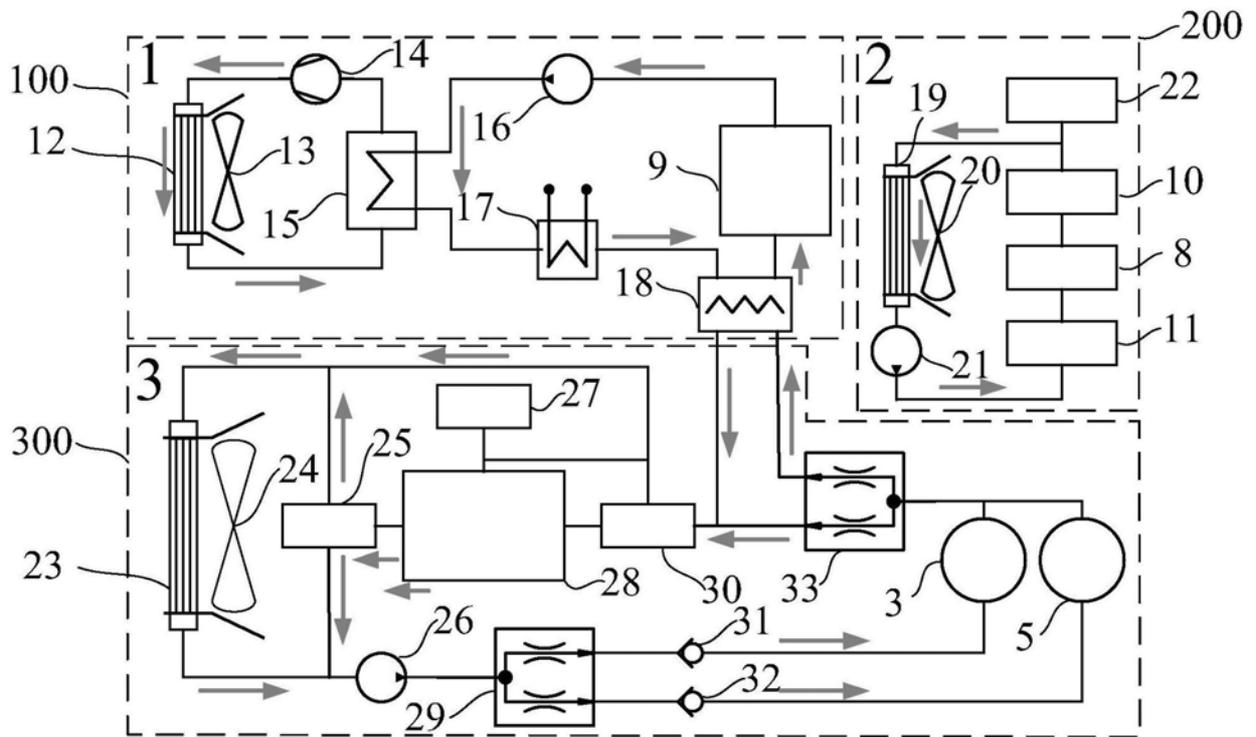


图2