



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111258349 A
(43)申请公布日 2020.06.09

(21)申请号 202010048603.4

(22)申请日 2020.01.16

(71)申请人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙坪坝正街
174号

(72)发明人 张财志 李栋军 樊芮嘉 马荣鸿
张原志

(74)专利代理机构 北京同恒源知识产权代理有
限公司 11275

代理人 赵荣之

(51)Int.Cl.

G05D 23/19(2006.01)

F04D 27/00(2006.01)

F04B 49/06(2006.01)

F04B 49/20(2006.01)

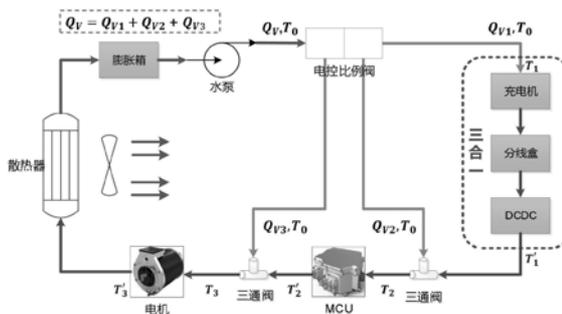
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

基于热量转移的汽车电驱冷却回路的热管理控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于热量转移的汽车电驱冷却回路的热管理控制方法,属于新能源汽车领域。建立新型热管理架构及架构下的热管理控制策略,利用发热元器件工作时的不同温度稳定裕度,通过控制比例阀的流量分配实现元器件间的热量转移精细化电驱回路的热管理和实时监测系统元器件温度,在线调节循环回路中电子元件冷却液流量的分配、水泵和散热风扇的转速,维持电驱冷却系统温度稳定,同时有利以减少散热风扇、水泵增大档位导致的过多能耗。该新型热管理控制方法能够实现依据电驱回路元件散热需求对系统散热能力的智能控制、适当降低散热风扇、水泵的升档降档频率,减少驱动散热系统的能耗,利于延长新能源汽车的续驶里程。



1. 基于热量转移的汽车电驱冷却回路的热管理控制方法,其特征在于:该方法为:

搭建电驱回路新型热管理控制系统架构,水泵输出的流量为 Q_V ,电控比例阀为一进三出 $Q_V = Q_{V1} + Q_{V2} + Q_{V3}$, Q_{V1} , Q_{V2} 和 Q_{V3} 代表温度为 T_0 流经三合一、MCU和电机的冷却液流量,流量大小依据热管理系统的模糊控制器的控制信号在线调节比例阀的比例确定;

流经三合一模块的冷却液状态为流量 Q_{V1} ,温度 T_1 ,流经MCU模块的冷却液状态为流量 $Q_{V1} + Q_{V2}$,温度 T_2 ,流经电机模块的冷却液状态为流量 $Q_{V1} + Q_{V2} + Q_{V3}$,温度 T_3 ;系统的电器件的散热需求升高时,通过调节流经该部件的冷却液初始流量从而改变入水口冷却液状态,满足系统的散热需求。

2. 根据权利要求1所述的基于热量转移的汽车电驱冷却回路的热管理控制方法,其特征在于:所述方法具体包括以下步骤:

1) 电驱冷却系统在稳定工况状态1中,三合一、MCU、电机温度 T_{san} , T_{MCU} , T_{Motor} 均正常,维持此时风扇、水泵转速和流量比例 Q_{V1} , Q_{V2} , Q_{V3} ;

2) 从稳定工况状态进入工况状态2时,MCU、电机温度 T_{MCU} , T_{Motor} 正常,三合一 T_{san} 升高,接近三合一的限值温度时,系统控制比例阀提高 Q_{V1} ,降低 Q_{V2} , Q_{V3} ,直至三合一、MCU、电机温度均处于正常范围内;

3) 从稳定工况状态进入工况状态3,三合一、电机温度 T_{san} , T_{Motor} 均正常,MCU温度 T_{MCU} 升高,与进入工况2;

4) 从稳定工况状态进入工况状态4时,三合一、MCU温度 T_{san} , T_{MCU} 正常,电机温度 T_{Motor} 升高,接近电机的限值温度时,控制系统计算电机增加的产热量,增加的产热较低时,控制比例阀降低 Q_{V1} , Q_{V2} ,提高 Q_{V3} ,直至三合一、MCU和电机的温度均处于正常范围;增加的产热较高,无法通过改变流量比例分配维持系统稳定则提高水泵、散热风扇转速以维持系统稳定;

5) 从稳定工况状态进入工况状态5时,三合一、MCU温度 T_{san} , T_{MCU} 均升高接近限值温度时,电机温度 T_{Motor} 正常,系统控制比例阀提高 Q_{V1} , Q_{V2} ,降低 Q_{V3} ,直至系统组件均处于正常温度,若流量比例调节无法则再提高水泵、散热风扇转速;

6) 从稳定工况状态进入工况状态6时,三合一和电机温度 T_{san} , T_{Motor} 均升高接近限值温度时,MCU温度 T_{MCU} 正常,系统控制比例阀提高 Q_{V1} , Q_{V3} ,降低 Q_{V2} 同时提高水泵和风扇转速;

7) 从稳定工况状态进入工况状态7时,MCU和电机温度 T_{MCU} , T_{Motor} 均升高接近限值温度时,三合一温度 T_{san} 正常,系统控制比例阀提高 Q_{V2} , Q_{V3} ,降低 Q_{V1} 同时提高水泵和风扇转速;

8) 从稳定工况状态进入工况状态8时,三合一、MCU和电机温度 T_{san} , T_{MCU} , T_{Motor} 均升高接近限值温度时,系统控制提高水泵和风扇转速,增大冷却液的水流量和前端冷却模块的进风量。

基于热量转移的汽车电驱冷却回路的热管理控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于新能源汽车领域,涉及基于热量转移的汽车电驱冷却回路的热管理控制方法。

背景技术

[0002] 新能源汽车的整车热管理系统(VTMS)相对于传统汽车,一般新增了动力电池、电机及电子部件等多部件冷却系统(包括四部分:电池热管理系统、汽车空调系统、电机电控冷却系统、减速器冷却系统)。其中,电机电控冷却系统热管理采用液冷散热方式,由电子水泵驱动系统管路内的冷却液依次流经三合一(DCDC、分线盒、OBC)、MCU以及电机等发热部件,冷却液与电器件发生对流换热带走热量,再流经车辆前进气格栅的散热器,通过散热器与环境空气换热对高温冷却液进行散热降温,然后再流经水泵完成一个冷却循环,从而保障电驱系统器件工作在正常温度。

[0003] 由于功率电器件的发热功率且限值温度的不同,当前电机电控冷却系统采用的冷却方式是根据功率电器件温度限值依次冷却的单回路方式。整车采用该架构下的热管理控制策略时,若某一电器件温度过高、而其他电器件温度均正常偏低也会迫使热管理系统控制冷却回路的水泵、散热风扇转速提高,增大热管理系统能耗,不利于电驱系统的精细化管理。本发明设计的支、并式冷却回路架构,控制系统依据实时的元器件温度信息,智能控制支路冷却液流量分配比例,对温度过高电器件的热量转移(至其他有额外温度稳定裕度的电器件)与散发,避免增大水泵、散热风扇的功率提高转速以加强散热能力,从而降低动力电池能量的消耗,提高电驱系统的精细化管理,利于提高能量利用率,提高电动汽车的续航里程。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种基于热量转移的汽车电驱冷却回路的热管理控制方法。

[0005] 为达到上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0006] 基于热量转移的汽车电驱冷却回路的热管理控制方法,该方法为:

[0007] 搭建电驱回路新型热管理控制系统架构,水泵输出的流量为 Q_V ,电控比例阀为一进三出 $Q_V = Q_{V1} + Q_{V2} + Q_{V3}$, Q_{V1} , Q_{V2} 和 Q_{V3} 代表温度为 T_0 流经三合一、MCU和电机的冷却液流量,流量大小依据热管理系统的模糊控制器的控制信号在线调节比例阀的比例确定;

[0008] 流经三合一模块的冷却液状态为流量 Q_{V1} ,温度 T_1 ,流经MCU模块的冷却液状态为流量 $Q_{V1} + Q_{V2}$,温度 T_2 ,流经电机模块的冷却液状态为流量 $Q_{V1} + Q_{V2} + Q_{V3}$,温度 T_3 ;系统的电器件的散热需求升高时,通过调节流经该部件的冷却液初始流量从而改变入水口冷却液状态,满足系统的散热需求。

[0009] 可选的,所述方法具体包括以下步骤:

[0010] 1) 电驱冷却系统在稳定工况状态1中,三合一、MCU、电机温度 T_{san} , T_{MCU} , T_{Motor} 均正

常,维持此时风扇、水泵转速和流量比例 Q_{V1}, Q_{V2}, Q_{V3} ;

[0011] 2) 从稳定工况状态进入工况状态2时,MCU、电机温度 T_{MCU}, T_{Motor} 正常,三合一 T_{san} 升高,接近三合一的限值温度时,系统控制比例阀提高 Q_{V1} ,降低 Q_{V2}, Q_{V3} ,直至三合一、MCU、电机温度均处于正常范围内;

[0012] 3) 从稳定工况状态进入工况状态3,三合一、电机温度 T_{san}, T_{Motor} 均正常,MCU温度 T_{MCU} 升高,与进入工况2;

[0013] 4) 从稳定工况状态进入工况状态4时,三合一、MCU温度 T_{san}, T_{MCU} 正常,电机温度 T_{Motor} 升高,接近电机的限值温度时,控制系统计算电机增加的产热量,增加的产热较低时,控制比例阀降低 Q_{V1}, Q_{V2} ,提高 Q_{V3} ,直至三合一、MCU和电机的温度均处于正常范围;增加的产热较高,无法通过改变流量比例分配维持系统稳定则提高水泵、散热风扇转速以维持系统稳定;

[0014] 5) 从稳定工况状态进入工况状态5时,三合一、MCU温度 T_{san}, T_{MCU} 均升高接近限值温度时,电机温度 T_{Motor} 正常,系统控制比例阀提高 Q_{V1}, Q_{V2} ,降低 Q_{V3} ,直至系统组件均处于正常温度,若流量比例调节无法则再提高水泵、散热风扇转速;

[0015] 6) 从稳定工况状态进入工况状态6时,三合一和电机温度 T_{san}, T_{Motor} 均升高接近限值温度时,MCU温度 T_{MCU} 正常,系统控制比例阀提高 Q_{V1}, Q_{V3} ,降低 Q_{V2} 同时提高水泵和风扇转速;

[0016] 7) 从稳定工况状态进入工况状态7时,MCU和电机温度 T_{MCU}, T_{Motor} 均升高接近限值温度时,三合一温度 T_{san} 正常,系统控制比例阀提高 Q_{V2}, Q_{V3} ,降低 Q_{V1} 同时提高水泵和风扇转速;

[0017] 8) 从稳定工况状态进入工况状态8时,三合一、MCU和电机温度 $T_{san}, T_{MCU}, T_{Motor}$ 均升高接近限值温度时,系统控制提高水泵和风扇转速,增大冷却液的水流量和前端冷却模块的进风量。

[0018] 本发明的有益效果在于:

[0019] 1) 提出一种新型的电驱冷却回路架构,利用电控比例阀和三通阀简化管路连接,通过在线智能调节冷却液流量分配,利用元器件不同工况下的温度裕度,优化电驱动系统元器件的热管理控制;

[0020] 2) 设计与该新型架构匹配的电驱回路热管理控制策略,从系统整体的角度管理电驱冷却回路中三合一、MCU和电机的热量分布,宏观调控与定向调节相结合,精细化管理系统的散热能力;

[0021] 3) 架构与控制策略的结合,有利于减少散热风扇、冷却水泵的升档状态,降低散热部件产生的能耗;

[0022] 4) 模糊控制系统的鲁棒性更好,抗干扰能力强,适合非线性、时变的整车热管理系统控制,在复杂工况下有更好的控制效果。

[0023] 本发明的其他优点、目标和特征在某种程度上将在随后的说明书中进行阐述,并且在某种程度上,基于对下文的考察研究对本领域技术人员而言将是显而易见的,或者可以从本发明的实践中得到教导。本发明的目标和其他优点可以通过下面的说明书来实现和获得。

附图说明

[0024] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明作优选的详细描述,其中:

[0025] 图1为本发明的系统的工作模式;

[0026] 图2为本发明的模糊控制框图。

具体实施方式

[0027] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。需要说明的是,以下实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,在不冲突的情况下,以下实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0028] 其中,附图仅用于示例性说明,表示的仅是示意图,而非实物图,不能理解为对本发明的限制;为了更好地说明本发明的实施例,附图某些部件会有省略、放大或缩小,并不代表实际产品的尺寸;对本领域技术人员来说,附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

[0029] 本发明实施例的附图中相同或相似的标号对应相同或相似的部件;在本发明的描述中,需要理解的是,若有术语“上”、“下”、“左”、“右”、“前”、“后”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此附图中描述位置关系的用语仅用于示例性说明,不能理解为对本发明的限制,对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

[0030] 本发明是针对新能源电动汽车电驱冷却回路提出的新型热管理控制方法,提出了一种新型的电驱回路热管理架构,以及基于新型热管理架构的热管理系统控制策略。整车在运行工况时,不同功率元器件工作时有不同的散热需求,通过元器件温度状态的监测判断,自适应调节对流经元器件冷却液流量及冷却液入口温度的控制,从而调整带走发热元器件产生热量的多少,维持单体元器件的温度正常以及宏观调控电驱冷却系统的温度稳定,实现冷却系统的精细化管理,保障功率电驱器件均工作在正常温度范围内,同时有利于减少散热器件(水泵、散热风扇等)的能耗。

[0031] 本发明相对一般的电驱冷却回路新增了一个电控比例阀和两个三通阀,其布置位置与硬件架构如图1所示。设计中由水泵带动回路中的冷却液流动,将一定压力的冷却液输送至在线调节的电控比例阀,比例阀根据VTM系统控制策略及控制信号调控三条支路的冷却液流量比例,实现对功率散热件不同散热需求的控制和管理。

[0032] 本发明通过采集三合一、MCU和电机的出水温度和本体温度信号,结合热管理系统中各个元器件的限值温度范围,计算电驱系统元器件在当前工况、载荷下单独的散热需求,控制系统调控比例阀的冷却液流量比例,改变通往不同发热元器件的冷却液状态(流量及入水口温度),减少低散热需求器件的散热,加强高散热需求器件的散热,从系统整体的角度调控热量分布,实现电驱冷却系统的热管理。

[0033] 按图2所示,搭建该电驱回路新型热管理控制系统架构;在该架构中,水泵输出的流量为 Q_V ,电控比例阀为一进三出 $Q_V = Q_{V1} + Q_{V2} + Q_{V3}$, Q_{V1} , Q_{V2} 和 Q_{V3} 代表温度为 T_0 流经三合一、MCU和电机的冷却液流量,其流量大小依据热管理系统的模糊控制器的控制信号在线调节比例阀的比例确定。

[0034] 流经三合一模块的冷却液状态为流量 Q_{V1} ,温度 T_1 ,流经MCU模块的冷却液状态为流量 $Q_{V1} + Q_{V2}$,温度 T_2 ,流经电机模块的冷却液状态为流量 $Q_{V1} + Q_{V2} + Q_{V3}$,温度 T_3 。系统某电器件的散热需求升高时,通过调节流经该部件的冷却液初始流量从而改变入水口冷却液状态,满足该系统的散热需求。

[0035] 1) 电驱冷却系统在稳定工况状态1中,三合一、MCU、电机温度 T_{san} , T_{MCU} , T_{Motor} 均正常,维持此时风扇、水泵转速和流量比例 Q_{V1} , Q_{V2} , Q_{V3} 。

[0036] 2) 从稳定工况状态进入工况状态2时,MCU、电机温度 T_{MCU} , T_{Motor} 正常,三合一 T_{san} 升高,接近三合一的限值温度时,系统控制比例阀提高 Q_{V1} ,降低 Q_{V2} , Q_{V3} ,直至三合一、MCU、电机温度均处于正常范围内。

[0037] 3) 从稳定工况状态进入工况状态3,三合一、电机温度 T_{san} , T_{Motor} 均正常,MCU温度 T_{MCU} 升高,与进入工况2同理。(三合一、MCU产热功率一般远低于电机功率。)

[0038] 4) 从稳定工况状态进入工况状态4时,三合一、MCU温度 T_{san} , T_{MCU} 正常,电机温度 T_{Motor} 升高,接近电机的限值温度时,控制系统计算电机增加的产热量,增加的产热较低时,控制比例阀降低 Q_{V1} , Q_{V2} ,提高 Q_{V3} ,直至三合一、MCU和电机的温度均处于正常范围;增加的产热较高,无法通过改变流量比例分配维持系统稳定则提高水泵、散热风扇转速以维持系统稳定。

[0039] 5) 从稳定工况状态进入工况状态5时,三合一、MCU温度 T_{san} , T_{MCU} 均升高接近限值温度时,电机温度 T_{Motor} 正常,系统控制比例阀提高 Q_{V1} , Q_{V2} ,降低 Q_{V3} ,直至系统组件均处于正常温度,若流量比例调节无法则再提高水泵、散热风扇转速。

[0040] 6) 从稳定工况状态进入工况状态6时,三合一和电机温度 T_{san} , T_{Motor} 均升高接近限值温度时,MCU温度 T_{MCU} 正常,系统控制比例阀提高 Q_{V1} , Q_{V3} ,降低 Q_{V2} 同时提高水泵和风扇转速。

[0041] 7) 从稳定工况状态进入工况状态7时,MCU和电机温度 T_{MCU} , T_{Motor} 均升高接近限值温度时,三合一温度 T_{san} 正常,系统控制比例阀提高 Q_{V2} , Q_{V3} ,降低 Q_{V1} 同时提高水泵和风扇转速。

[0042] 8) 从稳定工况状态进入工况状态8时,三合一、MCU和电机温度 T_{san} , T_{MCU} , T_{Motor} 均升高接近限值温度时,系统控制提高水泵和风扇转速,增大冷却液的水流量和前端冷却模块的进风量。

[0043] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

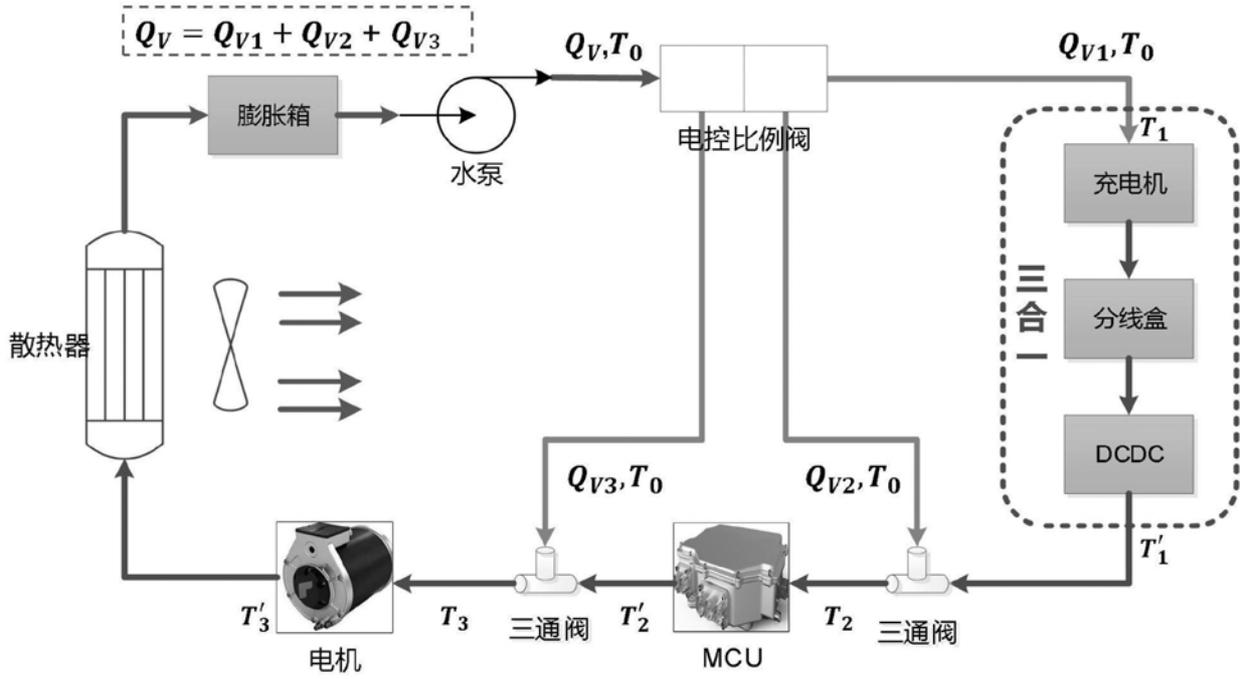


图1

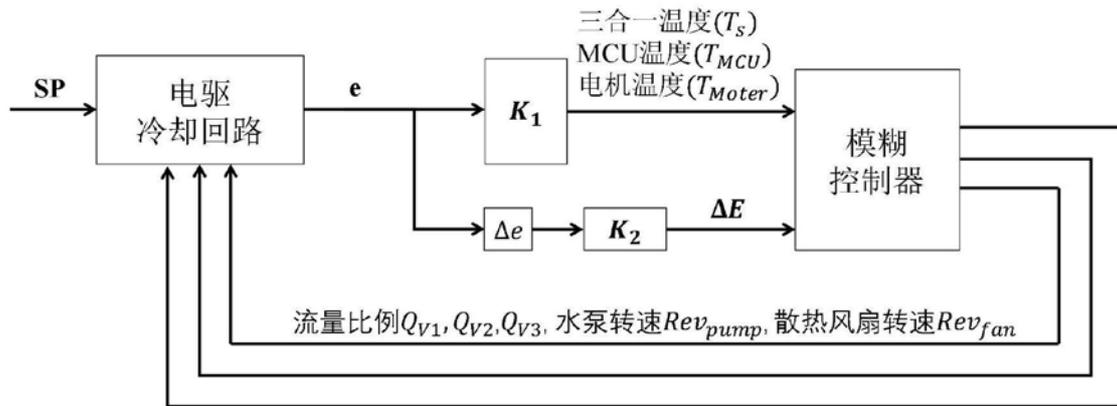


图2