



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111552331 B

(45) 授权公告日 2021.09.17

(21) 申请号 202010405858.1

(22) 申请日 2020.05.14

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111552331 A

(43) 申请公布日 2020.08.18

(73) 专利权人 海马新能源汽车有限公司

地址 450000 河南省郑州市经济技术开发区航海东路1689号

专利权人 海马汽车有限公司

(72) 发明人 覃铭 姬园 譙万成 朱德祥

张作泳 孟钊

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务所(特殊普通合伙) 11463

代理人 杨勋

(51) Int.Cl.

G05D 23/20 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 106240341 A, 2016.12.21

CN 109552021 A, 2019.04.02

CN 108944393 A, 2018.12.07

JP H06315247 A, 1994.11.08

JP H06315247 A, 1994.11.08

审查员 赵楠

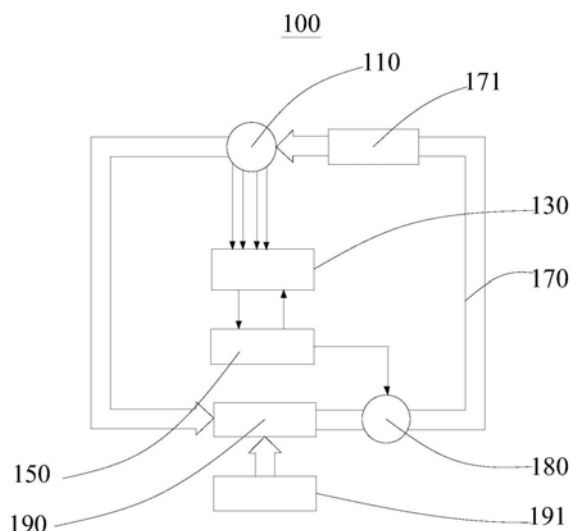
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

一种冷却控制方法和冷却控制系统

(57) 摘要

本发明提供了一种冷却控制方法和冷却控制系统,涉及电动汽车领域,通过实时采集电机绕组和冷却液体的温度差值、定子绕组电流大小、电机绕组温度及磁场频率四个变量,并依据四个变量调节水冷流量,冷却回路控制系统可根据实际情况判断数据库的响应数值并执行,冷却效果好,此外由于电流、频率、温度等变量可实时检测并反馈,使得响应速度快,同时也避免了冷却系统长时间处于高档位状态,此种方法既可以解决目前基于档位调节的响应速度慢及耗电的问题,也可以从影响冷却回路流量大小的全部变量着手,对其进行宏观调节,同时克服了非线性调节水路流量的大惯性,更易在车辆上实现。



1. 一种冷却控制方法,用于控制驱动电机的冷却液流量,其特征在于,包括以下步骤:  
获取所述驱动电机的第一温度数据;  
获取所述驱动电机的电流数据;  
获取所述驱动电机磁场频率数据;  
获取所述驱动电机的入液口处的第二温度数据;  
依据所述第一温度数据和第二温度数据的差值计算得到温差数据;  
依据所述第一温度数据、所述电流数据、所述磁场频率数据和所述温差数据与各自对应的标准值的对比结果调节所述驱动电机的冷却液流量。

2. 根据权利要求1所述的冷却控制方法,其特征在于,所述依据所述第一温度数据、所述电流数据、所述磁场频率数据和所述温差数据调节所述驱动电机的冷却液流量的步骤,包括:

依据所述第一温度数据、所述电流数据、所述磁场频率数据和所述温差数据与各自对应的标准值的对比结果调节散热水泵的转速;

其中所述散热水泵用于向所述驱动电机泵送冷却液。

3. 根据权利要求2所述的冷却控制方法,其特征在于,所述依据所述第一温度数据、所述电流数据、所述磁场频率数据和所述温差数据调节散热水泵的转速的步骤,包括:

对比所述第一温度数据和预设温度数据,当所述第一温度数据大于或等于所述预设温度数据时,所述驱动电机处于温度报警状态;当所述第一温度数据小于所述预设温度数据时,所述驱动电机处于安全温度状态;

对比所述电流数据和预设电流数据,当所述电流数据大于或等于所述预设电流数据时,所述驱动电机处于过电流状态;当所述电流数据小于所述预设电流数据时,所述驱动电机处于持续电流状态;

对比所述温差数据和预设温差数据,当所述温差数据大于或等于所述预设温差数据时,所述驱动电机处于低温差状态;当所述温差数据小于所述预设温差数据时,所述驱动电机处于高温差状态;

对比所述磁场频率数据和预设磁场频率数据,当所述磁场频率数据大于或等于所述预设磁场频率数据时,所述驱动电机处于高频率状态;当所述磁场频率数据小于所述预设磁场频率数据时,所述驱动电机处于额定频率状态;

依据所述驱动电机的状态调节所述散热水泵的转速。

4. 根据权利要求3所述的冷却控制方法,其特征在于,所述依据所述驱动电机的状态调节所述散热水泵的转速的步骤,包括:

当所述驱动电机处于高频率状态时,控制所述散热水泵的转速增加第一转速;

当所述驱动电机处于低温差状态时,控制所述散热水泵的转速增加第二转速;

当所述驱动电机处于过电流状态时,控制所述散热水泵的转速增加第三转速;

当所述驱动电机处于温度报警状态时,控制所述散热水泵的转速增加第四转速;

当所述驱动电机处于额定频率状态、高温差状态、持续电流状态且安全温度状态时,控制所述散热水泵的转速至基准转速,否则,控制所述散热水泵的转速在所述基准转速的基础上增加所述第一转速、所述第二转速、所述第三转速和所述第四转速中至少之一;

其中,所述第一转速小于所述第二转速,所述第二转速小于所述第三转速,所述第三转

速小于所述第四转速。

5. 根据权利要求4所述的冷却控制方法,其特征在于,所述第二转速为第一转速的两倍,所述第三转速为所述第二转速的两倍,所述第四转速为所述第三转速的两倍。

6. 一种冷却控制系统,其特征在于,包括驱动电机、驱动电机控制器和整车控制器,所述驱动电机控制器与所述驱动电机连接,所述整车控制器与所述驱动电机控制器连接;

所述驱动电机控制器用于检测所述驱动电机的第一温度并生成第一温度数据;

所述驱动电机控制器还用于检测所述驱动电机的电流并生成电流数据;

所述驱动电机控制器还用于检测所述驱动电机的磁场频率并生成磁场频率数据;

所述驱动电机控制器还用于检测所述驱动电机的入液口的第二温度,并依据所述第一温度和所述第二温度的差值生成温差数据;

所述整车控制器用于依据所述第一温度数据、所述电流数据、所述磁场频率数据和所述温差数据与各自对应的标准值的对比结果调节所述驱动电机的冷却液流量。

7. 根据权利要求6所述的冷却控制系统,其特征在于,所述驱动电机控制器包括第一温度传感器、第二温度传感器、霍尔传感器、旋转变压器和信号采集计算单元,所述第一温度传感器、所述第二温度传感器、所述霍尔传感器和所述旋转变压器均与所述信号采集计算单元连接,所述信号采集计算单元与所述整车控制器连接;

所述第一温度传感器所设置在所述驱动电机控制器内并与驱动电机电连接,用于检测所述驱动电机的定子绕组的第一温度并生成所述第一温度数据;

所述第二温度传感器设置在所述驱动电机的入液口处,并与所述第一温度传感器连接,用于检测所述驱动电机的入液口的第二温度并依据第一温度和所述第二温度的差值生成温差信号;

所述霍尔传感器设置在所述驱动电机上,用于检测所述定子绕组的电流并生成电流数据;

所述旋转变压器设置在所述驱动电机上,用于计算所述驱动电机的磁场频率。

8. 根据权利要求6所述的冷却控制系统,其特征在于,所述冷却控制系统还包括冷却回路和散热水泵,所述冷却回路与所述驱动电机连接,所述散热水泵设置在所述冷却回路上,用于向所述驱动电机泵送冷却液,所述整车控制器与所述散热水泵连接,所述整车控制器还用于依据所述第一温度数据、所述电流数据、所述磁场频率数据和所述温差数据与各自对应的标准值的对比结果调节所述散热水泵的转速。

9. 根据权利要求8所述的冷却控制系统,其特征在于,所述冷却控制系统还包括冷却液箱,所述冷却液箱设置在所述冷却回路上,用于向所述冷却回路提供冷却液。

10. 根据权利要求9所述的冷却控制系统,其特征在于,所述冷却液箱上设置有散热器,所述散热器用于对所述冷却液箱进行散热。

## 一种冷却控制方法和冷却控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电动汽车领域,具体而言,涉及一种冷却控制方法和冷却控制系统。

### 背景技术

[0002] 目前纯电动轿车市场中,除A00级轿车的驱动电机系统大多采用表面冷却(即风冷)的散热方式外,其它车型的驱动电机系统普遍采用内部冷却(即液冷)的散热方式。永磁同步电机普遍采用周向螺旋式水道的设计方案,各电机厂家会因为每款电机的外径尺寸、功率等级等调整水道的密度及水道截面积。冷却系统的散热效果直接影响到电机的使用寿命和额定容量,冷却控制技术对驱动电机的使用具有重要的意义。绝大多数车企采用的冷却控制技术是将电机温度划分为两个或三个区域,每个温度区域设置一档固定冷却液体流量,为了尽量满足驱动电机的散热需求,长时间运行在高档位会增加整车的耗电,此外,现有的冷却系统响应慢,无法有效保护电机。

[0003] 有鉴于此,设计制造出一种能够解决响应慢和耗电问题,同时冷却效果好,能够有效保护电机的冷却控制系统就显得尤为重要。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种冷却控制方法,其冷却效果好,同时响应速度快,避免了冷却系统长时间运行在高档位,降低了耗电量,能够有效保护电机。

[0005] 本发明的另一目的在于提供一种冷却控制系统,其冷却效果好,同时响应速度快,同时耗电量少,能够有效地保护电机。

[0006] 本发明是采用以下的技术方案来实现的。

[0007] 在一方面,本发明提供了一种冷却控制方法,用于控制驱动电机的冷却液流量,包括以下步骤:

[0008] 获取驱动电机的第一温度数据;

[0009] 获取驱动电机的电流数据;

[0010] 获取驱动电机磁场频率数据;

[0011] 获取驱动电机的入液口处的第二温度数据;

[0012] 依据第一温度数据和第二温度数据的差值计算得到温差数据;

[0013] 依据第一温度数据、电流数据、磁场频率数据和温差数据调节驱动电机的冷却液流量。

[0014] 进一步地,依据第一温度数据、电流数据、磁场频率数据和温差数据调节驱动电机的冷却液流量的步骤,包括:

[0015] 依据第一温度数据、电流数据、磁场频率数据和温差数据调节散热水泵的转速;

[0016] 其中散热水泵用于向驱动电机泵送冷却液。

[0017] 进一步地,依据第一温度数据、电流数据、磁场频率数据和温差数据调节散热水泵的转速的步骤,包括:

[0018] 对比第一温度数据和预设温度数据,当第一温度数据大于或等于预设温度数据时,驱动电机处于温度报警状态;当第一温度数据小于预设温度数据时,驱动电机处于安全温度状态;

[0019] 对比电流数据和预设电流数据,当电流数据大于或等于预设电流数据时,驱动电机处于过电流状态;当电流数据小于预设电流数据时,驱动电机处于持续电流状态;

[0020] 对比温差数据和预设温差数据,当温差数据大于或等于预设温差数据时,驱动电机处于低温差状态;当温差数据小于预设温差数据时,驱动电机处于高温差状态;

[0021] 对比磁场频率数据和预设磁场频率数据,当磁场频率数据大于或等于预设磁场频率数据时,驱动电机处于高频率状态;当磁场频率数据小于预设磁场频率数据时,驱动电机处于额定频率状态;

[0022] 依据驱动电机的状态调节散热水泵的转速。

[0023] 进一步地,依据驱动电机的状态调节用于向驱动电机泵送冷却液的散热水泵的转速的步骤,包括:

[0024] 当驱动电机处于高频率状态时,控制散热水泵的转速增加第一转速;

[0025] 当驱动电机处于低温差状态时,控制散热水泵的转速增加第二转速;

[0026] 当驱动电机处于过电流状态时,控制散热水泵的转速增加第三转速;

[0027] 当驱动电机处于温度报警状态时,控制散热水泵的转速增加第四转速;

[0028] 当驱动电机处于额定频率状态、高温差状态、持续电流状态且安全温度状态时,控制散热水泵的转速至基准转速,否则,控制散热水泵的转速在基准转速的基础上增加第一转速、第二转速、第三转速和第四转速中至少之一;

[0029] 其中,第一转速小于第二转速,第二转速小于第三转速,第三转速小于第四转速。

[0030] 进一步地,第二转速为第一转速的两倍,第三转速为第二转速的两倍,第四转速为第三转速的两倍。

[0031] 一种冷却控制系统,包括驱动电机、驱动电机控制器和整车控制器,驱动电机控制器与驱动电机连接,整车控制器与驱动电机控制器连接;

[0032] 驱动电机控制器用于检测驱动电机的第一温度并生成第一温度数据;

[0033] 驱动电机控制器还用于检测驱动电机的电流并生成电流数据;

[0034] 驱动电机控制器还用于检测驱动电机的磁场频率并生成磁场频率数据;

[0035] 驱动电机控制器还用于检测驱动电机的入液口的第二温度,并依据第一温度和第二温度的差值生成温差数据;

[0036] 整车控制器用于依据第一温度数据、电流数据、磁场频率数据和温差数据调节驱动电机的冷却液流量。

[0037] 进一步地,驱动电机控制器包括第一温度传感器、第二温度传感器、霍尔传感器、旋转变压器和信号采集计算单元,第一温度传感器、第二温度传感器、霍尔传感器和旋转变压器均与信号采集计算单元连接,信号采集计算单元与整车控制器连接;

[0038] 第一温度传感器设置在驱动电机的定子绕组上,用于检测定子绕组的第一温度并生成第一温度数据;

[0039] 第二温度传感器设置在驱动电机的入液口处,并与第一温度传感器连接,用于检测驱动电机的入液口的第二温度并依据第一温度和第二温度的差值生成温差信号;

[0040] 霍尔传感器设置在驱动电机控制器内部并与驱动电机电连接,用于检测定子绕组的电流并生成电流数据;

[0041] 旋转变压器设置在驱动电机上,用于计算驱动电机的磁场频率。

[0042] 进一步地,冷却控制系统还包括冷却回路和散热水泵,冷却回路与驱动电机连接,散热水泵设置在冷却回路上,用于向驱动电机泵送冷却液,整车控制器与散热水泵连接,整车控制器还用于依据第一温度数据、电流数据、磁场频率数据和温差数据调节散热水泵的转速。

[0043] 进一步地,冷却控制系统还包括冷却液箱,冷却液箱设置在冷却回路上,用于向冷却回路提供冷却液。

[0044] 进一步地,冷却液箱上设置有散热器,散热器用于对冷却液箱进行散热。

[0045] 本发明具有以下有益效果:

[0046] 本发明提供一种冷却控制系统和冷却控制方法,通过实时采集电机绕组和冷却液体的温度差值、定子绕组电流大小、电机绕组温度及磁场频率四个变量,并依据四个变量调节水冷流量,冷却回路控制系统可根据实际情况判断数据库的响应数值并执行,冷却效果好,此外由于电流、频率、温度等变量可实时检测并反馈,使得响应速度快,同时也避免了冷却系统长时间处于高档位状态,此种方法既可以解决目前基于档位调节的响应速度慢及耗电的问题,也可以从影响冷却回路流量大小的全部变量着手,对其进行宏观调节,同时克服了非线性调节水路流量的大惯性,更易在车辆上实现。相较于现有技术,本发明提供一种冷却控制方法和冷却控制系统,冷却效果好,同时响应速度快,避免了冷却系统长时间运行在高档位,降低了耗电量,能够有效保护电机。

## 附图说明

[0047] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0048] 图1为本发明第一实施例提供的冷却控制系统的结构示意图;

[0049] 图2为图1中驱动电机控制器的结构框图;

[0050] 图3为本发明第二实施例提供的冷却控制方法的步骤框图。

[0051] 图标:100-冷却控制系统;110-驱动电机;130-驱动电机控制器;131-第一温度传感器;133-第二温度传感器;135-霍尔传感器;137-旋转变压器;139-信号采集计算单元;150-整车控制器;170-冷却回路;171-液冷器件;180-散热水泵;190-冷却液箱;191-散热器。

## 具体实施方式

[0052] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0053] 因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0054] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0055] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”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,或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,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,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0056] 在本发明的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“相连”、“安装”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0057] 下面结合附图,对本发明的一些实施方式作详细说明。在不冲突的情况下,下述的实施例中的特征可以相互组合。

[0058] 第一实施例

[0059] 参见图1和图2,本实施例提供了一种冷却控制系统100,其冷却效果好,同时避免了长时间处在高档位状态,降低了耗电量,节约了电能,同时响应速度快,能够迅速冷却驱动电机110,有效地保护了驱动电机110。

[0060] 本实施例提供的冷却控制系统100,包括驱动电机110、驱动电机控制器130和整车控制器150,驱动电机控制器130与驱动电机110连接,整车控制器150与驱动电机控制器130连接;驱动电机控制器130用于检测驱动电机110的第一温度并生成第一温度数据;驱动电机控制器130还用于检测驱动电机110的电流并生成电流数据;驱动电机控制器130还用于检测驱动电机110的磁场频率并生成磁场频率数据;驱动电机控制器130还用于检测驱动电机110的入液口的第二温度,并依据第一温度和第二温度的差值生成温差数据;整车控制器150用于依据第一温度数据、电流数据、磁场频率数据和温差数据调节驱动电机110的冷却液流量。

[0061] 需要说明的是,本实施例中第一温度数据为定子绕组的温度数据,电流数据为驱动电机110的定子电流,本实施例中采用4个变量来调节流量,4个变量的影响原理如下:

[0062] 驱动电机110的定子绕组的温度会影响其寿命和安全,故去定子绕组的温度值为其中一个变量。此外,从驱动电机110的发热方面考虑,本实施例中驱动电机110为常规的永磁同步电机,永磁同步电机中产生热量的主要热源是定子绕柱的铜耗和铁芯的铁耗,铜耗及铁耗的计算公式为: $p_{Cu} = I^2 \times R \times t$ ;  $p_{Fe} = C_{Fe} \times f^{1.3} \times B_m^2 \times G$ ,可见,驱动电机110发热主要受定子绕组的电流和磁场频率的影响,故取定子电流和磁场频率为其中两个变量。最后,从驱动电机110的热传导方面考虑,永磁同步电机的散热分为辐射和对流两种,辐射散热比重较

小,且属于电机自身属性,故此处不作考虑,而对流散热计算公式为: $q=a \times (\theta_1-\theta_2)$ ,其中 $q$ 为热流密度,其值与流量的乘积为单位时间散热量, $a$ 为散热系数, $(\theta_1-\theta_2)$ 为温度差,此处取电机绕组温度和冷却水路的温度差为其中一个变量。

[0063] 进一步地,冷却控制系统100还包括冷却回路170、散热水泵180和冷却液箱190,冷却回路170与驱动电机110连接,散热水泵180设置在冷却回路170上,用于向驱动电机110泵送冷却液,整车控制器150与散热水泵180连接,整车控制器150还用于依据第一温度数据、电流数据、磁场频率数据和温差数据调节散热水泵180的转速。冷却控制系统100还包括冷却液箱190,冷却液箱190设置在冷却回路170上,用于向冷却回路170提供冷却液。

[0064] 在本实施例中,冷却液为冷却水,同时在驱动电机110上设置有冷却套管,冷却套管与冷却回路170连接,从而使得冷却水能够进入冷却套管,对驱动电机110进行冷却。此处驱动电机110的入液口即指的是冷却套管的入口。

[0065] 需要说明的是,冷却回路170为循环管路,冷却液箱190中的冷却水在散热水泵180的泵送作用下经由冷却回路170的入水段输送至驱动电机110,经过与驱动电机110热交换后的冷却水经由冷却回路170的回水段返回冷却液箱190。其冷却回路170与常规的冷却系统相同,在此不做具体介绍。

[0066] 在本实施例中,冷却液箱190上设置有散热器191,散热器191用于对冷却液箱190进行散热。在从驱动电机110返回冷却液箱190的水温较高时,可启动散热器191对冷却液箱190进行冷却,从而使得重新泵送至驱动电机110的冷却水的温度较低,有利于冷却驱动电机110。

[0067] 在本实施例中,利用驱动电机控制器130采集与驱动电机110相关的电流、温度、磁场频率和温差四个变量,利用四个变量来计算出驱动电机110的冷却回路170流量大小,由于四个变量均可实施检测和反馈,使得整个系统的相应速度快,同时避免了冷却回路170的流量始终处于高档位状态,节约了能耗,并有效地对驱动电机110进行保护。

[0068] 驱动电机控制器130包括第一温度传感器131、第二温度传感器133、霍尔传感器135、旋转变压器137和信号采集计算单元139,第一温度传感器131、第二温度传感器133、霍尔传感器135和旋转变压器137均与信号采集计算单元139连接,信号采集计算单元139与整车控制器150连接;第一温度传感器131设置在驱动电机110的定子绕组上,用于检测定子绕组的第一温度并生成第一温度数据;第二温度传感器133设置在驱动电机110的入液口处,并与第一温度传感器131连接,用于检测驱动电机110的入液口的第二温度并依据第一温度和第二温度的差值生成温差信号;霍尔传感器135设置在驱动电机控制器130内并与驱动电机110电连接,用于检测定子绕组的电流并生成电流数据;旋转变压器137设置在驱动电机110上,用于计算驱动电机110的磁场频率。

[0069] 在本实施例中,第二温度传感器133用于检测冷却回路170内冷却液的温度,信号采集计算单元139能够接受到各个传感器采集的数据信息并汇总发送到整车控制器150,整车控制器150内置有计算分析模块,能够对4个变量进行对比和计算,最终依据4个变量的实际数据调节散热水泵180的转速,从而实现冷却液的流量的调节。具体地,计算分析模块设置有4个对应的标准量,当4个变量中至少之一超过其对应的标准量时,即控制散热水泵180的转速升高,提高冷却流量,能够迅速地将超标的变量降低。

[0070] 在本实施例中,霍尔传感器135是具有检测电流值功能的开环式电流传感器,关于



其检测原理可参见现有的霍尔传感器135。

[0071] 在本实施例中,冷却回路170上还设置有液冷器件171,其设置在散热水泵180和驱动电机110之间。

[0072] 综上所述,本实施例提供的一种冷却控制系统100,通过采集第一温度数据、电流数据、磁场频率数据共4个变量,根据4个变量与标准值的对比结果来调节散热水泵180的转速,同时信号采集计算单元139可以根据实际情况预判温度变化并作出宏观调节,准确调节冷却液的流量,提升了冷却效果,有效保护了驱动电机110。此外,通过流量的调节,避免了散热水泵180始终处于高档位状态,避免了电量的浪费,4个变量能够实时检测,响应速度快。

[0073] 第二实施例

[0074] 参见图3,本实施例提供了一种冷却控制方法,适用于如第一实施例提供的冷却控制系统100,用于控制驱动电机110的冷却液流量,包括以下步骤:

[0075] S1:获取驱动电机110的第一温度数据。

[0076] 具体而言,通过设置在驱动电机110定子绕组上的第一温度传感器131采集驱动电机110的温度,并生成第一温度数据传递到信号采集计算单元139。

[0077] S2:获取驱动电机110的电流数据。

[0078] 具体而言,通过设置在驱动电机控制器130内并与驱动电机110电连接的霍尔传感器135来采集驱动电机110的定子电流,并依据定子电流生成电流数据传递到信号采集计算单元139。

[0079] S3:获取驱动电机110磁场频率数据。

[0080] 具体而言,通过设置在驱动电机110上的旋转变压器137来检测驱动电机110的磁场频率,并生成磁场频率数据传递至信号采集计算单元139。

[0081] S4:获取驱动电机110的入液口处的第二温度数据,并依据第一温度数据和第二温度数据的差值计算得到温差数据。

[0082] 具体而言,通过设置在驱动电机110的入液口处的第二温度传感器133采集冷却回路170内冷却液的温度,并生成第二温度数据,第二温度传感器133还与第一温度传感器131连接,用于依据第一温度数据和第二温度数据的差值计算得到温差数据并传递至信号采集计算单元139。

[0083] S5:依据第一温度数据、电流数据、磁场频率数据和温差数据调节驱动电机110的冷却液流量。

[0084] 具体而言,整车控制器150依据第一温度数据、电流数据、磁场频率数据和温差数据调节散热水泵180的转速,其中散热水泵180用于向驱动电机110泵送冷却液。

[0085] 在本实施例中,信号采集计算单元139中内置有数据库,数据库中设置有预设温度数据、预设电流数据、预设温差数据和预设磁场频率数据,预设数据作为标准数据,通过将第一温度数据、电流数据、温差数据和磁场频率数据与标准数据进行对比,从而将各个变量的严重程度分为两种区域情况进行分析。具体地,对比第一温度数据和预设温度数据,当第一温度数据大于或等于预设温度数据时,驱动电机110处于温度报警状态;当第一温度数据小于预设温度数据时,驱动电机110处于安全温度状态。对比电流数据和预设电流数据,当电流数据大于或等于预设电流数据时,驱动电机110处于过电流状态;当电流数据小于预设

电流数据时,驱动电机110处于持续电流状态。对比温差数据和预设温差数据,当温差数据大于或等于预设温差数据时,驱动电机110处于低温差状态;当温差数据小于预设温差数据时,驱动电机110处于高温差状态。对比磁场频率数据和预设磁场频率数据,当磁场频率数据大于或等于预设磁场频率数据时,驱动电机110处于高频率状态;当磁场频率数据小于预设磁场频率数据时,驱动电机110处于额定频率状态。最后依据驱动电机110的状态调节散热水泵180的转速。

[0086] 进一步地,依据驱动电机110的状态调节散热水泵180的转速的步骤具体为:

[0087] 当驱动电机110处于高频率状态时,控制散热水泵180的转速增加第一转速;当驱动电机110处于低温差状态时,控制散热水泵180的转速增加第二转速;当驱动电机110处于过电流状态时,控制散热水泵180的转速增加第三转速;当驱动电机110处于温度报警状态时,控制散热水泵180的转速增加第四转速;当驱动电机110处于额定频率状态、高温差状态、持续电流状态且安全温度状态时,控制散热水泵180的转速至基准转速,否则,控制散热水泵180的转速在基准转速的基础上增加第一转速、第二转速、第三转速和第四转速中至少之一;其中,第一转速小于第二转速,第二转速小于第三转速,第三转速小于第四转速。

[0088] 需要说明的是,当4个变量均小于标准值时,此处驱动电机110的冷却流量需求最低,可控制散热水泵180在较低的转速运行,并将此时的转速设定为基准转速,当任意一个变量超过标准值时,则相应地提高散热水泵180的转速,当任意两个变量超过标准值时,则相应地提高两次散热水泵180的转速。

[0089] 在本实施例中,第二转速为第一转速的两倍,第三转速为第二转速的两倍,第四转速为第三转速的两倍。即使得驱动电机110的温度对散热水泵180的影响程度最大,磁场频率的影响程度最小。

[0090] 需要说明的是,本实施例中驱动电机110的实际状态根据4个变量的两种状态确定,共16种实际状态,具体参见下表1,每种实际状态对应一个挡位的转速,转速16到转速1的大小为依次增大。当然,此处转速之间的关系,此处仅仅是举例说明,并不起到限定作用。

[0091] 表1

[0092]	严重程度	定子绕组温度值	定子电流	温度差	频率	流量
	1	温度报警区	过电流	低温度差	高频率区	转速 1

[0093]

		区	区		
2	温度报警区	过电流区	低温度差区	额定频率区	转速 2
3	温度报警区	过电流区	高温度差区	高频率区	转速 3
4	温度报警区	过电流区	高温度差区	额定频率区	转速 4
5	温度报警区	持续电流区	低温度差区	高频率区	转速 5
6	温度报警区	持续电流区	低温度差区	额定频率区	转速 6
7	温度报警区	持续电流区	高温度差区	高频率区	转速 7
8	温度报警区	持续电流区	高温度差区	额定频率区	转速 8
9	安全温度区	过电流区	低温度差区	高频率区	转速 9
10	安全温度区	过电流区	低温度差区	额定频率区	转速 10
11	安全温度区	过电流区	高温度差区	高频率区	转速 11
12	安全温度区	过电流区	高温度差区	额定频率区	转速 12
13	安全温度区	持续电流区	低温度差区	高频率区	转速 13
14	安全温度区	持续电流区	低温度差区	额定频率区	转速 14
15	安全温度区	持续电流区	高温度差区	高频率区	转速 15
16	安全温度区	持续电流区	高温度差区	额定频率区	转速 16

[0094] 若想进一步细化水路控制精度,可计算出各变量对于各区域的隶属度值,按照隶属度大小进行计算流量需求大小。这种方法需要进行驱动电机110散热数据测试,并统计出各变量对散热水路流量影响系数,可进一步细化驱动电机110冷却水路控制技术,在此不做详细介绍。

[0095] 需要说明的是,本实施例中各个变量的标准值,即预设温度数据、预设电流数据、预设温差数据和预设磁场频率数据均为驱动电机110的自身属性决定,电机设计出来会做热仿真及实验,根据数据确定严重程度。

[0096] 本实施例中以某车型为研究对象,驱动电机110定子绕组温度值的安全温度区为

当地大气温度到140℃,温度报警区为140℃到160℃(最高停机温度);定子电流(有效值)的持续电流区为0A到130A,过电流区为130A到230A;频率的额定频率区为0Hz到270Hz,高频率区为270Hz到800Hz;温度差的低温度差区为0到75℃,高温度差区为75℃到95℃。四个变量中对冷却水路流量影响程度由强到弱依次为定子绕组温度值、定子电流、温度差、频率,故可将其按表1进行排列梳理,根据各变量所处的区域,计算出冷却水泵转速的大小,共计16个转速点,由转速16到转速1依次增加转速,转速1为冷却水泵最高转速。由此方法调节冷却流量大小,既可以根据散热因素及发热因素预先对流量进行调节,也可以分成16个点,细化调节水路流量。

[0097] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

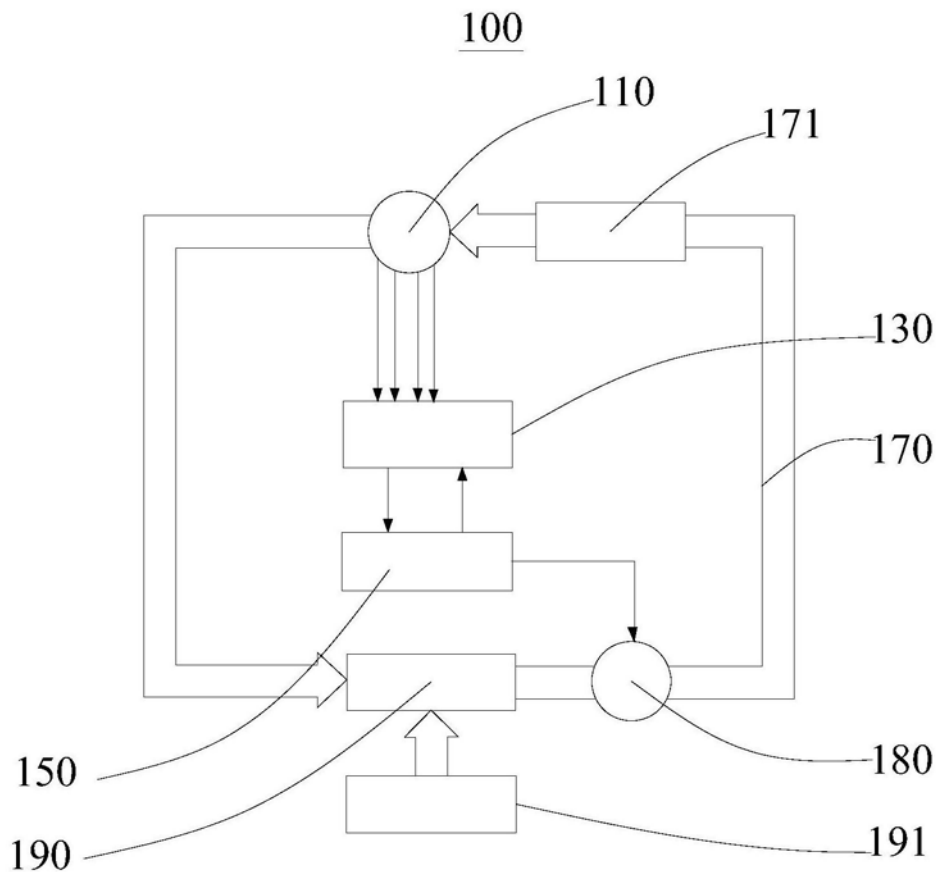


图1

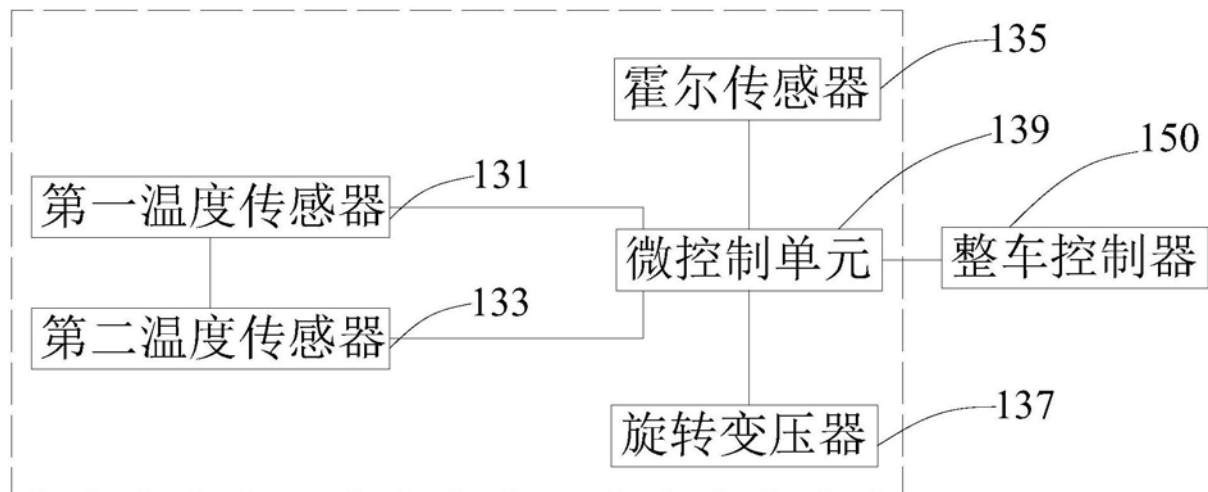


图2



图3