



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110549913 A

(43)申请公布日 2019.12.10

(21)申请号 201910871125.4

H01M 10/625(2014.01)

(22)申请日 2019.09.16

H01M 10/637(2014.01)

(71)申请人 河南科技大学

H01M 10/633(2014.01)

地址 471000 河南省洛阳市涧西区西苑路  
48号

H01M 10/663(2014.01)

H01M 10/6556(2014.01)

H01M 10/659(2014.01)

(72)发明人 徐立友 李书苑 刘孟楠 李妍颖  
韩冰 闫祥海

H01M 10/6563(2014.01)

H01M 10/6568(2014.01)

(74)专利代理机构 洛阳公信知识产权事务所  
(普通合伙) 41120

代理人 罗民健

(51)Int.Cl.

B60L 58/26(2019.01)

B60L 58/27(2019.01)

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

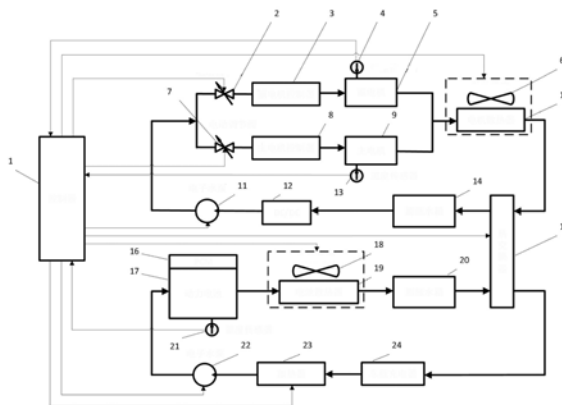
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

电动拖拉机整机热管理系统及其控制方法

(57)摘要

本发明提供了电动拖拉机整机热管理系统及其控制方法,包括动力电池热管理系统、双电机热管理系统。动力电池和双电机热管理系统之间还通过热交换器实现热交换。电动拖拉机整机热管理系统的控制方法包括:拖拉机作业时的动力电池和双电机热管理控制方法,以及拖拉机充电时动力电池热管理控制方法,具体通过设定动力电池温度等级和双电机临界工作温度,以温度传感器测得的动力电池实时温度 $T$ 和双电机的实时温度 $T_{主}$ 、 $T_{副}$ 作为识别参数,并结合拖拉机状态调节拖拉机热管理系统模式。本发明确保了动力电池和主、副电机工作在合适的温度,有效降低了电池能量消耗,提高了拖拉机的连续作业时间。



1. 电动拖拉机整机热管理系统,其特征在於:包括电池热管理系统、双电机热管理系统、热交换器(15)和控制器(1),所述电池热管理系统和所述双电机热管理系统均连接于具有热交换作用的热交换器(15);

所述电池热管理系统与电动拖拉机的动力电池(17)和车载充电器(24)相连接,所述电池热管理系统包括电池散热器(19)、膨胀水箱I(20)、加热器(23)、电子水泵I(22)和温度传感器I(21),所述电池散热器(19)通过输入端连接于所述动力电池(17),电池散热器(19)的输出端还与膨胀水箱I(20)相通,所述膨胀水箱I(20)还通过所述热交换器(15)和所述车载充电器(24)连接于所述加热器(23),所述加热器(23)连接于所述电子水泵I(22)的输入端,电子水泵I(22)的输出端还连接于所述动力电池(17),所述动力电池(17)还连接所述温度传感器I(21);所述电池热管理系统还通过所述热交换器(15)连接于所述双电机热管理系统;

所述双电机热管理系统与电动拖拉机的主电机(9)、主电机控制器(8)、副电机(5)、副电机控制器(3)和DC/DC转换器(12)相连接,所述双电机热管理系统包括电机散热器(10)、膨胀水箱II(14)、电子水泵II(11)、主电机电动调节阀(7)、副电机电动调节阀(2)、温度传感器II(13)和温度传感器III(4),所述主电机(9)和所述副电机(5)均连接于所述电机散热器(10),所述电机散热器(10)还通过所述热交换器(15)连接于所述膨胀水箱II(14),所述膨胀水箱II(14)通过所述DC/DC转换器(12)连接所述电子水泵II(11),所述电子水泵还与所述主电机电动调节阀(7)和所述副电机电动调节阀(2)相通,所述主电机电动调节阀(7)通过所述主电机控制器(8)连接于所述主电机(9),所述副电机电动调节阀(2)通过所述副电机控制器(3)连接于所述副电机(5),所述主电机(9)和所述副电机(5)还分别连接所述温度传感器II(13)和所述温度传感器III(4)。

2. 根据权利要求1所述的电动拖拉机整机热管理系统,其特征在於:所述电池热管理系统和所述双电机热管理系统还分别包括相变材料(16)、电池散热风扇(18)和电机散热风扇(6),所述电池散热风扇(18)设置于所述电池散热器(19)的外侧,所述电机散热风扇(6)设置于所述电机散热器(10)的外侧,所述相变材料(16)和所述温度传感器I(21)还设置于动力电池(17)包内部。

3. 根据权利要求2所述的电动拖拉机整机热管理系统,其特征在於:所述温度传感器I(21)、温度传感器II(13)和温度传感器III(4)还将动力电池(17)、主电机(9)和副电机(5)的实时温度传输至所述控制器(1)的输入端,控制器(1)的输出端还连接主电机电动调节阀(7)、副电机电动调节阀(2)、电子水泵II(11)、电机散热风扇(6)、电机散热器(10)、电子水泵I(22)、电池散热风扇(18)、电池散热器(19)和热交换器(15)。

4. 根据权利要求1所述的电动拖拉机整机热管理系统,其特征在於:所述车载充电器(24)和所述动力电池(17)设置于车架前端,所述加热器(23)、电子水泵I(22)、电池散热器(19)和膨胀水箱I(20)设置于动力电池(17)的一侧,动力电池(17)的另一侧还设有所述热价换气、膨胀水箱II(14)、DC/DC转换器(12)、电子水泵II(11)和电机散热器(10);所述主电机(9)和所述副电机(5)分别连接于车架后端的动力耦合装置(28)的动力输入端,主电机(9)的前端还依次连有所述主电机控制器(8)和主电机电动调节阀(7),副电机(5)的前端还依次连有所述副电机控制器(3)和副电机电动调节阀(2)。

5. 根据权利要求1或4所述的电动拖拉机整机散热管理系统,其特征在於:所述主电机

(9)、主电机控制器(8)、主电机电动调节阀(7)还分别与副电机(5)、副电机控制器(3)、副电机电动调节阀(2)互为并联设置。

6. 根据权利要求5所述的电动拖拉机整机散热管理系统,其特征在于:所述控制器(1)设置于所述动力电池(17)和所述主电机控制器(8)、副电机控制器(3)之间。

7. 根据权利要求1所述的电动拖拉机整机散热管理系统的控制方法,其特征在于:具体步骤为:

步骤一、对动力电池(17)的实时温度 $T$ 预先设定两个温度 $t_1$ 和 $t_2$ ,定义 $t_1 < t_2$ ,温度范围 $t_1 \sim t_2$ 为动力电池(17)最佳工作温度;

步骤二、对主电机(9)和副电机(5)的实时温度 $T_{主}$ 和 $T_{辅}$ 设定临界温度 $t_3$ ;

步骤三、拖拉机启动时,启动电动拖拉机整机散热管理系统,对温度传感器I(21)、温度传感器II(13)和温度传感器III(4)测得的动力电池(17)实时温度 $T$ 、主电机(9)实时温度 $T_{主}$ 和副电机(5)实时温度 $T_{辅}$ 进行采集并发送至控制器(1),控制器(1)对 $T$ 、 $T_{主}$ 和 $T_{辅}$ 进行判断;

步骤四、拖拉机未启动时,判断拖拉机是否在充电状态,若是,则对动力电池(17)实时温度 $T$ 进行判断;若否,即处于未充电状态,结束电动拖拉机整机散热管理系统。

8. 根据权利要求7所述的电动拖拉机整机散热管理系统的控制方法,其特征在于:步骤三和步骤四中,控制器(1)对 $T$ 进行判断后还电池热管理系统进行控制,当动力电池(17)实时 $T$ 温度超过控制域温度上限 $t_2$ 时,控制器(1)控制电子水泵I(22)、电池散热风扇(18)和电池散热器(19)开启;当动力电池(17)实时温度 $T$ 在控制域范围 $t_1 \sim t_2$ 之内时,电子水泵I(22)、电池散热风扇(18)和电池散热器(19)均不启动,动力电池(17)包内的相变材料(16)吸热或者放热来对电池进行冷却或者加热;当动力电池(17)实时温度 $T$ 低于控制域温度下限 $t_1$ 时,热交换器(15)开启,加热器(23)开启,电子水泵I(22)开启,然后返回,重新对 $T$ 进行判断。

9. 根据权利要求7所述的电动拖拉机整机散热管理系统的控制方法,其特征在于:步骤三中,控制器(1)对 $T_{主}$ 和 $T_{辅}$ 进行判断后还对双电机热管理系统进行控制,当主、副电机(5)实时温度 $T_{主}$ 、 $T_{辅}$ 均超过临界温度 $t_3$ 时,控制器(1)控制主电机电动调节阀(7)、副电机电动调节阀(2)、电子水泵II(11)、电机散热器(10)、电机散热风扇(6)开启;当主电机(9)实时温度 $T_{主}$ 超过临界温度 $t_3$ ,副电机(5)实时温度 $T_{辅}$ 未超过临界温度 $t_3$ 时,主电机电动调节阀(7)、电子水泵II(11)、电机散热器(10)、散热风扇开启,副电机电动调节阀(2)关闭;当主电机(9)实时温度 $T_{主}$ 未超过临界温度 $t_3$ ,副电机(5)实时温度 $T_{辅}$ 超过临界温度 $t_3$ 时,副电机电动调节阀(2)、电子水泵II(11)、电机散热器(10)、电极散热风扇开启,主电机电动调节阀(7)关闭;否则,当主电机(9)和副电机(5)实时温度 $T_{主}$ 和 $T_{辅}$ 都未超过临界温度 $t_3$ ,直接返回,重新对 $T_{主}$ 和 $T_{辅}$ 进行判断。

## 电动拖拉机整机热管理系统及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于车辆热管理技术领域,具体涉及电动拖拉机整机热管理系统及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,环境和能源问题日益引起全球的关注,传统燃油拖拉机作业时存在尾气排放、振动、噪音污染等问题,不适合密闭的温室大棚环境作业。电动拖拉机与传统拖拉机相比,低排放、绿色清洁、控制灵活,动力源采用电能替代燃油,可有效缓解能源危机。

[0003] 连续作业时间是制约电动拖拉机发展的主要瓶颈之一,除了研发高能量密度的动力电池外,保证驱动电机和动力电池能够在合理的温区工作,可提高整机的使用寿命和连续作业时间。电池在低温充电和低温启动时需要给电池进行加热。在作业时,高温会影响电池的容量和使用寿命,当温度过高,还可能出现热失控,发生危险。目前,对于电动拖拉机大多数只配备了电池风冷系统,未能合理的控制电池温度。并且在低温情况下,未把电动机产生的热量补充给动力电池,造成能源浪费,减少了连续作业时间。

### 发明内容

[0004] 为解决上述问题,本发明提供电动拖拉机整机热管理系统及其控制方法,能够解决动力电池散热效率低下,电动机热量未能合理利用的问题,从而保证系统高效工作,降低电能消耗,增加拖拉机的连续作业时间。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

电动拖拉机整机热管理系统,其特征在于:包括电池热管理系统、双电机热管理系统、热交换器和控制器,所述电池热管理系统和所述双电机热管理系统均连接于具有热交换作用的热交换器;所述电池热管理系统与电动拖拉机的动力电池和车载充电器相连接,所述电池热管理系统包括电池散热器、膨胀水箱I、加热器、电子水泵I和温度传感器I,所述电池散热器通过输入端连接于所述动力电池,电池散热器的输出端还与膨胀水箱I相连通,所述膨胀水箱I还通过所述热交换器和所述车载充电器连接于所述加热器,所述加热器连接于所述电子水泵I的输入端,电子水泵I的输出端还连接于所述动力电池,所述动力电池还连接所述温度传感器I;所述电池热管理系统还通过所述热交换器连接于所述双电机热管理系统;所述双电机热管理系统与电动拖拉机的主电机、主电机控制器、副电机、副电机控制器和DC/DC转换器相连,所述双电机热管理系统包括电机散热器、膨胀水箱II、电子水泵II、主电机电动调节阀、副电机电动调节阀、温度传感器II和温度传感器III,所述主电机和所述副电机均连接于所述电机散热器,所述电机散热器还通过所述热交换器连接于所述膨胀水箱II,所述膨胀水箱II通过所述DC/DC转换器连接所述电子水泵II,所述电子水泵还与所述主电机电动调节阀和所述副电机电动调节阀相连通,所述主电机电动调节阀通过所述主电机控制器连接于所述主电机,所述副电机电动调节阀通过所述副电机控制器连接于所述副电机,所述主电机和所述副电机还分别连接所述温度传感器II和所述温度传感器III。

[0006] 进一步的,所述电池热管理系统和所述双电机热管理系统还分别包括相变材料、电池散热风扇和电机散热风扇,所述电池散热风扇设置于所述电池散热器的外侧,所述电机散热风扇设置于所述电机散热器的外侧,所述相变材料和所述温度传感器I还设置于动力电池包内部。

[0007] 进一步的,所述温度传感器I、温度传感器II和温度传感器III还将动力电池、主电机和副电机的实时温度传输至所述控制器的输入端,控制器的输出端还连接主电机电动调节阀、副电机电动调节阀、电子水泵II、电机散热风扇、电机散热器、电子水泵I、电池散热风扇、电池散热器和热交换器。

[0008] 进一步的,所述车载充电器和所述动力电池设置于车架前端,所述加热器、电子水泵I、电池散热器和膨胀水箱I设置于动力电池的一侧,动力电池的另一侧还设有所述热价换气、膨胀水箱II、DC/DC转换器、电子水泵II和电机散热器;所述主电机和所述副电机分别连接于车架后端的动力耦合装置的动力输入端,主电机的前端还依次连有所述主电机控制器和主电机电动调节阀,副电机的前端还依次连有所述副电机控制器和副电机电动调节阀。

[0009] 进一步的,所述主电机、主电机控制器、主电机电动调节阀还分别与副电机、副电机控制器、副电机电动调节阀互为并联设置。

[0010] 进一步的,所述控制器设置于所述动力电池和所述主电机控制器、副电机控制器之间。

[0011] 本发明还提供电动拖拉机整机散热管理系统的控制方法,其特征在于:具体步骤为:

步骤一、对动力电池的实时温度 $T$ 预先设定两个温度 $t_1$ 和 $t_2$ ,定义 $t_1 < t_2$ ,温度范围 $t_1 \sim t_2$ 为动力电池最佳工作温度;

步骤二、对主电机和副电机的实时温度 $T_{主}$ 和 $T_{副}$ 设定临界温度 $t_3$ ;

步骤三、拖拉机启动时,启动电动拖拉机整机散热管理系统,对温度传感器I、温度传感器II和温度传感器III测得的动力电池实时温度 $T$ 、主电机实时温度 $T_{主}$ 和副电机实时温度 $T_{副}$ 进行采集并发送至控制器,控制器对 $T$ 、 $T_{主}$ 和 $T_{副}$ 进行判断;

步骤四、拖拉机未启动时,判断拖拉机是否在充电状态,若是,则对动力电池实时温度 $T$ 进行判断;若否,即处于未充电状态,结束电动拖拉机整机散热管理系统。

[0012] 进一步的,步骤三和步骤四中,控制器对 $T$ 进行判断后还电池热管理系统进行控制,当动力电池实时 $T$ 温度超过控制域温度上限 $t_2$ 时,控制器控制电子水泵I、电池散热风扇和电池散热器开启;当动力电池实时温度 $T$ 在控制域范围 $t_1 \sim t_2$ 之内时,电子水泵I、电池散热风扇和电池散热器均不启动,动力电池包内的相变材料吸热或者放热来对电池进行冷却或者加热;当动力电池实时温度 $T$ 低于控制域温度下限 $t_1$ 时,热交换器开启,加热器开启,电子水泵I开启,然后返回,重新对 $T$ 进行判断。

[0013] 进一步的,步骤三中,控制器对 $T_{主}$ 和 $T_{副}$ 进行判断后还对双电机热管理系统进行控制,当主、副电机实时温度 $T_{主}$ 、 $T_{副}$ 均超过临界温度 $t_3$ 时,控制器控制主电机电动调节阀、副电机电动调节阀、电子水泵II、电机散热器、电机散热风扇开启;当主电机实时温度 $T_{主}$ 超过临界温度 $t_3$ ,副电机实时温度 $T_{副}$ 未超过临界温度 $t_3$ 时,主电机电动调节阀、电子水泵II、电机散热器、散热风扇开启,副电机电动调节阀关闭;当主电机实时温度 $T_{主}$ 未超过临

界温度 $t_3$ ,副电机实时温度 $T_{\text{辅}}'$ 超过临界温度 $t_3$ 时,副电机电动调节阀、电子水泵II、电机散热器、电极散热风扇开启,主电机电动调节阀关闭;否则,当主电机和副电机实时温度 $T_{\text{主}}'$ 和 $T_{\text{辅}}'$ 都未超过临界温度 $t_3$ ,直接返回,重新对 $T_{\text{主}}'$ 和 $T_{\text{辅}}'$ 进行判断。

[0014] 本发明的有益效果为:本发明的电动拖拉机整机热管理系统及其控制方法,针对双电机耦合驱动的电动拖拉机,提供的整机热管理系统包括动力电池热管理系统、双电机热管理系统,可实现其独立运行。其中动力电池热管理系统将液冷、相变材料有机结合,可实现对电池高效的热管理。同时,动力电池热管理系统与电动机热管理系统通过热交换器相连,可以实现利用电动机余热对动力电池加热的功能,从而避免能源的浪费。另外结合整机热管理系统提供的热管理控制方法,使拖拉机在作业或者充电时,都能确保动力电池、双电机处于合适的工作温度,最大限度的提高了双电机耦合驱动拖拉机的连续作业时间。

## 附图说明

[0015] 图1为本发明的电动拖拉机整机热管理系统的结构示意图;

图2为本发明的电动拖拉机整机热管理系统的底盘布置示意图;

图3为本发明的电动拖拉机整机热管理系统的控制方法流程图。

[0016] 其中,图中各标号为:1、控制器;2、副电机电动调节阀;3、副电机控制器;4、温度传感器III;5、副电机;6、电机散热风扇;7、主电机电动调节阀;8、主电机控制器;9、主电机;10、电机散热器;11、电子水泵II;12、DC/DC转换器;13、温度传感器II;14、膨胀水箱II;15、热交换器;16、相变材料;17、动力电池;18、电池散热风扇;19、电池散热器;20、膨胀水箱I;21、温度传感器I;22、电子水泵I;23、加热器;24、车载充电器;25、转向轮;26、驱动轮;27、传动装置;28、动力耦合装置。

## 具体实施方式

[0017] 为了本领域的技术人员能够更好地理解本发明所提供的技术方案,下面结合具体实施例进行阐述。

[0018] 图1为本发明的电动拖拉机整机热管理系统的结构示意图,本发明提供的电动拖拉机整机热管理系统,包括两个系统,分别为动力电池热管理系统、双电机热管理系统。其中动力电池热管理系统与电动机热管理系统通过热交换器15相连实现热交换。

[0019] 其中动力电池热管理系统采用液冷—相变材料综合冷却方式,其系统包括电池散热器19、电池散热风扇18、膨胀水箱I20、电子水泵I22、加热器23、车载充电器24、温度传感器I21和相变材料16。其中电池散热器19一边与动力电池17相连,另一端与膨胀水箱I20相连,膨胀水箱I20与热交换器15相连,热交换器15与车载充电器24相连,车载充电器24与加热器23相连,加热器23与电子水泵I22相连,电子水泵I22与动力电池17形成回路。当动力电池17需要降温时,即可将动力电池17热量通过水带出经过电池散热器19流入膨胀水箱I20,在经过车载充电器24和电子水泵I22流回动力电池17,为电池组降温,同时也为车载充电器24降温;当动力电池17需要加热时,电子水泵I22将水从膨胀水箱I20泵出经过加热器23后流入动力电池17,为电池组加热;相变材料16和温度传感器I21布置在动力电池包内部,相变材料16冷却是利用其自身的物理状态改变时吸热或者放热来对电池进行冷却或者加热。当动力电池17高温下工作时,电池组产生的热量会被相变材料吸收并储存,从而可以有效

的控制电池组的温升,当电池在低温下工作时,相变材料16就会将储存的热量释放出来对电池组进行加热。从而可以有效的控制电池组的温度变化。

[0020] 其中双电机热管理系统采用液体冷却方式,其系统包括副电机电动调节阀2、副电机控制器3、温度传感器Ⅲ4、副电机5、主电机电动调节阀7、主电机控制器8、主电机9、温度传感器Ⅱ13、电机散热风扇6、电机散热器10、膨胀水箱Ⅱ14、DC/DC转换器12、电子水泵Ⅱ11。其中主电机9和副电机5并联,主电机控制器8、主电机电动调节阀7和主电机9串联,副电机控制器3、副电机电动调节阀2和副电机5串联,从而形成并联支路。然后依次与电机散热器10、热交换器15、膨胀水箱Ⅱ14、DC/DC转换器12和电子水泵Ⅱ11串连在一起形成回路。当主电机9需要降温时,主电机电动调节阀7打开,副电机电动调节阀2关闭,热量通过水带出主电机9经过电机散热器10流回膨胀水箱Ⅱ14,再由电子水泵Ⅱ11将冷水途径DC/DC转换器12、主电机电动调节阀7、主电机控制器8泵入主电机9;当副电机5需要降温时,副电机电动调节阀2打开,主电机电动调节阀7关闭,热量通过水带出副电机5经过电机散热器10流回膨胀水箱Ⅱ14,再由电子水泵Ⅱ11将冷水途径DC/DC转换器12、副电机电动调节阀2、副电机控制器3泵入副电机5;当两个电机同时需要降温时,副电机电动调节阀2和主电机电动调节阀7打开,热量通过水带出主电机13经过电机散热器10流回膨胀水箱Ⅱ14,再由电子水泵11将冷水途径DC/DC转换器12后,分别在经过主电机电动调节阀7和副电机电动调节阀2泵入主电机9和副电机5。从而在控制双电机的温度变化的同时,也对DC/DC转换器12、主电机控制器8、副电机控制器3起到降温作用。

[0021] 其中动力电池热管理系统与双电机热管理系统通过热交换器15进行连接。当动力电池17需要加热时,通过热交换器15可以将电动机产生的热量传递给动力电池17,减轻了加热器23的负担,同时也减轻了电机散热器10和电机散热风扇6的负担,从而提高了系统的效率,降低了能源的消耗,增加了拖拉机连续作业时间。

[0022] 其中控制器1与温度传感器Ⅱ13、温度传感器Ⅲ4和温度传感器I21相连,用于接收主电机9、副电机5和动力电池17的实时温度。另外,控制器1与副电机电动调节阀2、主电机电动调节阀7、电子水泵Ⅱ11、电机散热风扇6、电机散热器10、电子水泵I22、电池散热风扇18、电池散热器19、热交换器15相连,用于发送控制命令,调节系统温度。

[0023] 本发明提供的电动拖拉机整机热管理系统可以根据各部件热管理需求,通过热交换器15和阀门的切换来完成所需的热管理功能的转变,在极高温和极低温的作业环境下都可满足双电机拖拉机热管理需求,能量利用率高。

[0024] 图2为本发明提供的电动拖拉机整机热管理系统的底盘布置方式,所述车载充电器24安装在车架最前端,其次为动力电池17;所述主电机9和副电机5分别安装在动力耦合装置28的动力输入端;以车辆转向轮25为前端,车辆驱动轮26为后端,所述主电机控制器8和主电机电动调节阀7安装在主电机9前端,副电机控制器3和电动调节阀2安装在副电机前端;所述控制器1安装在动力电池和主、副电机控制器之间;所述加热器23、电子水泵I22、电池散热器19和膨胀水箱I20安装在车架左前端,并且从前到后依次排列;所述热交换器15、膨胀水箱Ⅱ14、DC/DC转换器12、电子水泵Ⅱ11和电机散热器10安装在车架右前方,并且从前到后依次排列;所述电机散热风扇6安装在电机散热器10外侧,电池散热风扇18安装在电池散热器19外侧。

[0025] 图3为本发明提供的电动拖拉机整机热管理控制方法,包括以下步骤:

首先对动力电池17的实时温度 $T$ 预先设定两个温度等级,依次为 $t_1$ 、 $t_2$ ,并且 $t_1 < t_2$ ,其中 $t_1 \sim t_2$ 为动力电池17最适宜工作温度。其次对主电机9和副电机5的实时温度 $T_{主}'$ 和 $T_{辅}'$ 设定临界温度 $t_3$ 。

[0026] 系统开始工作,传感器对拖拉机状态进行判断。

[0027] 若拖拉机启动,对温度传感器I21、温度传感器II13和温度传感器III4分别动力电池17实时温度 $T$ 和电动机实时温度 $T_{主}'$ 和 $T_{辅}'$ 进行采集,发送至控制器1,并对其温度进行判断。

[0028] 1)若 $T > t_2$ ,则电子水泵I22、电池散热风扇18、电池散热器19均开启,并且控制器1根据动力电池17实时温度 $T$ 的变化控制电子水泵I22,调节流速快慢。然后返回,重新对拖拉机状态进行判断。

[0029] 若 $t_2 > T > t_1$ ,此时为动力电池17最佳工作温度,动力电池17散热系统不启动,仅靠自然风冷和相变材料16吸热或者放热来对电池进行冷却或者加热。然后返回,重新对拖拉机状态进行判断。

[0030] 否则,即 $T < t_1$ ,热交换器15开启,加热器23开启,电子水泵I22开启,并且控制器1根据动力电池17实时温度 $T$ 的变化控制电子水泵I22。然后返回,重新对拖拉机状态进行判断。

[0031] 2)若 $T_{主}' > t_3$ 且 $T_{辅}' > t_3$ ,则副电机电动调节阀2、主电机电动调节阀7、电子水泵II11、电机散热器10、电机散热风扇6均开启,并且控制器1根据双电机实时温度 $T_{主}'$ 和 $T_{辅}'$ 的变化控制电子水泵II11、副电机电动调节阀2和主电机电动调节阀7,调节流速快慢。返回,重新对拖拉机状态进行判断。

[0032] 若 $T_{主}' > t_3$ 且 $T_{辅}' \leq t_3$ ,则主电机电动调节阀7、电子水泵II11、电机散热器10、电机散热风扇6开启,副电机电动调节阀2关闭,并且控制器1根据双电机实时温度 $T_{主}'$ 和 $T_{辅}'$ 的变化控制电子水泵II11和主电机电动调节阀7。然后返回,重新对拖拉机状态进行判断。

[0033] 若 $T_{主}' \leq t_3$ 且 $T_{辅}' > t_3$ ,则副电机电动调节阀2、电子水泵II11、电机散热器10、电机散热风扇6开启,主电机电动调节阀7关闭,并且控制器1根据双电机实时温度 $T_{主}'$ 和 $T_{辅}'$ 的变化控制电子水泵II11和副电机电动调节阀2。然后返回,重新对拖拉机状态进行判断。

[0034] 否则,即两个电动机都未超过临界工作温度,直接返回,重新对拖拉机状态进行判断。

[0035] 若拖拉机未启动,判断拖拉机是否在充电状态。若是,则对动力电池17实时温度 $T$ 进行判断。即重复上述1)所述步骤;若否,即处于未充电状态,结束。

[0036] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。



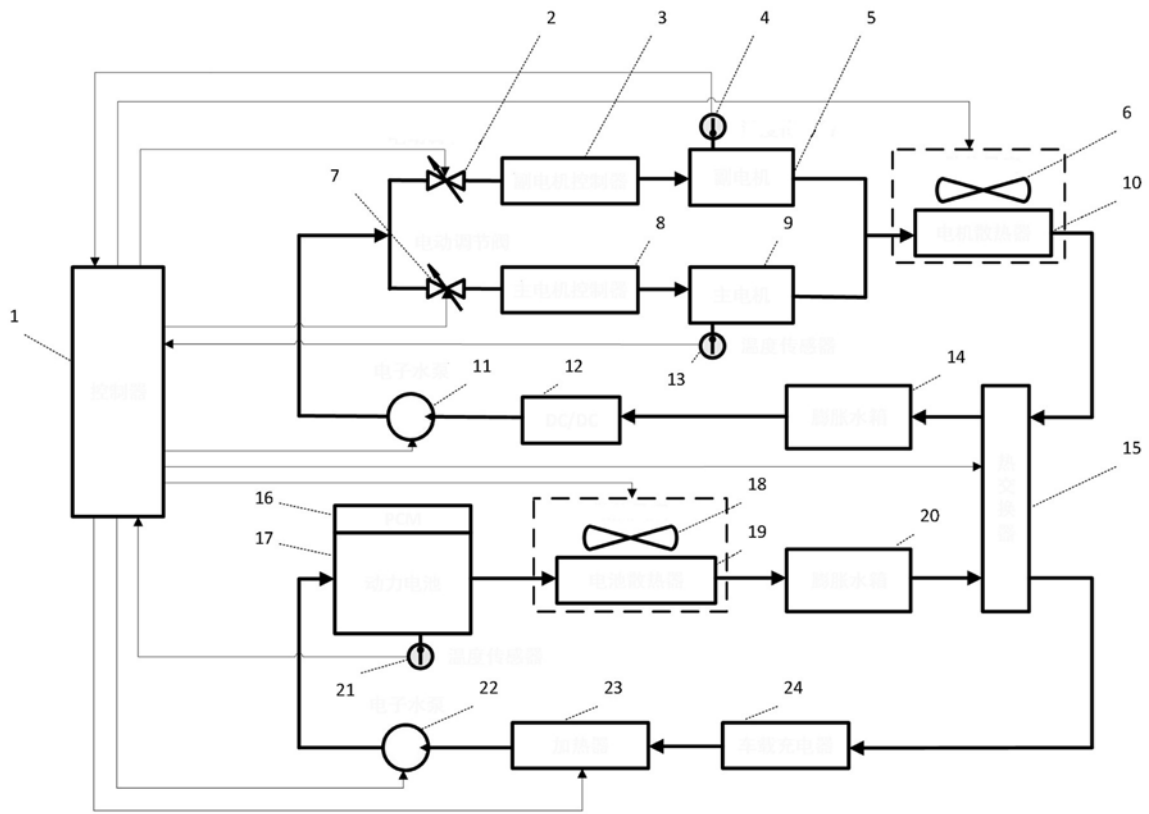


图1

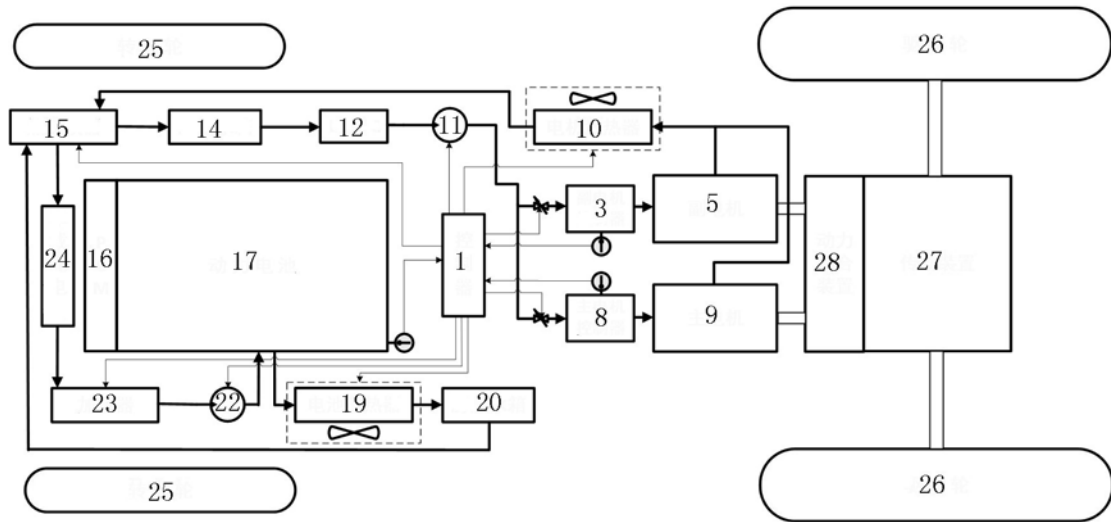


图2

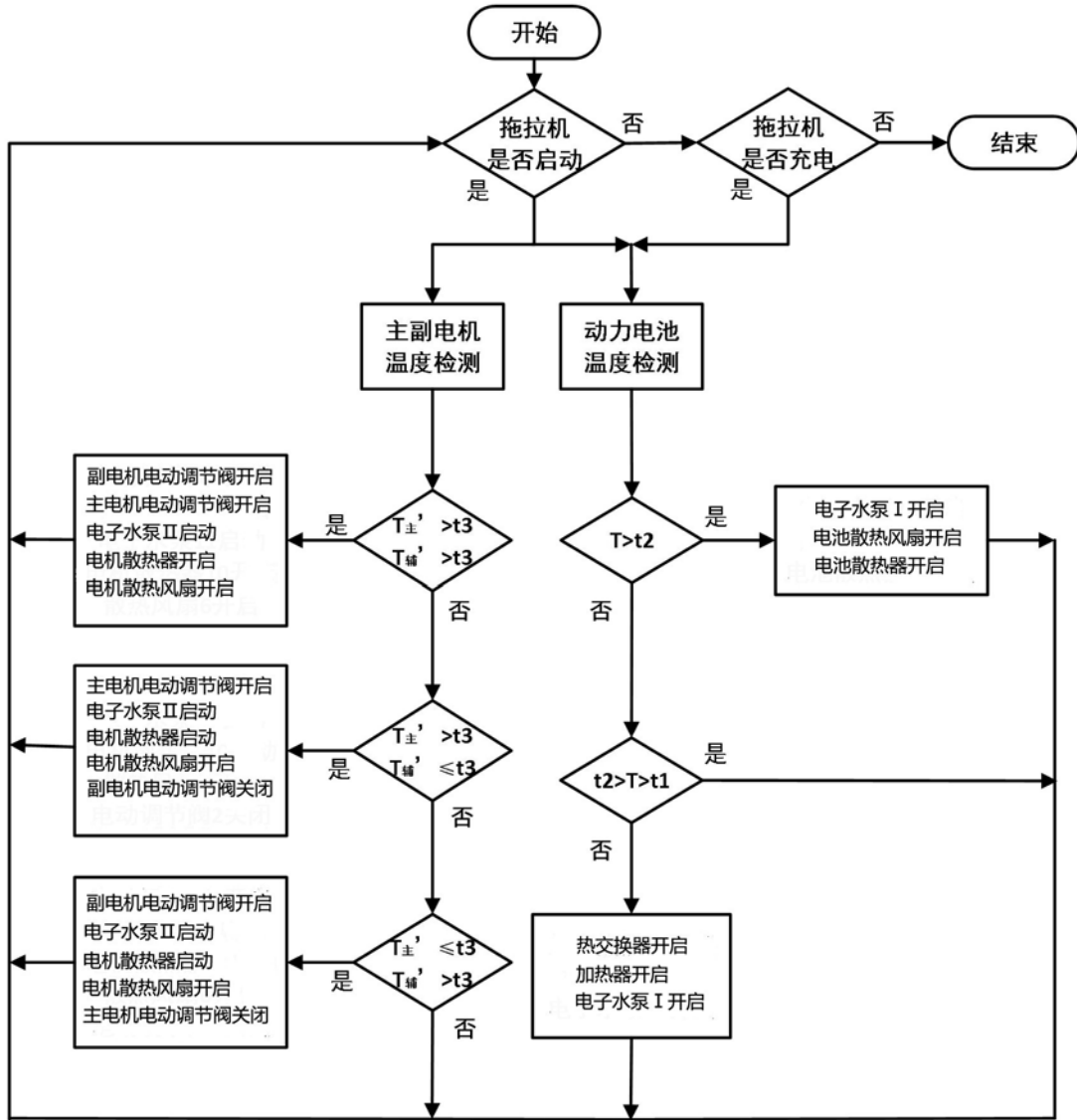


图3