



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105865808 B

(45)授权公告日 2018.05.01

(21)申请号 201610382290.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.06.01

G01M 17/007(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 宋睿

申请公布号 CN 105865808 A

(43)申请公布日 2016.08.17

(66)本国优先权数据

201610070446.0 2016.02.02 CN

(73)专利权人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街5号

(72)发明人 沈伟 赵江波 王军政 汪首坤

(74)专利代理机构 北京理工正阳知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11639

代理人 唐华

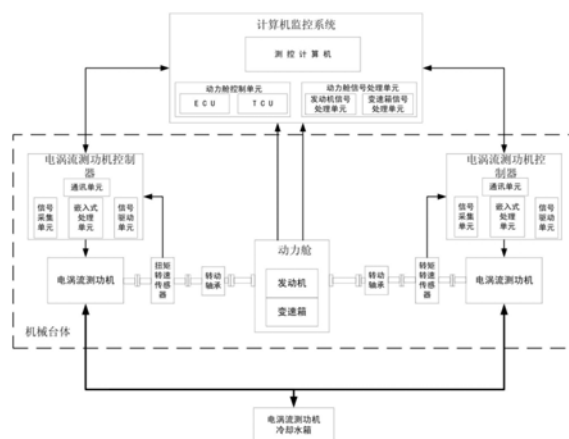
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

## (54)发明名称

一种动力舱的负载模拟装置与模拟方法

## (57)摘要

本发明涉及一种动力舱的负载模拟装置与模拟方法,属于自动化检测技术领域。本发明包括机械台体、加载模块以及计算机监控系统,采用电涡流测功机模拟动力舱在不同地形不同工况下的负载,有效的复现了动力舱的实际的工作负载,避免了动力舱必须装车后进行道路行驶测试的困难,导致的测试效率低、测试成本高、出现问题后维修困难等缺点;同时本发明采用的双闭环+前馈的控制策略,能够根据设定精确的给出各种负载而不受转动速度和转动方向的影响,采用的二维负载模拟策略和同步控制策略保证了测试条件的准确性提高了加载的有效性,适用于装甲车辆生产与维修等相关领域。



1. 一种动力舱的负载模拟装置,其特征在于:包括:机械台体、加载模块以及计算机监控系统;

机械台体包括铸铁平台以及多种不同类型的支架;铸铁平台作为底座,支架的种类包括动力舱支架、电涡流测功机支架、轴承支架以及扭矩转速传感器支架;铸铁平台用来固定动力舱、支架和加载模块,机械台体使整套设备有一个安装基准,同时也可以使发动机和变速箱工作时的振动起到减振的作用;

加载模块包括电涡流测功机、扭矩转速传感器、转动轴承、电涡流测功机控制器、电涡流测功机冷却系统以及动力舱;其中电涡流测功机用来模拟动力舱的负载,通过电缆线与计算机监控系统连接;扭矩转速传感器对动力舱的输出信号进行实时的检测,以便于电涡流测功机的加载控制;电涡流测功机冷却系统对电涡流测功机模拟动力舱的负载过程中生成的大量热能进行有效的挥发,保证整套系统可以长时间可靠运行;电涡流测功机通过联轴器与扭矩转速传感器相连,扭矩转速传感器通过万向节和法兰与变速箱的输出轴相连;电涡流测功机控制器通过电缆线分别与计算机监控系统和电涡流测功机连接;

电涡流测功机控制器用来是实现电涡流测功机的驱动与控制,包括嵌入式处理单元,信号采集单元,信号驱动单元以及通讯单元;嵌入式处理单元、信号采集单元、信号驱动单元以及通讯单元相互间通过电缆相互连接;嵌入式处理单元作为硬件平台完成对电涡流测功机的控制算法的运行;信号采集单元完成对电涡流测功机转速、扭矩、电流、电压信号的采集、输入隔离和预处理;信号驱动单元完成对电涡流测功机控制信号输出隔离和驱动;通讯单元通过电涡流测功机与计算机监控系统通讯并接收计算机监控系统的控制指令,同时将电涡流测功机的相关参数实时传送给计算机监控系统;

计算机监控系统包括动力舱控制单元、动力舱信号处理单元和测控计算机;其中动力舱控制单元可以分为发动机控制单元和变速箱控制单元;动力舱信号处理单元包括发动机信号处理单元ECU和变速箱信号处理单元TCU;ECU为待测试车型的发动机配套控制装置,按照动力舱实际工况完成对动力舱中发动机的控制;发动机信号处理单元在不影响ECU控制的前提下,对发动机自带传感器信号进行处理,获得发动机的实际工作参数;TCU为待测试车型的变速箱配套控制装置,按照动力舱实际工况实现对动力舱中变速箱的控制;变速箱信号处理单元在不影响TCU控制的前提下,对变速箱自身已有的传感器信号进行处理,获得变速箱的实际工作参数;测控计算机完成整个加载过程中的全部信号的采集和相关控制;计算机监控系统完成动力舱的运行控制、电涡流测功机加载信号的给定、动力舱运行参数的实时监测的功能;该系统根据试验要求,建立包含路面坡度、不平度及变化规律参数在内的车辆运行路面信息,并根据此信息生成相应的加载指令发送给电涡流测功机控制器的通讯单元,由其完成动力舱负载模拟方法的具体实现;

动力舱包括发动机和变速箱,动力舱和电涡流测功机分别通过动力舱支架和电涡流测功机支架安装于机械台体之上;电涡流测功机控制器位于电涡流测功机一侧;

模拟方法如下:

1) 针对待测不同类型动力舱的所属车辆,综合车辆的纵向受力和横向受力对所属车辆进行受力分析与建模;

2) 对车辆实际运行中的不同类型典型路面进行分组;

3) 分析每组路面包括横向和纵向在内的二维路面信息,结合1)中所建数据模型对其进

行受力分析,并根据受力分析的结果,将车辆载荷分解到动力舱输出轴上;

4) 对每组测试路面的载荷变化情况进行聚类,选取其中有代表性的载荷变化曲线作为测试过程中动力舱的加载曲线;每组加载曲线包含两条曲线,分别对应动力舱输出轴两端的负荷情况;这两条曲线可以一致,也可以不同,从而能够真实反映动力舱输出轴两端对应的各种载荷变化;

5) 通过电涡流测功机控制器的信号驱动单元根据加载曲线的变化输出驱动信号,同步控制使两台电涡流测功机为动力舱施加与加载曲线相一致的加载转矩,即两台电涡流测功机充分模拟路面的二维信息;其中两台电涡流测功机的加载转矩可以不同,从而模拟车辆在不同路面的不同行驶状态。

2. 如权利要求1所述的一种动力舱的负载模拟装置,其特征在于:所述的电涡流测功机采用双环控制加前馈的模式加以运行,其具体运行方法为:

首先采用电流反馈构成闭环,保证控制其输出电流的稳定性;其次采用扭矩反馈构成扭矩闭环,保证测功机输出扭矩的稳定性;将电涡流测功机控制器引入转速信号作为前馈以消除转速对电涡流测功机负载的影响;根据每组加载曲线中两个电涡流测功机的加载具有直接的相关性的特点在计算机测控系统中采用同步控制的策略,实现两台测功机协同加载。

3. 根据权利要求1-2任意所述的一种动力舱的负载模拟装置的操作方法,其特征在于,步骤如下:

(1) 将被试动力舱安装固定在机械台体上;

(2) 通过电缆线将两台电涡流测功机控制器两侧的输入轴分别与测控计算机的两输入端连接;

(3) 将动力舱与计算机监控系统通过电缆线连接;

(4) 通过动力舱信号处理单元观察被试件内的各油压、水压、温度工作参数是否正常,若正常则启动动力舱,否则,检查被试件参数存在问题,直至恢复正常后再启动动力舱;

(5) 根据试验工况,通过测控计算机,选择加载曲线,通过电涡流测功机控制器信号驱动单元输出控制信号驱动测功机为动力舱加载,模拟车辆在不同路面及不同环境下的运行环境,同时监测动力舱的运行参数和负荷变化是否符合测试要求;

(6) 监测动力舱各项运行参数是否正常,以此完成对动力舱负载的模拟。

## 一种动力舱的负载模拟装置与模拟方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种动力舱的负载模拟装置与模拟方法,属于自动化检测技术领域。

### 背景技术

[0002] 动力舱负载模拟的主要目的是在对动力舱性能进行全面测试时提供和实际工况相同的测试条件。具体而言,动力舱在装配完成后尚未装车前,通过负载模拟装置模拟动力舱装车运行的工况,检测该系统内各个相关参数及系统的密封性,以对其工作性能进行测试。

[0003] 动力舱负载模拟装置主要由机械台体(包括铸铁平台、多种不同类型的支架)、加载模块(电涡流测功机及控制器、扭矩转速传感器、动力舱冷却系统)以及计算机监控系统组成,可以实现对发动机和变速箱组合体负载工况的模拟。

[0004] 动力舱由发动机和变速箱组成。其中发动机是一种能够把化学能转化为机械能的装置,是整个车辆动力的核心部件。变速箱由液力变扭器、行星齿轮和操纵系统组成,通过液力传递和齿轮组合的方式来达到变速和变转矩的目的。当前发动机和变速箱测试均采用独立测试的方式,这种方式存在以下几个不可避免的问题:

[0005] (1) 发动机测试中负载采用模拟负载代替,而模拟负载和变速箱的特性存在较大的差别,从而导致试验的工况和发动机实际运行的工况有较大的差别,从而不能很好地对发动机的性能进行评估。

[0006] (2) 变速箱测试中驱动装置采用模拟的方法替代,例如,采用非实际运行发动机或一套固定的发动机作为动力驱动装置,从而导致试验的工况和变速箱实际运行的工况有较大的差别,从而不能很好地对变速箱的性能进行评估。

[0007] (3) 加载试验仅能进行简单的模拟,无法有效地对车辆各种工作环境进行装车前的全面测试,需要车辆组装完成后才能全面测试。

[0008] (4) 当发动机和变速箱组装之后,各自相互影响,可能会出现新的问题,无法有效的检测。

[0009] 因此,需要在发动机和变速箱在装配完成后尚未装车前,在通过试验台模拟动力舱装车后工况的基础上对其性能进行全面有效的测试。而本发明提供一种动力舱负载模拟装置主要由机械台体(包括铸铁平台、多种不同类型的支架)、加载模块(电涡流测功机、扭矩转速传感器、动力舱冷却系统、电涡流测功机控制器)以及计算机监控系统组成,可以实现对发动机和变速箱组合体负载工况的模拟,从而解决了传统测试方法单一,可靠性差的问题,实现了对动力舱发动机以及变速箱的性能的全面有效的测试。

### 发明内容

[0010] 本发明的目的是为解决传统装甲车辆的动力舱发动机和变速箱测试方式单一,无法对发动机和变速箱的性能进行有效性评估的问题而提供一种动力舱的负载模拟装置与方法。

[0011] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的。

[0012] 一种动力舱的负载模拟装置,包括机械台体、加载模块以及计算机监控系统,可以实现对发动机和变速箱组合体的模拟加载。

[0013] 机械台体包括铸铁平台以及多种不同类型的支架。铸铁平台作为底座,支架的种类包括动力舱支架、电涡流测功机支架、轴承支架以及扭矩转速传感器支架。铸铁平台通过法兰固定动力舱、支架和加载模块。机械台体使整套设备有一个安装基准,同时也可以使发动机和变速箱工作时的振动起到减振的作用。

[0014] 加载模块包括电涡流测功机、扭矩转速传感器、转动轴承、电涡流测功机控制器、电涡流测功机冷却系统以及动力舱,其主要作为动力舱负载模拟装置方法实施的载体。其中电涡流测功机用来模拟动力舱的负载。扭矩转速传感器对动力舱的输出信号进行实时的检测,以便于电涡流测功机的加载控制。电涡流测功机冷却系统对电涡流测功机模拟动力舱的负载过程中生成的大量热能进行有效的挥发,保证整套系统可以长时间可靠运行。电涡流测功机通过联轴器与扭矩转速传感器相连,扭矩转速传感器通过万向节联轴器和法兰与变速箱的输出轴相连。电涡流测功机控制器通过电缆线分别与计算机监控系统和电涡流测功机连接。

[0015] 电涡流测功机控制器用来是实现电涡流测功机的驱动与控制,包括嵌入式处理单元,信号采集单元,信号驱动单元以及通讯单元;嵌入式处理单元、信号采集单元、信号驱动单元以及通讯单元相互间通过电缆相互连接。嵌入式处理单元作为硬件平台完成对电涡流测功机的控制算法的运行。信号采集单元完成对电涡流测功机转速、扭矩、电流、电压等信号的采集、输入隔离和预处理。信号驱动单元完成对电涡流测功机控制信号输出隔离和驱动。通讯单元通过电涡流测功机与计算机监控系统通讯并接收计算机监控系统的控制指令,同时将电涡流测功机的相关参数实时传送给计算机监控系统。

[0016] 计算机监控系统包括动力舱控制单元、动力舱信号处理单元和测控计算机;该计算机监控系统根据试验要求,建立包含路面坡度、不平度及变化规律等参数在内的车辆运行路面信息,并根据此信息生成相应的加载指令发送给电涡流测功机控制器的通讯单元,由其完成动力舱负载模拟方法的具体实现。其中动力舱控制单元可以分为发动机控制单元(ECU)和变速箱控制单元(TCU)。动力舱信号处理单元包括发动机信号处理单元和变速箱信号处理单元。ECU为待测试车型的发动机配套控制装置,按照动力舱实际工况完成对动力舱中发动机的控制。发动机信号处理单元在不影响的ECU控制的前提下,对发动机自带传感器信号进行处理,获得发动机的实际工作参数。TCU为待测试车型的变速箱配套控制装置,按照动力舱实际工况实现对动力舱中变速箱的控制。变速箱信号处理单元在不影响的TCU控制的前提下,对变速箱自身已有的传感器信号进行处理,获得变速箱的实际工作参数。测控计算机完成整个加载过程中的全部信号的采集和相关控制。计算机监控系统完成动力舱的运行控制、电涡流测功机加载信号的给定、动力舱运行参数的实时监测等功能。

[0017] 动力舱包括发动机和变速箱,动力舱和电涡流测功机分别通过动力舱支架和电涡流测功机支架安装于机械台体之上。电涡流测功机控制器位于电涡流测功机一侧。

[0018] 一种动力舱的负载模拟装置,其具体模拟方法为:

[0019] 1) 针对待测不同类型动力舱的所属车辆,综合车辆的纵向受力和横向受力对所属车辆进行受力分析与建模;

[0020] 2) 对车辆实际运行中的不同类型典型路面进行分组。

[0021] 3) 分析每组路面包括横向和纵向在内的二维路面信息,结合1)中所建数据模型对其进行受力分析,并根据受力分析的结果,将车辆载荷分解到动力舱输出轴上;

[0022] 4) 对每组测试路面的载荷变化情况进行聚类,选取其中有代表性的载荷变化曲线作为测试过程中动力舱的加载曲线。每组加载曲线包含两条曲线,分别对应动力舱输出轴两端的负荷情况。这两条曲线可以一致,也可以不同,从而能够真实反映动力舱输出轴两端对应的各种载荷变化。

[0023] 5) 通过电涡流测功机控制器的信号驱动单元根据加载曲线的变化输出驱动信号,同步控制使两台电涡流测功机为动力舱施加与加载曲线相一致的加载转矩,即两台电涡流测功机充分模拟路面的二维信息。其中两台电涡流测功机的加载转矩可以不同,从而模拟车辆在不同路面的不同行驶状态。

[0024] 有益效果

[0025] 本发明采用电涡流测功机模拟动力舱在不同地形不同工况下的负载,有效的复现了动力舱的实际的工作负载,避免了动力舱必须装车后进行道路行驶测试的困难,导致的测试效率低、测试成本高、出现问题后维修困难等缺点;本发明采用两台测功机模拟动力舱负荷,通过两台测功机的协同可以有效模拟路面包括纵向和横向在内的二维信息,同时也可以真实有效地模拟车辆在转向或曲线前进时两侧驱动轮的存在负荷差异的工况。同时本发明采用同步控制策略,严格保证了两台测功机的负荷加载的相关性,使之能够根据设定精确准确的按照加载曲线运行,从而大大给出各种负载而不受转动速度速和转动方向的影响,提高了加载的可靠性,有效地模拟了车辆行驶工况,保证了测试条件的准确性,提高了加载的有效性,适用于装甲车辆生产与维修等相关领域。

## 附图说明

[0026] 图1是动力舱的负载模拟装置的结构图;

[0027] 图2是动力舱负载模拟方法流程图;

[0028] 图3是电涡流测功机控制原理图。

## 具体实施方式

[0029] 为更好地说明本发明的目的,下面参照附图结合实例对本发明的结构和原理进一步说明。

[0030] 实施例

[0031] 如图1所示,一种动力舱的负载模拟装置,包括机械台体、加载模块以及计算机监控系统,可以实现对发动机和变速箱组合体的模拟加载。

[0032] 机械台体包括铸铁平台以及多种不同类型的支架。铸铁平台作为底座,支架的种类包括动力舱支架、电涡流测功机支架、轴承支架以及扭矩转速传感器支架。铸铁平台通过法兰固定动力舱、支架和加载模块。机械台体使整套设备有一个安装基准,同时也可以使发动机和变速箱工作时的振动起到减振的作用。

[0033] 加载模块包括电涡流测功机、扭矩转速传感器、转动轴承、电涡流测功机控制器、电涡流测功机冷却系统以及动力舱,其主要作为动力舱负载模拟装置方法实施的载体。其

中电涡流测功机用来模拟动力舱的负载。扭矩转速传感器对动力舱的输出信号进行实时的检测,以便于电涡流测功机的加载控制。电涡流测功机冷却系统对电涡流测功机模拟动力舱的负载过程中生成的大量热能进行有效的挥发,保证整套系统可以长时间可靠运行。电涡流测功机通过联轴器与扭矩转速传感器相连,扭矩转速传感器通过万向节联轴器和法兰与变速箱的输出轴相连。电涡流测功机控制器通过电缆线分别与计算机监控系统和电涡流测功机连接。

[0034] 电涡流测功机控制器用来是实现电涡流测功机的驱动与控制,包括嵌入式处理单元,信号采集单元,信号驱动单元以及通讯单元;嵌入式处理单元、信号采集单元、信号驱动单元以及通讯单元相互间通过电缆相互连接。嵌入式处理单元作为硬件平台完成对电涡流测功机的控制算法的运行。信号采集单元完成对电涡流测功机转速、扭矩、电流、电压等信号的采集、输入隔离和预处理。信号驱动单元完成对电涡流测功机控制信号输出隔离和驱动。通讯单元通过电涡流测功机与计算机监控系统通讯并接收计算机监控系统的控制指令,同时将电涡流测功机的相关参数实时传送给计算机监控系统。

[0035] 计算机监控系统包括动力舱控制单元、动力舱信号处理单元和测控计算机;该计算机监控系统根据试验要求,建立包含路面坡度、不平度及变化规律等参数在内的车辆运行路面信息,并根据此信息生成相应的加载指令发送给电涡流测功机控制器的通讯单元,由其完成动力舱负载模拟方法的具体实现。其中动力舱控制单元可以分为发动机控制单元(ECU)和变速箱控制单元(TCU)。动力舱信号处理单元包括发动机信号处理单元和变速箱信号处理单元。ECU为待测试车型的发动机配套控制装置,按照动力舱实际工况完成对动力舱中发动机的控制。发动机信号处理单元在不影响的ECU控制的前提下,对发动机自带传感器信号进行处理,获得发动机的实际工作参数。TCU为待测试车型的变速箱配套控制装置,按照动力舱实际工况实现对动力舱中变速箱的控制。变速箱信号处理单元在不影响的TCU控制的前提下,对变速箱自身已有的传感器信号进行处理,获得变速箱的实际工作参数。测控计算机完成整个加载过程中的全部信号的采集和相关控制。计算机监控系统完成动力舱的运行控制、电涡流测功机加载信号的给定、动力舱运行参数的实时监测等功能。

[0036] 动力舱包括发动机和变速箱,动力舱和电涡流测功机分别通过动力舱支架和电涡流测功机支架安装于机械台体之上。电涡流测功机控制器位于电涡流测功机一侧。

[0037] 其具体模拟方法为:

[0038] 1) 针对待测不同类型动力舱的所属车辆,综合车辆的纵向受力和横向受力对所属车辆进行受力分析与建模;

[0039] 2) 对车辆实际运行中的不同类型典型路面进行分组。

[0040] 3) 分析每组路面包括横向和纵向在内的二维路面信息,结合1)中所建数据模型对其进行受力分析,并根据受力分析的结果,将车辆载荷分解到动力舱输出轴上;

[0041] 4) 对每组测试路面的载荷变化情况进行聚类,选取其中有代表性的载荷变化曲线作为测试过程中动力舱的加载曲线。每组加载曲线包含两条曲线,分别对应动力舱输出轴两端的负荷情况。这两条曲线可以一致,也可以不同,从而能够真实反映动力舱输出轴两端对应的各种载荷变化。

[0042] 5) 通过电涡流测功机控制器的信号驱动单元根据加载曲线的变化输出驱动信号,同步控制使两台电涡流测功机为动力舱施加与加载曲线相一致的加载转矩,即两台电涡流

测功机充分模拟路面的二维信息。其中两台电涡流测功机的加载转矩可以不同,从而模拟车辆在不同路面的不同行驶状态。

[0043] 如图3所示,本发明的电涡流测功机采用双环控制+前馈的模式加以运行,其具体运行方法为:

[0044] 首先采用电流反馈构成闭环,保证控制其输出电流的稳定性;其次采用扭矩反馈构成扭矩闭环,保证测功机输出扭矩的稳定性;将电涡流测功机控制器引入转速信号作为前馈以消除转速对电涡流测功机负载的影响;同时由于每组加载曲线中两个电涡流测功机的加载具有直接的相关性,因此在计算机测控系统中采用同步控制的策略,完成两台测功机的协同加载。

[0045] 如图2、图3所示,一种动力舱的负载模拟装置的操作过程如下:

[0046] (1) 将被试动力舱安装固定在机械台体上;

[0047] (2) 通过电缆线将两台电涡流测功机控制器两侧的输入轴分别与测控计算机的两输入端连接;

[0048] (3) 将动力舱与计算机监控系统通过电缆线连接;

[0049] (4) 通过动力舱信号处理单元观察被试件内的各油压、水压、温度等工作参数是否正常,若正常则启动动力舱,否则,检查被试件参数存在问题,直至恢复正常后再启动动力舱;

[0050] (5) 根据试验工况,通过测控计算机,选择加载曲线,通过电涡流测功机控制器信号驱动单元输出控制信号驱动测功机为动力舱加载,模拟车辆在不同路面及不同环境下的运行环境,同时监测动力舱的运行参数和负荷变化是否符合测试要求;

[0051] (6) 监测动力舱各项运行参数是否正常,以此完成对动力舱负载的模拟。



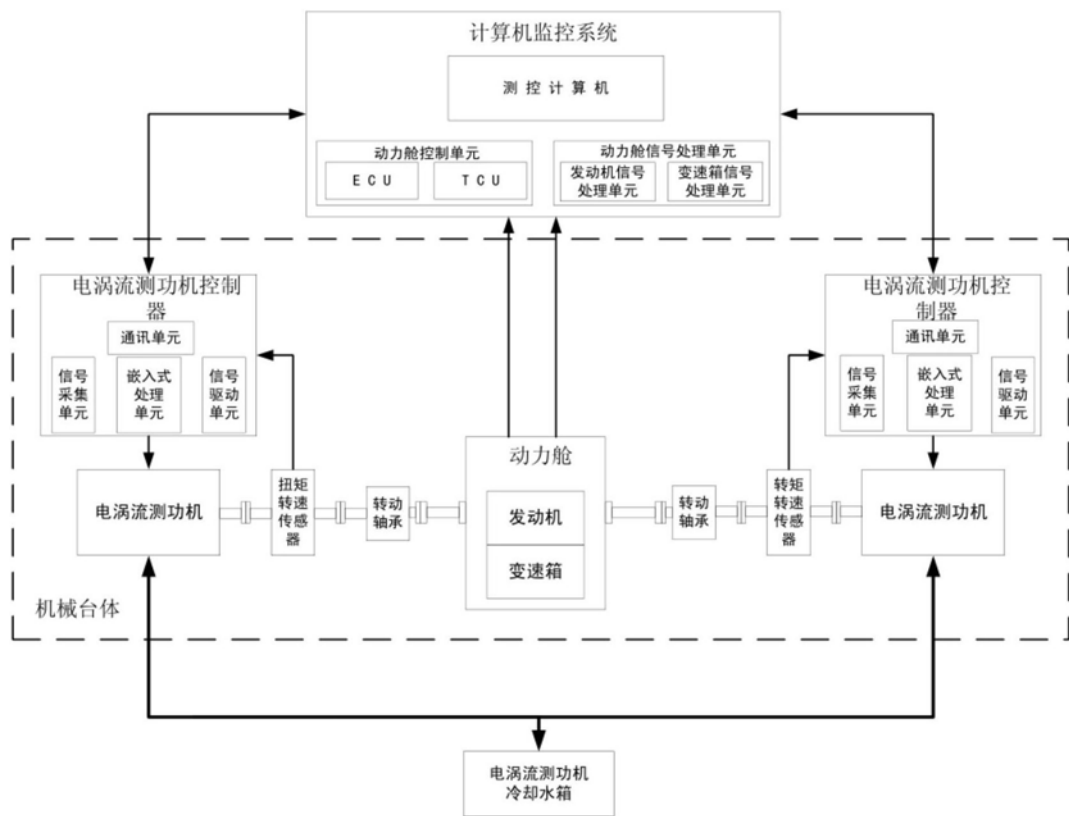


图1



图2

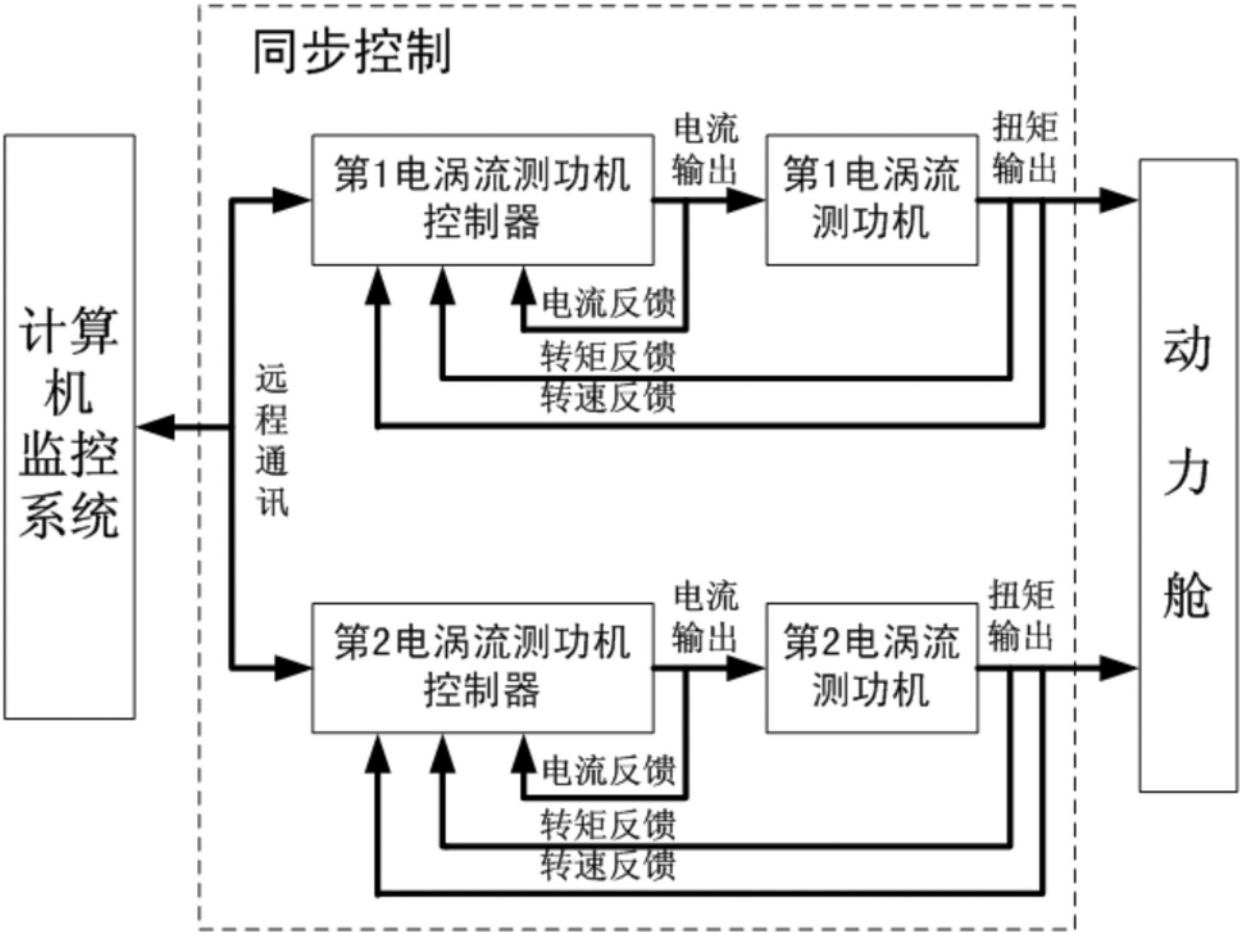


图3