



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102556034 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 26

(21) 申请号 201210015013. 7

(56) 对比文件

(22) 申请日 2012. 01. 17

CN 101837773 A, 2010. 09. 22,

CN 101941430 A, 2011. 01. 12,

(73) 专利权人 清华大学

CN 101751034 A, 2010. 06. 23,

地址 100084 北京市海淀区清华园 1 号清华大学汽车工程系

审查员 尹宗霞

(72) 发明人 张俊智 吕辰 苟晋芳 岳小伟

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 徐宁 关畅

(51) Int. Cl.

B60T 13/68(2006. 01)

B60T 13/74(2006. 01)

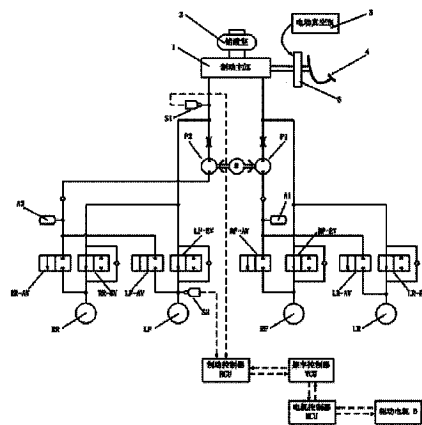
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于液压 ABS 压力调节器的制动能量回收系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于液压 ABS 压力调节器的制动能量回收系统,包括具有液压 ABS 功能的压力调节器、制动主缸、主缸真空助力器、驱动电机、制动控制器、整车控制器和电机控制器,其特征在于:在制动主缸出油管路上设置一个压力传感器,在 ABS 压力调节器中的一个前轮轮缸处设置一个压力传感器。两传感器的信号均反馈给制动控制器,驱动电机由电机控制器控制,制动控制器与整车控制器进行 CAN 通讯,整车控制器与电机控制器进行 CAN 通讯。压力调节器控制左前轮-右后轮、右前轮-左后轮两路制动油路。本发明运用电机回馈制动力进行制动能量回收,利用 ABS 压力调节器实现轮缸压力的增加、保持、减小,保证行车安全,可以实现制动能量回收与 ABS 一体化控制。



CN 102556034 B

1. 一种基于液压 ABS 压力调节器的制动能量回收系统的控制方法,它包括具有 ABS 功能的压力调节器、制动主缸、储液室、电动真空泵、制动踏板、真空助力器、驱动电机、制动控制器、整车控制器和电机控制器;在制动主缸出油管路上设置一个主缸压力传感器,在 ABS 压力调节器中的一个前轮轮缸处设置一个前轮轮缸压力传感器,各传感器均与制动控制器连接,进行信号反馈,驱动电机由电机控制器控制,制动控制器与整车控制器进行 CAN 通讯,整车控制器与电机控制器进行 CAN 通讯;压力调节器控制左前轮-右后轮、右前轮-左后轮两路制动油路,每路制动油路均包括一个回油泵、一个 ABS 回油电机、一个低压蓄能器、一个前轮进油电磁阀、一个前轮出油电磁阀、一个后轮进油电磁阀、一个后轮出油电磁阀、一个前轮轮缸、一个后轮轮缸,其控制方法包括:

1) 制动回馈功能实施过程:

当车辆进行制动时,整车控制器综合考虑整车运行状态,计算出驱动电机当前所能提供的最大回馈力矩值 M_0 ,并将 M_0 通过 CAN 总线发送给制动控制器;主缸压力传感器监测制动主缸压力 P_1 ,前轮轮缸压力传感器监测前轮轮缸压力 P_2 ,压力采集值 P_1 、 P_2 实时反馈给制动控制器;制动控制器根据主缸压力 P_1 计算主缸压力变化率 $d P_1/dt$,并综合考虑驱动电机当前所能提供的最大回馈力矩值 M_0 、主缸压力 P_1 、主缸压力变化率 $d P_1/dt$,以及前轮轮缸压力 P_2 ,计算出当前应该施加在前轮的电机回馈制动力矩命令值 M_1 ,将 M_1 通过 CAN 总线发送到整车控制器,整车控制器将 M_1 通过 CAN 总线发送给电机控制器,驱动电机接收电机控制器的控制命令并执行;电机控制器将驱动电机当前实际回馈力矩值 M_2 通过 CAN 总线发送给整车控制器,整车控制器将 M_2 通过 CAN 总线发送给制动控制器;制动控制器对 M_1 和 M_2 进行比较;设 $M_3 = M_1 - M_2$,当 M_3 等于零时,制动控制器对压力调节器发出前轮保压指令;当 M_3 大于零时,制动控制器对压力调节器发出前轮增压指令;当 M_3 小于零时,制动控制器对压力调节器发出前轮减压指令;当 M_2 等于零时,驱动电机回馈力矩为零,没有进行制动能量回馈;当 M_2 大于零时,驱动电机回馈力矩不为零,进行制动能量回馈;

当车速降低到某一值时,驱动电机转速随之下降到某一较低值,驱动电机所能提供的回馈力矩迅速变小,整车控制器检测到此情况后立刻告知制动控制器和电机控制器退出回馈制动模式,电机控制器控制驱动电机回馈力矩迅速减小为零,制动控制器复位所有电磁阀和 ABS 回油电机,恢复液压制动;

2) ABS 功能实施过程:

当制动控制器监测到某车轮有抱死趋势时,与该车轮相对应的进油电磁阀和出油电磁阀同时通电,ABS 回油电机通电,该车轮的制动液被抽回到低压蓄能器以及主油路,实现该车轮减压控制;当制动控制器监测到该车轮抱死趋势消失时,与该车轮相对应的进油电磁阀和出油电磁阀同时复位,制动液会瞬时进入到与该车轮相对应的轮缸里面,实现增压控制;

3) 制动回馈与 ABS 一体化控制:

(1) 当制动控制器监测到需要进行 ABS 控制时,制动控制器通过 CAN 总线与整车控制器进行通讯,告知整车控制器进入 ABS 控制模式,整车控制器告知电机控制器立即将驱动电机的回馈制动力矩减为零;当 ABS 控制退出时,制动控制器告知整车控制器恢复回馈制动模式,并发出回馈转矩需求值,整车控制器告知电机控制器,电机控制器控制驱动电机加载回馈转矩,制动控制器、整车控制器和电机控制器协同工作,共同实现制动能量回收功能;

(2) 当制动控制器监测到需要进行 ABS 控制时, 制动控制器通过 CAN 总线与整车控制器进行通讯, 制动控制器告知整车控制器立即进入 ABS 控制, 整车控制器告知电机控制器立即进入 ABS 控制, 制动控制器根据相应控制策略对液压制动力进行调节实现 ABS, 电机控制器根据相应控制策略对驱动电机回馈制动力进行调节实现 ABS; 当 ABS 控制退出时, 制动控制器告知整车控制器恢复回馈制动, 整车控制器告知电机控制器恢复回馈制动, 制动控制器、整车控制器与电机控制器共同实现回馈制动功能。

2. 如权利要求 1 所述的基于液压 ABS 压力调节器的制动能量回收系统的控制方法, 其特征在于: 所述两路制动油路的回油泵共用一个 ABS 回油电机。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的基于液压 ABS 压力调节器的制动能量回收系统的控制方法, 其特征在于: 所述真空助力器连接在制动主缸的推杆与制动踏板之间, 由所述电动真空泵提供助力。

4. 如权利要求 3 所述的基于液压 ABS 压力调节器的制动能量回收系统的控制方法, 其特征在于: 针对纯电动车辆来讲, 所述电动真空泵在车辆运行过程中需始终工作; 针对混合动力汽车来讲, 若发动机处于工作状态, 则电动真空泵不工作, 若发动机不工作, 则电动真空泵启动工作。

一种基于液压 ABS 压力调节器的制动能量回收系统

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆的液压制动系统,特别是关于一种适用于混合动力电动汽车或纯电动汽车的基于液压 ABS 压力调节器的实现制动能量回收功能的制动系统。

背景技术

[0002] 随着能源问题和环境污染问题的加剧,电动汽车的研究与应用具有重要意义。在电动汽车研究过程中所面临的关键问题之一就是动力电池的比能量较低,从而造成电动汽车的续驶里程相比传统内燃机车辆具有较大劣势。要解决这一问题,除了在电池这一瓶颈技术上寻求突破之外,如何优化电动汽车的总体设计、建立高效安全的能量管理系统、合理使用和节约能源成为了设计人员在电动汽车研制和开发过程中面临的一项重要课题。

[0003] 制动能量回收技术是目前国内外电动汽车制造商广泛采用的一项先进技术,在制动过程中,将驱动电动机电压反接,使其工作在发电状态,利用电机的回馈制动力对车辆进行制动,其回馈的能量将以电能的形式储存到电池中,从而回收车辆在制动过程中的部分动能,极大提高了电动汽车的能量利用率。目前国外提出的具有制动能量回收功能的先进制动系统包括:丰田-普锐斯制动系统、大陆-混合制动系统,这两种制动系统对原有制动系统进行较大改造从而实现了制动回馈功能。这两种系统不仅能实现制动能量回馈功能,而且能保证极限工况下 ABS 功能,可以通过对控制软件进行完善而扩展功能。丰田-普锐斯制动系统、大陆-混合制动系统代表着制动回馈功能发展的前沿,但是,这些系统均是对制动系统重新设计以实现制动能量回馈功能。

发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明的目的是利用传统车辆中的液压 ABS 压力调节器及纯电动汽车或者混合动力汽车的驱动电机,提出一种基于液压 ABS 压力调节器的制动能量回收系统,能够同时实现制动能量回收和制动防抱死功能。

[0005] 为实现上述目的,本发明采取以下技术方案:一种基于液压 ABS 压力调节器的制动能量回收系统,它包括具有 ABS 功能的压力调节器、制动主缸、储液室、电动真空泵、制动踏板、真空助力器、驱动电机、制动控制器、整车控制器和电机控制器,其特征在于:在所述制动主缸出油管路上设置一个主缸压力传感器,在所述 ABS 压力调节器中的一个前轮轮缸处设置一个前轮轮缸压力传感器,各传感器均与制动控制器连接,进行信号反馈,所述驱动电机由电机控制器控制,制动控制器与整车控制器进行 CAN 通讯,整车控制器与电机控制器进行 CAN 通讯。

[0006] 所述压力调节器控制左前轮-右后轮、右前轮-左后轮两路制动油路,每路制动油路均包括一个回油泵、一个 ABS 回油电机、一个低压蓄能器、一个前轮进油电磁阀、一个前轮出油电磁阀、一个后轮进油电磁阀、一个后轮出油电磁阀、一个前轮轮缸、一个后轮轮缸。

[0007] 所述两路制动油路的回油泵共用一个 ABS 回油电机。

[0008] 所述真空助力器连接在制动主缸的推杆与制动踏板之间,由所述电动真空泵提供

助力。针对纯电动车辆来讲,所述电动真空泵在车辆运行过程中需始终工作;针对混合动力汽车来讲,若发动机处于工作状态,则电动真空泵不工作,若发动机不工作,则电动真空泵启动工作。

[0009] 本发明由于采取以上技术方案,其具有以下优点:1、本发明应用领域为液压制动系统的制动能量回收,对混合动力车辆或纯电动车辆液压制动系统进行较小改造即可实现制动能量回馈功能。具体地,本发明利用传统的液压 ABS 压力调节器,在制动主缸处设置一压力传感器,在任一前轮轮缸处设置一压力传感器。各传感器均与制动控制器连接,进行信号反馈,制动控制器与整车控制器通讯,整车控制器与电机控制器通讯,以控制车辆制动过程中电机回馈力矩的加载时机与大小等,从而实现制动能量回收功能。2、目前市场上销售的绝大多数乘用车均已装备了液压 ABS 系统,本发明只需要将现有车辆的液压制动系统进行简单改造,利用传统液压 ABS 压力调节器以及混合动力车辆或电动车辆中的驱动电机,对控制软件进行合理、可靠设计即可实现制动能量回馈与 ABS 的一体化控制,改造后的制动系统不影响驾驶员的驾驶习惯,制动性能符合法规要求,改善了车辆燃油经济性,降低了混合动力车辆、纯电动车辆系统的开发成本,因此,可广泛用于电驱动乘用车中。

附图说明

[0010] 图 1 是本发明的系统原理图。

具体实施方式

[0011] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细的描述。

[0012] 本发明是利用传统车辆液压制动系统中的 ABS 压力调节器以及混合动力车辆或电动车辆中的驱动电机,对控制软件进行合理、可靠设计,提出的具有制动能量回收功能的新型制动系统。

[0013] 如图 1 所示,传统 ABS 压力调节器包括两路制动油路:左前轮-右后轮制动油路和右前轮-左后轮制动油路。每一制动油路上都包括两个车轮轮缸、四个电磁阀、一个回油泵、一个回油电机、一个低压蓄能器。在这种油路控制下,所做的配置有:制动主缸 1、储液室 2、电动真空泵 3、制动踏板 4、真空助力器 5、主缸压力传感器 S1、前轮轮缸压力传感器 S2、回油泵 P1 和 P2(分置在两路)、ABS 回油电机 M(回油电机带动回油泵工作)、低压蓄能器 A1 和 A2(分置在两路)、左前轮进油电磁阀 LF-EV、左前轮出油电磁阀 LF-AV、右前轮进油电磁阀 RF-EV、右前轮出油电磁阀 RF-AV、左后轮进油电磁阀 LR-EV、左后轮出油电磁阀 LR-AV、右后轮进油电磁阀 RR-EV、右后轮出油电磁阀 RR-AV、左前轮缸 LF、右前轮缸 RF、左后轮缸 LR、右后轮缸 RR。

[0014] 具体地,左前轮-右后轮制动油路包括:回油泵 P2、ABS 回油电机 M、低压蓄能器 A2、左前轮进油电磁阀 LF-EV、右后轮进油电磁阀 RR-EV、左前轮出油电磁阀 LF-AV、右后轮出油电磁阀 RR-AV、左前轮缸 LF、右后轮缸 RR。

[0015] 右前轮-左后轮制动油路包括:回油泵 P1、ABS 回油电机 M、低压蓄能器 A1、右前轮进油电磁阀 RF-EV、左后轮进油电磁阀 LR-EV、右前轮出油电磁阀 RF-AV、左后轮出油电磁阀 LR-AV、右前轮缸 RF、左后轮缸 LR。

[0016] 油泵、回油电机、低压蓄能器、轮缸的进出油电磁阀模块化设计即构成液压 ABS 压

力调节器。

[0017] 这里,两个制动油路共用一个回油电机 M。制动主缸 1、储液室 2、电动真空泵 3、制动踏板 4、真空助力器 5 对两路制动回路都起作用,真空助力器 5 连接在制动主缸 1 的推杆与制动踏板 4 之间,由电动真空泵 3 提供助力。电动真空泵 3 与真空助力器 5 相连接,对于纯电动汽车液压制动系统来讲,电动真空泵要始终工作;针对混合动力汽车液压制动系统来讲,若发动机处于工作状态(包括怠速状态),则电动真空泵不需要工作,否则需要。在制动主缸 1 出口处增设了一个压力传感器 S1(如图 1 所示,设置在了制动主缸与左前轮-右后轮油路连接的出口处),以便采集制动主缸压力;在任一前轮轮缸处设置一个压力传感器 S2(如图 1 所示,设置在了左前轮缸处),以采集前轮轮缸压力。

[0018] 驱动电机 D 由电机控制器 MCU 控制;各电磁阀由制动控制器 BCU 控制;制动控制器 BCU 与整车控制器 VCU 进行 CAN 通讯,整车控制器 VCU 与电机控制器 MCU 进行 CAN 通讯,共同实现制动回馈功能。

[0019] 本发明在传统液压 ABS 压力调节器的基础之上,由于在液压制动系统中增加了上述传感器(主缸压力传感器 S1、前轮轮缸压力传感器 S2),且压力调节器中相关电磁阀由制动控制器 BCU 控制,驱动电机 D 由电机控制器 MCU 控制,可实现制动能量回收功能和 ABS 功能。本发明的特别之处在于液压制动系统改造较小,不仅能够单独实现制动能量回收、ABS 功能,而且能够实现制动能量回收与 ABS 的一体化控制。

[0020] 如图 1 所示,下面以前轮驱动型轿车为例说明基于液压 ABS 压力调节器的制动能量回收系统具体实现各功能时的控制方法:

[0021] 1、制动回馈功能实施过程

[0022] 当车辆进行制动时,整车控制器 VCU 综合考虑整车运行状态(包括动力电池状态、驱动电机状态、车速等相关信息),计算出驱动电机当前所能提供的最大回馈力矩值 M_0 ,并将 M_0 通过 CAN 总线发送给制动控制器 BCU。主缸压力传感器 S1 监测制动主缸压力 P_1 ,前轮轮缸压力传感器 S2 监测前轮轮缸压力 P_2 ,压力采集值 P_1 、 P_2 实时反馈给制动控制器 BCU。制动控制器 BCU 根据主缸压力 P_1 计算主缸压力变化率 dP_1/dt ,并综合考虑电机当前所能提供的最大回馈力矩值 M_0 、主缸压力 P_1 、主缸压力变化率 dP_1/dt ,以及前轮轮缸压力 P_2 ,计算出当前应该施加在前轮的电机回馈制动力矩命令值 M_1 ,将 M_1 通过 CAN 总线发送到整车控制器 VCU,VCU 将 M_1 通过 CAN 总线发送给电机控制器 MCU,驱动电机接收 MCU 的控制命令并执行。电机控制器 MCU 将电机当前实际回馈力矩值 M_2 通过 CAN 总线发送给整车控制器 VCU,VCU 将 M_2 通过 CAN 总线发送给制动控制器 BCU。制动控制器 BCU 对 M_1 和 M_2 进行比较。设 $M_3 = M_1 - M_2$,当 M_3 等于零时,制动控制器 BCU 对压力调节器发出前轮保压指令。参照图 1,电磁阀 RF-EV、LF-EV 通电即可实现两前轮轮缸压力保持;当 M_3 大于零时,BCU 对压力调节器发出前轮增压指令。参照图 1,各电磁阀处于复位状态即可实现两前轮轮缸压力增加;当 M_3 小于零时,制动控制器 BCU 对压力调节器发出前轮减压指令,电磁阀 RF-EV、LF-EV、RF-AV、LF-AV 通电即可实现两前轮轮缸压力减小。当 M_2 等于零时,驱动电机回馈力矩为零,没有进行制动能量回馈;当 M_2 大于零时,驱动电机回馈力矩不为零,进行制动能量回馈。

[0023] 当车速降低到某一值时,驱动电机转速随之下降到某一较低值,电机所能提供的回馈力矩迅速变小(这是由电机本身特性决定的),整车控制器 VCU 检测到此情况后立刻告知 BCU 和 MCU 退出回馈制动模式,MCU 控制驱动电机回馈力矩迅速减小为零,BCU 复位所有

电磁阀和 ABS 回油电机,恢复液压制动。

[0024] 2、ABS 功能实施过程

[0025] 对车辆实施紧急制动时,车轮会出现抱死现象,ABS 功能可以防止车轮抱死。当 BCU 监测到有车轮抱死趋势时,假设该车轮为左前轮,电磁阀 LF-EV 和电磁阀 LF-AV 同时通电,回油电机 M 通电,左前轮制动液被抽回到低压蓄能器 A2 以及主油路,实现左前轮减压控制;当 BCU 监测到左前轮抱死趋势消失时,电磁阀 LF-EV 和电磁阀 LF-AV 同时复位,由于主油路制动压力较高,左前轮轮缸制动压力较小,制动液会瞬时进入到左前轮缸里面,实现增压控制;在 ABS 控制过程中有时会需要进行保压控制,将进油电磁阀通电即可实现保压控制。

[0026] 3、制动回馈与 ABS 一体化控制

[0027] 本发明中提出的制动能量回馈系统可以实现制动能量回收与 ABS 一体化控制,控制方法可以采用:1、当 ABS 进入控制时,回馈制动立即退出;2、当 ABS 进入控制时,回馈制动参与 ABS 控制。对于控制方法 1:当制动控制器 BCU 监测到需要进行 ABS 控制时,制动控制器 BCU 通过 CAN 与整车控制器 VCU 进行通讯,告知整车控制器 VCU 进入 ABS 控制模式,整车控制器 VCU 告知电机控制器 MCU 立即将驱动电机 D 的回馈制动力矩减为零,当 ABS 控制退出时,制动控制器 BCU 告知整车控制器 VCU 恢复回馈制动模式,并发出回馈转矩需求值,整车控制器 VCU 告知电机控制器 MCU,电机控制器 MCU 控制驱动电机 D 加载回馈转矩,制动控制器 BCU、整车控制器 VCU、电机控制器 MCU 协同工作,共同实现制动能量回收功能。对于控制方法 2:当制动控制器 BCU 监测到需要进行 ABS 控制时,制动控制器 BCU 通过 CAN 与整车控制器 VCU 进行通讯,制动控制器 BCU 告知整车控制器 VCU 立即进入 ABS 控制,整车控制器 VCU 告知电机控制器 MCU 立即进入 ABS 控制,制动控制器 BCU 根据相应控制策略对液压制动力进行调节实现 ABS,电机控制器 MCU 根据相应控制策略对驱动电机回馈制动力进行调节实现 ABS,当 ABS 控制退出时,制动控制器 BCU 告知整车控制器 VCU 恢复回馈制动,整车控制器 VCU 告知电机控制器 MCU 恢复回馈制动,制动控制器 BCU、整车控制器 VCU 与电机控制器 MCU 共同实现回馈制动。

[0028] 上述实施例仅用于说明本发明,其中各部件的结构、连接方式等都是可以有所变化的,凡是在本发明技术方案的基础上进行的等同变换和改进,均不应排除在本发明的保护范围之外。

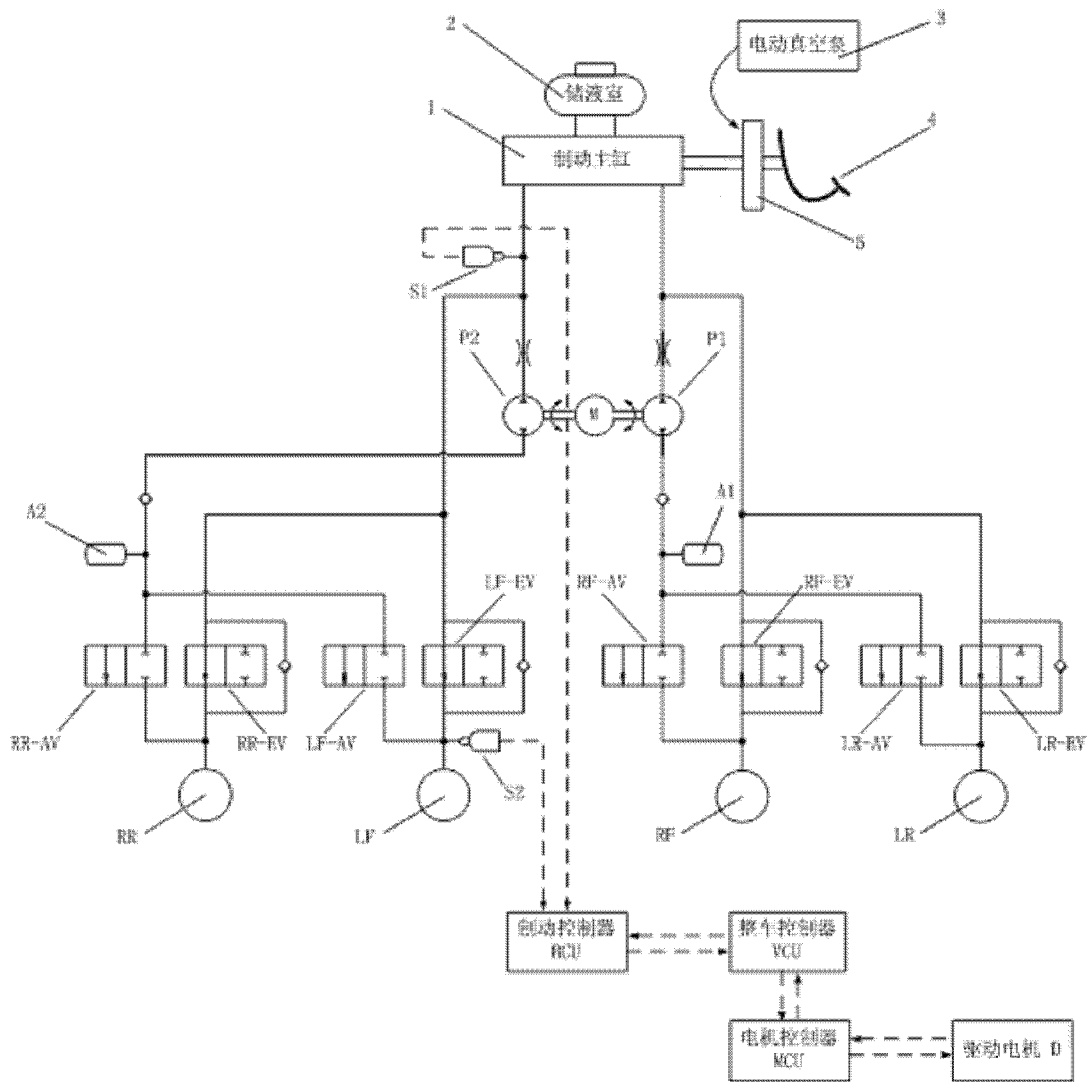


图 1