



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109204262 B

(45) 授权公告日 2024.09.24

(21) 申请号 201811005842.0

B60T 13/68 (2006.01)

(22) 申请日 2018.08.30

B60T 13/74 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109204262 A

(56) 对比文件

CN 209126713 U,2019.07.19

(43) 申请公布日 2019.01.15

审查员 庄敏捷

(73) 专利权人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 熊璐 韩伟 史彪飞 余卓平

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

专利代理师 叶敏华

(51) Int.Cl.

B60T 8/36 (2006.01)

B60T 8/88 (2006.01)

B60T 13/66 (2006.01)

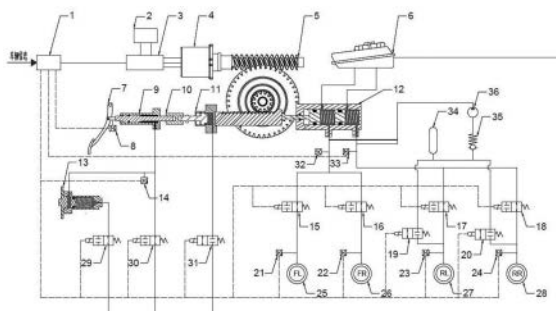
权利要求书3页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种双动力源液压失效备份的电子液压制动系统

(57) 摘要

本发明涉及一种双动力源液压失效备份的电子液压制动系统,该系统在车辆制动时,根据ECU发出的制动信号,控制电机工作产生转矩,推动主缸推杆建压,通过四个常开电磁阀和四个液压力传感器实现轮缸液压力独立控制;通过添加两个常闭电磁阀、一个低压蓄能器和一个液压泵既可辅助快速减压,使得低压回路液压力稳定,又可作为备用动力源建立轮缸液压力。与现有技术相比,本发明轮缸减压快速灵活,对电磁阀性能要求较低,可实现制动防抱死功能;此外,本发明具有辅助备用动力源,可实现失效备份功能,安全可靠。



1. 一种双动力源液压失效备份的电子液压制动系统,包括制动控制模块和制动模块,所述的制动控制模块包括制动主缸(12)及与制动主缸(12)连接的储液罐(6),所述的制动模块包括与制动主缸(12)分别连接的前轮支路、后轮支路,所述的前轮支路包括左前轮制动轮缸(25)在内的左前轮轮缸支路及右前轮制动轮缸(26)在内的右前轮轮缸支路,所述的后轮支路包括左后轮制动轮缸(27)在内的左后轮轮缸支路及右后轮制动轮缸(28)在内的右后轮轮缸支路,其特征在于,所述的制动模块还包括辅助动力源回路和失效控制单元,所述的失效控制单元的一端与制动主缸(12)连接,另一端与储液罐(6)连接,当前轮支路采用制动主缸(12)减压时,左后轮轮缸支路、右后轮轮缸支路之间设有辅助动力源回路,当后轮支路采用制动主缸(12)减压时,左前轮轮缸支路、右前轮轮缸支路之间设有辅助动力源回路;

所述的制动控制模块还包括ECU(1)及分别与ECU(1)连接的电机(4)、减速传动机构(5)和制动踏板(7),所述的减速传动机构(5)包括蜗杆、与蜗杆连接的蜗轮、与蜗轮同轴设置的齿轮及与齿轮连接的齿条,所述的电机(4)与减速传动机构(5)连接,所述的制动主缸(12)的推杆与减速传动机构(5)的齿条连接;

所述的辅助动力源回路包括低压蓄能器(34)、单向阀(35)和液压泵(36),所述的低压蓄能器(34)与左后轮制动轮缸(27)、右后轮制动轮缸(28)分别通过第一常闭电磁阀(19)、第二常闭电磁阀(20)连接,或与左前轮制动轮缸(25)、右前轮制动轮缸(26)分别通过第三常闭电磁阀(37)、第四常闭电磁阀(38)连接,所述的液压泵(36)的一端与制动主缸(12)连接,另一端与单向阀(35)连接,所述的单向阀(35)通过第一常闭电磁阀(19)与左后轮制动轮缸(27)连接或通过第三常闭电磁阀(37)与左前轮制动轮缸(25)连接,所述的单向阀(35)通过第二常闭电磁阀(20)与右后轮制动轮缸(28)连接或通过第四常闭电磁阀(38)与右前轮制动轮缸(26)连接;

所述的失效控制单元包括次级主缸(9)、调整机构(10)、解耦缸(11)、踏板感觉模拟器(13)和三个失效控制电磁阀,所述的解耦缸(11)的一端与自动主缸的推杆连接,另一端与调整机构(10)、次级主缸(9)依次连接后接入制动踏板(7),所述的次级主缸(9)与踏板感觉模拟器(13)通过次级主缸液压力传感器(14)连接,踏板感觉模拟器(13)、次级主缸(9)、解耦缸(11)各自通过一个失效控制电磁阀与储液罐(6)连接;

制动主缸(12)通过依次连接的第一主缸液压力传感器(32)、第一常开电磁阀(15)、第一轮缸液压力传感器(21)接入左前轮制动轮缸(25),制动主缸(12)通过依次连接的第一主缸液压力传感器(32)、第二常开电磁阀(16)、第二轮缸液压力传感器(22)依次连接后接入右前轮制动轮缸(26),制动主缸(12)与第二主缸液压力传感器(33)、第四常开电磁阀(18)、第四轮缸液压力传感器(24)依次连接后接入右后轮制动轮缸(28),制动主缸(12)与第二主缸液压力传感器(33)、第三常开电磁阀(17)、第三轮缸液压力传感器(23)依次连接后接入左后轮制动轮缸(27);

所述的ECU(1)与三个失效控制电磁阀、次级主缸(9)液压力传感器(14)、第一主缸液压力传感器(32)、第二主缸液压力传感器(33)、第一常开电磁阀(15)、第二常开电磁阀(16)、第三常开电磁阀(17)、第四常开电磁阀(18)、第一常闭电磁阀(19)、第二常闭电磁阀(20)分别连接;

该系统包括两种动力源工作模式,具体内容为:

(一) 正常工作时, ECU (1) 得到制动踏板 (7) 的制动信号后控制电机 (4) 转动, 经过减速传动机构 (5) 推动制动主缸 (12) 的推杆使制动系统建压, 各制动轮缸对应的常开电磁阀打开, 各制动轮缸产生制动力, ECU (1) 控制失效控制阀使踏板感觉模拟器 (13) 与储液罐 (6) 相通, 并使次级主缸 (9) 封闭, 由此踏板感觉模拟器 (13) 感觉;

(二) 当电机 (4) 失效时, 失效控制电磁阀使次级主缸 (9)、调整机构 (10) (10) 和解耦缸 (11) 等效为刚性连接, 踩制动踏板 (7) 后将直接推动制动主缸 (12) 减压建压, 各个制动轮缸产生制动力, 液压泵 (36) 作为备用动力源辅助制动主缸 (12) 增压;

在系统运行时, 前轮的各个制动轮缸与后轮的各个制动轮缸的液压力控制为独立控制, 具体包括以下步骤:

- 1) 踩下制动踏板 (7), ECU (1) 获取各个制动轮缸的制动力需求;
- 2) 电机 (4) 旋转, 调节制动主缸 (12) 的液压力;
- 3) ECU (1) 各个制动轮缸的制动力需求, 通过控制电磁阀对各个轮缸的液压力进行独立调节;
- 4) 通过电机 (4) 反转使得制动主缸 (12) 泄压, 通过液压泵 (36) 运行使得低压蓄能器 (34) 泄压;

步骤3) 中, 当前轮支路采用制动主缸 (12) 减压, 左后轮轮缸支路、右后轮轮缸支路之间设有辅助动力源回路时, 该系统调节压力的具体原理为:

当前轮需要增压时, ECU (1) 控制电机 (4) 的正转推动制动主缸 (12) 的推杆实现系统增压, 第一常开电磁阀 (15)、第二常开电磁阀 (16) 断电, 前轮液压力提高; 当前轮需要减压时, ECU (1) 控制电机 (4) 反转降低制动主缸 (12) 的系统液压力, 第一常开电磁阀 (15)、第二常开电磁阀 (16) 断电, 前轮液压力降低; 当前轮需要保压时, 第一常开电磁阀 (15)、第二常开电磁阀 (16) 通电, 关闭前轮制动回路使前轮保压;

当前轮需要增压时, ECU (1) 控制电机 (4) 的正转推动制动主缸 (12) 的推杆实现系统增压, 第三常开电磁阀 (17)、第四常开电磁阀 (18) 断电, 后轮液压力提高; 当前轮需要减压时, 需要减压的对应轮缸的常开电磁阀断电打开、常闭电磁阀通电打开, 通过低压蓄能器 (34) 与液压泵 (36) 辅助左后轮制动轮缸 (27) 或右后轮制动轮缸 (28) 快速减压; 当前轮需要保压时, 第三常开电磁阀 (17)、第四常开电磁阀 (18) 通电, 第一常闭电磁阀 (19)、第二常闭电磁阀 (20) 断电, 关闭后轮制动回路使后轮轮缸保压;

当前轮需要增压、后轮需要减压时, ECU (1) 控制电机 (4) 的正转推动制动主缸 (12) 的推杆实现系统增压, 第一常开电磁阀 (15)、第二常开电磁阀 (16) 断电打开, 使得前轮液压力提高, 需要减压的对应轮缸的常开电磁阀通电关闭、常闭电磁阀通电打开, 通过低压蓄能器 (34) 与液压泵 (36) 使得左后轮制动轮缸 (27) 或右后轮制动轮缸 (28) 减压;

当前轮需要减压、后轮需要增压时, ECU (1) 控制电机 (4) 反转降低制动主缸 (12) 的系统液压力, 第一常开电磁阀 (15)、第二常开电磁阀 (16) 断电打开, 前轮液压力降低, 第三常开电磁阀 (17)、第四常开电磁阀 (18) 通电关闭, 后轮保压; 当前轮满足减压需求时, 第一常开电磁阀 (15)、第二常开电磁阀 (16) 通电关闭, 前轮保压, ECU (1) 控制电机 (4) 的正转推动制动主缸 (12) 的推杆实现系统增压, 第三常开电磁阀 (17)、第四常开电磁阀 (18) 断电打开, 后轮液压力提高;

步骤3) 中, 当前轮支路采用制动主缸 (12) 减压, 左前轮轮缸支路、右前轮轮缸支路之间

设有辅助动力源回路时,该系统调节压力的具体原理为:

当后轮需要增压时,ECU(1)控制电机(4)的正转推动制动主缸(12)的推杆实现系统增压,第三常开电磁阀(17)、第四常开电磁阀(18)断电,后轮液压力提高;当后轮需要减压时,ECU(1)控制电机(4)反转降低制动主缸(12)的系统液压力,第三常开电磁阀(17)、第四常开电磁阀(18)断电,后轮液压力降低;当后轮需要保压时,第三常开电磁阀(17)、第四常开电磁阀(18)通电,关闭后轮制动回路使后轮保压;

当前轮需要增压时,ECU(1)控制电机(4)的正转推动制动主缸(12)的推杆实现系统增压,第一常开电磁阀(15)、第二常开电磁阀(16)断电,前轮液压力提高;当前轮需要减压时,需要减压的对应轮缸的常开电磁阀断电打开、常闭电磁阀通电打开,通过低压蓄能器(34)与液压泵(36)辅助左前轮制动轮缸(25)或右前轮制动轮缸(26)快速减压;当前轮需要保压时,第一常开电磁阀(15)、第二常开电磁阀(16)通电,第三常闭电磁阀(37)、第四常闭电磁阀(38)断电,关闭前轮制动回路使前轮轮缸保压;

当后轮需要增压、前轮需要减压时,ECU(1)控制电机(4)的正转推动制动主缸(12)的推杆实现系统增压,第三常开电磁阀(17)、第四常开电磁阀(18)断电打开,使得后轮液压力提高,需要减压的对应轮缸的常开电磁阀通电关闭、常闭电磁阀通电打开,通过低压蓄能器(34)与液压泵(36)使得左前轮制动轮缸(25)或右前轮制动轮缸(26)减压;

当后轮需要减压、前轮需要增压时,ECU(1)控制电机(4)反转降低制动主缸(12)的系统液压力,第三常开电磁阀(17)、第四常开电磁阀(18)断电打开,前轮液压力降低,第一常开电磁阀(15)、第二常开电磁阀(16)通电关闭,前轮保压;当后轮满足减压需求时,第三常开电磁阀(17)、第四常开电磁阀(18)通电关闭,后轮保压,ECU(1)控制电机(4)的正转推动制动主缸(12)的推杆实现系统增压,第一常开电磁阀(15)、第二常开电磁阀(16)断电打开,前轮液压力提高。

一种双动力源液压失效备份的电子液压制动系统

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车制动技术领域,尤其是涉及一种双动力源液压失效备份的电子液压制动系统。

背景技术

[0002] 电动汽车以其清洁无污染、能量效率高等优点成为汽车工业未来发展的主要方向。制动系统在车辆自动驾驶时不依靠人力进行制动成为需要解决的问题。

[0003] 电子液压制动系统(electro hydraulic brake system,EHB)是一种较为新型的制动系统,是线控制动系统的一种,它用电子元件替代了部分机械元件,制动踏板与制动主缸之间不再直接相连,利用传感器采集驾驶员操作信息并识别控制意图,完全由液压执行器来完成制动操作。新能源汽车在制动过程中,液压制动力施加于车轮的同时,使驱动电机工作在再生发电制动状态也对车轮施加再生制动力,从而在完成车辆有效制动的同时回收制动时产生的能量并储存在储能设备中以供再次利用。

[0004] 电子液压制动系统与传统的液压制动器相比有一些优点:(1)结构紧凑,改善了制动性能;(2)控制方便可靠,制动噪声显著减小;(3)不需要真空装置,有效减轻了制动踏板的感觉等。由于电子液压制动系统的上述优点,早在1993年,福特汽车公司就在一款电动汽车上安装了EHB系统,后来通用公司在一款轿车上也采用了EHB。目前,奔驰公司新推出的SL500同样采用了EHB,是世界上第一辆采用线控制动技术的量产车,它的EHB技术由博世公司提供的,也是电子控制制动系统SBC(Sensotronic Brake Control)的一部分。

[0005] 现有的汽车制动系统当主动力源失效时,没有可以备份的动力源来辅助系统运作,导致系统的可靠性较差。此外,现有的汽车制动系统元器件较多、体积较大,且轮缸减压速度较慢,在实现制动防抱死功能时的控制较差。

发明内容

[0006] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种双动力源液压失效备份的电子液压制动系统。

[0007] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0008] 一种双动力源液压失效备份的电子液压制动系统,包括制动控制模块和制动模块,所述的制动控制模块包括制动主缸及与制动主缸连接的储液罐,所述的制动模块包括与制动主缸分别连接的前轮支路、后轮支路,所述的前轮支路包括左前轮制动轮缸在内的左前轮轮缸支路及右前轮制动轮缸在内的右前轮轮缸支路,所述的后轮支路包括左后轮制动轮缸在内的左后轮轮缸支路及右后轮制动轮缸在内的右后轮轮缸支路,所述的制动模块还包括辅助动力源回路和失效控制单元,所述的失效控制单元的一端与制动主缸连接,另一端与储液罐连接,当前轮支路采用制动主缸减压时,左后轮轮缸支路、右后轮轮缸支路之间设有辅助动力源回路,当后轮支路采用制动主缸减压时,左前轮轮缸支路、右前轮轮缸支路之间设有辅助动力源回路。

[0009] 优选地,所述的制动控制模块还包括ECU及分别与ECU连接的电机、减速传动机构和制动踏板,所述的减速传动机构包括蜗杆、与蜗杆连接的蜗轮、与蜗轮同轴设置的齿轮及与齿轮连接的齿条,所述的电机与减速传动机构连接,所述的制动主缸的推杆与减速传动机构的齿条连接。

[0010] 优选地,所述的辅助动力源回路包括低压蓄能器、单向阀和液压泵,所述的低压蓄能器与左后轮制动轮缸、右后轮制动轮缸分别通过第一常闭电磁阀、第二常闭电磁阀连接,或与左前轮制动轮缸、右前轮制动轮缸分别通过第三常闭电磁阀、第四常闭电磁阀连接,所述的液压泵的一端与制动主缸连接,另一端与单向阀连接,所述的单向阀通过第一常闭电磁阀与左后轮制动轮缸连接或通过第三常闭电磁阀与左前轮制动轮缸连接,所述的单向阀通过第二常闭电磁阀与右后轮制动轮缸连接或通过第四常闭电磁阀与右前轮制动轮缸连接。

[0011] 优选地,所述的失效控制单元包括次级主缸、调整机构、解耦缸、踏板感觉模拟器和三个失效控制电磁阀,所述的解耦缸的一端与自动主缸的推杆连接,另一端与调整机构、次级主缸依次连接后接入制动踏板,所述的次级主缸与踏板感觉模拟器通过次级主缸液压力传感器连接,踏板感觉模拟器、次级主缸、解耦缸各自通过一个失效控制电磁阀与储液罐连接。

[0012] 优选地,所述的调整机构为一个机械转接头。

[0013] 优选地,制动主缸通过依次连接的第一主缸液压力传感器、第一常开电磁阀、第一轮缸液压力传感器接入左前轮制动轮缸,制动主缸通过依次连接的第一主缸液压力传感器、第二常开电磁阀、第二轮缸液压力传感器依次连接后接入右前轮制动轮缸,制动主缸与第二主缸液压力传感器、第四常开电磁阀、第四轮缸液压力传感器依次连接后接入右后轮制动轮缸,制动主缸与第二主缸液压力传感器、第三常开电磁阀、第三轮缸液压力传感器依次连接后接入左后轮制动轮缸。

[0014] 优选地,所述的ECU与三个失效控制电磁阀、次级主缸液压力传感器、第一主缸液压力传感器、第二主缸液压力传感器、第一常开电磁阀、第二常开电磁阀、第三常开电磁阀、第四常开电磁阀、第一常闭电磁阀、第二常闭电磁阀分别连接。

[0015] 优选地,该系统包括两种动力源工作模式,具体内容为:

[0016] 正常工作时,ECU得到制动踏板的制动信号后控制电机转动,经过减速传动机构推动制动主缸的推杆使制动系统建压,各制动轮缸对应的常开电磁阀打开,各制动轮缸产生制动力,ECU控制失效控制阀使踏板感觉模拟器与储液罐相通,并使次级主缸封闭,由此踏板感觉模拟器感觉;

[0017] 当电机失效时,失效控制电磁阀使次级主缸、调整机构和解耦缸等效为刚性连接,踩制动踏板后将直接推动制动主缸减压建压,各个制动轮缸产生制动力,液压泵作为备用动力源辅助制动主缸增压。

[0018] 优选地,在系统运行时,前轮的各个制动轮缸与后轮的各个制动轮缸的液压力控制为独立控制,具体包括以下步骤:

[0019] 1) 踩下制动踏板,ECU获取各个制动轮缸的制动力需求;

[0020] 2) 电机旋转,调节制动主缸的液压力;

[0021] 3) ECU各个制动轮缸的制动力需求,通过控制电磁阀对各个轮缸的液压力进行独

立调节；

[0022] 4) 通过电机反转使得制动主缸泄压,通过液压泵运行使得低压蓄能器泄压。

[0023] 步骤3) 中,当前轮支路采用制动主缸减压,左后轮轮缸支路、右后轮轮缸支路之间设有辅助动力源回路时,该系统调节压力的具体原理为:

[0024] 当前轮需要增压时,ECU控制电机的正转推动制动主缸的推杆实现系统增压,第一常开电磁阀、第二常开电磁阀断电,前轮液压力提高;当前轮需要减压时,ECU控制电机反转降低制动主缸的系统液压力,第一常开电磁阀、第二常开电磁阀断电,前轮液压力降低;当前轮需要保压时,第一常开电磁阀、第二常开电磁阀通电,关闭前轮制动回路使前轮保压;

[0025] 当前轮需要增压时,ECU控制电机的正转推动制动主缸的推杆实现系统增压,第三常开电磁阀、第四常开电磁阀断电,后轮液压力提高;当前轮需要减压时,需要减压的对应轮缸的常开电磁阀断电打开、常闭电磁阀通电打开,通过低压蓄能器与液压泵辅助左后轮制动轮缸或右后轮制动轮缸快速减压;当前轮需要保压时,第三常开电磁阀、第四常开电磁阀通电,第一常闭电磁阀、第二常闭电磁阀断电,关闭后轮制动回路使后轮轮缸保压;

[0026] 当前轮需要增压、后轮需要减压时,ECU控制电机的正转推动制动主缸的推杆实现系统增压,第一常开电磁阀、第二常开电磁阀断电打开,使得前轮液压力提高,需要减压的对应轮缸的常开电磁阀通电关闭、常闭电磁阀通电打开,通过低压蓄能器与液压泵使得左后轮制动轮缸或右后轮制动轮缸减压;

[0027] 当前轮需要减压、后轮需要增压时,ECU控制电机反转降低制动主缸的系统液压力,第一常开电磁阀、第二常开电磁阀断电打开,前轮液压力降低,第三常开电磁阀、第四常开电磁阀通电关闭,后轮保压;当前轮满足减压需求时,第一常开电磁阀、第二常开电磁阀通电关闭,前轮保压,ECU控制电机的正转推动制动主缸的推杆实现系统增压,第三常开电磁阀、第四常开电磁阀断电打开,后轮液压力提高。

[0028] 当辅助动力源回路设于前轮轮缸支路时,本系统的实现步骤与辅助动力源回路设于后轮轮缸支路时的原理相同。

[0029] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0030] (1) 本发明利用液压泵作为辅助备用动力源,当主要动力源电机失效时,液压泵与低压蓄能器的结合能够实现轮缸建压,提高了系统的可靠性;

[0031] (2) 本发明系统的前轮或后轮轮缸减压快速灵活,对电磁阀性能要求较低,只需四个常开电磁阀、两个常闭电磁阀、一个低压蓄能器和一个液压泵即可实现制动防抱死功能,可以取得良好的控制效果;

[0032] (3) 本发明系统利用电机进行减压,体积小巧,系统整体的重量减轻;

[0033] (4) 本发明系统的各轮缸均可独立控制,轮缸增减压控制灵活,可提高轮缸的减压速度。

附图说明

[0034] 图1为后轮轮缸连接辅助动力源回路时具备双动力源液压失效备份的电子液压制动系统的结构示意图;

[0035] 图2为前轮轮缸连接辅助动力源回路时具备双动力源液压失效备份的电子液压制动系统的结构示意图;

[0036] 图3为本发明系统调节压力时的工作流程示意图;

[0037] 图1、图2中标号所示:

[0038] 1、ECU,2、蓄电池,3、DC/AC转换器,4、电机,5、减速传动机构,6、储液罐,7、制动踏板,8、踏板位移传感器,9、次级主缸,10、调整机构,11、解耦缸,12、制动主缸,13、踏板感觉模拟器,14、次级主缸液压力传感器,15、第一常开电磁阀,16、第二常开电磁阀,17、第三常开电磁阀,18、第四常开电磁阀,19、第一常闭电磁阀,20、第二常闭电磁阀,21、第一轮缸液压力传感器,22、第二轮缸液压力传感器,23、第三轮缸液压力传感器,24、第四轮缸液压力传感器,25、左前轮制动轮缸,26、右前轮制动轮缸,27、左后轮制动轮缸,28、右后轮制动轮缸,29、第一失效控制电磁阀,30、第二失效控制电磁阀,31、第三失效控制电磁阀,32、第一主缸液压力传感器,33、第二主缸液压力传感器,34、低压蓄能器,35、单向阀,36、液压泵,37、第三常闭电磁阀,38、第四常闭电磁阀。

具体实施方式

[0039] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0040] 本发明涉及一种双动力源液压失效备份的电子液压制动系统,该系统由ECU1 (Electronic Control Unit,电子控制单元)、蓄电池2、DC/AC转换器3、电机4、减速传动机构5、储液罐6、制动踏板7、次级主缸9、调整机构10、解耦缸11、制动主缸12、踏板感觉模拟器13、电磁阀、低压蓄能器34、液压泵36、单向阀35、液压力传感器、轮缸控制电磁阀和制动轮缸组成。

[0041] ECU1控制各个电磁阀及液压力传感器。ECU1与DC/AC转换器3连接,DC/AC转换器3与电机4连接,电机4与减速传动机构5连接。减速传动机构5包括与电机4连接的蜗杆及与蜗杆连接的蜗轮、齿条和齿条。制动主缸12包括缸体、活塞、推杆、前腔、后腔。与制动主缸12的连接,制动主缸12的推杆与解耦缸11、调整机构10、次级主缸9、减速传动机构5的齿条依次连接。次级主缸9与制动踏板7连接,制动踏板7与踏板位移传感器8连接,踏板位移传感器8与ECU 1分别连接。调整机构10优选机械转接头。

[0042] 次级主缸9与次级主缸液压力传感器14连接,次级主缸液压力传感器14与第一失效控制电磁阀29连接,第一失效控制电磁阀29与储液罐6连接。次级主缸9与第二失效控制电磁阀30连接,第二失效控制电磁阀30与储液罐6连接。解耦缸11与第三失效控制电磁阀31连接,第三失效控制电磁阀31与储液罐6连接。

[0043] 轮缸控制电磁阀包括第一失效控制电磁阀29、第二失效控制电磁阀30和第三失效控制电磁阀31。

[0044] 储液罐6与制动主缸12的进油孔连接。制动主缸12与第一主缸液压力传感器32、第一常开电磁阀15、第一轮缸液压力传感器21依次连接后接入左前轮制动轮缸25。制动主缸12与第一主缸液压力传感器32、第二常开电磁阀16、第二轮缸液压力传感器22依次连接后接入右前轮制动轮缸26。制动主缸12的后腔与第二主缸液压力传感器33、第四常开电磁阀18、第四轮缸液压力传感器24依次连接后接入右后轮制动轮缸28。制动主缸12与第二主缸液压力传感器33、第三常开电磁阀17、第三轮缸液压力传感器23依次连接后接入左后轮制动轮缸27。

[0045] 如图1所示,制动主缸12与液压泵36、单向阀35、第二常闭电磁阀20依次连接后接

入右后轮制动轮缸28。单向阀35与低压蓄能器34连接,低压蓄能器34与第一常闭电磁阀19连接后接入左后轮制动轮缸27。

[0046] 如图2所示,制动主缸12与液压泵36、单向阀35、第三常闭电磁阀37依次连接后接入左前轮制动轮缸25。单向阀35与低压蓄能器34连接,低压蓄能器34与第四常闭电磁阀38连接后接入左后轮制动轮缸26。

[0047] 正常工作时,ECU 1得到驾驶员踩制动踏板7的制动信号后电机4转动,经过减速传动机构5推动制动主缸12的推杆使制动系统建压。各制动轮缸对应的常开电磁阀15、16、17、18保持常开,各制动轮缸产生制动力。通过失效控制阀29、30、31使踏板感觉模拟器13与储液罐6相通,次级主缸9封闭,由此模拟踏板感觉。

[0048] 当电机4失效时,第一失效控制电磁阀29、第二失效控制电磁阀30、第三失效控制电磁阀31使得次级主缸9、调整机构10和解耦缸11等效认为是刚性连接,

[0049] 踩制动踏板7后将直接推动制动主缸12建压,各个制动轮缸产生力。液压泵36也可作为备用动力源辅助制动主缸12增压。

[0050] 在系统运行时,前轮的各个轮缸与后轮的各个轮缸的液压力控制为独立控制,具体包括以下步骤:

[0051] 1) 踩下制动踏板7,ECU1获取各个制动轮缸的制动力需求;

[0052] 2) 电机4旋转,调节制动主缸12的液压力;

[0053] 3) ECU1根据各个制动轮缸的制动力需求,通过控制电磁阀对各个轮缸的液压力进行独立调节;

[0054] 4) 通过电机4反转使得制动主缸12泄压,通过液压泵36运行使得低压蓄能器34泄压。

[0055] 步骤3)中,当前轮支路采用制动主缸12减压,如图1所示,左后轮轮缸支路27、右后轮轮缸支路28之间设有辅助动力源回路时,具体为:

[0056] 当前轮需要增压时,ECU1控制电机4的正转推动制动主缸12的推杆实现系统增压,第一常开电磁阀15、第二常开电磁阀16断电,前轮液压力提高;当前轮需要减压时,ECU1控制电机4反转降低制动主缸12的系统液压力,第一常开电磁阀15、第二常开电磁阀16断电,前轮液压力降低;当前轮需要保压时,第一常开电磁阀15、第二常开电磁阀16,关闭前轮制动回路使前轮保压。

[0057] 当后轮需要增压时,ECU1控制电机4的正转推动制动主缸12的推杆实现系统增压,第三常开电磁阀17、第四常开电磁阀18断电,后轮液压力提高;当后轮需要减压时,需要减压的对应轮缸的常开电磁阀断电打开、常闭电磁阀通电打开,通过低压蓄能器34与液压泵36辅助左后轮制动轮缸27或右后轮制动轮缸28快速减压;当后轮需要保压时,第三常开电磁阀17、第四常开电磁阀18通电,第一常闭电磁阀19、第二常闭电磁阀20断电,关闭后轮制动回路使后轮轮缸保压。

[0058] 当前轮需要增压、后轮需要减压时,ECU1控制电机4的正转推动制动主缸12的推杆实现系统增压,第一常开电磁阀15、第二常开电磁阀16断电打开,使得前轮液压力提高,需要减压的对应轮缸的常开电磁阀通电关闭、常闭电磁阀通电打开,通过低压蓄能器34与液压泵36使得左后轮制动轮缸27或右后轮制动轮缸28减压。

[0059] 当前轮需要减压、后轮需要增压时,ECU1控制电机4反转降低制动主缸12的系统液

压力,第一常开电磁阀15、第二常开电磁阀16断电打开,前轮液压力降低,第三常开电磁阀17、第四常开电磁阀18通电关闭,后轮保压;当前轮满足减压需求时,第一常开电磁阀15、第二常开电磁阀16通电关闭,前轮保压,ECU1控制电机4的正转推动制动主缸12的推杆实现系统增压,第三常开电磁阀17、第四常开电磁阀18断电打开,后轮液压力提高。

[0060] 当辅助动力源回路设于前轮轮缸支路时,如图2所示,本系统的实现步骤与辅助动力源回路设于后轮轮缸支路时的原理相同,此处不再赘述。

[0061] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的工作人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到各种等效的修改或替换,这些修改或替换都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

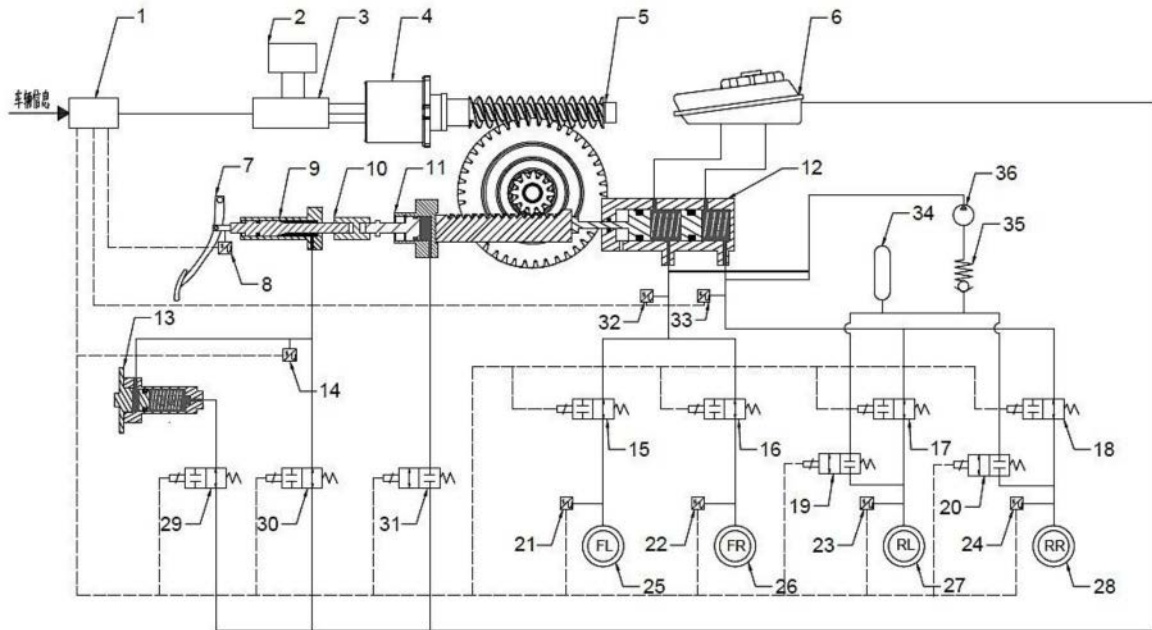


图1

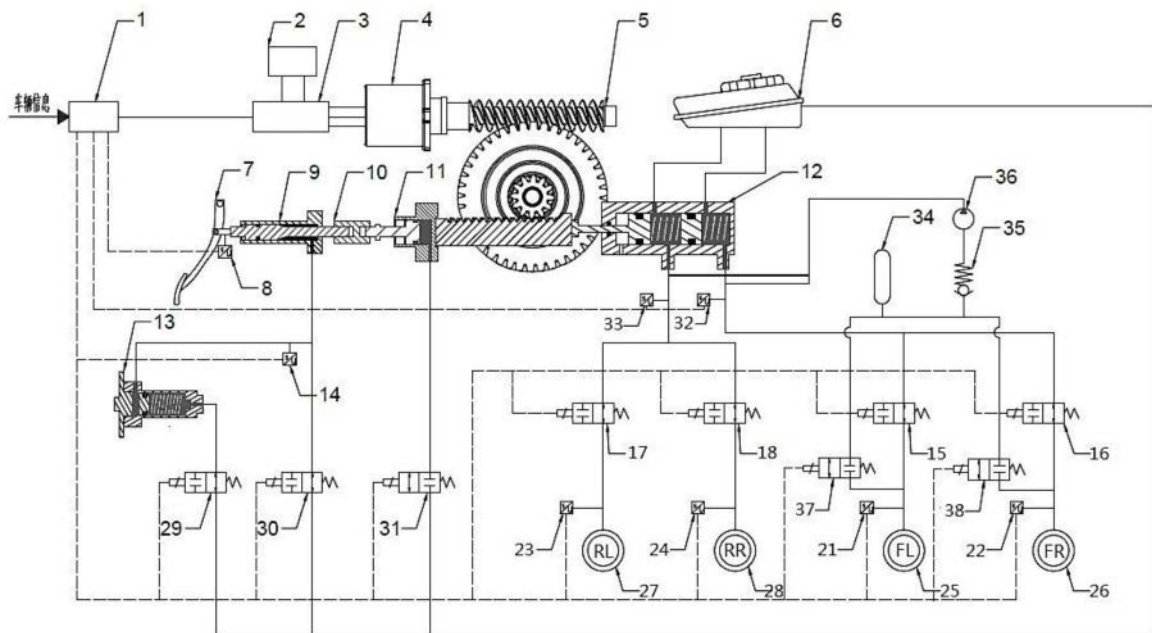


图2

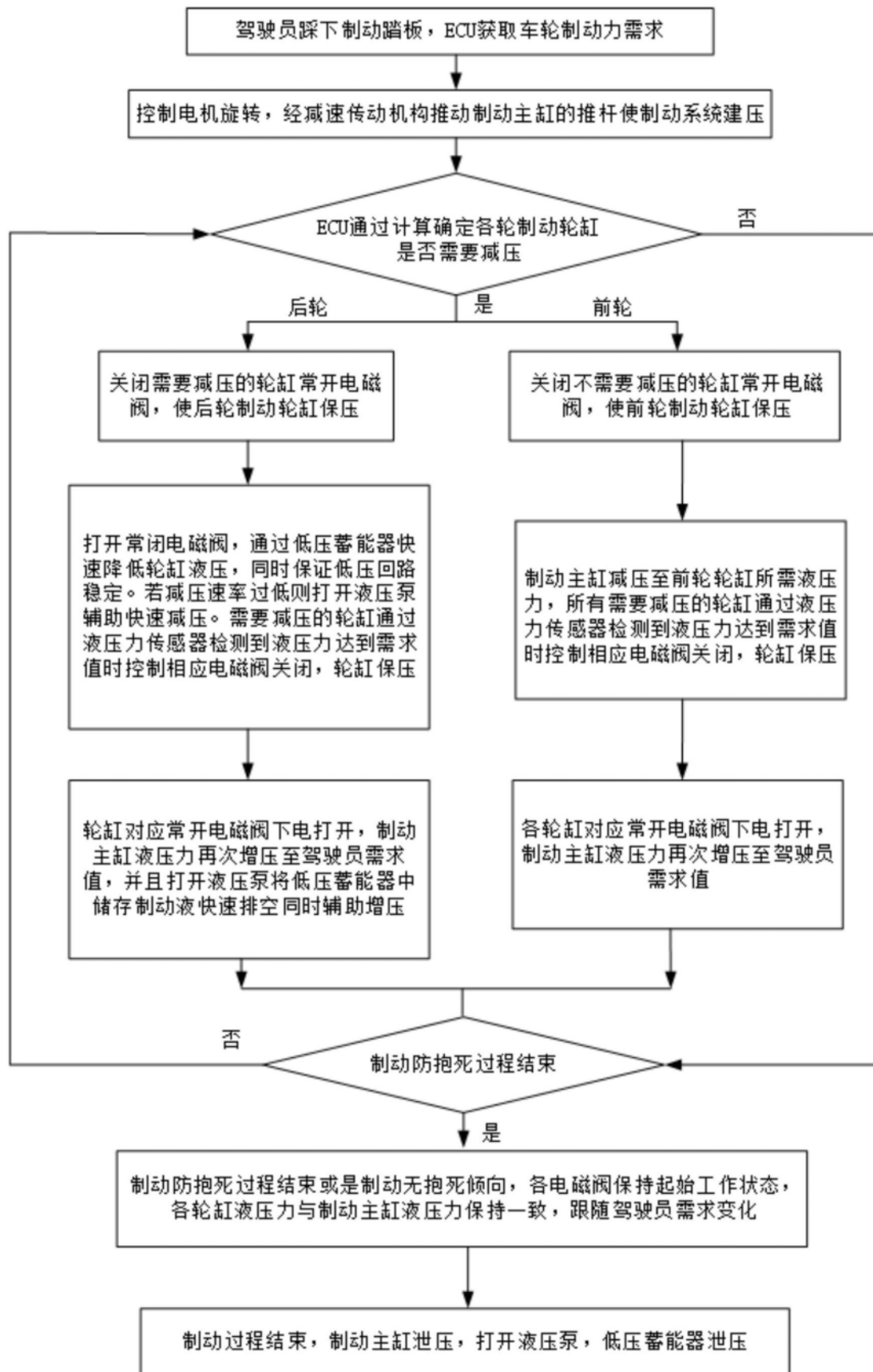


图3