



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104309599 A

(43) 申请公布日 2015.01.28

(21) 申请号 201410503229.7

(22) 申请日 2014.09.26

(71) 申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

(72) 发明人 余卓平 广学令 熊璐 侯一萌

徐松云

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

31002

代理人 吴林松 刘静

(51) Int. Cl.

B60T 13/68 (2006.01)

B60T 13/12 (2006.01)

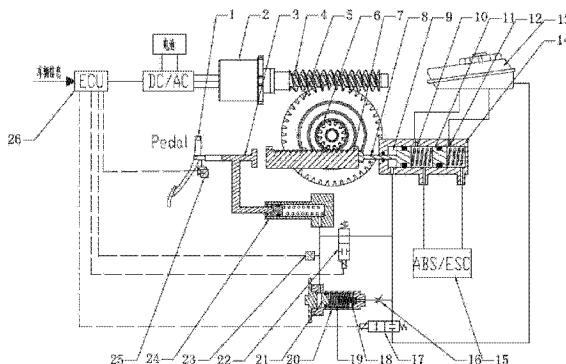
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种电子液压制动系统

(57) 摘要

一种用于车辆的电机驱动的电子液压制动系统，包括制动踏板、踏板位移传感器、液压传感器、踏板模拟器、设有两个分支的踏板推杆、电控单元、电控直线运动模块、制动主缸、次级主缸、ABS/ESC 模块，踏板推杆一分支抵靠直线运动机构，与制动主缸的活塞位于同一轴线，制动踏板推杆另一分支与次级主缸活塞相连，制动主缸依次包括前腔、制动主缸第一腔、第二腔，前腔通过解耦阀、补液阀分别与次级主缸、储液罐相连，第一腔、第二腔经过 ABS/ESC 模块与车辆车轮制动器连接，次级主缸与踏板模拟器的进液口相连，其用以回收制动能量、提高系统响应时间、精确的控制液压制动力，很好的给驾驶员制动力反馈，实现系统液压力和踏板力的主动控制。



1. 一种电机驱动的电子液压制动系统,包括:

制动踏板(1);

用于获取驾驶员踩下所述制动踏板(1)位移的踏板位移传感器(25);

用于判断驾驶员制动意图的液压力传感器(23);

用于模拟踏板制动反馈力的踏板模拟器(20);

储液罐(13);

用于调节各轮缸的液压制动力的ABS/ESC模块(15);

其特征在于:还包括:

次级主缸(24),所述次级主缸(24)其中一支路与所述踏板模拟器(20)的进液口相连以正常制动时用于踏板感觉模拟、失效备份时直接用于制动;

制动主缸(14),所述制动主缸(14)依次包括前腔(9)、制动主缸第一腔(10)和制动主缸第二腔(12),所述前腔(9)通过解耦阀(22)与所述次级主缸(24)相连,通过补液阀(17)与所述储液罐(13)相连;所述制动主缸第一腔(10)和所述制动主缸第二腔(12)经过ABS/ESC模块(15)与车辆车轮制动器连接;

电控直线运动模块,所述电控直线运动模块包括电控单元ECU(26)、电机(2)以及直线运动单元,所述电控单元ECU(26)分别与所述踏板位移传感器(25)、液压力传感器(23)以及电机(2)相连以确定所述电机(2)的调节力矩,所述电机(2)接受所述电控单元ECU(26)发出的调节力矩信号控制所述直线运动单元的运动,所述直线运动单元另一端与所述制动主缸(14)相连;

以及具有两个分支的制动踏板推杆(2),所述制动踏板推杆(2)其中一个分支抵靠所述直线运动机构设置,且与所述制动主缸(14)的活塞位于同一轴线,所述制动踏板推杆(2)的另一分支与所述次级主缸(24)的活塞相连。

2. 根据权利要求1所述的电机驱动的电子液压制动系统,其特征在于:所述液压力传感器(23)布置在所述次级主缸(24)和所述踏板模拟器(20)之间的制动管路上以测量该回路液压力,用于驾驶员制动意图的识别和踏板感觉模拟反馈控制;

或所述液压力传感器(23)布置在所述次级主缸(24)腔内;

或所述液压力传感器(23)布置在踏板模拟器(20)进液口端。

3. 根据权利要求1所述的电机驱动的电子液压制动系统,其特征在于:所述电机为旋转电机。

4. 根据权利要求1所述的电机驱动的电子液压制动系统,其特征在于:所述直线运动单元包括减速机构以及直线运动机构以将旋转运动转换成直线运动。

5. 根据权利要求4所述的电机驱动的电子液压制动系统,其特征在于:所述减速机构为蜗轮蜗杆机构。

6. 根据权利要求5所述的电机驱动的电子液压制动系统,其特征在于:所述直线运动机构为齿轮齿条机构,所述蜗轮蜗杆机构中的蜗轮(5)与所述齿轮齿条机构中的齿轮(6)同轴设置,所述蜗轮蜗杆机构中的蜗杆(4)固定连接在电机(2)的转轴上,所述齿轮齿条机构中的齿条(7)与制动主缸的活塞相连;

或所述直线运动机构为滚珠丝杠机构;

或所述直线运动机构为丝杠螺母机构。

7. 根据权利要求 6 所述的电机驱动的电子液压制动系统,其特征在于:所述齿条(7)或者丝杠与制动踏板推杆(2)相连接处存在间隙以实现制动能量回收,所述齿条(7)或者丝杠与所述制动主缸(2)的活塞相连接。

8. 根据权利要求 1 所述的电机驱动的电子液压制动系统,其特征在于:所述踏板模拟器(20)包括模拟器活塞(21)、小刚度弹簧(19)、大刚度弹簧(18)以及节流阀(16),所述节流阀(16)位于所述踏板模拟器出口管路上以用于模拟阻尼,所述小刚度弹簧(19)包裹所述大刚度弹簧(18)设置且所述小刚度弹簧(19)、大刚度弹簧(18)均固定于所述踏板模拟器(20)液压腔的底部。

9. 根据权利要求 1 所述的电机驱动的电子液压制动系统,其特征在于:其还包括故障诊断系统,所述故障诊断系统与所述电控单元 ECU(26)通信连接,当某个制动部件失效发生故障时以将故障信息传递给所述电控单元 ECU(26)。

10. 根据权利要求 1 所述的电机驱动的电子液压制动系统,其特征在于:其还故障报警系统,当故障诊断系统诊断出电机驱动液压制动系统出现故障时,报警装置启动,第一时间给驾驶员提供报警。

一种电子液压制动系统

技术领域

[0001] 本发明属于汽车技术领域,涉及汽车制动技术,尤其是一种电机驱动的电子液压制动系统。

背景技术

[0002] 现今汽车的发展有两个趋势:电动化和智能化。电动汽车上装有大功率驱动电机,在汽车减速制动时,利用电机的拖滞,将电源反接,产生反向电动势,使电动机转变为发电机,进行发电,将汽车的动能转换成为电能储存进蓄电池中,即再生制动(又称制动能量回收)。这些储存的电能可以大量地增加汽车的续驶里程,改变电动汽车续驶里程低、电池尺寸大的缺点。在电池技术还不够完善的今天,能够极大的弥补电池技术欠缺所带来的问题。另一方面是汽车智能化,如今车辆自适应巡航系统(ACC)和制动辅助系统(BAS)等发展迅速,可以大大减轻驾驶员的负担。

[0003] 电子液压系统(Electro-Hydraulic Brake, EHB)是线控制动的一种,其制动踏板与液压系统完全没有机械连接。在制动过程中通过计算每次制动时制动踏板的位移与速度,来判断驾驶员的制动意图,并且调节液压主动动力源来控制、调节液压系统的制动力,配合驱动机制动力一起完成制动。线控系统也能更好的与ACC、BAS等系统协同作用。

[0004] Toyota、Bosch、TRW 和 Continental 是最早投入电子液压制动系统研究的公司。日本丰田公司 1997 年将其电子液压制动系统 ECB 装载于家用型混合动力轿车,Prius 是第一款使用电液复合制动系统的小型汽车。Bosch 公司在 2012 年推出了全新的 HAS hev 系统,液压调节单元沿用了 ESP9.0 系统。美国天合汽车公司(TRW)在 2009 年研发了 SCB(Slip Control Boost),与 Bosch 的 HAS 系统相比,其集成了 ESC 的功能。Continental 也在 2012 年推出了 MK C1 电子液压制动系统。

[0005] 现行电子液压制动系统大都采用电机、泵和高压蓄能器作为动力源,然而高压蓄能器存在氮气泄漏的危险,可靠性和安全性还存在隐患。

[0006] 在电子机械式液压制动系统中用电机和减速机构代替高压蓄能器、泵,也能实现液压力的主动控制和调节,通过控制线路传递信号,用电机驱动机械结构来推动主缸,不存在高压蓄能器安全隐患等问题,其结构简单,降低了成本,且机械连接的可靠性和安全性更高,通过 ECU 直接控制,易于实现 ABS、TCS、ESP、ACC 等功能。这种形式的电子液压制动系统前景光明,是未来制动系统重要的发展方向。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种电机驱动的电子液压制动系统,用以回收制动能量、提高系统响应时间、精确的控制液压制动力,很好的给驾驶员制动力反馈,实现系统液压力和踏板力的主动控制。

[0008] 为达到上述目的,本发明的解决方案是:

[0009] 一种电机驱动的电子液压制动系统,包括:

- [0010] 制动踏板；
- [0011] 用于获取驾驶员踩下所述制动踏板位移的踏板位移传感器；
- [0012] 用于判断驾驶员制动意图的液压力传感器；
- [0013] 用于模拟踏板制动反馈力的踏板模拟器；
- [0014] 储液罐；
- [0015] 用于调节各轮缸的液压制动力的 ABS/ESC(车辆的防抱死制动系统 / 电子稳定性控制系统) 模块；
- [0016] 其还包括：
- [0017] 次级主缸，所述次级主缸其中一支路与所述踏板模拟器的进液口相连以正常制动时用于踏板感觉模拟、失效备份时直接用于制动；
- [0018] 制动主缸，所述制动主缸依次包括前腔、制动主缸第一腔和制动主缸第二腔，所述前腔通过解耦阀与所述次级主缸相连，通过补液阀与所述储液罐相连；所述制动主缸第一腔和所述制动主缸第二腔经过 ABS/ESC 模块与车辆车轮制动器连接；
- [0019] 电控直线运动模块，所述电控直线运动模块包括电控单元 ECU、电机以及直线运动单元，所述电控单元 ECU 分别与所述踏板位移传感器、液压力传感器以及电机相连以确定所述电机的调节力矩，所述电机接受所述电控单元 ECU 发出的调节力矩信号控制所述直线运动单元的运动，所述直线运动单元另一端与所述制动主缸相连；
- [0020] 以及具有两个分支的制动踏板推杆，所述制动踏板推杆其中一个分支抵靠所述直线运动机构设置，且与所述制动主缸的活塞位于同一轴线，所述制动踏板推杆的另一分支与所述次级主缸的活塞相连。
- [0021] 所述液压力传感器布置在所述次级主缸和所述踏板模拟器之间的制动管路上以测量该回路液压力，用于驾驶员制动意图的识别和踏板感觉模拟反馈控制；
- [0022] 或所述液压力传感器布置在所述次级主缸腔内；
- [0023] 或所述液压力传感器布置在踏板模拟器进液口端。
- [0024] 所述电机为旋转电机。
- [0025] 所述直线运动单元包括减速机构以及直线运动机构以将旋转运动转换成直线运动。
- [0026] 所述减速机构为蜗轮蜗杆机构。
- [0027] 所述直线运动机构为齿轮齿条机构，所述蜗轮蜗杆机构中的蜗轮与所述齿轮齿条机构中的齿轮同轴设置，所述蜗轮蜗杆机构中的蜗杆固定连接在电机的转轴上，所述齿轮齿条机构中的齿条与制动主缸的活塞相连；
- [0028] 或所述直线运动机构为滚珠丝杠机构；
- [0029] 或所述直线运动机构为丝杠螺母机构。
- [0030] 所述齿条或者丝杠与制动踏板推杆相连接处存在间隙以实现制动能量回收，所述齿条或者丝杠与所述制动主缸的活塞相连接。
- [0031] 所述踏板模拟器包括模拟器活塞、小刚度弹簧、大刚度弹簧以及节流阀，所述节流阀位于所述踏板模拟器出口管路上以用于模拟阻尼，所述小刚度弹簧包裹所述大刚度弹簧设置且所述小刚度弹簧、大刚度弹簧均固定于所述踏板模拟器液压腔的底部。
- [0032] 所述的电机驱动的电子液压制动系统其还包括故障诊断系统，所述故障诊断系统

与所述电控单元 ECU 通信连接,当某个制动部件失效发生故障时以将故障信息传递给所述电控单元 ECU。

[0033] 所述的电机驱动的电子液压制动系统还故障报警系统,当故障诊断系统诊断出电机驱动液压制动系统出现故障时,报警装置启动,第一时间给驾驶员提供报警。

[0034] 由于采用上述方案,本发明的有益效果是:

[0035] 1. 采用电机控制直线运动机构,响应速度快,对液压制动力精确控制,很好的配合电机再生制动力,较好的完成驾驶员制动意图。

[0036] 2. 由于电机可精确控制,从而可以根据电机再生制动力、电池状态,适时的调节液压制动力,从而最大化地回收制动能量。

[0037] 3. 通过踏板模拟器出口的节流阀的调节,可以设计满足不同制动感觉的模拟器。

[0038] 4. 次级主缸与主缸前腔之间有管路连接,电机失效时进入液压备份模式,系统稳定,安全性好,制动感觉好。

[0039] 5. 制动踏板和制动主缸之间保持机械连接,降低了系统失效的风险,即使电机失效,液控管路漏油,在踏板力的作用下,仍然可以产生一定的液压制动力,从而确保系统具有很高的安全性,可靠性。

[0040] 6. 制动踏板推杆有两个分支,使系统的轴向尺寸大为缩短,易于在车辆发动机舱布置。

[0041] 7. 该方案只需两个电磁阀即可完成液压系统的解耦与备份作用,节省成本。

[0042] 8. 各液压缸和电磁阀可以集成到一个液压控制单元中,结构简单,体积小。

[0043] 9. 踏板模拟器由两段弹簧和节流阀构成。

附图说明

[0044] 图 1 为本发明的一个实施例的电机驱动的电子液压制动系统的简图。

[0045] 图 2 为踏板推杆示意图。

[0046] 图 3 为踏板模拟器结构图。

[0047] 附图中的标号表示:

[0048] 1—踏板;2—电机;3—踏板推杆;4—蜗杆;5—蜗轮;6—齿轮;7—齿条;8—制动主缸第一活塞;9—前腔;10—制动主缸第一腔;11—制动主缸第二活塞;12—制动主缸第二腔;13—储液罐;14—制动主缸;15—ABS/ESC 模块;16—节流阀;17—补液阀;18—大刚度弹簧;19—小刚度弹簧;20—踏板模拟器;21—模拟器活塞;22—解耦阀;23—液压力传感器;24—次级主缸;25—踏板位移传感器;26—电控单元 ECU。

具体实施方式

[0049] 如图 1 所示,一种电机驱动的电子液压制动系统包括:

[0050] 制动踏板 1、用于获取驾驶员踩下制动踏板位移的踏板位移传感器 25、用于判断驾驶员制动意图的液压力传感器 23,储液罐 13、用于模拟踏板制动反馈力的踏板模拟器 20;

[0051] 与制动踏板 1 相连具有两个分支的制动踏板推杆 2,制动踏板推杆 2 其中一个分支抵靠直线运动机构设置,二者之间预留一定缝隙,且与制动主缸 14 的活塞位于同一轴线,

这样电机失效时,可由驾驶员踏板力带动齿条或者丝杠往前运动,推动主缸活塞产生制动力;制动踏板推杆 2 的另一分支与次级主缸 24 的活塞相连。

[0052] 电控直线运动模块,电控直线运动模块包括电控单元 ECU26、电机 2 以及直线运动单元,其中电控单元 ECU26 分别与踏板位移传感器 25、液压力传感器 23 以及电机 2 相连以确定电机 2 的调节力矩,电机 2 接受电控单元 ECU26 发出的调节力矩信号控制直线运动单元的运动,直线运动单元另一端与制动主缸 14 相连。

[0053] 制动主缸 14,制动主缸 14 依次包括前腔 9、制动主缸第一腔 10 和制动主缸第二腔 12,前腔 9 通过解耦阀 22 与次级主缸 24 相连,该解耦阀 22 为常开开关阀,打开时制动液可进入主缸前腔 9,同时前腔 9 通过补液阀 17 与储液罐 13 相连,该补液阀 17 为常闭开关阀,通电打开后实现补液的作用,制动主缸第一腔 10 和制动主缸第二腔 12 经过 ABS/ESC 模块 15 与车辆车轮制动器连接。

[0054] 次级主缸 24,次级主缸 24 其中一支路与踏板模拟器 20 的进液口相连,另一支路如前所述通过解耦阀 22 与前腔 9 相连,以正常制动时用于踏板感觉模拟、失效备份时直接用于制动。

[0055] ABS/ESC 模块 15,即车辆的防抱死制动系统 / 电子稳定性控制系统模块,调节各轮缸的液压制动力;

[0056] 故障诊断系统,故障诊断系统与电控单元 ECU26 通信连接,当某个制动部件失效发生故障时以将故障信息传递给电控单元 ECU26;一般的,当液压力传感器 23 检测到压力异常时,故障诊断系统可以将故障信息传递给电控单元 ECU26。

[0057] 故障报警系统,当故障诊断系统诊断出电机驱动液压制动系统出现故障时,报警装置启动,第一时间给驾驶员提供报警。

[0058] 图 1 所示实施例中,电机 2 为旋转电机,直线运动单元包括减速机构以及直线运动机构,其中,减速机构为涡轮蜗杆机构,直线运动机构为齿轮齿条机构,蜗轮蜗杆减速机构和将旋转运动转换成直线运动的齿轮齿条机构,蜗杆 4 固连在旋转电机 2 的转轴上,通过电机旋转运动驱动蜗轮转动,从而带动同轴的齿轮转动,齿轮驱动齿条,将旋转运动变为直线运动。踏板推杆右端与齿条左端有一定的间隙,该间隙为了实现只有电机制动时踏板与液压制动解耦,取决于电机能够产生的最大再生制动力。齿条右端与主缸第一活塞 8 的推杆接触。当处于机械备份模式时,驾驶员克服踏板推杆与齿条之间的间隙,使两者刚性接触,直接推动主缸第一活塞 8 制动,此时制动力完全由驾驶员的脚提供。上述的直线运动单元也可以是电机和滚珠丝杠机构或者丝杠 - 螺母机构。

[0059] 踏板模拟器 20 包括模拟器活塞 21、小刚度弹簧 19、大刚度弹簧 18 以及节流阀 16,节流阀 16 位于踏板模拟器 20 出口管路上以用于模拟阻尼,小刚度弹簧 19 包裹设置于所述大刚度弹簧 18 外围且小刚度弹簧 19、大刚度弹簧 18 均固定于踏板模拟器 20 液压腔的底部,制动时,模拟器活塞 21 首先与小刚度弹簧 19 接触,踏板感觉较“软”,继续踩下制动踏板,模拟器活塞 21 同时与大刚度弹簧 18 接触,踏板感觉较“硬”。

[0060] 液压力传感器 23 布置在次级主缸 24 和踏板模拟器 20 之间的制动管路上,测量该回路液压力,以用于驾驶员制动意图的识别和踏板感觉模拟反馈控制,液压力传感器 23 亦可布置在次级主缸 24 腔内或者踏板模拟器 20 进液口端。

[0061] 正常制动时,驾驶员踩下制动踏板 1,补液阀 17、解耦阀 22 上电,踏板位移传感器

25 获得踏板位移信号,接收到驾驶员的制动意图,将采集到的信号传递到电控单元 ECU26 中,电控单元 ECU26 根据踏板位移信号计算出此次制动需要的总制动力,然后根据电机、电池状态计算出车辆能够产生的再生制动力,总制动力减去再生制动力后即所述电子液压制动系统需要产生的制动力,然后电控单元 ECU26 通过控制线路控制电机 2 驱动直线运动单元,直线运动单元推动制动主缸第一活塞 8,在制动主缸第一活塞 8 挡住第一补偿孔时制动主缸第一腔开始建压,继而通过弹簧、顶杆推动制动主缸第二活塞 11 直线运动,当制动主缸第二活塞 11 挡住第二补偿孔时主缸第二腔 12 开始建压,制动液经过液压管路流向 ABS/ESP 模块 15,继而流向各轮缸产生制动力。

[0062] 当制动开始或制动进行中电机 2 无法提供力矩或直线运动机构损坏以致无法传递运动,故障诊断系统诊断出故障信息,传递给电控单元 ECU 26,电控单元 ECU26 立刻令整个系统断电,解耦阀 22 断电后,次级主缸 23 与制动主缸的前腔 9 接通,补液阀 17 断电后,前腔 9 与储液罐 13 之间的管路关闭。此时再踩下制动踏板 1,次级主缸 24 中的制动液进入前腔 9 进行制动,进入液压备份模式;进一步踩踏板,踏板推杆 3 与齿条接触,推动制动主缸第一活塞 8 制动,进入机械备份模式,当处于机械备份模式时,驾驶员克服踏板推杆 3 与齿条 7 之间的间隙,使两者刚性接触,直接推动制动主缸活塞制动,此时制动力完全由驾驶员的脚提供。

[0063] 本发明采用电机推动主缸具有响应快速,液压制动力调节精确,很好的克服了在紧急制动工况或者连续制动工况下制动效能的稳定性,同时根据电机 2 特性和电池状态适时调节液压制动力。次级主缸与制动主缸前腔 9 之间有管路连接,电机失效时进入液压备份模式,系统稳定,安全性好,制动感觉好。

[0064] 本发明的电机驱动的电子液压制动系统也可应用在新能源汽车上,以驱动电机制动能量回收最大化为目标,通过电控单元 ECU 对电机输出转矩进行调节,让再生制动和液压制动一起形成总的制动力。

[0065] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和应用本发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于这里的实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

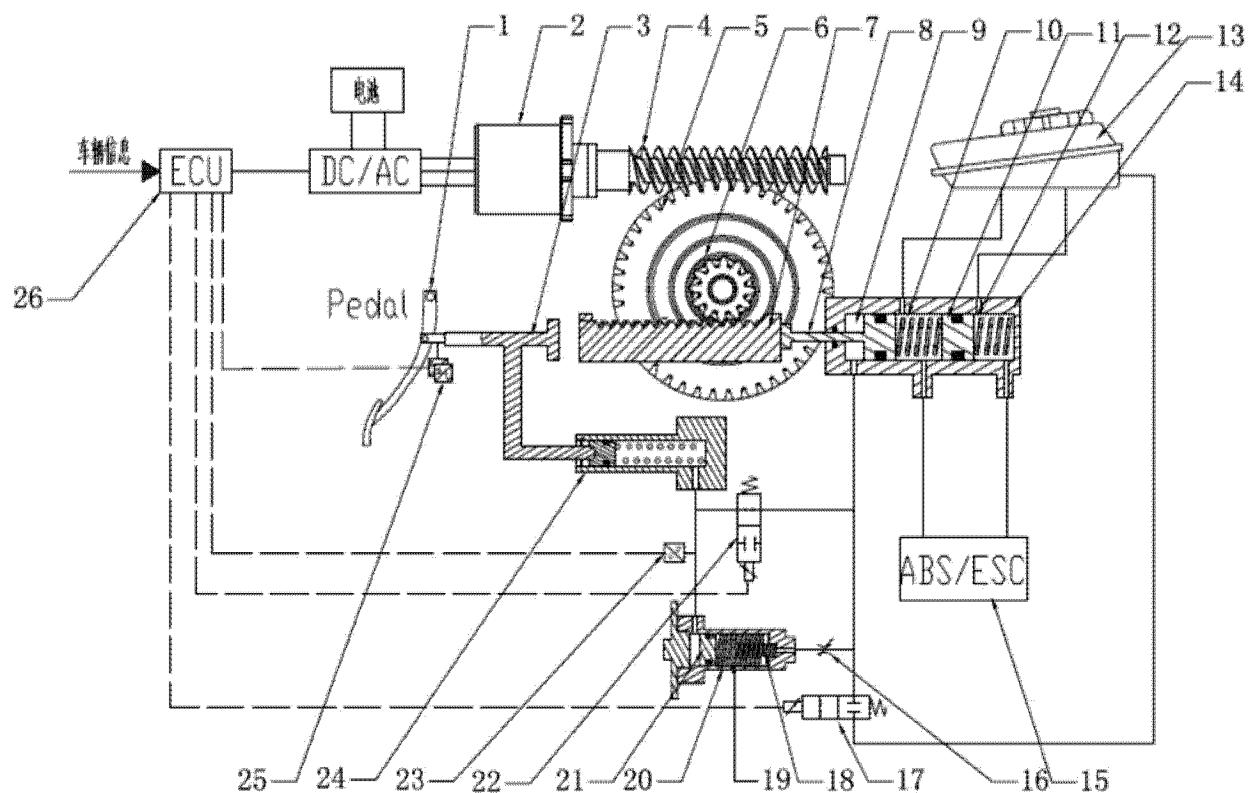


图 1

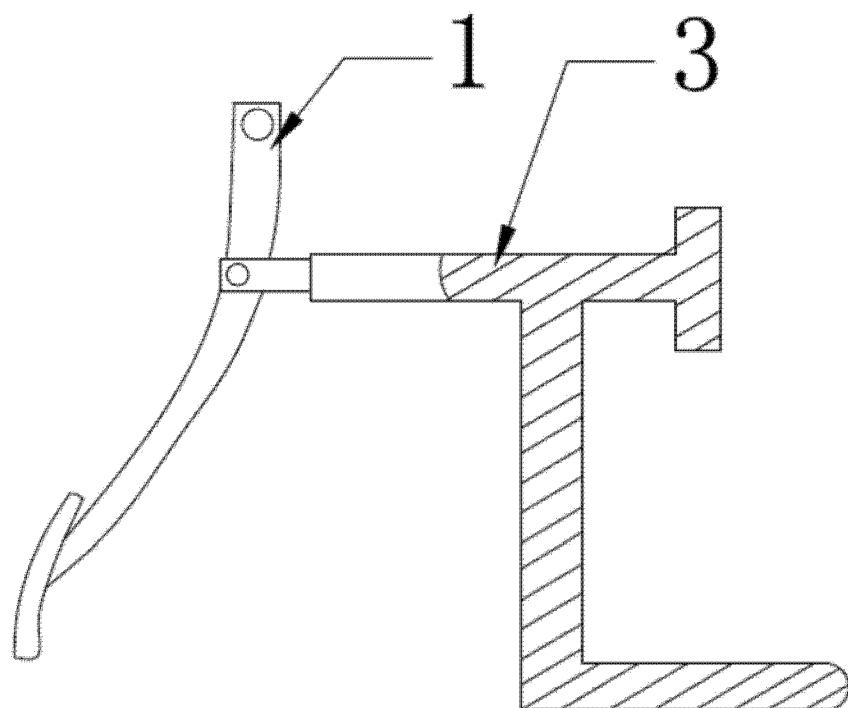


图 2

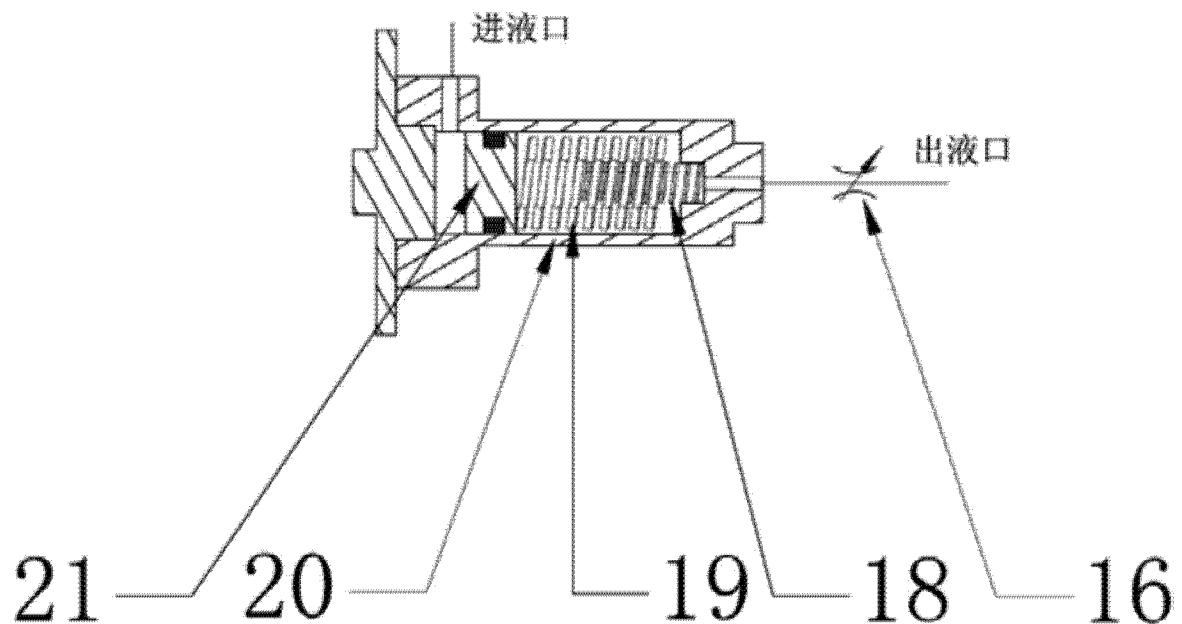


图 3