



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110901405 A

(43)申请公布日 2020. 03. 24

(21)申请号 201811088462.8

(22)申请日 2018.09.18

(71)申请人 上海汇众汽车制造有限公司

地址 200122 上海市浦东新区浦东南路
1493号

(72)发明人 钱禹辰 翟林铎 王汝辉

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

代理人 陈亮

(51)Int.Cl.

B60L 7/26(2006.01)

B60T 13/66(2006.01)

B60T 13/74(2006.01)

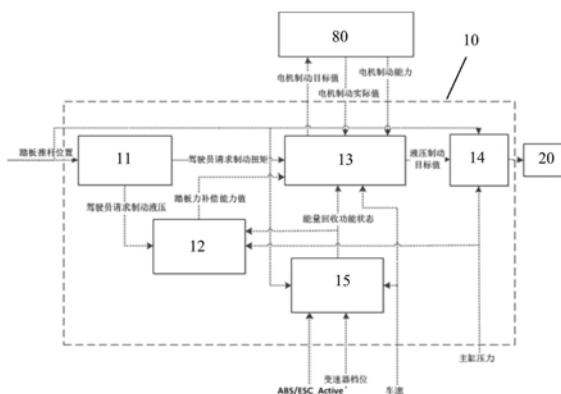
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

制动能量回收控制方法

(57)摘要

本发明提供了一种制动能量回收控制方法，其基于电子制动助力器和蓄能器，其包括以下步骤：步骤S₁、驾驶员踩下制动踏板；步骤S₂、驾驶员请求的制动液压传递至脚感补偿模块；步骤S₃、电液制动分配模块接收驾驶员请求制动扭矩和踏板力补偿能力值；步骤S₄、液压控制模块控制蓄能器，使得制动回路中的实际液压力，满足电液制动分配模块计算出的目标液压力；步骤S₅、状态管理模块接收踏板推杆位置、变速器档位、ABS/ESC和车速等状态，判断当前车辆状态下是否可以执行制动能量回收。本发明可通过协调控制电子制动助力器和蓄能器，在能量回收过程中实现液压制动对电机制动的补偿，制动能量回收率较高。



1. 一种制动能量回收控制方法,其特征在于,所述制动能量回收控制方法基于电子制动助力器和蓄能器,所述电子制动助力器包括驾驶员制动意图识别模块,脚感补偿模块,电液制动分配模块,液压控制模块和状态管理模块,其包括以下步骤:

步骤S₁、驾驶员踩下制动踏板;

步骤S₂、驾驶员请求的制动液压传递至所述脚感补偿模块;

步骤S₃、所述电液制动分配模块接收驾驶员请求制动扭矩和踏板力补偿能力值;

步骤S₄、所述液压控制模块控制所述蓄能器,使得制动回路中的实际液压力,满足所述电液制动分配模块计算出的目标液压力;

步骤S₅、所述状态管理模块接收踏板推杆位置、变速器档位、ABS/ESC和车速等状态,判断当前车辆状态下是否可以执行制动能量回收。

2. 如权利要求1所述的制动能量回收控制方法,其特征在于,所述步骤S₁还包括:所述驾驶员制动意图识别模块开始工作,以踏板推杆位移传感器传递来的信号为输入,根据制动系统的PV特性,得到对应的驾驶员请求的制动液压。

3. 如权利要求2所述的制动能量回收控制方法,其特征在于,所述步骤S₁还包括:根据整车参数及制动系统参数可计算得到驾驶员请求的制动扭矩。

4. 如权利要求1所述的制动能量回收控制方法,其特征在于,所述步骤S₂还包括:根据主缸液压力和实际主缸液压力,调节电机的助力,同时输出踏板力补偿补偿能力值。

5. 如权利要求1所述的制动能量回收控制方法,其特征在于,所述步骤S₃还包括:根据电机制动实际值和电机制动能力,分别判断出当前状态下的电机制动扭矩和液压制动扭矩,并将信号分别传递给整车控制器,实现电机制动,以及所述液压控制模块实现液压制动控制。

6. 如权利要求1所述的制动能量回收控制方法,其特征在于,所述步骤S₄中所述液压控制模块的执行器为蓄能器,使用液压闭环控制策略。

7. 如权利要求1所述的制动能量回收控制方法,其特征在于,所述步骤S₅还包括:如需执行能量回收,则将能量回收功能状态传递至所述电液制动分配模块,判断出当前状态下的电机制动扭矩和液压制动扭矩,并将信号传递至所述脚感补偿模块。

8. 如权利要求1所述的制动能量回收控制方法,其特征在于,在整个制动过程中,所述电子制动助力器中存在的稳态平衡关系为:制动踏板推杆力+电机助力=主缸液压力+弹簧力。

9. 如权利要求1所述的制动能量回收控制方法,其特征在于,所述状态管理模块用于判断当前车辆状态下是否可以执行制动能量回收功能,所述状态管理模块的控制逻辑在电控处理单元内完成,由整车电控单元获取与整车状态相关的信号。

10. 如权利要求9所述的制动能量回收控制方法,其特征在于,所述状态管理模块的控制方法包括:当ABS/ESC的功能触发时,出于安全性的考虑,不应再进行制动能量回收,电机制动应退出,由液压制动接管;

驾驶员踩踏板的速度超过某一门限值,则认为是紧急制动,不进行制动能量回收;

当车速低于某一门限值时,不进行制动能量回收;

出于安全考虑,在倒车时不进行制动能量回收。

制动能量回收控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电子制动助力器与蓄能器领域,特别涉及一种制动能量回收控制方法,基于电子制动助力器和蓄能器。

背景技术

[0002] 在现有技术中,新能源混合动力汽车、纯电动汽车的发展已成为行业趋势,而如何提高其续航里程是新能源汽车发展的关键技术问题。制动能量回收功能,是将车辆制动时的动能转化为电能,并储存在车辆的储能单元中,从而在一定程度上提高续航里程。在能量回收过程中,电机制动取代了液压制动,若不改变液压制动系统,则会造成制动效果过大,使驾驶员产生不适。

[0003] 目前,较成熟的技术方案是使用ESP(电子稳定控制系统)或其他制动产品,改变驾驶员踩制动踏板时的液压制动,与电机制动进行协调,保证总制动与驾驶员期望制动的一致性与稳定性。

[0004] 目前真空助力器配合ESP的非解耦方案,为保证驾驶员制动时有较好的制动踏板感,通常会将制动能量回收强度控制在0.1g以下。然而,这样做并不能保证充分发挥了电机制动的潜力,因而制动能量回收率有限。其他解耦方案虽然可保证制动踏板感和制动能量回收率,但是解耦也随之带来了失效安全方面的风险,目前尚无成熟量产车型应用。

[0005] 有鉴于此,本领域技术人员亟待于研制一种新的制动能量回收控制方法。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是为了克服现有技术中制动能量回收系统的能量回收率有限,容易产生失效安全方面的风险等缺陷,提供一种制动能量回收控制方法。

[0007] 本发明是通过下述技术方案来解决上述技术问题的:

[0008] 一种制动能量回收控制方法,其特点在于,所述制动能量回收控制方法基于电子制动助力器和蓄能器,所述电子制动助力器包括驾驶员制动意图识别模块,脚感补偿模块,电液制动分配模块,液压控制模块和状态管理模块,其包括以下步骤:步骤S₁、驾驶员踩下制动踏板;

[0009] 步骤S₂、驾驶员请求的制动液压传递至所述脚感补偿模块;

[0010] 步骤S₃、所述电液制动分配模块接收驾驶员请求制动扭矩和踏板力补偿能力值;

[0011] 步骤S₄、所述液压控制模块控制所述蓄能器,使得制动回路中的实际液压力,满足所述电液制动分配模块计算出的目标液压力;

[0012] 步骤S₅、所述状态管理模块接收踏板推杆位置、变速器档位、ABS/ESC(防抱死制动系统/电子稳定控制系统)和车速等状态,判断当前车辆状态下是否可以执行制动能量回收。

[0013] 根据本发明的一个实施例,所述步骤S₁还包括:所述驾驶员制动意图识别模块开始工作,以踏板推杆位移传感器传递来的信号为输入,根据制动系统的PV(压力体积)特性,

得到对应的驾驶员请求的制动液压。

[0014] 根据本发明的一个实施例,所述步骤S₁还包括:根据整车参数及制动系统参数可计算得到驾驶员请求的制动扭矩。

[0015] 根据本发明的一个实施例,所述步骤S₂还包括:根据主缸液压力和实际主缸液压力,调节电机的助力,同时输出踏板力补偿补偿能力值。

[0016] 根据本发明的一个实施例,所述步骤S₃还包括:根据电机制动实际值和电机制动能力,分别判断出当前状态下的电机制动扭矩和液压制动扭矩,并将信号分别传递给整车控制器,实现电机制动,以及所述液压控制模块实现液压制动控制。

[0017] 根据本发明的一个实施例,所述步骤S₄中所述液压控制模块的执行器为蓄能器,使用液压闭环控制策略。

[0018] 根据本发明的一个实施例,所述步骤S₅还包括:如需执行能量回收,则将能量回收功能状态传递至所述电液制动分配模块,判断出当前状态下的电机制动扭矩和液压制动扭矩,并将信号传递至所述脚感补偿模块。

[0019] 根据本发明的一个实施例,在整个制动过程中,所述电子制动助力器中存在的稳态平衡关系为:制动踏板推杆力+电机助力=主缸液压力+弹簧力。

[0020] 根据本发明的一个实施例,所述状态管理模块用于判断当前车辆状态下是否可以执行制动能量回收功能,所述状态管理模块的控制逻辑在电控处理单元内完成,由整车电控单元获取与整车状态相关的信号。

[0021] 根据本发明的一个实施例,所述状态管理模块的控制方法包括:当ABS/ESC(防抱死制动系统/电子稳定控制系统)的功能触发时,出于安全性的考虑,不应再进行制动能量回收,电机制动应退出,由液压制动接管;

[0022] 驾驶员踩踏板的速度超过某一门限值,则认为是紧急制动,不进行制动能量回收;

[0023] 当车速低于某一门限值时,不进行制动能量回收;

[0024] 出于安全考虑,在倒车时不进行制动能量回收。

[0025] 本发明的积极进步效果在于:

[0026] 本发明制动能量回收控制方法基于电子制动助力器与蓄能器,其改变了传统的制动系统,可通过协调控制电子制动助力器和蓄能器,在能量回收过程中实现液压制动对电机制动的补偿,保证整车制动效能的同时,在驾驶员未察觉的情况下实现电机制动到液压制动的平滑转换,而且能够达到0.3g的最大电机制动,制动能量回收率较高。同时所述制动能量回收控制方法为非解耦方案,失效安全方面的风险较小。

附图说明

[0027] 本发明上述的以及其他的特征、性质和优势将通过下面结合附图和实施例的描述而变的更加明显,在附图中相同的附图标记始终表示相同的特征,其中:

[0028] 图1为本发明制动能量回收控制方法中电子制动助力器与蓄能器及相关接口的连接示意图。

[0029] 图2为本发明制动能量回收控制方法的流程图。

[0030] 图3为本发明制动能量回收控制方法中踏板推杆位移与推杆力、踏板推杆位移与弹簧力的关系曲线。

[0031]	【附图标记】	
[0032]	电子制动助力器	10
[0033]	驾驶员制动意图识别模块	11
[0034]	脚感补偿模块	12
[0035]	电液制动分配模块	13
[0036]	液压控制模块	14
[0037]	状态管理模块	15
[0038]	蓄能器	20
[0039]	制动踏板	30
[0040]	踏板推杆位移传感器	40
[0041]	第一电控处理单元	16
[0042]	第一电机	17
[0043]	第一传动机构	18
[0044]	制动主缸	50
[0045]	电子稳定控制单元	60
[0046]	轮缸	70
[0047]	第二电控处理单元	21
[0048]	第二电机	22
[0049]	第二传动机构	23
[0050]	液压腔	24
[0051]	整车电控单元	80

具体实施方式

[0052] 为了让本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂，以下结合附图对本发明的具体实施方式作详细说明。

[0053] 现在将详细参考附图描述本发明的实施例。现在将详细参考本发明的优选实施例，其示例在附图中示出。在任何可能的情况下，在所有附图中将使用相同的标记来表示相同或相似的部分。

[0054] 此外，尽管本发明中所使用的术语是从公知公用的术语中选择的，但是本发明说明书中所提及的一些术语可能是申请人按他或她的判断来选择的，其详细含义在本文的描述的相关部分中说明。

[0055] 此外，要求不仅仅通过所使用的实际术语，而是还要通过每个术语所蕴含的意义来理解本发明。

[0056] 图1为本发明制动能量回收控制方法中电子制动助力器与蓄能器及相关接口的连接示意图。图2为本发明制动能量回收控制方法的流程图。图3为本发明制动能量回收控制方法中踏板推杆位移与推杆力、踏板推杆位移与弹簧力的关系曲线。

[0057] 如图1至图3所示，本发明公开了一种制动能量回收控制方法，其基于电子制动助力器和蓄能器。在制动能量回收过程中，所述电子制动助力器10包括驾驶员制动意图识别模块11，脚感补偿模块12，电液制动分配模块13，液压控制模块14和状态管理模块15。蓄能

器20的主要作用是根据电子制动助力器计算出的目标压力,执行相应的指令,控制吸入或排出的制动液量,从而调节液压制动。

[0058] 电子制动助力器10与制动踏板30相连,当驾驶员踩下制动踏板30时,踏板推杆位移传感器40将采集位移信号至第一电控处理单元16,用以分析驾驶员的制动意图。随后控制第一电机17带动第一传动机构18推动制动主缸50,使制动主缸50内的制动液经由电子稳定控制单元60进入轮缸70,从而建立液压。

[0059] 当进行制动能量回收时,电机制动取代液压制动,则将制动液由制动主缸50引入至蓄能器20,电子稳定控制单元60和轮缸70中没有制动液流入,因而不会产生液压。此处引入的方法是:第二电控处理单元21控制第二电机22,带动第二传动机构23,使蓄能器20的液压腔24容积变大,在液压作用下,制动液将被引入蓄能器20。

[0060] 在制动能量回收过程中,为计算液压制动的目标值,需要从整车电控单元(VCU)80接收整车电机状态和电池状态等车辆信息,并根据这些车辆信息进行仲裁。

[0061] 如图2所示,本发明制动能量回收控制方法具体包括如下步骤:

[0062] 步骤一、驾驶员踩下制动踏板30。

[0063] 驾驶员制动意图识别模块11开始工作,以踏板推杆位移传感器40传递来的信号为输入,根据制动系统的PV(压力体积)特性,得到对应的驾驶员请求的制动液压。根据整车参数及制动系统参数可计算得到驾驶员请求的制动扭矩。

[0064] 步骤S₂、驾驶员请求的制动液压传递至脚感补偿模块12。

[0065] 根据主缸液压力和实际主缸液压力,调节电机的助力,来保证一致的踏板感觉,同时输出踏板力补偿补偿能力值。

[0066] 步骤S₃、电液制动分配模块13接收驾驶员请求制动扭矩和踏板力补偿能力值。

[0067] 根据电机制动实际值和电机制动能力,分别判断出当前状态下的电机制动扭矩和液压制动扭矩,并将信号分别传递给整车电控单元80,实现电机制动,以及液压控制模块14实现液压制动控制。

[0068] 步骤S₄、液压控制模块控制蓄能器,使得制动回路中的实际液压力,满足电液制动分配模块13计算出的目标液压力。

[0069] 液压控制模块14的执行器为蓄能器20,使用液压闭环控制策略。

[0070] 步骤S₅、状态管理模块15接收踏板推杆位置、变速器档位、ABS/ESC(防抱死制动系统/电子稳定控制系统)和车速等状态,判断当前车辆状态下是否可以执行制动能量回收。

[0071] 如需执行能量回收,则将能量回收功能状态传递至电液制动分配模块13,判断出当前状态下的电机制动扭矩和液压制动扭矩,并将信号传递至脚感补偿模块12。

[0072] 进一步具体地,本发明中电子制动助力器10包括的五个模块具有如下特征:

[0073] 一、关于驾驶员制动意图识别模块

[0074] 驾驶员制动意图识别模块11的输入信号来自于踏板位移推杆传感器40。以驾驶员制动踏板请求为输入,根据制动系统的PV(压力体积)特性,可以得到对应的驾驶员请求的制动液压。根据整车参数及制动系统参数可计算得到驾驶员请求的制动力矩。

[0075] 二、关于脚感补偿模块

[0076] 在整个制动过程中,电子制动助力器10中存在如下稳态平衡关系:制动踏板推杆力+电机助力=主缸液压力+弹簧力

[0077] 当进行制动能量回收时,由于整车电机制动的加入,实际需要的主缸液压力将小于驾驶员请求的制动液压力。为使踏板感觉保持一致,即相同踏板推杆行程下的推杆力保持不变,则需要减小电机助力,才能保持上述平衡关系。因此电子制动助力器10可根据驾驶员请求的目标主缸液压力与实际主缸液压力,调节电机助力,来保证一致的踏板感觉。

[0078] 同时,脚感补偿功能具有一定的限度。影响脚感补偿最大能力值的主要因素为电子制动助力器10中的回位弹簧、制动主缸50中的回位弹簧和整车制动系统的PV(压力体积)特性。

[0079] 假设制动能量回收时电机制动能力较大,不需要液压制动,即主缸液压力为零,则上述平衡关系变为:电机助力=弹簧力-推杆力。

[0080] 在制动能量回收过程中,踏板推杆位移与推杆力、踏板推杆位移与弹簧力的关系曲线如图3所示。其中,踏板推杆位移与推杆力曲线为常规助力(带负载)曲线,反映了制动踏板感觉。踏板推杆位移与弹簧力曲线为安装干式主缸(不带负载)。

[0081] 当踏板推杆位移大于S0时,弹簧力将小于推杆力,平衡关系无法再被满足。则S0对应PV(压力体积)特性曲线上的压力值P0,即为电子制动助力器补偿踏板能力的最大值。

[0082] 当制动能量回收时所需的液压制动大于该最大值时,则无法继续保证一致的踏板感觉,此时驾驶员将感到脚上的反馈力变轻。

[0083] 脚感补偿模块12计算出助力器电机(即第一电机17)的实际位置后,通过电控处理单元16调整第一电机17实现相应控制。

[0084] 三、关于电液制动分配模块

[0085] 电液制动分配模块13具有电液分配功能,是指根据驱动电机状态和脚感补偿能力,确定制动能量回收过程中电机制动和液压制动各自所占的比例,并能保证电机制动与液压制动间的切换不会影响整车的制动效能,或引起驾驶员的不适。

[0086] 该控制逻辑在电控处理单元16内完成,需要从整车电控单元80获取与整车驱动电机状态相关的信号,并会将驱动电机控制信号发送至整车电控单元80。

[0087] 由驾驶员制动意图识别模块11计算得到的总需求制动力矩,根据当前状态进行电机制动力矩和液压制动力矩的分配。该分配过程的主要影响因素包括:

[0088] 1)、当前驱动电机所能提供的最大电机制动力矩。

[0089] 2)、分配后,前后轴制动力矩应满足ECE R13的法规要求,即:对于附着系数 ϕ 在0.2~0.8之间的各种车辆,要求制动强度 Z : $Z \geq 0.1 + 0.85(\phi - 0.2)$;

[0090] 车辆在各种状态下,前轴利用附着系数曲线应在后轴利用附着系数曲线之上。

[0091] 3)、分配电机制动时,应考虑电子制动助力器补偿踏板感的能力。

[0092] 4)、踏板行程超过某一门限值时,电机制动应逐步退出。其主要原因是:当驾驶员踩踏板较深且驱动电机的电制动能力较大时,制动液有可能全部进入蓄能器20,若此时出现失效工况(整车蓄电池断电),受电子制动助力器弹簧力和主缸弹簧力的影响,有可能因踏板行程过长而导致500N踏板力不能产生0.24g的减速度(法规要求)。

[0093] 5)、分配电机制动时,应考虑蓄能器的液压补偿能力(即建压能力)。若退出时机较晚,有可能造成蓄能器无法将制动液排出。故应保证电机制动退出时,蓄能器仍能将制动液排出。

[0094] 6)、当制动使车速降低到某一门限值时,实际可用电机扭矩可能突然降低,为保证

电机制动和液压制动切换时的平顺性,需要制定电机退出策略。

[0095] 7)、由于蓄能器的建压速率有限,且液压系统存在滞后。因此在该功能中,电机制动力的变化率不应超过某一门限值,保证液压制动能够及时响应。

[0096] 四、关于液压控制模块

[0097] 液压控制模块14的目的是通过控制蓄能器,使制动回路中的实际液压力满足电液制动分配功能计算出的目标液压力。该功能的执行器为蓄能器20,使用液压闭环控制策略。

[0098] 该控制逻辑在第一电控处理单元16内完成,并将控制信号发送至蓄能器的电控处理单元(即第二电控处理单元21),由该部件控制电机第二电机22,进而控制第二传动机构23和液压腔24,实现蓄能器20对制动回路液压的调节。

[0099] 五、关于状态管理模块

[0100] 状态管理模块15的功能用于判断当前车辆状态下是否可以执行制动能量回收功能。该控制逻辑在第一电控处理单元16内完成,需要从整车电控单元80获取车速等与整车状态相关的信号。

[0101] 具体控制方法如下:

[0102] 1)、当ABS/ESC(防抱死制动系统/电子稳定控制系统)等功能触发时,出于安全性的考虑,不应再进行制动能量回收,电机制动应退出,由液压制动接管;

[0103] 2)、驾驶员踩踏板的速度超过某一门限值,则认为是紧急制动,不进行制动能量回收;

[0104] 3)、当车速低于某一门限值时,不进行制动能量回收;

[0105] 4)、出于安全考虑,在倒车时不进行制动能量回收。

[0106] 根据上述描述,本发明制动能量回收控制方法的制动过程具体如下:

[0107] 一、制动开始,驾驶员踩下制动踏板,根据踏板推杆位移传感器40传递来的信号,识别驾驶员制动意图,即驾驶员请求的总制动扭矩。

[0108] 根据车辆信息和整车电机状态,将分别判断出当前状态下的电机制动扭矩和液压制动扭矩,并由电机控制器实现电机制动,由蓄能器20通过实现液压制动控制。

[0109] 判断原则是最大限度利用电机制动,若电机制动不足,由液压制动补偿,多余的制动液将被引入蓄能器20储存。电子制动助力器10根据液压变化进行脚感补偿。

[0110] 二、随着制动的进行,电机制动逐渐退出,液压制动逐渐接管制动过程,由蓄能器20将储存的制动液排出至制动回路。电子制动助力器10的脚感补偿也逐步退出。

[0111] 三、制动结束时,电机制动完全退出,不再参与制动过程,全部由液压进行制动。此时蓄能器20处于非工作状态,电子制动助力器10不再进行脚感补偿。

[0112] 综上所述,本发明制动能量回收控制方法基于电子制动助力器与蓄能器,其改变了传统的制动系统,可通过协调控制电子制动助力器和蓄能器,在能量回收过程中实现液压制动对电机制动的补偿,保证整车制动效能的同时,在驾驶员未察觉的情况下实现电机制动到液压制动的平滑转换,而且能够达到0.3g的最大电机制动,制动能量回收率较高。同时所述制动能量回收控制方法为非解耦方案,失效安全方面的风险较小。

[0113] 虽然以上描述了本发明的具体实施方式,但是本领域的技术人员应当理解,这些仅是举例说明,本发明的保护范围是由所附权利要求书限定的。本领域的技术人员在不背离本发明的原理和实质的前提下,可以对这些实施方式作出多种变更或修改,但这些变更

和修改均落入本发明的保护范围。

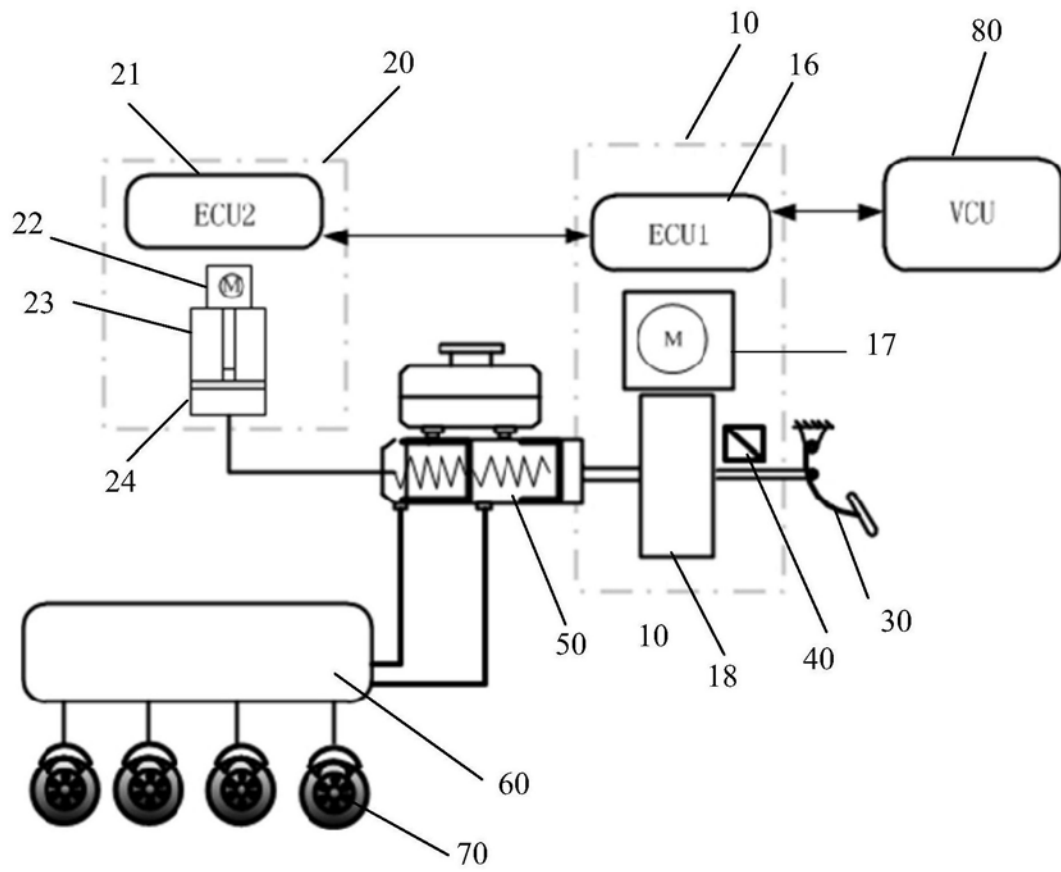


图1

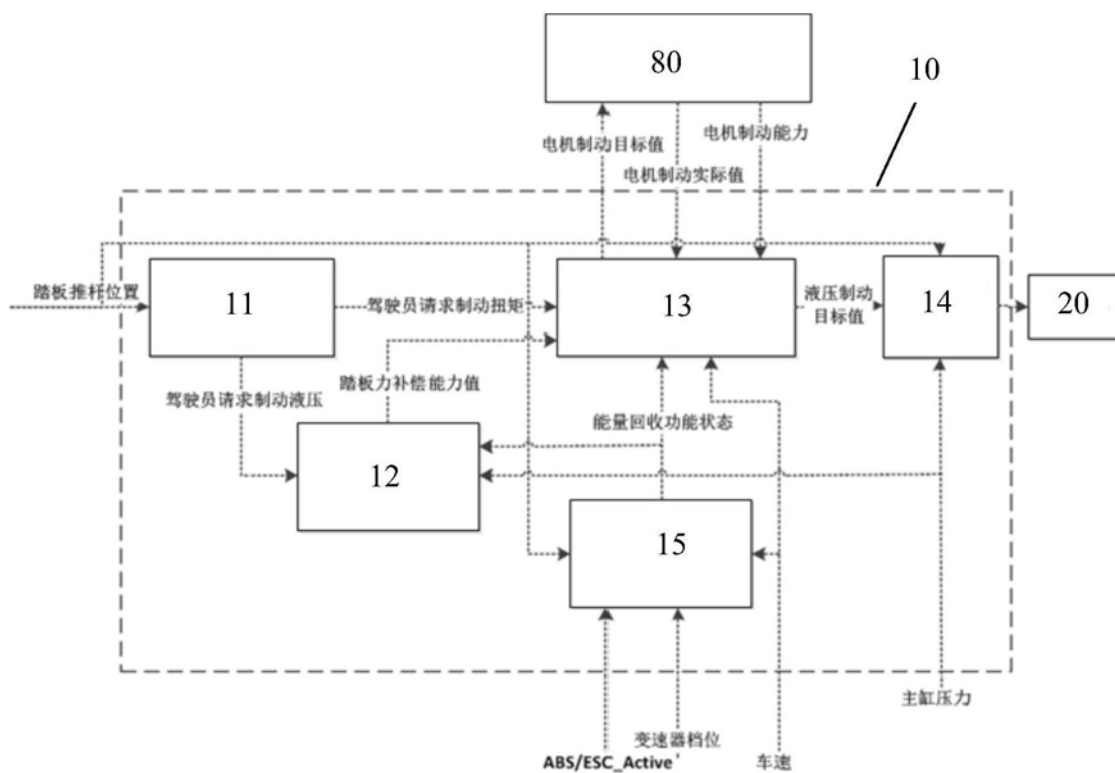


图2

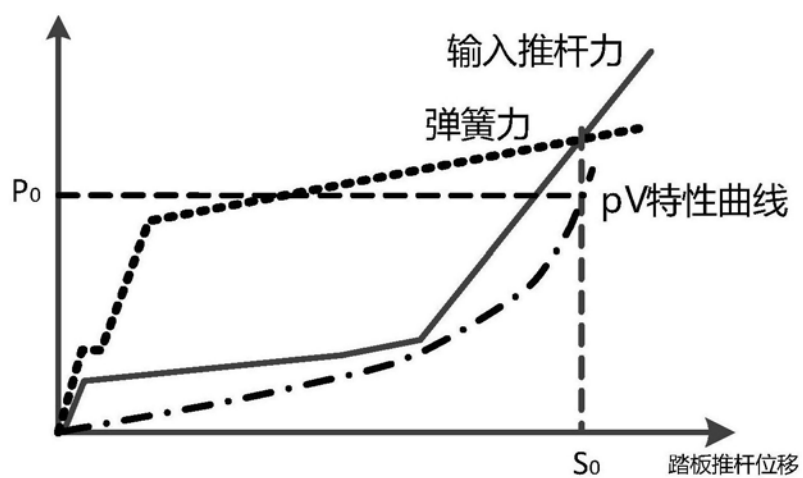


图3