



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103661384 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310389290. 9

(22) 申请日 2013. 08. 30

(30) 优先权数据

13/600, 799 2012. 08. 31 US

(71) 申请人 福特全球技术公司

地址 美国密歇根州迪尔伯恩市

(72) 发明人 于海 马修·艾伦·博斯

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司
11286

代理人 郭鸿禧 鲁恭诚

(51) Int. Cl.

B60W 30/18 (2012. 01)

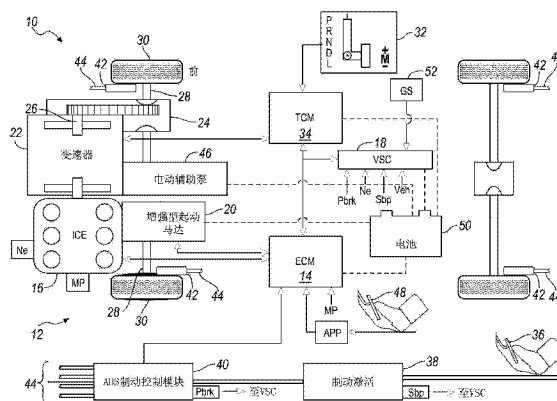
权利要求书2页 说明书17页 附图8页

(54) 发明名称

用于停止 / 起动车辆的起步准备的动态滤波

(57) 摘要

一种用于停止 / 起动车辆的起步准备的动态滤波。所述车辆包括被构造成自动关闭和重启的发动机。所述车辆设置有控制器, 所述控制器被构造成当实际的制动压力与滤波后的制动压力之间的差异大于阈值时使发动机重启。所述滤波后的制动压力取决于实际的制动压力的大小和实际的制动压力的变化率。



1. 一种车辆,包括:

发动机,被构造成自动关闭和重启;

控制器,被构造成当制动压力与滤波后的制动压力之间的差异大于阈值时使发动机重启,所述滤波后的制动压力取决于所述制动压力的大小和所述制动压力的变化率。

2. 如权利要求 1 所述的车辆,其中,所述控制器还被构造成:

利用具有可变带宽的低通滤波器对所述制动压力进行滤波,所述带宽基于所述制动压力的大小和所述制动压力的变化率。

3. 如权利要求 1 所述的车辆,其中,所述控制器还被构造成:

当制动压力在高制动压力区、中制动压力区和低制动压力区中的一个内时,使发动机重启,所述高制动压力区、中制动压力区和低制动压力区基于指示估计的车辆质量、当前的道路坡度和与当前的发动机关闭相关联的历史制动压力中的至少一个的输入。

4. 如权利要求 1 所述的车辆,其中,所述控制器还被构造成:

响应于制动压力超过第一阈值而使发动机停止,所述第一阈值基于估计的车辆质量和当前的道路坡度中的至少一个,其中,所述第一阈值限定低制动压力区的上边界。

5. 如权利要求 4 所述的车辆,其中,所述控制器还被构造成:

响应于制动压力降低至第二阈值以下而使发动机重启,其中,所述第二阈值基于与当前的发动机关闭相关联的历史制动压力,其中,所述第二阈值限定中-低制动压力区的上边界,其中,所述第一阈值限定中-低制动压力区的下边界;

当所述制动压力在中-低制动压力区内且所述制动压力的变化率增加时,利用具有宽带宽的低通滤波器对所述制动压力进行滤波。

6. 如权利要求 4 所述的车辆,其中,所述控制器还被构造成:

响应于制动压力降低至第二阈值以下而使发动机重启,其中,所述第二阈值基于与当前的发动机关闭相关联的历史制动压力,其中,所述第二阈值限定中-低制动压力区的上边界,其中,所述第一阈值限定中-低制动压力区的下边界;

当所述制动压力在中-低制动压力区内且所述制动压力的变化率不增加时,利用具有窄带宽的低通滤波器对所述制动压力进行滤波。

7. 如权利要求 1 所述的车辆,其中,所述控制器还被构造成:

响应于制动压力增加至第三阈值以上而使发动机停止,所述第三阈值基于设计参数和与当前的发动机关闭相关联的历史制动压力之和,其中,所述第三阈值限定高制动压力区的下边界。

8. 如权利要求 7 所述的车辆,其中,所述控制器还被构造成:

响应于制动压力降低至第二阈值以下而使发动机重启,其中,所述第二阈值基于与当前的发动机关闭相关联的历史制动压力,其中,所述第二阈值限定中-高制动压力区的下边界,其中,所述第三阈值限定中-高制动压力区的上边界;

当所述制动压力在中-高制动压力区内且所述制动压力的变化率增加时,利用具有中-窄带宽的低通滤波器对所述制动压力进行滤波。

9. 如权利要求 7 所述的车辆,其中,所述控制器还被构造成:

响应于制动压力降低至第二阈值以下而使发动机重启,其中,所述第二阈值基于与当前的发动机关闭相关联的历史制动压力,其中,所述第二阈值限定中-高制动压力区的下

边界,其中,所述第三阈值限定中-高制动压力区的上边界;

当所述制动压力在中-高制动压力区内且所述制动压力的变化率不增加时,利用具有中-宽带宽的低通滤波器对所述制动压力进行滤波。

用于停止 / 起动车辆的起步准备的动态滤波

技术领域

[0001] 一个或多个实施例涉及一种基于制动施加和释放检测来控制发动机关闭和重启的车辆系统和方法。

背景技术

[0002] 在发动机驱动的车辆行驶期间,存在车辆在到达目的地之前必须停止的许多情形。例如,这可发生在车辆在交通信号灯、人行横道、停车标志等处停止时。微混合动力车辆可实现用于在行驶事件期间启动和停止车辆发动机的停止 / 起动策略。如果不需要动力(例如,在交通灯处等候时),则关闭发动机。一旦请求动力,发动机便自动重启。通过避免不必要的发动机空转,车辆的燃料经济性将提高。为此,当满足一定的发动机停止条件时,尽可能多地使用发动机关闭功能是可取的。

[0003] 具有起动 / 停止发动机的微混合动力车辆可利用许多因素来确定何时关闭和重启发动机,以实现减少燃料消耗和排放同时使车辆静止的目标。通常,当车轮速度为零且踩下制动踏板时,发动机关闭。其他考虑因素可包括发动机冷却剂温度、电池荷电状态、燃料轨压力、A/C 操作以及可用于防止发动机关闭和 / 或用于发起发动机重启的其他因素。起动 / 停止系统的与发动机 / 变速器惯性、起动机设计、燃烧控制限度等相关的物理限制也会约束关闭和重启发动机所需要的时间。该时间会对发动机关闭之后的车辆起步性能产生不利影响,尤其是在具有自动变速器的车辆中。因此,为了提高起步性能,在预测到车辆起步时,在某些情况下避免关闭发动机或者重启发动机是可取的。

发明内容

[0004] 在一个实施例中,一种车辆设置有被构造成自动关闭和重启的发动机。所述车辆还设置有控制器,所述控制器被构造成当实际的制动压力与滤波后的制动压力之间的差异大于阈值时使发动机重启。所述滤波后的制动压力取决于实际的制动压力的大小和实际的制动压力的变化率。

[0005] 在另一实施例中,一种车辆系统设置有控制器,所述控制器被构造成响应于实际的制动压力与滤波后的制动压力之间的差异大于阈值而使发动机重启。其中,所述滤波后的制动压力基于制动压力区和关联的时间常数。

[0006] 在又一实施例中,提供一种用于控制发动机自动关闭和重启的方法。接收指示实际的制动压力的输入。使发动机停止。当实际的制动压力与滤波后的制动压力之间的差异大于阈值时使发动机重启,所述滤波后的制动压力取决于所述实际的制动压力的大小和所述实际的制动压力的变化率。

[0007] 一种车辆系统包括控制器,所述控制器被构造成响应于实际的制动压力与滤波后的制动压力之间的差异大于阈值而使发动机重启,其中,所述滤波后的制动压力基于制动压力区和关联的时间常数。

[0008] 所述控制器还被构造成:基于估计的车辆质量和当前的道路坡度中的至少一个提

供发动机熄火阈值,其中,所述发动机熄火阈值限定低制动压力区的上边界;当实际的制动压力在低制动压力区内时,提供等于零的滤波后的制动压力值。

[0009] 所述控制器还被构造成:基于与当前的发动机关闭相关联的历史制动压力提供中等的制动压力阈值,其中,所述中等的制动压力阈值限定中-低制动压力区的上边界,其中,所述发动机熄火阈值限定中-低制动压力区的下边界;当实际的制动压力在中-低制动压力区内且实际的制动压力的变化率增加时,选择与宽带宽对应的时间常数。

[0010] 所述控制器还被构造成:基于与当前的发动机关闭相关联的历史制动压力提供中等的制动压力阈值,其中,所述中等的制动压力阈值限定中-低制动压力区的上边界,其中,所述发动机熄火阈值限定中-低制动压力区的下边界;当实际的制动压力在中-低制动压力区内且实际的制动压力的变化率不增加时,选择与窄带宽对应的时间常数。

[0011] 所述控制器还被构造成:基于设计参数和与当前的发动机关闭相关联的历史制动压力之和提供高制动压力阈值,其中,所述高制动压力阈值限定高制动压力区的下边界;当实际的制动压力在高制动压力区内时,提供等于高制动压力阈值的滤波后的制动压力值。

[0012] 所述控制器还被构造成:基于与当前的发动机关闭相关联的历史制动压力提供中等的制动压力阈值,其中,所述中等的制动压力阈值限定中-高制动压力区的下边界,其中,所述高制动压力阈值限定中-高制动压力区的上边界;当实际的制动压力在中-高制动压力区内且实际的制动压力的变化率增加时,选择与中-窄带宽对应的时间常数。

[0013] 所述控制器还被构造成:基于与当前的发动机关闭相关联的历史制动压力提供中等的制动压力阈值,其中,所述中等的制动压力阈值限定中-高制动压力区的下边界,其中,所述高制动压力阈值限定中-高制动压力区的上边界;当实际的制动压力在中-高制动压力区内且实际的制动压力的变化率不增加时,选择与中-宽带宽对应的时间常数。

[0014] 一种用于控制发动机自动关闭和重启的方法包括:接收指示实际的制动压力的输入;使发动机停止;当实际的制动压力与滤波后的制动压力之间的差异大于阈值时使发动机重启,所述滤波后的制动压力取决于所述实际的制动压力的大小和所述实际的制动压力的变化率。

[0015] 所述方法还包括:基于估计的车辆质量和当前的道路坡度中的至少一个提供发动机熄火阈值,其中,所述发动机熄火阈值限定低制动压力区的上边界;当实际的制动压力在低制动压力区内时,提供等于零的滤波后的制动压力。

[0016] 所述方法还包括:基于与当前的发动机关闭相关联的历史制动压力提供中等的制动压力阈值,其中,所述中等的制动压力阈值限定中-低制动压力区的上边界,其中,所述发动机熄火阈值限定中-低制动压力区的下边界;当实际的制动压力在中-低制动压力区内且实际的制动压力的变化率增加时,提供利用具有宽带宽的低通滤波器进行滤波后的制动压力;当实际的制动压力在中-低制动压力区内且实际的制动压力的变化率不增加时,提供利用具有窄带宽的低通滤波器进行滤波后的制动压力。

[0017] 所述方法还包括:基于设计参数和与当前的发动机关闭相关联的历史制动压力之和提供高制动压力阈值;当实际的制动压力大于高制动压力阈值时,提供与高制动压力阈值相等的滤波后的制动压力。

[0018] 这样,所述车辆、车辆系统和方法通过对制动压力信号进行动态滤波而提供优于现有技术的优势。这样的动态滤波调节制动释放分析的灵敏度,以避免车辆起步的误检测

和不期望的发动机重启,这与现有的系统相比提高了车辆的燃料经济性。所述车辆系统还对预期的发动机重启作出及时的响应,从而提高了车辆起步性能并使动力传动系准备时间延迟最小化。

附图说明

[0019] 图 1 是根据一个或多个实施例的基于制动施加和释放检测控制发动机关闭和重启的车辆系统的示意图;

[0020] 图 2 是制动系统特性和车辆速度的时间曲线图,示出了制动施加和释放检测事件;

[0021] 图 3 是制动系统特性的另一时间曲线图,示出了由图 1 的车辆系统控制的制动施加和释放检测事件;

[0022] 图 4 是图 3 的一部分的放大图,示出了制动释放模式;

[0023] 图 5 是示出根据一个或多个实施例的基于制动施加特性评价车辆保持请求的方法的流程图;

[0024] 图 6 是示出根据一个或多个实施例的基于制动释放特性评价车辆起步请求的方法的流程图;

[0025] 图 7 是示出根据一个或多个实施例的基于制动释放特性评价与车辆起步请求相关的制动压力的滤波适应的方法的流程图;

[0026] 图 8 是示出根据一个或多个实施例的基于制动释放特性评价与车辆起步请求相关的模式时序的方法的流程图;

[0027] 图 9 是示出根据一个或多个实施例的基于制动施加和释放特性评价车辆推进意图的方法的流程图。

具体实施方式

[0028] 根据需要,在此公开本发明的具体实施例;然而,应该理解的是,公开的实施例仅仅是本发明的示例,本发明可以以各种形式及替代的形式实施。附图未必合乎比例;一些特征可能会被夸大或最小化,以显示特定组件的细节。因此,在此公开的具体的结构和功能上的细节不应该被解释为限制,而仅仅被解释为用于教导本领域技术人员以各种方式使用本发明的代表性基准。

[0029] 参照图 1,示出了根据一个或多个实施例的基于制动施加和释放检测控制发动机关闭和重启的车辆系统,该车辆系统总体上由标号 10 指示。车辆系统 10 被示出为位于车辆 12 内。车辆系统 10 包括控制器,例如,彼此通信的发动机控制模块(ECM)14、内燃发动机(ICE) 16 和车辆系统控制器(VSC) 18。VSC18 接收与制动系统特性对应的输入并与 ECM14 通信,以控制发动机 16 的关闭和重启。

[0030] 示出的实施例描述了车辆 12 为混合动力车辆,混合动力车辆是由发动机 16 推进的车辆,发动机 16 反复地启动和停止以节约燃料。增强型起动马达 20 结合到发动机曲轴。起动马达 20 接收电力,并将输出扭矩提供给曲轴以起动发动机 16。

[0031] 车辆 12 包括用于调节发动机 16 的输出扭矩的变速器 22。来自发动机 16 的扭矩通过变速器输出轴 26 经由变速器 22 被传递到差速器 24。车桥半轴 28 从差速器 24 延伸到

一对驱动轮 30, 以提供用于推进车辆 12 的驱动扭矩。

[0032] 车辆 12 包括用于手动选择变速器档位的换档器 32。换档器 32 包括传感器(未示出), 所述传感器用于提供与选择的变速器档位(例如, PRNDL)对应的输出信号。变速器控制模块(TCM) 34 与换档器 32 和变速器 22 通信, 以基于换档器选择调节变速器速比。可选地, 换档器 32 可被机械地连接到变速器 22, 以调节变速器速比。

[0033] 车辆 12 包括制动系统, 所述制动系统包括制动踏板 36 以及总体上由图 1 中的制动激活框 38 指示的助力器和主缸。所述制动系统还包括 ABS 制动控制模块 40, ABS 制动控制模块 40 通过一连串的液压管路 44 连接到车轮制动总成 42 和制动激活框 38, 以实现摩擦制动。车轮制动总成 42 位于每个车轮 30 处, 并可被构造为制动钳或鼓式制动器总成。

[0034] 制动系统还包括传感器, 所述传感器用于提供与当前的制动特性对应的信息。制动系统包括位置开关, 所述位置开关用于提供与制动踏板位置对应的制动踏板状态 (S_{bp}) 信号(例如, 施加或释放)。在其他实施例中, 制动系统包括用于测量踏板位置的位置传感器(未示出)。制动系统还包括用于提供指示制动力或制动扭矩的输出的一个或多个传感器。在一个或多个实施例中, 制动扭矩可由另一传感器的测量值得到。在示出的实施例中, 传感器包括压力传感器, 所述压力传感器用于提供与制动系统内的实际的制动压力值(例如, 制动管路压力或主缸压力)对应的制动压力 (P_{brk}) 信号。

[0035] 车辆 12 包括加速踏板 48, 加速踏板 48 具有位置传感器, 所述位置传感器用于提供与驾驶员推进请求对应的加速踏板位置 (APP) 信号。ECM14 基于 APP 信号控制发动机 16 的节气门。

[0036] 车辆 12 包括能量储存装置, 例如, 电池 50。电池 50 将电能供应给车辆控制器、启动马达 20 和电动辅助泵 46, 如总体上由图 1 中的虚线所指示的。车辆 12 可包括单个电池 50 (诸如传统的低电压电池) 或者多个电池, 所述多个电池包括高电压电池。另外, 车辆 12 可包括其他类型的能量储存装置, 例如, 电容器或燃料电池。

[0037] 车辆 12 还包括坡度传感器 52, 坡度传感器 52 提供指示道路的坡度或斜度的信号 (GS)。在一个或多个实施例中, 坡度传感器 52 是部分地基于重力分量提供 GS 的加速计。在其他实施例中, 坡度传感器 52 是测斜仪。在一个实施例中, 车辆系统包括基于 GS 确定道路坡度的道路坡度估计器或算法。在其他实施例中, 车辆包括导航系统(未示出), 所述导航系统提供可用于道路坡度估计的信号。

[0038] VSC18 与其他车辆系统、传感器和控制器通信, 以协调它们的功能。如示出的实施例所示, VSC18 从各个车辆传感器接收多个输入信号(例如, S_{bp} 、 P_{brk} 、发动机速度 (N_e)、车辆速度 (V_{eh}) 等)。尽管 VSC18 被示出为单个控制器, 但是 VSC18 可包括可用于根据车辆整体控制逻辑或软件控制多个车辆系统的多个控制器。包括 VSC18 的车辆控制器通常包括任何数量的微处理器、ASIC、IC、存储器(例如, FLASH、ROM、RAM、EPROM 和 / 或 EEPROM) 和软件代码, 以彼此协作而执行一系列操作。控制器还包括基于计算和测试数据并被存储在存储器内的“查找表”或预定数据。VSC18 通过一个或多个有线或无线车辆连接利用通用总线协议(例如, CAN 和 LIN) 与其他车辆系统和控制器(例如, ECM14、TCM34 等) 通信。

[0039] VSC18 与 ECM14 通信, 以基于与制动施加和释放条件对应的输入信号控制发动机 16 的关闭和重启。车辆系统 10 基于制动释放条件预测车辆起步事件。通过关闭发动机 16, 与传统的车辆相比, 微混合动力车辆的燃料经济性提高。然而, 发动机怠速停止和自动

重启的整体控制过程不应该被驾驶员觉察到。为了相对于传统的动力传动系车辆提供透明或不易察觉的控制性能,车辆系统 10 考虑多种制动施加和释放条件。首先,车辆 12 停止并随后起步时的车辆运动应当能够比得上传统的动力传动系车辆在相似条件下的车辆运动。通常,制动系统应当具有足够的制动压力 (P_{brk}),以使车辆 12 保持在静止状态,该制动压力 (P_{brk}) 由驾驶员施加或者通过主动制动控制施加。等式 1 表示了这一概念,并且等式 1 由车辆纵向动态参数得出:

[0040]

$$P_{brk} \geq P_{brk}^{epd} = \frac{\max(|T_{creep} - T_g| + |T_d|, |-T_g| + |T_d|)}{K_{brk}} \quad (1)$$

[0041] 其中, P_{brk}^{epd} 是发动机关闭或“熄火”时的压力阈值。 T_{creep} 是在车辆静止状态下车轮处总的动力传动系扭矩; T_g 是车轮上等效的道路坡度负荷扭矩,在上坡时, T_g 为正; T_d 是由于干扰力而在车轮上产生的扭矩; K_{brk} 是制动系统标称设计参数或制动效能系数。由驾驶员施加的制动压力 (P_{brk}) 必须大于 P_{brk}^{epd} ,以允许发动机停止并使发动机保持在停止状态。就不确定的 T_d 值而言, P_{brk} 比 P_{brk}^{epd} 大得越多,车辆越稳定。此外,在车辆起步期间,驾驶员将释放制动力。随着制动扭矩减小,孤立的制动扭矩将不再足以防止由于在发动机重启期间动力传动系扭矩突然激增或者重力负荷扭矩而导致的车辆运动。为了解决这样的制动扭矩问题,车辆系统包括坡道起步辅助(HSA)或者坡道起步制动辅助(HSBA)功能,以确保在制动释放期间延长的制动压力保持在足够的水平。车辆系统使制动施加和释放检测(BARD)功能与 HSA 或 HSBA 功能协调,以提供足够的初始制动压力水平并避免致动 ABS 制动控制模块 40 的制动马达泵。这样的 HSA 或 HSBA 功能是本领域已知的,在这里不再详细公开。尽管制动压力 (P_{brk}) 用于表示驾驶员对车辆系统的制动力,但是车辆系统 10 的其他实施例考虑基于制动踏板行程或制动扭矩来分析制动力。

[0042] 另外,为了使性能透明,停止/起动车辆可望具有能够比得上具有传统的动力传动系的车辆的车辆起步性能。即,在驾驶员将期望车辆推进之前,发动机和动力传动系应当以满意的扭矩传递性能恢复正常操作状态。此外,针对干扰扭矩抑制(disturbance torque rejection)(诸如上坡行驶状态下的防回滚),典型的 HSA 功能有限的应用时间要求动力传动系尽快地恢复正常。

[0043] 第二个目标通常说明发动机多快才能重启以及当驾驶员意图使车辆起步时动力传动系有多及时地准备好传递请求的驱动力。该第二个目标由发动机重启状态下期望的车辆推进与实际的车辆推进之间的准备时间延迟(t_{prep})表示。等式 2 提供了用于计算 t_{prep} 的等式,等式 2 被表示为如下:

$$[0044] \quad t_{prep} = t_{move} - t_{epu} \quad (2)$$

[0045] 其中, t_{move} 是在车辆起步过程期间动力传动系推进扭矩可望使车辆运动的时间瞬间(时刻); t_{epu} 是在车辆起步过程期间由于在发动机已经停止之后第一次检测到车辆推进意图而产生发动机重启请求的时刻。

[0046] 通过主动控制发动机开/关策略以使车辆不必要的怠速燃料消耗最少化,发动机停止/起动技术提高了车辆的燃料经济性。其提高燃料经济性的能力指数(ρ_{FEI})可用如下的公式表示:

[0047]

$$\rho_{FEI} = \frac{D_{epd}}{D_{stp}} * 100\% = \frac{\sum_j t_{epu}^j - t_{epd}^j}{t_{move} - t_{stop}} * 100\% \quad (3)$$

[0048] 其中, t_{epd} 是在车辆停止之后产生发动机停止请求的时刻, t_{stop} 是车辆停止的时刻, 通常在车辆速度小于小的车辆速度阈值持续一段稳定的时间时确定。如果没有准确地产生车辆起步请求, 则在单个车辆停止事件期间将存在多个发动机开 / 关周期。在这种情况下, 总的发动机停止时间由发生的 (j) 个发动机停止持续时间构成。

[0049] 等式 3 通常管理停止 / 起动控制系统设计的燃料经济性。由于指数的分母包括由驾驶员控制的车辆停止时刻 (t_{stop}) 和车辆运动时刻 (t_{move}), 因此, 通过使作为发动机停止持续时间的总长度 D_{epd} 的分子最大化来满足燃料经济性的提高。一方面, t_{epd} 可望尽可能地接近 t_{stop} 。在车辆停止之后, 驾驶员将维持一定量的制动力以使车辆保持静止。这样的制动力具有在最小压力水平以上的统计分布。压力越高, 发生的概率将越小。尽管等式 3 要求施加高的制动压力以便即使在发动机停止之后仍确保车辆静止状态, 但是用于产生发动机停止请求的不必要地高的制动压力阈值条件将使 t_{epd} 延迟并降低总体燃料经济性。基于这种分析, 用于发动机停止请求的制动力条件被设置为最低的制动压力阈值。此外, j 可望尽可能地小, 并且最后的 t_{epu} 可望在 t_{move} 之前尽可能地晚。然而, 发动机发动请求的时间应当平衡燃料经济性和及时性。

[0050] 图 2 示出了基于制动施加和释放条件控制发动机关闭和重启的车辆系统在车辆静止状态期间的影响。图 2 示出了按时间绘制的多个波形 (P_{brk} 、 P_{brk}^{adp} 、BRAKE_REL、Veh、 P_{brk_avg} 和 BRAKE_REL2)。 P_{brk} 表示在制动系统内测量的制动压力。 P_{brk}^{adp} 表示由车辆系统计算出的滤波后的制动压力。 Veh 表示车辆速度。 BRAKE_REL 表示与 P_{brk} 和 P_{brk}^{adp} 对应的制动释放标志。为了比较, 图 2 还包括利用现有的移动平均法获得的参考曲线 (P_{brk_avg}) 以及与 P_{brk_avg} 对应的制动释放标志 (BRAKE_REL2)。

[0051] 图 2 中示出的波形按时间进行绘制。多个制动施加和释放事件由竖直的虚线表示, 并且总体上由时刻变量 ($t_1, t_2, t_3 \dots t_7$) 指示。在时刻 (t_1), 车辆停止, 在 t_2 , 发动机停止或“熄火”。在 t_6 , 发动机重启或“发动”, 在 t_7 , 车辆开始运动。

[0052] 驾驶员的制动行为嵌入于制动压力信号 (P_{brk}), 通常表现出相对稳态的低频特性和高频特性。预期的制动释放行为在某种程度上被认为是决定性的且一致的制动缓解行为。与稳态的制动施加动作相比, 制动释放行为是相对高频的动态动作。然而, 由于驾驶员的个性、习惯和车辆停止情况, 制动释放动作的特性在人与人之间会有显著差异。通过利用基于制动压力信号 P_{brk} 位于哪个制动压力区选择的时间常数对由 P_{brk} 反映的驾驶员的制动行为进行动态滤波, 车辆系统计算滤波后的制动压力 (P_{brk}^{adp})。参照图 7 对用于计算 P_{brk}^{adp} 的控制逻辑进行详细描述。在点 210 处, 车辆系统通过检测制动释放模式来预测车辆起步, 制动释放模式部分地基于 P_{brk} 与 P_{brk}^{adp} 的比较。参照图 4 和图 6 对用于检测制动释放模式的控制逻辑进行详细描述。在时刻 t_6 发生制动释放, 如由制动释放标志 (BRAKE_REL) 从正 (制动施加) 变为零 (制动释放) 所示。

[0053] P_{brk_avg} 波形示出了利用用于预测车辆起步请求的现有技术的方法计算出的数据,

为了说明性目的,在图2中以虚线示出 P_{brk_avg} 波形。这样的方法包括基于制动压力和制动压力变化(增加或减小)计算移动平均参考制动压力值。这种方法易受不期望的制动释放和发动机重启的影响,这是因为驾驶员的制动力振荡与预期的制动释放之间的区别不足。例如,使用现有技术的方法的系统可在212处预测制动释放事件并可识别车辆起步条件,这是因为 P_{brk} 正在减小并且 P_{brk} 与 P_{brk_avg} 之间的差异(Δ)大于预定阈值。一旦识别出车辆起步条件,制动释放标志(BRAKE_REL2)便在时刻 t_3 处从正(制动施加)变为零(制动释放),并且发动机重启。然而,这是不期望的制动释放,如由时刻 t_4 处增加的 P_{brk} 所示。因此,BRAKE_REL2在时刻 t_4 处变回正(制动施加),并且发动机关闭。这种不期望的制动释放可能是由于驾驶员制动踏板振荡造成的,发动机重启及随后的关闭降低了总体燃料经济性。系统在214处预测另一车辆起步,并在时刻 t_6 处触发另一制动释放。

[0054] 等式2和等式3可用于量化与利用移动平均数(P_{brk_avg})的现有技术的方法相比利用滤波后的制动压力(P_{brk}^{adp})的方法的改进之处。根据现有技术的方法,在时刻(t_1)处,车辆停止($t_{stop}=25.91s$),在 t_2 处,发动机停止或“熄火”($t_{epd}^1=25.94s$)。在 t_3 处,检测到不期望的制动释放,并且发动机第一次发动($t_{epu}^1=38.58s$)。在 t_4 处,发动机第二次熄火($t_{epd}^2=41.42s$)。在 t_5 处,发动机第二次发动($t_{epu}^2=45.24s$)。在 t_6 处,车辆开始运动($t_{move}=46.94s$)。利用等式3计算得到该示例的燃料经济性提高指数为78.27%;并且利用等式2计算得到的 t_{prep} 为1.70s。

[0055]

$$\rho_{FEI} = \frac{\sum_j t_{epu}^j - t_{epd}^j}{t_{move} - t_{stop}} * 100\% = \frac{(38.58 - 25.94) + (45.24 - 41.42)}{46.94 - 25.91} * 100\% = 78.27\%$$

[0056] $t_{prep} = t_{move} - t_{epu} = 46.94 - 45.24 = 1.70s$

[0057] 时间延迟(t_{prep})是令人满意的,但是以指数表示的燃料经济性低。显然,38.58s处的发动机重启是不期望的。

[0058] 将滤波后的制动压力计算策略应用于图2中示出的相同的车辆停止示例。获得以下结果:从图2中可以看出, $j=1$,在 t_6 处, $t_{epu}=46.11s$ 。该示例的燃料经济性提高指数被计算为如下:

$$[0059] \quad \rho_{FEI} = \frac{D_{epd}}{D_{stp}} * 100\% = \frac{\sum_j t_{epu}^j - t_{epd}^j}{t_{move} - t_{stop}} * 100\% = 95.93\%$$

[0060] 假设在车辆怠速状态下燃料消耗率不变,则在该具体的示例性车辆停止事件中,现有技术的方法与公开的方法之间的指数(ρ_{FEI})差异相当于降低了22.5%的燃料消耗。另外, $t_{prep} = t_{move} - t_{epu} = 0.825s$ 仍然满足发动机及时重启的目标。这样,车辆系统通过以燃料经济效益最大化在整个发动机停止/起动过程期间限制车辆运动并在车辆起步期间提供及时的动力传动系准备就绪而提供优于现有技术的系统的改进之处。

[0061] 图3是示出在车辆静止事件期间的制动系统特性的波形(P_{brk} 和 P_{brk}^{adp})的曲线图。 P_{brk} 波形表示在制动系统内(例如,在制动管路或主缸内)测量的实际的制动压力。 P_{brk}^{adp} 波形

是包含利用动态滤波适应策略计算的数据的制动压力参考曲线,并且通常被称为滤波后的制动压力。参照图 7 详细描述该策略。VSC18 基于包括 P_{brk} 数据与相应的 P_{brk}^{adp} 数据的比较的多个条件来控制发动机 16 的起动 / 停止功能。

[0062] 为了在压力水平方面区分制动释放检测灵敏度,制动压力操作范围被划分为由取决于多种车辆条件的动态界限定的多个区。这些动态边界 (P_{brk}^{epd} 、 P_{brk}^{medium} 和 P_{brk}^{high}) 均由图 3 中的水平虚线表示。这些边界将制动压力操作范围分成低制动压力区、中 - 低制动压力区、中 - 高制动压力区和高制动压力区。 P_{brk}^{epd} 是发动机关闭或“熄火”时的制动压力阈值,并由图 3 中的线 312 表示。 P_{brk}^{epd} 利用等式 1 计算得出,并表示用于在发动机停止之后使车辆保持静止的最小制动压力水平。如图 3 所示, P_{brk}^{epd} 限定将低制动压力区与中 - 低制动压力区分开的动态边界。 P_{brk}^{medium} 是限定将中 - 低制动压力区与中 - 高制动压力区分开的动态边界的中间制动压力阈值,并由图 3 中的线 314 表示。 P_{brk}^{high} 是限定将中 - 高制动压力区与高制动压力区分开的动态边界的高制动压力阈值,并由图 3 中的线 316 表示。另外, P_{brk}^{epu} 是发动机启动或“发动”时的制动压力阈值,并由图 3 中的线 318 表示。 P_{brk}^{epu} 表示最小制动压力水平,在该最小制动压力水平以下,发动机必须立即重启以准备推进扭矩传递。 P_{brk}^{epd} 和 P_{brk}^{epu} 彼此偏移,以进一步避免不期望的制动释放并提供滞后区。

[0063] 车辆系统根据如下所示的等式 4 计算 P_{brk}^{medium} :

[0064]

$$P_{brk}^{medium} = \begin{cases} P_{brk}^{b4engstp} & \text{如果 } P_{brk}^{rgl} \geq P_{brk}^{Creep} \\ \min(P_{brk}^{b4engstp}, P_{brk}^{epd} + \varphi_{brk}^{upb1}) & \text{其他} \end{cases} \quad (4)$$

[0065] 其中, $P_{brk}^{b4engstp}$ 是在发动机 16 停止的时刻测量的制动压力 (P_{brk}) 值,并由图 3 中的标号 320 表示。车辆系统将该历史值 ($P_{brk}^{b4engstp}$) 存储在 VSC18 或 ECM14 的存储器内。 $P_{brk}^{b4engstp}$ 表示驾驶员使车辆可靠地保持静止而不考虑发动机停止 / 重启事件的制动压力水平。因此,该制动压力值 ($P_{brk}^{b4engstp}$) 将任何道路坡度考虑在内。 P_{brk}^{rgl} 是抵消道路坡度负荷扭矩的等效制动压力, P_{brk}^{Creep} 是抵消标称制动条件下的动力传动系怠速扭矩输出的等效制动压力。当车辆停在斜坡上(例如,停在坡道上)时, P_{brk}^{rgl} 较大。因此,当车辆停在斜坡上时,通常满足等式 4 的第一个条件(如果 $P_{brk}^{rgl} \geq P_{brk}^{Creep}$)。 φ_{brk}^{upb1} 是使 P_{brk}^{epd} 向上偏移以确定中等压力水平边界的设计参数。

[0066] 车辆系统根据如下所示的等式 5 计算 P_{brk}^{high} :

[0067]

$$P_{brk}^{high} = P_{brk}^{b4engstp} + \varphi_{brk}^{upb2} \quad (5)$$

[0068] 其中, φ_{brk}^{upb2} 是用于确定高制动压力区的下边界的第二设计参数。因此,在图 3 中示

出了最终划分的制动压力区：分别由边界线 312 (P_{brk}^{epd})、314 (P_{brk}^{med}) 和 316 (P_{brk}^{high}) 划分的低制动压力区、中 - 低制动压力区、中 - 高制动压力区和高制动压力区。

[0069] 图 3 中示出的波形按照共同的时间段进行绘制。多个制动施加和释放事件由竖直的虚线表示,并且总体上由时刻变量 ($t_1, t_2, t_3 \dots t_7$) 指示。在时刻 (t_1),设置车辆保持请求,相应的制动压力 (P_{brk}) 由标号 322 指示。在时刻 (t_2),发动机 16 在 320 处停止或“熄火”。在时刻 (t_3) 和 (t_4) 之间,通过将 P_{brk}^{adp} 限制在 P_{brk}^{high} 而使 P_{brk}^{adp} 波形饱和。时刻 t_5 至 t_7 涉及制动释放和车辆起步。图 4 示出了图 3 中示出的波形的制动释放部分 (t_5 至 t_7) 的放大图。

[0070] 参照图 3,车辆系统在时刻 (t_1) 评价车辆保持请求。制动施加和释放检测功能的车辆保持请求确定用于确定驾驶员没有请求车辆推进的状态。车辆保持请求确定驾驶员已经施加了足够的制动压力,从而在发动机停止之后以及当发动机自动重启时,作用在车轮上的孤立的阻力摩擦扭矩容量将足以限制由道路坡度负荷扭矩 (T_g) 和其他干扰扭矩 (T_d) 引起的车辆运动。此外,车辆保持请求还确定 HSA 功能将具有在驾驶员将释放制动而使车辆起步时起作用的足够的初始制动压力。制动状态条件被构造为设置车辆保持请求。这样的条件被限定和校准,以实现车辆稳定性和燃料经济性之间的最佳平衡,即,车辆保持请求检测的最低且足够的制动压力阈值。

[0071] 参照图 5,示出了根据一个或多个实施例的基于制动施加条件评价车辆保持请求的方法,所述方法总体上由标号 510 表示。制动施加状态条件包括：

[0072] 1. S_{bp} = 真；

[0073] 2. $P_{brk} \geq P_{brk4vh}$ ；

[0074] 3. $t_{vh} > \tau_{vh}$ ；和

[0075] 4. $\dot{P}_{brk} \geq \rho_{brk_vh}$ 。

[0076] 其中, S_{bp} 是制动踏板状态； P_{brk} 是实际的制动压力； t_{vh} 是车辆保持计时器； $\dot{P}_{brk}$ 是制动压力导数或变化率。根据一个或多个实施例,利用包含在 VSC18 内的软件代码来执行方法 510。在其他实施例中,在多个控制器(例如,VSC18 和 ECM14)之间共享所述软件代码。

[0077] 在操作 512 中,车辆系统接收输入信号 (S_{bp} 和 P_{brk})。在操作 514 中,对制动踏板状态信号 (S_{bp}) 进行分析,以确定制动踏板是否被应用。根据一个实施例,通过图 1 中示出的制动踏板开关来测量 S_{bp} 。如果在操作 514 处的判定为否(指示制动踏板被释放),则车辆系统前进到操作 516,并将车辆保持请求 (S_{vhr}) 设为假。如果在操作 514 处的判定为是 (S_{bp} = 真),则车辆系统确定满足第一个制动施加状态条件,并前进到操作 518。

[0078] 在操作 518 处,将制动压力 (P_{brk}) 与推进请求压力阈值 (P_{brk4vh_low}) 进行比较。 P_{brk4vh_low} 表示最小制动压力水平,在该最小制动压力水平以下,发动机必须立即重启以准备推进扭矩传递。 P_{brk4vh_low} 总体上由图 3 中的 P_{brk}^{epu} 水平线指示。车辆系统根据如下所示的等式 6 计算 P_{brk4vh_low} ：

[0079]

$$P_{brk4vh_low} = \begin{cases} \max(P_{brk}^{Creep}, P_{brk}^{rgl}) + P_{sm2} & \text{如果 } \alpha^{est} \geq 0 \\ P_{brk}^{Creep} + P_{brk}^{rgl} + P_{sm2} & \text{其他} \end{cases} \quad (6)$$

[0080] 其中, P_{brk}^{Creep} 是抵消标称制动条件下的动力传动系怠速扭矩输出的等效制动压力, P_{brk}^{rgl} 是抵消道路坡度负荷扭矩的等效制动压力。 α^{est} 是实时估计的车辆停止位置处的道路坡度。该坡度可通过图 1 中示出的坡度传感器 52 进行测量, 或者可部分地基于坡度信号 (GS) 进行估计。 P_{sm2} 是校准值。在操作 518 处, 将制动压力 (P_{brk}) 与推进请求压力阈值 (P_{brk4vh_low}) 进行比较, 以确定 P_{brk} 是否大于 P_{brk4vh_low} 。如果在操作 518 处的判定为否, 则车辆系统前进到操作 520, 并通过将车辆保持计时器 (t_{vh}) 设为等于零秒而使 t_{vh} 复位。在操作 520 之后, 车辆系统前进到操作 516, 并将车辆保持请求 (S_{vhr}) 设为假。如果在操作 518 处的判定为是 ($P_{brk} > P_{brk4vh_low}$), 则车辆系统前进到操作 522。

[0081] 在操作 522 处, 将制动压力 (P_{brk}) 与无推进请求压力阈值 (P_{brk4vh}) 进行比较。 P_{brk4vh} 表示即使在发动机将停止之后也使车辆稳健地保持静止的最小制动压力水平。 P_{brk4vh} 总体上由图 3 中的 P_{brk}^{epd} 水平线指示。车辆系统根据如下所示的等式 7 计算 P_{brk4vh} :

[0082]

$$P_{brk4vh} = \begin{cases} \max(P_{brk}^{Creep}, P_{brk}^{rgl}) + P_{sm1} & \text{如果 } \alpha^{est} \geq 0 \\ P_{brk}^{Creep} + P_{brk}^{rgl} + P_{sm1} & \text{其他} \end{cases} \quad (7)$$

[0083] 等式 7 中的变量与上面描述的等式 6 中的变量类似。 P_{sm1} 是校准值, 并且 $P_{sm1} > P_{sm2} > 0$ 。

[0084] 在操作 522 处, 将制动压力 (P_{brk}) 与无推进请求压力阈值 (P_{brk4vh}) 进行比较, 以确定 P_{brk} 是否大于或等于 P_{brk4vh} 。如果在操作 522 处的判定为否, 则车辆系统前进到操作 516, 并将车辆保持请求 (S_{vhr}) 设为假。如果在操作 522 处的判定为是 ($P_{brk} \geq P_{brk4vh}$), 则车辆系统确定满足第二个制动施加状态条件, 并前进到操作 524。在操作 524 处, 车辆系统将车辆保持计时器 (t_{vh}) 设为等于车辆保持计时器与执行周期时间 (T_s) 或者任务率 (task rate) 之和 ($t_{vh} = t_{vh} + T_s$)。

[0085] 在操作 526 处, 车辆系统将车辆保持计时器的值 (t_{vh}) 与预定的时间阈值 (τ_{vh}) 进行比较。例如, 在一个实施例中, τ_{vh} 等于 1s。 t_{vh} 表示无推进请求存在的累积时间。根据一个或多个实施例, 在此所使用的短语“推进请求”指的是制动施加条件和加速踏板位置两者。在一个实施例中, “无推进请求”对应于满足所有的四个制动施加条件并且 APP 信号指示未应用加速踏板的情况。如果在操作 526 处的判定为否, 则车辆系统前进到操作 516, 并将车辆保持请求 (S_{vhr}) 设为假。如果在操作 526 处的判定为是 ($t_{vh} > \tau_{vh}$), 则车辆系统确定满足第三个制动施加状态条件, 并前进到操作 528。

[0086] 在操作 528 处, 车辆系统评价 (P_{brk}) 的导数或变化率。在操作 530 处, 车辆系统计算 $\dot{P}_{brk}$, $\dot{P}_{brk}$ 是 P_{brk} 关于任务率 (T_s) 的数值导数。在操作 528 处, 车辆系统确定 $\dot{P}_{brk}$ 是否大于或等于导数阈值 (ρ_{brk_vh})。如果在操作 528 处的判定为否, 则车辆系统前进到操作 516, 并将车辆保持请求 (S_{vhr}) 设为假。然而, 如果在操作 528 处的判定为是 ($\dot{P}_{brk} \geq \rho_{brk_vh}$), 则车辆系统确定满足第四个制动施加状态条件, 前进到操作 532 并将车辆保持请求 (S_{vhr}) 设为真。

ρ_{brk_vh} 是正的制动压力阈值变化率,因此,在操作 528 处的判定为是指示 P_{brk} 的变化率(斜率)增加。在图 3 中, S_{vhr} = 真的时刻由竖直线 $t1$ 表示,并由标号 322 指示。在操作 532 或操作 516 之后,车辆系统前进到操作 534,然后返回到操作 514。

[0087] 在将车辆保持请求设为真(如关于方法 510 所描述的)之后,车辆系统使发动机停止或“熄火”。在一个或多个实施例中,VSC 将车辆保持请求提供给 ECM,ECM 进而使发动机停止。参照图 3,在 $t1$ 处设置车辆保持请求,并且发动机在 $t2$ 处停止。

[0088] 参照图 3 和图 4,车辆系统在时刻 ($t5$ 至 $t7$) 之间评价车辆起步请求。为了在不牺牲燃料经济效益的情况下提供相当的车辆起步性能,车辆系统预测驾驶员将请求车辆推进的时刻,使得发动机和动力传动系能够恢复到正常状态以为即将到来的车辆起步作准备。发动机和动力传动系的正常状态是指它们在不经历自动停止事件的情况下正常运行的状态。来自驾驶员的这种车辆起步意图被及时地解译,以避免延误动力传动系扭矩准备就绪。车辆系统还必须准确地确定起步意图,以避免不期望的发动机重启,从而降低了燃料经济性(如在上面参照图 2 所描述的)。

[0089] 参照图 6,示出了根据一个或多个实施例的基于制动状态条件评价车辆起步请求的方法,所述方法总体上由标号 610 指示。根据一个或多个实施例,利用包含在 VSC18 内的软件代码来执行方法 610。在其他实施例中,在多个控制器(例如,VSC18 和 ECM14)之间共享所述软件代码。

[0090] 在操作 612 中,车辆系统接收输入信号(S_{vhr} 和 V_{eh})。在操作 614 处,车辆系统评价车辆保持请求(S_{vhr})和车辆速度(V_{eh}),以确定 S_{vhr} 是否为真同时 V_{eh} 是否对应于 0 英里每小时。如果在操作 614 处的判定为否,则车辆系统前进到操作 616,并将车辆起步请求(S_{v1r})设为假。如果在操作 614 处的判定为是,则车辆系统前进到框 618。

[0091] 在框 618 处,车辆系统通过对由 P_{brk} 反映的驾驶员的制动行为进行动态滤波而计算滤波后的制动压力(P_{brk}^{adp})。 P_{brk}^{adp} 用作参考制动状态,通过该参考制动状态,当 P_{brk} 偏离 P_{brk}^{adp} 时,可检测到潜在的制动释放。车辆起步请求检测算法旨在实现识别灵敏度和精度之间的最佳折衷。为此,基于适应模式的车辆起步意图检测算法被设计用于停止/起动车辆应用。该算法确定驾驶员请求或即将请求车辆推进的状态和时间,以及时地触发发动机自动启动并为车辆起步作准备。

[0092] 图 7 示出了通过动态滤波来确定滤波后的制动压力(P_{brk}^{adp})的方法,该方法总体上由标号 710 指示。根据一个或多个实施例,方法 710 的控制逻辑包含在方法 610 的框 618 内。方法 710 利用具有基于条件可变的滤波带宽的动态低通滤波器控制制动释放检测的灵敏度,其中,宽带宽导致灵敏度低,窄带宽导致灵敏度高。

[0093] 根据下面的等式通过动态滤波器适应性地计算滤波后的制动压力(P_{brk}^{adp}):

[0094]

$$P_{brk}^{adp} = LPF(P_{brk})|T_{FC} \quad (8)$$

[0095] 其中, P_{brk}^{adp} 是关于可变滤波时间常数 T_{FC} 低通滤波后的值。伴随着图 3 中示出的压力区划分示例,针对不同带宽为 T_{FC} 预定义五个不同的值,包括:很宽的带宽(T_{FC}^1)、宽带宽

(T_{FC}^2)、中等宽的带宽(T_{FC}^3)、中等窄的带宽(T_{FC}^4)和窄带宽(T_{FC}^5)的滤波频域属性。带宽越宽,滤波后的信号越接近原始的 P_{brk} 数据,并且越难将制动释放模式与制动动作分开(灵敏度低)。另一方面,带宽越窄,滤波后的 P_{brk}^{adp} 越处于稳态,并且在偏离 P_{brk}^{adp} 时越能够容易地将压力降低识别为制动释放(灵敏度高)。在一个或多个实施例,时间常数分布在 0.05s 和 3.5s 之间的范围内,对应的带宽分布在 2.5Hz 和 0.04Hz 之间的频率范围内;其中,很宽的带宽对应于频率范围的上端和时间常数范围的下端,相反,窄带宽对应于频率范围的下端和时间常数范围的上端。在其他实施例中,很宽的带宽(T_{FC}^1)对应于大约 0.08s 的时间常数以及大约 2Hz 的带宽;宽带宽(T_{FC}^2)对应于大约 0.15s 的时间常数以及大约 1Hz 的带宽;中等宽的带宽(T_{FC}^3)对应于大约 0.30s 的时间常数以及大约 0.5Hz 的带宽;中等窄的带宽(T_{FC}^4)对应于大约 1.5s 的时间常数以及大约 0.1Hz 的带宽;窄带宽(T_{FC}^5)对应于大约 3.0s 的时间常数以及大约 0.05Hz 的带宽。

[0096] 在操作 712 处,车辆系统接收输入(N_e 、 S_{vhr} 、 P_{brk}^{adp} 和 P_{brk})。在操作 714 处,车辆系统确定发动机是否停止。在一个实施例中,该确定基于图 1 中示出的发动机速度信号(N_e)进行。如果在操作 714 处的判定为否(发动机没有停止),则车辆系统前进到操作 716。

[0097] 在操作 716 处,车辆系统评价通过方法 510 确定的车辆保持请求(S_{vhr}),以确定 S_{vhr} 是否被设为真。如果在操作 716 处的判定为否,则车辆系统前进到操作 718,并将滤波后的制动压力(P_{brk}^{adp})设为零。如果在操作 716 处的判定为是,则车辆系统前进到操作 720。

[0098] 在操作 720 处,车辆系统评价当前的 P_{brk}^{adp} 的值,以确定 P_{brk}^{adp} 的值是否等于零。如果在操作 720 处的判定为是,则车辆系统前进到操作 722,并将 P_{brk}^{adp} 设为等于当前的制动压力(P_{brk})值,以初始化滤波后的制动压力。如果在操作 720 处的判定为否,则车辆系统前进到操作 724,并选择很宽的带宽的滤波常数(T_{FC}^1)。然后,车辆系统前进到操作 726,并利用等式 8 以很宽的带宽的时间常数(T_{FC}^1)计算 P_{brk}^{adp} 。

[0099] 如果在操作 714 处的判定为是,则车辆系统前进到操作 728,以确定 P_{brk} 是否处于低制动压力区内。参照图 3,根据一个或多个实施例,在时刻 t_1 之前,低制动压力区由低于线 312 (P_{brk}^{epd}) 的制动压力值限定。如果在操作 728 处的判定为是,则车辆系统前进到操作 718,并将 P_{brk}^{adp} 设为等于零。如果在操作 728 处的判定为否,则车辆系统前进到操作 730。

[0100] 在操作 730 处,车辆系统确定 P_{brk} 是否处于中-低制动压力区。参照图 3,根据一个或多个实施例,中-低制动压力区由线 312 (P_{brk}^{epd}) 和线 314 (P_{brk}^{med}) 之间的制动压力值限定。如果在操作 730 处的判定为是,则车辆系统前进到操作 732,以确定 P_{brk} 是否增加。如果在操作 732 处的判定为是,则车辆系统前进到操作 734,并选择宽带宽滤波常数(T_{FC}^2)。然后,车辆系统前进到操作 736,并利用等式 8 以 T_{FC}^2 计算 P_{brk}^{adp} 。滤波带宽越宽,由参考信号(P_{brk}^{adp})反映出的内容越原始,因此灵敏度越低。这种情况由图 3 中的标号 324 指示,在这种情况下,灵敏度很低或者 P_{brk} 和 P_{brk}^{adp} 之间的变化很小。如果在操作 732 处的判定为否,则车辆系

统前进到操作 738。

[0101] 在操作 738 处, 车辆系统选择窄带宽滤波常数 (T_{FC}^5)。然后, 车辆系统前进到操作 736, 并利用等式 8 以 T_{FC}^5 计算 P_{brk}^{adp} 。滤波带宽越窄, 参考信号 (P_{brk}^{adp}) 越处于稳态, 当远离滤波后的制动压力时能够检测到偏差的灵敏度越高。这种情况由图 3 中的标号 326 指示, 在这种情况下, 灵敏度很高或者 P_{brk} 和 P_{brk}^{adp} 之间的变化很大。如果在操作 730 处的判定为否, 则车辆系统前进到操作 740。

[0102] 在操作 740 处, 车辆系统确定 P_{brk} 是否处于中 - 高制动压力区。参照图 3, 根据一个或多个实施例, 中 - 高制动压力区由线 314 (P_{brk}^{med}) 和线 316 (P_{brk}^{high}) 之间的制动压力值限定。如果在操作 740 处的判定为是, 则车辆系统前进到操作 742, 以确定 P_{brk} 是否增加。如果在操作 742 处的判定为否, 则车辆系统前进到操作 744。

[0103] 在操作 744 处, 车辆系统选择中等宽的带宽滤波常数 (T_{FC}^3)。然后, 车辆系统前进到操作 736, 并利用等式 8 以 T_{FC}^3 计算 P_{brk}^{adp} 。另外, 滤波带宽越宽, 由参考信号 (P_{brk}^{adp}) 反映出的内容越原始, 因此灵敏度越低。这种情况由图 3 中的标号 328 指示, 在这种情况下, 灵敏度适中或者 P_{brk} 和 P_{brk}^{adp} 之间的变化适中。如果在操作 742 处的判定为是, 则车辆系统前进到操作 746。

[0104] 在操作 746 处, 车辆系统选择中等窄的带宽滤波常数 (T_{FC}^4)。然后, 车辆系统前进到操作 736, 并利用等式 8 以 T_{FC}^4 计算 P_{brk}^{adp} 。另外, 滤波带宽越窄, 参考信号 (P_{brk}^{adp}) 越处于稳态, 当远离滤波后的制动压力时能够检测到偏差的灵敏度越高。这种情况由图 3 中的标号 330 指示, 在这种情况下, 灵敏度适中或者 P_{brk} 和 P_{brk}^{adp} 之间的变化适中。

[0105] 如果在操作 740 处的判定为否, 则车辆系统确定 P_{brk} 处于高制动压力区。参照图 3, 根据一个或多个实施例, 高制动压力区由大于 P_{brk}^{high} 的制动压力值限定。然后, 车辆系统前进到操作 748, 并将 P_{brk}^{adp} 设为等于 P_{brk}^{high} 。在高制动压力区, 滤波后的制动压力 P_{brk}^{adp} 饱和或者被设为等于最大值 P_{brk}^{high} , 以使检测停止, 这是因为在如此高的制动压力水平下没有必要触发车辆起步请求。这种情况由图 3 中的标号 332 指示。在操作 718、722、726、736 和 748 之后, 车辆系统前进到操作 750。

[0106] 在操作 750 处, 车辆系统返回到操作 714。另外, 在操作 750 处, 车辆系统将由方法 710 确定的输出值提供给图 6 中示出的方法 610 的框 620。在框 620 处, 车辆系统确定制动释放模式计时器策略。

[0107] 图 8 示出了用于确定制动释放模式计时器策略的方法, 该方法总体上由标号 810 指示。根据一个或多个实施例, 方法 810 的控制逻辑包含在方法 610 的框 620 中。在操作 812 处, 车辆系统接收输入信号 (D_{rls} 、 $\dot{P}_{brk}$ 、 D_{patn})。为了获得制动释放条件的存在和持久性两者, 两个主要的制动释放模式计时器被限定为 D_{rls} 和 D_{patn} 。 D_{rls} 表示自初始合格的制动释放开始以来的总的持续时间, D_{patn} 表示合格的制动释放的持续时间的总和。 $\dot{P}_{brk}$ 表示制动

力释放的变化率, $\dot{P}_{brk}$ 是实际的制动压力 (P_{brk}) 的导数。

[0108] 在操作 814 处, 车辆系统确定 D_{rls} 计时器是否已被启用。当 D_{rls} 计时器计数时, D_{rls} 计时器被启用。如果在操作 814 处的判定为否 (例如, $D_{rls}=0$), 则车辆系统前进到操作 816, 以评价制动力的释放速率 ($\dot{P}_{brk}$)。在操作 816 处, 车辆系统确定 $\dot{P}_{brk}$ 是否小于或等于制动压力阈值速率 (π)。 π 是负的制动压力阈值速率, 因此, 在操作 816 处的判定为是 ($\dot{P}_{brk} \leq \pi$) 表示 P_{brk} 的变化率 (斜率) 减小。这种情况由图 4 中的标号 412 指示。如果在操作 816 处的判定为是, 则车辆系统前进到操作 818, 并启用 D_{rls} 计时器。如果在操作 816 处的判定为否, 则车辆系统确定 P_{brk} 的变化率没有减小 (例如, 增加或持平), 并前进到操作 820。在操作 820 处, 车辆系统将变量 D_{rls} 、 D_{patn} 、 D_{hld} 和 D_{rst} 设为等于零。 D_{hld} 表示保持计时器, D_{rst} 表示复位计时器。如果在操作 814 处的判定为是, 则车辆系统前进到操作 822。

[0109] 在操作 822 处, 车辆系统将制动力释放速率 ($\dot{P}_{brk}$) 与制动压力取消阈值速率 (qi) 进行比较。 qi 是负的制动压力阈值速率, 因此, 在操作 822 处的判定为是 ($\dot{P}_{brk} > qi$) 表示 P_{brk} 的变化率 (斜率) 以大于 qi 的速率增加或减小。如果在操作 822 处的判定为是, 则车辆系统前进到操作 824。在操作 824 处, 车辆系统通过设置 ($D_{dsbl}=D_{dsbl}+T_s$ 和 $D_{rls}=0$) 而将禁用计时器 (D_{dsbl}) 增加一个执行周期 (T_s), 并将释放计时器 (D_{rls}) 复位。在操作 826 处, 车辆系统确定禁用计时器 (D_{dsbl}) 是否大于禁用阈值 (λ_{dsbl})。如果在操作 826 处的判定为是, 则车辆系统前进到操作 828, 并禁用 D_{rls} 计时器。如果在操作 822 处的判定为否, 则车辆系统前进到操作 830。

[0110] 在操作 830 处, 车辆系统通过设置 $D_{rls}=D_{rls}+T_s$ 和 $D_{dsbl}=0$ 而将释放计时器 (D_{rls}) 增加一个执行周期 (T_s), 并将禁用计时器 (D_{dsbl}) 复位。在操作 832 处, 车辆系统确定制动力释放速率 ($\dot{P}_{brk}$) 是否小于或等于制动压力阈值速率 (π)。 π 是负的制动压力阈值速率, 因此, 在操作 832 处的判定为是 ($\dot{P}_{brk} \leq \pi$) 指示 P_{brk} 的变化率 (斜率) 减小。这种情况由图 4 中的标号 414 指示。 π 小于负的制动压力阈值速率 qi , qi 小于或等于零 ($\pi < qi \leq 0$)。因此, π 和 qi 为计时器向上计数和复位决策提供滞后区。如果在操作 832 处的判定为是, 则车辆系统前进到操作 834, 并通过设置 $D_{patn}=D_{patn}+T_s$ 和 $D_{rst}=0$ 而将释放模式计时器 (D_{patn}) 增加一个执行周期 (T_s), 并将复位计时器 (D_{rst}) 复位。如果在操作 832 处的判定为否, 则车辆系统前进到操作 836。

[0111] 在操作 836 处, 车辆系统将复位计时器 (D_{rst}) 增加一个执行周期 (T_s)。在操作 838 处, 车辆系统确定复位计时器 (D_{rst}) 是否大于复位阈值 (λ_{rst})。如果在操作 838 处的判定为是, 则车辆系统前进到操作 828 并禁用 D_{rls} 计时器。如果在操作 838 处的判定为否, 则车辆系统前进到操作 840。

[0112] 在操作 840 处, 车辆系统评价时间流逝比 (R_d) 和释放计时器 (D_{rls}), 其中, $R_d=D_{patn}/D_{rls}$ 。车辆系统确定 R_d 是否小于复位阈值 (γ_{rst}) 以及 D_{rls} 是否大于或等于释放阈值 (d_i)。如果这些判定均为是, 则车辆系统前进到操作 828 并禁用 D_{rls} 计时器。如果在操作 840 或操作 826 处的判定为否, 则车辆系统前进到操作 842。车辆系统还在操作 818、820 和 834 之后前进到操作 842。

[0113] 在操作 842 处,车辆系统返回到操作 812。另外,在操作 842 处,车辆系统将由方法 810 确定的输出值提供给图 6 中示出的方法 610 的操作 622。

[0114] 在操作 622 处,车辆系统确定是否已经检测到制动释放模式。在一个或多个实施例中,当下面所有的制动释放条件均满足时,检测到制动释放模式:

[0115] 1. $P_{brk} \leq P_i^{thld}$ 且 $P_{brk} > P_{brk}^{epu}$;

[0116] 2. $\delta \geq \sigma P_{brk}^{adp} > 0$;

[0117] 3. $\dot{\delta} \geq \rho_{\delta}$;

[0118] 4. $D_{rls} \geq d_i$ 针对 $\dot{P}_{brk}$ 条件的阈值 p_i ; 和

[0119] 5. $R_d \geq \gamma_i$ 。

[0120] 第一个制动释放状态条件 ($P_{brk} \leq P_i^{thld}$ 且 $P_{brk} > P_{brk}^{epu}$) 涉及当前的制动压力水平 (P_{brk})。 P_i^{thld} 表示阈值制动压力值,其中,下标 i 指示制动压力区指数。对于图 4 中示出的实施例,在时刻 t_7 处对 P_{brk} 进行评价,其中, P_{brk} 在中-低压力区内,因此, P_i^{thld} 等于 P_{brk}^{med} 。因此,当 $P_{brk} \leq P_{brk}^{med}$ 且 $P_{brk} > P_{brk}^{epu}$ (可组合表示为 $P_{brk}^{epu} < P_{brk} \leq P_{brk}^{med}$) 时,满足第一个条件。因为在 t_7 处, P_{brk} 在该区域 ($P_{brk}^{epu} < P_{brk} \leq P_{brk}^{med}$) 内,所以在示出的实施例中,满足第一个条件。

[0121] 第二个制动释放状态条件 ($\delta \geq \sigma P_{brk}^{adp} > 0$) 涉及制动压力 (P_{brk}) 与滤波后的制动压力 (P_{brk}^{adp}) 之间的差异。 δ 表示位移偏差,并基于由图 7 的方法确定的 P_{brk}^{adp} 利用如下所示的等式 9 计算得出:

[0122]

$$\delta = P_{brk}^{adp} - P_{brk} \quad (9)$$

[0123] 该差异 (δ) 在图 4 中沿着时刻 t_7 示出。变量 σ 是表示分数值的常数(例如, $0 < \sigma < 1$)。第二个条件使 δ 与 P_{brk}^{adp} 相互关联。

[0124] 第三个制动释放状态条件 ($\dot{\delta} \geq \rho_{\delta}$) 涉及 P_{brk}^{adp} 和 P_{brk} 的变化率。 $\dot{\delta}$ 表示偏差 (δ) 的变化率,并利用如下所示的等式 10 计算得出:

[0125]

$$\dot{\delta} = \dot{P}_{brk}^{adp} - \dot{P}_{brk} \quad (10)$$

[0126] 其中, $\dot{P}_{brk}^{adp}$ 是滤波后的制动压力波形的斜率, $\dot{P}_{brk}$ 是制动压力波形的斜率。 $\dot{P}_{brk}^{adp}$ 和 $\dot{P}_{brk}$ 均在图 4 中示出。变量 ρ_{δ} 是恒定值,第三个条件 ($\dot{\delta} \geq \rho_{\delta}$) 通常在 P_{brk} 快速减小时满足,并由图 4 中的标号 416 表示。

[0127] 第四个制动释放状态条件 ($D_{rls} \geq d_i$) 涉及制动释放计时器策略,并在图 8 中示出的方法 810 的操作 840 处确定。第四个条件通常规定:制动释放状态条件为真所持续的时间段的长度足以滤除由于 P_{brk} 的振荡导致的任何不期望的制动释放。 D_{rls} 在图 4 中被示出

为 t_7 之前的一段时间。

[0128] 第五个制动释放状态条件 ($R_d \geq \gamma_i$) 也涉及制动释放计时器策略。 R_d 表示时间流逝比 (R_d), 其中, $R_d = D_{patn} / D_{rls}$, γ_i 是比值参数, 其中, 下标 i 指示对应的制动压力区指数。第五个条件通常规定: 制动释放状态条件为真所持续的时间段的长度足以滤除由于 P_{brk} 的振荡导致的任何不期望的制动释放。 D_{patn} 在图 4 中被示出为 t_7 之前的一段时间, 且小于 D_{rls} 。

[0129] 在操作 622 处, 车辆系统对这五个制动释放状态条件进行评价, 以确定是否检测到制动释放模式。如果在操作 622 处的判定为否 (并非所有的五个条件均满足), 则车辆系统前进到操作 616, 并将车辆起步请求设为假 ($S_{vtr} = \text{假}$)。如果在操作 622 处的判定为是 (所有的五个条件均满足), 则车辆系统前进到操作 624, 并将车辆起步请求设为真 ($S_{vtr} = \text{真}$)。在操作 624 和 616 之后, 车辆系统前进到操作 626, 然后返回到操作 612。在车辆系统的其他实施例中, 当满足的条件比所有的五个条件少时, 车辆起步请求可被设为真。在一个实施例中, 当 $P_{brk} \leq P_{brk}^{opt}$ 时, 车辆起步请求被设为真。

[0130] 如关于方法 610 所描述的, 在车辆起步请求被设为真之后, 车辆系统使发动机重启或“发动”。在一个或多个实施例中, VSC 将车辆起步请求提供给 ECM, ECM 进而使发动机重启。

[0131] 参照图 9, 示出了根据一个或多个实施例的基于制动状态条件评价车辆推进意图的方法, 该方法总体上由标号 910 指示。根据一个或多个实施例, 利用包含在 ECM 内的软件代码来执行方法 910。在其他实施例中, 在多个控制器 (例如, VSC 和 ECM) 之间共享所述软件代码。

[0132] 在操作 912 处, 车辆系统接收输入 (S_{vtr} 和 S_{vhr})。 S_{vtr} 是由方法 610 (图 6) 确定的当前的车辆起步请求 (真或假)。 S_{vhr} 是由方法 510 (图 5) 确定的当前的车辆保持请求 (真或假)。

[0133] 在操作 914 处, 车辆系统将当前的车辆起步请求 (S_{vtr}) 与之前的车辆起步请求进行比较, 以确定车辆起步请求是否从假变为真。根据一个或多个实施例, 之前的车辆起步请求被保存在 ECM 的存储器内。如果在操作 914 处的判定为是, 则车辆系统前进到操作 916。在操作 916 处, 车辆系统将车辆推进意图 (S_{vpi}) 设为真, 并使发动机重启或“发动”。如果在操作 914 处的判定为否, 则车辆系统前进到操作 918。

[0134] 在操作 918 处, 车辆系统将当前的车辆保持请求 (S_{vhr}) 与之前的车辆保持请求进行比较, 以确定车辆保持请求是否从假变为真。根据一个或多个实施例, 之前的车辆保持请求被保存在 ECM 的存储器内。如果在操作 918 处的判定为是, 则车辆系统前进到操作 920。在操作 920 处, 车辆系统将车辆推进意图 (S_{vpi}) 设为假, 并使发动机停止或“熄火”。如果在操作 918 处的判定为否, 则车辆系统前进到操作 922, 并保持当前的车辆推进意图状态。在操作 916、920 和 922 之后, 车辆系统前进到操作 924, 然后返回到操作 912。

[0135] 如上述实施例所论证的, 车辆、车辆系统和方法通过对制动压力信号进行动态滤波而提供优于现有技术的优势。这样的动态滤波调节制动释放分析的灵敏度, 以避免车辆起步的误检测和不期望的发动机重启, 这与现有的系统相比提高了车辆的燃料经济性。

[0136] 尽管已经详细描述了最佳方式, 但是熟悉本领域的技术人员将认识到权利要求的范围内的各种可选设计和实施例。另外, 实施的各个实施例的特征可被结合, 以形成本发明的进一步的实施例。尽管各个实施例可能已被描述为提供优点或者在一个或多个期望的特

性方面优于其他实施例或现有技术的实施方式,但是本领域普通技术人员将认识到,一个或多个特点或特性可被折衷,以实现期望的系统属性,期望的系统属性取决于具体的应用和实施方式。这些属性可包括但不限于成本、强度、耐久性、生命周期成本、可销售性、外观、包装、尺寸、维护保养方便性、重量、可制造性、装配容易性等。在此被描述为在一个或多个特性方面不如其他实施例或现有技术的实施方式的实施例并不在本公开的范围之外,并且可被期望用于特定的应用。另外,实施的各个实施例的特征可被结合,以形成本发明的进一步的实施例。

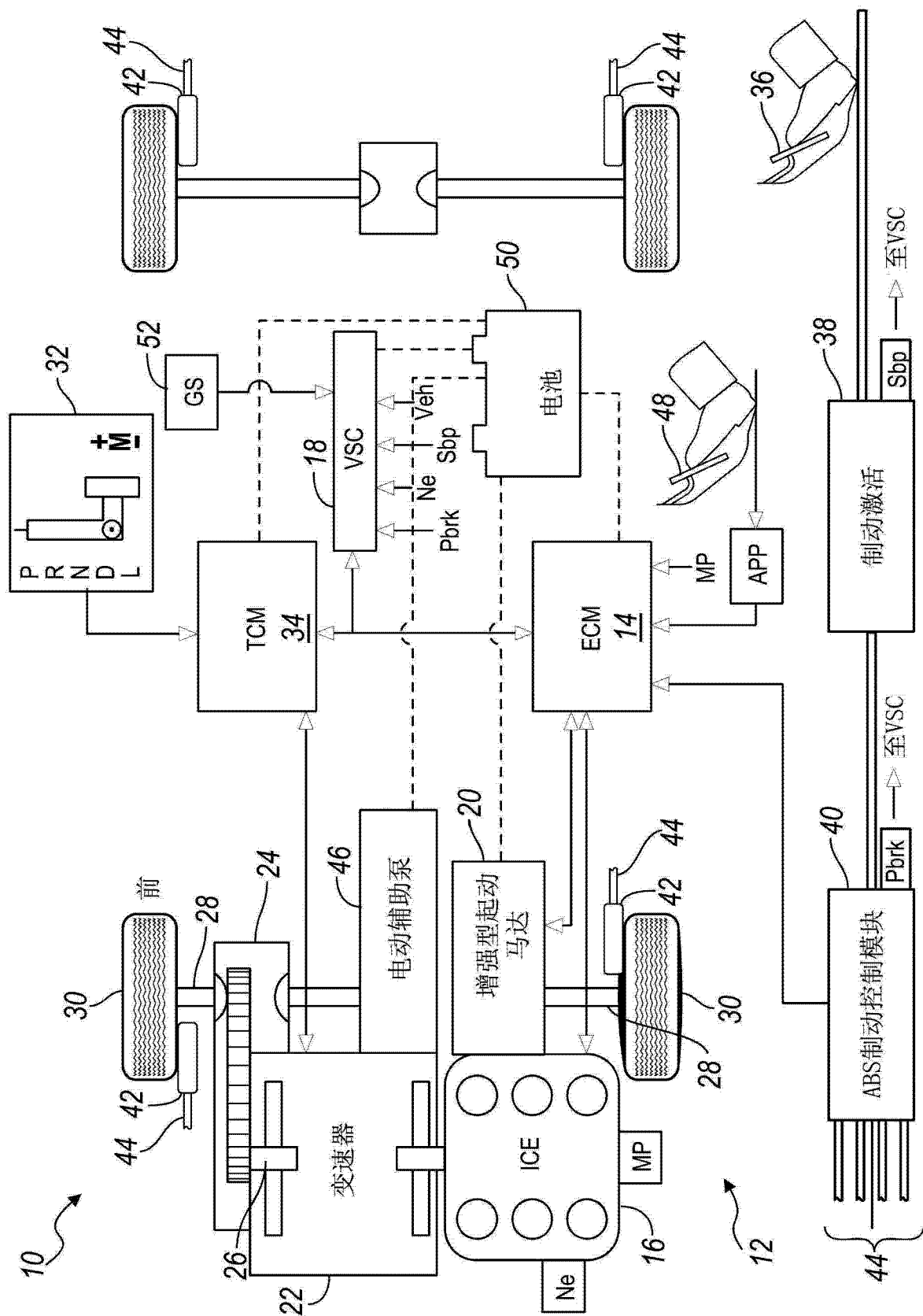


图 1

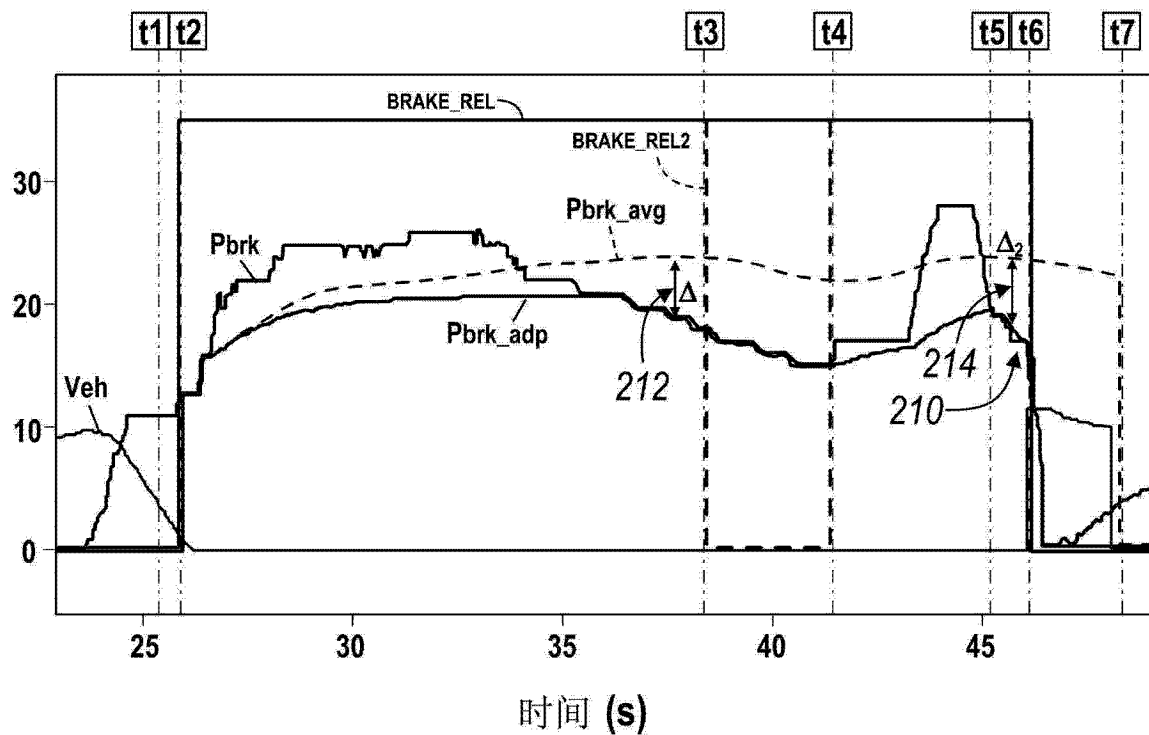


图 2

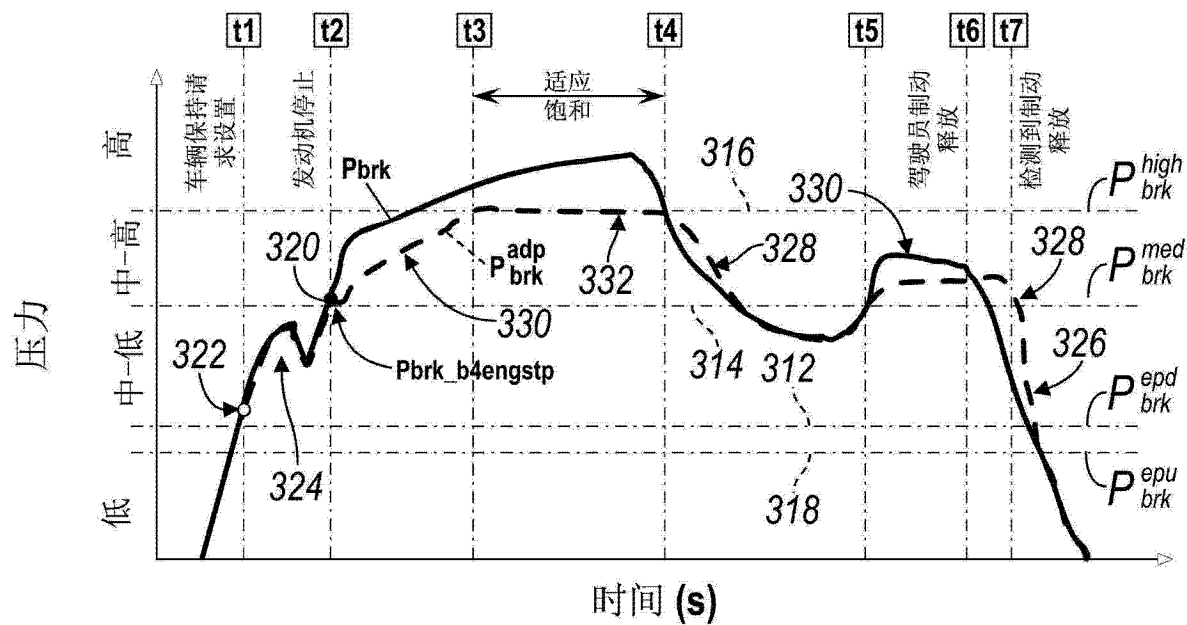


图 3

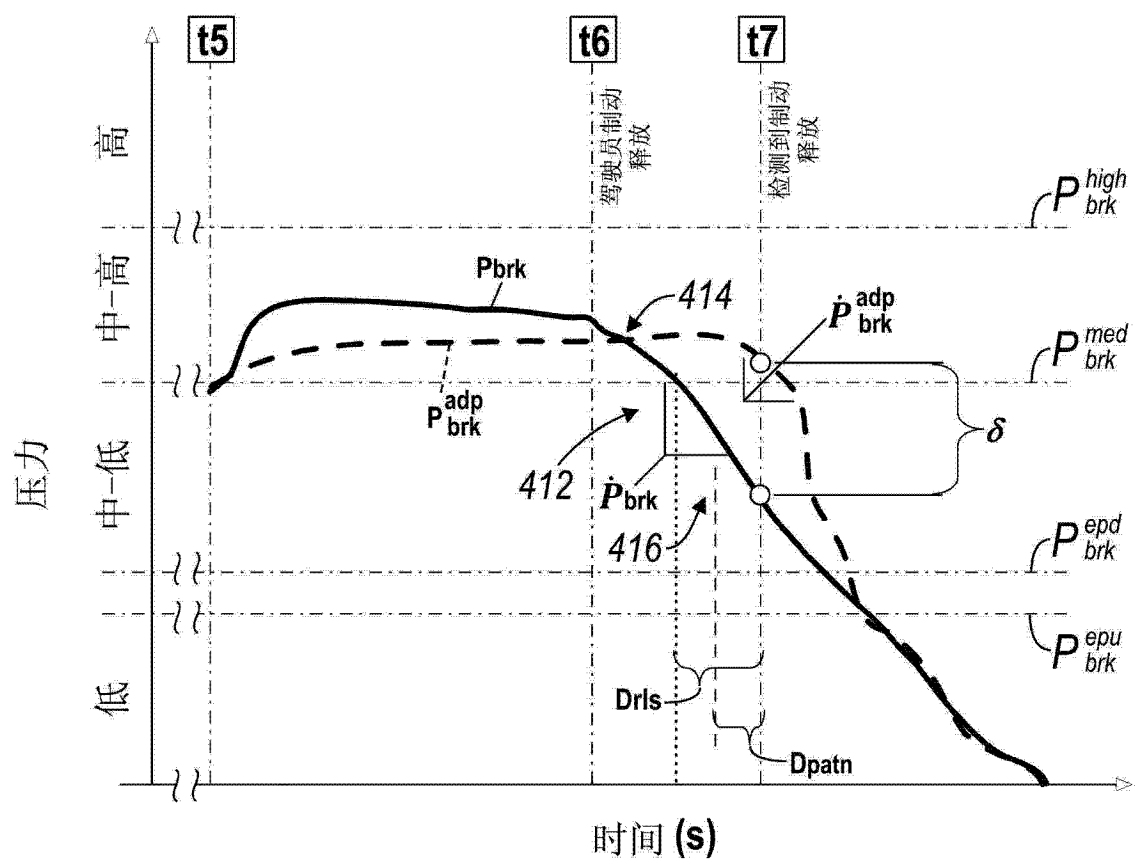


图 4

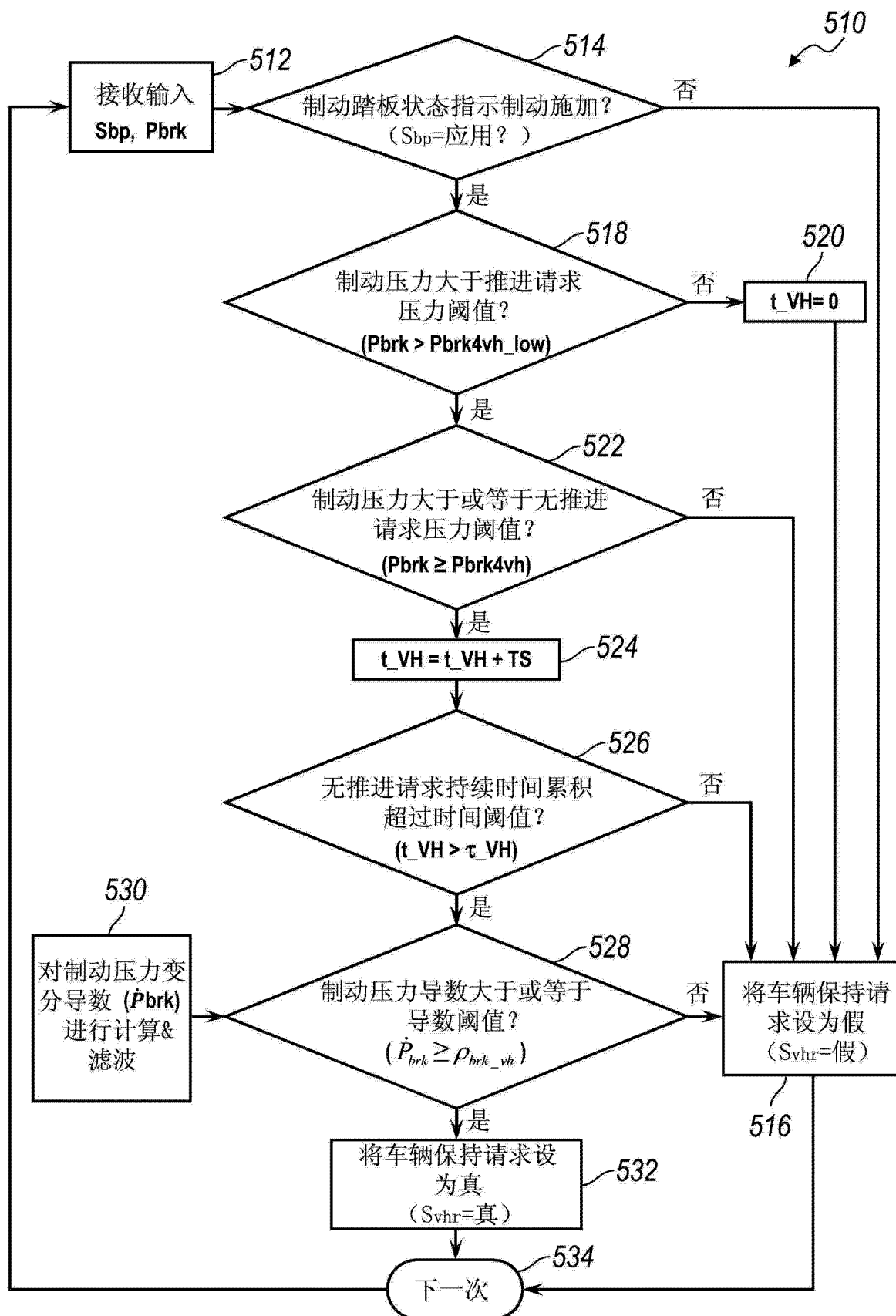


图 5

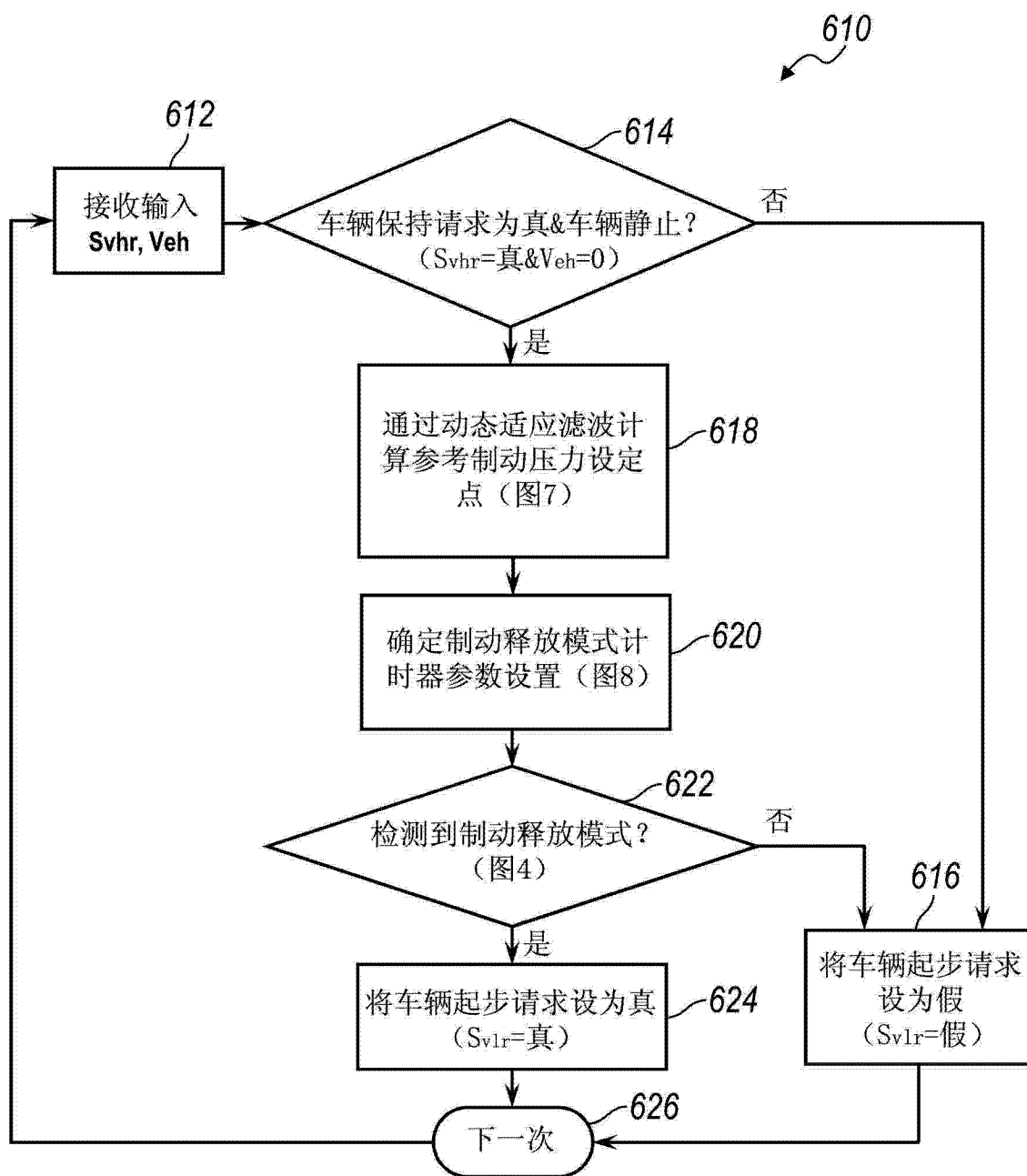


图 6

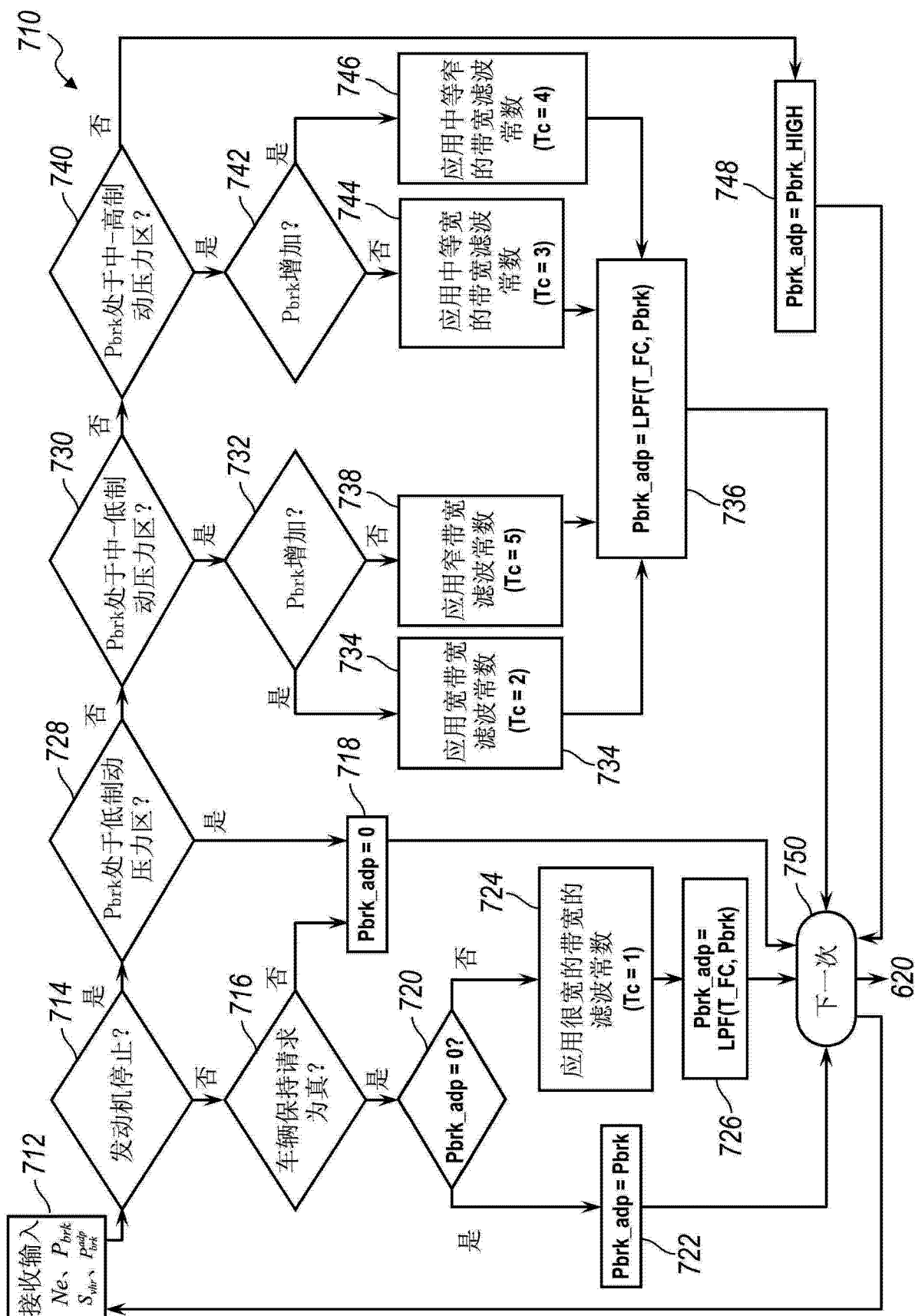


图 7

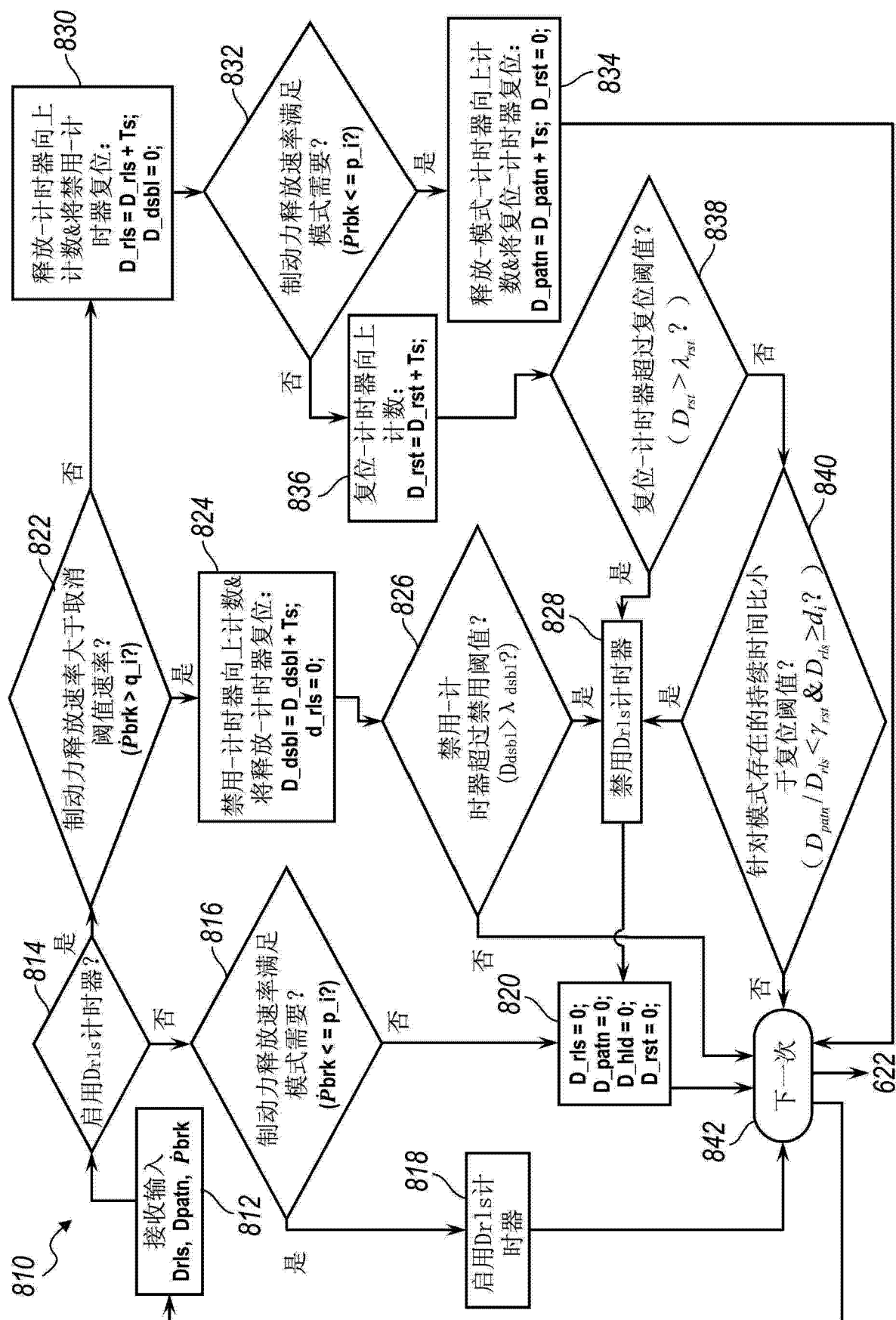


图 8

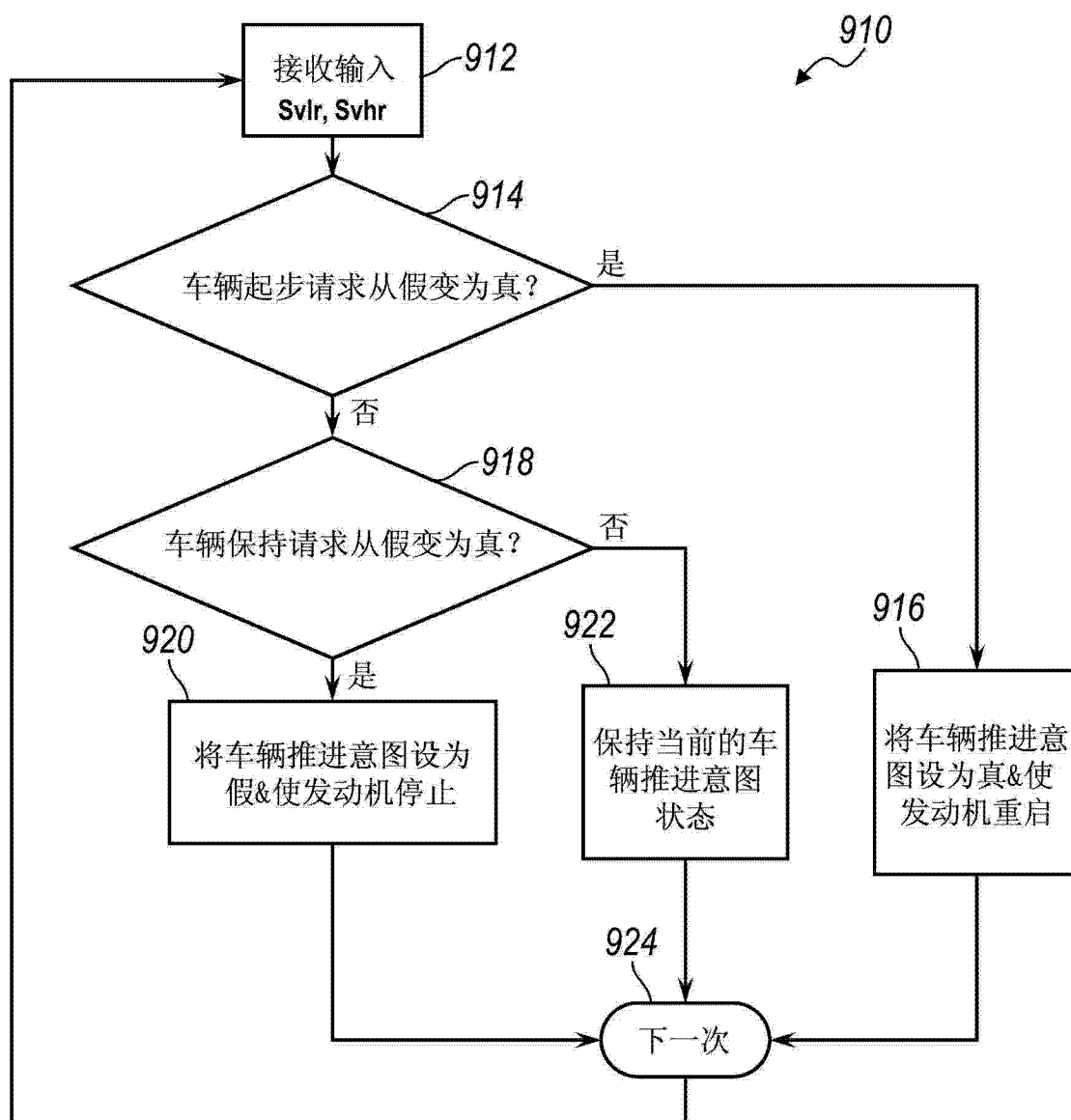


图 9