



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111645528 B

(45) 授权公告日 2022.02.11

(21) 申请号 202010507893.4

(22) 申请日 2020.06.05

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111645528 A

(43) 申请公布日 2020.09.11

(73) 专利权人 中国第一汽车股份有限公司
地址 130011 吉林省长春市汽车经济技术
开发区新红旗大街1号

(72) 发明人 鲁兰 官浩 徐华林 张立亮
刘志鹏 隋清海 郝占武 闫鲁平
彭凯 户俊营

(74) 专利代理机构 北京远智汇知识产权代理有
限公司 11659
代理人 范坤坤

(51) Int.Cl.
B60L 7/10 (2006.01)
B60L 15/20 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 106828121 A, 2017.06.13
- CN 110203205 A, 2019.09.06
- CN 110385997 A, 2019.10.29
- CN 109435938 A, 2019.03.08
- CN 109398097 A, 2019.03.01
- CN 108437849 A, 2018.08.24
- CN 108944910 A, 2018.12.07
- CN 109305044 A, 2019.02.05
- CN 107487188 A, 2017.12.19
- CN 105599616 A, 2016.05.25
- CN 110816281 A, 2020.02.21
- CN 110481329 A, 2019.11.22
- CN 201756119 U, 2011.03.09
- CN 108058601 A, 2018.05.22
- CN 108583292 A, 2018.09.28
- CN 110203205 A, 2019.09.06
- CN 104442450 A, 2015.03.25

(续)

审查员 张永

权利要求书3页 说明书10页 附图4页

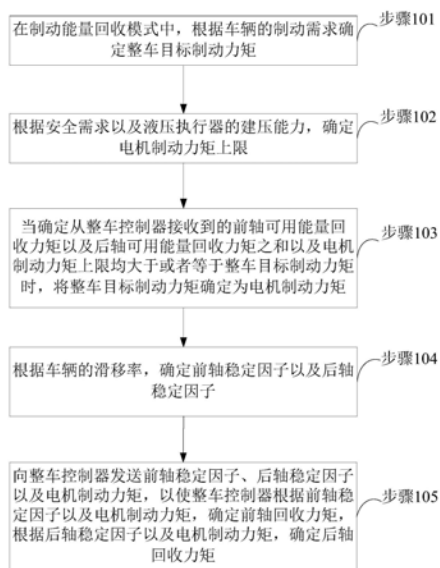
(54) 发明名称

制动能量回收控制方法、系统、装置、车辆及
存储介质

(57) 摘要

本发明公开了一种制动能量回收控制方法、系统、装置、车辆及存储介质，该方法包括：在制动能量回收模式中，根据车辆的制动需求确定整车目标制动力矩，根据安全需求以及液压执行器的建压能力，确定电机制动力矩上限，当确定从整车控制器接收到的前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和以及电机制动力矩上限均大于或者等于整车目标制动力矩时，将整车目标制动力矩确定为电机制动力矩，根据车辆的滑移率，确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子，向整车控制器发送前轴稳定因子、后轴稳定因子以及电机制动力矩。该制动能量回收控制方法可以保证车辆的稳定性以及提高了制动能量的回收效率。

CN 111645528 B



[转续页]

[接上页]

(56) 对比文件

CN 109515200 A,2019.03.26	US 10518775 B1,2019.12.31
CN 108944911 A,2018.12.07	WO 2019180951 A1,2019.09.26
CN 108045234 A,2018.05.18	US 2019105990 A1,2019.04.11
CN 110126636 A,2019.08.16	WO 2018121734 A1,2018.07.05
US 2018229610 A1,2018.08.16	JP 2019122055 A,2019.07.22

1. 一种制动能量回收控制方法,其特征在于,包括:

在制动能量回收模式中,根据车辆的制动需求确定整车目标制动力矩;

根据安全需求以及液压执行器的建压能力,确定电机制动力矩上限;

当确定从整车控制器接收到的前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和以及所述电机制动力矩上限均大于或者等于所述整车目标制动力矩时,将所述整车目标制动力矩确定为电机制动力矩;

根据所述车辆的滑移率,确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子;

向所述整车控制器发送所述前轴稳定因子、所述后轴稳定因子以及所述电机制动力矩,以使所述整车控制器根据所述前轴稳定因子以及所述电机制动力矩,确定前轴回收力矩,根据所述后轴稳定因子以及所述电机制动力矩,确定后轴回收力矩;

其中,在所述在制动能量回收模式中,根据车辆的制动需求确定整车目标制动力矩之前,所述方法还包括:

接收到制动请求后,判断是否满足制动能量回收模式激活条件;其中,所述制动能量回收模式激活条件包括以下至少一项:实际车速位于预设的制动能量回收车速范围、所述整车控制器发送的所述前轴可用能量回收力矩以及所述后轴可用能量回收力矩之和不为零、所述车辆的档位为前进档以及制动控制器未发出除制动能量回收力矩请求之外的其他力矩请求;

当确定满足制动能量回收模式激活条件时,进入制动能量回收模式。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

当确定所述前轴可用能量回收力矩以及所述后轴可用能量回收力矩之和或者所述电机制动力矩上限的任意一个小于所述整车目标制动力矩时,将所述前轴可用能量回收力矩以及所述后轴可用能量回收力矩之和或所述电机制动力矩上限中的较小者确定为所述电机制动力矩;

将所述整车目标制动力矩减去所述电机制动力矩的差值确定为液压制动力矩;

根据所述液压制动力矩,控制液压执行器在制动执行器上建立制动液压。

3. 根据权利要求1-2任一项所述的方法,其特征在于,所述滑移率包括前轮滑移率和后轮滑移率;

所述根据所述车辆的滑移率,确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子,包括:

根据所述前轮滑移率,确定所述前轴稳定因子;其中,所述前轮滑移率与所述前轴稳定因子成反比;

根据所述后轮滑移率,确定所述后轴稳定因子;其中,所述后轮滑移率与所述后轴稳定因子成反比。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述根据所述车辆的滑移率,确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子之前,所述方法还包括:

根据防抱死制动系统的输出参数、拖滞力矩控制系统的输出参数、整车横向加速度、整车纵向加速度、前轮轮速以及后轮轮速,确定所述车辆的实际车速;

根据所述车辆的实际车速以及所述前轮轮速,确定所述前轮滑移率;

根据所述车辆的实际车速以及所述后轮轮速,确定所述后轮滑移率。

5. 根据权利要求1-2任一项所述的方法,其特征在于,所述前轴回收力矩小于或者等于

所述电机制动力矩与所述前轴稳定因子的乘积,所述后轴回收力矩小于或者等于所述电机制动力矩与所述后轴稳定因子的乘积,且所述前轴回收力矩与所述后轴回收力矩之和等于所述电机制动力矩。

6. 一种制动能量回收控制系统,其特征在于,包括:制动控制器、电池控制器、整车控制器、前轴电机以及后轴电机;其中,所述制动控制器、所述电池控制器、所述前轴电机以及所述后轴电机均与所述整车控制器连接;

所述制动控制器用于执行如权利要求1-5任一项所述的制动能量回收控制方法;

所述整车控制器用于根据预设的前轴后轴可用功率分配比例以及从所述电池控制器获取到的电池的可用功率,确定前轴可用功率以及后轴可用功率,根据所述前轴可用功率确定前轴可用能量回收力矩,根据所述后轴可用功率确定后轴可用能量回收力矩,并向所述制动控制器发送所述前轴可用能量回收力矩以及所述后轴可用能量回收力矩;

所述整车控制器还用于接收所述制动控制器发送的前轴稳定因子、后轴稳定因子以及电机制动力矩,根据所述前轴稳定因子以及所述电机制动力矩,确定前轴回收力矩,根据所述后轴稳定因子以及所述电机制动力矩,确定后轴回收力矩,根据所述前轴回收力矩控制所述前轴电机制动,根据所述后轴制动力矩控制所述后轴电机制动。

7. 一种制动能量回收控制装置,其特征在于,包括:

第一确定模块,用于在制动能量回收模式中,根据车辆的制动需求确定整车目标制动力矩;

第二确定模块,用于根据安全需求以及液压执行器的建压能力,确定电机制动力矩上限;

第三确定模块,用于当确定从整车控制器接收到的前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和以及所述电机制动力矩上限均大于或者等于所述整车目标制动力矩时,将所述整车目标制动力矩确定为电机制动力矩;

第四确定模块,用于根据所述车辆的滑移率,确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子;

发送模块,用于向所述整车控制器发送所述前轴稳定因子、所述后轴稳定因子以及所述电机制动力矩,以使所述整车控制器根据所述前轴稳定因子以及所述电机制动力矩,确定前轴回收力矩,根据所述后轴稳定因子以及所述电机制动力矩,确定后轴回收力矩;

判断模块,用于接收到制动请求后,判断是否满足制动能量回收模式激活条件;其中,制动能量回收模式激活条件包括以下至少一项:实际车速位于预设的制动能量回收车速范围、整车控制器发送的前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和不为零、车辆的档位为前进档以及制动控制器未发出除制动能量回收力矩请求之外的其他力矩请求;

进入模块,用于当确定满足制动能量回收模式激活条件时,进入制动能量回收模式。

8. 一种车辆,其特征在于,所述车辆包括:

一个或多个处理器;

存储器,用于存储一个或多个程序;

整车控制器,与所述一个或多个处理器连接;

当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行,使得所述一个或多个处理器实现如权利要求1-5中任一所述的制动能量回收控制方法。

9. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,该程序被处理器执

行时实现如权利要求1-5中任一所述的制动能量回收控制方法。

制动能量回收控制方法、系统、装置、车辆及存储介质

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及汽车控制领域,尤其涉及一种制动能量回收控制方法、系统、装置、车辆及存储介质。

背景技术

[0002] 随着电动车辆技术的逐渐成熟,越来越多的车辆开始搭载纯电动系统。单轴驱动电机的形式已不能满足用户对长距离续航里程的要求,而双电机驱动形式可以给用户提供更多选择。纯电动车辆续航里程关键之一便是制动能量回收技术。

[0003] 目前,根据整车目标制动力矩确定可以回收的制动力矩,进而,根据该可以回收的制动力矩进行制动能量回收。

[0004] 但是,上述制动能量回收的方式,在路面附着系数较低的情况下,如果制动能量回收过大,会导致车辆发生滑移或是甩尾等失稳工况。

发明内容

[0005] 本发明提供一种制动能量回收控制方法、系统、装置、车辆及存储介质,以解决目前制动能量回收方式导致车辆发生滑移或甩尾等失稳工况的技术问题。

[0006] 第一方面,本发明实施例提供一种制动能量回收控制方法,包括:

[0007] 在制动能量回收模式中,根据车辆的制动需求确定整车目标制动力矩;

[0008] 根据安全需求以及液压执行器的建压能力,确定电机制动力矩上限;

[0009] 当确定从整车控制器接收到的前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和以及所述电机制动力矩上限均大于或者等于所述整车目标制动力矩时,将所述整车目标制动力矩确定为电机制动力矩;

[0010] 根据所述车辆的滑移率,确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子;

[0011] 向所述整车控制器发送所述前轴稳定因子、所述后轴稳定因子以及所述电机制动力矩,以使所述整车控制器根据所述前轴稳定因子以及所述电机制动力矩,确定前轴回收力矩,根据所述后轴稳定因子以及所述电机制动力矩,确定后轴回收力矩。

[0012] 如上所示的方法中,所述方法还包括:

[0013] 当确定所述前轴可用能量回收力矩以及所述后轴可用能量回收力矩之和或者所述电机制动力矩上限的任意一个小于所述整车目标制动力矩时,将所述前轴可用能量回收力矩以及所述后轴可用能量回收力矩之和或所述电机制动力矩上限中的较小者确定为所述电机制动力矩;

[0014] 将所述整车目标制动力矩减去所述电机制动力矩的差值确定为所述液压制动力矩;

[0015] 根据所述液压制动力矩,控制液压执行器在制动执行器上建立制动液压。

[0016] 如上所示的方法中,所述在制动能量回收模式中,根据车辆的制动需求确定整车目标制动力矩之前,所述方法还包括:

[0017] 接收到制动请求后,判断是否满足制动能量回收模式激活条件;其中,所述制动能量回收模式激活条件包括以下至少一项:实际车速位于预设的制动能量回收车速范围、所述整车控制器发送的所述前轴可用能量回收力矩以及所述后轴可用能量回收力矩之和不为零、所述车辆的档位为前进档以及制动控制器未发出除制动能量回收力矩请求之外的其他力矩请求;

[0018] 当确定满足制动能量回收模式激活条件时,进入制动能量回收模式。

[0019] 如上所示的方法中,所述滑移率包括前轮滑移率和后轮滑移率;

[0020] 所述根据所述车辆的滑移率,确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子,包括:

[0021] 根据所述前轮滑移率,确定所述前轴稳定因子;其中,所述前轮滑移率与所述前轴稳定因子成反比;

[0022] 根据所述后轮滑移率,确定所述后轴稳定因子;其中,所述后轮滑移率与所述后轴稳定因子成反比。

[0023] 如上所示的方法中,所述根据所述车辆的滑移率,确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子之前,所述方法还包括:

[0024] 根据防抱死制动系统的输出参数、拖滞力矩控制系统的输出参数、整车横向加速度、整车纵向加速度、前轮轮速以及后轮轮速,确定所述车辆的实际车速;

[0025] 根据所述车辆的实际车速以及所述前轮轮速,确定所述前轮滑移率;

[0026] 根据所述车辆的实际车速以及所述后轮轮速,确定所述后轮滑移率。

[0027] 如上所示的方法中,所述前轴回收力矩小于或者等于所述电机制动力矩与所述前轴稳定因子的乘积,所述后轴回收力矩小于或者等于所述电机制动力矩与所述后轴稳定因子的乘积,且所述前轴回收力矩与所述后轴回收力矩之和等于所述电机制动力矩。

[0028] 第二方面,本发明实施例提供一种制动能量回收控制系统,包括:制动控制器、电池控制器、整车控制器、前轴电机以及后轴电机;其中,所述制动控制器、所述电池控制器、所述前轴电机以及所述后轴电机均与所述整车控制器连接;

[0029] 所述制动控制器用于执行如第一方面提供的所述的制动能量回收控制方法;

[0030] 所述整车控制器用于根据预设的前轴后轴可用功率分配比例以及从所述电池控制器获取到的电池的可用功率,确定前轴可用功率以及后轴可用功率,根据所述前轴可用功率确定前轴可用能量回收力矩,根据所述后轴可用功率确定后轴可用能量回收力矩,并向所述制动控制器发送所述前轴可用能量回收力矩以及所述后轴可用能量回收力矩;

[0031] 所述整车控制器还用于接收所述制动控制器发送的前轴稳定因子、后轴稳定因子以及电机制动力矩,根据所述前轴稳定因子以及所述电机制动力矩,确定前轴回收力矩,根据所述后轴稳定因子以及所述电机制动力矩,确定后轴回收力矩,根据所述前轴回收力矩控制所述前轴电机制动,根据所述后轴制动力矩控制所述后轴电机制动。

[0032] 第三方面,本发明实施例提供一种制动能量回收控制装置,包括:

[0033] 第一确定模块,用于在制动能量回收模式中,根据车辆的制动需求确定整车目标制动力矩;

[0034] 第二确定模块,用于根据安全需求以及液压执行器的建压能力,确定电机制动力矩上限;

[0035] 第三确定模块,用于当确定从整车控制器接收到的前轴可用能量回收力矩以及后

轴可用能量回收力矩之和以及所述电机制动力矩上限均大于或者等于所述整车目标制动力矩时,将所述整车目标制动力矩确定为电机制动力矩;

[0036] 第四确定模块,用于根据所述车辆的滑移率,确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子;

[0037] 发送模块,用于向所述整车控制器发送所述前轴稳定因子、所述后轴稳定因子以及所述电机制动力矩,以使所述整车控制器根据所述前轴稳定因子以及所述电机制动力矩,确定前轴回收力矩,根据所述后轴稳定因子以及所述电机制动力矩,确定后轴回收力矩。

[0038] 第四方面,本发明实施例还提供了一种车辆,所述车辆包括:

[0039] 一个或多个处理器;

[0040] 存储器,用于存储一个或多个程序;

[0041] 整车控制器,与所述一个或多个处理器连接;

[0042] 当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行,使得所述一个或多个处理器实现如第一方面提供的制动能量回收控制方法。

[0043] 第五方面,本发明实施例还提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现如第一方面提供的制动能量回收控制方法。

[0044] 本实施例提供一种制动能量回收控制方法、系统、装置、车辆及存储介质,该方法包括:在制动能量回收模式中,根据车辆的制动需求确定整车目标制动力矩,根据安全需求以及液压执行器的建压能力,确定电机制动力矩上限,当确定从整车控制器接收到的前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和以及电机制动力矩上限均大于或者等于整车目标制动力矩时,将整车目标制动力矩确定为电机制动力矩,根据车辆的滑移率,确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子,向整车控制器发送前轴稳定因子、后轴稳定因子以及电机制动力矩。该制动能量回收控制方法,在确定电机制动力矩时,考虑到了前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和以及电机制动力矩上限与整车目标制动力矩的大小关系,可以实现根据车辆的滑移率确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子,一方面,使得确定出的电机制动力矩可以满足制动安全性的要求,另一方面,使得在根据确定出的前轴稳定因子以及后轴稳定因子进行制动能量回收时,可以保证车辆的稳定性,再一方面,在制动能量回收时,可以按照前轴稳定因子以及后轴稳定因子,尽可能多的回收制动能量,从而,提高了制动能量的回收效率。

附图说明

[0045] 图1为本发明提供的制动能量回收控制方法实施例的流程示意图;

[0046] 图2为本发明提供的制动能量回收控制系统实施例的流程示意图;

[0047] 图3为本发明提供的制动能量回收控制方法实施例中确定前轴稳定因子和后轴稳定因子的流程示意图;

[0048] 图4为本发明提供的制动能量回收控制装置实施例的结构示意图;

[0049] 图5为本发明提供的制动能量回收控制装置中第四确定模块的结构示意图;

[0050] 图6为本发明提供的车辆的结构示意图。

具体实施方式

[0051] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

[0052] 图1为本发明提供的制动能量回收控制方法实施例的流程示意图。本实施例适用于电动车辆制动过程中对制动能量回收进行控制的场景。本实施例可以由制动能量回收控制装置来执行,该制动能量回收控制装置可以由软件和/或硬件的方式实现,该制动能量回收控制装置可以集成于车辆的制动控制器中。如图1所示,本实施例提供的制动能量回收控制方法包括如下步骤:

[0053] 步骤101:在制动能量回收模式中,根据车辆的制动需求确定整车目标制动力矩。

[0054] 具体地,本实施例中的车辆可以为电动车辆。更具体地,本实施例中的电动车辆可以为双电机驱动的电动车辆。本实施例中的制动能量回收模式指的是能对制动能量进行回收的模式。

[0055] 图2为本发明提供的制动能量回收控制系统实施例的流程示意图。如图2所示,该制动能量回收控制系统包括:制动控制器21、整车控制器22、前轴电机23以及后轴电机24。制动控制器21、前轴电机23以及后轴电机24均与整车控制器22连接。

[0056] 更具体地,制动控制器21通过底盘控制器局域网络(Controller Area Network, CAN)、网关以及动力CAN与整车控制器22连接。本实施例中的CAN网络数据可以包括:驾驶员制动踏板BrakePedalSt、车速VehicleSpeed、轮速脉冲WheelSpeedPulse、制动主缸压力MasterCylinderPressure、驾驶侧安全带状态信息SeatBeltStatus_Driver、驾驶舱车门状态信息DoorStatus_Driver、油门踏板开度ThrottlePedalPosition、前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和(即整车可用能量回收力矩MotorRegenCapability)、电机制动力矩MotorRegenTarget、前轴稳定因子Bf、后轴稳定因子Rf等信号。

[0057] 一实现方式中,当接收到制动请求后,可以直接进入制动能量回收模式中。这里的制动请求可以为驾驶员踩下制动踏板或者自动驾驶系统发出减速请求。

[0058] 另一实现方式中,当接收到制动请求后,判断是否满足制动能量回收模式激活条件;当确定满足制动能量回收模式激活条件时,进入制动能量回收模式。

[0059] 其中,制动能量回收模式激活条件包括以下至少一项:实际车速位于预设的制动能量回收车速范围、整车控制器发送的整车可用能量回收力矩不为零、车辆的档位为前进档以及制动控制器未发出除制动能量回收力矩请求之外的其他力矩请求。

[0060] 制动控制器从CAN网络中获取各种当前车况参数,确定是否满足制动能量回收模式激活条件。在满足制动能量回收模式激活条件,才进入制动能量回收模式。这种实现方式,可以确保车辆在合适的车况中进行制动能量回收,以保证制动能量回收的成功率和车辆行驶的安全性。

[0061] 在根据车辆的制动需求,确定整车目标制动力矩时,车辆的制动需求可以根据驾驶员踩下制动踏板的深度或者自动驾驶系统发出减速请求的确定。

[0062] 在驾驶员控制制动的场景中,制动控制器根据驾驶员当前踩下制动踏板的深度以及预设的制动踏板深度与减速度的映射关系,确定驾驶员需要的目标减速度。基于 $F=M*a$,其中,F为整车目标制动力,M为整车质量,a为目标减速度,确定整车目标制动力。再将整车

目标制动力与车轮半径的乘积,确定为整车目标制动力矩。

[0063] 在自动驾驶系统控制制动的场景中,制动控制器根据自动驾驶系统发出的减速请求中的目标减速度,确定整车目标制动力。再将整车目标制动力与车轮半径的乘积,确定为整车目标制动力矩。

[0064] 步骤102:根据安全需求以及液压执行器的建压能力,确定电机制动力矩上限。

[0065] 具体地,请继续参照图2,该系统还包括与制动控制器21连接的液压执行器27,以及,与液压执行器27连接的制动执行器26。

[0066] 电机制动存在失效的风险。如果电机制动失效,需要在预设的较短时间内由液压制动器进行制动,以补充电机制动失效后所需的制动力。电机制动失效后所需的制动力可以根据安全需求确定。该电机制动失效后所需的制动力是否能在较短时间内由液压制动器补充上,由液压制动器的建压能力确定。因此,基于安全需求以及液压执行器的建压能力,可以确定电机制动力矩上限,以确保可以在电机制动失效的情况下,由液压制动补充电机制动失效后所需的制动力,提高车辆的制动安全性。

[0067] 步骤103:当确定从整车控制器接收到的前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和以及电机制动力矩上限均大于或者等于整车目标制动力矩时,将整车目标制动力矩确定为电机制动力矩。

[0068] 具体地,整车控制器22在车辆行驶过程中,可以以预设的频率向制动控制器21发送前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩。制动控制器21可以将前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和作为整车可用能量回收力矩。可选地,图2所示的系统中还包括与整车控制器22连接的电池控制器25。整车控制器22可以从电池控制器25中获取电池的可用功率,再根据预设的前轴后轴可用功率分配比例以及该可用功率,确定前轴可用功率和后轴可用功率。本实施例中前轴可用功率指的是分配给前轴的电池可以被充电的功率,后轴可用功率指的是分配给后轴的电池可以被充电的功率。

[0069] 整车控制器22可以根据前轴可用功率,确定前轴可用能量回收力矩,根据后轴可用功率,确定后轴可用能量回收力矩,并向制动控制器发送前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩。

[0070] 前轴可用功率等于前轴可用能量回收力矩与前轮转速的乘积,前轴可用功率以及前轮转速已知,就可以确定出前轴可用能量回收力矩。

[0071] 后轴可用功率等于后轴可用能量回收力矩与后轮转速的乘积,后轴可用功率以及后轮转速已知,就可以确定出后轴可用能量回收力矩。

[0072] 整车控制器22可以通过CAN网络向制动控制器21发送前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩。

[0073] 制动控制器21接收到前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之后,将前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和确定为整车可用能量回收力矩。即, $Torque-regencapa = FTorque-regencapa + RTorque-regencapa$,其中, $Torque-regencapa$ 表示整车可用能量回收力矩, $FTorque-regencapa$ 表示前轴可用能量回收力矩, $RTorque-regencapa$ 表示后轴可用能量回收力矩。

[0074] 一实现方式中,在整车可用能量回收力矩以及电机制动力矩上限均大于或者等于整车目标制动力矩时,通过电机制动,将整车目标制动力矩确定为电机制动力矩。即,

Torque-motor=BrakeTorque,其中,Torque-motor表示电机制动力矩,BrakeTorque表示整车目标制动力矩。

[0075] 另一实现方式中,当确定整车可用能量回收力矩或者电机制动力矩上限中的任意一个小于整车目标制动力矩时,需要电机制动结合液压制动。在该实现方式中,将整车可用能量回收力矩或者电机制动力矩上限中的较小者确定为电机制动力矩。将整车目标制动力矩减去电机制动力矩的差值确定为液压制动力矩。即,BrakeTorque=Torque-motor+Torque-hydraulic,其中,Torque-hydraulic表示液压制动力矩。该实现方式可以在保证制动效果的前提下,尽可能多的回收制动能量,以进一步提高车辆的续航里程。

[0076] 请继续参照图2,在确定出液压制动力矩之后,制动控制器21根据液压制动力矩,控制液压执行器27在制动执行器26建立制动液压。

[0077] 更具体地,制动控制器21根据能量回收控制模块确定电机制动力矩以及液压制动力矩。

[0078] 步骤104:根据车辆的滑移率,确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子。

[0079] 具体地,车辆的滑移率可以包括前轮滑移率和后轮滑移率。

[0080] 图3为本发明提供的制动能量回收控制方法实施例确定前轴稳定因子和后轴稳定因子的流程示意图。如图3所示,步骤103具体可以包括以下步骤:

[0081] 步骤1031:根据前轮滑移率,确定前轴稳定因子。

[0082] 其中,前轮滑移率与前轴稳定因子成反比。

[0083] 举例来说,假设前轮滑移率为100%,则前轴稳定因子为0;前轮滑移率为0,则前轴稳定因子为100%。

[0084] 步骤1032:根据后轮滑移率,确定后轴稳定因子。

[0085] 其中,后轮滑移率与后轴稳定因子成反比。

[0086] 举例来说,假设后轮滑移率为100%,则后轴稳定因子为0;后轮滑移率为0,则后轴稳定因子为100%。

[0087] 本实施例中,制动控制器21可以根据防抱死制动系统(Antilock Brake System, ABS)的输出参数、拖滞力矩控制(Dragging Torque Control, DTC)系统的输出参数、整车横向加速度、整车纵向加速度、前轮轮速以及后轮轮速,确定车辆的实际车速;根据车辆的实际车速以及前轮轮速,确定前轮滑移率;根据车辆的实际车速以及后轮轮速,确定后轮滑移率。

[0088] 更具体地,制动控制器21可以根据 $S_f = \frac{u - u_{wf}}{u}$ 确定前轮滑移率,其中, S_f 表示前

轮滑移率, u 表示车辆的实际车速, u_{wf} 表示前轮轮速。根据 $S_r = \frac{u - u_{wr}}{u}$ 确定后轮滑移率,其

中, S_r 表示后轮滑移率, u_{wr} 表示后轮轮速。

[0089] 可选地,制动控制器21可以从相应的传感器中获取到前轮轮速以及后轮轮速。

[0090] 更具体地,制动控制器21可以通过整车稳定性估算模块确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子。

[0091] 根据滑移率确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子,可以实现在确定稳定因子的过程中考虑到车辆的滑移率,从而,使得在根据确定出的稳定因子进行能量回收时,可以保证

车辆的稳定性,避免车辆在制动能量回收过程中出现滑移或甩尾等失稳工况。

[0092] 在确定滑移率时,考虑到ABS的输出参数、DTC系统的输出参数、整车横向加速度、整车纵向加速度、前轮轮速以及后轮轮速,可以使得确定出的滑移率更加精确,提高前轴稳定因子以及后轴稳定因子的精准性,进而,进一步保证制动能量回收过程中车辆的稳定性。

[0093] 可选地,步骤104与步骤101-步骤103之间没有时序关系。

[0094] 步骤105:向整车控制器发送前轴稳定因子、后轴稳定因子以及电机制动力矩,以使整车控制器根据前轴稳定因子以及电机制动力矩,确定前轴回收力矩,根据后轴稳定因子以及电机制动力矩,确定后轴回收力矩。

[0095] 具体地,制动控制器21在确定出前轴稳定因子以及后轴稳定因子之后,向整车控制器22发送前轴稳定因子、后轴稳定因子以及电机制动力矩。

[0096] 整车控制器22接收制动控制器21发送的前轴稳定因子、后轴稳定因子以及电机制动力矩。整车控制器22根据前轴稳定因子以及电机制动力矩,确定前轴回收力矩,根据前轴回收力矩控制前轴电机23制动。整车控制器22根据后轴稳定因子以及电机制动力矩,确定后轴回收力矩,根据后轴制动力矩控制后轴电机24制动。

[0097] 更具体地,前轴回收力矩小于或者等于电机制动力矩与前轴稳定因子的乘积,后轴回收力矩小于或者等于电机制动力矩与后轴稳定因子的乘积,且前轴回收力矩与后轴回收力矩之和等于电机制动力矩。即,前轴回收力矩 $F_{\text{Torque-motor}} \leq \text{Torque-motor} * B_f$,后轴回收力矩 $R_{\text{Torque-motor}} \leq \text{Torque-motor} * B_r$,并且 $(F_{\text{Torque-motor}}) + (R_{\text{Torque-motor}}) = \text{Torque-motor}$ 。 $F_{\text{Torque-motor}}$ 表示前轴回收力矩, B_f 表示前轴稳定因子, Torque-motor 表示电机制动力矩, $R_{\text{Torque-motor}}$ 表示后轴回收力矩, B_r 表示后轴稳定因子。该方式可以在保证车辆稳定性的基础上,提升整车制动能量回收效率。

[0098] 本实施例提供的制动能量回收控制方法,包括:在制动能量回收模式中,根据车辆的制动需求确定整车目标制动力矩,根据安全需求以及液压执行器的建压能力,确定电机制动力矩上限,当确定从整车控制器接收到的前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和以及电机制动力矩上限均大于或者等于整车目标制动力矩时,将整车目标制动力矩确定为电机制动力矩,根据车辆的滑移率,确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子,向整车控制器发送前轴稳定因子、后轴稳定因子以及电机制动力矩。该制动能量回收控制方法,在确定电机制动力矩时,考虑到了前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和以及电机制动力矩上限与整车目标制动力矩的大小关系,可以实现根据车辆的滑移率确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子,一方面,使得确定出的电机制动力矩可以满足制动安全性的要求,另一方面,使得在根据确定出的前轴稳定因子以及后轴稳定因子进行制动能量回收时,可以保证车辆的稳定性,再一方面,在制动能量回收时,可以按照前轴稳定因子以及后轴稳定因子,尽可能多的回收制动能量,从而,提高了制动能量的回收效率。

[0099] 图4为本发明提供的制动能量回收控制装置实施例的结构示意图。该制动能量回收控制装置可以集成于车辆的制动控制器中。如图4所示,本实施例提供的制动能量回收控制装置包括:第一确定模块41、第二确定模块42、第三确定模块43、第四确定模块45以及发送模块44。

[0100] 第一确定模块41,用于在制动能量回收模式中,根据车辆的制动需求确定整车目标制动力矩。

[0101] 第二确定模块42,用于根据安全需求以及液压执行器的建压能力,确定电机制动力矩上限。

[0102] 第三确定模块43,用于当确定从整车控制器接收到的前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和以及电机制动力矩上限均大于或者等于整车目标制动力矩时,将整车目标制动力矩确定为电机制动力矩。

[0103] 第四确定模块45,用于根据车辆的滑移率,确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子。

[0104] 一种实现方式中,滑移率包括前轮滑移率和后轮滑移率。图5为本发明提供的制动能量回收控制装置中第四确定模块的结构示意图。如图5所示,第四确定模块45具体包括:第一确定子模块451以及第二确定子模块452。

[0105] 第一确定子模块451,用于根据前轮滑移率,确定前轴稳定因子。其中,前轮滑移率与前轴稳定因子成反比。

[0106] 第二确定子模块452,用于根据后轮滑移率,确定后轴稳定因子。其中,后轮滑移率与后轴稳定因子成反比。

[0107] 发送模块44,用于向整车控制器发送前轴稳定因子、后轴稳定因子以及电机制动力矩,以使整车控制器根据前轴稳定因子以及电机制动力矩,确定前轴回收力矩,根据后轴稳定因子以及电机制动力矩,确定后轴回收力矩。

[0108] 更具体地,前轴回收力矩小于或者等于电机制动力矩与前轴稳定因子的乘积,后轴回收力矩小于或者等于电机制动力矩与后轴稳定因子的乘积,且前轴回收力矩与后轴回收力矩之和等于电机制动力矩。

[0109] 可选地,装置还包括:第五确定模块、第六确定模块以及控制模块。

[0110] 其中,第五确定模块,用于当确定前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和或者电机制动力矩上限的任意一个小于整车目标制动力矩时,将前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和或电机制动力矩上限中的较小者确定为电机制动力矩。

[0111] 第六确定模块,用于将整车目标制动力矩减去电机制动力矩的差值确定为液压制动力矩。

[0112] 控制模块,用于根据液压制动力矩,控制液压执行器在制动执行器上建立制动液压。

[0113] 可选地,装置还包括:判断模块以及进入模块。

[0114] 其中,判断模块,用于接收到制动请求后,判断是否满足制动能量回收模式激活条件。其中,制动能量回收模式激活条件包括以下至少一项:实际车速位于预设的制动能量回收车速范围、整车控制器发送的前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和不为零、车辆的档位为前进档以及制动控制器未发出除制动能量回收力矩请求之外的其他力矩请求。

[0115] 进入模块,用于当确定满足制动能量回收模式激活条件时,进入制动能量回收模式。

[0116] 根据车辆的滑移率,确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子,包括:

[0117] 可选地,该装置还可以包括:第七确定模块、第八确定模块以及第九确定模块。

[0118] 第七确定模块,用于根据防抱死制动系统的输出参数、拖滞力矩控制系统的输出

参数、整车横向加速度、整车纵向加速度、前轮轮速以及后轮轮速，确定车辆的实际车速。

[0119] 第八确定模块，用于根据车辆的实际车速以及前轮轮速，确定前轮滑移率。

[0120] 第九确定模块，用于根据车辆的实际车速以及后轮轮速，确定后轮滑移率。

[0121] 本发明实施例所提供的制动能量回收控制装置可执行本发明任意实施例所提供的制动能量回收控制方法，具备执行方法相应的功能模块和有益效果。

[0122] 图6为本发明提供的车辆的结构示意图。如图6所示，该车辆包括处理器60、存储器61以及整车控制器62。该车辆中处理器60的数量可以是一个或多个，图6中以一个处理器60为例；该车辆的处理器60和存储器61可以通过总线或其他方式连接，图6中以通过总线连接为例。整车控制器62与一个或多个处理器60连接。

[0123] 存储器61作为一种计算机可读存储介质，可用于存储软件程序、计算机可执行程序以及模块，如本发明实施例中的制动能量回收控制方法对应的程序指令以及模块（例如，制动能量回收控制装置中的第一确定模块41、第二确定模块42、第三确定模块43、第四确定模块45以及发送模块44）。处理器60通过运行存储在存储器61中的软件程序、指令以及模块，从而执行车辆的各种功能应用以及数据处理，即实现上述的制动能量回收控制方法。

[0124] 存储器61可主要包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序；存储数据区可存储根据车辆的使用所创建的数据等。此外，存储器61可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非易失性存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。在一些实施例中，存储器61可进一步包括相对于处理器60远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至车辆。上述网络的实施例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0125] 本发明还提供一种包含计算机可执行指令的存储介质，所述计算机可执行指令在由计算机处理器执行时用于执行一种制动能量回收控制方法，该方法包括：

[0126] 在制动能量回收模式中，根据车辆的制动需求确定整车目标制动力矩；

[0127] 根据安全需求以及液压执行器的建压能力，确定电机制动力矩上限；

[0128] 当确定从整车控制器接收到的前轴可用能量回收力矩以及后轴可用能量回收力矩之和以及所述电机制动力矩上限均大于或者等于所述整车目标制动力矩时，将所述整车目标制动力矩确定为电机制动力矩；

[0129] 根据所述车辆的滑移率，确定前轴稳定因子以及后轴稳定因子；

[0130] 向所述整车控制器发送所述前轴稳定因子、所述后轴稳定因子以及所述电机制动力矩，以使所述整车控制器根据所述前轴稳定因子以及所述电机制动力矩，确定前轴回收力矩，根据所述后轴稳定因子以及所述电机制动力矩，确定后轴回收力矩。

[0131] 当然，本发明实施例所提供的一种包含计算机可执行指令的存储介质，其计算机可执行指令不限于如上所述的方法操作，还可以执行本发明任意实施例所提供的制动能量回收控制方法中的相关操作。

[0132] 通过以上关于实施方式的描述，所属领域的技术人员可以清楚地了解到，本发明可借助软件及必需的通用硬件来实现，当然也可以通过硬件实现，但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中，如计算机的软盘、只读存储器 (Read-Only Memory, ROM)、随机存取存储器 (Random

Access Memory, RAM)、闪存(FLASH)、硬盘或光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述的方法。

[0133] 值得注意的是,上述制动能量回收控制装置的实施例中,所包括的各个单元和模块只是按照功能逻辑进行划分的,但并不局限于上述的划分,只要能够实现相应的功能即可;另外,各功能单元的具体名称也只是为了便于相互区分,并不用于限制本发明的保护范围。

[0134] 注意,上述仅为本发明的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解,本发明不限于这里所述的特定实施例,对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、重新调整和替代而不会脱离本发明的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本发明进行了较为详细的说明,但是本发明不仅仅限于以上实施例,在不脱离本发明构思的情况下,还可以包括更多其他等效实施例,而本发明的范围由所附的权利要求范围决定。

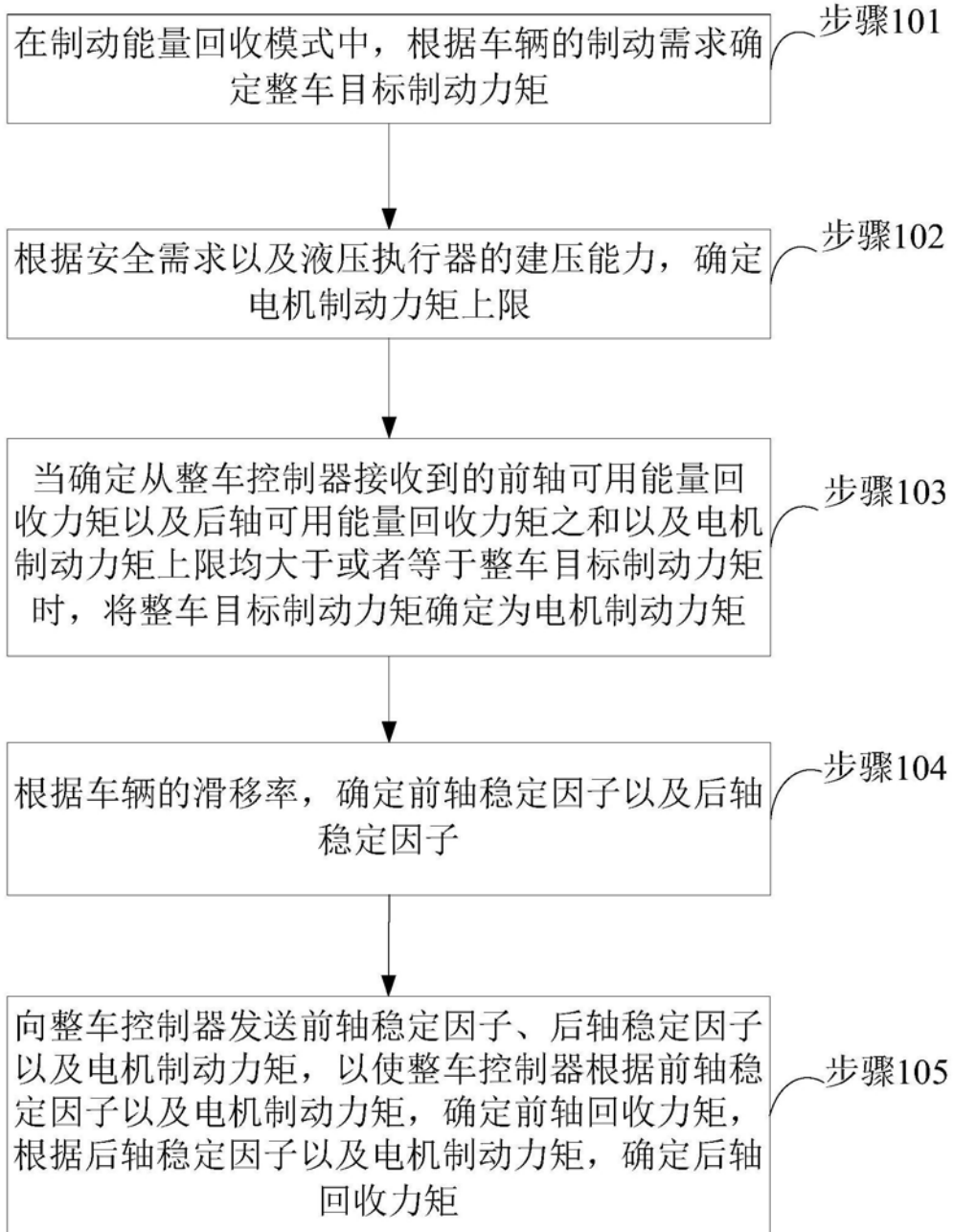


图1

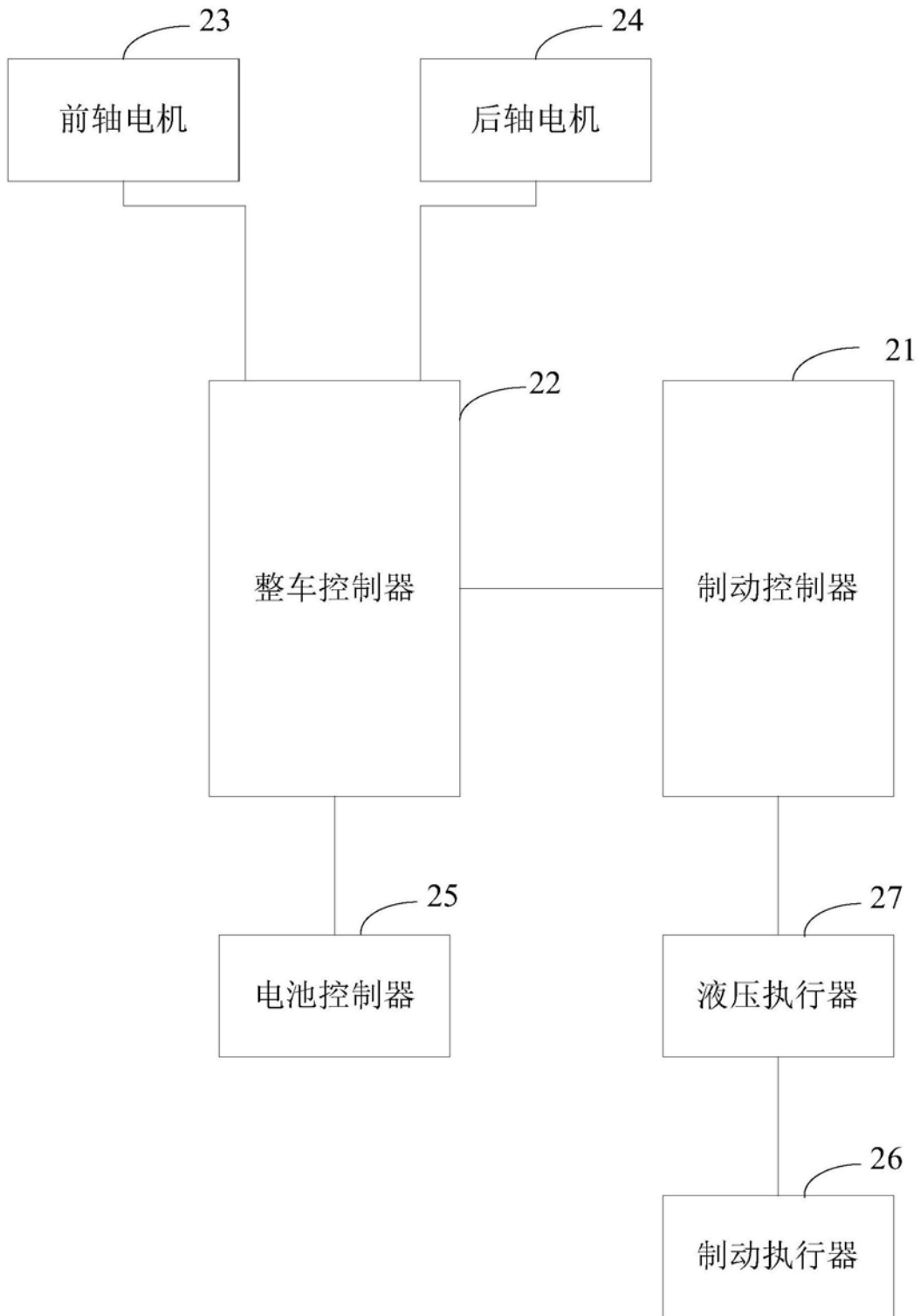


图2

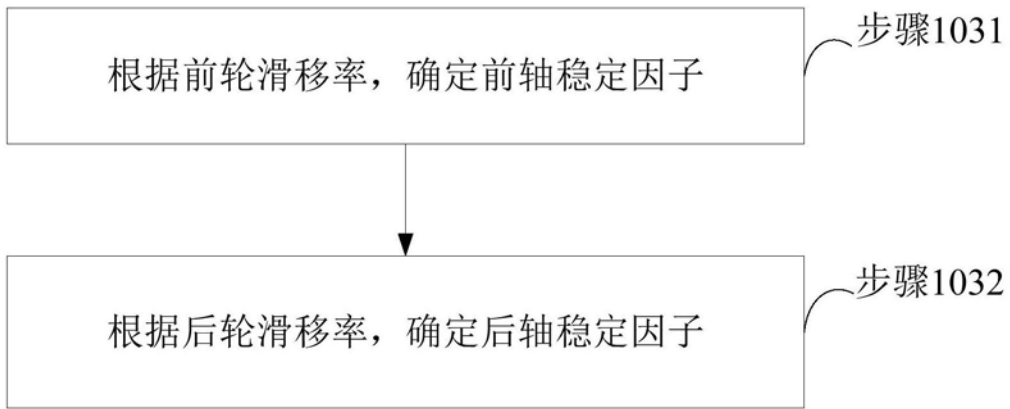


图3

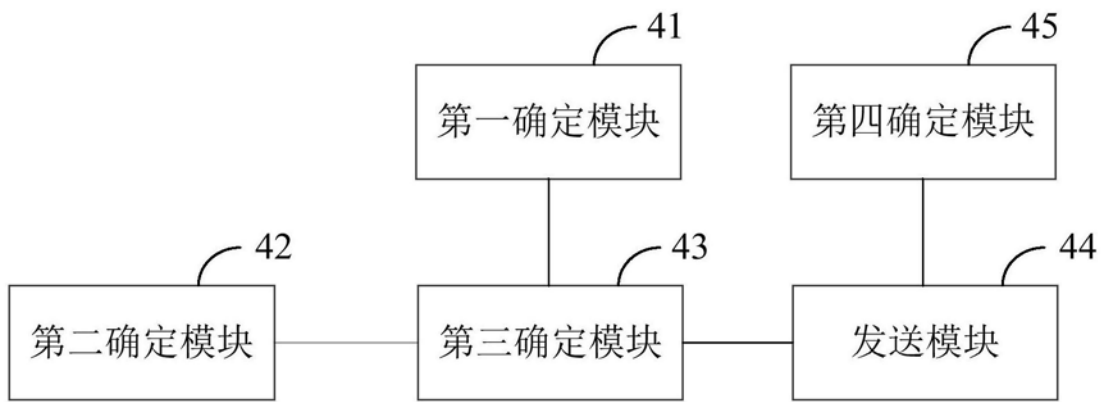


图4

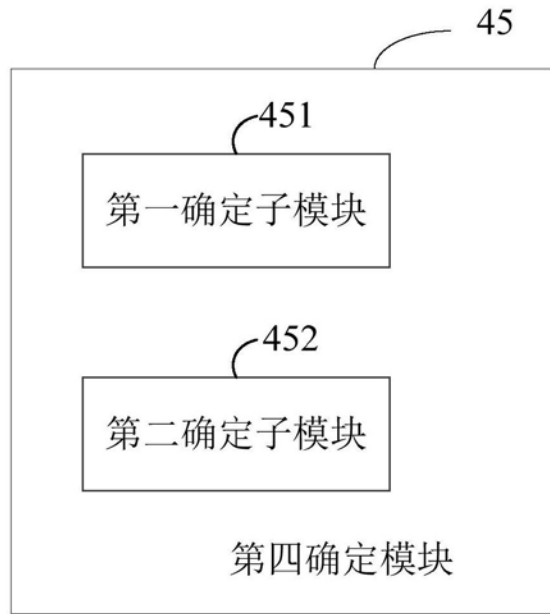


图5

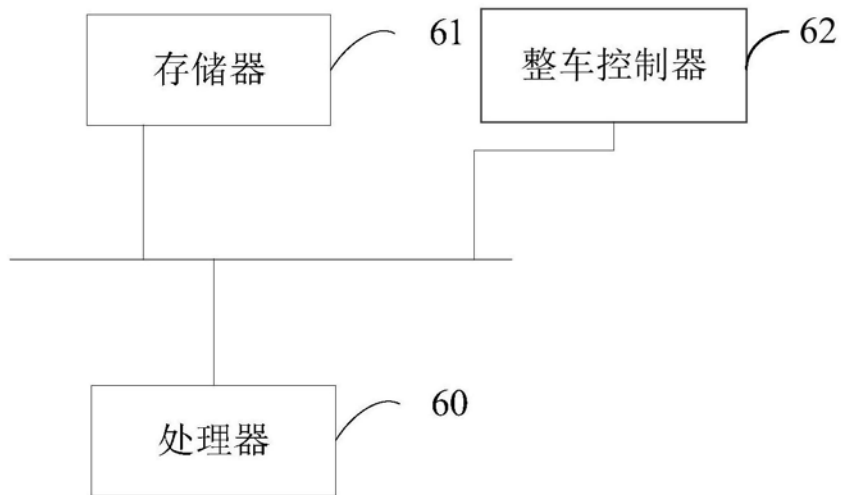


图6