



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113147412 A

(43) 申请公布日 2021. 07. 23

(21) 申请号 202110449130.3

(22) 申请日 2021.04.25

(71) 申请人 南京依维柯汽车有限公司
地址 211806 江苏省南京市浦口区百合路8号

(72) 发明人 吕毅恒 张国芳 邹小俊 宋伟
葛国雪 王陶

(74) 专利代理机构 南京苏科专利代理有限责任公司 32102
代理人 徐振兴 姚姣阳

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

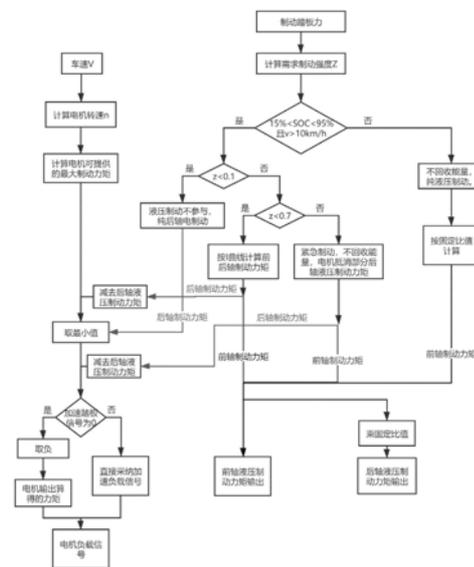
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种后驱纯电动商用车制动能量回收策略

(57) 摘要

本发明公开了一种后驱纯电动商用车制动能量回收策略,适用于“H”型液压管路布局车型,包括,制动踏板传感器或踏板行程传感器将制动信号传给所述整车控制器以计算制动强度Z;整车控制器根据电池特性、电机特性、加速踏板信号等限制条件判断是否启动电机制动;当SOC值、车速满足约束时,启动所述电机进行制动,并依据制动强度Z的大小,根据理想制动力分配曲线计算理想的前后轴制动力矩。前轴液压制动器直接采纳算得的前轴力矩,后轴的液压制动力矩由固定比值计算。同时依据电机转速计算出所述电机能提供的最大制动力矩,用电机补充(或抵消)部分后轴制动力矩,尽可能使后轴总的制动力矩接近算得的理想值,以保持制动稳定性为前提,提高能量回收率,减少制动距离。



CN 113147412 A

1. 一种后驱纯电动商用车制动能量回收策略,其特征在于:适用于“H”型液压管路布局车型,包括,

前液压制动器和后轴液压制动器的制动力比值固定;

所述整车控制器根据制动信号、电池特性、电机特性和车速等限制条件判断是否启动电机参与制动;

根据计算结果确定所述电机参与制动的制动力并将汽车动能转化为电能储存到电池中,完成单轴串联制动能量回收。

2. 根据权利要求2所述的后驱纯电动商用车制动能量回收策略,其特征在于:前后轴制动力分配,包括,

策略预期实现的前后轴制动分配曲线是基于I曲线和ECE法规曲线进行改进的设计的;

该曲线分为三段,首先在制动强度小于0.1时为纯电制动,完全由后轴电机执行;然后为过渡段,制动强度保持0.1不变;当制动强度大于0.1时,沿理想制动力分配曲线即前后轴同时抱死线分配制动力。

3. 根据权利要求3所述的后驱纯电动商用车制动能量回收策略,其特征在于:后轴制动力分配,包括,

在制动强度小于0.1时,为纯电制动,液压制动器不工作;

当制动强度介于0.1与0.7之间,进行复合制动,由电机补足根据I曲线计算的后轴制动力矩与根据β线计算的后轴制动力矩之间的差值;

当制动强度大于0.7时,β线位于I曲线上方,后轴液压制动力超过根据I曲线计算保证前后轴同时抱死所需的后轴制动力,此时由电机提供正向驱动力矩,抵消超出的后轴液压制动力矩。

4. 根据权利要求4所述的后驱纯电动商用车制动能量回收策略,其特征在于:电机负载信号输出,包括,

电机负载信号为所需电机制动力矩或驱动力矩和电机在当前转速下能提供的最大力矩的比值;

若制动踏板压力大于0则输出策略算得的电机信号,表明电机处于协助制动模式,否则电机信号就直接继承自驱动负载信号。

5. 根据权利要求1所述的后驱纯电动商用车制动能量回收策略,其特征在于:计算制动强度,包括,

依据制动踏板力传感器的信号、前后制动器参数、车轮参数求得总制动力,总制动力除以车重即为车辆制动强度。

一种后驱纯电动商用车制动能量回收策略

[0001] 技术领域:

本发明涉及新能源汽车的技术领域,尤其涉及一种后驱纯电动商用车制动能量回收策略。

[0002] 背景技术:

相对于传统燃油汽车,纯电动汽车以其高效能、使用过程零污染、结构相对简单等优点已成为汽车发展的趋势之一。然而由于电池技术发展遇到一系列瓶颈问题,存在着能量密度低、快速充电技术不发达、受温度影响严重、工艺的一致性差等问题,使得续航里程不足成为限制纯电动汽车快速发展的一个关键因素。单纯的增加电池规模不仅成本压力巨大,单位电耗也会随重量提高。所以纯电动汽车的制动能量回收技术与电机控制优化技术、提高电池的能量密度技术、热管理技术一样,也是提高电动汽车续航里程的重要技术。

[0003] 制动能量回收又叫再生制动,对于传统车辆,在摩擦制动过程中大部分的动能被转化为热能,并且毫无利用的释放到环境中去。电动汽车的制动能量回收,通常是指车辆开始制动时,电动车辆的电机切换到发电机模式,车轮通过驱动系统向电机传输动能,通过驱动发电机转动,将其一部分动能转化为电能储存于高压电池或电容中,当车辆再次启动或加速时,再生系统又将储存在电池中的电能转化为车辆行驶所需的动能以提高电动汽车的经济性能,此外,因更多采用了电机制动大大减小了对传统机械摩擦制动系统的依赖,从而一定程度上缓解了电动汽车制动系统的损耗。因此,这项技术对电动汽车的发展有着重要的意义。

[0004] 现有后轴驱动纯电动汽车再生制动能量回收的控制方法分为:完全基于I曲线(理想制动曲线)的最佳制动性能的制动能量回收控制方法和最佳制动能量回收效率的制动能量回收控制方法。最佳制动性能的控制方法缺点是由于前后轴制动力始终按I曲线分配,所以不会有制动强度较小时制动力全部由电机提供制动力的情形,导致制动能量回收效率太低;最佳制动能量回收效率的控制方法的缺点是由于汽车的制动力尽可能多的由电机的制动力提供,导致前后轴制动力分配比例不协调,造成制动性能不够好,汽车的平顺性较差,也存在安全隐患。

[0005] 公开于该背景技术部分的信息仅仅旨在增加对本发明的总体背景的理解,而不应当被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已为本领域一般技术人员所公知的现有技术。

[0006] 发明内容:

因此,本发明提供了一种后驱纯电动商用车制动能量回收策略,旨在保证制动稳定性及安全性的前提下,提高后驱纯电动商用车的制动能量回收效率。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明提供如下技术方案:包括,制动踏板力传感器将制动信号传送给所述整车控制器以判断是否进行制动能量回收;当SOC值、车速满足约束时启动所述电机参与制动,并计算出所述电机所能提供的最大制动力矩。若不满足则电机不参与。

[0008] 一种后驱纯电动商用车制动能量回收策略,适用于“H”型液压管路布局车型,包括,

前后轴液压制动器,制动力比值固定;

整车控制器根据制动信号、电池特性、电机特性和车速等限制条件判断是否启动电机参与制动；

根据计算结果确定所述电机参与制动的制动力并将汽车动能转化为电能储存到电池中，完成单轴串联制动能量回收。

[0009] 本发明基于车辆已有的“H”型布局的前后轴固定比例液压制动系统，而现有方案则要求对液压制动系统硬件进行大改，或是增加比例调节阀，或是更进一步的要求实现前后轴解耦，并据此提出策略。在硬件上，本发明只增加一个踏板力传感器（或踏板行程传感器），结合控制算法，在不改变液压制动系统的前提下，实现了有效的制动能量回收。成本低廉，对现有车型改动小，切实可行。同时硬件方案及制动执行器功能的差异，也意味着必须采用不同的控制逻辑。

[0010] 作为本发明所述的后驱纯电动商用车制动能量回收策略的一种优选方案，其中：计算制动强度，依据制动踏板力传感器的信号、前后制动器参数、车轮参数求得总制动力，总制动力除以车重即为车辆制动强度。

[0011] 作为本发明所述的后驱纯电动商用车制动能量回收策略的一种优选方案，其中：所述制动情况包括，制动强度较小时、制动强度中等时和制动强度较大时。

[0012] 作为本发明所述的后驱纯电动商用车制动能量回收策略的一种优选方案，前后轴制动力分配，包括，

策略预期实现的前后轴制动分配曲线是基于I曲线和ECE法规曲线进行改进的设计的；

该曲线分为三段，首先在制动强度小于0.1时为纯电制动(OA)，完全由后轴电机执行；然后为过渡段(AB)，制动强度保持0.1不变；当制动强度大于0.1时，沿理想制动力分配曲线(即前后轴同时抱死线)分配制动力(BCD)。

本发明的制动力分配，均是在I曲线和ECE法规曲线所划定的可行域内进行，满足安全性法规要求。在针对乘用车的研究中，这被广泛考虑。但现有的商用车制动能量回收方案，例如南京汽车集团有限公司的“一种基于电动货车制动再生的控制方法”，在制动强度为0.1至0.7之间时，出于增加能量回收率的考虑，尽可能的由后轴电机提供整车制动，无法提供的部分再由前轴液压制动器提供。该方案部分条件下不满足前轴利用附着系数大于等于后轴的要求。在地面附着条件不够理想时，有后轴先抱死的风险，易发生侧滑。

[0013] 作为本发明所述的后驱纯电动商用车制动能量回收策略的一种优选方案，后轴制动力分配，包括，

在制动强度小于0.1时，为纯电制动，液压制动器不工作；

当制动强度介于0.1与0.7(β线与I曲线交点对应的制动强度，通常在0.6至0.8之间，这里以0.7为例)之间，进行复合制动，由电机补足根据I曲线计算的后轴制动力矩与根据β线计算的后轴制动力矩之间的差值；

当制动强度大于0.7时，β线位于I曲线上方，后轴液压制动力超过根据I曲线计算保证前后轴同时抱死所需的后轴制动力，此时由电机提供正向驱动力矩，抵消超出的后轴液压制动力矩。本发明在紧急制动情况下(此时β线位于I曲线上方)，由电机提供正向驱动力矩，抵消超出所需的后轴液压制动力矩(这是由于目标车型前后轴液压制动器的制动力比值固定，且前轴仅有液压制动器。在优先满足前轴需求后，后轴液压制动力就被唯一的确

定了。现有研究为规避这点,通常假定前后轴可自由调节),使得总的制动力分配尽量接近I曲线。

值得注意的是,在这种较为罕见的工况下,电机的参与不是为了更多的回收能量,而是为了减少制动距离。这是一个主要创新点,现有方案在该工况下电机均不工作,只启用液压制动,使得制动过程回归到传统车型。相较而言本发明发挥了电机响应迅速的优势,使得总的制动力分配尽量接近I曲线,使前后轴在制动时更接近同时抱死,增加了制动的安全性与稳定性。

[0014] 作为本发明所述的后驱纯电动商用车制动能量回收策略的一种优选方案,电机负载信号输出,包括,

电机负载信号为所需电机制动力矩(或驱动力矩)和电机在当前转速下能提供的最大力矩的比值;

若制动踏板压力大于0则输出策略算得的电机信号,表明电机处于协助制动模式,否则电机信号就直接继承自驱动负载信号。

[0015] 与现有技术相比,本发明具有如下创新点:在保证制动稳定性及安全性的前提下,提高后驱纯电动商用车的制动能量回收效率。

[0016] 附图说明:

图1为控制策略流程图。

[0017] 图2为改进的理想制动力分配曲线。

[0018] 图3为实际制动力分配图。

[0019] 图4为NEDC循环电池组SOC值对比图。

[0020] 图5为C-WTVC循环电池组SOC值对比图。

[0021] 具体实施方式:

为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合说明书附图对本发明的具体实施方式做详细的说明,显然所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明的保护的范畴。

[0022] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是本发明还可以采用其他不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似推广,因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

[0023] 其次,此处所称的“一个实施例”或“实施例”是指可包含于本发明至少一个实现方式中的特定特征、结构或特性。

[0024] 实施例1

参照图1~图3,为本发明的一个实施例,该实施例提供了一种后驱纯电动商用车制动能量回收策略,包括:

S1:根据输入的制动踏板信号和车辆信息判断是否进行制动能量回收。其中需要说明的是,制动踏板信号为:

由制动踏板力传感器测得的压力信号或由行程传感器测得的制动踏板行程。

[0025] 进一步的是,车辆信息包括:电池SOC值和车速V。

[0026] 具体的,判断是否进行制动能量回收包括:

当电池SOC<15%时,防止充电电流过大损伤电池内阻比较大,充电容易发热,造成能源浪费,关闭制动能量回收系统;

当电池SOC>95%时,防止电池过充,关闭制动能量回收系统;

当车速V<10km/h时,此时电机的转速太小,所能够产生的制动力矩太小,一方面回收效率较低,另一方面安全性较差,故不进行制动能量回收。

[0027] :当SOC值满足15%<SOC<95%且车速v>10km/h时启动所述电机参与制动。

[0028] :计算出所述电机所能提供的最大制动力矩。纯电动汽车进行再生制动时,电机工作模式是发电状态,制动时对于电机的转矩特性要求与驱动时对电机的动力特性要求大致相同。同时基于车辆实际行驶条件的考虑,当电机低于某一数值时,为了保证车辆低速情况下减速制动的安全性,给电机转速设一阈值,当电机转速低于350r/min时,关闭再生制动(可提供力矩为0),最终得到电机的制动力矩特性为:

$$T_{reg} = \begin{cases} T_{max} & 350 < n \leq n_e \\ \frac{9550P_e}{n} & n > n_e \\ 0 & 0 < n \leq 350 \end{cases},$$

其中: T_{m_reg} 是转速为n时电机再生制动转矩(N•m);

T_{max} 是电机最大转矩(N•m);

n_e 是电机额定转速(r/min)。

电机输出最大制动转矩限制了电机再生制动力,可得此时最大再生制动力:

$$F_{reg} = \frac{T_{reg} \cdot i_0 \cdot \eta_T}{r},$$

其中, F_{reg} 为电机能提供的最大再生制动力, i_0 为总传动比, η_T 为传动系效率, r 为车轮半径。

[0029] :依据制动踏板力传感器的信号、前后制动器参数、车轮参数求得总制动力,总制动力除以车重即为车辆制动强度。依据制动强度的大小,分为制动强度较小时、制动强度中等时和制动强度较大时三种。参照图3,具体来说:

若制动强度z<0.1,则OA段制动力分配模块被激活,后轮提供所有制动力,前轮制动力为零。此时电机制动力能满足后轮所需制动力,制动力全由电机提供;

若0.1<z<0.7(β 线与I曲线交点对应的制动强度,通常在0.6至0.8之间,这里以0.7为例),此时为中高等强度制动,则BC段制动力分配模块被激活。制动力先按I曲线进行分配,算得前轴总制动力 F_{bf} 与后轴总制动力 F_{br} 。前轴液压制动器直接执行 F_{br} ,此时后轴液压制动力 F_{br1} 也由固定比值确定了。由于BC段 β 线位于I曲线下方,此时由电机提供大小

为 $(F_{br} - F_{br1})$ 的制动扭矩,以补足后轴制动力。

[0030] 若 $z > 0.7$,为紧急制动,CD段制动力分配模块被激活。制动力先按I曲线进行分配。前轴液压制动器直接执行算得值,此时后轴液压制动力也由固定比值确定了。由于CD段β线位于I曲线上方,则 $F_{br1} > F_{br}$, $(F_{br} - F_{br1})$ 差值为负,此时需要电机提供大小为 $(F_{br1} - F_{br})$ 的驱动扭矩,来抵消超出的后轮液压制动力。以使前后轴总的制动力尽可能接近I曲线,使车速快速稳定的减为零。

[0031] :若不进行制动能量回收,纯液压制动。则根据β线对前后轴的制动力进行分配,制动力比值固定。

[0032] :输出电机负载信号。其中需要说明的是:

电机信号为所需电机制动力矩(或驱动力矩)和电机在当前转速下能提供的最大力矩的比值;

若制动踏板压力大于0则输出策略算得的电机信号,表明电机处于协助制动模式。否则电机信号就直接继承驾驶室读取的负载信号。

[0033] 优选的,为了更好地对本发明方法中采用的技术效果加以验证说明,本实施例选择不带制动能量的方案与本发明方法进行对比测试,以科学论证的手段对比试验结果,以验证本发明方法所具有的真实效果。

[0034] 下面分别在NEDC和C-WTVC循环下对SOC值进行测量对比,以计算能量回收率。

[0035] 首先是NEDC循环,如图4所示。

[0036] 表1:NEDC循环,

	SOC	SOC减少量	能量回收率
本专利方法	85%至80.208%	4.792%	19.2%
无回收	85%至79.071%	5.930%	—

[0037] 其次是C-WTVC循环,如图5所示。

[0038] 表2:C-WTVC循环,

	SOC	SOC减少量	能量回收率
本专利方法	85%至77.384%	7.616%	19.1%
无回收	85%至75.584%	9.416%	—

[0039] 可见,在如上的两种典型循环中,均能有效的回收制动能量,降低能耗。

[0040] 前述对本发明的具体示例性实施方案的描述是为了说明和例证的目的。这些描述并非想将本发明限定为所公开的精确形式,并且很显然,根据上述教导,可以进行很多改变和变化。对示例性实施例进行选择 and 描述的目的在于解释本发明的特定原理及其实际应用,从而使得本领域的技术人员能够实现并利用本发明的各种不同的示例性实施方案以及各种不同的选择和改变。本发明的范围意在由权利要求书及其等同形式所限定。

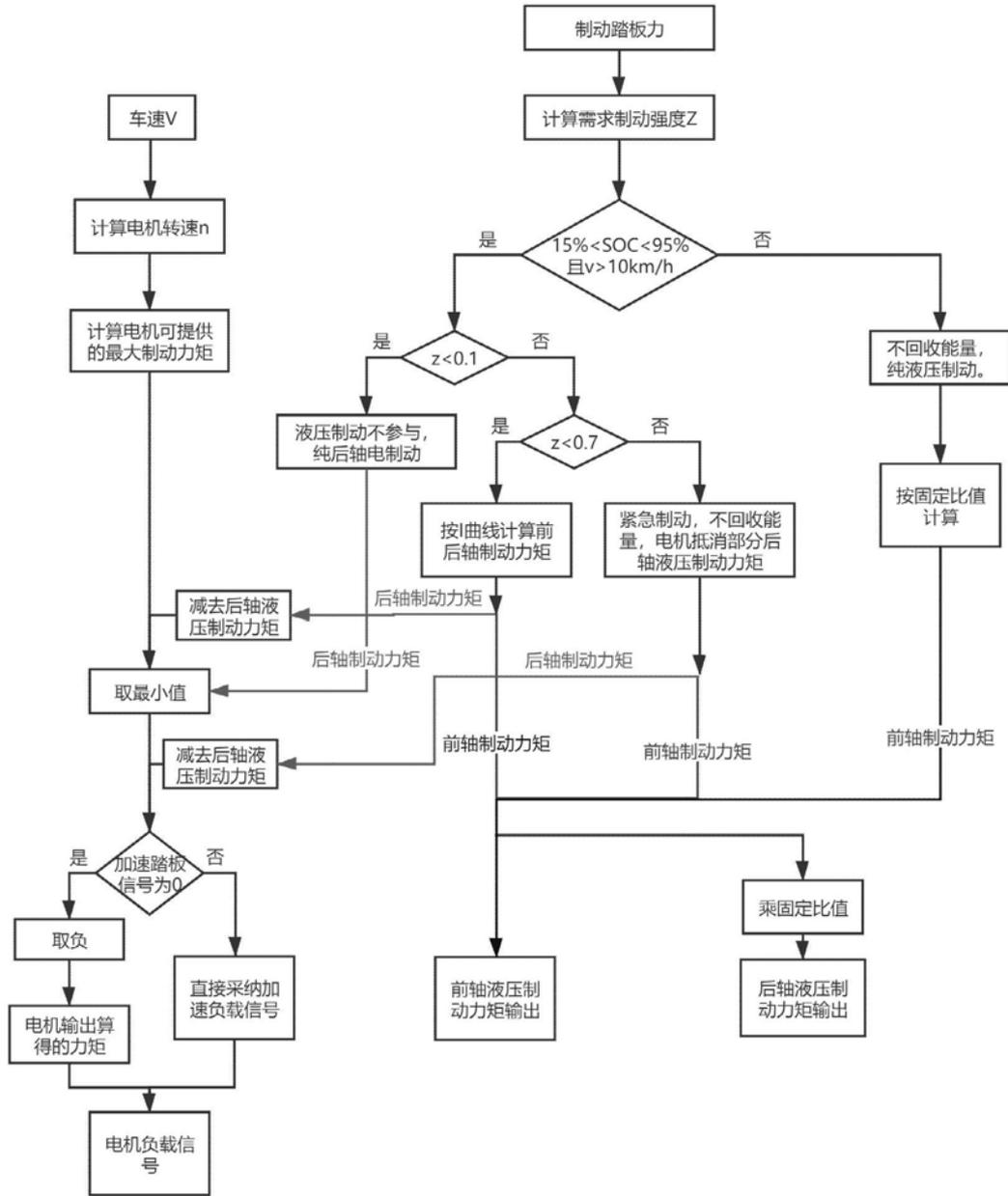


图1

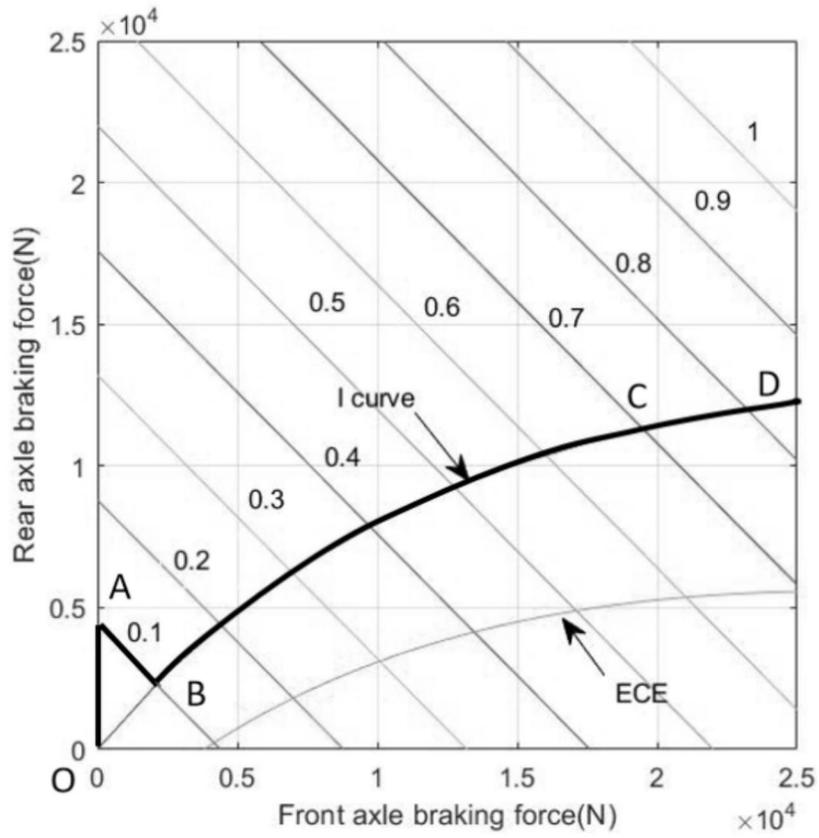


图2

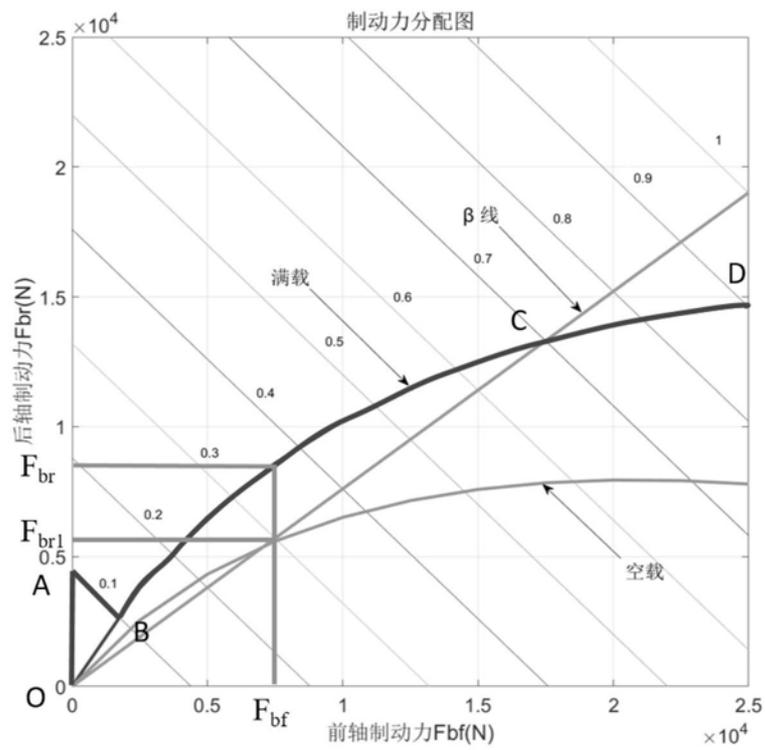


图3

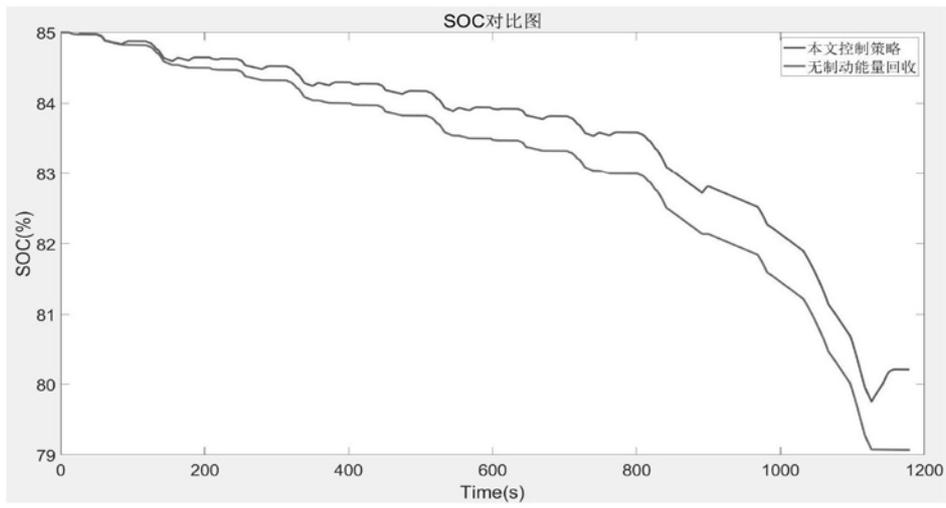


图4

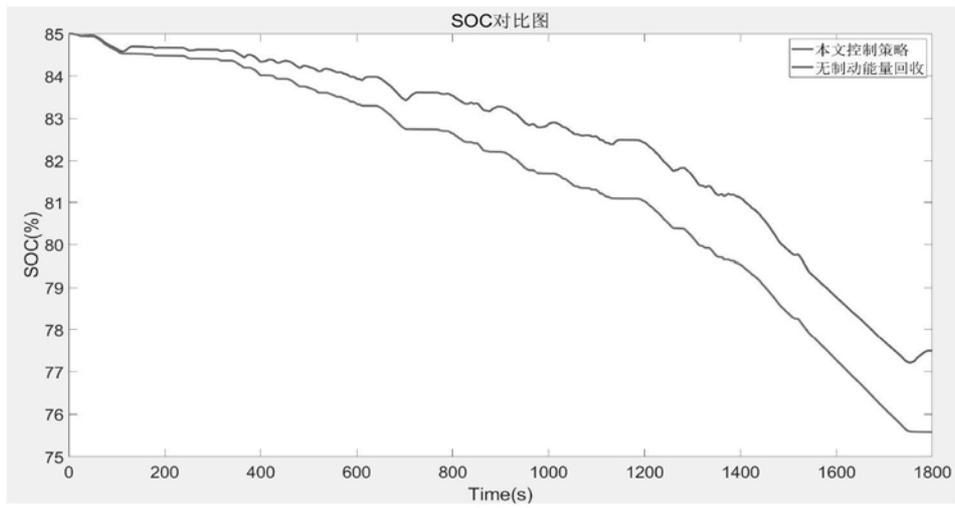


图5