



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113276684 B

(45) 授权公告日 2022.05.20

(21) 申请号 202110741916.2

B60L 15/20 (2006.01)

(22) 申请日 2021.06.30

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

JP 2007185070 A, 2007.07.19

申请公布号 CN 113276684 A

CN 111546903 A, 2020.08.18

EP 2873548 A2, 2015.05.20

(43) 申请公布日 2021.08.20

WO 2013069718 A1, 2013.05.16

(73) 专利权人 江铃汽车股份有限公司

吴浩等. 基于快速原型系统的电压模式EPS
转矩控制策略研究.《汽车技术》.2009,(第12
期),

地址 330001 江西省南昌市青云谱区迎宾
北大道509号

杨妙梁. 混合动力车与电动车制动能量回收
控制(二) 电动车制动能量回收系统.《汽车与
配件》.2011,(第05期),

(72) 发明人 吴浩 魏广杰 张伟平 龚俊奇
游道亮

审查员 唐思鉴

(74) 专利代理机构 南昌青远专利代理事务所
(普通合伙) 36123

专利代理师 刘爱芳

(51) Int. Cl.

B60L 7/10 (2006.01)

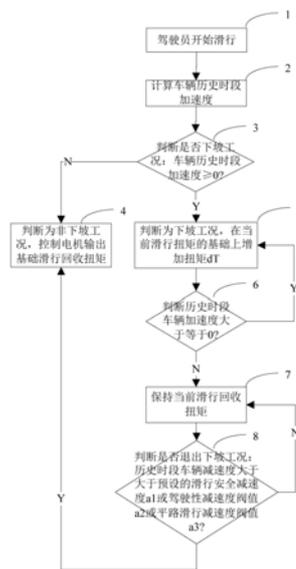
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种电动汽车滑行能量回收控制方法

(57) 摘要

一种电动汽车滑行能量回收控制方法,整车控制器系统识别驾驶员的行车意图为滑行;根据在预设的固定时段 ΔT 内的车速变化 Δv 计算车辆加速度;在滑行状态下,整车控制器系统根据上一历史时段车辆加速度判断是当前路况是否进入下坡工况:若是,整车控制器系统判断当前路况为下坡路况,在当前滑行回收扭矩的基础上增加扭矩 dT ,并向车辆电驱动系统输出滑行回收扭矩请求;若否,整车控制器系统判断当前路况为非下坡工况,并计算输出基础滑行回收扭矩 T_0 至车辆电驱动系统。本发明电动汽车滑行能量回收控制方法,在车辆下坡时,如发现滑行车速不断增大,则增大滑行能量回收扭矩,提升下坡滑行工况的能量回收率,同时可以避免下坡工况车速不断增大的危险。



CN 113276684 B

1. 一种电动汽车滑行能量回收控制方法,其特征在于:包括如下步骤:

(1) 当驾驶员行车过程松开油门踏板且未踩下制动踏板,整车控制器系统识别驾驶员的行车意图为滑行;

(2) 根据在预设的固定时段 ΔT 内的车速变化 Δv 计算车辆加速度: $a = \Delta v / \Delta T$;

(3) 在滑行状态下,整车控制器系统根据上一历史时段车辆加速度判断是当前路况是否进入下坡工况:判断车辆加速度 a 是否大于等于 0;若是,进入步骤 (5),若否,则进入步骤 (4);

(4) 整车控制器系统判断当前路况为非下坡工况,并计算输出基础滑行回收扭矩 T_0 至车辆电驱动系统;

(5) 整车控制器系统判断当前路况为下坡路况,在当前滑行回收扭矩的基础上增加扭矩 dT ,并向车辆电驱动系统输出滑行回收扭矩请求;

(6) 整车控制器系统判断上一历史时段车辆加速度是否依然大于等于 0;若是,进入步骤 (5),滑行回收扭矩请求为在当前滑行回收扭矩的基础上继续增加扭矩 dT ;若否,则进入步骤 (7);

(7) 整车控制器系统保持当前滑行回收扭矩请求;

(8) 整车控制器系统判断是否退出下坡工况:判断上一历史时段车辆处于减速过程且车辆减速度大于预设的滑行安全减速度阈值 a_1 ,或驾驶舒适性减速度阈值 a_2 ,或平路滑行减速度阈值 a_3 ;若是,则进入步骤 (4);若否,则返回步骤 (7);

所述的滑行安全减速度阈值 a_1 综合考虑行车安全性和驾驶舒适性,根据实车标定测试的情况确定;行车安全性考虑车辆在能量回收时驱动轮纵向打滑的风险,根据驱动轮滑移率查表获得滑行安全减速度阈值 a_1 ,驱动轮滑移率根据轮速和车速计算得到,计算公式如下:

$$S = (v - w * r) / v * 100\%$$

其中, v 为当前车速, w 为驱动轮转速, r 为轮胎滚动半径;

所述驾驶舒适性减速度阈值 a_2 为主观评价允许的车辆减速度,为可标定值;

所述的平路滑行减速度阈值 a_3 为根据当前车速和电机实际扭矩计算的平路时车辆可获得的最大滑行减速度,计算公式如下:

$$a_3 = \left(T * i_0 * k / r + m * 9.8 * f + C_d * A * \frac{v^2}{21.15} \right) * \frac{1}{\delta * m}$$

其中, T 为当前电机实际扭矩; i_0 为减速器速比; k 为机械传动效率; f 为道路滚阻系数; C_d 为车辆风阻系数; A 为车辆迎风面积; m 为车辆满载质量; δ 为旋转质量换算系数; i_0 、 k 、 f 、 C_d 、 A 、 m 、 δ 均为常量。

2. 根据权利要求 1 所述的电动汽车滑行能量回收控制方法,其特征在于:步骤 (4) 中,基础滑行回收扭矩 T_0 为根据车速查表所获得的数值,即 $T_0 = \text{LookupTable}(v, a)$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的电动汽车滑行能量回收控制方法,其特征在于:步骤 (4)、(5) 中,所述的滑行增加扭矩 dt 为根据当前车速和上一历史时段车辆平均加速度查表所获得的数值。

一种电动汽车滑行能量回收控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电动汽车能量回收控制技术,尤其是涉及一种电动汽车滑行能量回收控制方法。

背景技术

[0002] 电动汽车是当前汽车行业实现降低对传统化石能源依赖和降低碳排放的主要发展方向,但是电动汽车依然存在动力电池成本高和续航里程焦虑问题。通过提升电动汽车的能量回收率来降低电动汽车单位里程的能量消耗率是解决续航里程焦虑问题的一个重要思路。现有的电动汽车滑行能量回收控制大多为根据车速查表的固定值,在山区或者高原地区存在着大量的长下坡道路,由于现有控制方案大多不区分平路和上下坡工况,无法充分利用下坡工况充分进行能量回收,整车的能量回收率有限,且存在无法控制车速的安全风险。

[0003] 公布号为CN 111439129A的发明专利申请提出了一种电动汽车滑行能量回收控制方法,根据车辆实际加速度和当前驱动力下的参考水平加速度的差值,控制滑行能量回收扭矩,在不增加硬件设备的情况下,新增整车下坡工况识别,当整车处于下坡工况时,提高整车滑行能量回收力度,且坡度越大,滑行能量回收力度越大,从而提高整车能量的利用率。其缺点是需要依赖风速传感器、风向传感器、轮胎与地面摩擦系统传感器和陀螺仪来获取环境感知参数,而出于成本考虑这些传感器一般在中低端车辆上不会配置,且传感器的可靠性直接影响到整车下坡工况识别和滑行能量回收策略的可靠性,因此其应用范围十分有限。

发明内容

[0004] 本发明针对现有技术不足,提出一种电动汽车滑行能量回收控制方法。在车辆下坡时,如发现滑行车速不断增大,则增大滑行能量回收扭矩,提升下坡滑行工况的能量回收率,提升电动汽车的续航里程,同时可以避免下坡工况车速不断增大的危险。

[0005] 本发明采用的技术方案:

[0006] 一种电动汽车滑行能量回收控制方法,实现过程包括如下步骤:

[0007] (1) 当驾驶员行车过程松开油门踏板且未踩下制动踏板,整车控制器系统识别驾驶员的行车意图为滑行;

[0008] (2) 整车控制器系统根据在预设的固定时段 ΔT 内的车速变化 Δv 计算车辆加速度:

[0009] $a = \Delta v / \Delta T$;

[0010] (3) 在滑行状态下,整车控制器系统根据上一历史时段车辆加速度判断是当前路况是否进入下坡工况:判断车辆加速度 a 是否大于等于0;若是,进入步骤(5),若否,则进入步骤(4);

[0011] (4) 整车控制器系统判断当前路况为非下坡工况,并计算输出基础滑行回收扭矩

T_0 ;

[0012] (5) 整车控制器系统判断当前路况为下坡路况,在当前滑行回收扭矩的基础上增加扭矩 dT ,并向车辆电驱动系统输出滑行回收扭矩请求;

[0013] (6) 整车控制器系统判断上一历史时段车辆加速度是否依然大于等于0;若是,进入步骤(5),滑行回收扭矩请求为在当前滑行回收扭矩的基础上继续增加扭矩 dT ;若否,则进入步骤(7);

[0014] (7) 整车控制器系统保持当前滑行回收扭矩请求;

[0015] (8) 整车控制器系统判断是否退出下坡工况:判断上一历史时段车辆处于减速过程(即加速度小于0)且车辆减速度(即加速度的绝对值)大于预设的滑行安全减速度阈值 a_1 ,或驾驶舒适性减速度阈值 a_2 ,或平路滑行减速度阈值 a_3 ;

[0016] 若是,则进入步骤(4);若否,则返回步骤(7)。

[0017] 发明有益效果:

[0018] 1、本发明电动汽车滑行能量回收控制方法,在不增加车辆传感器的条件下,在车辆滑行时根据计算的车辆减速度判断车辆是否处于下坡工况,在下坡工况通过逐渐增大车辆的滑行回收扭矩控制车辆的平均减速度,直至车速不再增大,实现提升下坡滑行工况的能量回收率,同时可以避免下坡工况车速不断增大的安全性风险。

[0019] 2、本发明电动汽车滑行能量回收控制方法,不会造成车辆硬件成本增加,且不依赖于传感器的可靠性,实现提升下坡滑行工况的能量回收率,降低整车能耗,提升电动汽车的续航里程;同时能够稳定下坡工况的车速,提升车辆的可驾驶性和安全性。

附图说明

[0020] 图1为电动汽车滑行能量回收控制方法控制流程图;

[0021] 图2为电动汽车滑行能量回收控制方法控制系统组成方框图。

具体实施方式

[0022] 为了使发明创造实现其发明目的的技术构思及优点更加清楚明白,下面结合附图对本发明的技术方案作进一步的详细描述。应当理解的是,以下各实施例仅用以解释和说明本发明的优选实施方式,不应当构成对本发明要求专利保护的范围的限定。

[0023] 参见图1、图2,本发明电动汽车滑行能量回收控制方法,滑行能量回收控制由车辆的如下系统实现:包括车辆状态感知系统、整车控制器系统以及电驱动系统,其中

[0024] 车辆状态感知系统:包括油门踏板传感器、制动踏板传感器、车速传感器、电机扭矩传感器,分别获取油门踏板开度、制动踏板开度、车速、和实时电机扭矩;

[0025] 整车控制器系统:包括驾驶员行车意图解析模块、车辆加速度计算模块、下坡工况判断模块、基础滑行回收扭矩计算模块、下坡工况滑行回收扭矩计算模块;

[0026] 电驱动系统:包括驱动电机、电机控制器、减速器和传动机构。

[0027] 所述的滑行能量回收控制方法,实现滑行能量回收的控制过程和步骤为:

[0028] (1) 当驾驶员行车过程松开油门踏板且未踩下制动踏板,整车控制器系统识别驾驶员的行车意图为滑行;

[0029] (2) 根据在预设的固定时段 ΔT 内的车速变化 Δv 计算车辆加速度:

[0030] $a = \Delta v / \Delta T$;

[0031] (3) 在滑行状态下, 整车控制器系统根据上一历史时段车辆加速度判断是当前路况是否进入下坡工况: 判断车辆加速度 a 是否大于等于0。若是, 则进入步骤(5), 若否, 则进入步骤(4);

[0032] (4) 判断当前路况为非下坡工况, 并计算输出基础滑行回收扭矩 T_0 ; 其中, 基础滑行回收扭矩 T_0 为根据车速的查表, 即 $T_0 = \text{LookupTable}(v, a)$;

[0033] (5) 判断当前路况为下坡路况, 计算输出的滑行回收扭矩请求为在当前车速对应的基础滑行回收扭矩的基础上滑行增加扭矩 dT ;

[0034] 所述的滑行增加扭矩 dt 为当前车速和上一历史时段车辆平均加速度的查表;

[0035] (6) 判断上一历史时段车辆加速度是否依然大于等于0; 若是, 进入步骤(5), 滑行回收, 扭矩请求为在当前滑行回收扭矩的基础上继续增加扭矩 dT ; 若否, 进入步骤(7);

[0036] (7) 保持当前滑行回收扭矩请求;

[0037] (8) 判断是否退出下坡工况: 判断上一历史时段车辆处于减速过程(即加速度小于0)且车辆减速度(即加速度的绝对值)大于预设的滑行安全减速度阈值 a_1 , 或驾驶舒适性减速度阈值 a_2 , 或平路滑行减速度阈值 a_3 ;

[0038] 若是, 则进入步骤(4); 若否, 则返回步骤(7)。

[0039] 所述的滑行安全减速度阈值 a_1 需综合考虑行车安全性和驾驶舒适性, 根据实车标定测试的情况进行确定; 所述行车安全性主要考虑因素为车辆在能量回收时驱动轮纵向打滑的风险, 滑行安全减速度阈值 a_1 根据驱动轮滑移率的查表获得, 而驱动轮滑移率根据轮速和车速计算得到, 计算公式如下:

$$[0040] \quad S = (v - w * r) / v * 100\%$$

[0041] 其中, v 为当前车速, w 为驱动轮转速, r 为轮胎滚动半径;

[0042] 所述驾驶舒适性阈值 a_2 为主观评价允许的车辆减速度, 为可标定值;

[0043] 所述的平路滑行减速度阈值 a_3 为根据当前车速和电机实际扭矩计算的平路时车辆可获得的最大滑行减速度, 计算公式如下:

$$[0044] \quad a_3 = \left(T * i_0 * k / r + m * 9.8 * f + C_d * A * \frac{v^2}{21.15} \right) * \frac{1}{\delta * m}$$

[0045] 其中, T 为当前电机实际扭矩; i_0 为减速器速比; k 为机械传动效率; f 为道路滚阻系数, 默认选取一个较大值; C_d 为车辆风阻系数; A 为车辆迎风面积; m 为车辆满载质量; δ 为旋转质量换算系数; i_0 、 k 、 f 、 C_d 、 A 、 m 、 δ 均为常量。

[0046] 本发明工作原理是: 在车辆下坡或滑行时, 如发现滑行车速不断增大, 通过车速计算车辆历史时段平均减速度, 根据车辆减速度判断车辆是否处于下坡工况, 在下坡工况通过逐渐增大车辆的滑行回收扭矩控制车辆的平均减速度, 直至车速不再增大。

[0047] 在车辆下坡或滑行时, 则增大滑行能量回收扭矩, 提升下坡/滑行工况的能量回收率, 同时能够稳定下坡工况的车速, 避免下坡工况车速不断增大的危险, 提升车辆的可驾驶性和安全性。同时可以降低整车能耗, 提升电动汽车的续航里程。

[0048] 本发明在不增加车辆传感器的条件下, 在车辆滑行时根据计算的车辆减速度判断车辆是否处于下坡工况, 在下坡工况通过逐渐增大车辆的滑行回收扭矩控制车辆的平均减速度, 直至车速不再增大。不会造成车辆硬件成本增加, 且不依赖于传感器的可靠性, 实现

提升下坡滑行工况的能量回收率,同时可以避免下坡工况车速不断增大的安全性风险。

[0049] 以上所述仅为本发明的较佳实施方式,并不构成对本发明的限定。本领域技术人员在现有技术的指引下,无需进行创造性劳动即可对本发明的实施情况进行其他修改,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改或者采用本领域惯用技术手段进行的简单置换或等同替换,均应包含在本发明的保护范围之内。

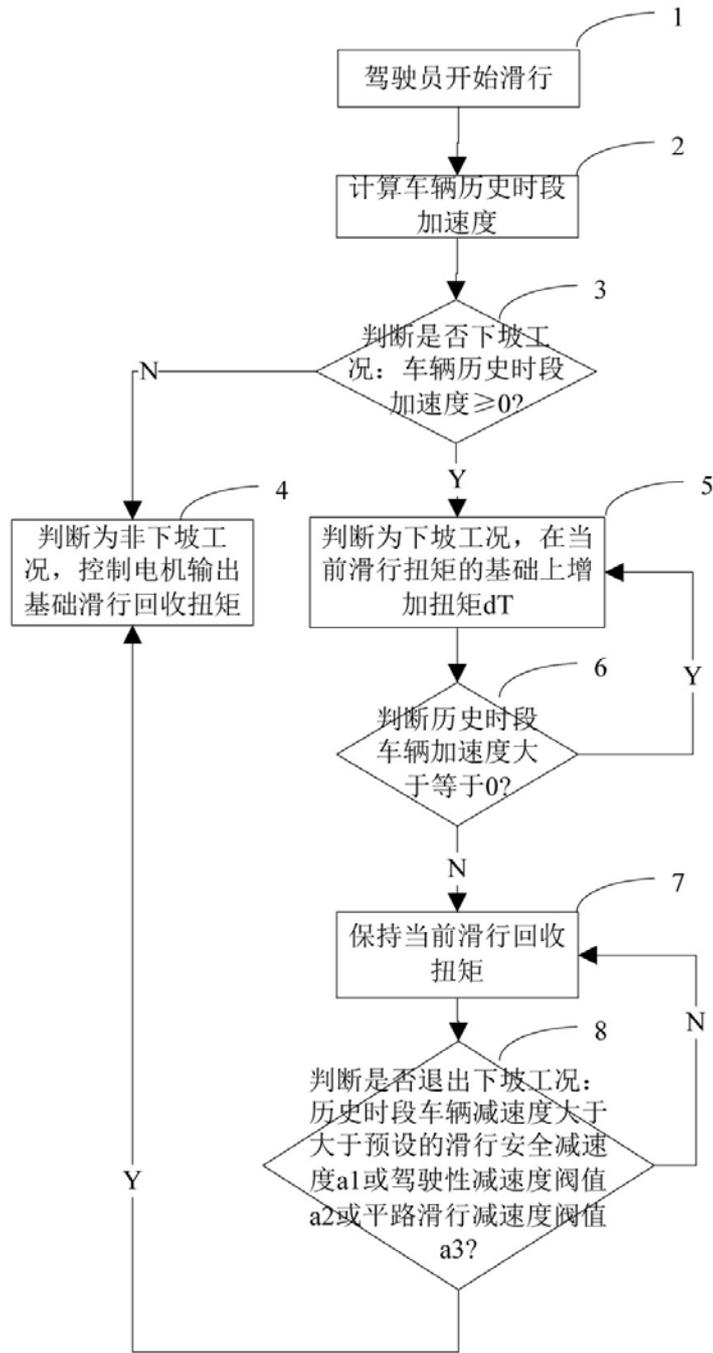


图1

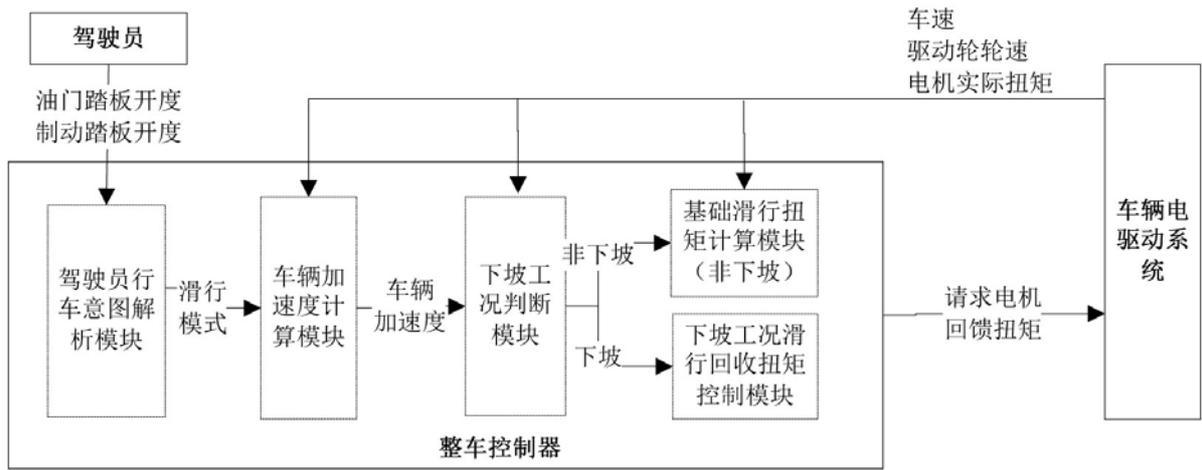


图2