



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109733402 B

(45) 授权公告日 2020. 11. 20

(21) 申请号 201811600179.9

(22) 申请日 2018.12.26

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109733402 A

(43) 申请公布日 2019.05.10

(73) 专利权人 江苏大学
地址 212013 江苏省镇江市京口区学府路
301号

(72) 发明人 田晋跃 贾永同 顾以慧 盛家炜

(51) Int. Cl.

- B60W 30/18 (2012.01)
- B60W 10/11 (2012.01)
- B60W 10/08 (2006.01)
- B60W 30/19 (2012.01)

(56) 对比文件

- CN 104633091 A, 2015.05.20
- CN 105383325 A, 2016.03.09
- CN 106763721 A, 2017.05.31
- CN 107131296 A, 2017.09.05
- US 2001011051 A1, 2001.08.02
- CN 107933546 A, 2018.04.20

审查员 徐萌

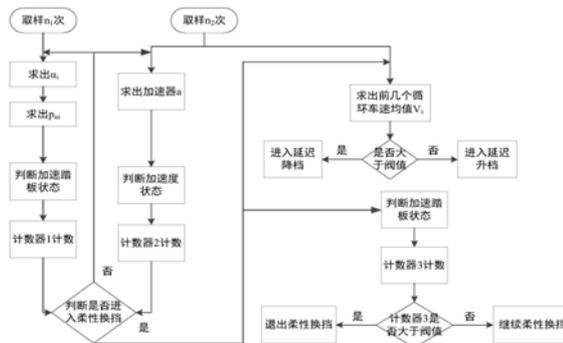
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

电动汽车一体化的动力传动系统的挡位综合控制系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了电动汽车一体化的动力传动系统的挡位综合控制系统及其控制方法,通过整车控制器EVCU、变速器控制器TCU、电机控制器MCU、变速器及差速器构造挡位综合控制系统,再通过对加速踏板开度、加速度、车速分别取样,作为整车控制器EVCU的输入;计算加速踏板开度变化率 p_{a_i} ,分别将变化率 p_{a_i} 与当前加速度与设定的阈值进行比较,获得此时汽车运行状态,根据汽车的运行状态,判断进入柔性换挡控制还是退出柔性换挡策略;本发明能够有效的解决现有技术中电动汽车控制逻辑在复杂工况下的循环换挡问题。



1. 一种电动汽车一体化的动力传动系统的挡位综合控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1,对加速踏板开度、加速度、车速分别取样,作为整车控制器EVCU的输入;

步骤2,计算加速踏板开度变化率 p_{ai} ,分别将变化率 p_{ai} 与当前加速度与设定的阈值进行比较,获得此时汽车运行状态;所述汽车运行状态的判断方法为:

设定加速踏板开度变化率的阈值 σ_1 和 σ_2 ,且 $\sigma_1 < \sigma_2$,若 $\sigma_1 < p_{ai} < \sigma_2$,标记为状态1,此时计数器1不变;当 $p_{ai} < \sigma_1$ 或 $p_{ai} > \sigma_2$,标记为状态2,此时计数器1加1,开始对加速踏板处于小开度或者大开度的状态进行计数;

设定加速度的阈值 σ_3 和 σ_4 ,且 $\sigma_3 < \sigma_4$,若 $\sigma_3 < a_i < \sigma_4$,标记为状态1,此时计数器2不变;若当前的加速度为 $a_i < \sigma_3$ 或 $a_i > \sigma_4$,标记为状态2,此时计数器2加1,开始对整车处于减速或者加速的状态进行计数;

步骤3,根据汽车的运行状态,判断进入柔性换挡控制还是退出柔性换挡策略。

2. 根据权利要求1所述的电动汽车一体化的动力传动系统的挡位综合控制方法,其特征在于,所述对加速踏板开度、加速度、车速分别取样的方法为:

在采样时间内,取样若干次,对所取样的踏板开度取均值,作为当前时刻的踏板开度值 α_i ;

在采样时间内,取样若干次,对所取样的输出轴转速换算为速度并取均值,作为当前速度的输入 V_i ;

对采样的转速换算为加速度并取均值,作为当前加速度的输入 a_i 。

3. 根据权利要求1所述的电动汽车一体化的动力传动系统的挡位综合控制方法,其特征在于,所述加速踏板开度变化率 p_{ai} 为当前开度值和前一次开度值的比值。

4. 根据权利要求1所述的电动汽车一体化的动力传动系统的挡位综合控制方法,其特征在于,所述进入柔性换挡控制的判断依据为:

当计数器1连续出现 k_1 次状态1的时候,计数器1归零,当计数器2连续出现 k_3 次状态1的时候,计数器2归零;当计数器1的状态2累积到 k_2 且计数器2的状态2累计到 k_5 时,进入柔性换挡策略。

5. 根据权利要求1所述的电动汽车一体化的动力传动系统的挡位综合控制方法,其特征在于,柔性换挡控制的方法为:

根据驾驶员满意的车速设置车速阈值,变速器控制器TCU对前几个循环车速求均值 V_i ,将 V_i 做为驾驶员的理想车速,将理想车速和车速阈值作对比,若理想车速 $>$ 车速阈值,进入延迟降档的控制策略,将降档曲线左移,当车速达到设定的低速值 V_1 ,开始进行降档;修正车速 $V_1 = (1 + \alpha \cdot \mu_1) \cdot V$, α 为加速踏板开度值, μ_1 为补偿系数;

若理想车速 $<$ 车速阈值,进入延迟升档的控制策略,将升档曲线右移,当车速达到设定的高速值 V_2 ,开始进行升档;修正车速 $V_2 = (1 + \alpha \cdot \mu_2) \cdot V$, μ_2 为补偿系数。

6. 根据权利要求1所述的电动汽车一体化的动力传动系统的挡位综合控制方法,其特征在于,退出柔性换挡控制判断依据为:

进入柔性换挡后,将踏板开度 α_i 作为输入,假设加速踏板开度 α 保持在状态1,通过下次采样数据分析加速踏板开度值的状态,如果保持在状态1,则计数器3加1,否则计数器置零,当计数器大于 k_6 时,TCU默认已经驶出复杂工况,不再执行延迟换挡。

7. 根据权利要求1所述的电动汽车一体化的动力传动系统的挡位综合控制方法, 其特征在于, 换挡曲线是通过: 基于电机输出特性曲线和加速踏板开度输出曲线, 制定动力性换挡曲线; 基于电机效率等高线图和加速踏板开度输出曲线, 制定经济性换挡曲线; 根据动力性换挡曲线和经济性换挡曲线, 制定中低负荷经济性换挡、中高负荷动力性换挡的综合型换挡曲线。

电动汽车一体化的动力传动系统的挡位综合控制系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于电动汽车传动驱动控制技术领域,尤其涉及电动汽车一体化的动力传动系统的挡位综合控制系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 新能源汽车是未来汽车技术的发展方向,我国也在大力发展新能源汽车,迫切需要在纯电动汽车加快技术积累,摆脱国外车企的技术垄断,提高本土车企在汽车市场的占有量。

[0003] 电动汽车结构及动力总成参数需要根据整车性能设计要求,设计选定电机参数、变速器参数以及差速器的参数来实现,参数包括电机额定功率、峰值功率、额定转速、峰值转速、额定转矩、峰值转矩、变速器档位数、变速器档位数和速比。其控制器需要将这些参数根据汽车的运行工况加以协调控制,所以对电动汽车动力总成的控制方法研究和意义十分重要,控制器的技术水平也是衡量电动汽车整体水平的一个标志。

[0004] 电动汽车对动力总成的控制在平直路面基本可以满足车辆的运行和换挡要求,但某些特殊工况换挡特性要求较高,实现较难,如在城市道路工况中,经常需要跟车,此时车速不稳定且加速踏板开度变化较大,变速器会经常在相邻挡位之间切换,换挡次数增加,驾驶性较差;在上下坡工况中,由于驾驶员反应的迟滞性,加速踏板开度与车速的变化有一定的相异性,变速器会进入降升挡循环,影响驾驶性。车辆下坡电机负载很小接近于零,再施加加速和换挡信号可能带来安全隐患。再如瞬间启动需要较大的转矩,易使永磁电机退磁,可通过变速机构通过增大转速比提高输出转矩等。现有技术中采用动力总成为分立式结构或者分立式元件,都存在着集成度不高,控制元件冗余多等问题。在汽车行驶时,TCU根据加速踏板开度和车速,在换挡曲线上查表得到对应的挡位,判断是否需要换挡。这种控制策略中每一条升挡曲线和降挡曲线都是固定的,根据车速和加速踏板开度的对应关系决定挡位。但是,这种控制逻辑在复杂工况下会进入循环换挡。

发明内容

[0005] 本发明根据现有技术中存在的问题,提出了电动汽车一体化的动力传动系统的挡位综合控制系统及其控制方法,有效的解决现有技术中电动汽车控制逻辑在复杂工况下的循环换挡问题。

[0006] 本发明所采用的技术方案如下:

[0007] 电动汽车一体化的动力传动系统的挡位综合控制系统,包括整车控制器EVCU、变速器控制器TCU、电机控制器MCU、变速器及差速器;所述整车控制器EVCU分别通过电机控制器MCU和变速器控制器TCU连接两档变速器及差速器;

[0008] 所述电机控制器MCU与两档变速器及差速器之间还依次连接有整流/逆变模块、电动机;

- [0009] 所述整车控制器EVCU的输入端分别连接加速踏板传感器、车速传感器和制动踏板传感器；
- [0010] 电动汽车一体化的动力传动系统的挡位综合控制方法,包括以下步骤:
- [0011] 步骤1,对加速踏板开度、加速度、车速分别取样,作为整车控制器EVCU的输入;
- [0012] 步骤2,计算加速踏板开度变化率 p_{a_i} ,分别将变化率 p_{a_i} 与当前加速度与设定的阈值进行比较,获得此时汽车运行状态;
- [0013] 步骤3,根据汽车的运行状态,判断进入柔性换挡控制还是退出柔性换挡策略;
- [0014] 进一步,所述对加速踏板开度、加速度、车速分别取样的方法为:
- [0015] 采样时间为 Δt_1 ,取样 n_1 次,每次取样的加速踏板开度值为 a_{ij} ,将 n_1 次采集的踏板开度取均值,作为当前时刻的踏板开度值 a_i ;
- [0016] 采样时间为 Δt_2 ,取样 n_2 次,每次取样的输出轴转速为 ω_{ij} ,将 n_2 次采样的转速换算为速度并取均值,作为当前速度的输入 V_i ;
- [0017] 将 n_2 次采样的转速换算为加速度并取均值,作为当前加速度的输入 a_i 。
- [0018] 进一步,所述加速踏板开度变化率 p_{a_i} 为当前开度值和前一次开度值的比值;
- [0019] 进一步,所述汽车运行状态的判断方法为:
- [0020] 设定加速踏板开度变化率的阈值 σ_1 和 σ_2 ,且 $\sigma_1 < \sigma_2$,若 $\sigma_1 < p_{a_i} < \sigma_2$,标记为状态1,此时计数器1不变;当 $p_{a_i} < \sigma_1$ 或 $p_{a_i} > \sigma_2$,标记为状态2,此时计数器1加1,开始对加速踏板处于小开度或者大开度的状态进行计数;
- [0021] 设定加速度的阈值 σ_3 和 σ_4 ,且 $\sigma_3 < \sigma_4$,若 $\sigma_3 < a_i < \sigma_4$,标记为状态1,此时计数器2不变;若当前的加速度为 $a_i < \sigma_3$ 或 $a_i > \sigma_4$,标记为状态2,此时计数器2加1,开始对整车处于减速或者加速的状态进行计数;
- [0022] 进一步,进入柔性换挡控制的判断依据为:
- [0023] 当计数器1连续出现 k_1 次状态1的时候,计数器1归零,当计数器2连续出现 k_3 次状态1的时候,计数器2归零;当计数器1的状态2累积到 k_2 且计数器2的状态2累计到 k_5 时,进入柔性换挡策略;
- [0024] 进一步,所述柔性换挡控制的方法为:
- [0025] 根据驾驶员满意的车速设置车速阈值,变速器控制器TCU对前几个循环车速求均值 V_i ,将 V_i 做为驾驶员的理想车速,将理想车速和车速阈值作对比,若理想车速 $>$ 车速阈值,进入延迟降档的控制策略,将降档曲线左移,当车速达到设定的低速值 V_1 ,开始进行降档;修正车速 $V_1 = (1 + \alpha \cdot \mu_1) \cdot V$; α 为加速踏板开度值, μ_1 为补偿系数, μ_1 值根据降档曲线左移量确定。
- [0026] 若理想车速 $<$ 车速阈值,进入延迟升档的控制策略,将升档曲线右移,当车速达到设定的高速值 V_2 ,开始进行升档;修正车速 $V_2 = (1 + \alpha \cdot \mu_2) \cdot V$; μ_2 为补偿系数, μ_2 值根据升档曲线右移量确定。
- [0027] 进一步,退出柔性换挡控制判断依据为:
- [0028] 进入柔性换挡后,将踏板开度 a_i 做为输入,假设加速踏板开度 a 保持在状态1,通过下次采样数据分析加速踏板开度值的状态,如果保持在状态1,则计数器3加1,否则计数器置零,当计数器大于 k_6 时,TCU默认已经驶出复杂工况,不再执行延迟换挡。
- [0029] 进一步,所述换挡曲线是通过:基于电机输出特性曲线和加速踏板开度输出曲线,

制定动力性换挡曲线;基于电机效率等高线图和加速踏板开度输出曲线,制定经济性换挡曲线。根据动力性换挡曲线和经济性换挡曲线,制定中低负荷经济性换挡、中高负荷动力性换挡的综合型换挡曲线。

[0030] 本发明的有益效果:针对变速器在复杂路况下频繁换挡问题,对电动汽车在复杂路况下车速、加速度、加速踏板开度的变化进行分析,以车速、加速度、加速踏板开度为输入,在传统换挡控制的基础上制定柔性换挡控制策略,减少变速器在复杂工况下的换挡次数。

附图说明

[0031] 图1是本发明的电子控制系统结构原理示意图;

[0032] 图2是换挡控制曲线;

[0033] 图3是本发明的柔性换挡流程图。

具体实施方式

[0034] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用于解释本发明,并不用于限定本发明。

[0035] 如图1所示,本发明所提出的电动汽车一体化的动力传动系统的挡位综合控制系统,包括整车控制器EVCU、变速器控制器TCU、电机控制器MCU、变速器及差速器;整车控制器EVCU依次与通过电机控制器MCU、整流/逆变模块、电机和两档变速器及差速器连接,整车控制器EVCU的输入端分别连接加速踏板传感器、车速传感器和制动踏板,将所采集的加速踏板开度值、车速和加速度信号输入分别输入整车控制器EVCU,经过处理后判断是否进入柔性换挡;若不进入柔性换挡则重复采样判断过程,若进入柔性换挡,整车控制器EVCU还通过变速器控制器TCU连接两档变速器及差速器,变速器控制器TCU接收整车控制器EVCU的判断信息执行柔性换挡。

[0036] 如图3所示,基于上述电动汽车一体化的动力传动系统的挡位综合控制系统的控制方法,具体通过以下步骤执行控制:

[0037] 步骤1,对加速踏板开度、加速度、车速分别取样,作为整车控制器EVCU的输入;

[0038] 加速踏板取样:假设加速踏板的电位计采样时间为 Δt_1 ,取样 n_1 次,每次取样的加速踏板开度值为 α_{ij} ,将 n_1 次采集的踏板开度取均值,做为当前时刻的踏板开度值 α_i 。计算如下式所示:

$$[0039] \quad \alpha_i = \frac{\sum \alpha_{ij}}{n_1} \quad (1)$$

[0040] 车速取样:假设输出轴转速传感器采样时间为 Δt_2 ,取样 n_2 次,每次取样的转速为 ω_{ij} ,将 n_2 次采样的转速换算为加速度并取均值,做为当前速度的输入 V_i ,计算如下式所示:

$$[0041] \quad V_i = \frac{\sum \omega \cdot i_g \cdot 2\pi \cdot r}{n_2} \quad (2)$$

[0042] 加速度取样:加速度通过对车速求导得到,车速通过变速器输出轴转速换算得到,

将 n_2 次采样的转速换算为加速度并取均值,做为当前加速度的输入 a_i ,计算如下式所示:

$$[0043] \quad a_i = \frac{\sum \frac{d\omega}{dt} i_g \cdot 2\pi \cdot r}{n_2} \quad (3)$$

[0044] 步骤2,分析汽车运行状态:

[0045] a、设定加速踏板开度变化率的阈值 σ_1 和 σ_2 ,且 $\sigma_1 < \sigma_2$, p_{ai} 为当前开度值和前一次开度值的比值,若 $p_{ai} < \sigma_1$ 加速踏板开度为小开度状态;若 $p_{ai} > \sigma_2$ 加速踏板开度为大开度;若 $\sigma_1 < p_{ai} < \sigma_2$,加速踏板开度为中开度。将中开度标记为状态1,此时相较原来加速踏板开度变化较小;将大开度或低开度标记为状态2,此时相较原来加速踏板开度变化较大。计数器1对状态2开始计数,否则不计数。当计数器1连续出现 k_1 次状态1的时候,计数器1归零。

[0046] b、设定加速度的阈值 σ_3 和 σ_4 ,且 $\sigma_3 < \sigma_4$,当 $a_i < \sigma_3$ 整车处于减速状态,当 $a_i > \sigma_4$ 整车处于加速状态,当 $\sigma_3 < a_i < \sigma_4$ 整车处于平稳状态;将平稳状态标记为状态1,此时相较原来车速变化较小;将减速与加速状态标记为状态2,此时相较原来车速变化较大,计数器2对状态2开始计数,否则不计数。当计数器2连续出现 k_3 次状态1的时候,计数器2归零。

[0047] 步骤3,根据步骤2所判断的汽车运行状态,当计数器1累积到 k_2 且计数器2累计到 k_5 时,进入柔性换挡控制。

[0048] 如图2所示,根据驾驶员满意的车速设置车速阈值,变速器控制器TCU对前几个循环车速求均值 V_i ,将 V_i 做为驾驶员的理想车速,将理想车速和车速阈值作对比,若理想车速 $>$ 车速阈值,进入延迟降档的控制策略,将降档曲线左移,当车速达到设定的低速值 V_1 ,开始进行降档,修正车速 $V_1 = (1 + \alpha \cdot \mu_1) \cdot V$; α 为加速踏板开度值; μ_1 为补偿系数, μ_1 值根据降档曲线左移量确定;在行车过程中一旦变速器发生降档,则认为进入延迟升档的控制过程。

[0049] 若理想车速 $<$ 阈值,进入延迟升档的控制策略,将升档曲线右移,当车速达到设定的高速值 V_2 ,开始进行升档,修正车速 $V_2 = (1 + \alpha \cdot \mu_2) \cdot V$; μ_2 为补偿系数, μ_2 值根据升档曲线右移量确定;在行车过程中一旦变速器发生升档,则认为进入延迟降档的控制过程。

[0050] 若将踏板开度 α_i 做为输入,假设加速踏板开度 α 保持在状态1,通过下次采样数据分析加速踏板开度值的状态,如果保持在状态1,则计数器3加1,否则计数器置零,当计数器3大于 k_6 时,TCU默认已经驶出复杂工况,不再执行延迟换挡,则退出柔性换挡控制

[0051] 以上实施例仅用于说明本发明的设计思想和特点,其目的在于使本领域内的技术人员能够了解本发明的内容并据以实施,本发明的保护范围不限于上述实施例。所以,凡依据本发明所揭示的原理、设计思路所作的等同变化或修饰,均在本发明的保护范围之内。

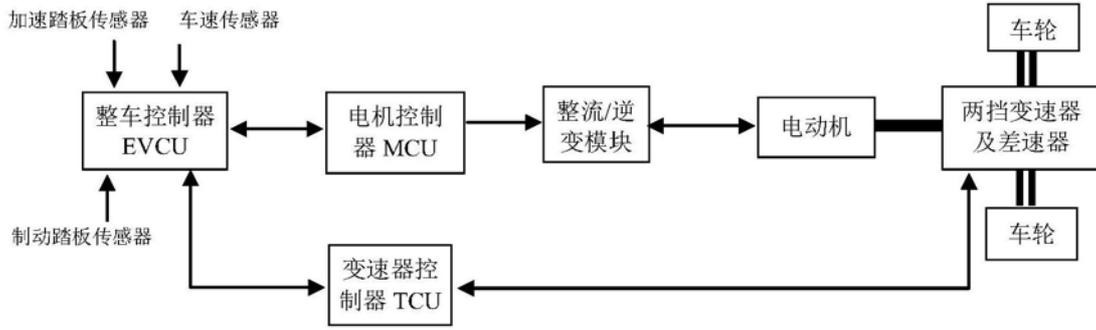


图1

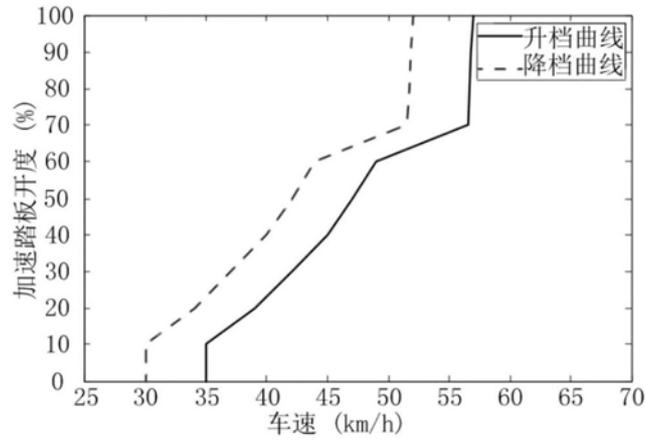


图2

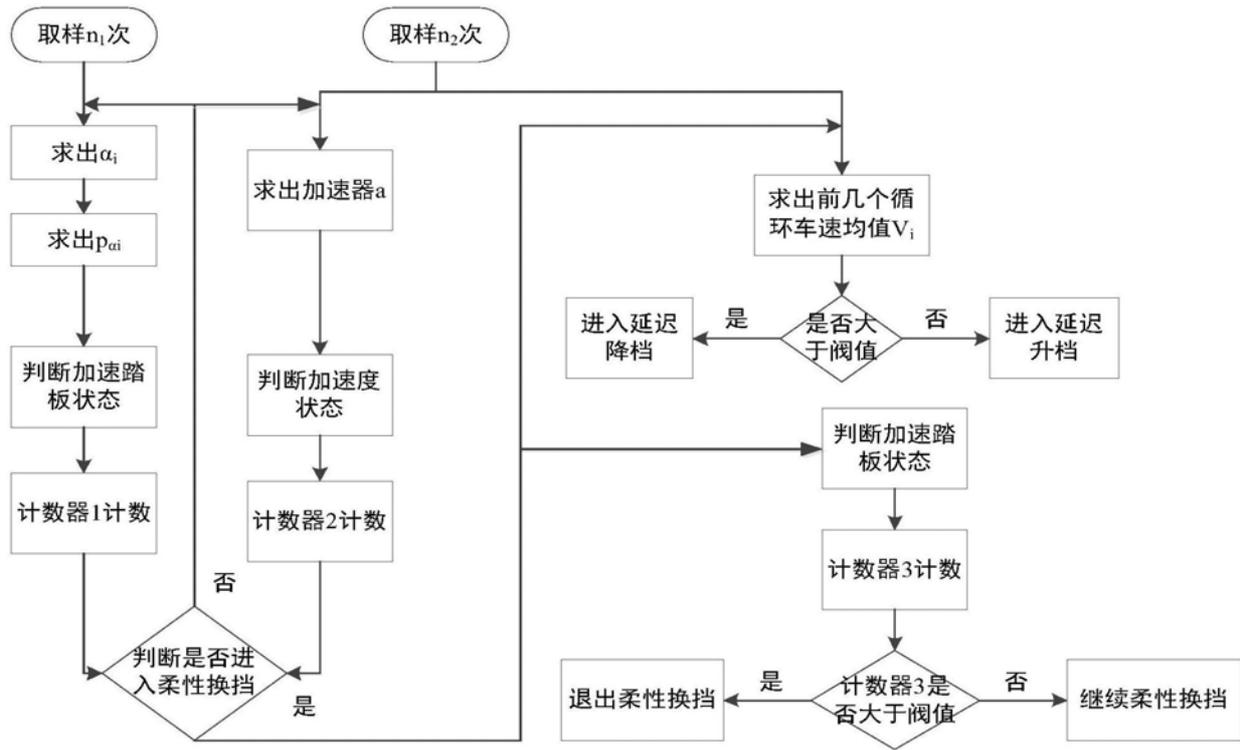


图3