



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109760682 A

(43)申请公布日 2019.05.17

(21)申请号 201711091439.X

B60L 15/28(2006.01)

(22)申请日 2017.11.08

(71)申请人 郑州宇通客车股份有限公司

地址 450016 河南省郑州市十八里河宇通  
工业园区

(72)发明人 郭潇然 胡新 卢甲华 范文旭

(74)专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限  
公司 41119

代理人 韩天宝

(51)Int.Cl.

B60W 30/18(2012.01)

B60W 40/076(2012.01)

B60W 40/13(2012.01)

B60W 40/105(2012.01)

B60W 40/109(2012.01)

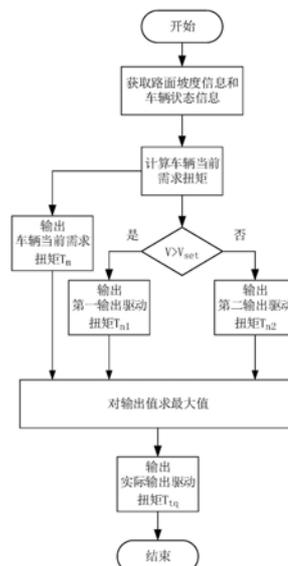
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种纯电动车辆爬坡扭矩估算方法和控制  
方法及其系统

(57)摘要

本发明涉及纯电动汽车控制技术领域,特别是一种纯电动车辆爬坡扭矩估算方法和控制方法及其系统。该估算方法通过获取路面坡度信息和车辆状态信息,并通过对比当前车速和设定车速确定车辆需要优先满足爬坡性能还是加速性能,再结合当前车辆状态、路面坡度和动力性需求输出相应的实际输出驱动扭矩,根据实时的路况信息和车辆状态输出优化的驱动扭矩,从而减少了车辆的能耗和动力过剩,同时,满足了车辆的动力性需求,该控制方法根据路面坡度控制车辆采取后两轮的扭矩输出或四轮的扭矩输出,降低单电机输出的压力,避免了电机长时间过载运行,提高了车辆的平顺性和乘车舒适性,解决了爬坡过程中无法兼顾车辆经济性、舒适性和动力性需求的问题。



1. 一种纯电动车辆爬坡扭矩估算方法,其特征在于,流程如下:

获取路面坡度信息和车辆状态信息,计算车辆行驶驱动力矩,所述车辆状态信息包括车辆当前车速、车辆当前加速度和车辆当前质量;

判断车辆当前车速是否大于设定车速;

若车辆当前车速大于设定车速,则以目标加速度为指标计算得到第一输出驱动扭矩;  
若车辆当前车速小于设定车速,则以目标爬坡度为指标计算得到第二输出驱动扭矩;

比对车辆行驶驱动力矩与第一输出扭矩或第二输出扭矩,得到最大值即为实际输出驱动扭矩。

2. 根据权利要求1所述的纯电动车辆爬坡扭矩估算方法,其特征在于,所述目标加速度为车辆加速度的最大值。

3. 根据权利要求1或2所述的纯电动车辆爬坡扭矩估算方法,其特征在于,所述目标爬坡度为车辆爬坡度的最大值。

4. 一种纯电动车辆爬坡扭矩控制方法,其特征在于,流程如下:

获取路面坡度信息和车辆状态信息,计算车辆行驶驱动力矩,所述车辆状态信息包括车辆当前车速、车辆当前加速度和车辆当前质量;

判断车辆当前车速是否大于设定车速;

若车辆当前车速大于设定车速,则以目标加速度为指标计算得到第一输出驱动扭矩;  
若车辆当前车速小于设定车速,则以目标爬坡度为指标计算得到第二输出驱动扭矩;

比对车辆行驶驱动力矩与第一输出扭矩或第二输出扭矩,得到最大值即为实际输出驱动扭矩;

控制驱动电机输出所述实际驱动扭矩。

5. 根据权利要求4所述的纯电动车辆爬坡扭矩控制方法,其特征在于,所述目标加速度为车辆加速度的最大值。

6. 根据权利要求4或5所述的纯电动车辆爬坡扭矩控制方法,其特征在于,所述目标爬坡度为车辆爬坡度的最大值。

7. 一种纯电动车辆爬坡扭矩控制系统,其特征在于,包括控制器,所述控制器用于执行以下指令,流程如下:

获取路面坡度信息和车辆状态信息,计算车辆行驶驱动力矩,所述车辆状态信息包括车辆当前车速、车辆当前加速度和车辆当前质量;

判断车辆当前车速是否大于设定车速;

若车辆当前车速大于设定车速,则以目标加速度为指标计算得到第一输出驱动扭矩;  
若车辆当前车速小于设定车速,则以目标爬坡度为指标计算得到第二输出驱动扭矩;

比对车辆行驶驱动力矩与第一输出扭矩或第二输出扭矩,得到最大值即为实际输出驱动扭矩;

控制驱动电机输出所述实际驱动扭矩。

8. 根据权利要求7所述的纯电动车辆爬坡扭矩控制系统,其特征在于,所述目标加速度为车辆加速度的最大值。

9. 根据权利要求7或8所述的纯电动车辆爬坡扭矩控制系统,其特征在于,所述目标爬坡度为车辆爬坡度的最大值。

## 一种纯电动车辆爬坡扭矩估算方法和控制方法及其系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及纯电动汽车控制技术领域,特别是一种纯电动车辆爬坡扭矩估算方法和控制方法及其系统。

### 背景技术

[0002] 在环境污染和能源短缺的社会现状下,新能源车辆尤其是纯电动汽车有着广阔的发展前景,而其中新能源车辆的能量消耗率是产品竞争力的重要体现;特别针对运行在山区工况的新能源车辆,由于需要频繁爬坡,电耗较正常路面工况略高,因此寻求降低能耗的方法尤为重要。

[0003] 现有纯电动车辆在动力匹配时需要同时兼顾车辆的爬坡能力、加速能力、最高车速等,因此选配的电机或发动机的最大扭矩一般较高,由于纯电动车辆在山区线路运营时,坡路较多,为了满足爬坡性能,需要低速时电机输出较大功率。而目前纯电动车辆在控制扭矩输出时,满油门对应的输出力矩并没有参考路面的实际坡度,多以最大设计爬坡度为标准计算所需扭矩,这样就会造成在坡度较小路面或者平路上行驶时,动力性过剩,增加了整车能耗,且乘客乘坐舒适性较差。为了解决整车能耗的问题,对于需要跑山区工况的车辆一般是添加L档:L档控制扭矩输出要大于正常运行的D档扭矩输出,主要用来满足车辆低速爬坡需求,这种方式需要司机在行驶过程中来回切换档位,增加了司机的劳动强度,而且档位切换时会造成车辆行驶不平顺问题。因此,需要找到既能减少整车能耗,提升车辆经济行;又能降低换挡带来的车辆行驶不平顺,从而提高乘坐的舒适性;还能够理解驾驶员意图,满足驾驶员在爬坡过程中对车辆动力的实际要求的方法。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种纯电动车辆爬坡扭矩估算方法和控制方法及其系统,用以解决爬坡过程中无法兼顾车辆经济性、舒适性和动力性需求的问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供以下技术方案:

[0006] 方案一:一种纯电动车辆爬坡扭矩估算方法,流程如下:

[0007] 获取路面坡度信息和车辆状态信息,计算车辆行驶驱动力矩,所述车辆状态信息包括车辆当前车速、车辆当前加速度和车辆当前质量;

[0008] 判断车辆当前车速是否大于设定车速;

[0009] 若车辆当前车速大于设定车速,则以目标加速度为指标计算得到第一输出驱动扭矩;若车辆当前车速小于设定车速,则以目标爬坡度为指标计算得到第二输出驱动扭矩;

[0010] 比对车辆行驶驱动力矩与第一输出扭矩或第二输出扭矩,得到最大值即为实际输出驱动扭矩。

[0011] 本方案一的有益效果是,本方案一通过对比当前车速和设定车速确定车辆需要优先满足爬坡性能还是加速性能,并通过当前车辆状态、路面坡度和动力性需求输出相应的实际输出驱动扭矩,从而减少了车辆的能耗和动力过剩,满足了车辆的动力性需求,提高了

车辆的平顺性和乘车舒适性,解决了爬坡过程中无法兼顾车辆经济性、舒适性和动力性需求的问题。

[0012] 方案二:在方案一的基础上,所述目标加速度为车辆加速度的最大值。

[0013] 方案三:在方案一或方案二的基础上,所述目标爬坡度为车辆爬坡度的最大值。

[0014] 方案四:在方案一的基础上,所述车辆行驶驱动力矩的计算公式如下:

$$[0015] \quad \frac{T_m i_g \eta_T}{r} = Gf + \frac{C_D A}{21.15} u_a^2 + Gi + \delta m \frac{du}{dt}$$

[0016] 其中,车辆行驶驱动力矩 $T_m$ 、车辆当前自身重力 $G$ 、车辆当前自身质量 $m$ 、坡度 $i$ 、车辆当前车速 $u_a$ 、轮胎滚阻系数 $f$ 、传动系统效率 $\eta_T$ 、旋转质量换算系数 $\delta$ 、空气阻力系数 $C_D$ 、迎风面积 $A$ 、轮胎滚动半径 $r$ 、主减速比 $i_g$ 使用车辆试验测量数据。

[0017] 方案五:在方案一的基础上,所述第一输出驱动扭矩的计算公式如下:

$$[0018] \quad \frac{T_{n1} i_g i_0 \eta_T}{r} = Gf + \frac{C_D A}{21.15} u_a^2 + \delta m a_{\max}$$

[0019] 其中, $T_{n1}$ 为第一输出驱动扭矩、 $a_{\max}$ 为车辆目标加速度、车辆当前自身重力 $G$ 、车辆当前自身质量 $m$ 、车辆当前车速 $u_a$ 、轮胎滚阻系数 $f$ 、传动系统效率 $\eta_T$ 、旋转质量换算系数 $\delta$ 、空气阻力系数 $C_D$ 、迎风面积 $A$ 、轮胎滚动半径 $r$ 、主减速比 $i_g$ 使用车辆试验测量数据。

[0020] 方案六:在方案一的基础上,所述第二输出驱动扭矩的计算公式如下:

$$[0021] \quad \frac{T_{n2} i_g i_0 \eta_T}{r} = Gf + \frac{C_D A}{21.15} u_a^2 + Gi_{\max}$$

[0022] 其中, $T_{n2}$ 为第二输出驱动扭矩、 $i_{\max}$ 为车辆最大爬坡指标、车辆当前自身重力 $G$ 、车辆当前车速 $u_a$ 、轮胎滚阻系数 $f$ 、传动系统效率 $\eta_T$ 、空气阻力系数 $C_D$ 、迎风面积 $A$ 、轮胎滚动半径 $r$ 、主减速比 $i_g$ 使用车辆试验测量数据。

[0023] 方案七:在方案四、方案五或方案六的基础上,所述车辆当前车速 $u_a$ 为根据电机转速计算得出,公式如下:

$$[0024] \quad u_a = 0.377 \frac{r n}{i_g i_0}。$$

[0025] 方案八:在方案七的基础上,所述设定车速为30km/h。

[0026] 方案九:一种纯电动车辆爬坡扭矩控制方法,流程如下:

[0027] 获取路面坡度信息和车辆状态信息,计算车辆行驶驱动力矩,所述车辆状态信息包括车辆当前车速、车辆当前加速度和车辆当前质量;

[0028] 判断车辆当前车速是否大于设定车速;

[0029] 若车辆当前车速大于设定车速,则以目标加速度为指标计算得到第一输出驱动扭矩;若车辆当前车速小于设定车速,则以目标爬坡度为指标计算得到第二输出驱动扭矩;

[0030] 比对车辆行驶驱动力矩与第一输出扭矩或第二输出扭矩,得到最大值即为实际输出驱动扭矩;

[0031] 控制驱动电机输出所述实际驱动扭矩。

[0032] 方案十:在方案九的基础上,所述目标加速度为车辆加速度的最大值。

[0033] 方案十一:在方案九或方案十的基础上,所述目标爬坡度为车辆爬坡度的最大值。

[0034] 方案十二:在方案九的基础上,所述车辆行驶驱动力矩的计算公式如下:

$$[0035] \quad \frac{T_m i_g \eta_T}{r} = Gf + \frac{C_D A}{21.15} u_a^2 + Gi + \delta m \frac{du}{dt}$$

[0036] 其中,车辆行驶驱动力矩 $T_m$ 、车辆当前自身重力 $G$ 、车辆当前自身质量 $m$ 、坡度 $i$ 、车辆当前车速 $u_a$ 、轮胎滚阻系数 $f$ 、传动系统效率 $\eta_T$ 、旋转质量换算系数 $\delta$ 、空气阻力系数 $C_D$ 、迎风面积 $A$ 、轮胎滚动半径 $r$ 、主减速比 $i_g$ 使用车辆试验测量数据。

[0037] 方案十三:在方案九的基础上,所述第一输出驱动扭矩的计算公式如下:

$$[0038] \quad \frac{T_{n1} i_g i_0 \eta_T}{r} = Gf + \frac{C_D A}{21.15} u_a^2 + \delta m a_{\max}$$

[0039] 其中, $T_{n1}$ 为第一输出驱动扭矩、 $a_{\max}$ 为车辆目标加速度、车辆当前自身重力 $G$ 、车辆当前自身质量 $m$ 、车辆当前车速 $u_a$ 、轮胎滚阻系数 $f$ 、传动系统效率 $\eta_T$ 、旋转质量换算系数 $\delta$ 、空气阻力系数 $C_D$ 、迎风面积 $A$ 、轮胎滚动半径 $r$ 、主减速比 $i_g$ 使用车辆试验测量数据。

[0040] 方案十四:在方案九的基础上,所述第二输出驱动扭矩的计算公式如下:

$$[0041] \quad \frac{T_{n2} i_g i_0 \eta_T}{r} = Gf + \frac{C_D A}{21.15} u_a^2 + G i_{\max}$$

[0042] 其中, $T_{n2}$ 为第二输出驱动扭矩、 $i_{\max}$ 为车辆最大爬坡指标、车辆当前自身重力 $G$ 、车辆当前车速 $u_a$ 、轮胎滚阻系数 $f$ 、传动系统效率 $\eta_T$ 、空气阻力系数 $C_D$ 、迎风面积 $A$ 、轮胎滚动半径 $r$ 、主减速比 $i_g$ 使用车辆试验测量数据。

[0043] 方案十五:在方案十二、方案十三或方案十四的基础上,所述车辆当前车速 $u_a$ 为根据电机转速计算得出,公式如下:

$$[0044] \quad u_a = 0.377 \frac{rn}{i_g i_0} \circ$$

[0045] 方案十六:在方案十五的基础上,所述设定车速为30km/h。

[0046] 方案十七:一种纯电动车辆爬坡扭矩控制系统,包括控制器,所述控制器用于执行以下指令,流程如下:

[0047] 获取路面坡度信息和车辆状态信息,计算车辆行驶驱动力矩,所述车辆状态信息包括车辆当前车速、车辆当前加速度和车辆当前质量;

[0048] 判断车辆当前车速是否大于设定车速;

[0049] 若车辆当前车速大于设定车速,则以目标加速度为指标计算得到第一输出驱动扭矩;若车辆当前车速小于设定车速,则以目标爬坡度为指标计算得到第二输出驱动扭矩;

[0050] 比对车辆行驶驱动力矩与第一输出扭矩或第二输出扭矩,得到最大值即为实际输出驱动扭矩;

[0051] 控制驱动电机输出所述实际驱动扭矩。

[0052] 方案十八:在方案十七的基础上,所述目标加速度为车辆加速度的最大值。

[0053] 方案十九:在方案十七或方案十八的基础上,所述目标爬坡度为车辆爬坡度的最大值。

[0054] 方案二十:在方案十七的基础上,所述车辆行驶驱动力矩的计算公式如下:

$$[0055] \quad \frac{T_m i_g \eta_T}{r} = Gf + \frac{C_D A}{21.15} u_a^2 + Gi + \delta m \frac{du}{dt}$$

[0056] 其中,车辆行驶驱动力矩 $T_m$ 、车辆当前自身重力 $G$ 、车辆当前自身质量 $m$ 、坡度 $i$ 、车辆当前车速 $u_a$ 、轮胎滚阻系数 $f$ 、传动系统效率 $\eta_T$ 、旋转质量换算系数 $\delta$ 、空气阻力系数 $C_D$ 、迎风面积 $A$ 、轮胎滚动半径 $r$ 、主减速比 $i_g$ 使用车辆试验测量数据。

[0057] 方案二十一:在方案十七的基础上,所述第一输出驱动扭矩的计算公式如下:

$$[0058] \quad \frac{T_{n1} i_g i_0 \eta_T}{r} = Gf + \frac{C_D A}{21.15} u_a^2 + \delta m a_{\max}$$

[0059] 其中, $T_{n1}$ 为第一输出驱动扭矩、 $a_{\max}$ 为车辆目标加速度、车辆当前自身重力 $G$ 、车辆当前自身质量 $m$ 、车辆当前车速 $u_a$ 、轮胎滚阻系数 $f$ 、传动系统效率 $\eta_T$ 、旋转质量换算系数 $\delta$ 、空气阻力系数 $C_D$ 、迎风面积 $A$ 、轮胎滚动半径 $r$ 、主减速比 $i_g$ 使用车辆试验测量数据。

[0060] 方案二十二:在方案十七的基础上,所述第二输出驱动扭矩的计算公式如下:

$$[0061] \quad \frac{T_{n2} i_g i_0 \eta_T}{r} = Gf + \frac{C_D A}{21.15} u_a^2 + G i_{\max}$$

[0062] 其中, $T_{n2}$ 为第二输出驱动扭矩、 $i_{\max}$ 为车辆最大爬坡指标、车辆当前自身重力 $G$ 、车辆当前车速 $u_a$ 、轮胎滚阻系数 $f$ 、传动系统效率 $\eta_T$ 、空气阻力系数 $C_D$ 、迎风面积 $A$ 、轮胎滚动半径 $r$ 、主减速比 $i_g$ 使用车辆试验测量数据。

[0063] 方案二十三:在方案二十、方案二十一或方案二十二的基础上,所述车辆当前车速 $u_a$ 为根据电机转速计算得出,公式如下:

$$[0064] \quad u_a = 0.377 \frac{rn}{i_g i_0}。$$

[0065] 方案二十四:在方案二十三的基础上,所述设定车速为30km/h。

## 附图说明

[0066] 图1是一种纯电动车辆爬坡扭矩估算方法的流程图;

[0067] 图2是一种纯电动车辆爬坡扭矩控制方法的流程图。

## 具体实施方式

[0068] 下面结合附图对本发明做进一步详细的说明。

[0069] 本发明提供一种纯电动车辆爬坡扭矩估算方法,需要车辆安装有轴荷传感器,用于估算车辆实时车重;还在车辆质心轴线上安装有惯导设备,用于检测车辆行驶的加速度、还安装有陀螺仪,用于测量车辆道路坡度;上述检测信息都由整车控制器接收。

[0070] 本发明的纯电动车辆爬坡扭矩估算方法,如图1所示,具体流程如下:

[0071] 1、获取路面坡度信息和车辆状态信息。

[0072] 通过整车控制器获取车辆的状态信息,例如,车辆当前车速,车辆当前加速度,车辆当前质量等;获取路面坡度信息通过安装的陀螺仪测量得到。

[0073] 2、计算车辆行驶驱动力矩。

[0074] 车辆行驶驱动扭矩的计算公式为:

[0075]

$$\frac{T_m i_g \eta_T}{r} = Gf + \frac{C_D A}{21.15} u_a^2 + Gi + \delta m \frac{du}{dt} \quad (1)$$

[0076] 其中,车辆行驶驱动力矩 $T_m$ 、车辆当前自身重力 $G$ 、车辆当前自身质量 $m$ 、坡度 $i$ 、车辆当前车速 $u_a$ 、轮胎滚阻系数 $f$ 、传动系统效率 $\eta_T$ 、旋转质量换算系数 $\delta$ 、空气阻力系数 $C_D$ 、迎风面积 $A$ 、轮胎滚动半径 $r$ 、主减速比 $i_g$ 使用车辆试验测量数据。

[0077] 车辆当前车速可以根据传感器直接检测得出,或者车辆当前车速根据电机转速计算得出,公式为:

[0078]

$$u_a = 0.377 \frac{rn}{i_g i_0} \quad (2)$$

[0079] 根据上述公式(1)和(2)可得出车辆行驶驱动力矩 $T_m$ 。

[0080] 3、判断车辆当前车速是否大于设定车速。

[0081] 若车辆当前车速大于设定车速,即 $V > V_{set}$ ,则以加速指标计算得到第一输出驱动扭矩;若车辆当前车速小于设定车速,即 $V < V_{set}$ ,则以爬坡指标计算得到第二输出驱动扭矩。

[0082] 若车辆当前车速大于设定车速,即车速较高时,优先满足车辆加速性能,以车辆动力性指标目标加速度 $a_{max}$ 为例,扭矩计算公式如下:

[0083]

$$\frac{T_{n1} i_g i_0 \eta_T}{r} = Gf + \frac{C_D A}{21.15} u_a^2 + \delta m a_{max} \quad (3)$$

[0084] 其中, $a_{max}$ 为车辆目标加速度, $T_{n1}$ 为第一输出驱动扭矩。

[0085] 若车辆当前速度小于设定车速,即车速较低时,优先满足车辆爬坡性能,以车辆动力性指标最大爬坡度 $i_{max}$ 为例,扭矩计算公式如下:

[0086]

$$\frac{T_{n2} i_g i_0 \eta_T}{r} = Gf + \frac{C_D A}{21.15} u_a^2 + Gi_{max} \quad (4)$$

[0087] 其中, $i_{max}$ 为车辆最大爬坡指标, $T_{n2}$ 为第二输出驱动扭矩。

[0088] 4、比对车辆行驶驱动力矩与第一输出扭矩或第二输出扭矩,得到实际输出驱动扭矩。

[0089] 若车辆当前车速大于设定车速,根据公式(1)计算出车辆当前行驶状态下需要的驱动力矩,然后对比公式(3)对应的第一输出驱动扭矩 $T_{n1}$ ,取两者较大值作为整车满油门输出的实际输出驱动扭矩 $T_{tq}$ 。

[0090] 若车辆当前速度小于设定车速,根据公式(1)计算出车辆当前行驶状态下需要的驱动力矩,然后对比公式(4)对应的第二输出驱动扭矩,取两者较大值作为整车满油门输出的实际输出驱动扭矩 $T_{tq}$ 。

[0091] 车辆输出驱动扭矩的扭矩值为根据油门开度和整车满油门时的实际输出驱动扭矩 $T_{tq}$ 计算得出。

[0092] 为了改善车辆爬坡性能,减少能耗,本发明在一种纯电动车辆爬坡扭矩估算方法

的基础上,提供一种纯电动车辆爬坡扭矩控制系统,包括控制器,控制器用于执行一种纯电动车辆爬坡扭矩控制方法的指令,该控制方法如图2所示,在得到实际输出扭矩 $T_{tq}$ 后,通过控制器控制电机进行扭矩输出。

[0093] 例如,通过当前路面坡度进行扭矩的分配式输出。

[0094] 首先,判断当前路面坡度是否大于设定坡度。

[0095] 若当前路面坡度大于设定坡度,即 $i > i_{set}$ ,则控制实际输出驱动扭矩平均分配至与车辆四个车轮对应的四个驱动电机,精确控制各个车轮施加的驱动扭矩,在保证整车爬坡动力性的基础上,降低了单轴电机输出压力,避免了电机长时间过载运行。

[0096] 若当前路面坡度小于设定坡度,即 $i < i_{set}$ ,车辆在较小坡度甚至平路上行驶,则控制实际输出驱动扭矩平均分配至与车辆两个后车轮对应的两个驱动电机,减小了动力系统能量消耗。

[0097] 以上给出了本发明涉及的具体实施方式,但本发明不局限于所描述的实施方式。在本发明给出的思路下,采用对本领域技术人员而言容易想到的方式对上述实施例中的技术手段进行变换、替换、修改,并且起到的作用与本发明中的相应技术手段基本相同、实现的发明目的也基本相同,这样形成的技术方案是对上述实施例进行微调形成的,这种技术方案仍落入本发明的保护范围内。

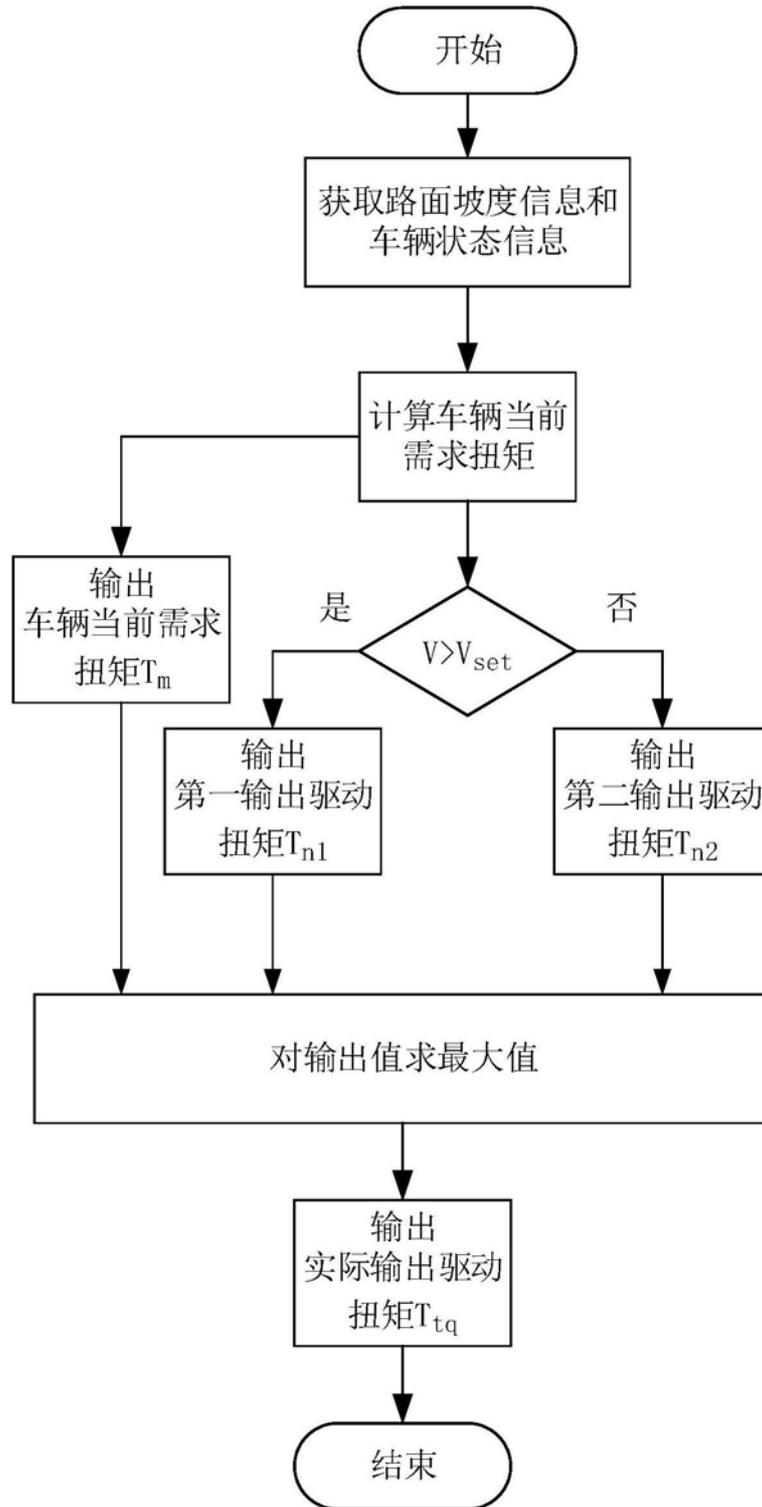


图1

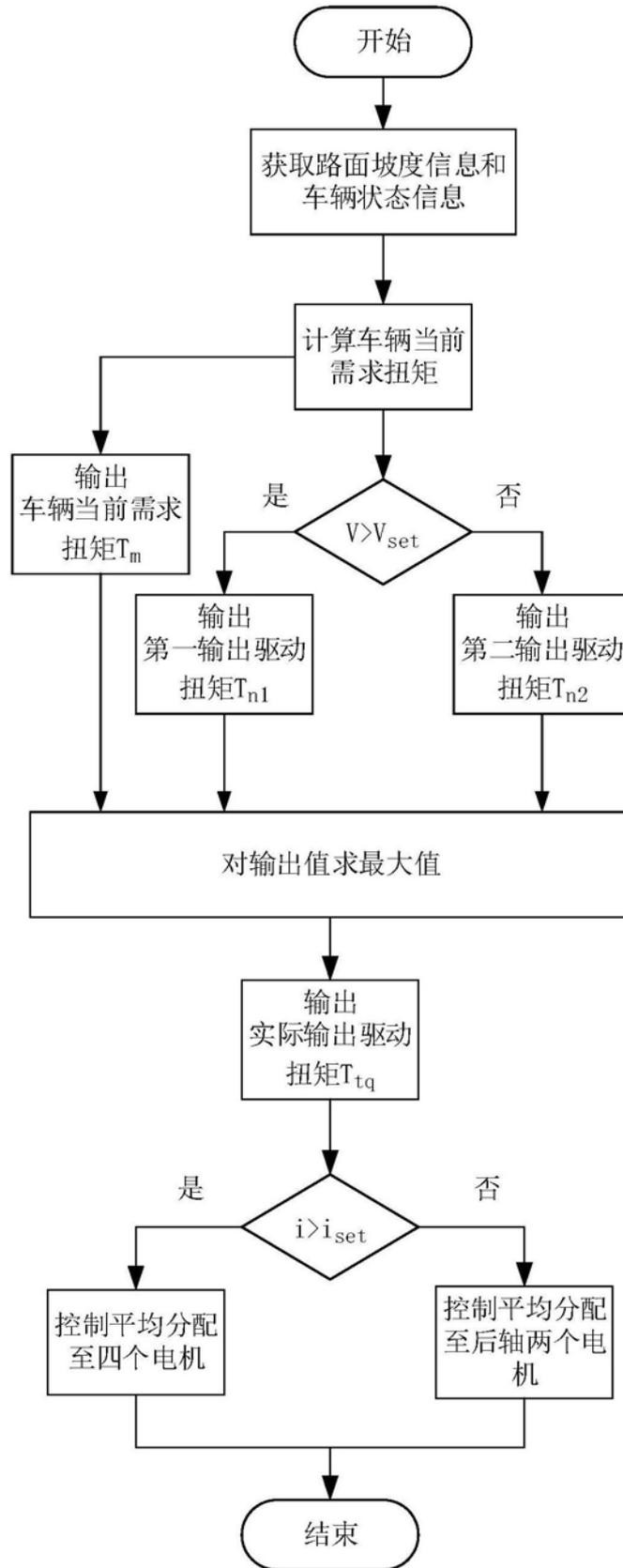


图2