



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109334511 B

(45) 授权公告日 2020.10.02

(21) 申请号 201811018867.4

(22) 申请日 2018.09.03

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109334511 A

(43) 申请公布日 2019.02.15

(73) 专利权人 胡斌
地址 710068 陕西省西安市碑林区振兴东
巷50号3单元302号

(72) 发明人 胡斌

(74) 专利代理机构 西安嘉思特知识产权代理事
务所(普通合伙) 61230

代理人 郝梦玲

(51) Int.Cl.
B60L 58/12 (2019.01)

(56) 对比文件

- CN 102745201 A, 2012.10.24
- CN 106740222 A, 2017.05.31
- CN 108422881 A, 2018.08.21
- CN 105050878 A, 2015.11.11
- CN 106908075 A, 2017.06.30
- CN 106915263 A, 2017.07.04
- CN 108422881 A, 2018.08.21
- DE 102011116115 A1, 2013.04.18

审查员 金琦

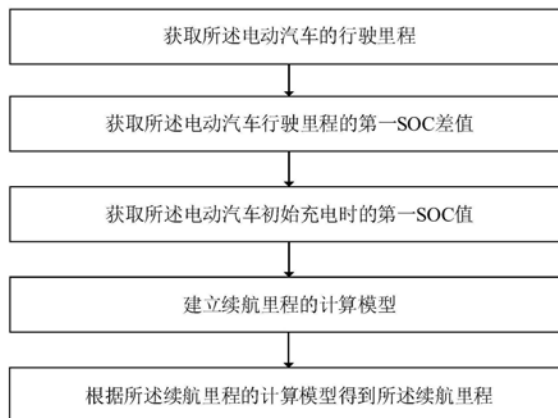
权利要求书2页 说明书12页 附图1页

(54) 发明名称

一种电动汽车续航里程的预测方法

(57) 摘要

本发明涉及一种电动汽车续航里程的预测方法,包括:获取所述电动汽车的行驶里程;获取所述电动汽车行驶里程的第一SOC差值;获取所述电动汽车初始充电时的第一SOC值;根据所述行驶里程、所述第一SOC差值和所述第一SOC值建立续航里程的计算模型;根据所述续航里程的计算模型得到所述续航里程。本实施例的续航里程的预测方法根据实际条件进行计算,符合电动汽车实际的应用情况,该预测方法准确率较高,能为车主提供及时、准确的数据,便于车主及时掌握电动汽车的使用情况,以免因车主不能及时掌握电动汽车的实际续航里程而产生焦虑情绪。



1. 一种电动汽车续航里程的预测方法,其特征在于,包括:

获取所述电动汽车的行驶里程;

获取所述电动汽车行驶里程的第一SOC差值;

获取所述电动汽车初始充电时的第一SOC值;

根据所述行驶里程、所述第一SOC差值和所述第一SOC值建立续航里程的计算模型;

根据所述续航里程的计算模型得到所述续航里程,所述续航里程包括夏季续航里程、春秋季续航里程或第一冬季续航里程,所述夏季续航里程包括开空调时的夏季续航里程;所述夏季续航里程还包括不开空调时的夏季续航里程,不开空调时的所述夏季续航里程等于所述春秋季续航里程;

根据所述春秋季续航里程和所述第一冬季续航里程建立第一冬季续航里程计算模型;

根据所述第一冬季续航里程计算模型获取第二冬季续航里程;

所述第一冬季续航里程计算模型为:

当 $T_{实} \geq T_{冬}$ 时,则 $S'_{冬} = S_{冬} + (S_{春秋} - S_{冬}) \times |T_{冬} - T_{实}| / |T_{常} - T_{冬}|$;

当 $T_{实} < T_{冬}$ 时,则 $S'_{冬} = S_{冬} - (S_{春秋} - S_{冬}) \times |T_{冬} - T_{实}| / |T_{常} - T_{冬}|$;

其中, $S'_{冬}$ 为第二冬季续航里程,所述第二冬季续航里程为冬季不开暖风条件下的实时的续航里程, $S_{冬}$ 为第一冬季续航里程,所述第一冬季续航里程为冬季不开暖风时的续航里程, $S_{春秋}$ 为春秋季续航里程, $T_{冬}$ 为一月份的月平均温度, $T_{实}$ 为冬季时实时环境温度, $T_{常}$ 为25℃;

根据所述续航里程的计算模型获取第三冬季续航里程,所述第三冬季续航里程为冬季开暖风时的续航里程;

根据所述第一冬季续航里程和所述第三冬季续航里程之间的差值得到第四冬季续航里程;

根据所述第二冬季续航里程和所述第四冬季续航里程建立第二冬季续航里程计算模型;

根据所述第二冬季续航里程计算模型获取第五冬季续航里程,其中,所述第二冬季续航里程计算模型为:

$$S'_{冬暖} = S'_{冬} - S_{暖}$$

其中, $S'_{冬暖}$ 为第五冬季续航里程, $S'_{冬暖}$ 为冬季时实时环境温度条件下得到的续航里程, $S'_{冬}$ 为第二冬季续航里程, $S_{暖}$ 为第四冬季续航里程。

2. 根据权利要求1所述的预测方法,其特征在于,获取所述电动汽车行驶里程的第一SOC差值,包括:

获取所述电动汽车行驶里程的行驶起点的剩余电量与行驶终点的剩余电量;

计算所述行驶起点的剩余电量与所述行驶终点的剩余电量之间的差值,以获取所述第一SOC差值。

3. 根据权利要求1所述的预测方法,其特征在于,所述续航里程的计算模型为:

$$SOC_D / (1 - SOC_{充}) = X / S$$

其中, S 为电动汽车的续航里程, SOC_D 为电动汽车行驶里程的第一SOC差值, $SOC_{充}$ 为所述电动汽车初始充电时的第一SOC值, X 为所述电动汽车的行驶里程。

4. 根据权利要求1所述的预测方法,其特征在于,在建立续航里程的计算模型之后,还

包括：

根据所述续航里程的计算模型得到第一高速续航里程；

根据所述电动汽车的第一平均时速、第二平均时速和第一高速续航里程建立高速续航里程计算模型；

根据所述高速续航里程计算模型获取第二高速续航里程，其中，所述高速续航里程计算模型为：

$$S_{\text{高}}=S_1 \times v_1/v_2$$

其中， $S_{\text{高}}$ 为第二高速行驶里程， S_1 为第一高速行驶里程， v_1 为第一平均时速， v_2 为第二平均时速。

5. 根据权利要求1所述的预测方法，其特征在于，在建立续航里程的计算模型之后，还包括：

根据所述续航里程的计算模型得到一人续航里程；

根据所述电动汽车的第一总质量、第二总质量和一人续航里程建立多人续航里程计算模型；

根据所述多人续航里程计算模型获取多人续航里程，其中，所述多人续航里程计算模型为：

$$S_{\text{多}}=S_1 \times m_1/m_x$$

其中， $S_{\text{多}}$ 为多人续航里程， S_1 为一人的续航里程， m_1 为第一总质量， m_1 是指电动汽车人数为1时的总质量， m_x 为第二总质量， m_x 是指电动汽车人数为x时的总质量。

6. 根据权利要求1所述的预测方法，其特征在于，在建立续航里程的计算模型之后，还包括：

根据所述续航里程的计算模型得到平地续航里程；

根据所述平地续航里程得到上下坡续航里程，其中，所述平地续航里程等于所述上下坡续航里程。

一种电动汽车续航里程的预测方法

技术领域

[0001] 本发明属于电动汽车技术领域,具体涉及一种电动汽车续航里程的预测方法。

背景技术

[0002] 1881年,法国巴黎街上出现了世界上第一辆以可充电电池为动力的电动汽车,后由于内燃机汽车的兴起,电动汽车一度几乎消失。但进入21世纪,由于“能源安全”和“环境保护”的重要性逐渐被国家所重视,电动汽车又开始兴起。

[0003] 现有电动汽车主要分两种,一种是纯电动汽车;一种是混合动力汽车(插电式混合动力汽车)。现有电动汽车主要通过汽车上仪表显示的剩余的续航里程和剩余电量(SOC, State Of Charge)来体现电动汽车的续航里程和剩余电量。其中,SOC是指在特定倍率放电条件下,电池剩余电量占相同条件下额定容量的百分比。SOC反映了当前电池所存储电量的多少,即剩余电量。由电池管理系统进行监测和计算。

[0004] 但是,现有的电动汽车一般只给出工况续航里程和最大续航里程,并未考虑行驶温度、行驶路段或车主的行驶习惯对电动汽车的续航里程的影响,导致电动汽车所显示的剩余的续航里程与车主实际的行驶里程存在很大差距,从而使得车主不能准确判断电动汽车的实际使用情况。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术中存在的上述问题,本发明提供了一种电动汽车续航里程的预测方法。

[0006] 本发明的一个实施例提供了一种电动汽车续航里程的预测方法,包括:

[0007] 获取所述电动汽车的行驶里程;

[0008] 获取所述电动汽车行驶里程的第一SOC差值;

[0009] 获取所述电动汽车初始充电时的第一SOC值;

[0010] 根据所述行驶里程、所述第一SOC差值和所述第一SOC值建立续航里程的计算模型;

[0011] 根据所述续航里程的计算模型得到所述续航里程。

[0012] 在本发明的一个实施例中,获取所述电动汽车行驶里程的第一SOC差值,包括:

[0013] 获取所述电动汽车行驶里程的行驶起点的剩余电量与行驶终点的剩余电量;

[0014] 计算所述行驶起点的剩余电量与所述行驶终点的剩余电量之间的差值,以获取所述第一SOC差值。

[0015] 在本发明的一个实施例中,所述续航里程的计算模型为:

[0016] $SOC_D / (1 - SOC_{充}) = X / S$

[0017] 其中,S为电动汽车的续航里程, SOC_D 为电动汽车行驶里程的第一SOC差值, $SOC_{充}$ 为所述电动汽车初始充电时的第一SOC值,X为所述电动汽车的行驶里程。

[0018] 在本发明的一个实施例中,所述续航里程包括夏季续航里程、春秋季节续航里程或

第一冬季续航里程。

[0019] 在本发明的一个实施例中,在根据所述续航里程的计算模型得到所述续航里程之后,还包括:

[0020] 根据所述春秋季续航里程和所述第一冬季续航里程建立第一冬季续航里程计算模型;

[0021] 根据所述第一冬季续航里程计算模型获取第二冬季续航里程。

[0022] 在本发明的一个实施例中,所述第一冬季续航里程计算模型为:

[0023] 当 $T_{\text{实}} \geq T_{\text{冬}}$ 时,则 $S'_{\text{冬}} = S_{\text{冬}} + (S_{\text{春秋}} - S_{\text{冬}}) \times |T_{\text{冬}} - T_{\text{实}}| / |T_{\text{常}} - T_{\text{冬}}|$;

[0024] 当 $T_{\text{实}} < T_{\text{冬}}$ 时,则 $S'_{\text{冬}} = S_{\text{冬}} - (S_{\text{春秋}} - S_{\text{冬}}) \times |T_{\text{冬}} - T_{\text{实}}| / |T_{\text{常}} - T_{\text{冬}}|$;

[0025] 其中, $S'_{\text{冬}}$ 为第二冬季续航里程, $S_{\text{冬}}$ 为第一冬季续航里程, $T_{\text{冬}}$ 为一月份的月平均温度, $T_{\text{实}}$ 为冬季时实时环境温度, $T_{\text{常}}$ 为 25°C 。

[0026] 在本发明的一个实施例中,在根据所述续航里程的计算模型得到所述续航里程之后,还包括:

[0027] 根据所述续航里程的计算模型获取第三冬季续航里程;

[0028] 根据第一冬季续航里程和第三冬季续航里程获取第四冬季续航里程;

[0029] 根据第二冬季续航里程和第四冬季续航里程建立第二冬季续航里程计算模型;

[0030] 根据所述第二冬季续航里程计算模型获取第五冬季续航里程,其中,所述第二冬季续航里程计算模型为:

[0031] $S'_{\text{冬暖}} = S'_{\text{冬}} - S_{\text{暖}}$

[0032] 其中, $S'_{\text{冬暖}}$ 为第五冬季续航里程, $S'_{\text{冬}}$ 为第二冬季续航里程, $S_{\text{暖}}$ 为第四冬季续航里程。

[0033] 在本发明的一个实施例中,在建立续航里程的计算模型之后,还包括:

[0034] 根据所述续航里程的计算模型得到第一高速续航里程;

[0035] 根据所述电动汽车的第一平均时速、第二平均时速和第一高速续航里程建立高速续航里程计算模型;

[0036] 根据所述高速续航里程计算模型获取第二高速续航里程,其中,所述高速续航里程计算模型为:

[0037] $S_{\text{高}} = S_1 \times v_1 / v_2$

[0038] 其中, $S_{\text{高}}$ 为第二高速行驶里程, S_1 为第一高速行驶里程, v_1 为第一平均时速, v_2 为第二平均时速。

[0039] 在本发明的一个实施例中,在建立续航里程的计算模型之后,还包括:

[0040] 根据所述续航里程的计算模型得到一人续航里程;

[0041] 根据所述电动汽车的第一总质量、第二总质量和一人续航里程建立多人续航里程计算模型;

[0042] 根据所述多人续航里程计算模型获取多人续航里程,其中,所述多人续航里程计算模型为:

[0043] $S_{\text{多}} = S_1 \times m_1 / m_x$

[0044] 其中, $S_{\text{多}}$ 为多人续航里程, S_1 为一人的续航里程, m_1 为第一总质量, m_x 为第二总质量。

[0045] 在本发明的一个实施例中,在建立续航里程的计算模型之后,还包括:

- [0046] 根据所述续航里程的计算模型得到平地续航里程；
- [0047] 根据所述平地续航里程得到所述上下坡续航里程。
- [0048] 与现有技术相比,本发明的有益效果:
- [0049] 本发明的续航里程的预测方法根据实际条件进行计算,符合电动汽车实际的应用情况,该预测方法准确率较高,能为车主提供及时、准确的数据,便于车主及时掌握电动汽车的使用情况,避免因车主不能及时掌握电动汽车的实际续航里程而产生焦虑情绪。

附图说明

- [0050] 图1为本发明实施例提供的一种电动汽车续航里程的预测方法的流程图示意图。

具体实施方式

- [0051] 下面结合具体实施例对本发明做进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。
- [0052] 实施例一
- [0053] 请参见图1,图1为本发明实施例提供的一种电动汽车续航里程的预测方法的流程图示意图。本发明实施例提供的一种电动汽车续航里程的预测方法,包括:
- [0054] 获取所述电动汽车的行驶里程;
- [0055] 获取所述电动汽车行驶里程的第一SOC差值;
- [0056] 获取所述电动汽车初始充电时的第一SOC值;
- [0057] 根据所述行驶里程、所述第一SOC差值和所述第一SOC值建立续航里程的计算模型;
- [0058] 根据所述续航里程的计算模型得到所述续航里程。
- [0059] 本实施例的续航里程的预测方法根据实际条件进行计算,符合电动汽车实际的应用情况,该预测方法准确率较高,能为车主提供及时、准确的数据,便于车主及时掌握电动汽车的使用情况,避免因车主不能及时掌握电动汽车的实际续航里程而产生焦虑情绪。
- [0060] 具体地,本实施例在上述内容的基础上对电动汽车续航里程的预测方法进行详细描述:
- [0061] 步骤一、获取所述电动汽车的行驶里程;
- [0062] 步骤1.1、获取行驶里程的第二SOC值;
- [0063] 具体地,获取车主驾驶电动汽车在实际路况行驶时的第二SOC值。
- [0064] 例如,按照车主每天经常走的路线(如上下班等),设定ECO模式(Economy,经济模式)的条件下,获取行驶里程。
- [0065] 进一步地,当电动汽车的剩余电量为满电量的20%~30%时,开始给电动汽车充电,并记录电动汽车充满电时所使用的充电度数和 $1-SOC'_{充}$,其中, $SOC'_{充}$ 为开始充电时电动汽车的剩余电量(即为电动汽车充电灯亮时对应的剩余电量)。当按照车主实际驾驶习惯在电动汽车的剩余电量为 $SOC'_{充} \sim 100\%$ 之间进行驾驶时,便记录行驶结束时电动汽车的剩余电量,该剩余电量即为第二SOC值。
- [0066] 优选地,充电方式为慢充。
- [0067] 步骤1.2、判断电动汽车的设定电量与第二SOC值之间的关系是否满足设定关系,

若是,则将从电动汽车满电量至第二SOC值时,电动汽车的 行驶里程作为电动汽车的行驶里程。

[0068] 具体地,设定关系为:

[0069] $SOC_T \leq 1 - SOC''$

[0070] 其中, SOC_T 为电动汽车的设定电量, SOC'' 为行驶里程对应的第二SOC 值,若电动汽车的剩余电量为数字显示,则可以直接读取,若电动汽车的 剩余电量为指针显示,则可以记录电动汽车满电时的表显续航里程和行驶 结束时的表显续航里程,从而推算出第二SOC 值。

[0071] 优选地,设定电量为满电量的50%~70%。

[0072] 优选地,行驶里程可以获取多次,并求取多次获取的行驶里程的平均 值,将该平均值作为最终的行驶里程,例如获取两次行驶里程。

[0073] 步骤二、获取电动汽车行驶里程的第一SOC差值;

[0074] 具体地,记录车主行驶里程时行驶起点的剩余电量和行驶终点的剩余 电量,其中,行驶里程的行驶起点的剩余电量即为行驶起点的SOC值,行 驶终点的剩余电量即为行驶终点的SOC值。

[0075] 进一步地,利用行驶里程对应的行驶起点的剩余电量与行驶里程对应 的行驶终点的剩余电量之间的差值,该差值即为行驶里程的第一SOC差值。

[0076] 步骤三、获取电动汽车初始充电时的第一SOC值;

[0077] 具体地,当电动汽车开始充电时对应的剩余电量即为该电动汽车初始 充电时的第一SOC值,对于一般的电动汽车,当其充电灯亮时,开始对第 进行充电,因此将电动汽车 充电灯亮时的剩余电量作为电动汽车的第一 SOC值。

[0078] 步骤四、建立续航里程的计算模型;

[0079] 步骤4.1、根据行驶里程、第一SOC差值和第一SOC值建立续航里程 的计算模型,并根据续航里程的计算模型得到电动汽车的续航里程。

[0080] 其中,续航里程的计算模型为:

[0081] $SOC_D / (1 - SOC_{充}) = X / S$

[0082] 其中,S为电动汽车的续航里程, SOC_D 为电动汽车行驶里程的第一SOC 差值, $SOC_{充}$ 为所述电动汽车初始充电时的第一SOC值,X为电动汽车的 行驶里程。

[0083] 步骤4.2、根据续航里程的计算模型得到续航里程;

[0084] 可以多次通过续航里程的计算模型得到对应的续航里程,之后对其求 平均值,从而提高续航里程的整体性。

[0085] 本发明实施例的续航里程是电动汽车充电灯亮时所对应的续航里程, 还可以通过确定电动汽车充电灯亮时所对应的续航里程,将电动汽车充电 灯亮时所对应的续航里程和充电灯亮时所对应的剩余电量代入续航里程的 计算模型,从而根据电动汽车现有剩余电量推算出电动汽车能够行驶的里 程。

[0086] 具体地,续航里程包括夏季续航里程、春秋季节续航里程或第一冬季续 航里程,其中,将夏季续航里程记为 $S_{夏}$,春秋季节续航里程记为 $S_{春秋}$,冬季 续航里程记为 $S_{冬}$ 。

[0087] 夏季续航里程的获取条件为月平均温度大于等于22℃,具体是在上一 年进行获取,即当上一年月平均温度大于等于22℃时,测定夏季时的行驶 里程,再通过续航里程的

计算模型计算得到夏季续航里程,例如夏季的行驶里程可以在7月进行测定,因为在中国地区,7月一般为最热月份,测得的续航里程相对其他夏季月份为最短的续航里程,更有助于车主掌握夏季时的夏季续航里程。

[0088] 进一步地,夏季续航里程包括开空调时的夏季续航里程和不开空调时的夏季续航里程。当处于夏季时,在电动汽车不开空调的情况下,夏季的夏季续航里程以 $S_{春秋}$ 为准,即不开空调时的夏季续航里程与 $S_{春秋}$ 获取方法一致,因为在电动汽车不开空调时,夏季温度较高,导致温度对电动汽车的续航里程的影响不大,故在电动汽车不开空调时,其续航里程与春秋季节的续航里程基本相同。当处于夏季,且电动汽车开空调时,夏季的夏季续航里程以 $S_{夏}$ 为准。

[0089] 春秋季节续航里程的获取条件为月平均温度大于 10°C 且小于 22°C ,具体是在上一年进行获取,即当上一年月平均温度大于 10°C 且小于 22°C 时,测定春季或秋季时的行驶里程,再通过续航里程的计算模型计算得到春秋季节续航里程。

[0090] 第一冬季续航里程的获取条件为月平均温度小于等于 10°C ,第一冬季续航里程为冬季不开暖风时的续航里程,具体是在上一年进行获取,即当上一年月平均温度小于等于 10°C 时,测定冬季不开暖风时的行驶里程,再通过续航里程的计算模型计算得到第一冬季续航里程,第一冬季续航里程可以在1月进行测定,因为在中国地区,1月一般为最冷月份,测得的冬季不开暖风时的行驶里程相对其他月份为最短的行驶里程,更有助于车主掌握冬季时的第一冬季续航里程。

[0091] 步骤4.2、获取第二冬季续航里程;

[0092] 具体地,根据春秋季节续航里程和第一冬季续航里程建立第一冬季续航里程计算模型;其中,春秋季节续航里程和第一冬季续航里程均有续航里程的计算模型获得,其中,第一冬季续航里程计算模型为:

[0093] 当 $T_{实} \geq T_{冬}$ 时,则 $S'_{冬} = S_{冬} + (S_{春秋} - S_{冬}) \times |T_{冬} - T_{实}| / |T_{常} - T_{冬}|$;

[0094] 当 $T_{实} < T_{冬}$ 时,则 $S'_{冬} = S_{冬} - (S_{春秋} - S_{冬}) \times |T_{冬} - T_{实}| / |T_{常} - T_{冬}|$;

[0095] 其中, $S'_{冬}$ 为第二冬季续航里程, $S_{冬}$ 为第一冬季续航里程, $T_{冬}$ 为一月份的月平均温度, $T_{实}$ 为冬季时实时环境温度, $T_{常}$ 为 25°C ,此温度时锂离子电池工作状态为最佳,这里指的锂离子电池主要为三元锂电池或者磷酸铁锂电池。

[0096] 根据第一冬季续航里程计算模型获取第二冬季续航里程。

[0097] 第二冬季续航里程为冬季不开暖风条件下的实时的续航里程,通过第一冬季续航里程得到第二冬季续航里程,增加了实时获取冬季时不开暖风条件下的续航里程的准确度,使得车主能够更加及时、准确的获知电动汽车的使用情况,从而根据电动汽车的使用状态对电动汽车的实时行驶里程和何时充电能够进行准确的预判。

[0098] 步骤4.3、获取第五冬季续航里程;

[0099] 具体地,根据续航里程的计算模型获取第三冬季续航里程;

[0100] 其中,在冬季(月平均温度小于等于 10°C)时,在开暖风条件下获取电动汽车的行驶里程、行驶里程的第一SOC差值,将其代入续航里程的计算模型中获取第三冬季续航里程;

[0101] 具体地,根据第一冬季续航里程和第三冬季续航里程获取第四冬季续航里程;

[0102] 进一步地,计算第一冬季续航里程和第三冬季续航里程的差值,其结果即为第四

冬季续航里程,其计算公式为:

$$[0103] \quad S_{\text{暖}} = S_{\text{冬}} - S_{\text{冬暖}}$$

[0104] 其中, $S_{\text{暖}}$ 为第四冬季续航里程, $S_{\text{冬}}$ 为第一冬季续航里程, $-S_{\text{冬暖}}$ 为第三冬季续航里程,其中, $S_{\text{暖}}$ 为在冬季开暖风条件下得到的续航里程,其为定值。

[0105] 具体地,根据第二冬季续航里程和第四冬季续航里程建立第二冬季续航里程计算模型,其中,所述第二冬季续航里程计算模型为:

$$[0106] \quad S'_{\text{冬暖}} = S'_{\text{冬}} - S_{\text{暖}}$$

[0107] 其中, $S'_{\text{冬暖}}$ 为第五冬季续航里程, $S'_{\text{冬}}$ 为第二冬季续航里程, $S_{\text{暖}}$ 为第四冬季续航里程, $S'_{\text{冬暖}}$ 为冬季时实时环境温度条件下得到的续航里程,其用于实时获取电动汽车的续航里程。

[0108] 当 $T_{\text{实}} \geq T_{\text{冬}}$ 时,则 $S'_{\text{冬}} = S_{\text{冬}} + (S_{\text{春秋}} - S_{\text{冬}}) \times |T_{\text{冬}} - T_{\text{实}}| / |T_{\text{常}} - T_{\text{冬}}|$;

[0109] 当 $T_{\text{实}} < T_{\text{冬}}$ 时,则 $S'_{\text{冬}} = S_{\text{冬}} - (S_{\text{春秋}} - S_{\text{冬}}) \times |T_{\text{冬}} - T_{\text{实}}| / |T_{\text{常}} - T_{\text{冬}}|$;

[0110] 根据第二冬季续航里程计算模型即可求得第五冬季续航里程。

[0111] 在工作时,电动汽车的PTC暖风功率根据环境温度有所变化,环境温度高时功率略有下降,环境温度低时功率略有上升,同时冬季续航里程会根据环境温度的升高而升高、降低而降低,综合以上因素,在考虑计算精度的情况下,使得 $S_{\text{暖}}$ 为定值,由此可以便于计算并且最大程度保障 $S'_{\text{冬暖}}$ 的计算精度。

[0112] 本实施例使车主能够获取冬季开暖风条件下的续航里程,使得车主能够知晓冬季时开暖风对电动汽车使用情况的影响,且车主可以实时获知冬季开暖风条件下电动汽车的剩余续航里程,从而使得车主能够实时调整电动汽车的使用情况,以免影响车主对电动汽车的使用。

[0113] 注:基准月份为用来计算开暖风或者空调时计算续航里程的标准月份,如果新车车主购车或者车主开始使用本方法不在1月或者7月时,便于车主计算的冬季或者夏季月份。

[0114] 优选地,电动汽车空调档位的风量按照车主习惯进行设定,一般设为2档(或者中间及中间以上温度),风量为中间或者中间以下,档位(温度)和风量相对固定;电动汽车的暖风档位按照车主习惯进行设定,一般设为2档(或者中间及中间以下温度),风量为中间或者中间以下,档位(温度)和风量相对固定。

[0115] 本发明实施例针对不同季节得到不同的续航里程,从而使得电动汽车所对应的续航里程更加准确。

[0116] 步骤4.4、获取第二高速续航里程;

[0117] 具体地,根据续航里程的计算模型得到第一高速续航里程,其中,根据续航里程的计算模型得到的续航里程包括第一高速续航里程;

[0118] 记录车主行驶在高速时的第一SOC差值和行驶里程,从而根据续航里程的计算模型得到第一高速续航里程。

[0119] 具体地,根据电动汽车的第一平均时速、第二平均时速和第一高速续航里程建立高速续航里程计算模型,其中,高速续航里程计算模型为:

$$[0120] \quad S_{\text{高}} = k_1 / v_2 = S_1 \times v_1 / v_2$$

[0121] 其中, $S_{\text{高}}$ 为第二高速行驶里程,即电动汽车在高速上以平均时速 v_2 行驶所对应的

高速行驶里程, v_2 为第二平均时速, v_2 为 $S_{\text{高}}$ 所对应的平均时速, S_1 为第一高速行驶里程, v_1 为第一平均时速, v_1 为 S_1 所对应的平均时速, v_2 为设定量, 车主通过设定 v_2 , 便可计算出在高速上以平均时速为 v_2 行驶所对应的行驶里程 $S_{\text{高}}$ 。 v_1 的设定要求尽可能的高, 例如 v_1 可以设定为时速 100 公里至时速 120 公里, k_1 为电动汽车在高速公路上的行驶里程和平均速 时速的反比例因子。

[0122] 以上证明如下:

[0123] 设电动汽车在平路(平坦的铺装路面)上行驶时, 电动汽车驱动力和行驶阻力(包括车轮的滚动阻力和电动汽车的空气阻力之和, 与电动汽车驱动力大小相等, 方向相反)保持平衡, 这时平均速度为 v_t , 初始速度为 v_0 , 设 $v_0=0$, 则

[0124] $E=FS$

[0125] 其中, E 为电动汽车上动力电池组充满电的总能量, S 为电动汽车续航里程;

[0126] 又由牛顿第二定律可知: $F=ma$

[0127] 其中, F 为电动汽车的行驶阻力, m 为电动汽车的总质量(包括负载), a 为电动汽车的加速度。

[0128] 由上述两个公式可得: $S=E/ma$

[0129] 又根据 a 的定义式可知: $a=(v_t-v_0)/t$

[0130] 其中, t 为时间, 这里对于车主驾驶的电动汽车, t 设为常数, 并当 $v_0=0$ 时, $a \propto v_t$ (在实践中车主驾驶的电动汽车加速踏板力度越大或者越深, 相当于电动汽车驱动力越大, 当 m 不变时, a 越大, v_t 也越大), 由此可得:

[0131] $S=E/(mv_t)$

[0132] 由上式可知, 当 E 和 m 为常数时, $S \propto 1/v_t$, 即 S 与 v_t 成反比例关系; 当 E 和 v_t 为常数时, $S \propto 1/m$, 即 S 与 m 成反比例关系。

[0133] 在高速公路上电动汽车负载一定的情况下, 电动汽车的速度与行驶里程近似成反比例关系, 并在此基础上进行行驶里程的计算, 一般以高速行驶里程推低速行驶里程, 例如已知时速为 100km 的行驶里程推出时速为 80km 的行驶里程, 根据实际测算这样更准确或者更有保障一些; 反之计算行驶里程会比行驶里程大, 影响实际使用。最低时速按照实际高速公路最低时速计算。这样计算的意义在于在电量不够和中间不充电的情况下, 以降低车速为代价延长了续航里程(高速最低车速以正在行驶的高速公路限速规定为准), 以达到完成行程的目的。

[0134] 步骤 4.5、获取多人续航里程;

[0135] 具体地, 根据续航里程的计算模型得到一人续航里程;

[0136] 记录电动汽车上仅车主一人时的第一 SOC 差值和对应的行驶里程, 从而根据续航里程的计算模型得到一人续航里程。

[0137] 具体地, 根据电动汽车的第一总质量、第二总质量和一人续航里程建立多人续航里程计算模型;

[0138] 当电动汽车承载的为多人情况时(3 人及 3 人以上, 成人质量参照 75 千克每人计算, 儿童质量按成人一半计算), 则多人情况的续航里程的计算公式为:

[0139] $S_{\text{多}}=k_2/m$

[0140] 其中, $S_{\text{多}}$ 为多人续航里程, 即 $S_{\text{多}}$ 为电动汽车承载多人情况时的续航里程, m 为电动

汽车承载多人情况时的总质量(包括电动汽车的质量及负载的质量), k_2 为电动汽车的多人行驶里程 $S_{多}$ 和总质量 m 的反比例因子,即 $k_2=S_{多} \times m$, k_2 为常数。

[0141] 其中, $S_{多}=S_x=S_1 \times m_1/m_x$, $S_{多}$ 为多人续航里程, S_1 为一人续航里程, S_1 是指1人驾驶车辆时的一人续航里程(即电动汽车内仅有1人), S_x 是指包括司机和乘客时的行驶里程(即电动汽车内有多人), x 为人数, x 一般为3人到7人, m_1 为第一总质量, m_1 是指电动汽车人数为1时的总质量(为电动汽车、司机及其他负载等的总质量); m_x 为第二总质量, m_x 是指电动汽车人数为 x 时的总质量(为电动汽车、多人及其他负载等的总质量,电动汽车质量,按照空车质量计算;成人质量按每人75kg计算,儿童质量按照成人质量的一半计算或者按照车内总人数的实际质量计算;在货物的质量必须计算在内的情况下,货物质量应一并计算在内。),若电动汽车以有大件货物或者是以拉货为主,应将货物质量计算在总质量中。

[0142] 具体地,根据多人续航里程计算模型获取多人续航里程。

[0143] 进一步地,多人续航里程为电动汽车人数大于等于三人时所对应的续航里程。

[0144] 步骤4.6、获取上下坡续航里程;

[0145] 具体地,当需要获取上下坡续航里程时,因为 $W_{上下} \approx W_{上}$, $W_{下} \approx 0$ 则 $S_{上下} \approx 2S_{上} \approx S_{平}$,则可以记为 $S_{上下}=S_{平}$, $S_{上下}$ 为上下坡续航里程, $S_{平}$ 为平地续航里程, $S_{上}$ 为上坡续航里程,其中,上下坡续航里程包括上坡时段的续航里程和下坡时段的续航里程, $W_{上下}$ 为电动汽车上坡和下坡时所消耗的电量, $W_{上}$ 为电动汽车上坡时所消耗的电量, $W_{下}$ 为电动汽车下坡时所消耗的电量, $S_{上下}$ 为电动汽车在上下坡条件下所对应的上下坡续航里程(上下坡往返的续航里程), $S_{上}$ 为与上下坡行驶条件相同情况下($S_{上}$ 的条件为上坡条件, $S_{上下}$ 的条件为上下坡条件,除了该区别外,其余行驶条件均相同),电动汽车在上坡条件下所对应的续航里程, $S_{下}$ 为电动汽车在下坡条件下所对应的续航里程; $S_{平}$ 为与上下坡行驶条件相同情况下($S_{平}$ 的条件为平路条件, $S_{上下}$ 的条件为上下坡条件,除了该区别外,其余行驶条件均相同),电动汽车在平路条件下行驶所对应的续航里程,其中,平地续航里程可以根据续航里程的计算模型获取。

[0146] 设电动汽车上坡坡度为 α ,上坡行驶时电动汽车除了要克服滚动阻力和空气阻力外,还必须克服坡道阻力 F_p , $F_p=mgsin\alpha$, g 为重力加速度,这也是上坡耗电更多的原因;下坡时电动汽车受重力作用开始向下滑行(这时也要克服滚动阻力和空气阻力),速度越来越快,直到受到的阻力与重力的分力平衡(不踩制动踏板)。

[0147] 当电动汽车下坡启动动能回收功能时,电动汽车结合刹车,电动机(相当于发电机)会给电动汽车以阻力并把能量回收一部分,这样一般电动汽车不用踩加速踏板就可以使车辆保持一定速度行驶,即 $W_{下} \approx 0$;所以 $W_{上} \approx W_{上下}$, $W_{下} \approx 0$,则 $S_{上下} \approx 2S_{上} \approx S_{平}$ (1);

[0148] 因此, $W_{平}+W_{上} \approx W_{平}+W_{上下}$ 那么 $S_{平}+S_{上下} \approx S_{平}+2S_{上}$ (2);

[0149] 由此可知,在上下坡的情况下基本可以认为与相同里程平路所耗电量相同,可以近似把上下坡往返的里程等同于相同距离的平路里程;并且上坡续航里程的所耗电量近似为平路续航里程耗电量的两倍(距离相同的情况下),下坡续航里程电量消耗近似为0;同时有平路和上下坡混合的情况可公式(2)执行。

[0150] 上下坡续航里程的计算应满足如下两个前提条件:1、开启动能回收功能并且回收力度在中档或者中档以上;2、上下坡往返时速 ≤ 60 km并且上坡时速 \leq 下坡时速。

[0151] 优选地,上下坡续航里程对应的上下坡路段一般为山路路段,且在上下坡路段的

上坡路段应均匀加速,下坡路段应注意及时回收能量,少加速,不应急加速。

[0152] 优选地,城市及市郊的上下坡起伏路段在上下坡路段的上坡路段应均匀加速,下坡路段应注意及时回收能量,少加速,不应急加速的条件下,并且时速不高于周围平路路段的时速时,那么上下坡续航里程(上下坡必须一起算)可以近似参照周围平路路段的续航里程执行,也可以理解为此时不用考虑上下坡的情况,即整个行驶里程(上下坡必须一起算的行驶里程)近似看作是一个相同距离平路的行驶里程。

[0153] 本实施例的续航里程的预测方法根据实际条件进行计算,符合电动汽车实际的应用情况,该预测方法准确率较高,能为车主提供及时、准确的数据,便于车主及时掌握电动汽车的使用情况,避免因车主不能及时掌握电动汽车的实际续航里程而产生焦虑情绪。

[0154] 本实施例的续航里程的预测方法把一年分为三部分,分别为春秋季节、夏季和冬季,季节划分采用候温法,并且以1月和7月为冬季和夏季的测定月,即以最冷月份和最热月份来计算冬季续航里程和夏季续航里程,使续航里程更加有效和实用。

[0155] 本实施例的续航里程的预测方法,针对冬季影响续航里程的因素比较多的实际情况,采用温度百分比计算和暖风加时间计算相结合的方法来估算出冬季续航里程,计算更准确。

[0156] 本实施例的续航里程的预测方法在计算续航里程之前也做了详细的设定,包括温度、风量、ECO模式、有效续航,这样既保证了实实在在的续航,也保证了电池时时处在良好的状态;而现有技术只显示电动汽车到电量为零之前能行驶多少公里,不考虑有效续航,虽然电动汽车上也提示了电量到达某一位置应该充电的提醒,但是没有明确给出一个结果,而本实施例的预测方法能够给车主一个明确的结果,使得车主能够及时掌握电动汽车的行驶状态。

[0157] 本实施例的续航里程的车主可以根据自身的实际使用情况进行设定和测算,灵活性较高,使得车主能够更主动的掌握电动汽车的实际情况,且操作方法简便,为车主提供了极大的便利。且可以使电动汽车的电池一直运行在比较好的状态,延长电池寿命。

[0158] 本实施例的续航里程的预测方法可以以手机应用程序为载体,以车主操作为主,不增加任何硬件设施,节省成本。

[0159] 本实施例的续航里程还分为高速续航里程、多人续航里程和上下坡续航里程,车主可以根据实际行驶情况获取在不同条件下,电动汽车的续航里程,使得车主能够更加清晰和准确的获取电动汽车的使用状态。本预测方法可以针对所有适用的电动汽车,且不同工况之间可以复合计算,另外本方法是在手机上操作,省去了在电动汽车上操作的麻烦;上下坡情况也给出了上坡需要消耗的电量 and 上下坡一起需要消耗的电量,而现有技术很少有专门针对上下坡的计算。

[0160] 本实施例的续航里程的预测方法可以针对不同品牌的电动汽车、不同类型的电动汽车,使用工况多样性,使用人群多样性(轻型电动货车车主、电动SUV及轿车车主、共享汽车驾驶者等),在手机上通过应用程序操作省去在车上看仪表的麻烦,并且是行驶前计算,这样在车主开始行程之前就做到胸有成竹;而且使用方便、便捷。

[0161] 实施例二

[0162] 本发明实施例在上述实施例的基础上,对本发明实施例提供的预测方法以具体实施例进行说明。

[0163] 本实施例所采用的电动汽车为江淮牌2015款智能豪华型iEV4纯电动汽车,该电动汽车的交流设备的充电信息:充电电压:235V;充电电流:9.8A;车载充电功率:2.3kW;枪头规格:32A。直流设备充电信息:辅助电源需求:12V;需求电压:347V;需求电流:30A;需求功率:10.41kW。工况续航:152km。

[0164] 工况一:电动汽车在春秋季节行驶

[0165] $S_{春秋}=135\text{km}$ (测量于2017年9月)

[0166] 里程1:已知: $SOC_D=16\%$, $SOC'=75\%$ (电动汽车充电灯亮时的第一SOC值显示为25%)

[0167] 则 $X=SOC_D \times S_{春秋}/SOC'=16\% \times 135/75\%=28.8\text{km}$

[0168] 实际上,16%的电量跑了28km(该值为2017年9月15日测量)。

[0169] 里程2:已知: $SOC_D=26\%$, $SOC'=75\%$ (电动汽车充电灯亮时第一SOC值显示为25%)

[0170] 则 $X=SOC_D \times S_{春秋}/SOC'=26\% \times 135/75\%=46.8\text{km}$

[0171] 实际上,26%的电量跑了48km(该值为2018年5月17日测量)。

[0172] 工况二:电动汽车在夏季行驶

[0173] (一)不开空调时, $S_{夏} \approx S_{春秋}=135\text{km}$;

[0174] 里程1:已知: $SOC_D=11\%$, $SOC'=75\%$ (电动汽车充电灯亮时的第一SOC

[0175] 值显示为25%);

[0176] 则 $X=SOC_D \times S_{夏}/SOC'=11\% \times 135/75\%=19.8\text{km}$

[0177] 实际上,11%的电量跑了20.8km(该值为2018年6月测量)。

[0178] 将实际值20.8km代入续航里程的计算模型可得: $SOC_D=X \times SOC'/S_{夏}=20.8 \times 75\%/130=12\%$ 。

[0179] (二)开空调时: $S_{夏}=100\text{km}$ (测量于2017年7月);

[0180] 里程1:已知 $SOC_D=40\%$, $SOC'=75\%$ (电动汽车充电灯亮时的第一SOC值显示为25%);

[0181] 则 $X=SOC_D \times S_{夏}/SOC'=40\% \times 100/75\%=53\text{km}$

[0182] 实际上,40%的电量跑了50km。

[0183] 将实际值50km代入续航里程的计算模型可得: $SOC_D=X \times SOC'/S_{夏}=50 \times 75\%/100=38\%$ 。

[0184] 里程2:已知 $SOC_D=24\%$, $SOC'=75\%$ (电动汽车充电灯亮时的第一SOC值显示为25%);

[0185] 则 $X=SOC_D \times S_{夏}/SOC'=24\% \times 100/75\%=32\text{km}$

[0186] 实际上,40%的电量跑了34km。

[0187] 将实际值34km代入续航里程的计算模型可得: $SOC_D=X \times SOC'/S_{夏}=34 \times 75\%/100=26\%$

[0188] 工况三:电动汽车在冬季行驶

[0189] 里程1:已知环境温度为 8°C , $S_{冬}=95\text{km}$, $T_{冬}=1^\circ\text{C}$, $T_{实}=0^\circ\text{C}$, $T_{常}=25^\circ\text{C}$;

[0190] $S'_{冬}=S_{冬}+(S_{春秋}-S_{冬}) \times |T_{冬}-T_{实}|/|T_{常}-T_{冬}|$

[0191] $=95+(135-95) \times |1-8|/|25-1|=107\text{km}$

- [0192] 即在8℃时,冬天不开暖风的续航里程为107km。
- [0193] $SOC_D=13\%$, $SOC'=75\%$;
- [0194] 则 $X=SOC_D \times S'_{冬}/SOC'=13\% \times 107/75\%=18.5\text{km}$
- [0195] 实际上,在不开暖风的条件下13%的电量跑了20km。
- [0196] 里程2:已知环境温度为0℃, $S_{冬}=95\text{km}$, $T_{冬}=1^\circ\text{C}$, $T_{实}=0^\circ\text{C}$, $T_{常}=25^\circ\text{C}$;
- [0197] $S'_{冬}=S_{冬} - (S_{春秋}-S_{冬}) \times |T_{冬}-T_{实}|/|T_{常}-T_{冬}|$
- [0198] $=95 - (135-95) \times |1-0|/|25-0|=93\text{km}$
- [0199] 即在0℃时,冬天不开暖风的续航里程为93km。
- [0200] $SOC_D=18\%$, $SOC'=75\%$;
- [0201] 则 $X=SOC_D \times S'_{冬}/SOC'=18\% \times 107/75\%=22.3\text{km}$
- [0202] 实际上,在不开暖风的条件下18%的电量跑了21.3km。
- [0203] 里程3:已知环境温度为-5℃, $S_{冬}=95\text{km}$, $S_{冬暖}=75\text{km}$, $T_{冬}=1^\circ\text{C}$, $T_{实}=-5^\circ\text{C}$, $T_{常}=25^\circ\text{C}$;
- [0204] $S'_{冬}=S_{冬} - (S_{春秋}-S_{冬}) \times |T_{冬}-T_{实}|/|T_{常}-T_{冬}|$
- [0205] $=95 - (135-95) \times |1-(-2)|/|25-1|=90\text{km}$
- [0206] 又因为 $S_{暖}=S_{冬}-S_{冬暖}=95-75=20\text{km}$
- [0207] 则 $S_{冬暖}'=S_{冬}'-S_{暖}=90-20=70\text{km}$
- [0208] 即在-2℃时,冬天开暖风的续航里程为70km。
- [0209] 那么 $SOC_D=43\%$, $SOC'=75\%$;
- [0210] 则 $X=SOC_D \times S'_{冬}/SOC'=43\% \times 70/75\%=40.1\text{km}$
- [0211] 实际上,在开暖风的条件下43%的电量跑了41km。
- [0212] 里程4:已知环境温度为-2℃, $S_{冬}=95\text{km}$, $S_{冬暖}=75\text{km}$, $T_{冬}=1^\circ\text{C}$, $T_{实}=-2^\circ\text{C}$, $T_{常}=25^\circ\text{C}$;
- [0213] $S'_{冬}=S_{冬} - (S_{春秋}-S_{冬}) \times |T_{冬}-T_{实}|/|T_{常}-T_{冬}|$
- [0214] $=95 - (135-95) \times |1-(-5)|/|25-1|=85\text{km}$
- [0215] 又因为 $S_{暖}=S_{冬}-S_{冬暖}=95-75=20\text{km}$
- [0216] 则 $S_{冬暖}'=S_{冬}'-S_{暖}=85-20=65\text{km}$
- [0217] 即在-5℃时,冬天开暖风的续航里程为65km。
- [0218] 那么 $SOC_D=22\%$, $SOC'=75\%$;
- [0219] 则 $X=SOC_D \times S'_{冬}/SOC'=22\% \times 65/75\%=19.1\text{km}$
- [0220] 实际上,在开暖风的条件下22%的电量跑了17.2km。
- [0221] 工况四:电动汽车行驶在高速上
- [0222] 里程1:时间:2018年4月5日,春季,地点:西宝高速(西安至宝鸡), $SOC_D=39\%$, $SOC'=75\%$,电动汽车以时速为100km/h行驶了52km,记为 $S=52\text{km}$,则根据续航里程的计算模型可得 $S_{高}=100\text{km}$ 。
- [0223] 则 $k=S_{高} \times v=100 \times 100=10000 (\text{km})^2/\text{h}$;
- [0224] 那么当时速为: $v=70\text{km/h}$ 时,对应的 $S_{高}=k/v=100 \times 100/70=143\text{km}$ 。
- [0225] 则当 $SOC_D=21\%$, $SOC'=75\%$ 时,电动汽车的时速为 $v=70\text{km/h}$;
- [0226] 则 $X=SOC_D \times S_{高}/SOC'=21\% \times 143/75\%=40\text{km}$;

[0227] 因此,当 $SOC_D=21\%$, $v=70\text{km/h}$ 时,计算的可以行使里程为40km,实际上行驶了42km。

[0228] 工况五:电动汽车承载多人

[0229] 里程1:电动汽车行驶在城市道路上,电动汽车承载人数为3人(测量于2018年4月), $SOC_D=30\%$,电动汽车实际行驶了 $S=49\text{km}$, $S_1=135\text{km}$, $m_1=1275\text{kg}$, $m_3=1425\text{kg}$ (本车辆质量为:1200kg;每人质量按75kg算,儿童减半或者按照车内总人数的实际质量算,以下相同)。

[0230] 则 $S_{多}=S_3=S_1 \times m_1/m_3=135 \times 1275/1425=120\text{km}$

[0231] 则当 $S=49\text{km}$ 时,根据续航里程的计算模型可得电动汽车行驶49km需要消耗30%的电量,实际情况同样消耗了30%的电量。

[0232] 里程2:电动汽车行驶在城市道路上,电动汽车承载人数为4人(测量于2018年4月),当SOC差值为40%时,电动汽车实际跑了 $S=62\text{km}$, $S_1=135\text{km}$, $m_1=1275\text{kg}$, $m_4=1500\text{kg}$;

[0233] 则 $S_{多}=S_4=S_1 \times m_1/m_4=135 \times 1275/1500=115\text{km}$

[0234] 则当 $S=62\text{km}$ 时,根据续航里程的计算模型可得电动汽车行驶62km需要消耗40%的电量,实际情况同样消耗了40%的电量。

[0235] 里程3:电动汽车行驶在城市道路上,电动汽车承载人数为4人(测量于2018年5月),电动汽车实际行驶了 $S=63.5\text{km}$, $S_1=135\text{km}$, $m_1=1275\text{kg}$, $m_4=1500\text{kg}$;

[0236] 则 $S_{多}=S_4=S_1 \times m_1/m_4=135 \times 1275/1500=115\text{km}$

[0237] 则当 $S=63.5\text{km}$ 时,根据续航里程的计算模型可得电动汽车行驶63.5km需要消耗41%的电量,实际消耗了46%的电量。

[0238] 工况六:电动汽车行驶的路段有上下坡;

[0239] 里程1:地点:西安市东郊洪庆山山路某段,时间2017年10月5日,里程:山路(铺装路面)10.8km往返,上下坡时速50km左右。

[0240] 电动汽车上坡总计消耗14%的电量,下坡总计消耗-1%的电量,合计消耗13%的电量;

[0241] 则在相同条件下,电动汽车在平路上行驶时计算所消耗的电量为12%($S_{平}=S_{春秋}=135\text{km}$)。

[0242] 里程2:地点:西安市长安区秦岭山路某段,时间2018年5月6日,里程:山路(铺装路面)6.5km往返,上下坡时速30km左右。

[0243] 电动汽车上坡段:实际耗费SOC7%的电量,下坡段:实际耗费SOC0%的电量,合计耗费SOC7%的电量;

[0244] 则在相同条件下,电动汽车在平路上行驶时计算所消耗的电量为7%($S_{平}=S_{春秋}=135\text{km}$)。

[0245] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

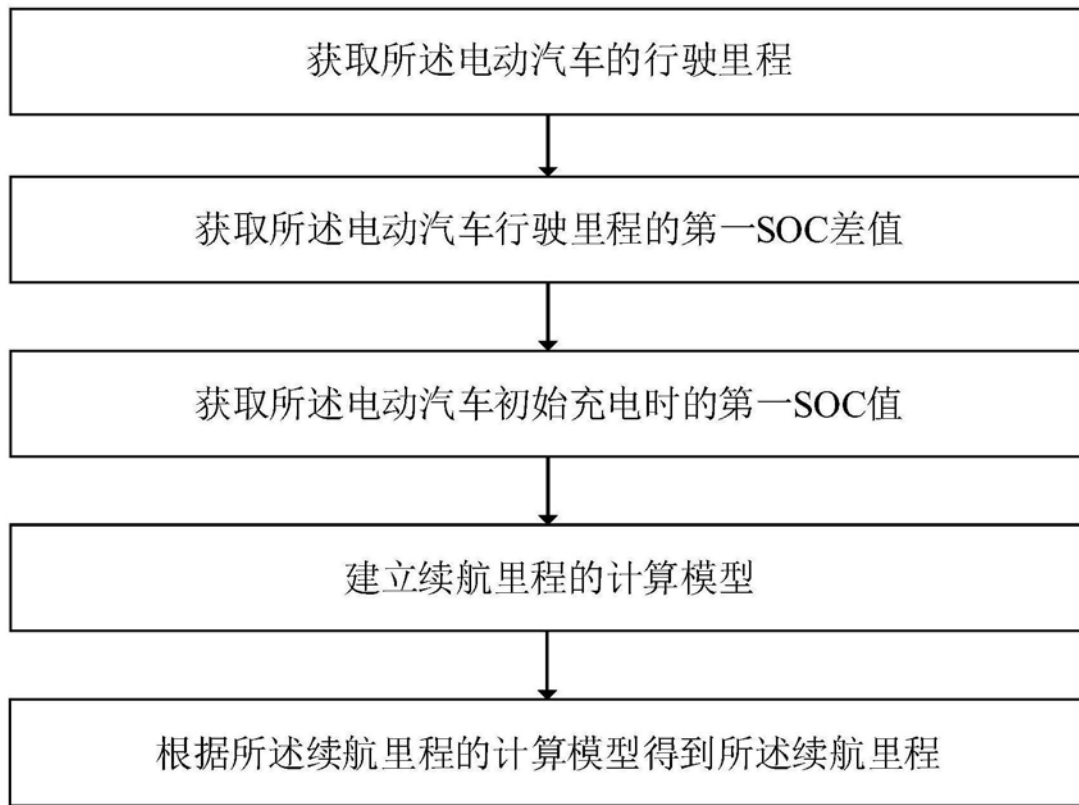


图1