



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117734522 B

(45) 授权公告日 2024.04.26

(21) 申请号 202410186292.6

G06F 16/901 (2019.01)

(22) 申请日 2024.02.20

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 117734522 A

CN 105946857 A, 2016.09.21

CN 108806021 A, 2018.11.13

CN 220271434 U, 2023.12.29

(43) 申请公布日 2024.03.22

DE 19646279 C1, 1998.05.20

(73) 专利权人 张家港鑫峰机电有限公司

EP 3912850 A1, 2021.11.24

EP 3983815 A1, 2022.04.20

地址 215600 江苏省苏州市张家港市乐余

镇兆丰同心路15号

审查员 周小丹

(72) 发明人 吴早荣 朱建林

(74) 专利代理机构 北京翔石知识产权代理事务

所(普通合伙) 11816

专利代理师 李勇

(51) Int. Cl.

B60L 58/12 (2019.01)

G06F 17/10 (2006.01)

权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于电感器的车用电池自适应控制方法

(57) 摘要

本发明涉及车辆电池管理技术领域,尤其涉及一种基于电感器的车用电池自适应控制方法,本发明通过采集公交车辆行驶过程中的行驶参数以及放电电流,得到公交车辆以预定路线的若干次行驶过程中各路线节点对应的耗能表征系数,得到预定路线各路线节点对应的耗能表征系数拟合值,对应构建耗能表征系数拟合值变化曲线,基于不同路段对应的拟合值变化曲线段判定当前的路段是否为特征路段,在行驶至特征路段时基于特征路段的拟合值变化曲线段对供电电池以及电感器进行调整,进而实现了针对公交车辆固定线路的路况下电池耗能特征确定耗能不稳定的路线以及适应性地调整电池电路放电策略,提高了电池使用的安全性以及高效性。



1. 一种基于电感器的车用电池自适应控制方法,其特征在于,包括:

步骤S1,基于公交车辆行驶过程中的行驶参数以及供电电池的放电电流计算耗能表征系数,所述行驶参数包括所述公交车辆的载重、爬坡角度以及启停次数;

步骤S2,重复所述步骤S1,记录所述公交车辆沿预定路线的若干次行驶过程中各路线节点对应的耗能表征系数,并存储至数据库,对所述数据库中的数据进行拟合计算,以得到各路线节点对应的耗能表征系数拟合值,所述路线节点以所述预定路线的起始点为基准,每隔预设距离进行设置;

步骤S3,构建耗能表征系数的拟合值变化曲线,所述拟合值变化曲线为所述耗能表征系数拟合值随路线节点与所述起始点的距离变化的变化曲线;

步骤S4,将所述预定路线划分为若干路段,基于各路段对应的拟合值变化曲线中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度,判定当前的路段是否为特征路段;

步骤S5,在所述公交车辆行驶至所述特征路段时,基于所述特征路段对应的拟合值变化曲线中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度选定对所述供电电池以及电感器的调整方式,包括,

在第一调整方式下,调整所述供电电池的放电电流;

在第二调整方式下,调整所述供电电池的放电电流和电感器的电感值。

2. 根据权利要求1所述的基于电感器的车用电池自适应控制方法,其特征在于,所述步骤S1中,所述公交车辆的爬坡角度为所述公交车辆的速度方向与水平面的夹角。

3. 根据权利要求2所述的基于电感器的车用电池自适应控制方法,其特征在于,所述步骤S1中,按公式(1)计算所述耗能表征系数,

$$E = \left[ \left( \frac{G}{G_0} + \frac{\beta}{\beta_0} \right) \times \varepsilon \right] \times \frac{A}{A_0} \quad (1),$$

公式(1)中,E为所述耗能表征系数,G为公交车辆的载重, $G_0$ 为公交车辆的空载重量, $\beta$ 为公交车辆的爬坡角度, $\beta_0$ 为预设的公交车辆的参考爬坡角度, $\varepsilon$ 为预设的公交车辆的启停次数影响系数,其基于所述公交车辆在路线节点所在路段对应的启停次数所确定,A为供电电池的放电电流, $A_0$ 为预设的供电电池的参考放电电流。

4. 根据权利要求1所述的基于电感器的车用电池自适应控制方法,其特征在于,所述步骤S2中,对所述数据库中的数据按公式(2)进行计算得到所述预定路线各路线节点对应的耗能表征系数拟合值,

$$E' = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (2),$$

公式(2)中, $E'$ 为所述耗能表征系数拟合值, $E_i$ 为所述公交车辆第*i*次经过所述路线节点的耗能表征系数,*i*为大于等于1的整数,*n*为所述公交车辆以预定路线行驶的次数。

5. 根据权利要求1所述的基于电感器的车用电池自适应控制方法,其特征在于,所述步骤S4中,将所述预定路线按预设的间隔距离划分为若干路段,其中,各所述路段中包括若干所述路线节点。

6. 根据权利要求5所述的基于电感器的车用电池自适应控制方法,其特征在于,所述步骤S4中,还包括按公式(3)计算各路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度,

$$S = \frac{\sum_{k=1}^m |E_k - E_0|}{m} \quad (3),$$

公式(3)中,S为对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度, $E_k$ 为所述拟合值变化曲线段中第k个路线节点的耗能表征系数拟合值, $k=1,2,3\cdots m$ ,m为路段中路线节点的数量, $E_0$ 为m个路线节点的耗能表征系数拟合值的平均值。

7. 根据权利要求6所述的基于电感器的车用电池自适应控制方法,其特征在于,所述步骤S4中,还包括将所述对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度与预设的离散度阈值进行对比,

若所述离散度小于或等于所述离散度阈值,则判定当前的路段不是特征路段;

若所述离散度大于所述离散度阈值,则判定当前的路段是特征路段。

8. 根据权利要求7所述的基于电感器的车用电池自适应控制方法,其特征在于,所述步骤S5中,还包括将所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度与预设的离散度参考值进行对比,以选定对所述供能电池以及电感器的调整方式,

若所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度小于或等于所述离散度参考值,则选定第一调整方式;

若所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度大于所述离散度参考值,则选定第二调整方式。

9. 根据权利要求8所述的基于电感器的车用电池自适应控制方法,其特征在于,所述步骤S5中,在第一调整方式下,对所述供能电池的放电电流的调整量与所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度相关。

10. 根据权利要求8所述的基于电感器的车用电池自适应控制方法,其特征在于,所述步骤S5中,在第二调整方式下,预先设置有若干基于所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度对所述供能电池的放电电流和电感器的电感值进行调整的电流电感调整方式,各所述电流电感调整方式对所述供能电池的放电电流的调整量和电感器的电感值的调整量不同。

## 一种基于电感器的车用电池自适应控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及车辆电池管理技术领域,尤其涉及一种基于电感器的车用电池自适应控制方法。

### 背景技术

[0002] 随着汽车在社会中的普及,传统燃油车带来的环境污染问题也越来越受到人们的关注,电动汽车为解决能源环保问题提供了一条有效途径,电池是电动汽车的核心部件,也是制约电动汽车发展的关键,良好的电池管理控制方法对电池的快速充电和续航里程方面有了很大提升,随着电动车在公共交通以及私人出行方向被越来越多的人接受,相关领域技术人员对于电动车电池的适应性使用方式以及充放电策略的研究也在不断深入。

[0003] 例如,中国专利:CN114069163A,公开了一种车用动力电池及其控制方法、汽车,该车用动力电池包括:至少两个电连接的电芯组;至少部分电芯组包括多个电芯,以及用于控制多个电芯之间的串并联切换的组内控制开关;组内控制开关包括串联控制开关和并联控制开关,串联控制开关连接在至少部分相邻的电芯之间不同的极性端;并联控制开关连接在至少部分相邻的电芯之间相同的极性端。该申请通过在车用动力电池内的电芯组内部以及电芯组之间布置相应的串联控制开关和并联控制开关,可以根据实际使用工况对车用动力电池的串并联方式进行切换,从而获取高放电容量或者较大充电倍率,以满足不同使用工况下动力电池的需求。

[0004] 但是,现有技术中还存在以下问题;

[0005] 在实际情况中,公交车辆在运行过程中需要频繁的启动和停止,电池电路的放电电流也是频繁发生变化的,在公交车辆有负载情况下,频繁的电流变化增加电感器发生磁饱和的风险,导致电池电路电流变化失真,电流波形出现高频噪声以及干扰,影响电池电路的性能和稳定性;

[0006] 现有技术中,未考虑公交车辆行驶路线路况固定的特征,未针对固定路线路况将公交车辆的实际行驶参数与供电系统的放电电流进行结合考虑,未对公交车辆针对不同运行路段适应性改变供电管理策略,影响电池电路运行稳定性、安全性以及运行效率。

### 发明内容

[0007] 为克服现有技术中未考虑公交车辆行驶路线路况固定的特征,未针对固定路线路况将公交车辆的实际行驶参数与供电系统的放电电流进行结合考虑,未对公交车辆针对不同运行路段适应性改变供电管理策略,影响电池电路运行稳定性、安全性以及运行效率的问题,本发明提供一种基于电感器的车用电池自适应控制方法,包括:

[0008] 步骤S1,基于公交车辆行驶过程中的行驶参数以及供能电池的放电电流计算耗能表征系数,所述行驶参数包括所述公交车辆的载重、爬坡角度以及启停次数;

[0009] 步骤S2,重复所述步骤S1,记录所述公交车辆沿预定路线的若干次行驶过程中各路线节点对应的耗能表征系数,并存储至数据库,对所述数据库中的数据进行拟合计算,以

得到各路线节点对应的耗能表征系数拟合值,所述路线节点以所述预定路线的起始点为基准,每隔预设距离进行设置;

[0010] 步骤S3,构建耗能表征系数的拟合值变化曲线,所述拟合值变化曲线为所述耗能表征系数拟合值随路线节点与所述起始点的距离变化的变化曲线;

[0011] 步骤S4,将所述预定路线划分为若干路段,基于各路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度,判定当前的路段是否为特征路段;

[0012] 步骤S5,在所述公交车辆行驶至所述特征路段时,基于所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度选定对所述供能电池以及电感器的调整方式,包括,

[0013] 在第一调整方式下,调整所述供能电池的放电电流;

[0014] 在第二调整方式下,调整所述供能电池的放电电流和电感器的电感值。

[0015] 进一步地,所述步骤S1中,所述公交车辆的爬坡角度为所述公交车辆的速度方向与水平面的夹角。

[0016] 进一步地,所述步骤S1中,按公式(1)计算所述耗能表征系数,

$$[0017] \quad E = \left[ \left( \frac{G}{G_0} + \frac{\beta}{\beta_0} \right) \times \varepsilon \right] \times \frac{A}{A_0} \quad (1),$$

[0018] 公式(1)中,E为所述耗能表征系数,G为公交车辆的载重, $G_0$ 为公交车辆的空载重量, $\beta$ 为公交车辆的爬坡角度, $\beta_0$ 为预设的公交车辆的参考爬坡角度, $\varepsilon$ 为预设的公交车辆的启停次数影响系数,其基于所述公交车辆在路线节点所在路段对应的启停次数所确定,A为供能电池的放电电流, $A_0$ 为预设的供能电池的参考放电电流。

[0019] 进一步地,所述步骤S2中,对所述数据库中的数据按公式(2)进行计算得到所述预定路线各路线节点对应的耗能表征系数拟合值,

$$[0020] \quad E' = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (2),$$

[0021] 公式(2)中, $E'$ 为所述耗能表征系数拟合值, $E_i$ 为所述公交车辆第*i*次经过所述路线节点的耗能表征系数,*i*为大于等于1的整数,*n*为所述公交车辆以预定路线行驶的次数。

[0022] 进一步地,所述步骤S4中,将所述预定路线按预设的间隔距离划分为若干路段,其中,各所述路段中包括若干所述路线节点。

[0023] 进一步地,所述步骤S4中,还包括按公式(3)计算各路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度,

$$[0024] \quad S = \frac{\sum_{k=1}^m |E_k - E_0|}{m} \quad (3),$$

[0025] 公式(3)中,*S*为对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度, $E_k$ 为所述拟合值变化曲线段中第*k*个路线节点的耗能表征系数拟合值,*k*=1,2,3...*m*,*m*为路段中路线节点的数量, $E_0$ 为*m*个路线节点的耗能表征系数拟合值的平均值。

[0026] 进一步地,所述步骤S4中,还包括将所述对应的拟合值变化曲线段中若干路线节

点的耗能表征系数拟合值的离散度与预设的离散度阈值进行对比,

[0027] 若所述离散度小于或等于所述离散度阈值,则判定当前的路段不是特征路段;

[0028] 若所述离散度大于所述离散度阈值,则判定当前的路段是特征路段。

[0029] 进一步地,所述步骤S5中,还包括将所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度与预设的离散度参考值进行对比,以选定对所述供电电池以及电感器的调整方式,

[0030] 若所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度小于或等于所述离散度参考值,则选定第一调整方式;

[0031] 若所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度大于所述离散度参考值,则选定第二调整方式。

[0032] 进一步地,所述步骤S5中,在第一调整方式下,对所述供电电池的放电电流的调整量与所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度相关。

[0033] 进一步地,所述步骤S5中,在第二调整方式下,预先设置有若干基于所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度对所述供电电池的放电电流和电感器的电感值进行调整的电流电感调整方式,各所述电流电感调整方式对所述供电电池的放电电流的调整量和电感器的电感值的调整量不同。

[0034] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于,本发明通过实时采集公交车辆行驶过程中的行驶参数以及供电电池的放电电流,得到公交车辆以预定路线的若干次行驶过程中各路线节点对应的耗能表征系数,得到数据库,对数据库中的数据进行计算得到预定路线各路线节点对应的耗能表征系数拟合值,并对应构建耗能表征系数拟合值变化曲线,基于公交车辆在不同路段对应的拟合值变化曲线段判定当前的路段是否为特征路段,在公交车辆行驶至特征路段时,基于特征路段的拟合值变化曲线段对供电电池和电感器进行调整,进而,实现了针对公交车辆的固定线路路况下电池耗能特征确定耗能不稳定的路线以及适应性地调整电池电路放电策略,提高了电池使用的安全性以及高效性。

[0035] 尤其,本发明通过实时采集公交车辆以预定路线行驶过程中的行驶参数以及供电电池的放电电流计算耗能表征系数,在实际情况中,公交车辆的行驶路线固定,在固定路线上的路况也是相对固定的,所以可以通过获取车辆载重、爬坡角度、启停次数以及放电电流来综合性地计算公交车辆的当前耗能状况,车辆载重越重、爬坡角度越大,则耗能会越多,放电电流是直接表示电池放电耗能多少的直接参数,且,公交车辆在运行过程中需要频繁的启动和停止,电池电路的放电电流也是频繁发生变化的,频繁的电流变化增加电感器发生磁饱和的风险,导致电池电路电流变化失真,电流波形出现高频噪声以及干扰,影响电池放电电路的性能和稳定性,所以频繁地启停公交车辆也是对耗能状况产生影响的关键参数,本发明将车辆载重、爬坡角度、启停次数以及放电电流进行结合来计算耗能表征系数,进而,实现了针对公交车辆在固定路线的不同路段状况下,对电池耗能状态进行综合性、准确性的表征。

[0036] 尤其,本发明通过在固定线路的多次行驶过程中,采集若干次行驶过程中各路线节点对应的耗能表征系数,构建耗能表征系数拟合值变化曲线,在实际情况中,车辆载重、爬坡角度、启停次数以及放电电流因素可能会在不同行驶次数过程中发生细微变化,但又

总体保持稳定,通过多次行驶测试,得到各路线节点对应的耗能表征系数的平均值,确定为各路线节点对应的耗能表征系数拟合值,本发明基于各路线节点对应的耗能表征系数拟合值构建耗能表征系数拟合值变化曲线,更加直观地表征在各路线段内的耗能状态。

[0037] 尤其,本发明通过不同路段对应的拟合值变化曲线段的离散度判定当前的路段是否为特征路段,在实际情况中,拟合值变化曲线段的耗能表征系数拟合值的离散度越大,表征此路段内各路线节点对应的耗能表征系数拟合值变化越明显,各路线节点的耗能表征系数拟合值变化越明显表征此路段内公交车的车辆载重、爬坡角度、启停次数以及放电电流参量中的一个或多个参量在发生明显的变化,即表征路况发生明显变化或者电池放电电路工作状态发生明显变化,由于各路线节点的耗能表征系数拟合值是公交车在此处多次计算得出的表征公交车在此节点的耗能状况表征值,因此,可以确定当前的路段为特征路段,进而,实现了针对公交车的固定线路路况下电池耗能特征确定耗能不稳定的路线。

[0038] 尤其,本发明基于确定的特征路段,结合考虑特征路段的拟合值变化曲线段的耗能表征系数拟合值的离散度判定对所述供电电池以及电感器的调整方式,在实际情况中,如果特征路段的拟合值变化曲线段的耗能表征系数拟合值的离散度小于或等于预设的离散度参考值,则表明特征路段内各路线节点的耗能表征系数拟合值的变化幅度较小,此时对供电电池的放电电流进行调整,以减小放电电流来抑制大电流容易产生电流较大突变的现象,如果特征路段的拟合值变化曲线段的耗能表征系数拟合值的离散度大于预设的离散度参考值,则表明特征路段内各路线节点的耗能表征系数拟合值的变化幅度较大,此时对供电电池的放电电流进行调整可能已经不太能满足保证电池安全的要求,需要增大电感器的电感值,用更大的电感容量过滤大电流产生的高频噪声以及减小电流突变,使放电电路中的电流更加稳定,进而,适应性地调整公交车的电池放电策略以及放电电路的调控,提高电池使用的安全性以及高效性。

## 附图说明

[0039] 图1为本发明实施例的基于电感器的车用电池自适应控制方法的步骤图;

[0040] 图2为本发明实施例的爬坡角度示意图;

[0041] 图3为本发明实施例的耗能表征系数拟合值变化曲线示意图;

[0042] 图4为本发明实施例的判定当前的路段是否为特征路段的逻辑流程图;

[0043] 图中,1:公交车的速度方向,2:水平面。

## 具体实施方式

[0044] 为了使本发明的目的和优点更加清楚明白,下面结合实施例对本发明作进一步描述;应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,并不用于限定本发明。

[0045] 下面参照附图来描述本发明的优选实施方式。本领域技术人员应当理解的是,这些实施方式仅仅用于解释本发明的技术原理,并非在限制本发明的保护范围。

[0046] 需要说明的是,在本发明的描述中,术语“上”、“下”、“左”、“右”、“内”、“外”等指示的方向或位置关系的术语是基于附图所示的方向或位置关系,这仅仅是为了便于描述,而不是指示或暗示所述装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0047] 此外,还需要说明的是,在本发明的描述中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体的连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域技术人员而言,可根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0048] 请参阅图1所示,其为本发明实施例的基于电感器的车用电池自适应控制方法的步骤图,本发明的基于电感器的车用电池自适应控制方法,包括:

[0049] 步骤S1,基于公交车辆行驶过程中的行驶参数以及供能电池的放电电流计算耗能表征系数,所述行驶参数包括所述公交车辆的载重、爬坡角度以及启停次数;

[0050] 步骤S2,重复所述步骤S1,记录所述公交车辆沿预定路线的若干次行驶过程中各路线节点对应的耗能表征系数,并存储至数据库,对所述数据库中的数据进行拟合计算,以得到各路线节点对应的耗能表征系数拟合值,所述路线节点以所述预定路线的起始点为基准,每隔预设距离进行设置;

[0051] 步骤S3,构建耗能表征系数的拟合值变化曲线,所述拟合值变化曲线为所述耗能表征系数拟合值随路线节点与所述起始点的距离变化的变化曲线;

[0052] 步骤S4,将所述预定路线划分为若干路段,基于各路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度,判定当前的路段是否为特征路段;

[0053] 步骤S5,在所述公交车辆行驶至所述特征路段时,基于所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度选定对所述供能电池以及电感器的调整方式,包括,

[0054] 在第一调整方式下,调整所述供能电池的放电电流;

[0055] 在第二调整方式下,调整所述供能电池的放电电流和电感器的电感值。

[0056] 具体而言,所述步骤S2中,所述路线节点以所述预定路线的起始点为基准,每隔预设距离间隔进行设置,优选地,在本实施例中,预设距离 $D=10\text{m}$ 。

[0057] 具体而言,本发明对于采集行驶参数的具体方式本发明不作限定,对于载重的采集,可通过现有的车辆载重检测装置检测,公交车辆的启停次数可通过记录发动机的启停次数实现,对于爬坡角度的获取,可通过惯性传感器进行采集,此处不再赘述。

[0058] 具体而言,本发明对供能电池的具体结构不作限定,其只需可以为公交车辆提供电能即可,此处不再赘述。

[0059] 具体而言,请参阅图2所示,其为本发明实施例的爬坡角度示意图,所述步骤S1中,所述爬坡角度为所述公交车辆的速度方向1与水平面2的夹角。

[0060] 具体而言,所述步骤S1中,按公式(1)计算所述耗能表征系数,

$$[0061] \quad E = \left[ \left( \frac{G}{G_0} + \frac{\beta}{\beta_0} \right) \times \varepsilon \right] \times \frac{A}{A_0} \quad (1),$$

[0062] 公式(1)中, $E$ 为所述耗能表征系数, $G$ 为公交车辆的载重, $G_0$ 为公交车辆的空载重量, $\beta$ 为公交车辆的爬坡角度, $\beta_0$ 为预设的公交车辆的参考爬坡角度, $\varepsilon$ 为预设的公交车辆的启停次数影响系数,其基于所述公交车辆在路线节点所在路段对应的启停次数所确定, $A$ 为供能电池的放电电流, $A_0$ 为预设的供能电池的参考放电电流。

[0063] 具体而言,预设公交车辆的参考爬坡角度 $\beta_0$ 的目的在于区分公交车辆的爬坡角度的大小,使得爬坡角度具有表征特性,优选地,本实施例中,可以设定公交车辆的参考爬坡角度 $\beta_0=5^\circ$ , $A_0$ 基于预先测试所得,预先测试该公交车辆在空载状态下,在水平路面若干次行驶时,电池放电电路的电流平均值,将测得的电流平均值确定为所述供电电池的参考放电电流 $A_0$ 。

[0064] 在本实施例中,公交车辆的启停次数增加电感器发生磁饱和的风险, $\epsilon$ 基于公交车辆在路线节点所在路段对应的启停次数 $N_e$ 所确定,其中,将所述启停次数 $N_e$ 与预先设定的第一启停次数对比参数 $N_{e1}$ 以及第二启停次数对比参数 $N_{e2}$ 进行对比,

[0065] 若 $N_e > N_{e2}$ , $\epsilon$ 取值在区间(1.2,1.3]内选定;

[0066] 若 $N_{e1} \leq N_e \leq N_{e2}$ , $\epsilon$ 取值在区间[1.1,1.2]内选定;

[0067] 若 $N_e < N_{e1}$ , $\epsilon$ 取值在区间[1.0,1.1)内选定;

[0068] 第一启停次数对比参数 $N_{e1}$ 以及第二启停次数对比参数 $N_{e2}$ 基于预先测定的路段启停次数平均值所确定,其中,预先获取公交车辆在预定路线行驶过程中各路段内启停次数的平均值 $N_{e0}$ ,设定 $N_{e1}=N_{e0} \times 1.15$ , $N_{e2}=N_{e0} \times 1.3$ 。

[0069] 具体而言,本发明通过实时采集公交车辆以预定路线行驶过程中的行驶参数以及供电电池的放电电流计算耗能表征系数,在实际情况中,公交车辆的行驶路线固定,在固定路线上的路况也是相对固定的,所以可以通过获取车辆载重、爬坡角度、启停次数以及放电电流来综合性地计算公交车辆的当前耗能状况,车辆载重越重、爬坡角度越大,则耗能会越多,放电电流是直接表示电池放电耗能多少的直接参数,且,公交车辆在运行过程中需要频繁的启动和停止,电池电路的放电电流也是频繁发生变化的,频繁的电流变化增加电感器发生磁饱和的风险,导致电池电路电流变化失真,电流波形出现高频噪声以及干扰,影响电池放电电路的性能和稳定性,所以频繁地启停公交车辆也是对耗能状况产生影响的关键参数,本发明将车辆载重、爬坡角度、启停次数以及放电电流进行结合来计算耗能表征系数,进而,实现了针对公交车辆在固定路线的不同路段状况下,对电池耗能状态进行综合性、准确性的表征。

[0070] 具体而言,所述步骤S2中,对所述数据库中的数据按公式(2)进行计算得到所述预定路线各路线节点对应的耗能表征系数拟合值,

$$[0071] \quad E' = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (2),$$

[0072] 公式(2)中, $E'$ 为所述耗能表征系数拟合值, $E_i$ 为所述公交车辆第*i*次经过所述路线节点的耗能表征系数,*i*为大于等于1的整数,*n*为所述公交车辆以预定路线行驶的次数。

[0073] 具体而言,本发明通过在固定线路的多次行驶过程中,采集若干次行驶过程中各路线节点对应的耗能表征系数,构建耗能表征系数拟合值变化曲线,在实际情况中,车辆载重、爬坡角度、启停次数以及放电电流因素可能会在不同行驶次数过程中发生细微变化,但又总体保持稳定,通过多次行驶测试,得到各路线节点对应的耗能表征系数的平均值,确定为各路线节点对应的耗能表征系数拟合值,本发明基于各路线节点对应的耗能表征系数拟合值构建耗能表征系数拟合值变化曲线,更加直观地表征在各路线段内的耗能状态。

[0074] 具体而言,所述步骤S4中,将所述预定路线按预设的间隔距离划分为若干路段,其

中,各所述路段中包括若干所述路线节点。

[0075] 优选的,在本实施例中,预设的间隔距离 $D'$ 的取值范围为 $[50,100]$ ,区间单位为 $m$ 。

[0076] 具体而言,请参阅图3以及图4所示,图3为本发明实施例的耗能表征系数拟合值变化曲线示意图,图4为本发明实施例的判定当前的路段是否为特征路段的逻辑流程图,所述步骤S4中,还包括按公式(3)计算各路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度,

$$[0077] \quad S = \frac{\sum_{k=1}^m |E_k - E_0|}{m} \quad (3),$$

[0078] 公式(3)中, $S$ 为对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度, $E_k$ 为所述拟合值变化曲线段中第 $k$ 个路线节点的耗能表征系数拟合值, $k=1,2,3\cdots m$ , $m$ 为路段中路线节点的数量, $E_0$ 为 $m$ 个路线节点的耗能表征系数拟合值的平均值,继续参阅图3所示,其为本发明实施例的耗能表征系数拟合值变化曲线示意图,在图3中, $E_0=(E_1+E_2+\cdots+E_k+\cdots+E_m)/m$ 。

[0079] 具体而言,所述步骤S4中,还包括将所述对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度与预设的离散度阈值进行对比,

[0080] 若所述离散度 $S$ 小于或等于所述离散度阈值 $S_0$ ,则判定当前的路段不是特征路段;

[0081] 若所述离散度 $S$ 大于所述离散度阈值 $S_0$ ,则判定当前的路段是特征路段。

[0082] 优选地,在本实施中,所述离散度阈值 $S_0$ 的取值范围为 $[0.3,0.8]$ 。

[0083] 具体而言,本发明通过不同路段对应的拟合值变化曲线段的离散度判定当前的路段是否为特征路段,在实际情况中,拟合值变化曲线段的耗能表征系数拟合值的离散度越大,表征此路段内各路线节点对应的耗能表征系数拟合值变化越明显,各路线节点的耗能表征系数拟合值变化越明显表征此路段内公交车的车辆载重、爬坡角度、启停次数以及放电电流参量中的一个或多个参量在发生明显的变化,即表征路况发生明显变化或者电池放电电路工作状态发生明显变化,由于各路线节点的耗能表征系数拟合值是公交车在此处多次计算得出的表征公交车在此节点的耗能状况表征值,因此,可以确定当前的路段为特征路段,进而,实现了针对公交车的固定线路路况下电池耗能特征确定耗能不稳定的路线。

[0084] 具体而言,所述步骤S5中,还包括将所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度 $S$ 与预设的离散度参考值 $S_1$ 进行对比,以选定对所述供能电池以及电感器的调整方式,

[0085] 若所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度 $S$ 小于或等于所述离散度参考值 $S_1$ ,则选定第一调整方式;

[0086] 若所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度 $S$ 大于所述离散度参考值 $S_1$ ,则选定第二调整方式。

[0087] 优选的,在本实施例中,所述离散度参考值 $S_1=\alpha \times S_0$ , $\alpha$ 为确定系数, $\alpha$ 的取值范围为 $[1.3,1.5]$ 。

[0088] 具体而言,所述步骤S5中,在第一调整方式下,对所述供能电池的放电电流的调整量与所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离

散度相关。

[0089] 具体而言,在本实施例中,设定至少两种基于所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度 $S$ 对所述供电电池的放电电流进行调整的电流调整方式,其中,将所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度 $S$ 与预设的第一离散度对比值 $S_a$ 进行对比,

[0090] 若 $S \leq S_a$ ,则确定选用第一电流调整方式,所述第一电流调整方式为将所述放电电流调整至第一放电电流 $R_1$ ,设定 $R_1 = R_0 - \Delta r_1$ ;

[0091] 若 $S > S_a$ ,则确定选用第二电流调整方式,所述第二电流调整方式为将所述放电电流调整至第二放电电流 $R_2$ ,设定 $R_2 = R_0 - \Delta r_2$ ;

[0092] 其中, $R_0$ 表示所述供电电池的放电电流初始值, $\Delta r_1$ 表示第一放电电流调整量, $\Delta r_2$ 表示第二放电电流调整量,在本实施例中,为使得第一离散度对比值 $S_a$ 能够区分特征路段的拟合值变化曲线段的耗能表征系数拟合值的离散度变化情况,可以使 $S_a$ 的取值范围为 $(1.2S_0, 1.3S_0)$ ,同样地,为使得调整有效,并避免调整量过大,在本实施例中, $0.1R_0 \leq \Delta r_1 < \Delta r_2 \leq 0.25R_0$ 。

[0093] 具体而言,所述步骤 $S_5$ 中,在第二调整方式下,预先设置有若干基于所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度对所述供电电池的放电电流和电感器的电感值进行调整的电流电感调整方式,各所述电流电感调整方式对所述供电电池的放电电流的调整量和电感器的电感值的调整量不同。

[0094] 具体而言,在本实施例中,设定至少两种基于所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度 $S$ 对所述供电电池的放电电流和电感器的电感值进行调整的电流电感调整方式,其中,将所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度 $S$ 与预设的第二离散度对比值 $S_b$ 进行对比,

[0095] 若 $S \leq S_b$ ,则选用第一电流电感调整方式,所述第一电流电感调整方式为将所述放电电流调整至第三放电电流 $R_3$ ,设定 $R_3 = R_0 - \Delta r_3$ ,将所述电感值调整至第一电感值 $L_1$ ,设定 $L_1 = L_0 + \Delta L_1$ ;

[0096] 若 $S > S_b$ ,则选用第二电流电感调整方式,所述第二电流电感调整方式为将所述放电电流调整至第四放电电流 $R_4$ ,设定 $R_4 = R_0 - \Delta r_4$ ,将所述电感值调整至第二电感值 $L_2$ ,设定 $L_2 = L_0 + \Delta L_2$ ;

[0097] 其中, $R_0$ 表示所述供电电池的放电电流初始值, $L_0$ 表示所述电感器的电感初始值, $\Delta r_3$ 表示第三放电电流调整量, $\Delta r_4$ 表示第四放电电流调整量, $\Delta L_1$ 表示第一电感值调整量, $\Delta L_2$ 表示第二电感值调整量,在本实施例中,为使得第二离散度对比值 $S_b$ 能够区分所述特征路段对应的拟合值变化曲线段中若干路线节点的耗能表征系数拟合值的离散度变化程度,可以使 $S_b$ 的取值范围为 $(1.5S_0, 1.6S_0)$ ,同样的,为使得调整有效,并避免调整量过大,在本实施例中, $0.25R_0 < \Delta r_3 < \Delta r_4 \leq 0.5R_0, 0.1L_0 \leq \Delta L_1 < \Delta L_2 \leq 0.5L_0$ ;

[0098] 具体而言,本发明对电感器的具体结构不做限定,电感器接入供电电池的放电电路,优选的,电感器采用可调电感器,此处不再赘述。

[0099] 在另一种实现方式中,电感器可接入不同放电电路的电感单元,不同放电电路中设置不同数量或规格的电感单元,在切换放电电路时实现对电感值的调整,当然也可以采

用其他形式,此处不再赘述。

[0100] 具体而言,本发明基于确定的特征路段,结合考虑特征路段的拟合值变化曲线段的耗能表征系数拟合值的离散度判定对所述供电电池以及电感器的调整方式,在实际情况中,如果特征路段的拟合值变化曲线段的耗能表征系数拟合值的离散度小于或等于预设的离散度参考值,则表明特征路段内各路线节点的耗能表征系数拟合值的变化幅度较小,此时对供电电池的放电电流进行调整,以减小放电电流来抑制大电流容易产生电流较大突变的现象,如果特征路段的拟合值变化曲线段的耗能表征系数拟合值的离散度大于预设的离散度参考值,则表明特征路段内各路线节点的耗能表征系数拟合值的变化幅度较大,此时对供电电池的放电电流进行调整可能已经不太能满足保证电池安全的要求,需要增大电感器的电感值,用更大的电感容量过滤大电流产生的高频噪声以及减小电流突变,使放电电路中的电流更加稳定,进而,适应性地调整公交车辆的电池放电策略以及放电电路的调控,提高电池使用的安全性以及高效性。

[0101] 至此,已经结合附图所示的优选实施方式描述了本发明的技术方案,但是,本领域技术人员容易理解的是,本发明的保护范围显然不局限于这些具体实施方式。在不偏离本发明的原理的前提下,本领域技术人员可以对相关技术特征做出等同的更改或替换,这些更改或替换之后的技术方案都将落入本发明的保护范围之内。

[0102] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并不用于限制本发明;对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

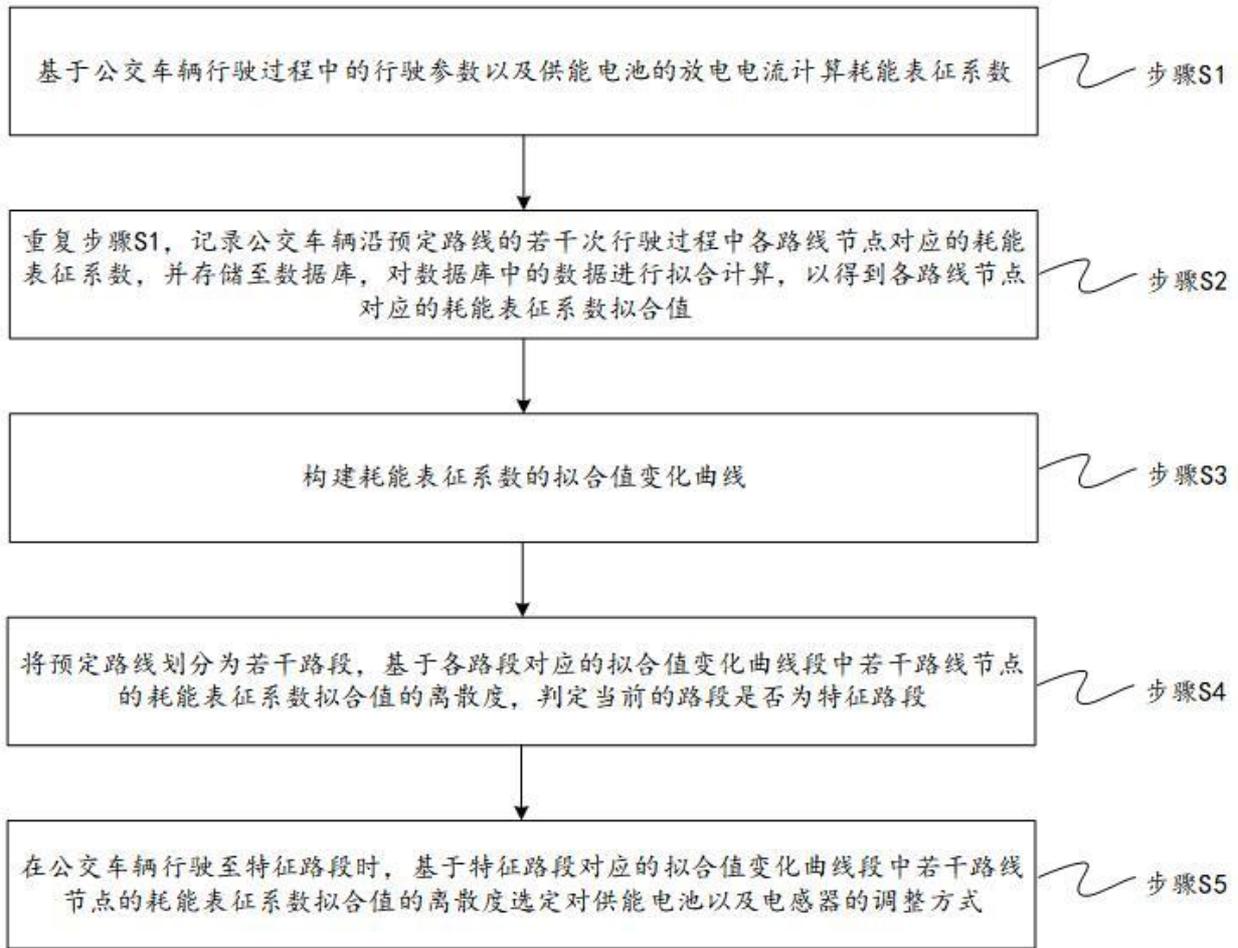


图 1

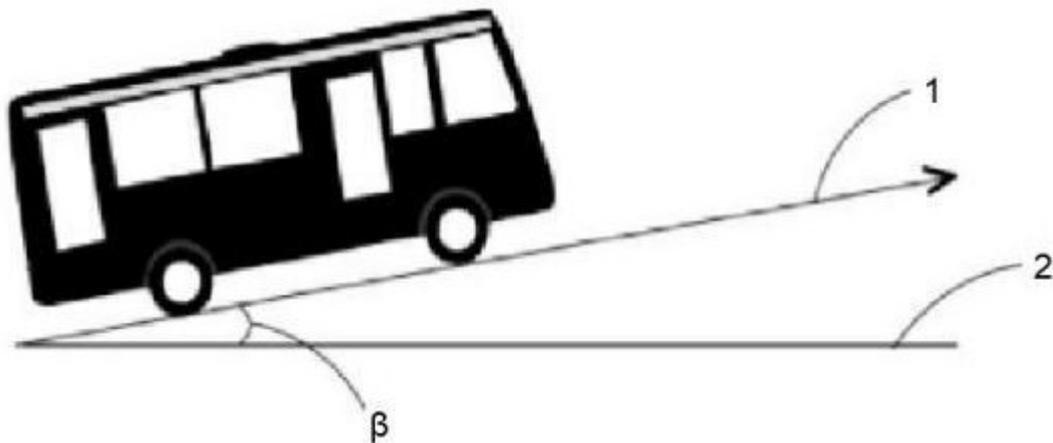


图 2

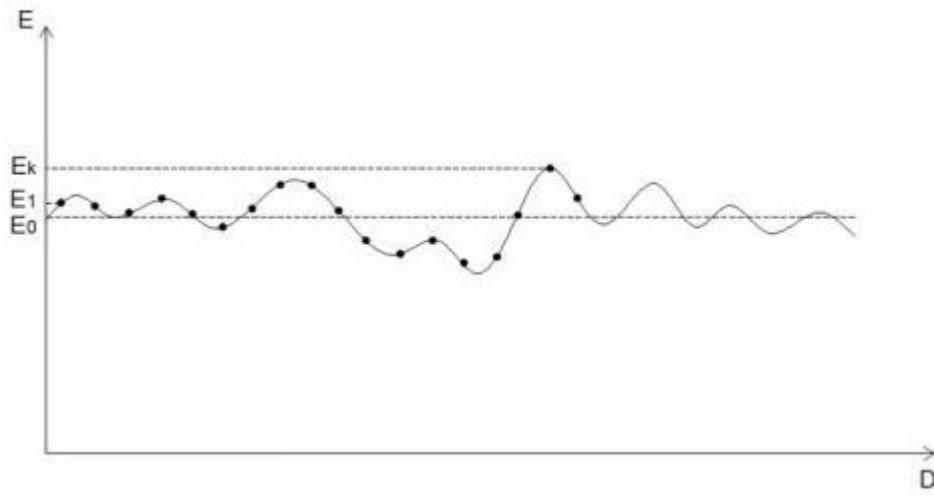


图 3

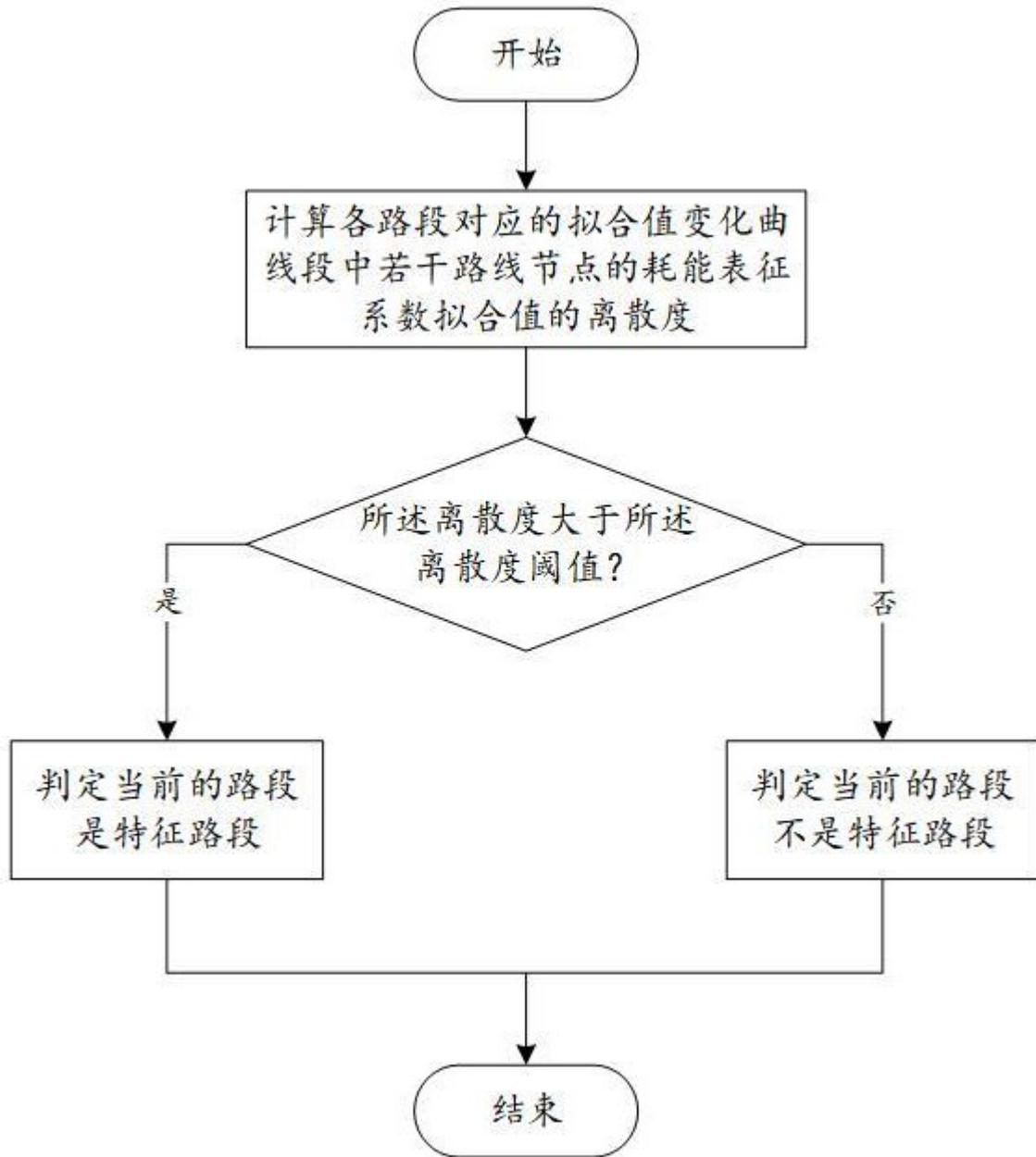


图 4