



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108896922 A

(43)申请公布日 2018.11.27

(21)申请号 201810650905.1

(22)申请日 2018.06.22

(71)申请人 江西江铃集团新能源汽车有限公司

地址 330013 江西省南昌市经济技术开发区庐山北大道(蛟桥镇)

(72)发明人 刘俊宇 江先念 沈祖英 俞钟兢

单丰武 姜筱华

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务

所(普通合伙) 11201

代理人 何世磊

(51)Int.Cl.

G01R 31/36(2006.01)

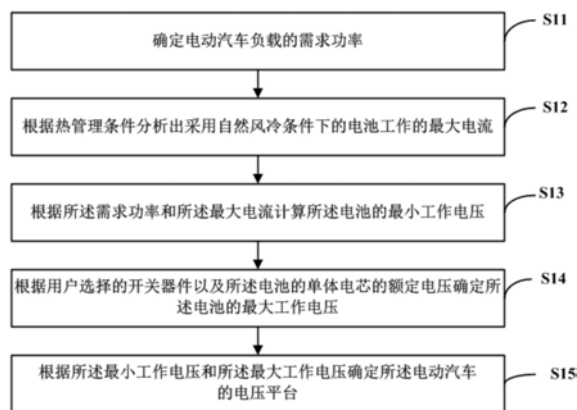
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

## (54)发明名称

电动汽车电压平台确定方法

## (57)摘要

一种电动汽车电压平台确定方法,包括:确定电动汽车负载的需求功率;根据热管理条件分析出采用自然风冷条件下所述电池工作的最大电流;根据所述需求功率和所述最大电流计算所述电池的最小工作电压;根据用户选择的开关器件以及所述电池的单体电芯的额定电压确定所述电池的最大工作电压;根据所述最小工作电压和所述最大工作电压确定所述电池的电压平台。本发明实施例在满足电动汽车安全性、动力经济性的基础上可以保证电动汽车使用过程中的可靠性,安全性高,并且降低成本,利于电动汽车的迅速推广。



1. 一种电动汽车电压平台确定方法,其特征在于,包括:  
确定电动汽车负载的需求功率;  
根据热管理条件分析出采用自然风冷条件下所述电池工作的最大电流;  
根据所述需求功率和所述最大电流计算所述电池的最小工作电压;  
根据用户选择的开关器件以及所述电池的单体电芯的额定电压确定所述电池的最大工作电压;  
根据所述最小工作电压和所述最大工作电压确定所述电动汽车的电压平台。
2. 如权利要求1所述的电动汽车电压平台确定方法,其特征在于,所述需求功率的计算公式为:

$$P = F * V = (A + B * V + C * V^2 + D * \frac{dV}{dt})V ,$$

其中,A、B、C、D为常数,P为驱动功率,V为车辆行驶速度。

3. 如权利要求1所述的电动汽车电压平台确定方法,其特征在于,所述根据热管理条件分析出采用自然风冷条件下所述电池工作的最大电流的步骤包括:  
计算自然风冷条件下风冷电驱动系统驱走的最大热量;  
根据所述热量和欧姆热计算公式计算相电流;  
将所述相电流通过clark变换和park变换处理得到电池工作的最大电流。
4. 如权利要求1所述的电动汽车电压平台确定方法,其特征在于,所述根据用户选择的开关器件以及所述电池的单体电芯的额定电压确定所述电池的最大工作电压的步骤包括:  
获取用户选择的开关器件的击穿电压;  
根据所述击穿电压确定所述单体电芯的数量,并根据所述单体电芯的数量和额定电压确定所述电池的最大工作电压。
5. 如权利要求1所述的电动汽车电压平台确定方法,其特征在于,根据所述最小工作电压和所述最大工作电压确定所述电动汽车的电压平台的步骤包括:  
根据所述最小工作电压和所述最大工作电压,确定所述电池的工作电压范围,并根据所述单体电芯的额定电压确定满足所述工作电压范围内的所有电压平台;  
在确定的所有电压平台中,选择一数值最大的电压平台作为所述电池的电压平台。
6. 如权利要求1所述的电动汽车电压平台确定方法,其特征在于,所述开关器件采用MOSFET场效应管,所述电池采用三元材料电池。

## 电动汽车电压平台确定方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电动汽车领域,特别是涉及一种电动汽车电压平台确定方法。

### 背景技术

[0002] 随着能源的日益短缺,环保呼声高涨,电动汽车作为一种低碳、清洁的交通工具,受到世界各国政府的高度关注。动力电池系统是纯电动汽车唯一的能量来源,为整车各高压零部件系统提供高压源。电动汽车中的动力电池,一般采用镍钴锰三元材料的电池。

[0003] 由于电动汽车内各高压零部件器件水平的不一致,导致其理想工作电压范围具有差异性,因此选择一种具有普适性的电动汽车电压平台显得尤为重要。

[0004] 现有技术中,电池的电压平台仅根据汽车中容置电池的空间和单体电芯的电量来确定,没有考虑动力电池与各关键高压零部件匹配性,安全性低且成本高。

### 发明内容

[0005] 鉴于上述状况,有必要针对现有技术中电动汽车的电压平台缺乏安全性和成本高的问题,提供一种电动汽车电压平台确定方法。

[0006] 一种电动汽车电压平台确定方法,包括:

[0007] 确定电动汽车负载的需求功率;

[0008] 根据热管理条件分析出采用自然风冷条件下所述电池工作的最大电流;

[0009] 根据所述需求功率和所述最大电流计算所述电池的最小工作电压;

[0010] 根据用户选择的开关器件以及所述电池的单体电芯的额定电压确定所述电池的最大工作电压;

[0011] 根据所述最小工作电压和所述最大工作电压确定所述电动汽车的电压平台。

[0012] 进一步的,上述电动汽车电压平台确定方法,其中,所述需求功率的计算公式为:

$$[0013] \quad P = F * V = (A + B * V + C * V^2 + D * \frac{dV}{dt})V,$$

[0014] 其中,A、B、C、D为常数,P为驱动功率,V为车辆行驶速度。

[0015] 进一步的,上述电动汽车电压平台确定方法,其中,所述根据热管理条件分析出采用自然风冷条件下所述电池工作的最大电流的步骤包括:

[0016] 计算自然风冷条件下风冷电驱动系统驱走的最大热量;

[0017] 根据所述热量和欧姆热计算公式计算相电流;

[0018] 将所述相电流通过clark变换和park变换处理得到电池工作的最大电流。

[0019] 进一步的,上述电动汽车电压平台确定方法,其中,所述根据用户选择的开关器件以及所述电池的单体电芯的额定电压确定所述电池的最大工作电压的步骤包括:

[0020] 获取用户选择的开关器件的击穿电压;

[0021] 根据所述击穿电压确定所述单体电芯的数量,并根据所述单体电芯的数量和额定电压确定所述电池的最大工作电压。

[0022] 进一步的,上述电动汽车电压平台确定方法,其中,根据所述最小工作电压和所述最大工作电压确定所述电动汽车的电压平台的步骤包括:

[0023] 根据所述最小工作电压和所述最大工作电压,确定所述电池的工作电压范围,并根据所述单体电芯的额定电压确定满足所述工作电压范围内的所有电压平台;

[0024] 在确定的所有电压平台中,选择一数值最大的电压平台作为所述电池的电压平台。

[0025] 进一步的,上述电动汽车电压平台确定方法,其中,所述开关器件采用MOSFET场效应管,所述电池采用三元材料电池。

[0026] 本发明实施例根据工况及实际路况下负载的需求功率情况、自然风冷条件下的电池电流、功率器件(MOSFET)的运用以及车载其他高压器件的综合计算分析,得出电动汽车的最优电压平台。在满足电动汽车安全性、动力经济性的基础上可以保证电动汽车使用过程中的可靠性,安全性高,并且降低成本,利于电动汽车的迅速推广。

### 附图说明

[0027] 图1为本发明第一实施例提中电动汽车电压平台确定方法的流程图;

[0028] 图2为发明第一实施例提中A00级纯电动汽车实车在城市工况下负载功率数据;

[0029] 图3为本发明第二实施例提中电动汽车电压平台确定方法的流程图;

[0030] 图4为本发明第二实施例提中电动汽车的循环速度工况曲线如图。

### 具体实施方式

[0031] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0032] 参照下面的描述和附图,将清楚本发明的实施例的这些和其他方面。在这些描述和附图中,具体公开了本发明的实施例中的一些特定实施方式,来表示实施本发明的实施例的原理的一些方式,但是应当理解,本发明的实施例的范围不受此限制。相反,本发明的实施例包括落入所附加权利要求书的精神和内涵范围内的所有变化、修改和等同物。

[0033] 请参阅图1,为本发明第一实施例中的电动汽车电压平台确定方法,该方法用于确定电动汽车的电池的电压平台,即确定电池的额定电压。具体的,该方法包括步骤S11~S15。

[0034] 步骤S11,确定电动汽车负载的需求功率。

[0035] 现有的电动汽车一般配置有电机及其配套的开关器件、动力电池系统、高压配电系统、DC/DC变换器、电动压缩机及PTC加热器等负载。电动汽车在行驶过程中,部分或全部负载进行工作,负载工作时需要消耗一定的电功率。

[0036] 本实施例中电动汽车负载的需求功率可根据实际采集的工况情况分析得到。例如,通过分析类比大量A00级车辆运行数据,根据工况及实际路况下功率负载情况确定电动汽车的需求功率。根据分析A00级纯电动汽车实车在城市工况下负载功率数据如图2所示,在此工况下A00级纯电动汽车频繁加速减速,表示城市中复杂的道路情况,在此情况下负载主要集中在10kw左右。通过分析比较受众群体,A00级新能源电动汽车车主日均里程为25~

30km,100km的续驶里程和100km/h的最高车速满足绝大情况下的出行需求。

[0037] 可以理解的,在本发明的其他实施例中还可针对A00级纯电动汽车的各个负载已有的功率参数计算点发动汽车负载的需求功率。

[0038] 步骤S12,根据热管理条件分析出采用自然风冷条件下的电池工作的最大电流。

[0039] 热管理系统是整车不可或缺的一部分,它不仅为驾乘人员提供舒适的驾乘环境,更要有效保证某些零部件正常、高效工作。其主要功能是对整车内部温度及部件工作环境温度进行控制和调节作用,以保证部件能正常工作,给乘员提供舒适的乘坐环境。对于纯电动汽车而言,可根据各个部件工作温度要求,一般会设计有:空调制冷系统、电机冷却系统和电池温度控制系统。电动汽车中可以采用自然风冷的方式,降低器件成本和维护成本。

[0040] 本实施例通过CAE仿真与实际测试等方式分析电驱动系统以及动力电池包系统在不同电压平台下产生的热损耗,以及温升情况,一般来说电压越高电流损耗越高,热损耗越大。本实施例中分析出采用自然冷风条的需求下最大允许的电流情况,从而得到电池的最大电流。

[0041] 步骤S13,根据所述需求功率和所述最大电流计算所述电池的最小工作电压。

[0042] 当计算得到电池工作时所需要的最大电流后,根据所述需求功率、电池电压和电流的关系,计算电池的最小工作电压。

$$[0043] \quad U_{\min} = \frac{P}{I_{\max}}$$

[0044] 其中, $I_{\max}$ 为主回路的最大电流,P为需求功率, $U_{\min}$ 为电池的最小工作电压。

[0045] 步骤S14,根据用户选择的开关器件以及所述电池的单体电芯的额定电压确定所述电池的最大工作电压。

[0046] 该开关器件为汽车中的关键元器件(例如电机)的开关控制器件,用来对关键元器件进行开关控制。不同的开关元器件都有各自适用的使用电压,若电压过高则有击穿的风险。现有技术中用到的开关器件有多种,例如常用的IGBT模块(Insulated Gate Bipolar Transistor,绝缘栅双极型晶体管),和MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor,金氧半场效晶体管)。其中,IGBT模块价格昂贵,且适用于高压领域,要求器件的电压等级达到10KV以上;而MOSFET价格低廉、同时兼具散热方式简单(风冷即可),易于布置等诸多优点,其一般适用于低压系统,其击穿电压大约为170V。

[0047] 本实施例中,从成本上考虑,MOSFET成本低于IGBT模块,从安全角度考虑,如果可以使用低压尽量不使用高压,因此本实施例优先选择MOSFET作为关键元器件的开关器件。

[0048] 因此,电池的最大工作电压不能超过MOSFET的击穿电压,即不能超过170V。以现行新能源汽车主流三元材料电池为例,单体电芯电压范围为3V~4.2V,额定电压3.6V,而电池的电压平台为额定电压的整数倍,即,

$$[0049] \quad U_{\max} = U_{\text{cell}} \times n$$

[0050]  $U_{\max}$ 为电池的最大工作电压,额定情况下等于平台电压, $U_{\text{cell}}$ 为电芯电压,n串联的电芯数。

[0051]  $U_{\max}$ 的值不超过170V,由上述公式计算得到n最大为40,计算得到 $U_{\max}$ 为144V,因此电池的电压平台不超过144V(144V电压平台对应的工作电压范围为130~169V)。

[0052] 步骤S15,根据所述最小工作电压和所述最大工作电压确定所述电动汽车的电压

平台。

[0053] 当计算出电池的最小工作电压和最大工作电压后,在该电压范围内选择一合适的电压平台作为该电池的电压平台。具体实施时可根据所述最小工作电压和所述最大工作电压,确定所述电池的工作电压范围,并根据所述单体电芯的额定电压确定满足所述工作电压范围内的所有电压平台。并在确定的所有电压平台中,选择一数值最大的电压平台作为电动汽车的电压平台。

[0054] 该实施例根据工况及实际路况下负载的需求功率情况、自然风冷条件下的电池电流、功率器件(MOSFET)的运用以及车载其他高压器件的综合计算分析,得出电池最优电压平台。在满足电动汽车安全性、动力经济性的基础上可以保证电动汽车使用过程中的可靠性,安全性高,并且降低成本,利于电动汽车的迅速推广。

[0055] 请参阅图3,为本发明第二实施例中的电动汽车电压平台确定方法,包括步骤S21~26。

[0056] 步骤S21,确定电动汽车负载的需求功率。

[0057] 本发明实施例中以A00级纯电动汽车为例说明电池的电压平台。A00级纯电动汽车轴距在2米至2.2米之间,车重小于950kg,根据车辆动力学公式得出:

$$[0058] \quad F = mg(f + f_0V + f_1V^2) + \frac{CdA\rho V^2}{2} + F_v + F_r + F_a$$

[0059] 其中,F为行驶所需要的驱动力,m为整车质量(A00级车小于950kg),V为行驶速度,f、f<sub>0</sub>、f<sub>1</sub>分别为阻力系数,Cd为风阻系数,A为迎风面积,ρ为空气密度,F<sub>v</sub>、F<sub>r</sub>、F<sub>a</sub>分别为速度惯量、转动惯量、加速惯性。

[0060] 由以上公式可以明显看出车辆阻力系数以及惯量系数等为车辆的固有特性可以作为常数,所以驱动力化简为速度的方程如下:

$$[0061] \quad P = F * V = (A + B * V + C * V^2 + D * \frac{dV}{dt})V,$$

[0062] 其中,A、B、C、D为常数,P为驱动功率,V为车辆行驶速度。

[0063] 由上式可知驱动功率P是车辆行驶速度v的函数,根据国家推荐标准GB/T18386-2017电动汽车能量消耗率和续驶里程试验方法推荐工况,可知行驶最大加速度为0.1g(十分之一重力加速度),循环速度工况曲线如图4所示。代入驱动功率P和行驶速度v的函数,计算出A00级纯电动乘用车电源系统的需求功率为10kw左右。

[0064] 步骤S22,根据热管理条件分析出采用自然风冷条件下的电池工作的最大电流。

[0065] 步骤S23,根据所述需求功率和所述最大电流计算所述电池的最小工作电压。

[0066] 具体实施时,可根据前舱流道与风速情况确定边界条件,风冷电驱动系统可带走的热量为:

$$[0067] \quad Q = A * \frac{Nu * k}{L} (\Delta T);$$

[0068] 其中,Q为带走的热量,A为横截面积,Nu为努塞尔系数,k为流体导热系数,L为流道特征长度,ΔT为温度差。

[0069] 当边界条件确定时,电机控制器工作温度为55度,环境温度为25度,因此ΔT取30K,流体为空气k取0.024W/m·K。风冷电驱动系统散热器可以近似看作层叠的平板,特征

长度L为流道横截面周长。所以努塞尔系数可以近似表征为：

$$[0070] \quad Nu = 2 * 0.332 Re^{1/2} Pr^{1/3}。$$

[0071] 由此,可带走热量计算式简化为下式：

$$[0072] \quad Q = A * \frac{2 * 0.332 Re^{1/2} Pr^{1/2} * k}{L} (\Delta T)；$$

[0073] 由上式可计算出最大热量 $Q_{max}$ 。再者,电驱动系统主导热量产生源为欧姆热,因此 $Q_{max}$ 也可等同为欧姆热,其中欧姆热计算公式为：

$$[0074] \quad Q_r = i^2 * R；$$

[0075] 其中,电阻R由器件本身决定, $i^2$ 为相电流的平方。由欧姆热公式可计算得到相电流。由相电流经过clark变换和park(派克)变换得出交直流电流交直流电流 $i_d$ 和 $i_q$ ,折算到母线电流总电流 $i_s$ ,即电池工作的最大电流,其计算公式为为： $i_s = \sqrt{i_d^2 + i_q^2}$ 。

[0076] 根据A00级电动汽车的各项参数计算得到母线端最大允许持续电流80A,再根据步骤S21中得到的电动汽车负载的需求功率为10KW所以母线持续工作电压应不低于125V,即电池的工作电压不低于125V。

[0077] 步骤S24,获取用户选择的开关器件的击穿电压。

[0078] 步骤S25,根据所述击穿电压确定所述单体电芯的数量,并根据所述单体电芯的数量和额定电压确定所述电池的最大工作电压。

[0079] 本实施例优先选择MOSFET作为关键元器件的开关器件,因此电池的最大工作电压不能超过MOSFET的击穿电压,即不能超过170V。以现行新能源汽车主流三元材料电池为例,单体电芯电压范围为3V~4.2V,额定电压3.6V,而电池的电压平台为额定电压的整数倍,即,

$$[0080] \quad U_{max} = U_{cell} * n$$

[0081]  $U_{max}$ 为电池的最大工作电压,额定情况下等于平台电压, $U_{cell}$ 为电芯电压,n串联的电芯数。

[0082]  $U_{max}$ 的值不超过170V,由上述公式计算得到n最大为47,计算得到 $U_{max}$ 为169.2V,因此电池的电压平台不超过144V(144V电压平台对应的工作电压范围为130~169V)。

[0083] 步骤S26,根据所述最小工作电压和所述最大工作电压确定电动汽车的电压平台。

[0084] 当确定了电池的最低工作电压125V,最高工作电压为169.2V,可知电池的工作电压范围为125V~169.2V,其对应的电压平台为144V,因此,A00级电动汽车的电压平台为144V。目前广泛运用于纯电动汽车的锂离子单体额定电压为3.6V或3.2V,满足144V电压平台的单体电池串数刚好为40或45串,采用一体式BMS即可。

[0085] 电动汽车的高压配电系统包括继电器、熔断器等高压零部件。对继电器而言,同样的工作电流下,工作电压由600V上升到800V或者更大,继电器寿命下降速度加快,成本也成跨越式增长。对熔断器而言,高于600V电压等级的熔断器在重量、体积上都会相应增加,不利于产品的轻量化及小型化,而本专利提出的144V电压平台方案继电器和熔断器工作电压均低于600V。因此,对高压配电系统而言,本专利提出的144V高压系统电压平台方案是一种优选方案。

[0086] 该实施例通过分析类比大量A00级车辆运行数据,根据工况及实际路况下功率负

载情况、现行主流电池放电特性、BMS最优串数平衡、安全高效放电电流区间、功率器件(MOSFET)的运用以及车载其他高压器件的综合计算分析,得出A00级新能源纯电动汽车最优电压平台为144V平台。

[0087] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0088] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。



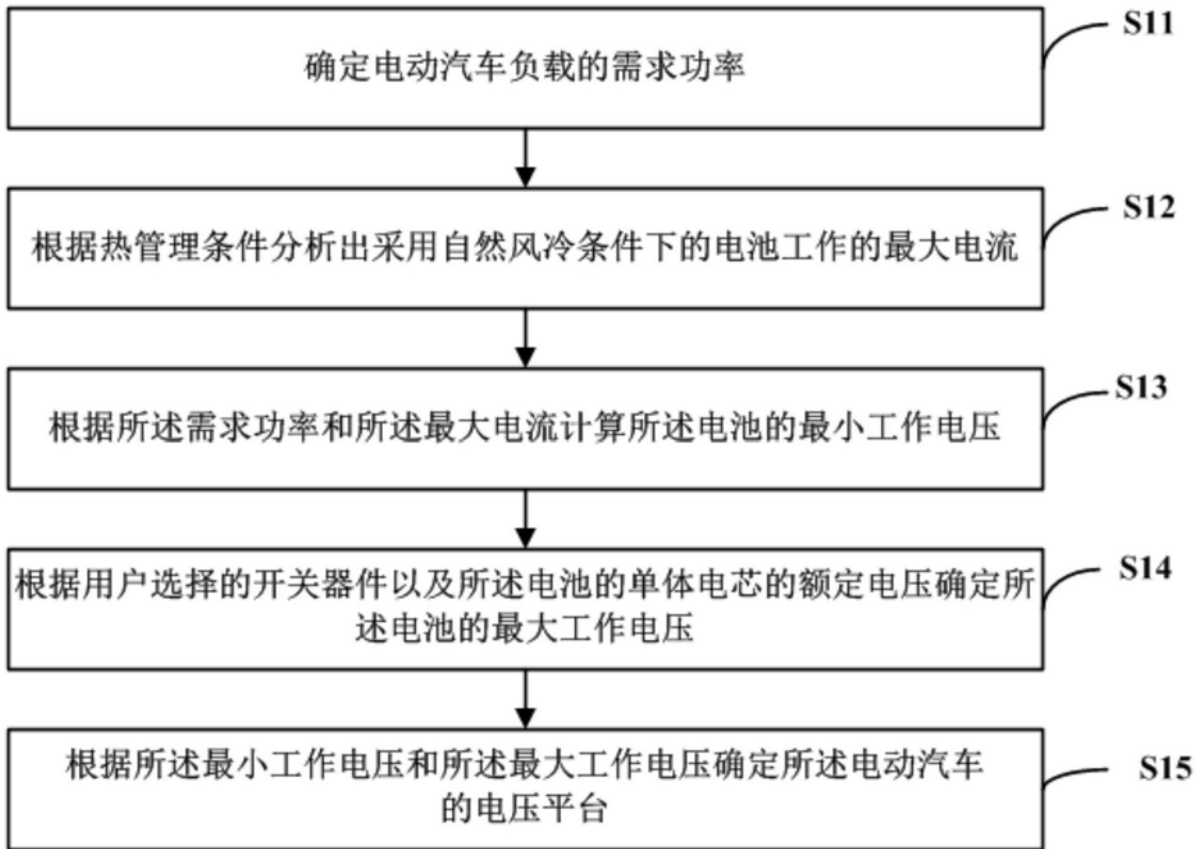


图1

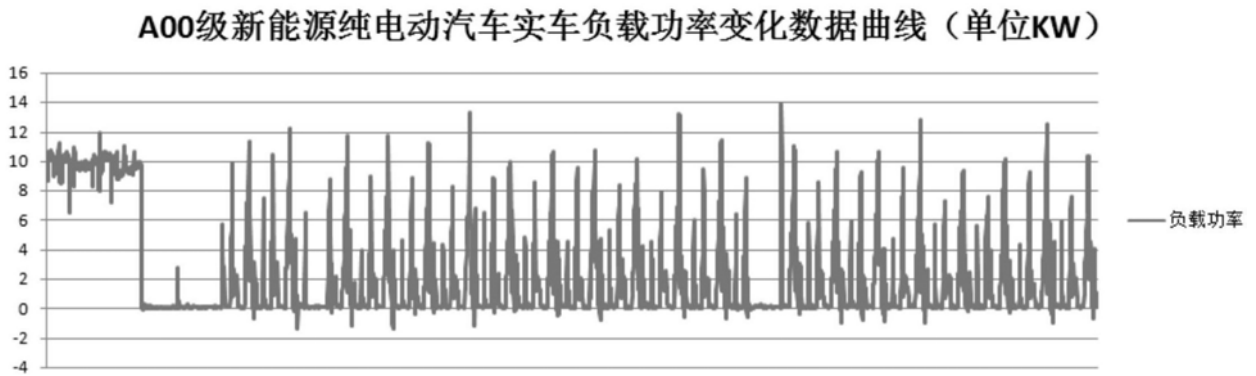


图2

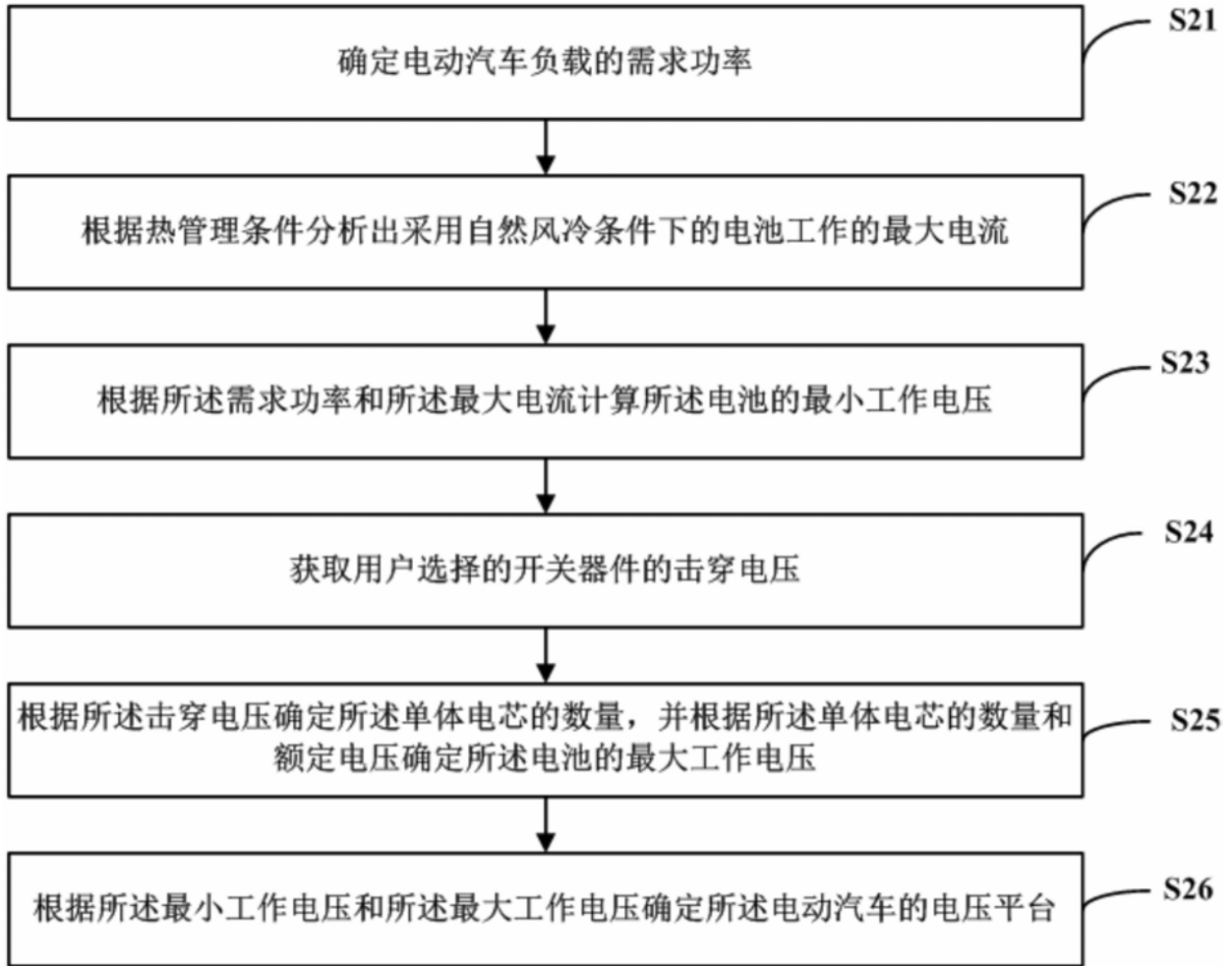


图3

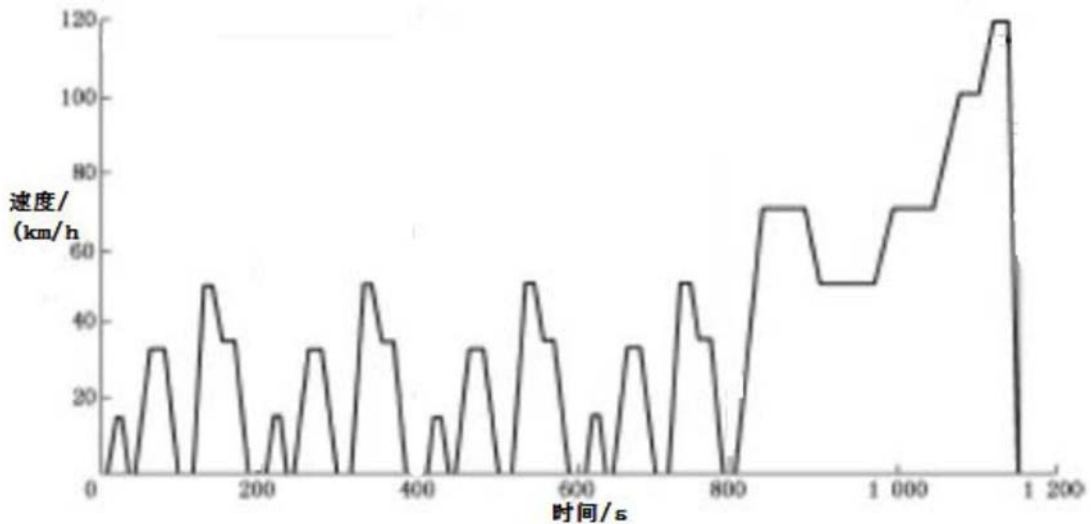


图4