



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102959418 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 27

(21) 申请号 201080067093. X

(22) 申请日 2010. 06. 24

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2012. 11. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CN2010/000937 2010. 06. 24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/160258 ZH 2011. 12. 29

(73) 专利权人 松下知识产权经营株式会社  
地址 日本国大阪府

(72) 发明人 徐明 张小飞 中村康浩 赵振宇  
陈凝 后藤吉正

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
公司 11021

代理人 王玮

(51) Int. Cl.

G01R 31/36(2006. 01)

B60L 11/00(2006. 01)

权利要求书3页 说明书20页 附图9页

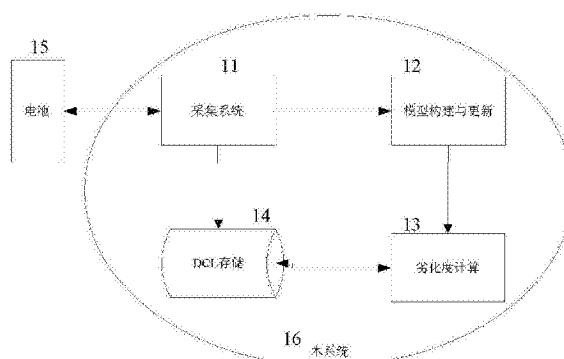
(54) 发明名称

获取电池的劣化度的方法和系统

(57) 摘要

提供一种获取电池的劣化度的方法、基于该方法获取电池的劣化度的系统、以及利用该系统及获取的劣化度信息对电池的应用进行控制的方法。该获取电池的劣化度的方法包括步骤：采集电池数据以及与电池的劣化度有关的数据，并对所采集的数据进行处理得到与电池劣化度有关的参数；将与劣化度有关的参数依次存储从而得到电池的劣化度参数履历表；利用与劣化度有关的参数构建电池劣化度模型；根据获得的电池劣化度参数对电池劣化度模型进行更新；利用电池劣化度模型和与电池劣化度有关的参数及履历表来计算电池的劣化度。

CN 102959418 B



1. 一种获取电池的劣化度的方法,包括步骤:

采集包括与电池的劣化度有关的数据在内的电池数据,处理所采集到的电池数据,以获得与电池的劣化度有关的参数;

利用得到的与电池的劣化度有关的参数构建电池劣化度模型,并用与电池的劣化度有关的参数来更新电池的劣化度模型;

利用电池劣化度模型和与电池的劣化度有关的参数计算电池的劣化度;

根据实际测量的电池劣化度的数值及采集到的与劣化度相关的参数,构建电池初始劣化度模型或对电池劣化度模型进行更新与校准;

将所获得的与电池劣化度有关的参数依次存储形成劣化度参数履历表。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中与电池劣化度有关的参数包括电池参数、汽车的类型及车载电器设备的参数、汽车行走的路况参数、环境参数四元参数组。

3. 根据权利要求2所述的方法,所述四元参数组包括或者转化自包括电池ID、电池品牌、电池型号、电池类型、电池品质、电池出厂日期、电池出厂价格、额定满充电量、放电电流、放电电压、电池内阻、环境温度的数据。

4. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括通过电池劣化度来计算电池残值的步骤。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中采用线性数据插值方法来更新电池的劣化度模型。

6. 一种获取电池的劣化度的系统,包括:

数据采集装置,用于采集包括与电池的劣化度有关的数据在内的电池数据,处理所采集到的电池数据,以获得与电池的劣化度有关的参数,并将参数依次存储于劣化度参数履历表中;

模型构建与更新装置,用于利用得到的与电池的劣化度有关的参数构建电池劣化度模型,并用与电池的劣化度有关的参数更新电池劣化度模型;

劣化度计算装置,用于利用电池劣化度模型和与电池的劣化度有关的参数计算电池的劣化度;

劣化度模型校准装置,用于根据实际测量的电池劣化度的数值及采集到的与劣化度相关的参数,对电池劣化度模型进行更新与校准;和

劣化度存储装置,用于将所获得的与电池劣化度有关的参数依次存储形成劣化度参数履历表。

7. 根据权利要求6所述的系统,其中所述劣化度模型校准装置根据通过实际测量获得的电池劣化度的数值及采集到的与劣化度相关的参数对劣化度模型中非实际测量得到的部分进行更新与校准。

8. 根据权利要求6所述的系统,其中劣化度模型构建与更新装置根据通过实际测量得到的电池数据构建电池初始劣化度模型。

9. 根据权利要求6所述的系统,还包括数据分析装置,其中根据劣化度模型计算得到的劣化度数据保存于所述劣化度存储装置中并提供给数据分析装置,所述数据分析装置利用劣化度存储装置存储的电池数据、处理后得到的与电池的劣化度有关的参数和对应的劣化度数据,分析得到外部的数据应用子系统的预定参数与对应的劣化度数据之间的关系,并将分析结果提供给外部的劣化度数据应用子系统。

10. 根据权利要求6所述的系统,其中所述劣化度计算装置计算的结果提供给数据采集

装置并暂存在其中。

11. 根据权利要求6所述的系统，其中劣化度存储装置包括用于存储需要长期保存的数据的长期存储区域；和用于存储能够按照预定条件删除的数据暂存区域。

12. 根据权利要求6所述的系统，电池劣化度模型Ds中，包括电池属性参数fb，与电池充放电有关的参数fp，电池使用环境参数fe，和与车辆有关的参数fv。

13. 根据权利要求6所述的系统，其中所述电池劣化度计算装置根据电池的劣化度来计算电池的残值。

14. 根据权利要求6所述的系统，其中数据采集装置通过传输网络将采集到的电池数据传送给模型构建与更新装置，所述传输网络是包括ADSL,HD-PLC,或FTTH的有线传输方式。

15. 根据权利要求6所述的系统，其中数据采集装置通过传输网络将采集到的电池数据传送给模型构建与更新装置，所述传输网络是包括GSM/3G/4G及WiFi,Bluetooth,UWB,RFID的无线传输方式。

16. 根据权利要求6所述的系统，其中电池数据的采集分为一次性采集、定时采集、条件触发性采集。

17. 根据权利要求16所述的系统，其中数据采集装置是车载装置，单独的采集装置，或安装于充电设备或电池交换设备上的装置。

18. 根据权利要求6所述的系统，进一步包括利用所获取的电池劣化度数值及劣化度参数履历表来控制电池的充电过程。

19. 根据权利要求6所述的系统，进一步包括利用所获取的电池劣化度数值及劣化度参数履历表及汽车行驶方式，来控制电池的充放电过程。

20. 根据权利要求6所述的系统，其中所使用的电池包含能够自由更换和组配其中一部分电池块的自由式电池包。

21. 一种电池劣化度模型的生成和更新方法，包括步骤：

将电池的劣化度参数履历表数据传递给电池应用管理中心；

电池应用管理中心将劣化度参数履历表数据记录到数据库中，利用劣化度参数履历表数据更新电池的劣化度模型；

在数据库中查找电池对应的劣化度模型数据项，如果不存在与电池对应的劣化度模型数据项，则根据电池劣化度相关参数和新计算得到的劣化度数值更新电池劣化度模型，生成相应的数据项；

根据实际测量的电池劣化度的数值及采集到的包括与电池劣化度有关的参数在内的电池数据，构建电池初始劣化度模型或对电池劣化度模型进行更新与校准；

将所获得的与电池劣化度有关的参数依次存储形成劣化度参数履历表。

22. 根据权利要求21所述的方法，其中当劣化度模型的劣化度相关参数与采集处理得到的电池的劣化度相关参数之间的差大于预定值时，生成扩展劣化度模型的新的数据项，其中预定值的大小是根据劣化度模型的精度要求来设定的。

23. 一种电池应用系统，包括电池充电站、换电站、家庭充电、和/或各种电动汽车蓄电池系统，利用权利要求1至5中的任何一项所述的获取电池的劣化度的方法所获取的电池的劣化度来确定电池的使用方式。

24. 一种电池应用系统，包括电池充电站、换电站、家庭充电、和/或各种电动汽车蓄电

系统,根据电池的劣化度及残值,以及劣化度参数履历表对电池进行各种目的的控制,

其中根据实际测量的电池劣化度的数值及采集到的与劣化度相关的参数,构建电池初始劣化度模型或对电池劣化度模型进行更新与校准;

将所获得的与电池劣化度有关的参数依次存储形成劣化度参数履历表。

25.根据权利要求23或24所述的电池应用系统,其中电池的使用方式包括根据电池的唯一标识(ID),通过网络连接到电池服务系统(BSC)并进行检索获取电池的劣化度信息,然后利用所述劣化度信息。

## 获取电池的劣化度的方法和系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种获取电池的劣化度的方法和系统,以及基于该方法和系统的二次电池运营系统。具体而言,涉及用于获取电动汽车的电池的劣化度的方法和系统。通过准确地获取电池的劣化度,从而方便、合理地计量电池的残值,并根据获取的电池残值信息来实现与电池的各种有效利用和流通相关的二次电池的管理运营系统。

### 背景技术

[0002] 如今,节能与环保已经成为各行各业普遍关注的焦点。随着汽车行业蓬勃发展,新能源汽车也成为各国都非常重视的一个新兴产业。与传统的内燃机汽车相比,新能源汽车具有节能、环保等特点。但是,目前的新能源汽车因电池本身的问题而难以大规模进入产业化生产和市场,不能满足普通用户的需求。这些问题包括:电池能量密度低。例如,目前锂离子电池的能量密度大约为150wh/kg,而汽油的能量密度是10000~12000wh/kg。另外,电池快速充电的能力较差,满充电时间过长。以目前的充电能力,满充电大概需要3~5个小时。除了在家充电以外,普通消费者难以接受这样的充电速度。即使采用非饱和充电的快速充电方法,通常也需要30分钟左右的时间。此外,电池的价格较高。例如,目前锂离子电池单位容量的价格大约在3~5元/wh,一辆轿车的电池费用大约在几万到几十万不等。另外,还存在着对电池安全性的要求。电池由于其储能大大高于移动设备内置电池,同时在遭遇极端情况时面临碰撞、挤压、高温等情况的可能性较高,因此对安全性的要求也进一步提高了电动汽车电池的成本。

[0003] 电池的上述各种问题,最终可以通过电池本身的技术进步得到解决。但是,在短时间内还难以从根本上解决电池充电慢,价格高的问题。

[0004] 鉴于上述电池充电时间长及成本过高的问题,已经通过采用新的电池运营模式来解决这些问题。一种现有的运营模式是通过更换电池来替代对电池充电。与充电相比,更换电池的时间通常可以缩短到一、两分钟。与电池更换相关联的另外一种方式是电池租赁的方式。电动车的所有者不需要购买高价的电池,只需要支付电池的租赁费用,因此可以大幅度降低电动汽车的初始购置成本。另外一种方式是对电池进行终生的有效利用,从而间接地降低作为汽车电池使用阶段的成本。例如,当电池的性能劣化度致使电容量降低到额定容量的某一比率(例如:80%)时,可以作为家庭或商业设施里的储电电池使用。当电池容量进一步降低至某一值时,还可以进行回收利用。作为另外一种方式,电动汽车的电池也可以在汽车所有者之间进行流通或交换,从而降低电池的持有或使用成本。

[0005] 另外,也可以将电池设计为容量相对较小的标准电池包。电动汽车可以按照其使用需求,自由地配置标准电池包的数目。标准电池包的电容量可以根据日常使用中一天的走行距离所需的电池容量来确定。目前的电动汽车只具有一个电池包(组),电池的更换也只是对这个电池包(组)进行更换。

[0006] 但是,上述方式都面临着一个共同的技术问题,即,需要有一种技术方法来准确地知道电池的劣化度程度。就是说,需要准确地知道电池的残余寿命,并根据电池的残余使用

价值作为租赁、流通等的价值判断基准。

[0007] 现有的一种获取电池劣化度或残余寿命的方法,是通过对电池进行充放电实验来获得电池的劣化度。但是,这种方法需要对电池满充电并进行快速放电,测量所需的时间很长并且对电池造成损害,因此不适用于电池运营的目的。

[0008] 另外,现有的电池交换方案主要用于移动终端设备。利用移动终端设备的电池在租赁使用过程中已经充电的次数与电池的使用时间这两个参数来推算电池在租赁前后的残余价值,并以此来确定该租赁电池的收费金额。然而,手机等移动终端设备的电池的使用环境相对稳定并且其使用方式也相对固定。因此,根据移动终端电池的劣化度与充电次数及使用时间基本上可以反映移动终端电池的劣化度。但是,对于电动汽车而言,由于行驶的路况,季节或气候环境,使用者驾驶习惯、车载电器设备的差异及使用情况等多方面的差异,导致电动汽车的动力,电池的劣化度也呈现出不同的性质。

[0009] 图4示出了移动终端设备使用的电池与电池(EV)的劣化度曲线示意图。如图4所示,其横轴表示电池使用时间或电池的充电次数,纵轴表示电池的残值。从图4给出的移动终端设备所使用电池的劣化度曲线可以看出,移动终端设备的电池的劣化度曲线是线性的,基于电池的充电次数及使用时间基本上可以反映电池的劣化度。而电动汽车的电池的劣化度状况与充电次数及使用时间之间呈现出一种不确定的非线性的关系,仅用充电次数及使用时间无法准确地反映出电池的劣化度程度。

[0010] 现有的估算电动汽车电池的劣化度的方法考虑到了不同车型(车的重量、车载空调等电器设备的配置)、汽车行驶的不同路况及外部环境对电池劣化度的影响。该方法通过实际测试得到上述各劣化度因素在一部分或某些典型的条件下电池的劣化度值并保存下来。然后在实际的电池劣化度计算过程中,通过查找与数据库中保存下来的各种情况最为相近的条目,以此来确定当前电池的劣化度。但是,该方法是通过建立数目有限的电池劣化度数据库来估计各种实际情况下的电池的劣化度,而电动汽车在实际使用中,影响电池劣化度的各个因素的实际参数与数据库中的对应参数并不完全相同,因此导致电池的实际劣化度与通过劣化度数据库检索得到的劣化度之间产生了误差。图5示出了不同电池个体之间劣化度曲线的差异性。如图5所示,不同电池的实际劣化度模式是不同的,并且与基准模型之间存在着偏差。

[0011] 进一步,在电池租赁或电池交换的运营模式下,不同厂家的电池有可能会使用于不同汽车公司的不同车型下。由于汽车电池(如锂离子电池)的固有特性,即使是同一型号的电池,也具有个体性能的差异,而不同厂家的电池间的个体差异性将更加显著。因此,影响电池劣化度的各种因素的相互作用的可能组合将变得庞大,在这种使用情形下,这种电池劣化度测量方法的误差将进一步扩大,无法提供电池租赁运营所要求的测量精度。通过预先建立一个规模更大的劣化度数据库可以在一定程度上降低测量的误差,但考虑到电池种类、汽车型号、路况、驾驶习惯、气候环境等多种因素对电池劣化度影响的复杂性,要预先建立一个满足测量精度要求的数据库是非常困难的。

## 发明内容

[0012] 鉴于现有技术中的上述问题,本发明的一个目的是提供一种获取电池的劣化度的方法和系统,能够精确地获取电池的劣化度。通过本发明的方法和系统,利用与劣化度有关

的参数对劣化度模型进行逐步更新,利用更新后的劣化度模型进行计算,从而获得高精度的电池劣化度。

[0013] 本发明的另一个目的是提供基于获取的电池劣化度的相关信息来实现电池的租赁、交换、流通和重复利用等所需要的各种方法。

[0014] 根据本发明的一个方面,提供一种获取电池的劣化度的方法,包括步骤:采集电池数据以及与电池的劣化度有关的数据,处理所采集到的电池数据和与电池的劣化度有关的数据,以获得与电池的劣化度有关的参数;利用得到的与电池的劣化度有关的参数构建电池劣化度模型,并用与电池的劣化度有关的参数来更新电池的劣化度模型;利用电池劣化度模型和与电池的劣化度有关的参数计算电池的劣化度。

[0015] 根据本发明的另一个方面,提供一种获取电池的劣化度的系统,包括:数据采集装置,用于采集电池数据以及与电池的劣化度有关的数据,处理所采集到的电池数据和与电池的劣化度有关的数据,以获得与电池的劣化度有关的参数,并将参数依次存储于劣化参数履历表中;模型构建与更新装置,用于利用得到的与电池的劣化度有关的参数构建电池劣化度模型,并用与电池的劣化度有关的参数更新电池劣化度模型;劣化度计算装置,用于利用电池劣化度模型和与电池的劣化度有关的参数计算电池的劣化度。

[0016] 根据本发明的另一个方面,提供一种电池劣化度模型的生成和更新方法,包括步骤:将电池的劣化度参数履历表数据传递给电池应用管理中心;电池应用管理中心将劣化度参数履历表数据记录到数据库中,利用劣化度参数履历表数据更新电池的劣化度模型;在数据库中查找电池对应的劣化度模型数据项,如果不存在与电池对应的劣化度模型数据项,则根据电池劣化度相关参数和新计算得到的劣化度数值更新电池劣化度模型,生成相应数据项。

[0017] 本发明还提出了使用劣化度相关信息的数据应用子系统。这些数据应用子系统可以包括电池充电站、换电站、家庭充电、各种电动汽车,和蓄电系统等应用电池的场所。数据应用子系统利用本系统提供的劣化度数据以及劣化度数据和电池相关的数据、劣化度相关的参数之间的关系,为电池的交换、充电、管理、车辆的行驶等方面提供帮助。

[0018] 根据本发明,由于在初始劣化度基础上进行的模型更新工作中需要采用一定的数学方式推算模型的其他部分,可能会产生一定误差,因此本发明也提出了一种劣化度模型校准的方法。

## 附图说明

[0019] 通过下面结合附图说明本发明的优选实施例,将使本发明的上述及其它目的、特征和优点更加清楚,其中:

[0020] 图1示出根据本发明获取电池劣化度的系统的基本结构方框图;

[0021] 图2示出了在图1所示的系统中加入劣化度模型校准模块的系统结构方框图;

[0022] 图3示出了在图1所示的系统中加入数据分析与应用模块的系统结构方框图;

[0023] 图4示出了移动终端设备使用的电池与电池(EV)的劣化度曲线示意图;

[0024] 图5是显示不同电池个体之间劣化度曲线之间的差异的示意图;

[0025] 图6是根据本发明获取电池劣化度的系统与其它系统结合的一个优选实施例的方框图;

- [0026] 图7是显示电池劣化度因素的参数采集子系统和传输网络的一个实施例的示意图；  
[0027] 图8是显示图7所示的信息交换适配器模块的详细结构；  
[0028] 图9是显示根据本发明的测量电池的劣化度的系统的数据应用子系统的实施例；  
[0029] 图10示出了根据本发明的电池劣化度模型的生成和更新过程的实施例的示意图；  
[0030] 图11是显示利用电池劣化度模型计算电池残值的过程的示意图；  
[0031] 图12是显示电池残值估算模块的示意图；  
[0032] 图13示出了根据本发明获取电池劣化度的系统进行运营的运营系统的模块示意图；  
[0033] 图14是显示DCL模块工作流程的示意图；和  
[0034] 图15是根据本发明的劣化度计算模块的工作流程。

### 具体实施方式

[0035] 下面参照附图对本发明的实施例进行详细说明，在描述过程中省略了对于本发明来说是不必要的细节和功能，以防止对本发明的理解造成混淆。

[0036] 下面描述根据本发明的获取电池劣化度的系统的优选实施例。应该理解的是，本发明不限于这里给出的具体实施例，而是可以在不脱离本发明思想的情况下，根据具体情况，对本发明的获取电池劣化度的系统及其应用给出不同的组合。根据本发明的一个优选实施例，本发明获取电池的劣化度的系统包含下述几个相互作用的子系统：

- [0037] 1)电池劣化度因素的参数采集子系统；  
[0038] 2)电池劣化度模型的构建及更新子系统；  
[0039] 3)电池劣化度的计算子系统；和  
[0040] 4)电池劣化度相关参数DCL存储系统。  
[0041] 另外，根据本发明的获取电池劣化度的系统还可以包含：  
[0042] 5)劣化度模型校准系统。  
[0043] 6)基于电池劣化度的数据应用子系统。

[0044] 图1示出了根据本发明获取电池劣化度的系统的优选实施例的基本结构方框图。根据该实施例，获取电池劣化度的系统包含与电池系统相连的采集子系统11，模型构建与更新子系统12，劣化度计算子系统13和劣化度参数履历表(DCL:Degradation Condition Log)存储子系统14。劣化度相关参数采集子系统11与电池系统相连，用于从电池或者其管理系统处采集电池的各种数据，并将劣化度数据等信息传递给电池系统。采集子系统11对采集到的电池的各种原始数据以及其他数据进行处理，得到与劣化度有关的参数，并将经处理得到的数据传递给模型构建与更新子系统12。采集子系统11还将采集到的电池的各种参数与经处理得到的电池数据存储到DCL存储子系统14。劣化度计算子系统13与DCL存储子系统14和模型构建与更新子系统12分别相连，并从这两个子系统获取与劣化度有关的参数和更新后的劣化度模型，并进行电池的劣化度计算，然后将计算后的结果传递给DCL存储子系统保存。DCL存储电池的各种数据和参数，作为相应电池的历史数据。

[0045] 图2示出了图1所示的获取电池劣化度的系统加入劣化度模型校准子系统15的系统结构图。为了获取电池的基本数据，作为实例，劣化度模型校准子系统15可以利用电池充

放电循环试验或者其他方式的基础上获得电池的数据。劣化度模型校准子系统15可以根据实际测量的电池劣化度的数值及采集到的与劣化度相关的参数,构建电池初始劣化度模型或对电池劣化度模型进行更新校准。另外,劣化度模型校准子系统15根据所获得的电池数据对劣化度模型中通过非实际测量,例如通过数学计算,得到的部分进行更新与校准,使模型更加接近实际情况,通过模型计算得到的劣化度数据更加精准。

[0046] 图3示出了图1所示的获取电池劣化度的系统加入数据分析与应用子系统16的系统结构图。数据分析与应用子系统16对DCL数据、劣化度相关参数以及劣化度计算结果等数据进行分析,并将分析结果提供给外部系统进行利用。

[0047] 图6示出了根据本发明的获取电池劣化度的系统与相应子系统组合在一起的整体结构的一个实施例的方框图。与图1-3所示的三个获取电池劣化度的系统结构相比,图6中所示的实施例在子系统的构成上有所区别。在图6所示的实施例中,获取电池劣化度的系统与其相应的应用子系统整体包括信息交换适配器61,劣化度测定装置62,数据分析装置63,劣化度模型构建及更新装置64,劣化度参数履历表(DCL)数据库65,电池应用子系统66,和数据应用子系统67。如图6所示,信息交换适配器61与电池应用子系统66相连,用于采集和暂存电池的有关劣化度参数,其中电池应用子系统包含了电池可以应用的场合。例如,电动汽车、电动摩托车、电动自行车、以及其他电池应用系统。

[0048] 在图6中,信息交换适配器61和电池应用子系统66可以构成电池劣化度因素的参数采集子系统。该子系统从一个或者多个电池模块中获取电池的DCL数据,或者从其他相关控制器中获取相关的电池DCL数据,并通过传输网络提供给劣化度子系统。同时,该系统还暂存从劣化度子系统得到的计算结果,以备以后使用。详细说明请参考“电池劣化度模型的构成方法及劣化度参数采集子系统”。

[0049] 电池劣化度因素的参数采集子系统与其它装置之间的传送线路可以构成电池劣化度因素的参数传输网络。传输网络传输电池的DCL数据、劣化度相关参数以及相应的时间参数等。劣化度模型构建及更新装置64和DCL数据库65可以构成电池劣化度模型的构建及更新子系统。劣化度模型构建及更新装置64用来构建和更新劣化度初始模型。劣化度初始模型可以是根据通过实验等手段得到的电池数据构造出来的劣化度计算模型。根据该初始模型以及实际的电池DCL数据,可以自动生成劣化度更新模型,劣化度更新模型的生成过程也就是所谓的劣化度模型的更新,随着电池DCL数据量的增加,劣化度模型的计算精度逐步提高,计算得到的电池劣化度数据也就愈加精确。劣化度模型构建及更新装置64的详细工作过程请参考“电池劣化度模型的构建及更新子系统”。

[0050] 劣化度测定装置62和数据分析装置63可以构成电池劣化度的计算子系统。其中劣化度测定装置62根据劣化度模型和从DCL数据库得到电池的DCL数据,和直接从电池数据采集子系统得到的电池的参数来计算具体的劣化度数据。在得到具体的电池模块DCL数据之后,劣化度测定装置62以这些数据为参数,根据来自劣化度模型更新装置64提供的更新劣化度模型计算得到相应电池的劣化度数据,并提供给DCL数据库保存。详细的劣化度计算方法请参考“电池劣化度计算子系统”。

[0051] 数据分析模块63服务于下面的劣化度数据应用子系统。数据分析模块63利用DCL数据库中的“DCL数据”、与电池劣化度有关的数据、处理后得到的与电池的劣化度有关的参数、和对应的劣化度数据,分析得到外部的数据应用子系统所关心的电池的某个参数,例

如,电池的充电电流与对应的劣化度数据之间的关系,并将这些分析结果提供给外部的劣化度数据应用系统。在图6中,基于电池劣化度的数据应用子系统与信息交换适配器61通过传输网络相连。数据应用子系统接收并利用信息交换适配器61中的数据暂存器暂存中的数据。例如,数据应用子系统可以根据数据暂存器暂存中的劣化度数据来确定按照哪种方式进行驾驶是最佳的、按照哪种方式对电池充电是最佳的等。详细的描述请参考“基于电池劣化度的数据应用子系统”。

[0052] 在实际应用中,电池的性能劣化度是多种因素共同作用产生的结果。例如,电池的充放电使用或放置都会造成电池的劣化度。铅酸电池、镍氢电池、锂电池等不同种类的电池,有不同的劣化度特性。通过对各种电池的机理的研究及实验,目前对各种电池的劣化度特性都可以用一个基本的劣化度模型来描述。但是,这种对于某一类电池所建立的初始劣化度模型,只能反映电池劣化度特性的平均状态,而电池个体的实际劣化度特性之间有显著的误差,如前面的图5所示。

[0053] 根据本发明获取电池劣化度的系统的优选实施例,利用已知的或已有的电池初始劣化度模型,通过数据预测,更新及校准等技术处理,自动地生成能准确反映电池个体劣化度特性的更新劣化度模型。

[0054] 本发明由初始劣化度模型的构建,更新劣化度模型的生成,劣化度的获取及劣化度的利用等几部分构成。各部分包含相应的方法和子系统。根据本发明的一种实施方式,可以采用车载的电池劣化度测量装置,也可以采用独立的电池劣化度测量装置。另外,还可以采用网络化的电池劣化度测量系统,也可以采用网络与测量装置相混合的测量系统。

[0055] 本发明所涉及的各个部分可以由各个对应的子系统来完成。采集子系统采集与电池劣化度有关的各种参数的电池数据,在对这些数据进行了必要的各种预处理后,通过传输网络将数据送到对电池的劣化度进行计算的子系统。根据预先设定的劣化度模型来计算电池的劣化度,并且为了获得高精度的计算结果,采用了对劣化度模型进行扩充、更新、校正的处理。根据上述计算得到的电池劣化度信息,对电池及使用电池的设备实施相应的操控或提供相应的信息,更有效地满足电池或电池使用设备的要求。

[0056] 在本发明中,可以自由地配置标准电池包的数目,也可以自由地对部分或全部的标准电池包进行更换。本发明中把具有这种特性的电池包称为自由式电池包(FBP:Flexible Battery Pack)。通过采用自由式电池包,可以更加有效地降低电动汽车的初始购入成本,有助于促进电动汽车的普及。将自由式电池包与电池租赁的运营模式相结合,将进一步降低电动汽车的日常使用成本。

[0057] 本发明中所提到的电池可以包括多种不同使用形态,如纯电动汽车、油电混合动力汽车、插电式混合动力汽车、距离扩展式电动汽车等,也包括电动自行车及电动摩托车。另外,本发明中所提到的电池还包含有不同的构成形态,例如,有不能对电池包(也可称为电池组)进行部分更换、扩充的固定电池包,也有可以对电池包进行自由扩充、交换、使用及控制的自由式电池包FBP。同时,本发明中所提到的电池,还可以是非动力驱动用途的电池,例如,用于储存电力的储电电池。

[0058] 下面对实现本发明的测量电池的劣化度的系统的具体方法及相应的子系统构成进行说明。

[0059] 1. 电池劣化度模型的构成方法及劣化度参数采集子系统

[0060] 电动汽车的电池的劣化度是多种因素相互作用的结果。为了精确地计算电池的劣化度,需要记录各个劣化度因素的参数,根据这些劣化度参数的值来确定电池的劣化度。这些参数主要有:电池属性的参数 $fb$ ,电池充放电相关的参数 $fp$ ,电池使用环境的参数 $fe$ ,有关车辆相关的参数 $fv$ (如汽车参数、电器水平等)。

[0061] 构建电池的劣化度模型是为了确定电池的劣化度与各个劣化度参数之间的关系。这种关系可以用数学关系式表示,也可以用表格或数据库的方式来表示。电池的初始劣化度模型与更新劣化度模型可以用如下的表达式所示:

[0062] 电池的劣化度模型 $D_s = \text{Func}(fb, fp, fe, fv)$  ..... (1)。

[0063] 在上面的电池劣化度模型 $D_b$ 中,不仅考虑了电池属性的参数 $fb$ 和电池充放电相关的参数 $fp$ ,而且考虑了电池使用环境的参数 $fe$ 和有关车辆相关的参数 $fv$ 。

[0064] 上述模型反应了电池的劣化度与某个测量时刻的电池劣化度参数之间的关系。这种基于某个时刻的劣化度参数的模型,可以较好地反应某一确定的电池在某一确定的设备上使用时的劣化度状况。但是,对于电池租赁等使用方式,这种基于瞬时参数的模型不能构成完整的劣化度模型,也无法计算电池的实际劣化度值。因此,本发明不但采集目前的劣化度参数,还保留以往的劣化度参数,从而形成了针对某一电池的固有的劣化度参数履历表(DCL)。DCL可以表示用下面的表达式(2)表示。

[0065]  $DCL_t = DCL_{t-1} + (fb_t, fp_t, fe_t, fv_t)$  ..... (2)

[0066] 因此,在本发明中,劣化度模型成为固有DCL的函数,由下面的表达式(3)给出。

[0067] 劣化度模型 =  $\text{Func}(DCL_t)$  ..... (3)

[0068] 如果进行更加详细的划分,电池相关参数可以详细划分为:电池属性,运行参数,环境参数,汽车参数,运行模式,用户信息等。其中电池属性可以包括电池ID(全网络内唯一标识该电池)、电池品牌、电池型号、电池类型、电池品质、电池出厂日期、电池出厂价格、额定满充电量。运行参数可以包括充电次数、电池定时采集数据、电池触发采集数据、历史测算数据。环境参数可以包括环境温度、环境湿度。汽车参数可以包括汽车厂家ID、汽车车型ID、汽车重量、汽车ID、汽车电器水平参数(高/中/低级)。运行模式可以包括各种路况比例(普通城区、拥堵城区、顺畅城区、高速公路、山区、平原)。用户信息可以包括用户ID、用户驾驶风格类型(温和、多急加速、多急减速/多刹车)。需要指出的是,以上给出的各参数只是示例,本发明不局限于此,而是可以包含或采用其它更多的参数。

[0069] 另外,运行参数还可以包括电池定时采集数据,电池触发采集数据,历史测算数据。其中电池定时采集数据可以包括:例如,采集时间、总电压、总电流、电池温度、包电压、包电流、包内阻、包SOH(健康状态),但不限于此。电池触发采集数据可以包括:例如,采集时间、充电前SOC(充电状态)、充电后SOC、充电电量、充电电流、放电前SOC、放电后SOC、放电电量、放电电流,但不限于此。历史测算数据可以包括:例如,多个历史劣化度、多个历史劣化度对应时刻,但不限于此。

[0070] 以上这些是可能被采集的参数 $fb, fp, fe, fv$ 的实例。在一个典型的参数采集系统实例中,可能需要采集到如下参数:

[0071]

电池属性	电池 ID (全网络内唯一标识该电池)、电池品牌、电池类型、电池品质、电池出厂日期、电池出厂价格、额定满充电量	
运行参数	充电次数、电池定时采集数据、电池触发采集数据、历史测算数据	
	电池定时采集数据	采集时间、总电压、总电流、电池温度、包电压、包电流、包内阻
	电池触发采集数据	采集时间、充电电量、充电电流、放电电量、放电电流、放电电压
	历史测算数据	多个历史劣化度、多个历史劣化度对应时刻
汽车参数	汽车重量、汽车 ID、汽车电器水平参数(高/中/低)	
用户信息	用户 ID	

[0072] 图7是显示电池劣化度因素的参数采集子系统和传输网络的一个实施例的示意图。图7中的左侧的电池系统包含电池管理系统(BMS)、电池。其中电池部分可以包含多个电池模块。图7中的中间部分是信息交换适配器的内部结构。右侧部分是传输网络。在某些情况下，左侧的电池系统中可以不包含BMS系统。

[0073] 在图7中，需要多次采集的数据通过数据采集模块从电池系统定期或者触发获取。而电池本身的信息也可以通过数据采集模块一次性地从电池系统中读取。如果包含多个电池模块，那么其数据采集和写入过程与电池模块1相同。

[0074] 如果电池系统当中包含BMS，每个BMS与其对应的电池模块相连，或者整个电池系统的BMS与多个电池模块相连。BMS通过某种数据总线收集信息交换适配器所需要的电池数据。在不同系统需求的条件下，可以通过配置BMS系统，调整需要收集哪些数据、对哪些数据在收集后进行转换、或者对暂时不需要的数据进行过滤，完成之后传递给信息交换适配器。

[0075] 信息交换适配器包含数据采集模块、数据暂存模块和数据发送模块。数据采集模块通过特定接口，例如，USB、RS232、串口或者其他专用数据接口等，从电池系统的BMS或者电池模块本身获取数据，并存储在数据暂存器中。另外，通过数据通信网络获取的其他数据，例如从劣化度子系统接收的劣化度计算结果，也存储在数据暂存器中。数据发送模块将暂存器中存储的电池DCL数据通过数据通信网络发送到劣化度子系统，另外，数据暂存器中存储的劣化度分析数据也通过数据发送模块传送到数据应用子系统当中。

[0076] 图8示出了图7所示的信息交换适配器的详细结构。如图8所示,信息交换适配器包括DCL数据采集接口51,DCL数据暂存器52,和DCL数据发送接口53(为了简化起见,未示出数据发送模块)。DCL数据采集接口51除了接收电池系统相关参数外,对于其他不能从电池系统获取的数据,例如汽车ID,车身电器水平等参数,该接口可以从数据总线获取,这些数据来源于其它相关控制单元。另外,对于部分需要存储的本地历史数据,例如,历史劣化度数据和对应时间,DCL数据采集接口51通过网络从劣化度子系统当中读取相应的数据。以上过程获取的数据都被写入DCL数据暂存器52中存储。DCL数据发送接口53负责提供从DCL数据暂存器52中获取的数据。

[0077] DCL数据暂存器52中可以分为两个逻辑数据块:长期存储区域和暂存区域。长期存储区域存储需要长期保存的数据,主要包括,例如,“电池属性”参数、“运行参数”当中的“历史测算数据”。“电池属性”在电池的生命周期中保持不变,首次写入后不需要修改。而“运行参数”,例如,“历史测算数据”的内容条目被多次累加写入存储区域,当作关键的劣化度测算历史供以后使用。但与前者不同的是,这些数据可能因为存储容量的限制而被部分删除。一般来说,这种情况发生在新的历史劣化度数据条目被写入时,如果存储容量不足,则由新条目需要取代某个旧条目。可以被取代的条目包括:

[0078] 1. 该区域中记录时间最早的历史劣化度数据条目;

[0079] 2. 该区域中“与相邻两条目间隔时间最短”的条目;

[0080] 3. 该区域中“与相邻两条目的劣化度差异最小”的条目。

[0081] 如果上述三种条目分别对应三个规则,具体采用哪种取代规则可以是三选其一,也可以从中选择两条或者三条共同采用。

[0082] 在系统采集的DCL数据中,电池放电时的采集格式可以用下面的表1表示。

[0083] 表1:电池放电的采集格式

[0084]

时间	输出电流	输出电压

[0085] 电池充电时间的采集格式可以用下面的表2表示。

[0086] 表2:电池充电时间的采集格式

[0087]

时间	输入电流	输入电压

[0088] 传送给DCL模块的数据格式可以用下面的表3表示。

[0089] 表3:传送给DCL模块的数据格式

[0090]

时间	电池信息	车辆信息	放电信息 数组	充电信息 数组	其他信息

[0091] 电池参数的采集可以分为一次性采集、定时采集和触发性采集。一次性采集的对象可以是,例如,电池属性。由于电池属性中包含的参数在每个电池的生命周期中不会变化,所以该参数一次性采集并记录在电池内部。定时采集的对象可以是,例如,部分运行参

数。在电池的整个生命周期中,电池会处于不断充电和放电的过程中,即使是在闲置状态,电池也会缓慢放电,对电池的劣化度造成一定影响。因此,为了考察电池在生命周期当中的状态,需要按照一定周期来采集其某些参数。采集周期可以由BMS来确定,也可以通过其他方式进行重新设定。触发采集的对象可以是,例如,广义的触发采集,不但可以包括前面所述的一部分运行参数,例如充电过程中的相关参数,还可以包括电池在进行流通后,需要记录的汽车参数和用户信息。另外,电池在每次劣化度测算之后得到的劣化度相关数据和时刻,也应该被记录下来。

[0092] 下面描述对电池劣化度的各种参数的采集方式。

[0093] 目前,很多电池当中都有对电池进行充放电管理及对电池的基本信息进行记录和保存的电池管理系统BMS(Battery Management System)。因此,可以利用电池内部的BMS采集所需的参数。通常,如果是自由式电池包(FBP),除了单个电池包的BMS以外,也可能需要通过对FBP的多个电池包进行管理的电池组管理系统获取信息。对于BMS不能采集的参数,可以通过附加于电池包外的信息采集装置来进行采集。也可以安装额外的传感器来获取更多BMS无法提供的信息,或者对BMS进行改动。可以采用各种传感器来采集电池的相应参数。

[0094] 需要采集的信息还包括车辆本身的参数、电器水平参数。这些参数无法通过BMS或者电池的内部传感器获取。可以通过车辆相关的控制器(比如ECU)获取车辆本身的参数和电器水平参数,并通过数据总线(比如汽车上的LIN/CAN/FlexRay等)传递给本发明的系统进行记录。另外还有一些通过以上方式难以获取的参数,例如,用户相关信息。应该指出,本发明的参数采集方法和装置不限于此,还可以根据需要包含其他更加灵活的参数记录方式,例如,通过专用终端手工录入、通过专用软件导入外部数据、通过有线、无线方式下载到本发明的系统中等等。当然,该方式可以适用于所有参数。

[0095] 采集到的原始电池DCL数据(像电压、电流、重量等相关参数)并不能直接用于劣化度模型的构造和更新,也无法用来直接进行劣化度的计算。为了达到以上目的,我们以前面提到的4类参数为基础,将所有电池DCL数据换算为与电池劣化度相关的四个参数,分别如下:

[0096] 参数E=func(fe)

[0097] 参数V=func(fv)

[0098] 参数P=func(fp)

[0099] 参数B=func(fb)

[0100] 如上所述,每次收集到的一组DCL数据,被分为四个类别后,进行换算,可以得到能够抽象表示该组DCL数据的四个参数:参数E、参数V、参数P和参数B,构成四元参数组(E、V、P、B)。四元参数组(E、V、P、B)可以包括或转化自,例如包括电池ID、电池品牌、电池型号、电池类型、电池品质、电池出厂日期、电池出厂价格、额定满充电量、放电电流、放电电压、电池内阻、环境温度等的数据。该四元参数组可以直接用于劣化度模型的构造和更新。

[0101] 所采集并经过换算得到的与电池劣化度相关的参数可以暂时或永久性地保存在信息交换适配器的内置存储装置中,也可以存储在信息交换适配器外部的专用存储装置中。外部数据存储装置可以通过本地的通用或专用接口与信息交换适配器相连接,也可以通过通信网络的方式与信息交换适配器相连接。存储器当中可以存储所有采集到的原始数据和换算过的四元参数组,也可以只保存抽象化的四元参数组。

[0102] 2.电池劣化度因素的参数传输网络

[0103] 参数采集子系统得到有关电池劣化度信息的各种参数,所采集到的这些参数通过传输网络传输到劣化度计算子系统的数据中心,用于计算电池的劣化度。参数的传输网络可以由有线传输(包括双绞线、同轴电缆、光纤、ADSL、FTTH、电力线通信HD-PLC/PLC,等)、无线传输(包括2G/3G/4G、GSM等各种广域无线通信、WiFi、Bluetooth、UWB、RFID等各种近距离的无线传输方式)等可能的传输方式来实现,如图7中间部分的传输网络所示。

[0104] 另外,参数传输的连接形态可以有下面描述的多种方式。例如,将电池包(组)直接向数据中心传输。电池内部存储的参数通过电池包外置的通信装置以无线的方式来传输。

[0105] 可以通过充/换电装置向数据中心传输电池采集参数或电池内部存储的参数。这种情况下,在充/换电站对电池进行电池更换或充电时,通过充/换电装置与电池之间的专用匹配接口读取电池存储单元内的参数,并通过充/换电装置与数据中心的通信线路来传输这些参数。在某些情况下,充/换电装置也可以向电池传输数据。例如,换电站在获取到相关信息之后,计算得到(或者通过数据中心计算得到)的电池的劣化度信息,例如劣化度比例、残余价值等。然后将这个劣化度信息以及该信息对应的时刻通过上面提到的三种方式,即专用装置与接口、有线网络、无线网络,传输给电池。

[0106] 另外,电池的充电信息也可以通过以上传输方式传输给电池。此外,电池可以直接与数据中心进行数据交换。例如,换电站本身可以就是一个动力中心,或者整个网络当中所有换电站都是数据中心(云计算)。

[0107] 在某些情况下,换电站可能因为条件所限而只保存少量数据或者不保存数据。这种情况下,换电站在得到电池的DCL数据之后,需要将其传输到数据中心。这种数据传输方式可以利用前面所提到的有线网络或者无线网络。

[0108] 在一种特殊情况下,如前所述,如果所有换电站都具有数据中心的功能,也就是整个网络实现了云计算。那么数据中心与数据中心之间也可以按照需求进行自由的数据交换,数据传输方式同样可以给予有线网络方式或者无线网络方式。

[0109] 3.电池劣化度模型的构建及更新子系统

[0110] 电池的劣化度是由电池特性、使用状况、环境条件等多种因素共同作用的结果,劣化度与这些影响因素的参数之间呈现出一种非线性的复杂的关系。通过统计或实验方法建立一个劣化度与各个采集到的参数之间的关系,并以此来确定电池的劣化度是一种可行的方法。但是,通过有限的实验数据建立的劣化度模型,只能精确地反映出一部分参数情况下的电池劣化度,而对于大部分其他参数,估计出的劣化度则与实际值间产生了误差。

[0111] 本发明的电池劣化度模型是计算电池劣化度的依据。电池劣化度模型不但利用了电池的当前劣化度信息,还利用了电池劣化度信息在过去的履历信息。因此,本发明的电池劣化度模型是一个与电池劣化度履历DCL参数相关的函数。劣化度模型可以保存在电池内部、电池组内部、换电站或者数据中心。

[0112] 可以采用以下方式实施本发明中的电池劣化度模型的构建。

[0113] 第一.初始劣化度模型的构建。

[0114] 电池的初始劣化度模型可以通过实验或其他方式获得,该模型是电池劣化度和与劣化度相关的各种参数的对应关系的一个数据库。通过采集到的与劣化度相关的各个参数的值,可以在劣化度数据库中查询到最为相近的劣化度值。对于电动汽车的电池,劣化度参

数包括电池参数、汽车的类型及车载电器设备的参数、车行走的路况参数、环境参数等。根据前面所述,所有这些劣化度相关的参数都换算为四元参数组(E,V,P,B)。因此,初始劣化度模型可以视为劣化度D与这里的四元参数组(E,V,P,B)所构成的一张表。根据四元参数组的各个参数的可取值的范围及量化精度,可确定各个参数的数目。假定参数(E,V,P,B)的取值数目分别为m,n,k,t,则该表的行数N为m,n,k,t的乘积。同时,表的各行由参数(E,V,P,B)的各个取值的大小,由大到小或由小到大依次排序而得到。表4所示是当m,n,k,t分别为1/2/2/2的数值时,初始劣化度模型的构成。初始劣化度模型可以通过加速充放电循环、其他测试数据等生成。

[0115] 表4初始劣化度模型的例子

[0116]

劣化度D	参数E	参数V	参数P	参数B
d1	e1	v1	p1	b1
d2	e1	v1	p1	b2
d3	e1	v1	p2	b1
d4	e1	v1	p2	b2
d5	e1	v2	p1	b1
d6	e1	v2	p1	b2
d7	e1	v2	p2	b1
d8	e1	v2	p2	b2

[0117] 由于电池劣化度的影响因素众多,多种因素间相互作用的结果使电池的劣化度值与初始模型的劣化度值之间形成了误差,特别是在电池租赁的应用方式下,初始模型与实际劣化度值之间的误差可能进一步扩大。为了降低并逐步消除这种误差,本发明的电池劣化度模型在初始劣化度模型基础上进行扩充,产生新的对应于不同劣化度参数组合的劣化度,这是由初始劣化度模型的劣化度值生成新的扩充劣化度模型的劣化度值的数据生成方法。最简单的扩充模型的劣化度值的方法是采用线性数据插值的方法。应该指出,本发明不限于此,也可以采用非线性的插值方法或其他的方法来生成新的扩充劣化度模型的劣化度值。数据生成的方法可以是固定的、也可以是随条件而变化的。随着劣化度参数采集系统传输来的数据越来越多,劣化度的数据库也随之越来越大。为了避免数据库过于庞大,可以对所有的劣化度参数设定一个量化精度以确定扩充劣化度数据库的规模。在建立劣化度模型时,不但可以以某一厂家的某一类电池为对象,也可以对确定的一个电池为对象。以一个确定的电池为对象建立的劣化度模型,可以有效地消除电池的个体差异性所带来的劣化度测量误差。下面的表5给出了通过线性数据插入得到的新的劣化度表项。

[0118] 表5新劣化度表项的插入

[0119]

劣化度D	参数E	参数V	参数P	参数B
x	e	v1	p1	b1
...	...	...	...	...
dz	e1_m_2	v1_i_2	p1_j_2	b1_k_2
...	...	...	...	...

dy	e2	v2	p2	b2
----	----	----	----	----

[0120] 第二.劣化度模型的更新

[0121] 在说明了初始劣化度模型的构造之后,需要根据实际采集和转换得到的劣化度参数对模型进行更新。新的劣化度数据四元参数组如下:

[0122] (e1\_m\_2,v1\_i\_2,p1\_j\_2,b1\_k\_2)

[0123] 在本发明中,为了直观起见,如果一个参数V在V1与V2之间,可以用v1\_i\_2表达,其中i表示该值在v1与v2之间所处的位置(比如V1\_25\_2表示该值处于v1和v2之间,比v1大25%的位置),对其它列的参数同样如此。在目前这种表格组织方法下,确定一个新的行数据项之前需要确定与它相关的两个现有行数据项,这两个相关行数据项的确定依据要满足这个条件:现有数据项与新数据项的所有对应参数要么相等,要么相邻。接下来,需要在初始模型当中寻找与该四元参数组对应的相关表项,如表5所示,根据新的参数组,可以比较明显的看出,初始模型当中的相关表项为:(e1、v1、p1、b1)和(e2、v2、p2、b2)。由于初始表项中,对所有参数的取值范围内的所有组合都有覆盖,所以可以得到dx,dy的值。另外,在表5中,dx,dz,dy之间分别有若干表项。这时,可以利用如下的模型更新公式计算dz:

$$[0124] D_z = (D_x * m + D_y * (1-m)) * \frac{W(e)}{W(e) + W(b) + W(v) + W(p)} + (D_x * i + D_y * (1-i)) * \frac{W(v)}{W(e) + W(b) + W(v) + W(p)} +$$

$$[0125] (D_x * j + D_y * (1-j)) * \frac{W(p)}{W(e) + W(b) + W(v) + W(p)} + (D_x * k + D_y * (1-k)) * \frac{W(b)}{W(e) + W(b) + W(v) + W(p)}$$

[0126] 上面公式中,W(e)、W(b)、W(v)、W(p)分别表示模型中四个参数列在劣化度计算当中的权重,也可以理解为四类参数对电池劣化度的影响效果。根据以上公式,可以得到新的参数组对应的劣化度数据dz。然后,根据前面所述的排序准则,按照各个列的先后顺序,将新的表项插入数据表格当中。

[0127] 在一种特定情况下,E列和B列具有有限的几个取值范围,也就是说,E列和B列的取值用离散数据表达,而V列和P列虽然在初始行数据中具有有限的几个取值范围,但是实际数据可能是处于两个有限取值之间的一个中间值。也就是说,V列和P列的取值用连续数据表达。

[0128] 下面详细描述一下更新表项的生成过程。

[0129] 一方面,在查询特定表项时可以提供一个近似结果。也就是说,在查询一个特定参数组合对应的劣化度数值时,如果需要查询的一组数据与表格中现有特定表项的参数对照后达到一定的近似度,可以直接采用该特定表项的单位时间劣化度。否则,还是重复前面的方法,通过初始表项来进行计算。

[0130] 另一方面,可以考虑表格中的所有数据项是按照四个参数列(E/V/P/B)进行排序的。也就是说,首先,在表4中按照E列排序,E列值相等的表项相邻,接着在E列值相等的表项中,按照V列排序,接着是P/B列的排序,依次类推。得到每个新的劣化度表项后,都需要按照前面提到的排序规则插入表格中适当的行,在未来计算中起到与初始的初始劣化度表项相同的作用。下面的表6和表7举例说明了在初始表项中插入更新表项数据前后的变化。

[0131] 表6:初始表项

[0132]

Dx	E1	B2	P1	V2
----	----	----	----	----

...	...	...	...	...
Dy	E1	B2	P2	V3

[0133] 假设需要插入的劣化度表项为:E1/B2/P1\_23\_2/V2\_43\_3。表6中的两个行数据项是新表项的相关表项。插入后的部分表格如下面的表7所示。

[0134] 表7更新表项数据插入后的劣化度模型表

[0135]

Dx	E1	B2	P1	V2
...	...	...	...	...
Dz	E1	B2	P1.23	V2.43
...	...	...	...	...
Dy	E1	B2	P2	V3

[0136] 从以上的表中可以看出,插入新的表项之后,根据前面提到的排序准则,将新的表项插入表中相应的位置,作为将来计算的参考数据。

[0137] 另外,鉴于目前锂电池的生产现状,即使是同一厂家、同一类别或者同一批次生产的电池,其电池个体之间也有较大差距。对于表示电池类型的B列,可以进行进一步的处理。例如,在采集数据的过程中就采集并传送某个具体电池的ID,并在把数据记录到劣化度表格时将电池ID也写入表格中。也就是说,在同一个表格当中,对于每个电池个体,实际上都存在一个单独的表,当然可以分开存储单独的表格,也可以继续按照前面的方式将所有电池个体对应的数据存储在一张大表当中。在这种情况下,当表格数据初始化的时候,仍然可以按照前面的方法插入新的表项,更新计算模型。不过当数据量逐渐增大,需要查找的电池个体在数据库当中有足够的数据量时,可以将表格中的劣化度参数缩减为3个(E/P/V),处理方法与上面描述的相同。

[0138] 在描述了新表项的插入方法和位置,以及相关表项的选定之后,下面描述对表7中Dz的计算。已知Dz对应的4个参数分别为E1/B2/P1j2/V2k3,j与k分别表示P参数和V参数与相邻行中对应参数的差距(用百分比表示),可以根据前面获得的两个相关表项的劣化度数据,计算新的D列,也就是这四个值所对应的单位时间的劣化度。假定V1~V2,P2~P3对D列的影响都是接近线性变化。这样可以为V列和P列确定两个权重值W(v)和W(p)。这样,D列的相关值可以通过下面的表达式(4)来计算。

$$D = (D_x * j + D_y * (1-j)) * \frac{W(v)}{W(v) + W(p)} + (D_x * k + D_y * (1-k)) * \frac{W(p)}{W(v) + W(p)}$$

[0139]

..... (4)

[0140] 通过这样的计算,通过初始表项和测量得到的特性参数,获得了单位时间的劣化度。这样,模型通过新加入的表项进行了更新。

[0141] 下面描述对电池劣化度模型的校准和更新。在利用DCL数据和以上算法对劣化度模型更新的过程中,新加入的数据项由于是根据一个数学算法计算得到,有可能会产生劣化度值估计的误差,并且误差还有可能进一步地积累和传递,导致劣化度模型的误差扩大。针对这样问题,本发明提出了误差校准和更新的方法。根据本发明,按照一定的方式选取某

些电池作为校准样本,在特定条件下通过电池的快速充放电试验或其他方法得到该电池的准确劣化度。以该电池的准确劣化度值及相应的劣化度履历信息,输入到劣化度模型中,对模型中的劣化度及所有以此派生出的劣化度的值进行校准和更新,使劣化度模型的精度在不断构建和使用的过程中逐步提高。如下面的表8中给出新插入的数据项。

[0142] 表8

[0143]

dz	E1_m_2	v1_i_2	p1_j_2	b1_k_2
----	--------	--------	--------	--------

[0144] 在表8中,其dz值为根据其他表项D列值计算得到,可能具有一定误差。在校准时,可以采用与e1\_m\_2、v1\_i\_2、p1\_j\_2和b1\_k\_2相匹配的测试条件,对电池进行快速循环充放电试验,得到电池的真实劣化度数据d,然后利用d值对表格当中的dz值进行校准。这里可以采用不同的校准方法。其一,直接用d值替换表格5当中的dz值,其二,取dz与d之间的某个值。在校准该行之后,可以对以该行为计算依据的其他行进行校准,校准的方法可以利用前面提到的模型更新公式重复进行计算。

[0145] 4.电池劣化度计算子系统

[0146] 下面描述电池劣化度计算子系统。通常,为了准确判断电池交换时所涉及到的费用,电池的劣化度计算过程发生在电池进行流通的时候。这时,根据电池的DCL数据,首先对劣化度模型进行更新。然后,计算电池的劣化度数据,接下来将DCL数据、电池的劣化度数据传送到DCL数据库,并经过数据分析系统传回信息交换适配器。之所以要将劣化度数据也传送给信息交换适配器,是为了在某些特殊情况下,例如,计算电池劣化度时因为某些原因无法连接到数据中心的数据库,可以对过往的劣化度数据进行利用,另外,数据应用子系统也需要从信息交换适配器获取相关信息。

[0147] 通常,如果换电站与数据中心无法建立数据连接,可以首先更新劣化度模型,然后计算劣化度数据,接着将需要传输到数据中心的所有数据保存在换电站本地,将劣化度数据传输到电池,在将来数据连接建立的时候将有关数据上传到数据中心。另外,如果换电站无法计算和保存数据,则可以通过一个特定装置与信息交换适配器连通,获取其中暂存的数据后计算其劣化度数据。这里提到的特定装置,是为了防止在换电站无法为用户提供服务(比如换电站的计算和存储装置无法使用时)时,可以临时采用的一种设备,该设备可以是手持设备或者是固定设备。该设备利用与其他设备兼容的接口与信息交换适配器相连,获取数据,并根据获取到的DCL数据和过往的劣化度数据,进行基本的劣化度计算。该设备中应该至少保存初始模型数据才可以提供基本的劣化度计算。

[0148] 在上述情况中,DCL数据和劣化度数据可以保存在特定装置中,在换电站条件允许的时候,将数据上传到换电站并传输到数据中心。另外,在上述情况中,DCL数据和劣化度数据可以保存在电池的存储系统中。在换电站条件允许的时候通过有线网络、无线网络或者直接通过特定接口连通的方式将以上数据上传到换电站。

[0149] 基于数据库方式的劣化度计算模型可以方便地计算劣化度。根据DCL采集模块采集到的数据,经过处理后得到如下的表9,表示劣化度的累计数据。

[0150] 表9:劣化度累计数据表

[0151]

T1(时间)	E1	B1	P1	V1
--------	----	----	----	----

T2(时间)	E2	B2	P2	V2
...	...	...	...	...
Tn(时间)	En	Bn	Pn	Vn

[0152] 上面的表9给出了每种劣化度参数组及其对应的持续时间。通过如下表达式(5)，可以简单地计算出自从上次劣化度测量之后的劣化度程度。

$$[0153] T_1*D_1+T_2*D_2+\dots+T_n*D_n \quad \dots \dots (5)$$

[0154] 利用表达式(5)计算的劣化度加上保存的上次保存的劣化度，就得到了该电池目前的劣化度程度。

[0155] 图15示出了根据本发明的劣化度计算模块的工作流程。如图15所示，首先获取DCL数据，并将DCL数据记录并存储在数据库中。另一方面，基于获取的DCL数据更新电池的劣化度模型。然后，基于DCL数据库中存储的DCL数据和更新的劣化度模型来估算电池的劣化度。

#### [0156] 5. 基于电池劣化度的数据应用子系统

[0157] 在现有的基于电池劣化度的电池管理应用系统中，由于电池的劣化度测量精度不高，所以电池劣化度信息的利用仅限于判断电池是否还能使用或提供粗略的残值估计。在本发明的测量电池劣化度的系统中，由于保存了电池劣化度的履历信息DCL并能够获取高精度的电池劣化度信息，因此，本发明还提供了进一步改进电池的使用效率的方法。

[0158] 图9是显示根据本发明的测量电池的劣化度的系统的数据应用子系统的示意图。如图9所示，图9中的信息交换适配器91与电池劣化度子系统93通过传输网络92相连。

[0159] 如图9所示，本发明的测量电池劣化度的应用系统94可应用于电动汽车、混合动力汽车、电动摩托车、电动自行车等各种电动车辆及充电站、换电站、家庭充电系统等各种劣化度测量场合及其他应用场合。在上述应用环境中，本系统收集到的DCL数据及计算得到的电池劣化度数据可以产生各种新型的应用。例如，基于本系统计算得到的电池劣化度数据，可以精确地计算电池残余价值。电池的残余价值可以通过如下的公式(6)进行简单计算。

$$[0160] \text{电池的残余价值} = \text{电池的出厂价格} * \text{电池的劣化度} \quad \dots \dots (6)$$

[0161] 根据电池的残余价值，可以确定电池在租赁，转让，回收等各种应用时的对应价格。例如，在电池租赁交易发生时，用户需要缴纳一定的费用，例如押金。押金的高低取决于用户所租赁的电池的残余价值。在电池交换发生时，用户需要支付两块电池之间的价格差异，如下面的表达式(7)所示。

[0162] 支付的费用=(换入的电池残余价值-换出的电池残余价值)+(换入电池的残余电量\*电价-换出电池的残余电量\*电价)

$$[0163] \dots \dots (7)$$

[0164] 其中换入电池的残余价值、换出电池的残余价值都是根据电池劣化度计算得到的。另外，在进行电池回收时，需要根据电池劣化度计算电池的残余价值。

[0165] 通过本发明的测量电池劣化度的方法和系统计算和收集到的DCL数据及劣化度，可以为电池的使用者提供有价值的信息服务。根据数据库中存储的DCL数据以及对应的劣化度数据，可以判断出DCL中的某个或者某些个参数与劣化度的关系。由此，可以相应的控制或操作，以减小电池的劣化速度。

[0166] 例如，将以上得到的结果通过无线网络或者有线网络的方式以某种数据格式发送给电动汽车或者混合动力汽车的数据接收系统，车载的电池控制系统可以根据各个电池的

DCL及劣化度,在驾驶过程中有车载的电池管理系统对各个电池进行控制,包括充放电控制及电池连接方式,使汽车的电池处于最佳的工作状态。

[0167] 另外,本发明的测量电池劣化度的方法和系统通过系统采集及计算可以获得大量的电池劣化度因素的数据,例如,可以得到不同环境下(温度、湿度)电池劣化度与电池类型的关系等。通过分析这些数据,可以进一步深入地分析和了解电池劣化度的机理。

[0168] 此外,本发明的测量电池劣化度的方法和系统计算和收集到的数据,可为电池的充电过程(如充电站充电、家庭充电等)提供参考信息并进行相应的控制,根据诸如充电时间最短、充电的电能消费最小、对电池造成的劣化度损耗最小等不同的充电模式的目标要求,自适应地设定最佳的充电过程的参数,如充电电压、充电电流、充电的动态模式、充电停止条件等。各种充电模式下的最佳充电过程参数,可以通过理论的或实验的方法来获得。例如,可以计算并分析出各种不同充电电流条件对电池劣化度的影响,以供充电站选择最优的充电条件。可以计算并分析出充电后的不同SOC(State of Charge,即充电饱和程度)状态与电池劣化度的影响,以供充电站选择最优的方式进行充电。可以计算并分析出充电时长与电池劣化度的影响,以供充电站选择最优的方式充电。

[0169] 在本发明的整个测量电池劣化度的系统的运行过程中,可以得到的数据包括:电池的DCL数据、劣化度相关参数,电池劣化度数据、以及单位时间劣化度对照。根据这些数据,可以以各种方式提供进一步的数据应用。这些应用可以包括下面的几个具体场景,如图9左侧所示,但不限于此。

[0170] 1)充电:通过对历史DCL数据的分析,可以得到充电电流、充电市场和充电深度与电池劣化速度之间的关系。在分析得到最佳的充电方式之后,将该数据提供给电池充电站的充电控制系统。充电站在可能的情况下按照最佳(或者次佳)的充电方式进行充电,最大程度的减缓电池的劣化度。另外,如果在某些情况下对充电速度有要求,也可以分析DCL历史数据库当中快速充电前提下,哪种充电方式相对较好。例如,比较快速充电时充电深度对电池劣化度的影响,并同样将结果发送给充电站的控制系统。

[0171] 2)电池交换:在一个典型系统当中,本发明的系统计算得到的电池劣化度数据,用于计算电池的残余价值。

[0172] 在电池租赁交易发生时,用户需要缴纳一定的费用,例如,押金。押金的高低取决于用户所租赁的电池的残余价值。

[0173] 在电池交换发生时,用户需要支付两块电池之间的价格差异如上面的表达式(7)所示。其中换入电池的残余价值、换出电池的残余价值都是根据电池劣化度的计算而得到的。上面的表达式(6)给出了电池的残余价值计算表达式。

[0174] 在电池回收发生时,需要根据电池劣化度计算电池的残余价值。

[0175] 3)汽车控制:如图9所示,通过无线、有线、或专门设备的通讯方式,对DCL的分析结果可以传送给电池的使用者,例如,电动汽车的使用者。在这些数据中,可以比较容易地得到不同行驶方式对电池劣化度的影响,比如车速、加速度、减速度等形式状态对电池劣化度的具体影响。从而可以使汽车的使用者使汽车按照电池的最佳状态运行,大幅度降低电池的劣化速度。

[0176] 在另外一种情况当中,可以分析得到某个人的驾驶风格,例如,常用车速、加速减速的高低等。同时通过DCL数据的分析,查询哪类电池(例如,哪个厂家的电池)在这种驾驶

方式下可以获得最佳性能或者最低的损耗,这些数据对于换电站来说非常有用。

[0177] 图10示出了根据本发明的电池劣化度模型的生成和更新过程的实施例的示意图。如图10所示,在一个典型实例中,A电池的用户将该电池的DCL传递给BSC(电池应用管理中心)。BSC首先将该电池的DCL数据记录到数据库中。同时,利用DCL数据更新电池的初始劣化度模型。另一方面,在数据库中查找A电池对应的特定劣化度模型。如果存在与A电池对应的特定劣化度模型,则根据当前的输入的A电池的DCL新数据对该特定劣化度模型进行更新。否则,根据更新后的初始劣化度模型和当前新数据生成特定劣化度模型。

[0178] 在电池劣化度模型的生成和更新的过程中,将电池的劣化度参数履历表数据传递给电池应用管理中心。电池应用管理中心将劣化度参数履历表数据记录到数据库中,利用劣化度参数履历表数据更新电池的劣化度模型。在数据库中查找电池对应的劣化度模型数据项,如果不存在与电池对应的劣化度模型数据项,则根据电池劣化度相关参数和新计算得到的劣化度数值更新电池劣化度模型,生成相应的数据项。

[0179] 当劣化度模型的劣化度相关参数与采集处理得到的电池的劣化度相关参数之间的差大于一个预定值时,将生成扩展劣化度模型的新的数据项。可以根据劣化度模型的精度要求来设定预定值的大小。

[0180] 图11是显示利用电池劣化度模型计算电池残值的过程的示意图。图12是显示电池残值估算模块的示意图。如图11所示,在计算电池残值的过程中,首先将A电池的DCL数据上传到数据中心或换电站。数据中心或换电站基于获得的DCL数据对A电池的劣化度模型进行更新。然后,利用更新的电池劣化度模型和DCL数据来计算A电池的残值。

[0181] 图12所示的电池残值估算模块包括劣化度模型更新模块121,DCL数据库122,和劣化度计算模块123。图12所示的电池残值估算模块执行图11所示的残值计算过程。首先,劣化度模型更新模块121利用上传的A电池的DCL数据更新电池的劣化度模型,并将DCL数据记录在DCL数据库122中。然后,由劣化度计算模块123利用更新的电池劣化度模型和DCL数据来计算A电池的残值。

[0182] 下面描述基于本发明的获取电池劣化度的系统的运营系统的一个实施例。BSC负责对电池DCL数据进行保存、信息处理与信息利用。电池用户在缴纳一定会员费用后拥有从BSC租用电池、交换电池、扩充或缩减电池的权利。在电池租赁、交换、扩充或缩减电池的过程中,用户缴纳的费用依赖于BSC根据劣化度模型和劣化度相关参数计算得到的电池残余价值。在初次租赁时,BSC记录下该电池的残余价值。在电池交换时,BSC计算得到两块电池的残余价值与残余电量,并根据一定费率计算得到用户应该缴纳的费用。

[0183] 在该实例中,残余价值的计算在某些情况下可能是不准确的。例如,数据库当中数据量过少,或者数据库当中与该电池对应的数据量过少。这时,可以采取一定补偿措施。例如,提出一个经验模型,该模型能够表达平均状况下,电池在某个参数一定量变化之下(比如过了一定时间之后)劣化度的程度。接着得到测算出来的劣化度与上次测出劣化度之间差值。将前面得到的平均劣化度程度与后面的劣化度差值进行比较,取其加权平均值来计算费用。该方法随着总数据量和该电池对应的数据量的增大而逐渐失去作用,并最终取消。换言之,该方法可以作为数据初始阶段的补偿方法。另外一种补偿方法是,随着一块电池经历了足够多的交换次数之后,他在数据库当中会拥有越来越多的DCL记录和劣化度测量记录,随着这个过程的发展,针对该电池的劣化度测量也会越来越精确。BSC可以依据大量准

确的数据对该电池以往的劣化度进行反推，并将得到的结果与当时得到的历史劣化度进行比较，以该比较结果作为对当时的历史用户进行补偿的依据。这种情况下，用户可以很方便的查询得到自己使用电池过程中的所有补偿记录，并选择继续保存该记录或者通过获取补偿值等其他手段消除补偿记录。

[0184] 在一种实施方式中，BSC可以是一个分布式系统。每个站点拥有不同的数据，同时拥有相同的计算能力。通常，可以假定所有站点都与互联网相连。在计算劣化度时，数据量越大，得到的结果精确度就越高。但在某些情况下，一个站点无法连接到互联网或者无法得到其他站点的数据的情况下，它的本地数据不足，无法生成比较精确的数据。这时，可以采取前面描述的补偿措施。

[0185] 考虑到更为极端的情况，本发明提供了另一个实施例。当用户当前所在的BSC站点由于各种原因，无法访问电池劣化度数据库，或者无法使用劣化度计算模块进行劣化度计算时，甚至得不到不够精确的劣化度计算结果，也无法进行电池交换等活动，这是不可接受的。因此在电池的BMS中应当预留一个存储区域，用来保存电池上次的劣化度测算结果、初始模型、更新模型、以及以往有限次数上传的DCL数据（包括采集到的电池数据、和电池劣化度有关的数据以及电池劣化度有关的参数）。数据量由可用存储空间来决定。当发生上述情况时，电池内部需要根据有限的历史数据、初始模型和更新模型，计算得到一个粗略的劣化度结果，以此作为电池交换的依据。BSC应当记录该结果，并在系统可以正常工作的时候将该站点的记录导入数据库中。同时由于该次测量的不准确性，需要按照前面描述的补偿方式进行补偿。

[0186] 按照国家标准中规定，电池在其满充比下降到80%的时候就无法继续作为电池使用了。BSC在每次进行电池交换后，将回收的电池中满充比小于等于80%的电池进行回收，并处理为蓄电池、小型电动车（电动摩托车、电动自行车）等能源储备方式。对于储能用电池，同样有必要检测各个电池的状态，当电池劣化度达到某一值时，该电池就要报废处理，否则将影响其它的储能电池的寿命。因此，本发明的劣化度测量方法，同样适用于储能电池的状态检测。

[0187] 图13示出了根据本发明获取电池劣化度的系统进行运营的运营系统的模块示意图。如图13所示，DCL模块131从电池使用处，例如，电动汽车处采集与电池劣化度有关的参数，并将采集的参数存储在电池信息数据库132中。电池残值估算模块133根据电池劣化度模型和所采集的电池参数来计算电池的残值，并将残值提供给信息提供模块135。信息提供模块135可以将有关电池的信息提供给电动汽车的BMS，以便BMS根据DCL信息来控制和调整汽车的驾驶和/或其它操控方式。另一方面，电池信息利用者134也可以利用信息提供模块135提供的电池来确定电池供应或电池再利用的运营方式。

[0188] 在另一实施例当中，描述对DCL的信息利用。通过大量的DCL信息，以及基于这些信息和初始劣化度模型、更新劣化度模型所得出的电池劣化度指标，可以比较容易地得到电池劣化速度与电池厂商、电池类型、驾驶风格、驾驶路况、每次充电时间、每次充电平均电流等关键参数之间的关系。这些数据可以作为极具商业价值的信息进行商业运作。

[0189] 在另一实施例当中，DCL中不但包括了固定的一次性信息，比如电池ID，电池的出厂日期等，还包括了需要多次定期采集、记录或者多次触发采集记录的数据。其中多次定期采集的数据包括：采集时间、总电压、总电流、电池温度、包电压、包电流、包内阻、包SOH。多

次触发采集数据包括下列的一组或者多组：充电前SOH、充电后SOH、充电电量、充电电流、放电前SOH、放电后SOH、放电电量、放电电流。

[0190] 图14示出DCL模块的工作流程。在步骤S141，DCL采集装置采集与电池劣化度有关的参数，然后在步骤S142记录所采集的参数，并在步骤S143将采集的参数暂存在参数采集子系统的暂存器中。此后，在步骤S144，BSC判断是否与数据中心连接。如果BSC与数据中心连接，则在步骤S145上传采集的DCL数据。如果在步骤S144判断BSC未与数据中心连接，则返回步骤S141继续采集DCL数据。

[0191] 以上数据当中，多次定期采集的数据表示根据预先设定的周期，在电池的生命周期中定时采集的一些电池参数。这些参数主要用于评估电池劣化度程度与时间变化的关系。

[0192] 多次触发采集的数据表示没有预先设定，在发生某个事件（比如充电）时触发的数据采集行为。该行为采集到的数据主要用于评估特定事件（比如充放电、回馈制动）对电池劣化度的影响。

[0193] 需要指出的是，虽然前面以电池劣化度因素的参数采集子系统，电池劣化度模型的构建及更新子系统，电池劣化度的计算子系统，与电池劣化度有关的参数DCL存储子系统的方式描述了本发明，然而，本发明中也可以利用同样的装置来代替对应的子系统，而其实质没有改变。

[0194] 至此已经结合优选实施例对本发明进行了描述。本领域技术人员应该理解，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，可以进行各种其它的改变、替换和添加。因此，本发明的范围不应该被理解为被局限于上述特定实施例，而应由所附权利要求所限定。

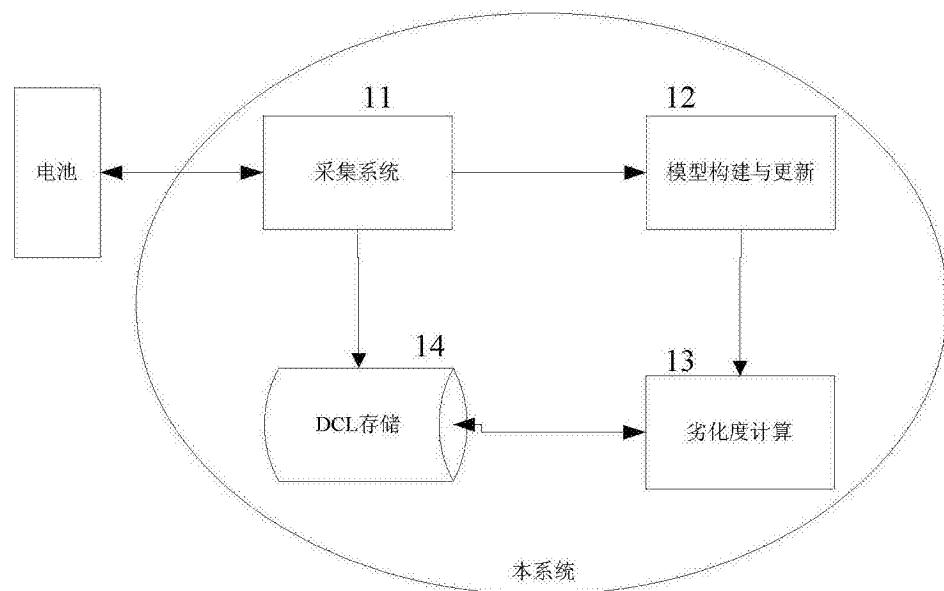


图1

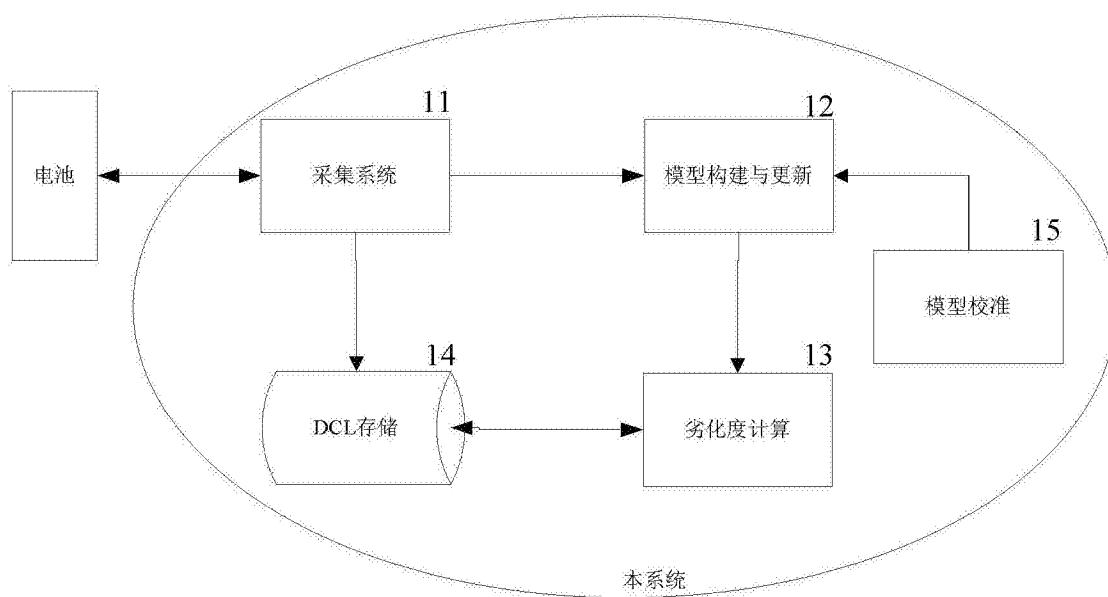


图2

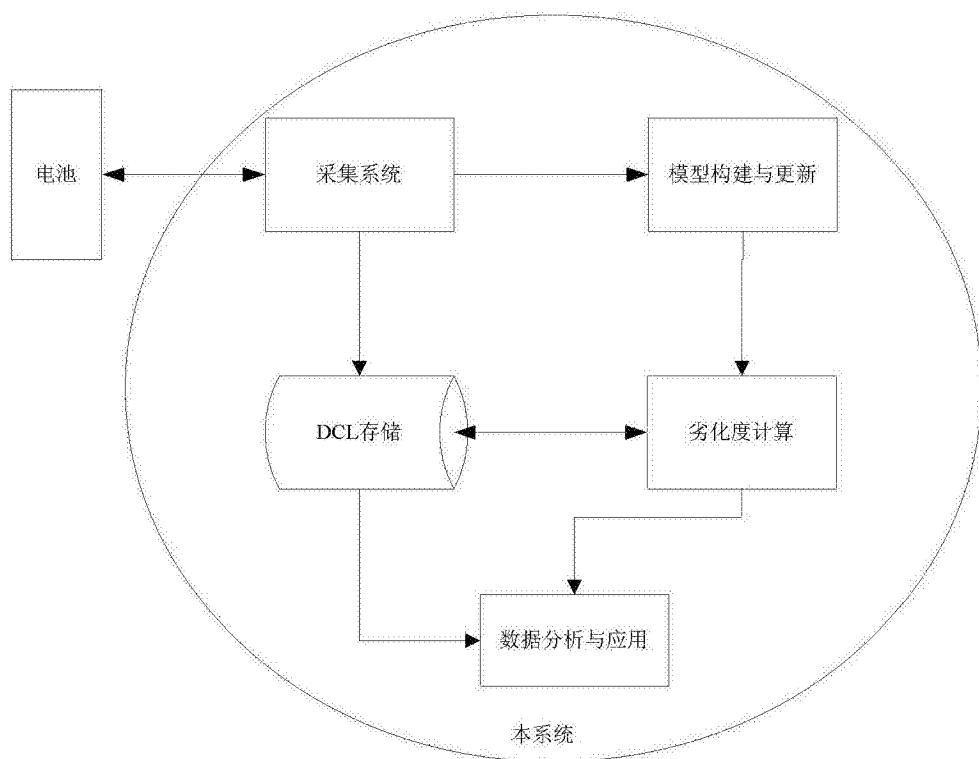


图3

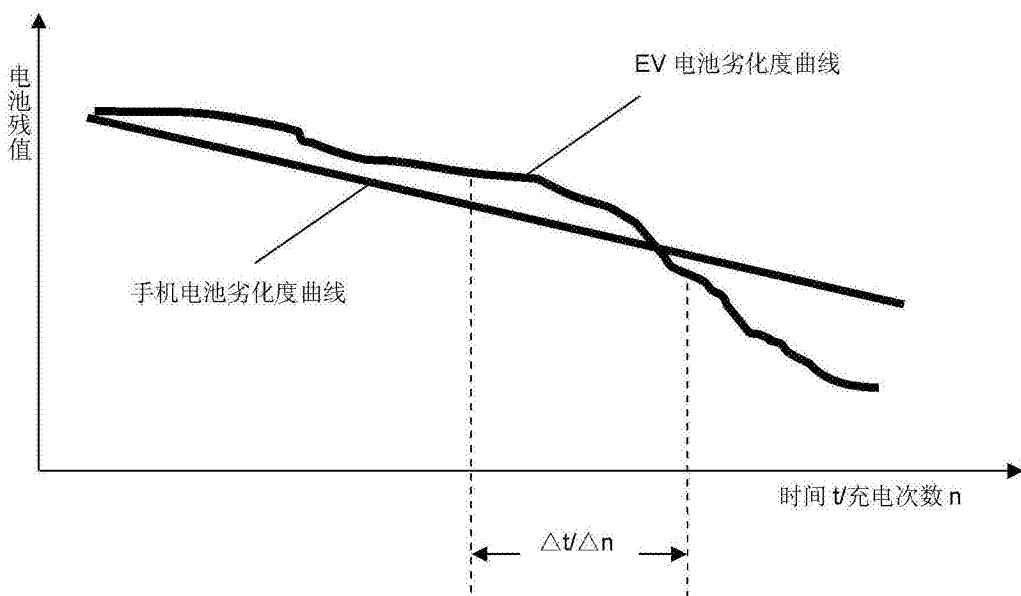


图4

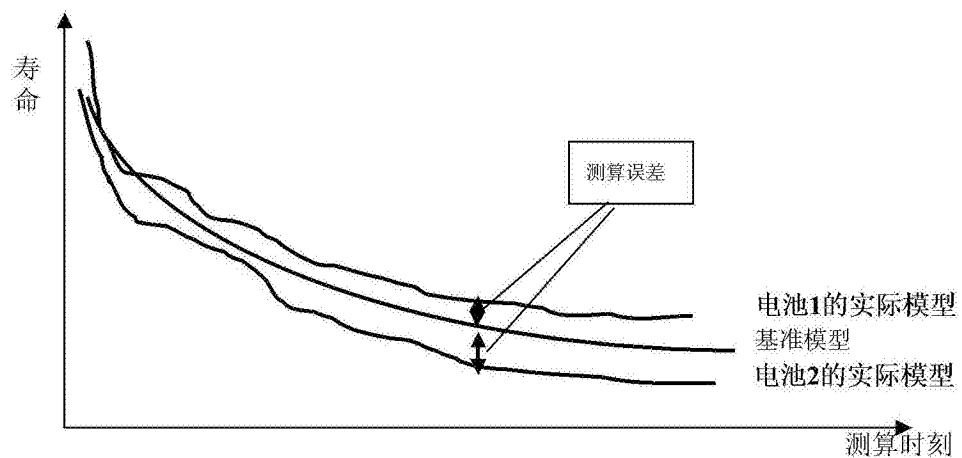


图5

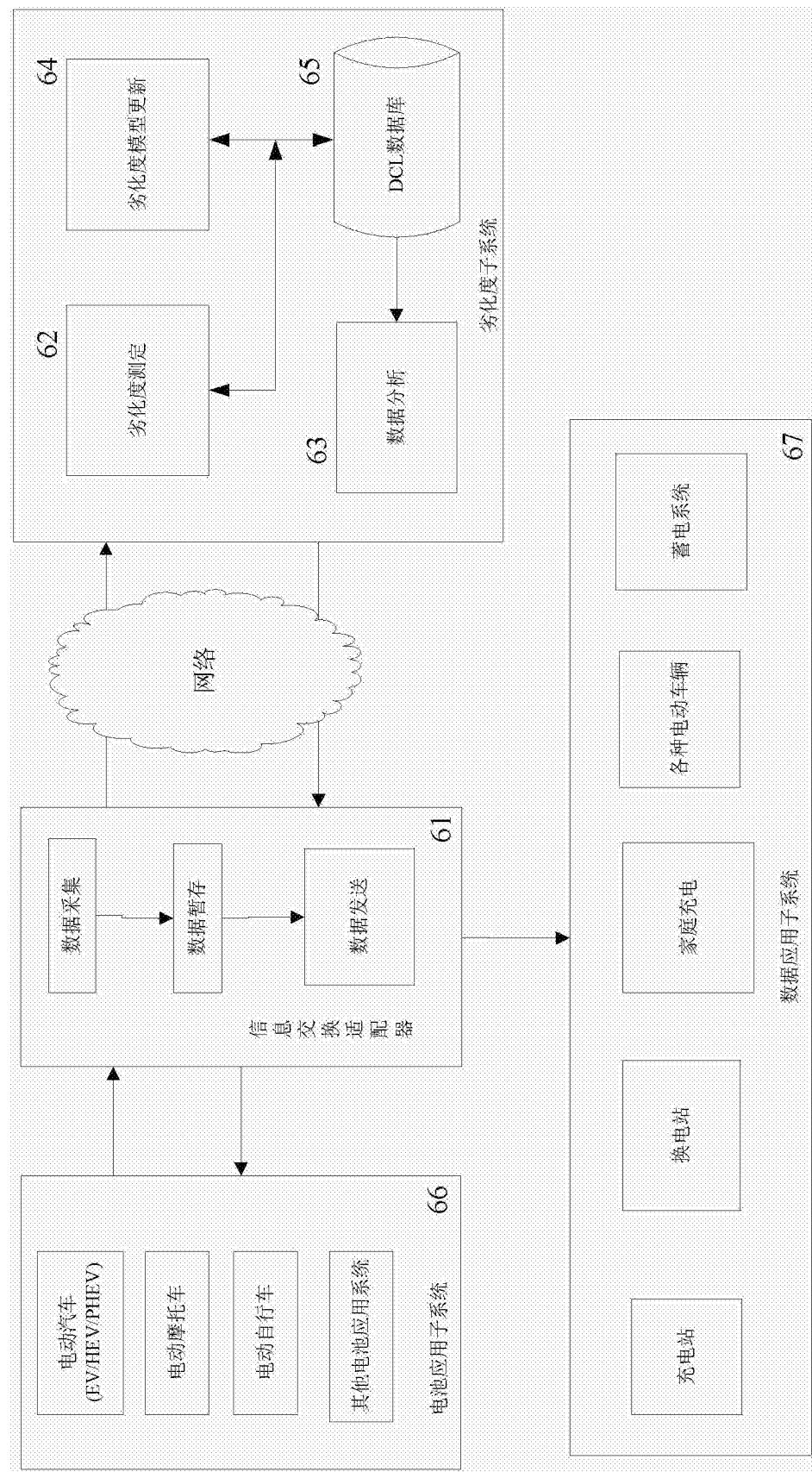


图6

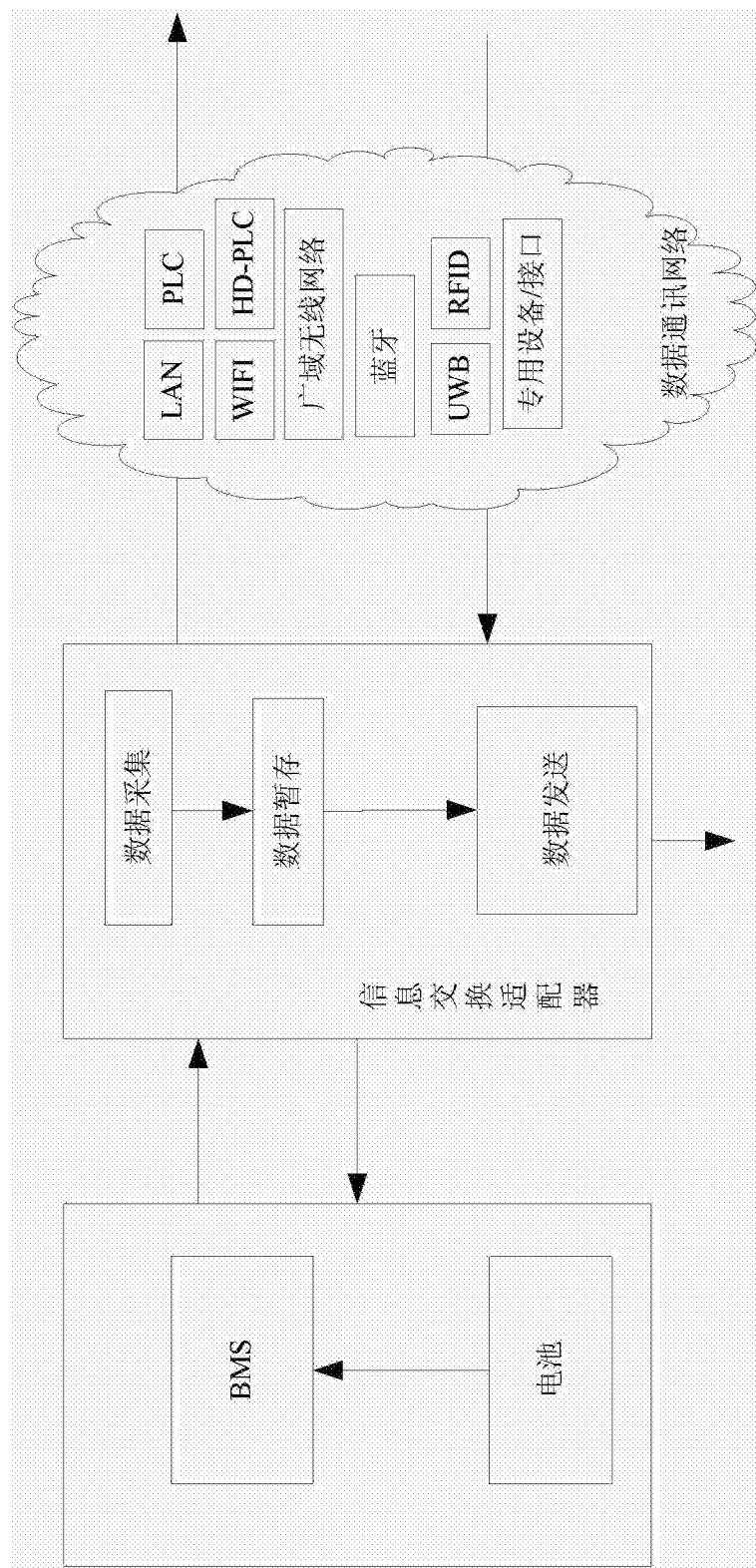


图7

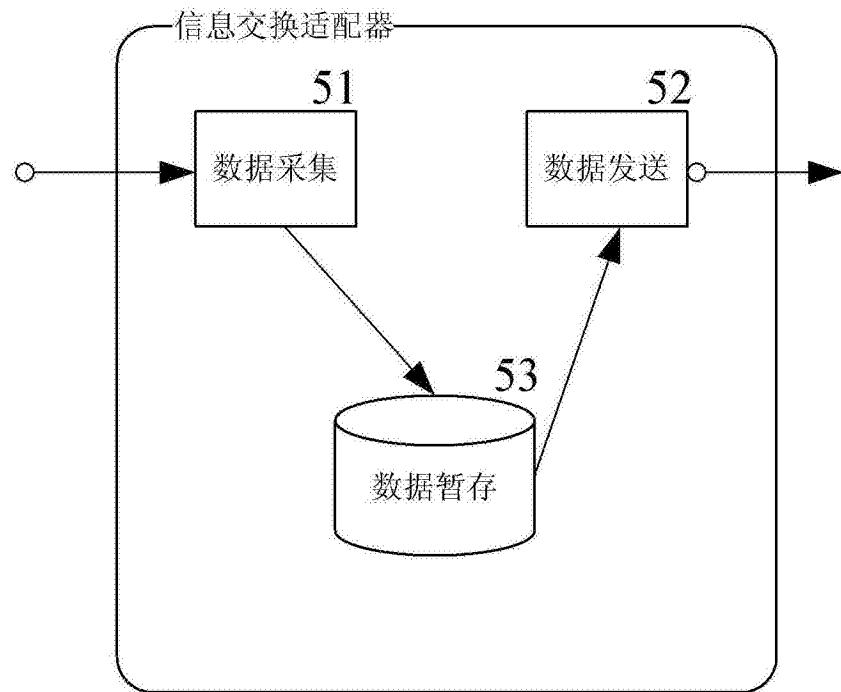


图8

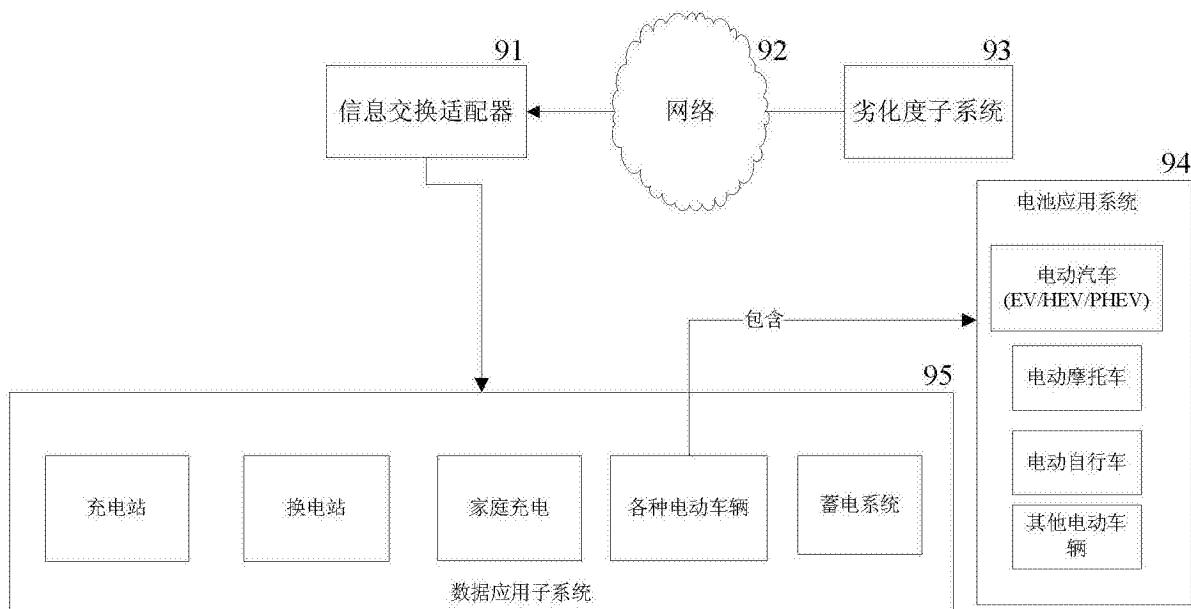


图9

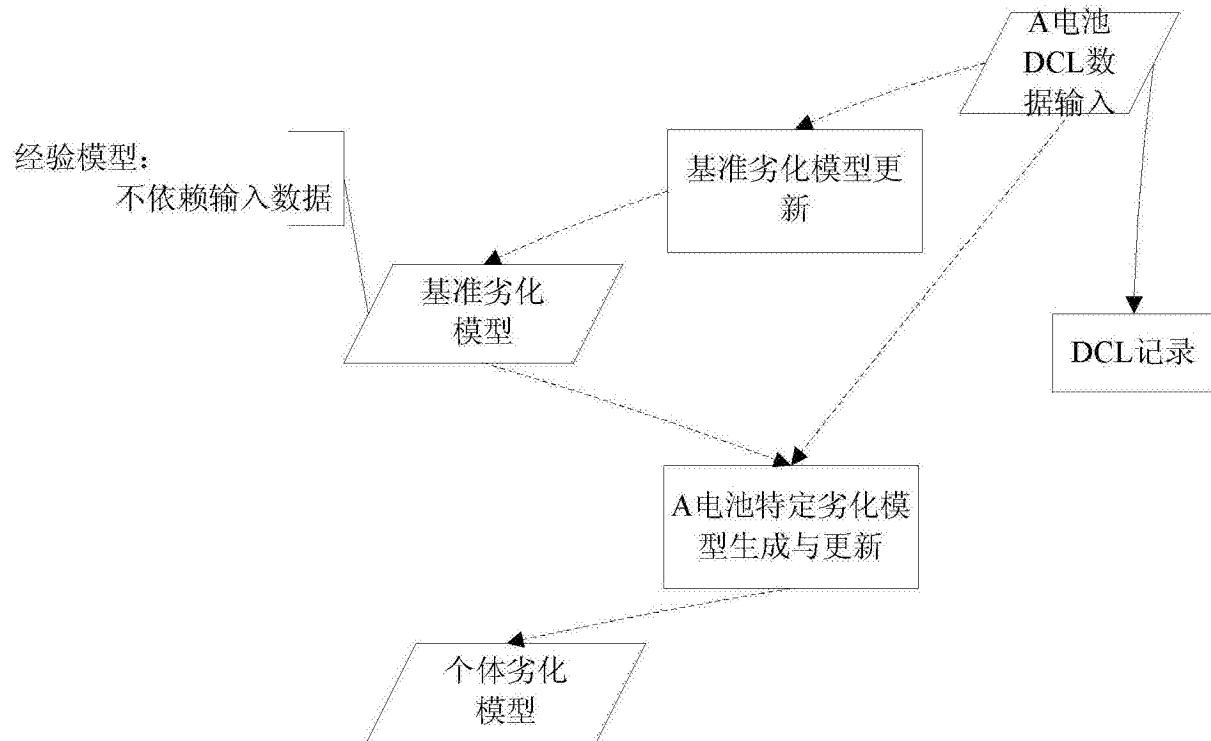


图10

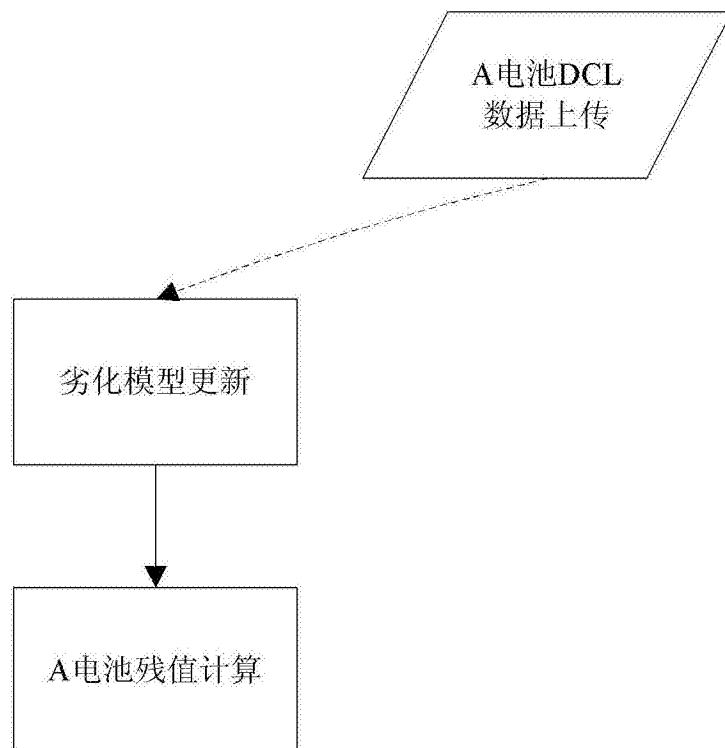


图11

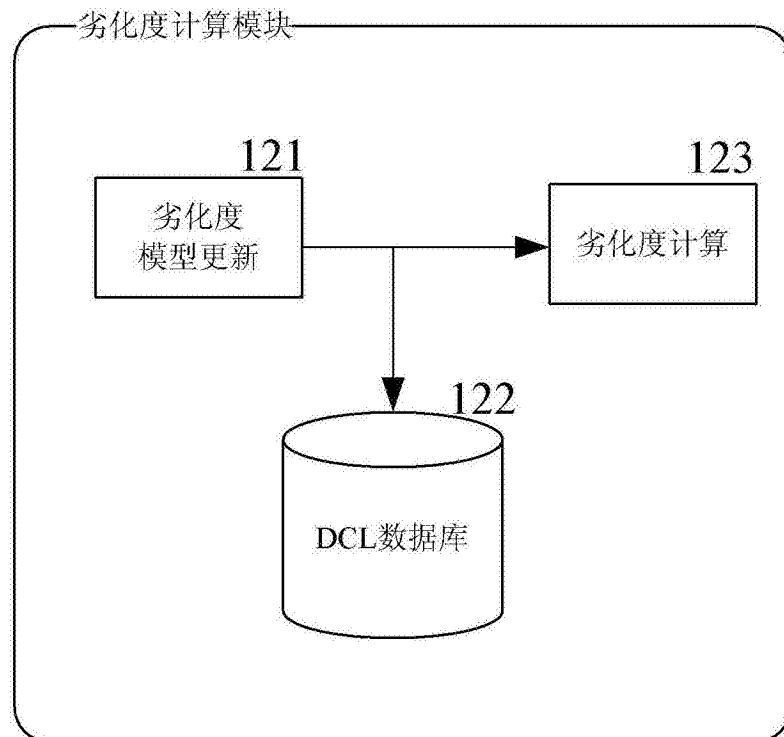


图12

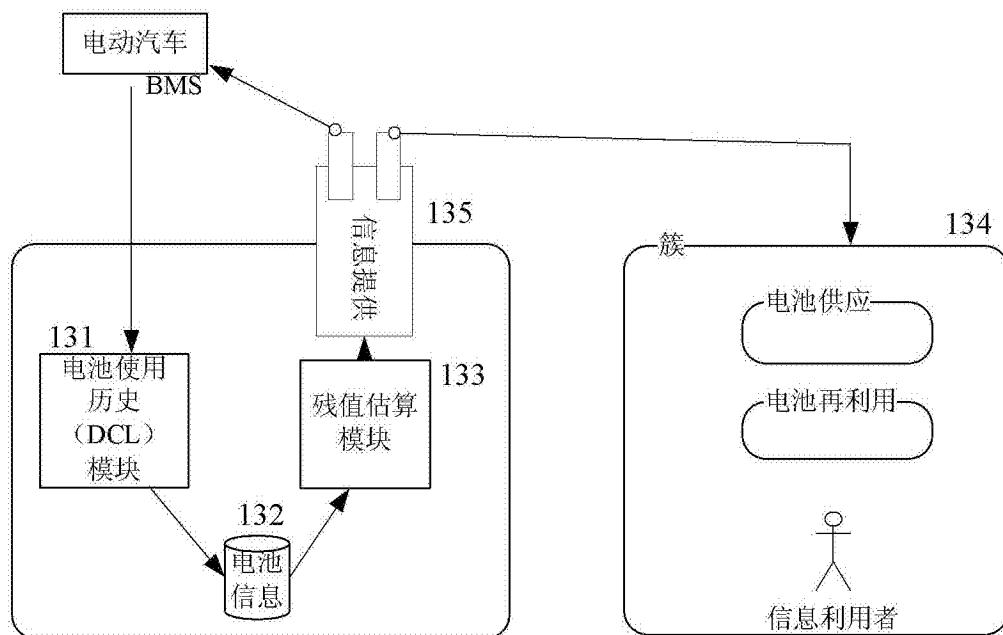


图13

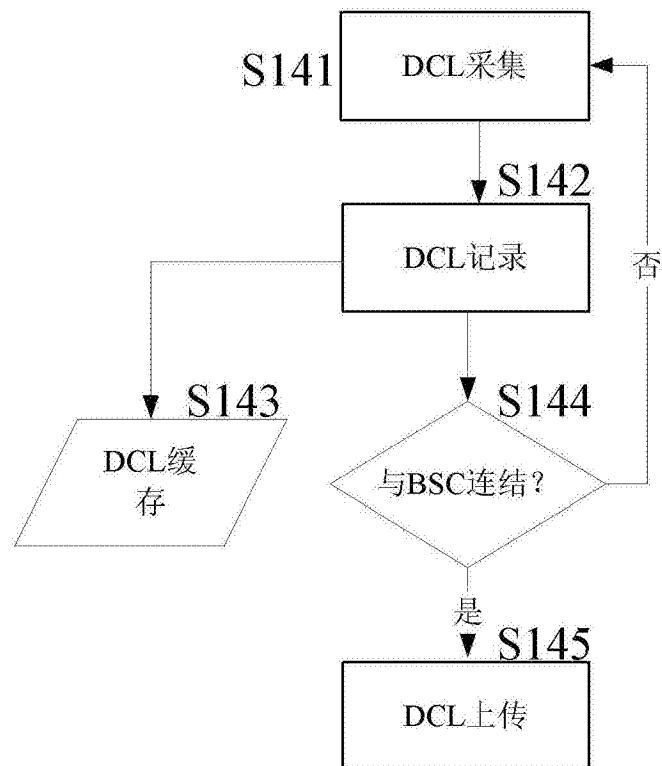


图14

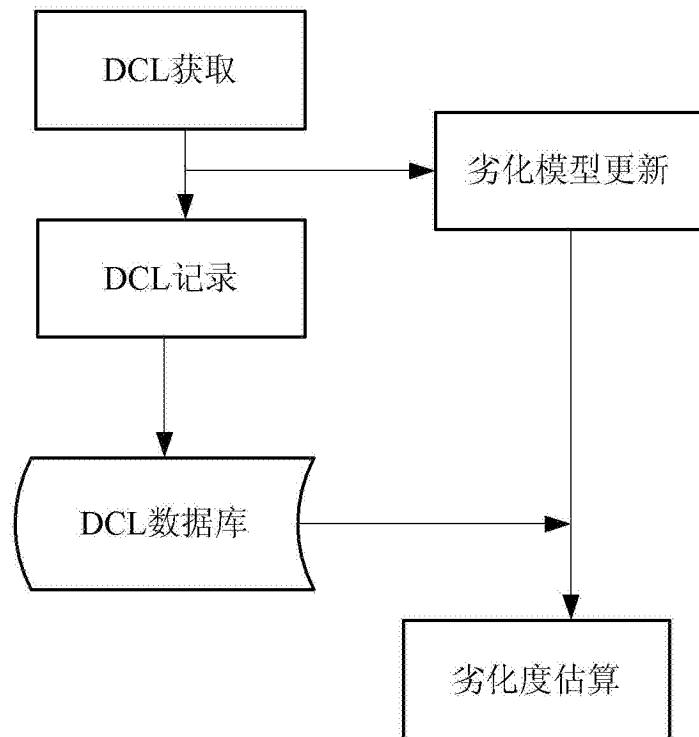


图15