



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101762800 B

(45) 授权公告日 2013.04.03

(21) 申请号 201010102766.2

审查员 周亚沛

(22) 申请日 2010.01.28

(73) 专利权人 北京航空航天大学

地址 100083 北京市海淀区学院路 37 号

(72) 发明人 齐铂金 杜晓伟 郑敏信 张伟

(74) 专利代理机构 北京凯特来知识产权代理有限公司 11260

代理人 郑立明 赵镇勇

(51) Int. Cl.

G01R 35/00 (2006.01)

G01R 31/36 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2005206388 A1, 2005.09.22, 全文 .

CN 2924551 Y, 2007.07.18, 全文 .

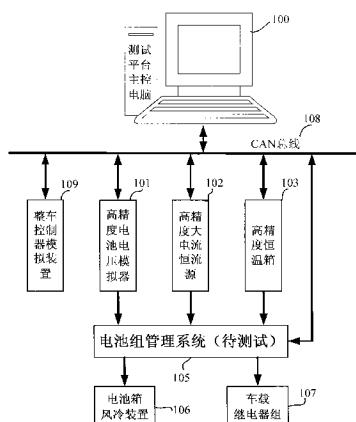
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 4 页

(54) 发明名称

电池组管理系统测试平台

(57) 摘要

本发明公开了一种电池组管理系统 (BMS) 测试平台，包括通过 CAN 总线连接的测试平台主控电脑、高精度电池电压模拟器、高精度大电流恒流源、高精度恒温箱、待测试的电池组管理系统、整车控制器模拟装置等，电池组管理系统连接有电池箱风冷装置、车载继电器组等。能够真实模拟动力电池组的输出状态，包括电池组的单体电池电压、总电压、充放电电流和电池组温度等状态，而且能够完成电池组管理系统与整车的各种通讯和命令功能、保护功能、电池组上强电过程，以及电池组过热保护等功能的测试和验证。能够对电池组管理系统的数据采集精度、电池组荷电状态的估算精度等进行测试评估。



1. 一种电池组管理系统测试平台,其特征在于,该测试平台包括测试平台主控电脑、高精度电池电压模拟器、高精度大电流恒流源、高精度恒温箱、待测试的电池组管理系统、整车控制器模拟装置；

所述测试平台主控电脑、高精度电池电压模拟器、高精度大电流恒流源、高精度恒温箱、待测试的电池组管理系统、整车控制器模拟装置分别与 CAN 总线连接,所述高精度电池电压模拟器、高精度大电流恒流源、高精度恒温箱分别与待测试的电池组管理系统连接；

所述电池组管理系统连接有电池箱风冷装置、车载继电器组。

2. 根据权利要求 1 所述的电池组管理系统测试平台,其特征在于,所述高精度电池电压模拟器包括多路单体电池电压输出模块；

所述电压输出模块包括依次连接的光电隔离器、控制单元 MCU、DA 转换器、运算放大器,所述光电隔离器与所述 CAN 总线连接,所述运算放大器与输出通道连接；

所述高精度电池电压模拟器通过 CAN 总线接收所述测试平台主控电脑发出的电池组数据和指令,并将其转换成电池组的单体电池电压通过所述输出通道输出。

3. 根据权利要求 2 所述的电池组管理系统测试平台,其特征在于,所述高精度电池模拟器的输出通道总数大于或等于 100,每条输出通道的电压变化范围是 0~5V,总电压范围为 0~500V 以上,每条输出通道可用于模拟 1 支锂动力电池的电压变化情况,或者多条输出通道串连起来可用于模拟 1 个镍氢动力电池模块的电压变化情况。

4. 根据权利要求 1 所述的电池组管理系统测试平台,其特征在于,所述高精度大电流恒流源包括一个由 IGBT 构成的逆变开关电源,其输出回路是由四个 IGBT 功率开关组成的 H 桥电路,在 H 桥电路两个中点之间能够连接多个电流传感器,并且根据所述测试平台主控电脑发送的指令控制相应 IGBT 导通或关断,可模拟电池组的充电或放电过程。

5. 根据权利要求 4 所述的电池组管理系统测试平台,其特征在于,所述高精度大电流恒流源的电流输出范围为 0 ~ 500A 连续可调,电流调节精度为 0.1A。

6. 根据权利要求 1 所述的电池组管理系统测试平台,其特征在于,所述高精度恒温箱包括 TC-ME-025 小型高低温恒温箱、接口转换电路,所述 TC-ME-025 小型高低温恒温箱通过所述接口转换电路与所述 CAN 总线连接；

所述 TC-ME-025 小型高低温恒温箱通过 CAN 总线接收来自所述测试平台主控电脑发送的温度调节命令,并根据该温度命令自动调节箱体的温度至设定值。

7. 根据权利要求 6 所述的电池组管理系统测试平台,其特征在于,所述 TC-ME-025 小型高低温恒温箱的可控温度范围为 -20℃ ~ +120℃,温度波动为 ±0.3℃。

8. 根据权利要求 1 所述的电池组管理系统测试平台,其特征在于,该测试平台能适用于电动汽车电池组管理系统的性能和功能测试；

所述测试平台主控电脑中存储有以下一种或多种类型电池的电池特性和实验数据：

锂离子电池、镍氢电池、铅酸电池、镍镉电池。

9. 根据权利要求 8 所述的电池组管理系统测试平台,其特征在于,该测试平台能适应多种类型的电池组管理系统；

能够真实模拟动力电池组的输出状态,包括电池组的单体电池电压、总电压、充放电电流和电池组温度状态,而且能够完成电池组管理系统 (BMS) 与整车的各种通讯和命令功能、保护功能、电池组上强电过程,以及电池组过热保护功能的测试和验证;能够对电池组

管理系统的数据采集精度、电池组荷电状态的估算精度进行测试评估。

10. 根据权利要求 1 至 9 任一项所述的电池组管理系统测试平台,其特征在于,该测试平台有以下一种或多种测试模式:静态模拟、动态模拟。

11. 根据权利要求 1 至 9 任一项所述的电池组管理系统测试平台,其特征在于,该测试平台有以下一种或多种测试模式:静态故障模拟、动态故障模拟。

电池组管理系统测试平台

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电池组管理系统测试实验装置,尤其涉及一种电池组管理系统测试平台。

背景技术

[0002] 蓄电池广泛应用于各个领域,特别是近年来在电动车中,动力电池组件如锂离子电池、镍镉电池、镍氢电池、铅酸电池等被视为关键部件之一。

[0003] 在现有的动力电池组件中,都包括一个电子控制装置,称为电池组管理系统(以下简称BMS)。电池组管理系统对动力电池组的单体电压、总电压、温度、充放电电流等运行参数进行监测,并根据这些信息对电池组进行安全保护、均衡管理,以延长动力电池组寿命、提高其充放电性能和运行的安全可靠性。同时,电池组管理系统提供电池组当前的荷电状态(State of Charge, SOC)、故障状态以及最大可用功率等信息给电动汽车的整车控制器,整车控制器根据这些电池状态信息调整控制策略,在保证电池组安全工作的情况下满足驾驶人对电动汽车动力性和经济性的要求。因此,电池管理系统的正常可靠运行对提高整车的安全及性能具有十分重要的意义。

[0004] 因此,BMS 必须经过测试、检验、标定等一系列实验后才能用于电动汽车中,且有必要考虑和测试动力电池组处于不同工况下 BMS 的性能,以保证 BMS 能完全满足电动汽车的要求。

[0005] 现有技术中,一种 BMS 测试实验装置是将 BMS 的输入连接在电池上,采用电池充放电仪对电池组进行充放电,在充放电的过程中测试 BMS 的功能和精度。在电池组充放电过程中,充放电功率高达几千瓦到几十千瓦,需要消耗大量的能量;而且直接利用真正的动力电池组来测试电池管理系统,存在电池组充放电时间长、不宜长时间反复循环测试、难以模拟故障状态、以及重复性与可控性差等缺点。

[0006] 现有技术中的另外一种测试方法是将 BMS 和蓄电池组联接在一起,作为电池包安装在电动车辆中,将电动车辆在转毂或试验场内运行,运行过程中完成 BMS 的实验测量。但是,将 BMS 安装在电动车中进行测试耗时耗能,不仅测试不方便,且测试成本高。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种简便、节能、精度高的用于对电池组管理系统的功能、性能参数、可靠性等进行测试的电池组管理系统测试平台。

[0008] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0009] 本发明的电池组管理系统测试平台,该测试平台包括:

[0010] 通过 CAN 总线连接的测试平台主控电脑、高精度电池电压模拟器、高精度大电流恒流源、高精度恒温箱、待测试的电池组管理系统、整车控制器模拟装置;

[0011] 所述电池组管理系统连接有电池箱风冷装置、车载继电器组。

[0012] 由本发明提供的上述技术方案可以看出,本发明所述的电池组管理系统测试平

台,由于该测试平台包括通过 CAN 总线连接的测试平台主控电脑、高精度电池电压模拟器、高精度大电流恒流源、高精度恒温箱、待测试的电池组管理系统、整车控制器模拟装置等,电池组管理系统连接有电池箱风冷装置、车载继电器组等,能够对电池组管理系统的功能、性能参数、可靠性等进行测试,结构简单、节能、精度高,方便测试。

附图说明

- [0013] 图 1 为本发明的电池组管理系统测试平台的结构示意图;
- [0014] 图 2 为本发明中高精度电池组电压模拟器工作原理框图;
- [0015] 图 3 为本发明中高精度大电流恒流源工作原理框图;
- [0016] 图 4 为本发明中高精度恒温箱结构示意图;
- [0017] 图 5 为本发明中 BMS 结构示意图;
- [0018] 图 6 为本发明中整车控制器模拟装置原理图;
- [0019] 图 7 为本发明中 BMS 采样精度测试流程图;
- [0020] 图 8 为本发明中 SOC 估算精度测试流程图;
- [0021] 图 9 为本发明中静态电池电压故障模拟图。

具体实施方式

- [0022] 本发明的电池组管理系统测试平台,其具体实施方式是:
- [0023] 该测试平台包括:
- [0024] 通过 CAN 总线连接的测试平台主控电脑、高精度电池电压模拟器、高精度大电流恒流源、高精度恒温箱、待测试的电池组管理系统、整车控制器模拟装置;
- [0025] 所述电池组管理系统连接有电池箱风冷装置、车载继电器组等;
- [0026] 所述高精度电池模拟器可以包括多路单体电池电压输出模块;
- [0027] 所述电压输出模块可以包括依次连接到光电隔离器、控制单元 MCU、DA 转换器、运算放大器,所述光电隔离器与所述 CAN 总线连接,所述运算放大器与所述输出通道连接;
- [0028] 所述高精度电池模拟器可以通过 CAN 总线接收所述测试平台主控电脑发出的电池组数据和指令,并将其转换成电池组的单体电池电压通过所述输出通道输出;
- [0029] 所述高精度电池模拟器的输出通道总数大于或等于 100,每条输出通道的电压变化范围是 0~5V,总电压范围为 0~500V 以上。每条输出通道可用于模拟 1 支锂动力电池的电压变化情况,或者多条输出通道串连起来可用于模拟 1 个镍氢动力电池模块的电压变化情况。
- [0030] 所述高精度大电流恒流源可以包括一个由 IGBT 构成的逆变开关电源,其输出回路是由四个 IGBT 功率开关组成的 H 桥电路,在 H 桥电路的两个中点之间能够连接多个电流传感器,并且根据所述测试平台主控电脑发送的指令控制 H 桥相应 IGBT 导通或关断,可模拟电池组的充电或放电过程。
- [0031] 所述高精度大电流恒流源的电流输出范围可以为 0 ~ 500A 连续可调,电流调节精度为 0.1A。
- [0032] 所述高精度恒温箱可以包括 TC-ME-025 小型高低温恒温箱、接口转换电路,所述 TC-ME-025 小型高低温恒温箱通过所述接口转换电路与所述 CAN 总线连接;

[0033] 所述 TC-ME-025 小型高低温恒温箱通过 CAN 总线接收来自所述测试平台主控电脑发送的温度调节命令，并根据该温度命令自动调节箱体的温度至设定值。

[0034] 所述 TC-ME-025 小型高低温恒温箱的可控温度范围可以为 $-20^{\circ}\text{C} \sim +120^{\circ}\text{C}$ ，温度波动可以为 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 。

[0035] 该测试平台能适用于电动汽车电池组管理系统的性能和功能测试；

[0036] 所述测试平台主控电脑中存储有以下一种或多种类型电池的电池特性和实验数据：

[0037] 包括但不限于锂离子电池、镍氢电池、铅酸电池、镍镉电池。

[0038] 该测试平台能适应多种类型的电池组管理系统；

[0039] 能够真实模拟电池组的输出状态，包括电池组的单体电池电压、总电压、充放电电流和电池组温度等状态，以及电池组管理系统与整车的各种通讯和命令功能；

[0040] 能够对电池组管理系统的数据采集精度、电池组荷电状态的估算精度等进行评估。

[0041] 该测试平台可以有以下一种或多种测试模式：静态模拟、静态故障模拟、动态模拟、动态故障模拟。

[0042] 本发明根据 BMS 测试和验证的需要，提供了一种动力电池组管理系统测试平台及测试方法，不仅能够真实地模拟动力电池组的单体电池电压、充放电电流和电池组温度，而且能够完成 BMS 通讯功能、保护功能、上电过程，以及电池组过热保护等功能的测试和验证，进一步还能够对电池组管理系统的数据采集精度、电池组荷电状态的估算精度等进行评估。

[0043] 就本发明而言，包括测试平台主控电脑、CAN 总线、高精度电池电压模拟器、高精度大电流恒流源、高精度恒温箱、待测试的电池组管理系统（BMS）、电池箱风冷装置、车载继电器组，以及整车控制器模拟装置等。除了电池箱冷却装置、车载继电器组，所有的装置都连接在测试平台的 CAN 总线上。

[0044] 测试平台主控电脑中储存了各种类型电池的电池特性和实验数据，包括但不限于锂离子电池、镍氢电池、铅酸电池、镍镉电池等。因此本发明的测试系统能适用于不同类型的电动汽车 BMS 的性能和功能测试，比如纯电动汽车、混合动力电动车、燃料电池电动车等。通过 CAN 总线，主控电脑中的电池组数据可发送至各模拟装置，并可以接收 BMS 输出的电池组检测数据。同时，在测试平台主控电脑中编制了电池组数据采集分析软件。通过该软件，可以给出被测试 BMS 的功能完整性信息、性能参数、可靠性等，并根据检验标准给出该控制器是否符合某种测试标准的报告。这就是说，按照本发明，测试平台不仅能够真实模拟动力电池组的输出状态，以及 BMS 与整车的各种通讯和命令功能，而且能够对 BMS 的数据采集和 SOC 估算精度等测试结果进行评估，并给出评估报告。

[0045] 高精度电池电压模拟器由大于或等于 100 个单体电池电压输出模块组成，每个模块经光电隔离后连接在测试平台的 CAN 总线上。高精度电池电压模拟器的电压输出模块接收测试平台主控电脑发送的电池组单体电池电压数据，将其转换成对应的单体电池的电压至输出通道。电池组模拟器产生的单体电池的电压范围从 0 到 5V，并且所有的单体电池电压是可以串联在一起的，因此本发明可用于模拟多个电池或电池包串联起来的、具有高电压的电池组。

[0046] 高精度大电流恒流源实质上是一个由 IGBT 构成的逆变开关电源, 经光电隔离后连接在测试平台的 CAN 总线上。测试平台主控电脑发送的动力电池组充放电电流数据传输至逆变开关电源的主控制板上, 通过改变 IGBT 的 PWM 驱动脉冲宽度, 可实现输出电流的调节, 从而将电池组的充放电电流数据转换成充放电电流。同时, 恒流源接收测试平台主控电脑发送的充放电的指令后, 控制输出回路中 H 桥中相应 IGBT 的导通和关断, 可模拟电池组的充电或放电过程。该恒流源的电流输出 $0 \sim 500A$ 连续可调, 电流调节精度为 $0.1A$ 。因此, 在进行 BMS 测试时, 可将 BMS 的电流传感器连接在恒流源输出回路中 H 桥电路的两个中点之间, 不仅能够测试 BMS 的充放电电流采集功能, 而且可以验证电流传感器的好坏和精度。

[0047] 同样地, 为了实现电池组温度信号的真实模拟, 选用 TC-ME-025 小型高低温恒温箱来模拟电池组内部的温度, 可控温度范围 $-20^{\circ}\text{C} \sim +120^{\circ}\text{C}$, 温度波动为 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$, 可控湿度范围 $30 \sim 95\% \text{ RH}$, 能满足动力电池组温度模拟的需要。恒温箱通过 CAN 总线接收测试平台主控电脑发送的温度调节命令, 并根据该温度命令自动调节箱体的温度至设定值。因此, 本发明可以将 BMS 的温度传感器直接放置在恒温箱中, 从而可以很好地完成电池组温度信号的模拟, 并能测试传感器及温度采集系统的精度。

[0048] 高精度电池电压模拟器的输出连接至待测试的 BMS, 可为 BMS 测试提供电池组的单体电池电压信号和电池组的总电压信号。BMS 的充放电电流传感器连接在高精度大电流恒流源的输出回路, 可模拟电池组的充放电电流。BMS 的温度传感器通过恒温箱上开的小孔放入到恒温箱的恒温室中, 可模拟电池组内部的温度信号。BMS 的输出端连接在测试平台 CAN 总线上, 可将采集到的电池组数据传回测试平台主控电脑进行数据采集精度评估。BMS 的输出端还连接在电池箱冷却装置上, 当监测到电池组过热时 BMS 可启动电池箱风冷装置。此外, BMS 的输出端还连接着车载继电器组, 可根据接收到的整车控制器的指令模拟电池组高压上电过程等操作。

[0049] 整车控制器模拟装置可用于模拟整车与 BMS 之间的数据通讯, 主要作用是检验 BMS 与整车的通讯是否正常, 能否按照整车的指令执行相应的各种操作。

[0050] 在测试平台主控电脑内部的存储器中存储电池组工作状态模式, 分为静态工作模式、静态故障模式、动态工作模式、动态故障模式等。电池组工作状态模式是一组工作过程中电池组可能会出现的一个电压、电流和温度序列。

[0051] 每一种工作状态模式下电池的输出电压是不同的, 如静态工作模式下, 电池组的输出电压都在正常的范围内, 对于锂离子电池工作电压为 2.5 到 $4.2V$ 之间, 对于镍氢动力电池在 $7V$ 到 $16.5V$ 之间, 或设置为其它所需的电压区间值。静态故障模式下, 为了模拟电池使用过程中可能产生的过电压、低电压故障状态, 高精度电池电压模拟器的输出电压范围可根据需要模拟的故障进行调节。

[0052] 测试平台的一个应用实例是模拟电池组的输出状态, 并将此状态输出到 BMS 的输入端, 测试 BMS 的功能和性能, 如 BMS 的测量精度, 控制逻辑等。测试时, 首先由用户选择测试平台的工作模式, 测试平台主控电脑根据用户选择的测试模式调用已经存储好的电池组工作模式信息, 确定电池组中包含的各个电池模块的电压、电池组的温度、电池组工作电流等, 然后通过 CAN 总线将这些信息发送到高精度电池电压模拟器、高精度大电流恒流源和高精度恒温箱, 实现电池组总电压、单体电池电压、充放电电流和电池组内部温度等信号的模拟。同时, 测控平台主控电脑接收 BMS 输出的电池组检测数据, 并通过电池组数据采集分

析软件对电池组管理系统的数据采集结果、电池组当前荷电状态的估算结果进行评估，并给出评估结果报告。

[0053] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0054] 图1是BMS测试平台结构示意图。BMS的测试平台包括：测试平台主控电脑(100)、CAN总线(108)、高精度电池电压模拟器(101)、高精度大电流恒流源(102)、高精度恒温箱(103)、待测试的BMS(105)、电池箱风冷装置(106)、车载继电器组(107)，以及车辆控制器模拟装置(109)等组成。除了电池箱风冷装置(106)、车载继电器组(107)，所有的模拟装置都连接在测试平台的CAN总线(108)上。

[0055] 测试平台主控电脑(100)中储存了各种类型电池的电池特性和实验数据，包括但不限于锂离子电池、镍氢电池、铅酸电池、镍镉电池等。通过CAN总线(108)，主控电脑(100)中的电池组数据发送至高精度电池电压模拟器(101)、高精度大电流恒流源(102)和高精度恒温箱(103)，可模拟电池组的单体电池电压、电池组充放电电流和电池组内部的温度。上述电池组的单体电池电压输出至待测试的BMS(105)，为其提供电池组模拟单体电池电压信号和电池组总电压信号。BMS(105)的电流传感器连接在高精度大电流恒流源的输出回路，可实现电池组充放电电流的采集。BMS(105)的温度传感器通过恒温箱上开的小孔放入到恒温箱的恒温室中，可实现电池组内部温度信号的采集。同时，BMS(105)的输出端连接在测试平台CAN总线(108)上，可将测试到的电池组数据传回测试平台主控电脑，并通过电池组电池数据采集分析系统软件进行测试结果评估。BMS(105)的输出端还连接在电池箱风冷装置(106)上，当监测到电池组温度超过其设定值时BMS(105)可启动电池箱风冷装置(106)。此外，BMS的输出端还连接着车载继电器组(107)，可根据接收到的整车控制器的指令真实模拟电池组高压上电过程等操作。

[0056] 整车控制器模拟装置(109)主要用于模拟整车与BMS之间的数据通讯，可检验BMS(105)与整车的通讯是否正常，能否按照整车的指令执行相应的各种操作，从而实现BMS(105)完整性功能验证。

[0057] 高精度电池电压模拟器(101)是本发明的一个核心测试组件，图2为其工作原理框图。高精度电池模拟器(101)通过CAN总线(108)接收测试平台主控电脑(100)发出的电池组数据和指令，并将其转换成电池组的单体电池电压至输出端(2005)。高精度电池模拟器(101)包括大于或等于100路的单体电池电压转换模块。电压转换模块(200)的内部都包括一个光电隔离器(2001)、一个由单片机构成的控制单元MCU(2002)、一个DA转换器(2003)、一个运算放大器(2004)和输出通道(2005)。每一个电压转换模块的CAN接口都是经过光电隔离器隔离后再连接到CAN总线(108)上，这样CAN总线(108)与每一个电压转换模块，以及每一个电压转换模块之间都实现了电隔离，使每一个输出的单体电池电压能够串联起来，从而可以实现电池组总电压的模拟。

[0058] 参照图2，该高精度电池组电压模拟器(101)内部每一个电压转换模块的硬件结构相同，但每个单元内置的序号不同，可通过植入MCU的软件来设置。以单体电池电压模拟单元200为例，MCU(2002)从CAN总线(108)上接收测试平台主控电脑(100)发送的数据，并将该数据中的地址帧信号与自己的地址信号进行比较，如果相符则将相应数据区中的电池组单体电压数据进行计算，然后通过DA转换器(2003)和运算放大器(2004)转换成电压模拟信号。该电压模拟信号的正端为V_{b00+}，负端为V_{b00-}，以此来模拟一个单体电池的

正极和负极。并传送至输出通道(2005),从而实现该单体电池电压的模拟。同样地,其它单体电池电压转换模块201、202、…、299也从CAN总线(112)上接收测试平台主控电脑(100)发送的数据,如果某一帧数据中的地址信息与内置的地址相符,则会将该设定的电池数据按照需要转换成单体电池电压数据并传送至输出通道,来模拟电池组内不同的单体电池的电压。单体电池电压转换模块200输出的负端Vb00-和单体电池电压模拟单元201输出的正端Vb01+相连,单体电池电压模拟单元201输出的负端Vb01-和单体电池电压模拟单元202输出的正端Vb02+相连,…,单体电池电压模拟单元298输出的负端Vb98-和单体电池电压模拟单元299输出的正端Vb99+相连,这样100个单体电池电压模拟单元200、201、…、299构成了电压串联的连接形式,模拟了串联的电池组以及其内部各个单体电池的电压,单体电池电压模拟单元200的正端Vb00+为模拟电池组的总正,单体电池电压模拟单元299的负端Vb99-为模拟电池组的总负。DA转换单元2003、2013、…、2993选用具有14位精度输出的DA芯片,输出电压为0~5V,输出电压精度可达0.0003V,可模拟的单体电池电压范围为0~5V,可模拟的电池组总电压范围为0~500V。

[0059] 图3是高精度大电流恒流源的工作原理框图。高精度大电流恒流源(102)实质上是一个由IGBT构成的逆变开关电源,主要包括控制板(300)、交流220V电源输入端(301)、单相整流桥(302)、滤波用电解电容(303)、半桥电容(304)、IGBT模块(305)、高频变压器(306)、二次整流二极管(307)、待测试BMS的电流传感器(308)、分流器(309)、控制电流传感器(310)、电流表(311)、交流电流传感器(312)、PWM信号驱动板(313)、高频滤波电感(314)和输出回路(315)。控制板(300)包括PWM发生电路(3001)、PID调节电路(3002)、电流误差运算电流(3003)、电流显示电路(3006)、过流过压和过热保护电路(3009),以及光电隔离电路(3008)、CAN通讯电路(3007)、MCU(3005)和D/A转换电路(3004)等电路,并且CAN通讯电路经过光电隔离电路(3008)后连接在测试平台的CAN总线(108)上。输出回路(315)是由4个IGBT开关构成的H桥电路及其控制电路组成,待测试BMS的电流传感器(308)连接在H桥电路的中点。

[0060] 参考图3,单相交流220V电源从输入端(301)输入后,经单相整流桥(302)和滤波用电解电容(303)整流滤波后变成约310V的直流电,再经由半桥电容(304)和IGBT模块(305)构成的半桥逆变电路二次变换为频率为20kHz的高频交流方波,然后再经高频变压器(306)绝缘传递至副边,通过二极管(307)和高频滤波电感(314)二次整流为电流可控的直流电。

[0061] 参考图3,控制板(300)的主要功能是通过PWM发生电路(3001)产生PWM控制脉冲,然后经PWM信号驱动板(313)后控制IGBT(305)开通和关断,从而将整流滤波后的直流电逆变成高频方波。电流传感器(310)将恒流源输出回路的电流I0反馈回控制板(300),大小为I1,与设定的电流信号Ig一起经电流误差运算电路(3003)进行误差运算,然后再经PID调节电路(3002)改变PWM驱动脉冲宽度,从而实现输出电流的闭环调节。设定的电流信号Ig是这样得到的:MCU(3005)经隔离后的CAN通讯电路(3007)接收测试平台主控电脑(100)发送的动力电池组数据,如果某数据帧的地址信息与控制板的地址相符,则对电池组数据帧中的充放电电流数据进行运算,然后通过D/A转换电路(3004)转换成设定的电流信号Ig。

[0062] 参考图3,分流器(309)反馈的电流值I4通过电流显示电路(3006)处理后,再经

电流表 (311) 可实时显示恒流源 (102) 的输出电流 I_0 。交流电流传感器 (312) 用于反馈变压器的原边电流 I_3 , 该电流输入过流保护电路 (3009) 可实现恒流源 (102) 的过流保护。

[0063] 参考图 3, 实际测量时, BMS (105) 的霍尔电流传感器 (308) 连接在输出回路 (315) H 桥电路的中点, 可实现电流传感器 (308) 精度的测量和 BMS (105) 系统电流采样的标定, 从而提高系统的采样精度。根据 BMS (105) 系统电流采样标定的需要, 在恒流源 (102) 的输出回路可以连接多个电流传感器。恒流源 (102) 的电流输出范围 $0 \sim 500A$ 连续可调, 电流调节精度可达 $0.1A$ 。恒流源 (102) 接收测试平台主控电脑发送的充放电的指令后, 控制输出回路 H 桥电路中的 IGBT 导通或关断, 可真实模拟电池组的充电或放电过程。当输出回路 H 桥电路中的开关管 T1 (3151) 和开关管 T3 (3153) 导通时, 电流从左至右流动, 此时电流传感器 (308) 输出的电流信号为正, 可以模拟电池组的充电电流; 当开关管 (3152) T2 和开关管 T4 (3154) 导通时, 电流从右至左流动, 此时电流传感器 (308) 输出的电流信号为负, 可以模拟电池组的放电电流。

[0064] 图 4 为高精度恒温箱的结构示意图。高精度恒温箱 (103) 主要包括: TC-ME-025 小型高低温恒温箱 (402)、接口转换电路 (401), 并且恒温箱 (402) 通过接口转换电路 (401) 连接在 CAN 总线 (108) 上。TC-ME-025 小型高低温恒温箱 (402) 可控温度范围 $-20^{\circ}C \sim +120^{\circ}C$, 温度波动为 $\pm 0.3^{\circ}C$, 可控湿度范围 $30 \sim 95\% RH$, 并且具有远程数字接口, 可远程设定和监控恒温箱的温度。工作时, 接口转换电路 (401) 接收 CAN 总线 (108) 上的数据帧, 如果某数据帧中的地址信息与内置的地址相符, 则读取该数据帧, 并将其中的温度命令转换成恒温箱 (402) 能识别的数据格式, 然后发送至恒温箱 (402)。恒温箱 (402) 根据接收到的温度命令自动调节箱体的温度至设定值, 从而实现温度的远程设定。同样地, 恒温箱的实时温度数据也可以传送回测试平台的主控电脑 (100)。

[0065] 参考图 4, 实际测量时, BMS (105) 的温度传感器通过恒温箱 (402) 上开的小孔放入箱体内部, 可模拟电池组内部的温度信号。温度传感器的数量不限, 可模拟多个温度点。

[0066] 图 5 为 BMS 结构示意图。BMS (105) 包括电池组总电压输入 (501)、单体电池电压输入 (502)、温度传感器 (503)、电流传感器 (504)、总电压采集单元 (505)、单体电压采集单元 (506)、温度采集单元 (507)、电流采集单元 (508)、主控 MCU (509)、控制信号 (510)、光电隔离电路 (511)。电池组总电压输入 (501) 为高精度电池电压模拟器 (101) 的总正输出端 VB200+ 和总负输出端 VB299-。单体电池电压输入 (502) 为高精度电池电压模拟器 (101) 的 1 号至 100 号电池电压输出。温度传感器 (503) 为一个或多个温度传感器, 通过恒温箱 (402) 上开的小孔放入箱体内部, 来模拟电池组内部的温度。电流传感器 (504) 为一个或多个电流传感器 (308), 连接在高精度大电流恒流源 (102) 的输出回路中, 来模拟电池组的充放电电流。主控 MCU (509) 一方面控制总电压采集单元 (505)、单体电压采集单元 (506)、温度采集单元 (507) 和电流采集单元 (508) 完成对电池组总电压、单体电池电压、温度信号和电流信号的采集, 并且以这些数据为基础对电池组的剩余电量 (SOC) 等进行估算, 然后通过 CAN 总线 (108) 将上述采集和估算的电池组数据发送回测试平台主控电脑 (100), 以完成 BMS 的测试评估; 同时, BMS 还接收 CAN 总线上的数据帧, 如果某数据帧的地址信息与内置的地址相符, 则接收整帧数据, 并按照数据中的指令产生相应的控制信号 (510) 并执行各种操作, 比如控制车载继电器组的接通和断开, 模拟电池组高压上电操作过程。

[0067] 图 6 是整车控制器模拟装置 (109) 的原理图, 包括一个主控制单元 (602), 一个

CAN 收发控制器 (601)。在主控制单元中存储有模拟整车控制算法。该整车控制算法主要包括高压动力电池组上、下电逻辑,各种循环工况下动力电池组输出功率曲线等等。在本发明中,整车控制器模拟装置 (109) 的主要作用是检验 BMS(105) 与整车控制器之间的通讯是否正常,主要包括 BMS(105) 发送的动力电池状态信息和计算结果是否能够顺利发送到整车控制器模拟装置 (109), BMS(105) 能否正常接收到整车控制器模拟装置 (109) 发来的各种控制指令,并且检验 BMS(105) 是否按照整车控制器的指令执行各种相应的操作。

具体实施例:

[0068] 下面结合实施例说明本发明的具体实施方法:

[0069] 实施例 1、纯电动轿车用锂离子 BMS 的仿真测试。

[0070] 纯电动轿车用锂离子 BMS 的仿真测试主要包括电池组数据采样精度测试和 SOC 估算精度测试,以及常见的电池组故障测试等。

[0071] 电池组数据采样精度测试的流程如图 7 所示。测试平台主控电脑根据用户的设置通过 CAN 总线输出电池组特性数据,包括电池组的单体电池电压设定数据、充放电电流设定数据和电池组温度设定数据。同时,上述电池组特性数据还输出至电池组数据采集分析软件,以同 BMS 采样数据进行比较分析。高精度电池电压模拟器接收单体电池电压设定数据后,将数据转换成对应的单体电池电压和电池组总电压信号;高精度大电流恒流源接收电流设定数据后,将其输出电流调整为设定的电流值;高精度恒温箱接收电池组温度设定数据后,自动调节恒温箱内的温度至设定温度。

[0072] BMS 的单体电池电压采集单元接收并采集各单体电池的电压,总电压采集单元接收并采集电池组总电压,电流采集单元通过连接在恒流源输出回路的电流传感器采集电池组的充放电电流,温度采集单元通过放置在恒温箱中的温度传感器采集电池组内部的温度。上述采集到的电池组数据将通过 CAN 总线发送回测试平台主控电脑,与设定的电池组特性数据一起输入电池组数据采集分析软件进行比较分析。数据分析完成后,该软件会输出 BMS 的电池组数据采样精度测试结果报告。

[0073] 电池组控制器 SOC 估算精度的计算方法如图 8 所示,测试平台主控电脑根据测试规程向高精度电池电压模拟器、高精度大电流恒流源和高精度恒温箱发送一个电池电压、电流信号、温度信号序列。这些信号是周期发送的,发送周期由用户设定 (10ms 到 1 秒),信号的幅值根据测试平台主机内部预先设好的电池模型设定。在测试平台主控电脑内部预先存储了若干类似的电池充放电曲线,测试时根据用户的需要调用某一充放电曲线,由高精度电池电压模拟器、高精度大电流恒流源和高精度恒温箱等即可模拟电池组的电池电压、充放电电流和电池组内部的温度等。

[0074] 电池组的 SOC 基准值是在测试平台主控电脑中根据输出的电池组特性数据,采用预先存储的电池组充放电曲线计算得到的。BMS 计算的 SOC 是由嵌入在 BMS 内部的 SOC 估算方法计算得到的。将 BMS 的计算结果与测试平台主控电脑的计算结果进行对比,就可以得到 BMS 的 SOC 估算精度。用这种方法可考察 BMS 的 SOC 估算精度能否满足电动汽车的使用要求。

[0075] 需要说明的是,测试平台输出的电池组特性曲线还可以模拟电池在电动汽车运行时的工作状态。如当电动汽车急加速时,电池电流增大,电池电压减小。这种工作状态的模

拟都可以通过测试平台主控电脑计算并模拟出来。

[0076] 与用实际电池构成的电池组测试 BMS 性能的方法相比较,采用 BMS 测试平台还可以模拟电池的很多极限状态,如电池长时间处于过充电状态,电池处于高温状态下的充电等情况,这些工况如果用实际的锂离子电池或镍氢电池模拟时,可能会造成电池的损坏或发生起火、爆炸等危险。

[0077] 采用 BMS 测试平台的另外一个优点在于测试的重复性好,实际电池使用一段时间后性能可能发生变化从而影响 BMS 的测试和标定结果。

[0078] 实施例 2、混合动力电动车用镍氢动力电池组控制器仿真测试方法。

[0079] 本发明的另外一种实施例是用于测试一种动力电池组管理系统,该 BMS 用于管理镍氢动力电池,BMS 与镍氢动力电池组一起用于混合动力电动车。

[0080] 混合动力电动车镍氢动力电池组一般由 120 支到 280 支单体电池构成,总电压范围为 100 到 500V,每一支单体电池的工作电压范围为 0.7 到 1.65V。一般情况下,先将 5 到 10 支电池单体串联成电池组模块,然后再将模块串联起来构成整个动力电池组。

[0081] BMS 测试平台是通过下面的方法模拟镍氢动力电池组的:根据镍氢动力电池组中每一个模块中单体电池的数量,计算模块电池的电压范围,如采用 5 支单体构成的模块,工作电压范围约为 3 ~ 10 伏。因此可采用图 2 所示的电池电压模拟器中的两个输出通道串联起来作为一路输出,模拟一个镍氢动力电池模块。

[0082] 该实施例的测试方法如图 1 所示,首先将 BMS 的电池电压输入端连接在高精度电池电压模拟器的输出端,然后将 BMS 的电流传感器连接在高精度大电流恒流源的输出回路中,再将 BMS 的温度传感器放置在高精度恒温箱中,BMS 的 CAN 总线连接在测试平台的 CAN 总线上,BMS 的输出端连接在车载继电器组控制线包的输入端,BMS 的另一组输出端连接在电池箱风冷装置的控制输入端。

[0083] 在测试平台的 CAN 总线上连接测试平台主控电脑、高精度电池电压模拟器、高精度大电流恒流源、高精度恒温箱和待测试的 BMS,以及整车控制器模拟装置等。

[0084] 使用测试平台测试 BMS 对于电池组故障诊断的算法是否正确的实施方法是:通过测试平台主控电脑向高精度电池电压模拟器发送一组故障模拟指令,如图 9 所示,模拟 3 号电池电压过低的故障的情形,高精度电池电压模拟器的输出端连接在 BMS 的输入端,以考察 BMS 对此故障的诊断结果。

[0085] 对于另外的一种故障,如“电池组充电过程中温度过高”的故障,使用测试平台的模拟方法是:将 BMS 的温度传感器中的一个或多个放置到高精度恒温箱中,然后测试平台主控电脑向高精度恒温箱发送模拟故障温度的指令,则高精度恒温箱根据该指令调节箱体内的温度,例如将温度调节为 60 摄氏度时,BMS 检测到该信号后,应当输出电池组温度过高的报警信息。依此来判断 BMS 的故障诊断方法是否满足混合动力电动车辆的使用要求。

[0086] 测试评价 BMS 的 SOC 估算策略的实施方法如下:

[0087] 测试平台主控电脑根据测试规程向高精度电池电压模拟器、高精度大电流恒流源和高精度恒温箱周期性地发送电池电压、充放电电流、电池箱内部温度等数据序列,这些电池组特性数据序列是根据预先存储在模拟平台主机中的该种类电池(如镍氢电池或锂离子电池)的数学模型得到的。根据电池组的数学模型,测试平台主控电脑能够精确地确定所模拟的电池组的 SOC 的基准值,将 BMS 的输出结果与该基准值相比较就可得到 BMS 的 SOC

估算精度。

[0088] 更进一步地,测试平台主控电脑中的电池组充放电电流模型可以根据混合动电动车运行过程中电池组电流变化曲线进行设定,以考察 BMS 在混合动力电动车运行过程中的估算精度。

[0089] 本发明可用于测试电池管理系统的功能、性能参数,还可用于测试电池管理系统的可靠性、寿命等,本发明还可用于电池管理系统的研究、开发和测试。

[0090] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

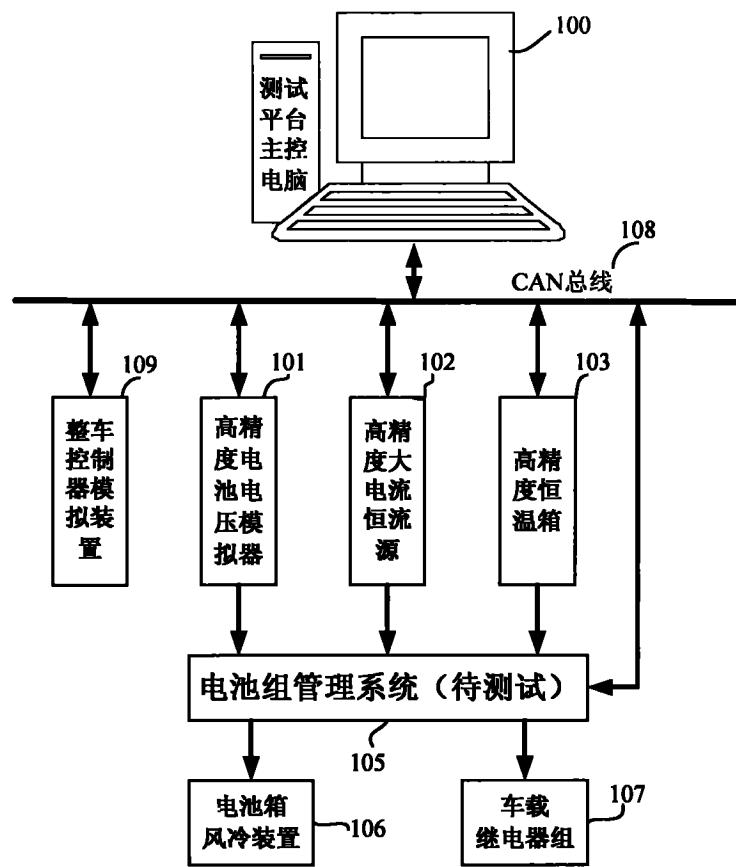


图 1

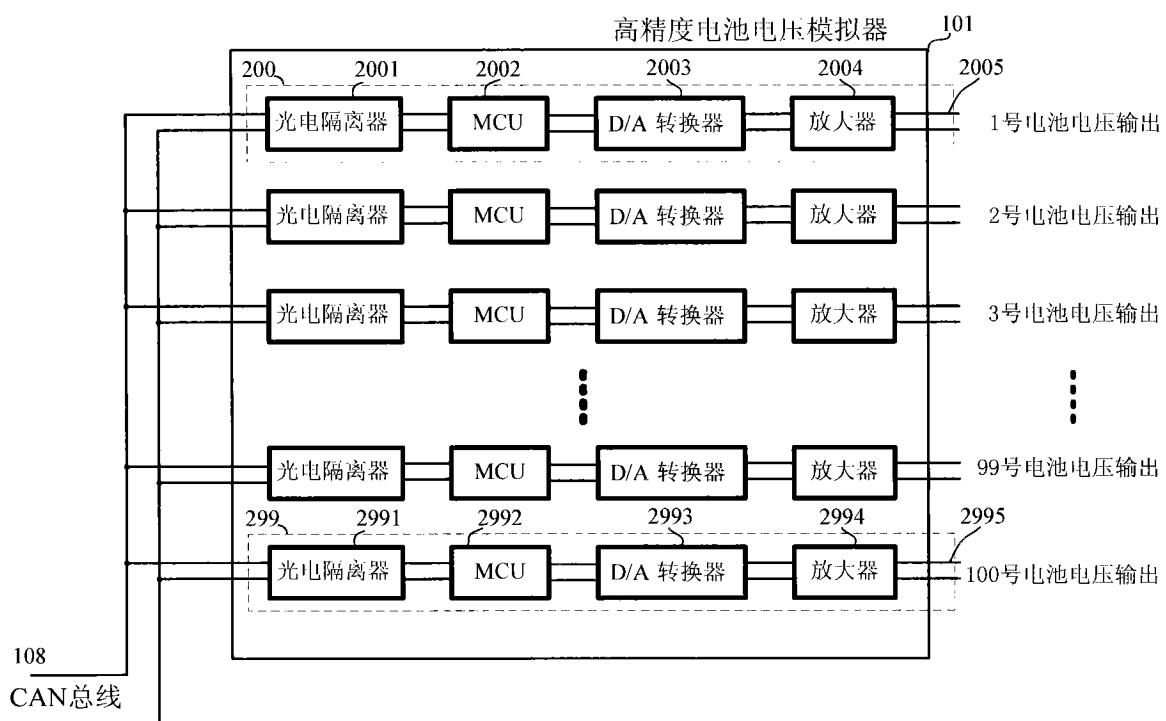


图 2

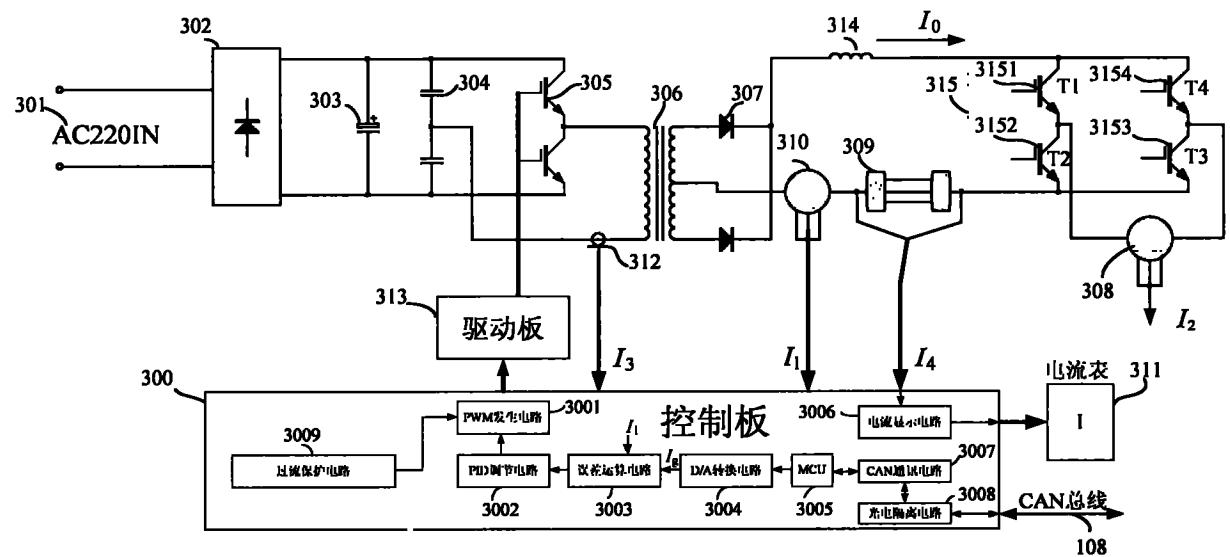
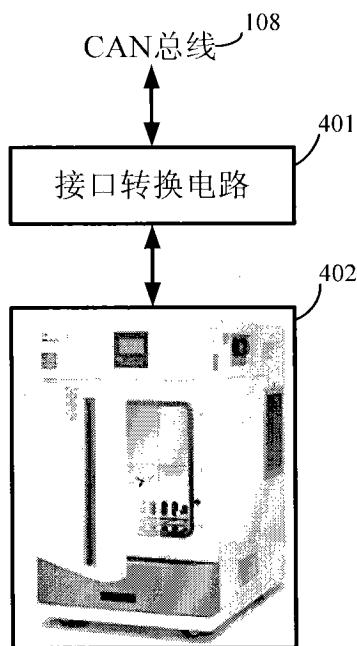


图 3



TC-ME-025小型高低温恒温箱

图 4

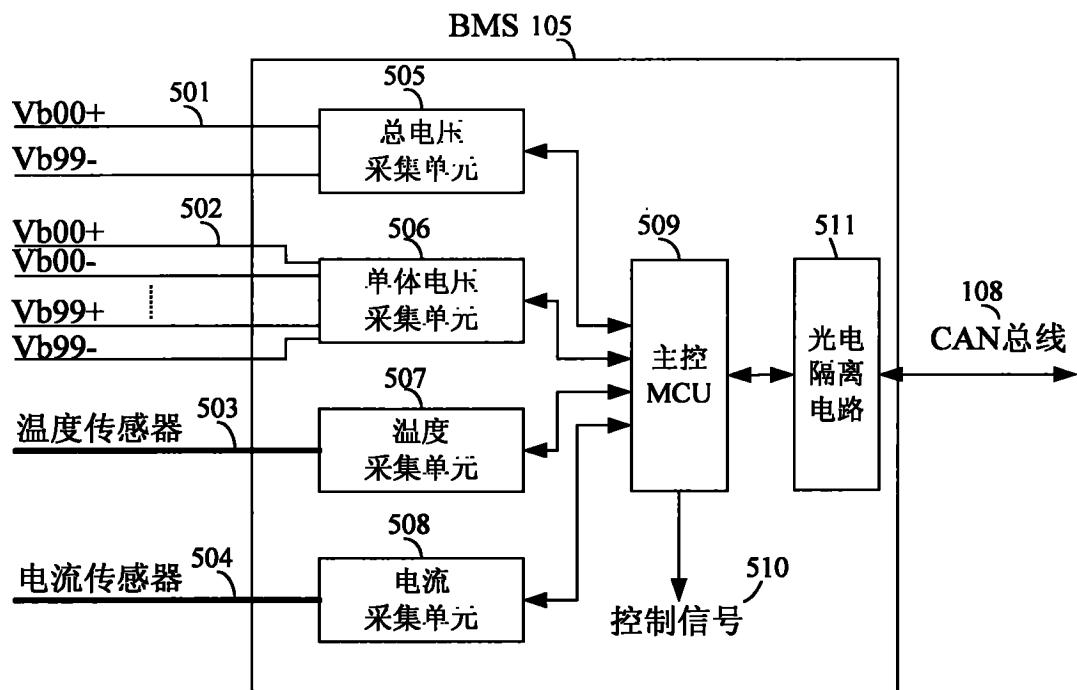


图 5

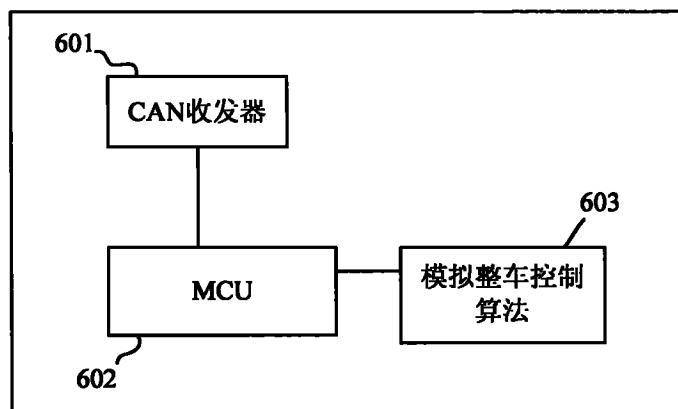


图 6

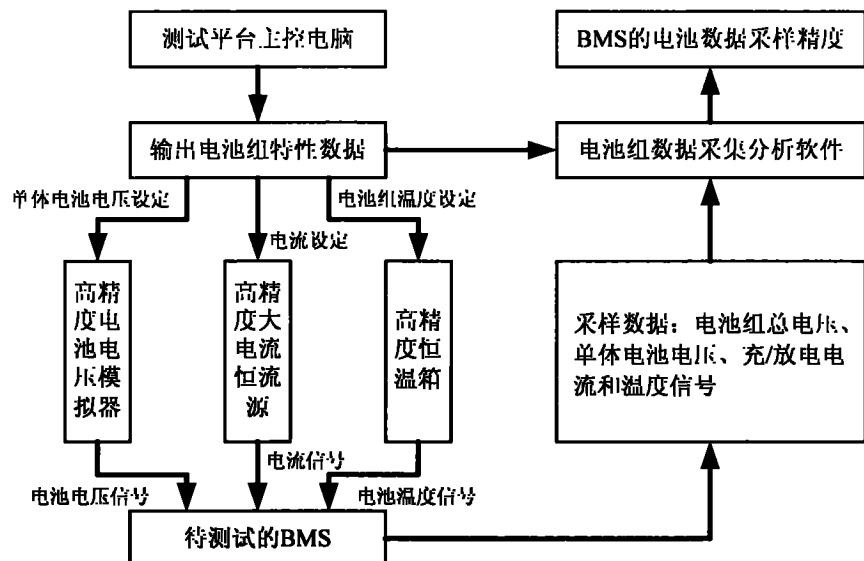


图 7

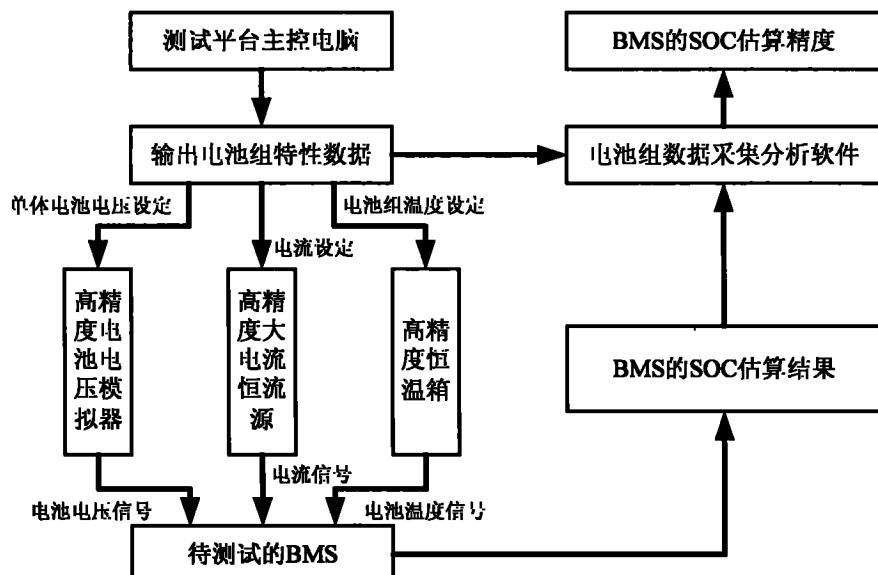


图 8

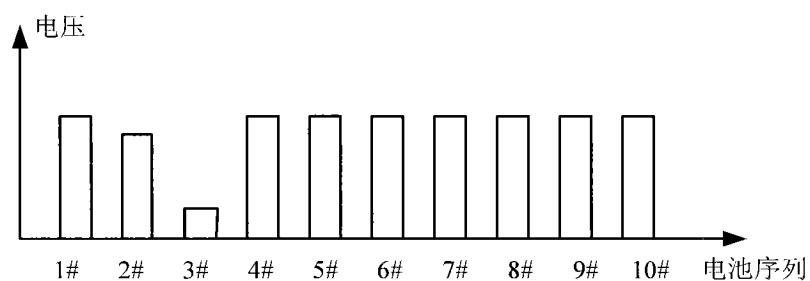


图 9