

基于 LabVIEW 的蓄电池测试实验平台设计与实现

杨柯 陈则王 赵晓兵 杨丽文

(南京航空航天大学自动化学院 南京 211106)

摘要: 随着移动性电子设备的广泛应用和电池技术的不断发展,蓄电池的测试实验平台在电池的研究探索过程中显得越发重要。为了实现实时监控蓄电池的电压、电流、温度等数据,以及蓄电池的充放电状态切换的功能,设计了一种基于 LabVIEW 的蓄电池测试实验平台。实验平台由硬件和软件两部分组成,首先从数据采集卡接口电路和充放电状态切换电路等硬件电路详细介绍了系统的硬件组成。平台采用基于 LabVIEW 进行上位机开发,其次从电子负载通信模块和数据采集与数字量输出模块等方面阐述了系统的主要软件组成。最后实验表明,平台具有良好的实时测试功能,能实时监控蓄电池的健康状态。

关键词: 蓄电池;实时监控;数据采集;软件系统设计

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.4030

Design and implementation of battery test experiment platform based on LabVIEW

Yang Ke Chen Zewang Zhao Xiaobing Yang Liwen

(College of Automation Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 211106, China)

Abstract: With the continuous development of battery technology and extensive application of mobile electronic devices, battery test experimental platform becomes more important in the study of the process of exploring battery. In order to achieve real-time monitoring of the battery voltage, current and temperature data, and the charge-discharge state of the battery switching function, a design based on LabVIEW battery test experimental platform. Experimental hardware and software platform composed of two parts, the first data acquisition card interface circuit and the charge-discharge state of the switching circuit introduces hardware circuit hardware composition. The platform uses LabVIEW to develop the host computer, and then the main software components of the system are described from the aspects of electronic load communication module and data acquisition and digital output module. Finally, the experiment shows that the platform has a good real-time test function, which can monitor the health status of the battery in real time.

Keywords: battery; real-time monitoring; data acquisition; software system design

0 引言

随着现代科学技术的高速发展,电子产品在人们的日常生活中扮演着至关重要的角色,蓄电池的健康状态关系着一个电子产品能否正常使用,所以准确快速的监测电池的电压、电流和温度等参数有着非常重要的意义^[1]。当前很多电池状态监测存在精确度低、时效性差、成本高等问题,不能安全高效的测量电池的健康状态^[2-4]。文献[5]设计了一种基于 LabVIEW 的单节锂离子电池测试系统,利用 NI myDAQ 设备实现电池端电压、电流和温度的采集。文献[6]设计了一种基于 PXI 硬件架构的高性能大功

率电池管理测试平台,兼具高性能和低成本的特点,但此方法实现复杂,操作难度高。文献[7]设计了一种嵌入式技术的太阳能电池测试系统,该方法测试精度低,稳定性较差。本文设计了一种基于 LabVIEW 的蓄电池测试实验平台,该实验平台由硬件和软件两大部分组成^[8],其中,硬件系统主要由计算机和电子负载、数据采集卡等设备组成^[9],计算机和其他平台硬件的连接,给测试平台予以基层硬件加持;测试平台建立在 Windows 操作系统之上,选择 LabVIEW 进行开发,通过 PCI 数据总线、RS232 等接口方式将计算机与硬件测试设备连接,以此完成蓄电池电压、电流等实时数据的采集、存储和显示,以及蓄电池的测试工况控制。

1 硬件设计

1.1 系统总体设计方案

本文设计的测试平台关键作用是完成电池在预设条件下的电池充电和放电实验,然后在线采集电池电流、电压等数据,将数据进行存储、显示和处理^[10]。平台的硬件系统主要由计算机、电源、恒温箱、电子负载、PCI数据采集卡接口电路以及充放电状态控制电路组成。

实验平台的测试流程分为4个步骤:1)测试之前,计算机将命令传送到电子负载上,设定实验的工作状态;2)利用PCI数据采集卡的数字输出(DI)决定继电器(S1~S4)闭合和断开,以实现步骤1)中的工况条件,完成充放电的切换;3)计算机通过PCI数据采集卡的模拟输入(AI)在线采集电压、电流和环境温度等实验数据;4)对数据进行处理。工作原理如图1所示。

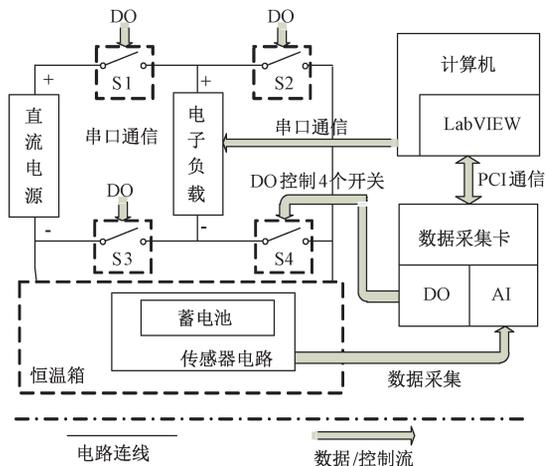


图1 测试平台系统工作原理

1.2 PCI数据采集卡接口电路

该电路主要由温度、电流和电压的采集电路组成,它的主要功能是把采集到的电流、电压以及环境温度等数据以模拟量的形式传送到PCI的AI接口^[11]。该电路选择了型号为ISO EM U2-P4-O5-T的磁电耦合隔离放大器,该放大器有良好线性度和温漂特性,可用的电压范围为0~+10 VDC,精度为0.1%,满足蓄电池工作状态下的电压变化。

在采集蓄电池工作电流时,不能影响本来的电流信号,所以选择互感式的方法采集电流。本硬件系统使用型号为CSM010G的霍尔闭环电流传感器,可测的电流范围为0~10 A,精度较高,满足实验所需的条件。另外,它的额定输出电流为10 mA,因为PCI的AI接口输入电压范围是:0~10 V,故该传感器需要串联一个定值电阻使用。本系统选择了AD592CN型温度传感器采集环境温度^[12],其优点是被测对象的实际温度和输出电流之间存在着不错的线性关系。因为传感器的输出量是一种电流信号,因此同样要

串联定值电阻之后使用。

1.3 充放电控制电路

充放电控制电路主要包括S1、S2、S3、S4 4个继电器和对应的驱动电路,以图1所示的方式与其他测试设备连接,形成了充放电回路。当继电器S1、S4闭合,S2、S3断开时,形成一个放电状态回路;当继电器S2、S3闭合,S1、S4断开时,形成一个充电状态回路;当S1、S2、S3、S4同时断开时,蓄电池进入静置状态。

2 软件设计

LabVIEW是一种使用图形化符号编程的程序语言,可以很方便的创建用户界面,具有操作简单、快速开等优点,现如今已经普遍应用于测试、控制和仿真等领域^[13]。由于上述特征,并根据测试平台的特征和功能,使用软件LabVIEW进行开发。

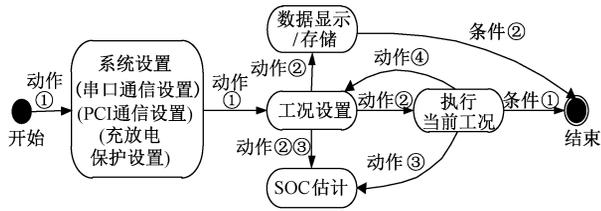
2.1 系统的总体设计方案

1)软件的总体设计思路

软件设计方案为:(1)设计参数设定功能,用来完成测试时的参数的初始化任务^[14];(2)设计基本控制模块,实现对硬件电路和其他辅助性设备的控制^[15];(3)根据基本测试的流程,设计不同项实验对应的控制程序模块,并编写相应的程序代码。

2)软件有限状态机设计

有限状态机是编程领域内一种非常重要的工具,主要作用是表示各种来自外界事件的响应,以及在整个周期内所经历的状态序列。为了完成软件的基本功能,以系统在不同时间下实现不同的任务为标准,完成状态划分,步骤如图2所示。



转移动作或条件备注

动作①:默认 动作③:同步SOC估计 条件①:工况结束或手动停止
动作②:开始性能测试 动作④:工况刷新 条件②:触发充放电保护

图2 有限状态机转移图

3)软件人机界面设计

测试平台软件主界面如图3所示。

2.2 软件模块设计

根据软件总体设计方案,设计软件各个模块,并编写相对应的程序。软件设计中最主要的模块为电子负载通信模块、PCI数字量输出与数据采集模块和多模块融合部分,其他功能模块都是以上述3个模块为基础实现的。

1)电子负载通信模块

该模块的主要功能是满足各种蓄电池的工作状态,选



图 3 测试平台软件主界面

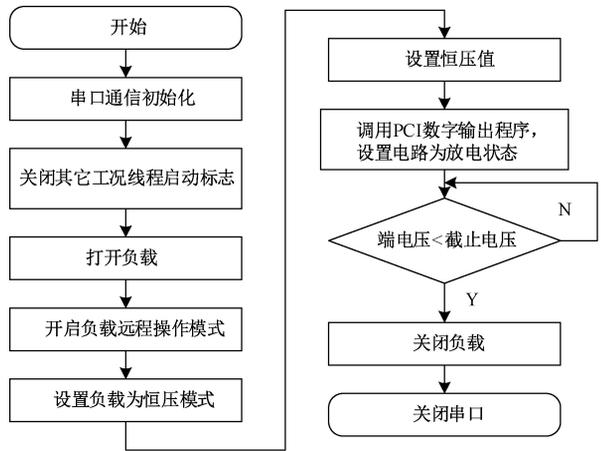


图 4 数据采集程序流程

取型号为 IT8512C+ 的直流可编程电子负载。接着以恒流 (CC) 放电的情况为例, 详细阐述电子负载通信模块的功能, 程序流程如图 4 所示。

恒流放电的主程序是平铺式的顺序结构, 该程序由 3 帧组成, 如图 5 所示。第 1 帧是计算机通过串口将设备进行初始化, 同时将电子负载调成“远程操作模式”; 第 2 帧主

要有 2 个作用, 分别是激活电子负载, 使其工作, 和对所有任务的启动状态进行初始化, 设为非激活状态; 第 3 帧是计算机通过串口将电子负载调为电流工作模式, 输入电流大小。同时, 4 个继电器进入放电状态。

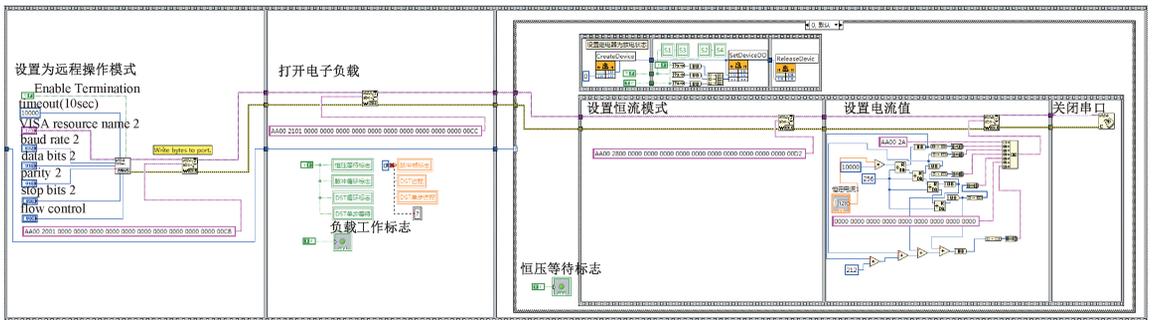


图 5 恒流放电程序

动态压力测试的过程与恒流工作过程原理大体上相同, 但是过程比较困难, 它的难点是测试中的充电放电状态、电流和时间都必须得到, 接着在相应的时刻发出命令, 详细过程不再描述。

2) PCI 数据采集与数字量输出模块

PCI 数据采集与数字量输出模块的主要功能通过继电器开关和闭合来控制电路的充放状态和采集实时数据, 选用的数据采集卡为阿尔泰 PCI-2003。

(1) 采集传感器数据, 图 6 所示为数据采集的程序流程。主程序是平铺式的顺序结构, 由 4 帧组成, 如图 7 所示。第 1 帧是设备句柄的创建, 以此控制数据采集卡; 第 2 帧将是数据采集卡进初始化, 初始化采样频率和通道选择; 第 3 帧是采取“非空读取”的方式, 得到数据采集卡中的数据, 并将其转换为要求的格式; 第 4 帧是将设备句柄释放。

(2) 数据采集卡的 DO 输出, 其主要的程序是一个平铺式的顺序结构, 如图 8 所示, 由 3 帧组成: 第 1 帧是设备句

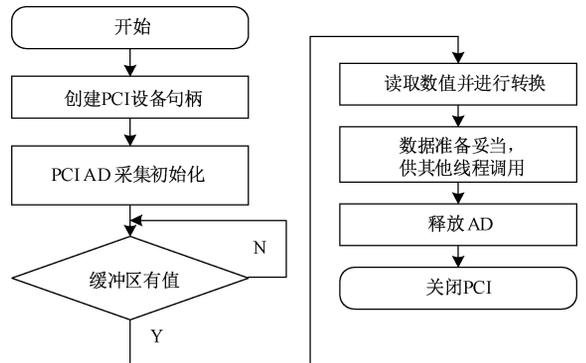


图 6 恒流放电条件下的流程

柄的创建, 以此控制数据采集卡; 第 2 帧是通过继电器的开关状态来控制充放电; 第 3 帧是释放句柄。

3) 多模块融合设计

上述程序都是应用与不一样的 while 循环, 隶属于不同的线程, 这样的方案能够更好的将编程模块化, 使不同

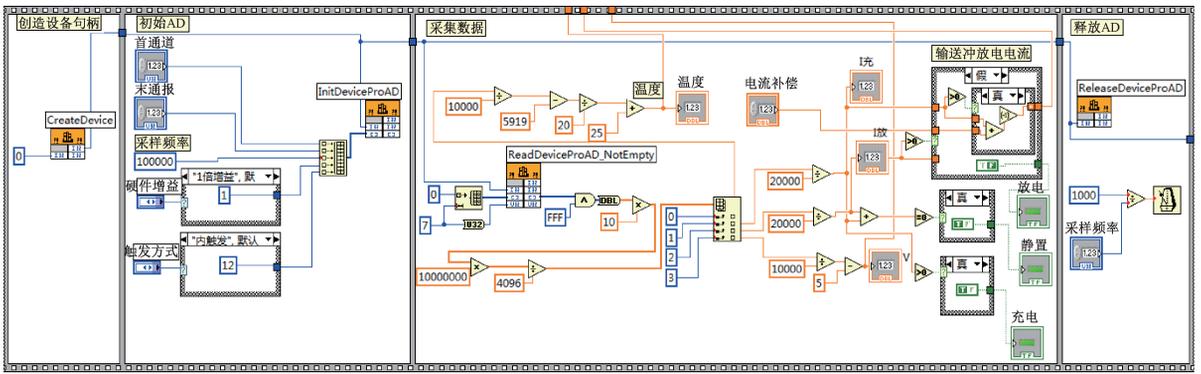


图 7 数据采集程序

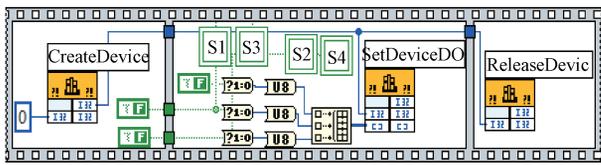


图 8 充放电状态切换程序

功能的实现更为简单,不过这种设计同样让线程之间通信出现一些问题。问题有两个,一是在一个 while 循环之中,出现有 2 个通信线程;二是在不同 while 循环之中,出现 2 个通信线程。

对于问题 1 而言,使用消息队列,如图 9 所示,程序的基本内容为:(1)在两个线程之间,创建一个队列引用;(2)将一个线程中得到的数据全部压入队列;(3)从另 1 个线程中得到的数据,在队列中将该数据删除,图 9 中数据的传递方向如箭头方向所示。

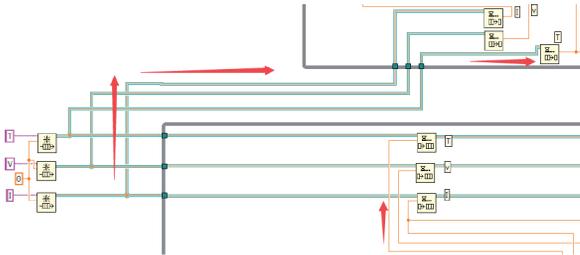
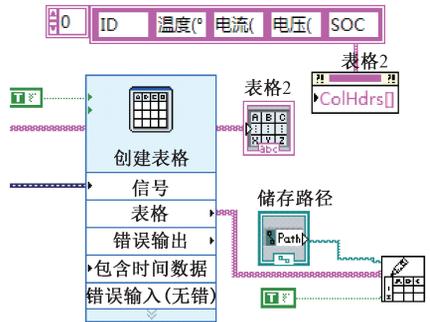


图 9 消息队列通信程序

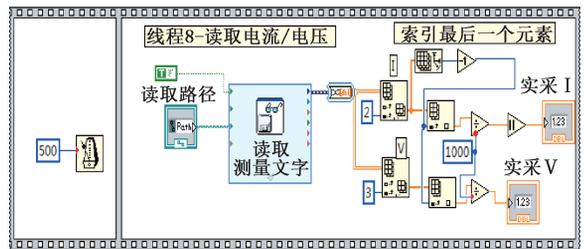
对于第 2 种情况而言,采取访问公共存储空间的方式解决该问题,如图 10 所示,程序主要由以下两个部分组成,一是把采集得到的数据存入硬盘中,如图 10(a)所示;二是对硬盘分时间段扫描,得到新的数据,如图 10(b)所示。

3 系统测试

恒流放电实验在环境温度 25 °C 的条件下进行,其主要过程为:在电量充满时,蓄电池恒流放电,放电倍率为



(a) 将数据存入硬盘

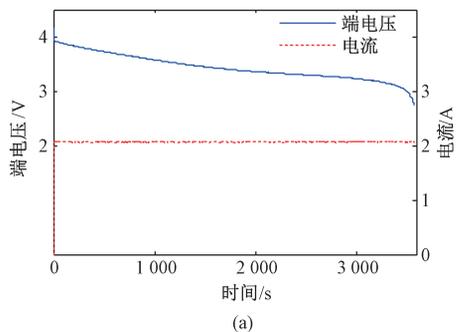


(b) 对硬盘分时段扫描

图 10 公共存储空间通信程序

1C。当端电压比截止电压低时,放电停止,得到的数据如图 11(a)所示。

复杂工作状态实验在环境温度 25 °C 的条件下进行,其主要过程为:在电量充满时,蓄电池恒流放电,放电倍率为



(a)

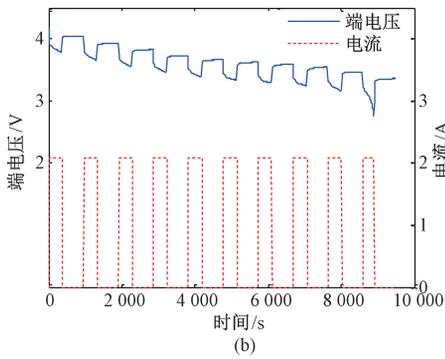


图 11 实验数据图

为 1C, 放电时间为 360 s, 使其脉冲间的电池剩余电量间隔为 0.1, 然后放置 600 s, 端电压的变化率低于 1 mV/min, 循环放电, 当端电压比截止电压低时, 放电停止, 得到的数据如图 11(b) 所示。

实验结果表明, 蓄电池的电压和电流的测试数据具有较高的实时性, 数据的测试精度满足对电池进行健康状态估计的要求, 系统的性能到达预期结果。相较于现如今国内外的其他方法, 本文阐述的方法更为简便, 易操作, 自动化水平较高。

4 结 论

本文采取有限状态机的设计思路, 不仅具有较高的实时性, 而且易于操作和维护。设计中, 为了保证测试精度, 选用 PCI 数据采集卡、高精度的霍尔闭环电流传感器等硬件设备, 采用了模块化设计、多线程多处理设计以及多模块融合等技术, 满足了蓄电池电压、电流、温度等数据的实时监控, 在社会生产中具有较高的实用性。该平台可以完成各种工况条件下的电池测试实验, 为电池的性能测试、剩余电量预测和剩余寿命估计等方面提供了方便, 大大提高了相关实验的效率与自动化管理水平。

参考文献

[1] 文玲锋, 李娜, 白恺, 等. 大容量锂电池储能系统容量测试方法研究[J]. 华北电力技术, 2015(1): 41-44, 64.

- [2] 刘颖, 陆宁. 基于 LabVIEW 与 Simulink 混合编程的光伏发电系统仿真[J]. 电源技术, 2016, 40(10): 1987-1989.
- [3] 徐波, 邱丰, 王光伟. LabVIEW 与 EPICS 数据采集及应用研究[J]. 电子测量技术, 2013, 36(3): 71-75, 88.
- [4] 刘泽元. 飞机蓄电池测试技术研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2015.
- [5] 姜志鹏, 阎浩, 陈正宇, 等. 基于 LabVIEW 的锂离子电池自动测试系统[J]. 电源技术, 2015, 39(12): 2598-2601.
- [6] 黄瑞, 赵春莲, 明鑫, 等. 电池管理系统测试平台设计与实现[J]. 自动化与仪表, 2017, 32(1): 62-67.
- [7] 黎步银, 刘勇. 太阳能电池测试系统的设计[J]. 仪表技术与传感器, 2016(11): 73-76.
- [8] 赵晓兵. 锂离子电池荷电状态在线估计技术研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2016.
- [9] 吴小蓉, 顾金良, 刘明, 等. 基于 LabVIEW 的 FBG 应变解调信号数据采集与处理方法[J]. 电子测量技术, 2017, 40(11): 166-169.
- [10] 原腾飞, 文伟. 基于 Labview 数据采集系统误差校准的设计[J]. 船电技术, 2017, 37(1): 61-64.
- [11] 程金光, 张荣福, 郁浩, 等. 基于 LabVIEW 的声音数据采集分析系统[J]. 电子测量技术, 2016, 39(2): 94-98.
- [12] 周子骊, 周刚, 钱军, 等. 检测仪器蓄电池测试装置的研制与应用[J]. 电子产品世界, 2016, 23(4): 60-63.
- [13] 乔旭彤, 耿海洲, 董峰. 集中式电动汽车电池管理系统设计[J]. 电子测量与仪器学报, 2015, 29(7): 1019-1027.
- [14] 王树东, 孙野, 梁国栋. 基于 LabVIEW 和 FPGA 在数据采集系统中的开发设计[J]. 自动化与仪器仪表, 2014(6): 64-67.
- [15] 吕东阳, 王显军. 基于 LabVIEW 的电机转台数据采集及监控系统[J]. 测控技术, 2014, 33(4): 75-78.

作者简介

杨柯, 硕士研究生, 主要研究方向为计算机测控技术。

E-mail: 13215569070@163.com