

基于 LabWindows/CVI 的 BMS 测试系统设计

吴 贇¹, 蒋新华², 解晶莹²

(1. 东华大学, 上海 201620; 2. 上海空间电源研究所, 上海 200233)

摘要 随着大型锂离子电池组的逐步应用, 电池组模块化设计成为了热点, 而模块化的 BMS (电池管理系统——Battery Management System) 的性能测试目前还没有成熟的设备可用。为了检测电池组模块 BMS 的性能, 设计了一种基于 LabWindows/CVI 技术的 BMS 测试系统, 采用 RS-232 接口, 由上位机模拟总体控制系统对模块 BMS 进行控制操作, 并对模块 BMS 上报的数据进行分析, 指示电池组的工作状态和故障预警信息。此测试系统可辅助锂离子电池组模块的开发, 具有一定的实用价值。

关键词 锂离子电池组; BMS; LabWindows/CVI 测试系统; 模块化

中图分类号 TM 910.2 **文献标识码** A **文章编号** 1002-087X(2009)07-0621-03

Design of measurement systems for BMS based on Labwindows/CVI

WU Yun¹, JIANG Xin-hua², XIE Jing-ying²

(1. Donghua University, Shanghai 201620, China; 2. Shanghai Institute of Space Power Source, Shanghai 200233, China)

Abstract: With the stepwise application of the large-scale lithium-ion batteries, the modularization design of batteries becomes fashionable. However, the mature test system for BMS of the modularization batteries is not developed. In order to test the BMS of the batteries module, a test system is designed based on LabWindows/CVI. The RS-232 communication is adopted in the system, and the PC is used instead of the general control system which controls the BMS of modularization batteries and receives its data. Moreover, the PC deals with the parameters of the batteries and displays the failure by the window. The test system can be used to accelerate the development of modularization of the lithium-ion batteries, and has a better practical value.

Key words: lithium-ion batteries; battery management system; LabWindows/CVI; test system; modularization

随着锂离子电池组的发展, 电动汽车、大型能源存储系统逐步进入了应用领域。它们都需要多个电池组串并联, 为了整个电池组系统的简单化及方便维护, 电池组的模块化设计成为了必然^[1], 因此大型电池组的模块化设计对提升整个系统的性能至关重要。为了保证锂离子电池组模块的安全, 需要电池组模块管理系统(BMS)对电池组进行参数监控^[2], 而 BMS 性能检测目前还没有专门的测试设备可用。

LabWindows/CVI 是美国 NI 公司开发的基于 C 语言的面向计算机测控领域的虚拟仪器软件开发平台^[3], 它把 C 语言的强大功能同虚拟仪器的软件工具库结合起来, 实现了数据的采集、分析和显示; 包含 DAQ, GPIB, PXI, VXI, RS-232/485 等各种仪器通讯总线标准的所有功能函数, 使得开发者能够驱动不同总线标准接口设备仪器。本文基于 LabWindows/CVI 设计了一种 BMS 性能测试系统, 通过上位机模拟总体控制器对 BMS 进行控制, 以及对 BMS 上报的电池组关键状态信息进行分析, 以测试 BMS 的性能并可同时监测电池组模块的工作状态。

收稿日期: 2009-02-20

作者简介: 吴贇(1976—), 女, 辽宁省人, 讲师, 博士, 主要研究方向为通信电源和信号处理。

Biography: WU Yun(1976—), female, lecturer.

1 系统介绍

本文针对的锂离子电池组模块为电动汽车用电池组模块, 采用磷酸铁锂电池组, 系统由 108 节 30 Ah 单体电池串联而成, 其中每 12 节单体电池串联组成一个模块, 每个模块都有一个模块管理系统, 系统中还有一个总控管理系统, 用于和模块管理系统以及外部整车控制系统、车载充电器通讯联系, 如图 1 所示。

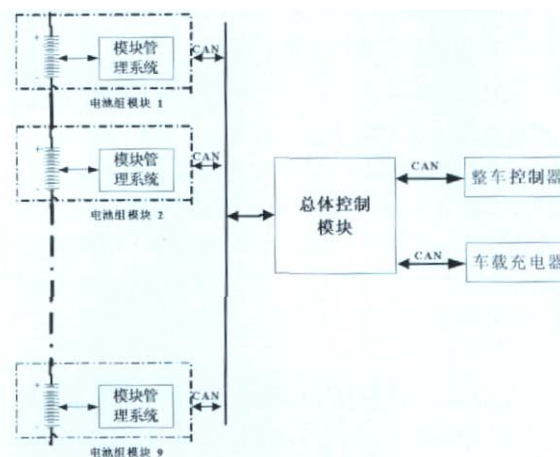


图 1 电动汽车系统原理框图

Fig.1 Schematic diagram of system for electric vehicle

电池组模块管理系统的主要功能是对电池组中 12 节单体电池、6 个温度进行采样,每个温度传感器放在相邻的 2 节单体电池之间。另外由于电池组采用的是串联结构,因此整个回路的电流是相同的,电流检测是在总体控制模块中测试。电池组模块管理系统对这些参数每隔一定间隔采样一次,放置于数据存储区中,等待总体控制模块发来数据请求命令后通过 CAN 总线传送。同时模块管理系统中具有均衡控制的功能,等待总体控制发来可以进行均衡处理的命令后对电池组模块中的各单体电池进行电压判断,决定是否启动均衡功能,否则进入休眠低功耗模式。

本文基于 LabWindows/CVI 设计 BMS 测试系统,用上位机来模拟总体控制系统,测试系统主要有以下几个功能:内部均衡控制、模块间均衡控制、同步控制、休眠控制、数据采集等。内部均衡控制为模块内部各电池启动均衡信号,模块间均衡控制为各电池组模块间均衡信号,同步控制为保证各模块传输的一致性而发送的同步信号,休眠控制为处于停车时发送的低功耗休眠信号,数据采集为总体控制向电池模块定时发送的数据上报请求信号。故障预警区域主要对所采集的数据进行分析处理,每个故障设置 4 级故障,依次为轻微故障、一般故障、严重故障以及重大故障。上位机通过对所采集到的数据与各个故障模式阈值进行比较,如高于阈值则点亮相对应的故障显示灯,该阈值设有一定的回差,当数据低于阈值达到回差时,故障显示灯灭。

由于 LabWindows/CVI 的接口函数库中没有 CAN 总线的函数库,有通用的 RS-232 接口,因此在模块管理系统与上位机之间增加了一个通讯协议转换器(CAN 232 MB),用于 CAN 协议与 RS-232 之间的协议转换,如图 2 所示。

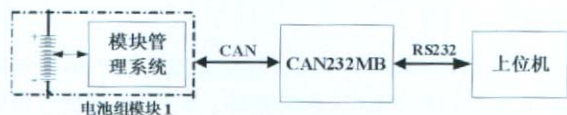


图 2 检测系统示意图

Fig.2 Schematic diagram of detecting system

CAN 总线的波特率为 500 kb/s,串口一般传输速率为 9 600 b/s,为实现串口和 CAN 之间的速率匹配,上位机和电池组上行数据传输采取主从方式:上位机每隔一定间隔发送数据请求帧,电池组收到后上报电池组状态信息。

2 软件设计

测试系统需要完成发送控制命令、周期发送数据请求帧、数据采集、数据处理及数据存储等任务。如果是单线程编程,则需要顺序进行这些工作。测试系统的软件设计采用多线程方式,将任务分给几个单独的线程,既能最大限度地保证数据采集的实时性,又能及时响应用户的其他操作,极大地提高了 CPU 利用率及程序的运行效率。

2.1 多线程编程

LabWindows/CVI 提供了两种高级机制来运行次线程:线程池与异步定时器^[4]。线程池适用于不连续地执行多次或在循环中执行的任务,而异步定时器适用于在固定时间间隔内

执行的任务。测试系统需定期向电池组模块发送数据请求帧。因此,测试系统向串口写数据请求帧采用异步定时器方式,而测试系统读取串口中电池组模块的上报信息采用线程池方式(数据采集线程),另外主线程负责数据处理。

使用多线程设计,数据保护与线程间的通信是需要解决的一个关键问题,否则就会造成应用程序“跑死”。数据请求线程和数据采集线程之间的通信不涉及数据共享,两者之间的通信采用 Windows API 中的事件机制,在初始化中创建数据采集事件(CreateEvent),在数据采集线程中一直等待数据采集事件为有信号才进行数据采集(WaitForMultipleObjects)。当异步定时器中断就发送数据请求帧,同时使数据采集事件为有信号(SetEvent),数据采集线程便进行数据采集。数据采集线程和数据处理线程之间需要传输大批量数据,这两个线程之间的通信采用 LabWindows/CVI 提供的线程安全队列(TSQ)机制。初始化时建立 TSQ 的同时,设置对应于数据处理的回调函数,当数据采集线程向 TSQ 添加一定量数据时,就会触发预先定义好的数据处理响应函数,从而完成相应的数据分析、报警判断、图形显示和数据记录功能。基于多线程技术的程序流程图如图 3 所示,其中初始化步骤包括 RS-232 串口的配置、异步定时器线程的设置、数据采集线程池的建立、TSQ 和 TSQ 回调函数以及数据采集事件的建立。

2.2 Excel 表格驱动

为便于维护和跟踪定位问题,本测试系统利用 LabWindows/CVI 的 ActiveX 控件把电池的状态信息记录到 Excel 2000 表格中。LabWindows/CVI 开发环境提供了使用 ActiveX 控件的标准函数库和开发工具。在标准函数库中,ActiveX Automation 函数库提供了使用 ActiveX 控件的各种功能函数,可以通过这些函数来调用 ActiveX 服务器。

实现 LabWindows/CVI 和 Excel 2000 之间的通信,首先应该建立一个 Excel 2000 驱动器函数库。在 LabWindows/CVI 开发环境下选择 Tools Create ActiveX Automation Controller,然后在 ActiveX 服务控件选择框中选择 Microsoft Excel 9.0 Object Library,将会生成函数对话框,并将其保存为 excel2000.fp。同时在选择的目标目录中还会生成 excel2000.c, excel2000.h, excel2000.obj, excel2000.sub 等四个文件。将 excel2000.fp, excel2000.c, excel2000.h 文件加入工程后,就可以调用生成的函数库。把数据写入 Excel 2000 涉及的主要函数包括:

- (1) 启动和退出 Excel:启动函数 Excel_NewApp()及关闭函数 Excel_WorkbookClose(),清除句柄函数 ClearObj_Handle()。
- (2) 打开 Excel:获取 Excel 工作簿和表格的句柄函数 Excel_GetProperty(),打开 Excel 工作簿函数 Excel_WorkbookOpen(),激活 Excel 工作表函数 Excel_WorksheetActivate()。
- (3) 写 Excel:设置表格操作范围函数 Excel_WorksheetRange(),激活表格操作范围函数 Excel_Range-Activate(),在特定的表格写入数据 Excel_RangeSetItem()。

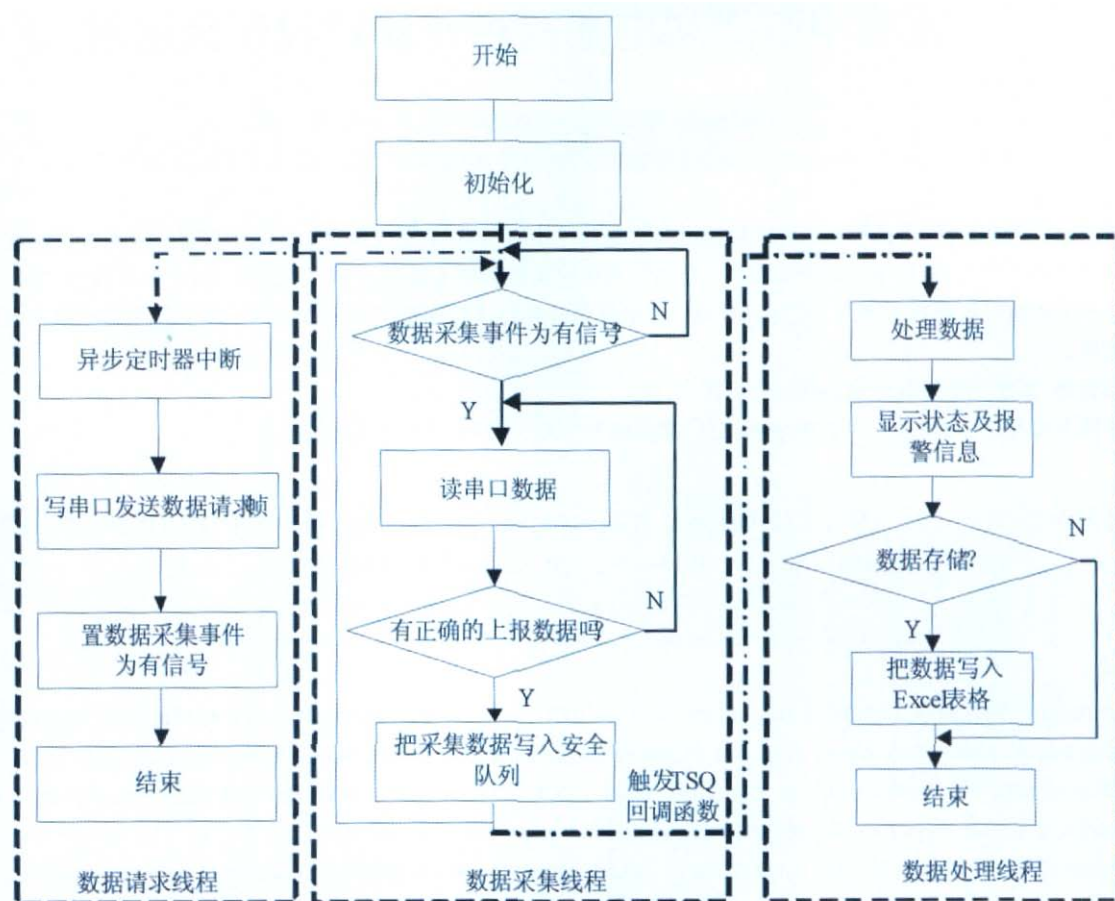


图3 程序流程图

Fig.3 Flow chart of program

3 测试系统的应用实例

LabWindows/CVI 仪器面板如图 4 所示,分为两个窗口:显示窗口与后台窗口。显示窗口用于参数设置以及显示等,后台窗口用于连续存储电池组的各重要参数。显示窗口分为 3 个区域,分别为参数显示区域、系统控制区域以及故障显示区域,其中参数显示区域有电压显示区域、电流显示区域以及电量显示区域。电压以及温度显示区域为柱状图显示,主要显示电流以及电压最大值、电压最小值、电压平均值、温度最大值、温度最小值、温度平均值。另外还有数据存储按键,选择是否需要把上报数据记录到 Excel 表格中。

根据以上设计结合电池组模块进行了实际测量,结果如图 4 所示。由于被测试电池组中的单体电压存在着一定的差异,因此通过测试系统界面可以看到出现压差过大 4 级故障以及单体电池电压过低 4 级故障。

4 结论

基于 LabWindows/CVI 的 BMS 测试系统,采用多线程技术,使得系统可以实时进行数据采集、分析、显示和记录,提高了系统的反应速度和效率,通过窗口化设计可以检测 BMS 的功能以及监督电池组的工作状态进行电池组的故障监测和预警。此测试系统可辅助大型电池组模块的开发,加快开发进度。

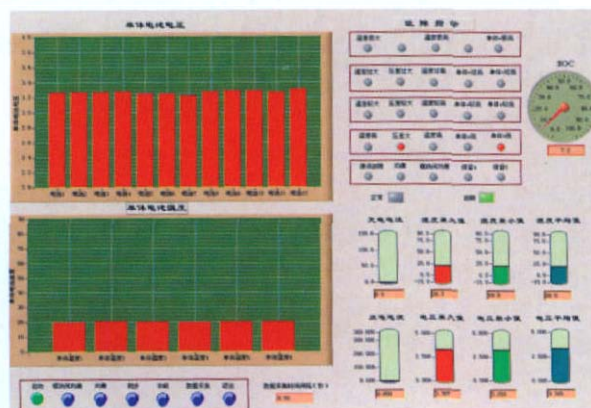


图4 仪器面板图

Fig.4 Chart of instrument panel

参考文献:

- [1] 钟静宏,张承宁,张玉璞.电动汽车电池组管理系统研究及实现[J].电源技术,2006,30(11):925-928.
- [2] 廖晓军,何莉萍,钟志华,等.电池管理系统国内外现状及其未来发展趋势[J].汽车工程,2006,28(10):961-964.
- [3] 陈矫阳,陈楸,刘桓龙.基于 LabWindows/CVI 多线程数据采集的研究[J].科学技术与工程,2008,8(9):2459-2461.
- [4] 周承,李仰军,武锦辉,等.基于 LabWindows/CVI 的多路高速数据采集系统设计[J].电子测量技术,2007,30(12):66-69.