

基于LabVIEW的锂离子动力电池内阻测试系统

王宏志, 武俊峰

(哈尔滨理工大学, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘要:内阻是锂离子动力电池重要参数之一, 本文分析了电池内阻形成原因, 讨论直流内阻测试方法, 介绍了一种基于LabVIEW的锂离子动力电池内阻检测系统设计方案, 设计了测试系统的硬件结构和软件模块, 根据测试要求设计了数据采集和数据分析软件, 使系统能够实时显示试验结果。通过实际运行, 测试结果达到设计要求, 系统具有运行稳定, 操作简单, 可扩展性好的特点, 满足了内阻测试的要求。

关键词: 锂离子电池; 内阻; LabVIEW

中图分类号: TP274.5 文献标识码: B 文章编号: 1003-7241(2009)04-0080-03

Inner Resistance Measurement System for Li-Ion Power Battery Based on LabVIEW

WANG Hong-zhi, WU Jun-feng

(Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080 China)

Abstract: Inner resistance is one of the important parameters of power battery. This paper presents a measurement system of the inner resistance based on LabVIEW. The hardware and software of the system are outlined.

Key words: Li-ion battery; inner resistance; LabView

1 引言

传统车辆的尾气排放和高油耗是一直影响汽车发展的关键问题, 混合动力车(HEV)的出现可部分解决上述问题, 因而受到高度重视。混合动力车对其动力电源要求具有高比功率和适当的比能量, 高功率锂离子蓄电池与其它电化学具有比能量大、单体电压高和自放电小的优点, 成为HEV的理想电源之一^[1]。动力电池由于工作在各种复杂的大电流充放电情况下, 所以对动力电池的性能检测也有别与以往的小容量电池, 需要在各种极限情况下对其进行测量。直流内阻是动力电池重要参数之一, 直接反映了电池的电化学特性, 根据其大小可以判断电池性能的优劣^[2]。

直流内阻要求检测过程中对电池电压快速准确的测量和计算出阻值, 本文利用LabVIEW在数据高速采集和数据分析方面的优势, 以《FreedomCAR电池试验手册》^[3]为基础设计试验方案, 实现了锂离子动力电池直流内阻准确计算和电压曲线的实时显示, 同时可以保存实验波形和打印数据报表, 较好的满足了动力电池内阻检测的要求。

2 锂离子动力电池内阻分析

从宏观上来看, 电池开路电压为 U_0 , 当电池以电流 I 进行放电时, 电池两端电压变为 U , 则电池内阻为 $r=(U_0-U)/I$, 但是这样测出的内阻不是一个固定值, 而是随着电池工作状态和环境条件变化而变化, 同时还因测试方法和测试时间而异。

2.1 欧姆内阻

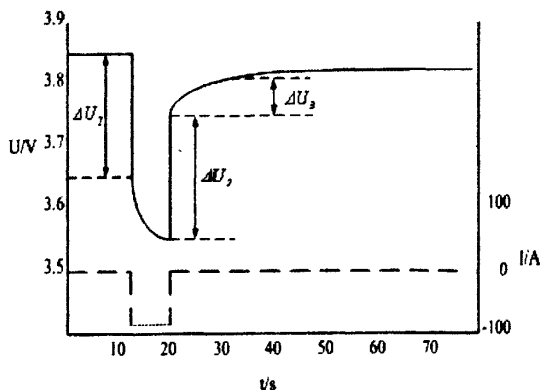


图1 锂离子动力电池间歇放电时的电压变化曲线

图1显示了电池在一定荷电状态(SOC)下的放电过程。当电池开始放电后, 电池有一个瞬间压降 ΔU_1 , 这是由电池的欧姆内阻

引起的,欧姆内阻包括电极、隔膜、连接条和隔膜等全部零件的内阻,欧姆内阻即我们需要测量的直流内阻,在一定的SOC情况下每次的测定结果可以认为是不变的。

欧姆内阻引起的电压变化一般维持很短时间,如果时间稍长,则电池的极化作用将起作用,因此需要在极短的时间内将电压变化量检测到,通常这一时间在1~2ms以内。

2.2 极化作用

之后在整个放电过程中电池两端电压逐渐下降,电池进行电化学反应,此阶段的电压下降包括了极化作用产生的压降以及SOC变化引起的电池开路电压下降。极化作用主要是由电化学反应中反应离子浓度造成的,其数值是随时变化的,根据检测时的电流强度和时间的不同,所得到的结果也不相同。当电池停止放电时,电池电压有一个瞬间的上升,其变化值 ΔU_2 与 ΔU_1 相同,也是由于电池的欧姆内阻引起的,内阻测量过程中通过检测这一上升电压变化来计算直流内阻的大小。之后是一个电压逐渐上升的过程,表明电池内部电化学反应完成,极化作用逐渐消失,最后电池电压趋向一个稳定值,即电池在放电之后的SOC情况下的开路电压,从电池有一瞬间上升到电压平稳这一段时间电压的变化 ΔU_3 随时间变化而变化,其值因所取的检测时间长短而不同。

电池充电过程中电压逐渐上升,当电流停止时也会出现因欧姆内阻产生的电压变化,与放电时不同的是欧姆内阻和极化内阻产生电压变化 ΔU 都为正值。

3 基于《FreedomCAR电池试验手册》直流内阻检测方案

电池的欧姆内阻和极化内阻变化情况可以通过《FreedomCAR 电池试验手册》中的HPPC测试实验得到,实验步骤如下:(1)用恒流40A限压4.2V将电池充满;(2)用100A电流放出10%DOD(放电深度 Depth Of Discharge)的电量,此时电池SOC为90%;(3)静止1小时;(4)按图2脉冲功率试验图进行一次试验;(5)重复(1)~(3)的试验,每次放电深度增加10%,直到放出90%DOD进行最后的测试;(6)将电池放出100%的DOD。

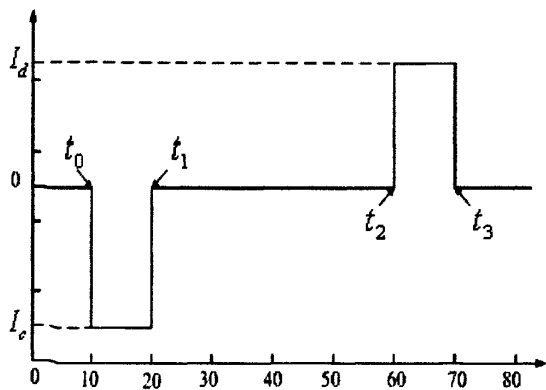


图2 复合脉冲实验中的电流曲线

如图3所示, $t_0 \sim t_1$ 时刻,对电池以120A的电流放电; $t_1 \sim t_2$ 时刻,电池断电静置; $t_2 \sim t_3$ 时刻,对电池以100A的电流充电。电池内阻可以通过电池电压变化量与电流变化量的比值求出,具体计算公式如下:

$$R_d = \Delta U / \Delta I = (U_2 - U_1) / I_d \quad (1)$$

$$R_c = \Delta U / \Delta I = (U_4 - U_3) / I_c \quad (2)$$

式中 R_d 为放电内阻, R_c 为充电内阻, I_d 为放电电流, I_c 为充电电流。

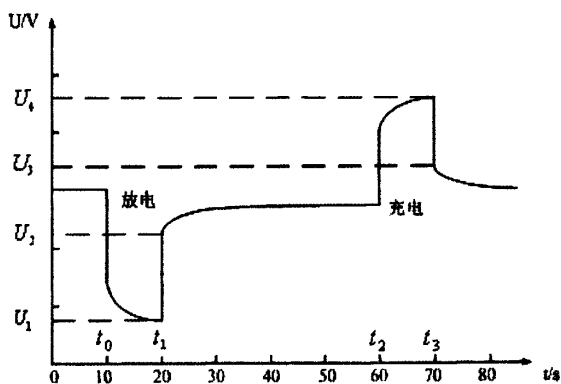


图3 复合脉冲实验中的电压曲线

4 锂离子动力电池内阻检测系统硬件结构

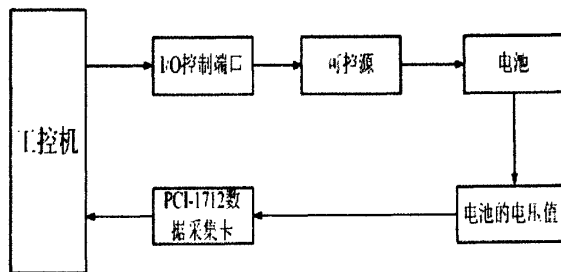


图4 锂离子内阻检测系统硬件结构图

硬件组成部分包括了电流控制和信号采集两部分,其中电流控制部分通过I/O信号控制可控源的电流通断以及电流方向变换,通过PCI1712采样卡中所带的D/A转换模块给可控源0~5V的模拟电压量,控制可控源输出电流的大小。信号采集部分由PCI1712所带的A/D采样模块完成,通过检测电池两端的电压获得电池电压信号。需要注意的是由于电池相对与采样卡为浮动信号源,信号源可能会超过采样模块的共模电压输入范围,采样模块饱和将使电压读数不准,因此需要将电池两端通过两个电阻连接到采样卡的AIGND,这种连接可以消除信号源与板卡地之间的共模电压。同时,由于夹具与电池之间的接触电阻,与采样卡的各连接器件的存在电阻,因此采样卡读数与实际电压值成一定的比例,所以应将电池实际电压与采样卡读数进行比较,得出一个标定系数,之后将电压读数乘以这一系数便获得实际电压

值。系统硬件结构如图4所示。

5 锂离子动力电池内阻检测系统软件结构

测试系统的软件设计主要包括数据采集模块、计时模块、充放电控制模块、计算模块和测试结果显示输出模块。利用LabVIEW的多线程技术,可以实现各模块的同步运行,通过充放电模块和计时模块的相互配合,完成HPPC测试实验的实验步骤,包括电池恒流充电过程中对容量的计算,电池放电时控制DOD的百分比,以达到在不同SOC情况下检测电池内阻的目的。

5.1 软件抗干扰^[4]

由于系统中存在噪声干扰,由数据采集卡采集到的电压数值会有一定程度的波动,所以需要通过软件采取数字滤波的方法将信号中的噪声去掉。常用方法为平均法,即将一定数量信号值中的最大值和最小值去掉,剩下的信号相加后取平均值。所取点的数目应根据采样速率来决定,既要保证能够将信号中的噪声滤掉,又不会占用太长时间,否则将难以精确显示电压的变化。PCI-1712属于高速采集卡,A/D转化速度为1M/s,所以可以取10~20个数据点进行滤波的计算。

5.2 复合式脉冲试验

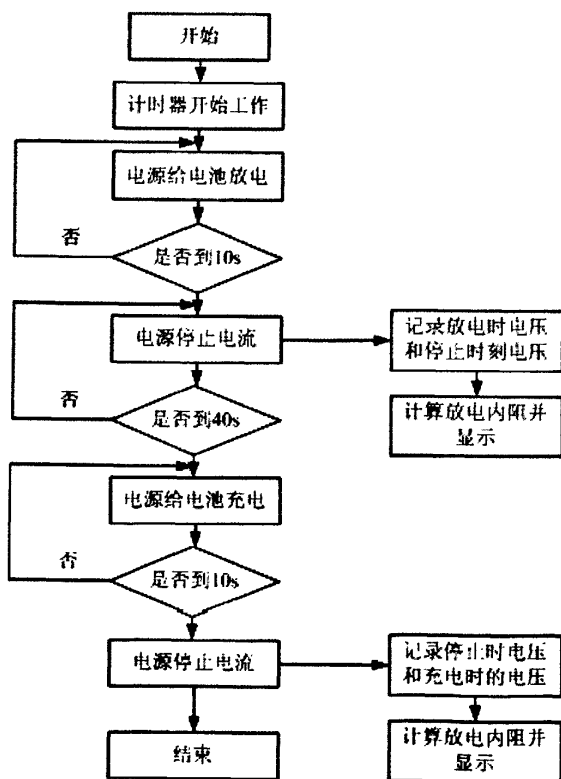


图5 复合脉冲试验的软件流程

图5显示了软件系统实现复合脉冲试验步骤的软件结构。在

此过程中用户可以改变充放电的电流大小,软件的计算模块可以自动记录电池的电压曲线并在前面板中显示出来,自动计算电池的放电内阻和充电内阻。

5.3 不同SOC情况下的直流内阻

通过本检测系统对ICR47/205型锂离子电池进行直流内阻测试,ICR47/205型锂离子单体电池电压标称3.6V,标称容量20Ah,图6显示了不同SOC情况下的直流内阻测量结果。

可见SOC在10%~70%的情况下直流内阻随SOC的增加而逐渐减小,在70%以上时有所上升。放电内阻略大于充电内阻,但两者的值相差不大。

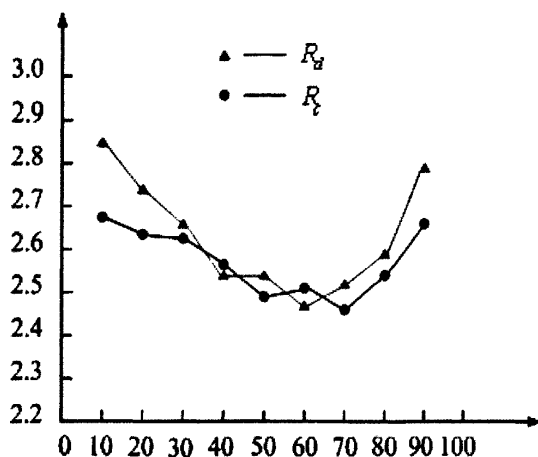


图6 锂离子电池在不同SOC情况下的直流内阻

6 结束语

该系统采用高速采样卡作为硬件基础,并通过LabView作为软件平台实现对电池电压数据的采集计算,实现了动力电池内阻的精确检测,同时系统具有记录显示电池充放电曲线的功能,电池性能分析提供了方便。经过实际应用,该系统测量精度高,检测结果可重复性高,人机界面友好,操作简单,满足对直流内阻的检测需要。

参考文献:

- [1] 刘兴江,肖成伟,余冰,董杰,汪继强.混合动力车用锂离子电池的研究进展[J].电源技术,2007,31(7):509-514.
- [2] 何洪文,孙逢春,张晨光,白文杰.锂离子动力电池充放电特性的试验研究[J].北京理工大学学报,2002,22(5):578-581.
- [3] INEEL.FreedomCAR Battery Test Manual for Power-Assist Hybrid Electric Vehicles[M].US:Idaho National Engineering&Environmental Laboratory,2003:39.
- [4] 李光亚.基于LabVIEW的模拟实验数据采集与处理系统开发[J].电子测试,2008,160:52-55.

作者简介:王宏志(1982-),男,硕士研究生,主要从事电子检测方面的研究。

基于LabVIEW的锂离子动力电池内阻测试系统

作者: [王宏志](#), [武俊峰](#), [WANG Hong-zhi](#), [WU Jun-feng](#)
作者单位: [哈尔滨理工大学, 黑龙江, 哈尔滨, 150080](#)
刊名: [自动化技术与应用](#)
英文刊名: [TECHNIQUES OF AUTOMATION AND APPLICATIONS](#)
年, 卷(期): 2009, 28 (4)
被引用次数: 1次

参考文献(4条)

1. [刘兴江](#), [肖成伟](#), [余冰](#), [董杰](#), [汪继强](#) 混合动力车用锂离子蓄电池的研究进展[期刊论文]-[电源技术](#) 2007 (07)
2. [何洪文](#), [孙逢春](#), [张晨光](#), [白文杰](#) 锂离子动力电池充放电特性的试验研究[期刊论文]-[北京理工大学学报](#) 2002 (05)
3. [INEEL](#) FreedomCAR Battery Test Manual for PowerAssist Hybrid Electric Vehicles 2003
4. [李光亚](#) 基于LabVIEW的模拟实验数据采集与处理系统开发[期刊论文]-[电子测试](#) 2008 (1)

本文读者也读过(9条)

1. [杨占录](#), [孙俊忠](#), [王宗亮](#) MAX1480在蓄电池参数检测系统中的应用[期刊论文]-[工业控制计算机](#)2009, 22 (8)
2. [廖祥学](#) 电池放电微机自动检测系统[期刊论文]-[电工技术](#)2001 (5)
3. [郝卫飞](#), [Hao Weifei](#) 鱼雷动力电池组充电自动检测系统[期刊论文]-[海军工程大学学报](#)2000 (2)
4. [余进江](#), [温远明](#), [曾爱良](#), [孔敏](#), [Yu Jin-jiang](#), [Wen Yuan-ming](#), [Zeng Ai-liang](#), [Kong Min](#) 二次电池全自动性能检测系统[期刊论文]-[日用电器](#)2006 (9)
5. [马汉文](#), [温丹虹](#) BS-QA系列二次电池自动检测系统的研制[会议论文]-2004
6. [徐冉](#), [于伟](#), [许苏晓](#) 航空蓄电池性能检测系统FUZZY控制器的设计[期刊论文]-[仪表技术](#)2002 (6)
7. [韩立峰](#), [宋元鹤](#), [龚成](#), [HAN Li-feng](#), [SONG Yuan-he](#), [GONG Cheng](#) 基于bqTINY-II的便携式电子心音检测仪电源管理模块设计[期刊论文]-[仪器仪表用户](#)2006, 13 (3)
8. [方小斌](#), [付志超](#), [高鹏](#), [李革臣](#), [FANG Xiao-bin](#), [FU Zhi-chao](#), [GAO Peng](#), [LI Ge-chen](#) 蓝牙技术在锂离子电池在线监测系统中的应用[期刊论文]-[现代电子技术](#)2008, 31 (4)
9. [姜娟](#), [邹雪城](#), [李育超](#), [陈卫兵](#), [钟德刚](#), [JIANG Juan](#), [ZOU Xue-cheng](#), [LI Yu-chao](#), [CHEN Wei-bing](#), [ZHONG De-gang](#) 单节锂离子电池保护芯片与系统的设计[期刊论文]-[通信电源技术](#)2007, 24 (1)

引证文献(2条)

1. [杨权](#), [周厚强](#), [徐晓东](#), [张永强](#) 基于Lab Windows/CVI的锂离子电池内阻测试系统设计[期刊论文]-[电源技术](#) 2012 (4)
2. [徐晓东](#), [刘洪文](#), [杨权](#) 锂离子电池内阻测试方法研究[期刊论文]-[中国测试](#) 2010 (6)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hljzdhjsyyy200904028.aspx