

Device for Active Balancing Technology of Power Lithium Ion Battery

Yanping Guo, Yousuo Wang, Lianming Wang

ANHUI Joyo Electric Co., LTD, Hefei Anhui
Email: ahhfwkzngyp@sina.com

Received: Nov. 27th, 2016; accepted: Dec. 25th, 2016; published: Dec. 28th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The current lithium-ion battery is a series of groups used in the field of electric vehicles. In the production or use of the process, the battery internal resistance, capacity and other parameters are difficult to achieve consistency, especially with the use of time, the battery between the growing difference, affecting the battery life and safety. Therefore, an active bidirectional equalization device based on DC_DC technology is designed. The device uses the active two-way equalization technology; the high energy batteries are transferred to the low energy batteries according to the energy control method. This can improve the efficiency of the system, and improve security.

Keywords

Bi-Directional DC Switching Power Supply, Battery Equalization, Lithium Ion Batteries

一种动力锂离子电池主动均衡技术的装置

郭言平, 王有锁, 王连明

安徽卓越电气有限公司, 安徽 合肥
Email: ahhfwkzngyp@sina.com

收稿日期: 2016年11月27日; 录用日期: 2016年12月25日; 发布日期: 2016年12月28日

摘要

当前锂离子动力电池之间大部分是以串联成组的方式应用于电动汽车领域。在生产或在使用过程中，其电池的内阻、容量等参数很难做到一致性，尤其随着使用时间的延长，电芯之间的差异越来越大，最终影响电池组使用寿命和安全。因此，设计了基于DC_DC技术的主动双向均衡设备。此技术使用主动双向均衡方法，将单体能量高的电芯，按照特定的能量转移控制方法，转移到单体能量低的电芯。这样可以提高系统的使用效率，并且其安全性能比较高。

关键词

DC双向开关电源，电池均衡，锂离子电池

1. 引言

节能环保等因素制约我国目前必须发展新能源，然而在新能源行业电动汽车首先为磷酸铁锂电池组。磷酸铁锂电池组由于其使用过程中安全可靠，使其得到了广泛的普及。实际工程应用中由多个串联组成的动力电池的高电压才能提供足够的动力给电动汽车。日常使用中，电池组在充电时是将其作为一个整体采用一个电源进行充电的。

单个电池的特性总存在差异，所以充电时电芯的参数也不尽相同。在充电过程中，当动力电池充到饱和状态时，多余的电量不仅不会储存在电池里，而是消耗在其他动力电池中并致使电池发生过热。另一方面，当充电终止时，各电池荷电未达均衡，又会导致放电的不均衡，甚至使得个别电池因深度放电引起极性颠倒，缩短了电池组的寿命。电池组均衡充放电是促进电动汽车产业的重要技术。现阶段，电池组均衡充电大部分使用的是被动均衡，本质就把多余的电量通过放电电阻以热能方式释放，这样违背了节能环保的初衷，同样也隐含着隐患。本文从主动均衡技术入手，结合相关技术，研究出安全可靠的一种动力锂离子电池主动均衡技术的装置。

2. 系统的设计原理

使用快换电池箱体的纯电动汽车也是新能源行业发展的一个方向。由于快换电池箱相对于独立，容易实现单个箱体均衡设计，由此设计了基于DC_DC技术的双向均衡手持设备。此技术使用主动双向均衡方法，将单体能量高的电芯，按照特定的能量转移控制方法，转移到单体能量低的电芯，这样系统的效率和安全性都比较高。关键技术使用了开关电源设计思路，运用了二象限同步整流拓扑结构，使用了软开关的技术，可以使整个系统体积变得很小，同时成熟的技术，使系统的稳定性能和效率都很好。同时结合智能控制单元，可以完全的嵌入到电池管理系统，并且和电池管理系统进行数据交互，统筹管理电池组，最优化控制电池组。本主动均衡技术内各个功能模块可以根据使用环境进行增减，同时也可以进行级联设计，最大可以控制1000伏以内的电池组均衡[1]，可以运用到电动汽车中快换体系里。见图1为手持均衡系统连接图。

3. 主动均衡技术设计的思路

3.1. 主动均衡技术的采集部分设计思路

采集部分使用了高集成度的ATA6870 [2]专用电池组采集芯片，其精准度比较高，采样速度快，用

新型多串锂离子电池双向主动均衡装置

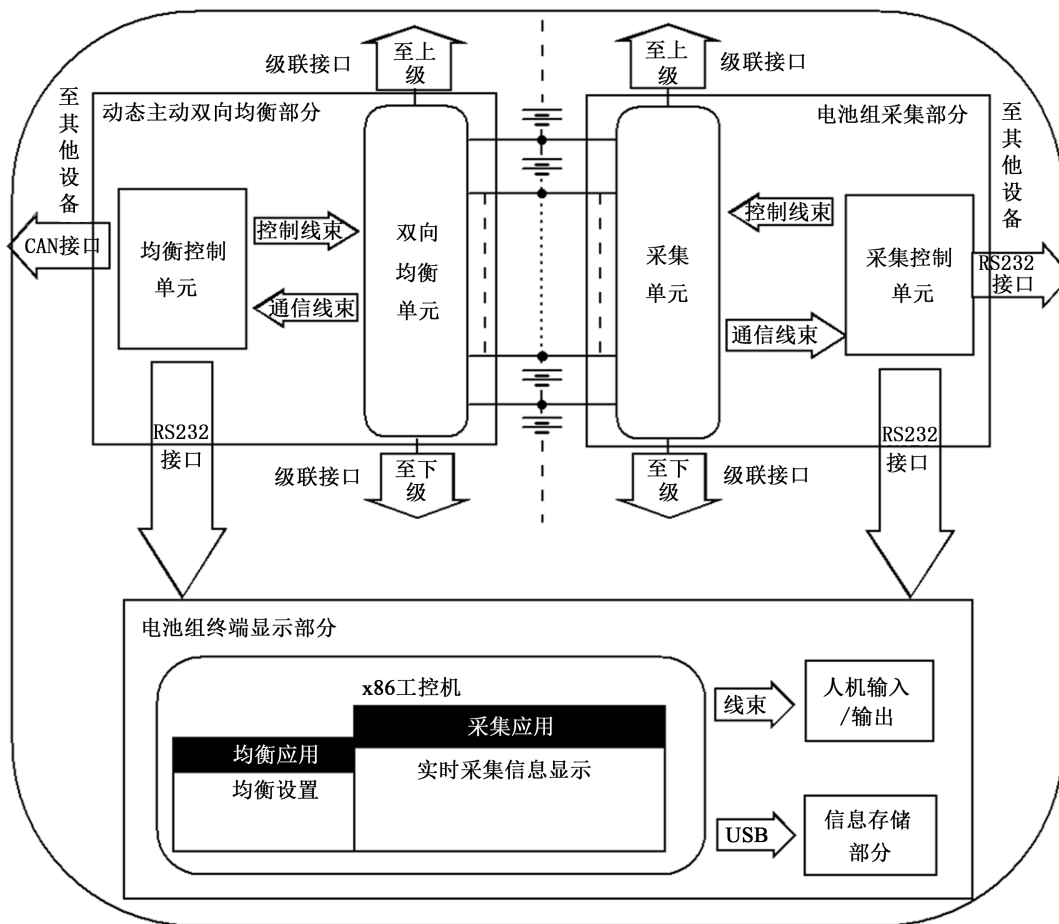


Figure 1. System connection
图 1. 系统连接图

来验证均衡效果和数据分析。芯片本身可以进行级联控制，数据传输比较稳定，抗干扰能力强。控制采集单元使用了 ATMEGA32 单片机控制数据流和数据处理，将 ATA6870 传输过来的数据进行分割、缓存和分析后，再通过串口传输到电池组终端显示部分。控制采集单元工作在高压的电池组里，为了单元能安全的工作，进行了供电隔离技术，RS232 通信隔离技术及相关管脚的 TVS 保护措施。见图 2 所示电压采集框图。

3.2. 主动均衡技术的双向均衡部分设计思路

双向均衡部分使用了 2 象限双向 DC 变换器拓扑设计思路，运用了高频反激隔离开关电源技术，实现同步整流，过压，过流和欠压等技术。控制芯片使用 LTC3300 双向均衡集成芯片[1] [3] (如见图 3 所示)。由于利用高频 DC 开关电源技术，使整个单元体积变得很小，其稳定性能和安全性能大幅度提高。

为了很好的控制双向均衡系统，使用了 32 位单片机进行数据处理和交互。一方面接收双向均衡单元本身采集的电池电压数据，并将数据传输到电池组终端显示部分；一方面也接收 BMS 系统传输过来的电池电压数据。将 2 组数据进行对比，分析其准确度。实现电池组在放电、充电和静置时进行双向主动均衡，均衡控制根据传输过来的 2 组数据，进行排序算法和最优化算法，动态的实现电池组双向主动均衡。

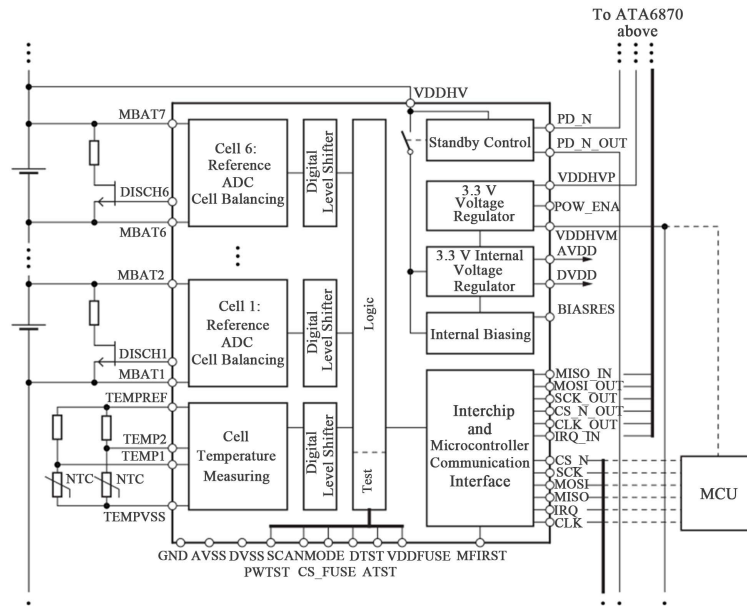


Figure 2. Voltage acquisition block diagram
图 2. 电压采集框图

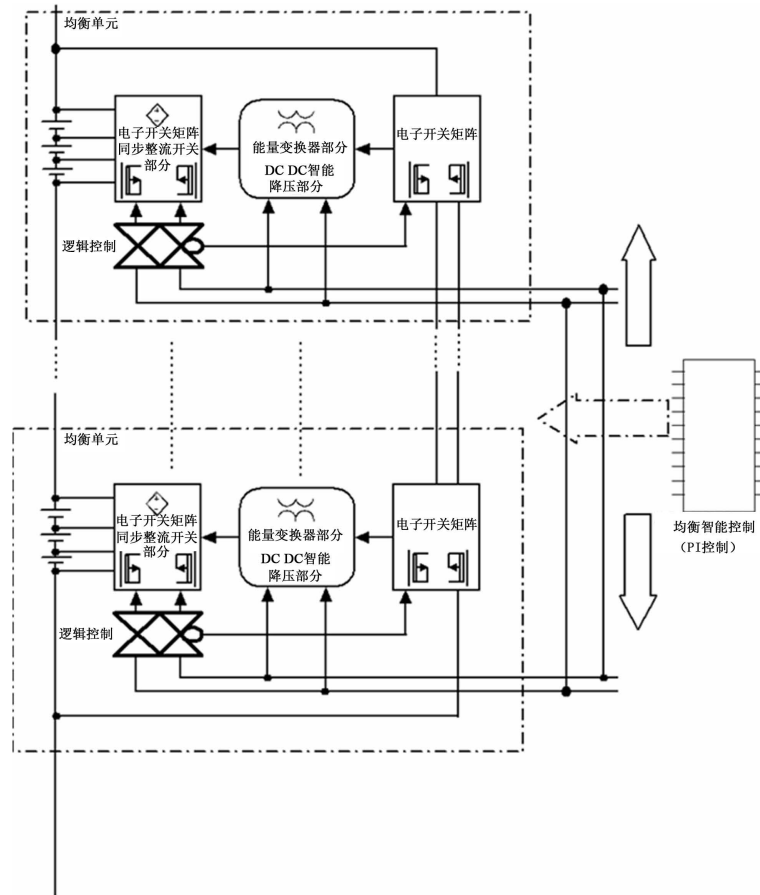


Figure 3. Two-way equilibrium diagram
图 3. 双向均衡框图

同时根据电池组工作状态，控制均衡时机，引用 PI 算法，防止过度均衡导致能量的损失。同样，为了单元稳定的工作，进行了供电隔离技术，CAN、RS232 通信隔离技术及相关控制线束光耦隔离和 TVS 保护措施。如见图 4 所示。

3.3. 主动均衡技术的软件设计思路

主动均衡技术的软件设计思路分为单片机软件设计思路和计算机软件设计思路。

单片机软件设计思路，主要体现在电池信息采集及分析和 DC 均衡控制算法，如见图 5，见图 6 所示。

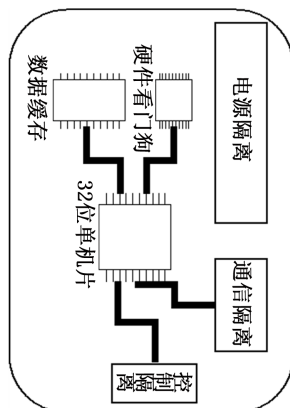


Figure 4. Equilibrium control block diagram

图 4. 均衡控制框图

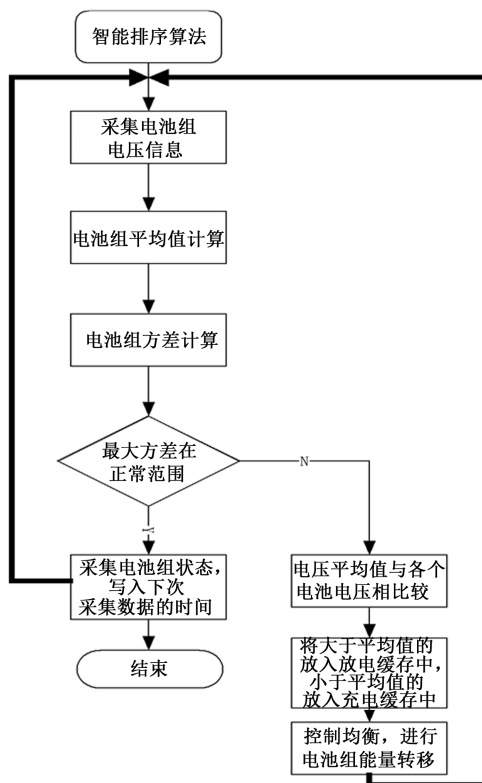


Figure 5. Voltage data processing flow chart

图 5. 电压数据处理流程图

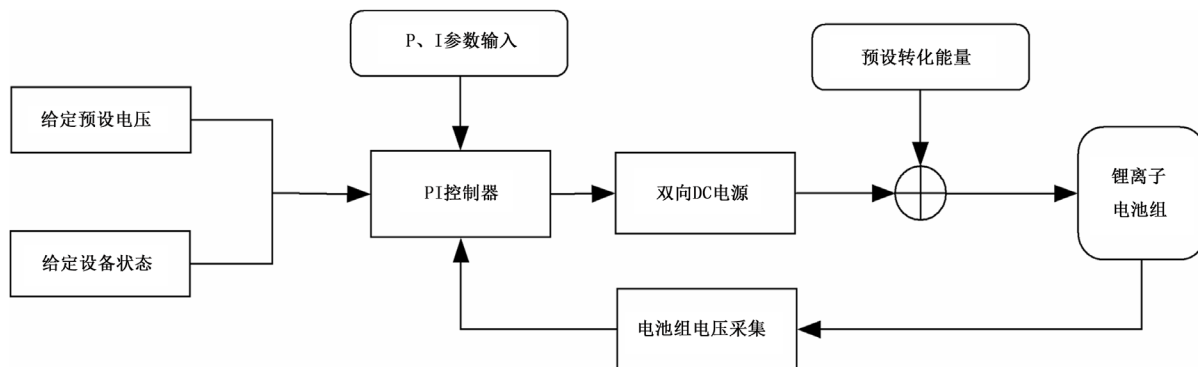


Figure 6. Balance of PI algorithm flow chart

图 6. 均衡 PI 算法流程图

因为主动均衡技术使用的是 X86 系统的嵌入式系统，其开发嵌入式软件即开发计算机软件。本装置使用了 10.4 寸的 X86 硬件构架的工控机(如见表 1 所示)，安装常规的操作系统。根据装置的硬件和软件要求，定制设计和安装了动态主动双向均衡应用软件和电池组采集应用软件。动态主动双向均衡应用软件主要为基于 VC 框架的编程，主要实现主动双向均衡电压阈值的设置，均衡效率的设置，均衡级联地址的设置等，同时也显示电池组各个电压的数据。电池组采集应用软件是基于 Labview 框架的编程[4]，使用先进的仪表设计控件和程序，将电池组的电压数据准确快速的显示到工控机中，同时能进行数据的动态分析，电压告警显示，并且将相关的数据进行导出，以 EXECL 表格形式保存，供后期的数据挖掘。由于定制了以上 2 个应用软件，可以动态的显示和掌握双向主动均衡的过程，更好的进一步实时分析电池组工作状态。

3.4. 主动均衡技术的结构设计思路

本主动均衡技术的使用了手提结构，结构概况基本是：该结构的后侧设计了 12 串电池接口，2 路 RS232 接口，2 路 CAN 接口，1 路 USB 接口及电源接口；左右侧设计了上级级联接口族和下级级联接口族；前侧设计了用户显示屏和部分数字按键，顶面设计了便携式手柄和相关功能按键。在满足以上要求后，设计合理的尺寸，使整个结构体易于携带，提高安全和稳定性能。

4. 主动均衡技术的实现

4.1. 主动均衡技术的采集和双向均衡的实现

根据以上设计思路，进行装置的原理图[1]设计和 PCB 版图设计。这里重点叙述 DC 双向装置的原理图设计。如见图 7，图 8，图 9 所示：

4.2. 主动均衡技术的计算机软件的实现

主动均衡技术的单片机软件编程，可以按照以上所叙述的设计思路和流程图进行编程。这里重点叙述计算机软件的实现。由于嵌入式硬件使用的是 X86 体系，选用 windows XP 操作系统，使用 Labview 编程。实现智能化仪表设计。如见图 10 所示，实现了客户端实时显示电池电压信息[2]。

4.3. 主动均衡技术的运用

如见图 11 所示展示本装置的常规使用方法。此装置可以进行级联连接，提高此装置的应用范围。实现多个电池箱体均衡功能。

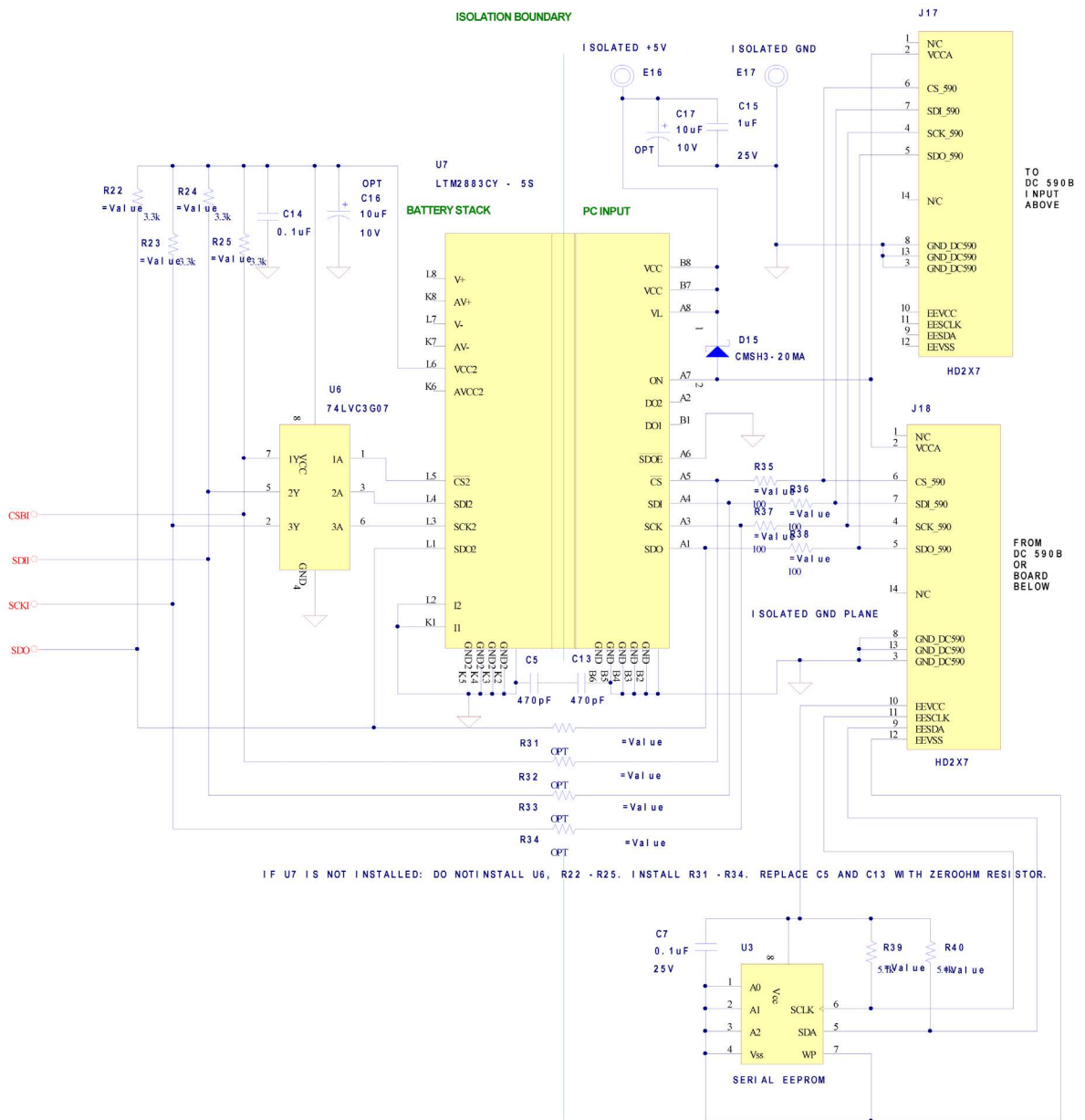


Figure 9. DC equilibrium principle diagram 3
图 9. DC 均衡原理图 3

5. 结语

运用快速采集系统和主动双向均衡系统，并结合 X86 体系的嵌入式系统及其专业的软件，组成性能稳定，精度比较高的手持均衡装置。可以对快换电池箱里的电芯进行快速均衡并实时监控其状态。除此之外，3 个系统是相对独立工作的，这样可以根据现场情况进行装置的裁剪，增加了装置的灵活性和应用范围，提高系统的综合价值。同时主动均衡技术之间可以进行串联使用，进行至少 20 个此装置的级联，实现 1000 V 以下的电池组均衡，进一步提高了系统灵活性。随着主动均衡技术的各个参数的优化，提高了均衡电流和效率，此技术应用于电池组一起工作，综合提高电池组使用寿命和安全性。纯电动汽车行业的强劲发展，其技术的运用前景非常广大。

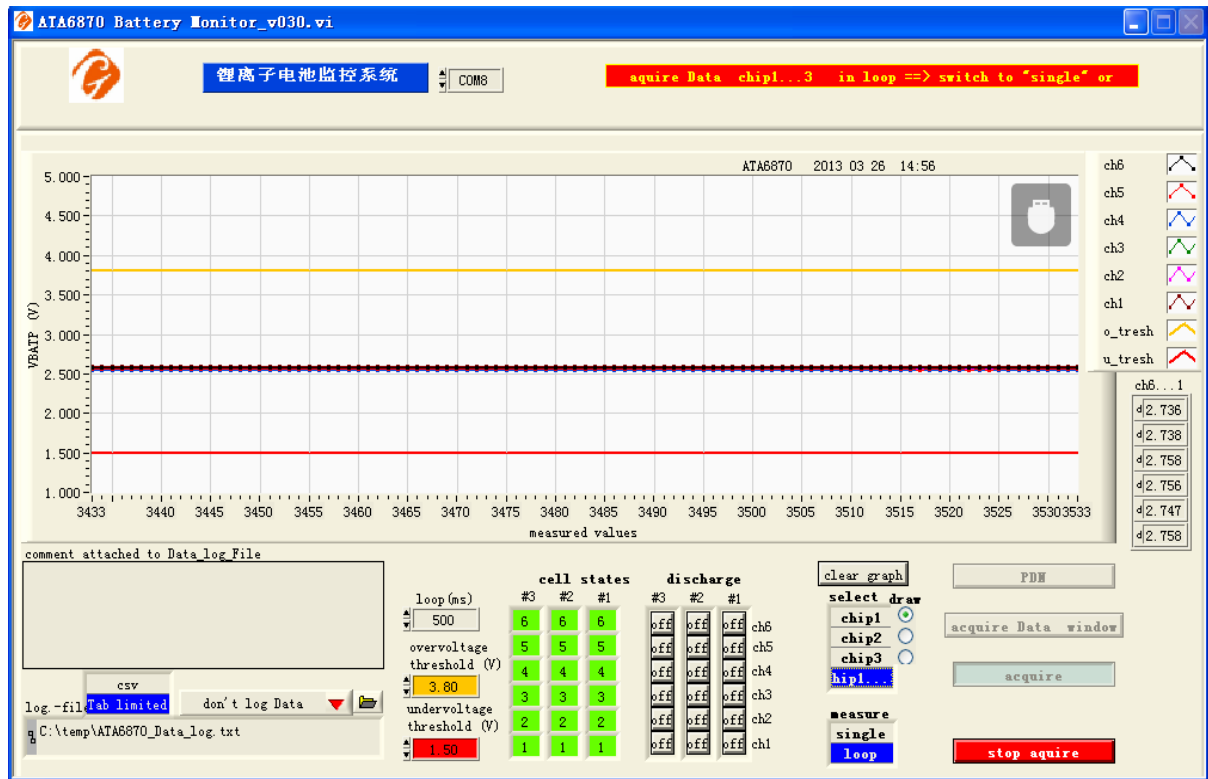


Figure 10. Client software interface diagram

图 10. 客户软件界面图

Table 1. X86 embedded system configuration diagram

表 1. X86 嵌入式系统配置表

综合简介	
1	工业级 10.4 寸显示屏
2	内建板载 Intel N270 酷睿单核 1.6G
3	独特抗震结构设计
4	输入 12 伏 8 安设计
5	电源过流、过载、过温保护
系统基本配置	
1	处理器：板载 Intel N270 酷睿单核 1.6G
2	内存：1G DDR2
3	存储：硬盘 32G SSD
4	显示：高亮度工业屏
5	网络：RJ45 RTL8101E
6	接口：1 个 RS232 接口，4 个 USB2.0
7	操作系统：Windows ce 系统
8	散热：无风扇，壳体自然散热
9	工作温度：0 度~60 度；

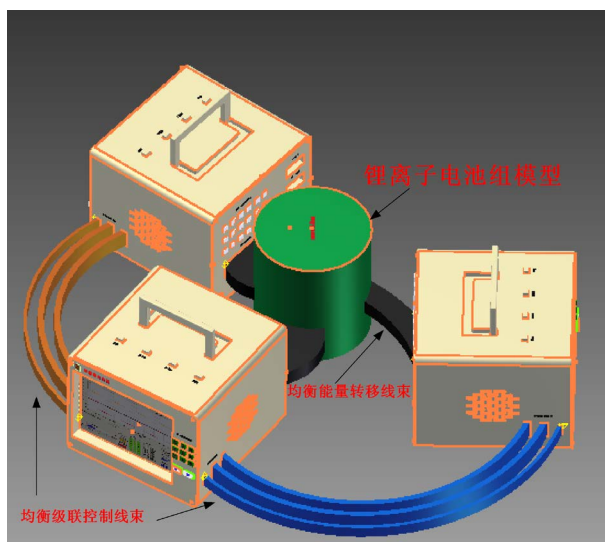


Figure 11. Multiple device connection diagram
图 11. 多个装置连接图

项目简介

公司重点项目。

参考文献 (References)

- [1] LTC3300. <http://www.linear.com/product/LTC3300-1>
- [2] ATA6870. http://www.atmel.com/images/atmel-9228-ata6870-dk10_application-note.pdf
- [3] 严仰光, 著. 双向直流变换器[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2004.
- [4] 汪敏生, 等, 译著. LabVIEW 基础教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: aepe@hanspub.org