

# 智能型高精度锂电池化成设备校准仪的设计

韩阳<sup>1</sup> 翁超<sup>2</sup> 林凯<sup>1</sup> 张恩迪<sup>3</sup> 王太宏<sup>4</sup>

(1.厦门大学 物理与机电工程学院, 福建 厦门 361005; 2.厦门大学 信息与科学技术学院, 福建 厦门 361005; 3.湖南大学 物理与微电子科学学院, 湖南 长沙 410012; 4.厦门大学 萨本栋微米纳米科学技术研究院, 福建 厦门 361005)

**摘要:**针对锂电池化成设备存在的参数漂移问题,介绍了一种智能型高精度校准仪的设计方案。首先介绍该方案的校准原理,然后介绍设计方案的硬件设计与软件设计程序框图。该设计方案已应用于化成设备的校准实践中,证明了其精度高、方便快捷的特点。

**关键词:**锂电池;化成设备;校准

中图分类号: TM912 文献标识码: A 文章编号: 1672-4801(2013)04-054-03

随着锂电池的广泛应用,市场对锂电池的数量与性能要求越来越高。与其他二次电池一样,锂电池在出厂前,必须经过严格的化成、检测和分类步骤。由于化成步骤中充放电过程复杂且直接影响锂电池的性能与使用寿命,因此锂电池化成设备在使用过程中需要保持较高的精度<sup>[1,2]</sup>。化成设备在一段时间的使用后,由于外界环境影响和电子元件自身老化,参数可能发生偏离,因此需要定期对其进行校准<sup>[3]</sup>。

本文设计了一种对化成设备自动校准的校准仪。该方案可以自动、快速、高精度地测试与校准化成设备,还可以进行多通道的测试与校准,并全程信息显示。

## 1 主要功能与技术指标设计

依据测量仪表有关标准,针对化成设备校准仪高精度、多工步、多通道等需求特点,参考国内外同类产品,进行功能和技术指标设计。

### 1.1 主要功能

- 1) 对化成设备输出电流、输出电压进行测试;
- 2) 对化成设备输出电流、输出电压进行校准;
- 3) 快速校准功能;
- 4) 全程显示详细流程功能;
- 5) 自动启动及多通道测试与校准功能;
- 6) 具有便携功能,可现场校准。

### 1.2 主要技术指标

精密基准电压源校准:  $5\ 000\ \text{mV} \pm 0.1\%$ ;

精密基准电流源校准:  $2\ 000\ \text{mA} \pm 0.1\%$ ;

恒流放电功能测试:  $\text{max}7\ \text{V}/\text{max}2\ 000\ \text{mA}$ ;

恒流充电功能测试:  $\text{max}5\ \text{V}/\text{max}540\ \text{mA}$ ;

恒压充电功能测试:  $\text{max}5\ \text{V}/\text{max}540\ \text{mA}$ ;

单一通道的测试与校准时间:  $< 2\ \text{s}$ 。

以上电压源电流源具体参数可根据化成设备参数调整。

## 2 硬件设计

### 2.1 测试与校准原理

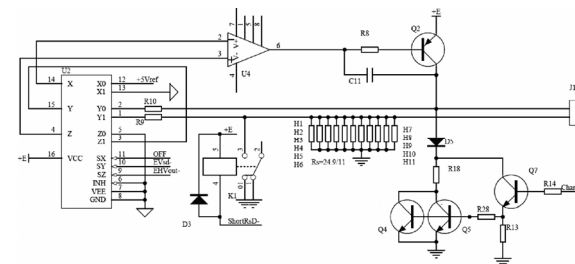


图1 校准原理

如图1所示, J1为校准仪与化成设备电池相连的接口, U2为MAX4053, MAX4053是三路模拟开关, SX=0时, X与X0导通; SX=1时, X与X1导通。SY, SZ控制原理与SX相同。校准仪通过不同的开关搭配控制电路输入与输出。K1为继电器, 吸合时可将精密电阻H1~H11(精度0.01%)短路。Q2, Q4, Q5, Q7均为三极管, 作开关使用。U4为运算放大器。

1) 校准仪测试参数时: SX置1, SY置0, SZ置1, Charge置高, 化成设备配合设置恒流充电工步与恒压充电工步。此时电流从J1的1端流入, 流经Q4等三极管到地端, 再从地端流经精密电阻H1~H11, 由J1的2端流出。校准仪通过AD采集J1的2端可以测试化成设备的恒流充电

参数,通过 AD 采集 J1 的 1 端可以测试化成设备的恒压充电参数。

2) 校准仪校准电压时: SX 置 0, SY 置 0, SZ 置 1。继电器吸合。化成设备配合设置恒压放电工步。此时回路中电流为 0,运算放大器 U4 负端接参考电压,正端接 J1 的 1 端, U4 比较两端电压,若正端高于参考电压, U4 输出高电平, Q2 关断。J1 的 1 端电压下降。当 J1 的 1 端电压下降到低于参考电压时, U4 输出低电平, Q2 打开。J1 的 1 端电压上升。最后 J1 的 1 端电压在震荡中快速趋于稳定,稳定值为参考电压值。校准仪端作为精密基准电压源,稳定输出高精度基准电压,对化成设备进行电压校准。

3) 校准仪校准电流时: SX 置 0, SY 置 1, SZ 置 1。化成设备配合设置恒流放电工步。此时电流从 J1 的 1 端流出,流经化成设备电路后由 J1 的 2 端流入,再流经精密电阻 H1~H11 到地端。运算放大器 U4 负端接参考电压,正端接 J1 的 2 端, U4 比较两端电压,若正端高于参考电压, U4 输出高电平, Q2 关断。J1 的 1 端电压下降,回路电流减小。当 J1 的 1 端电压下降到低于参考电压时, U4 输出低电平, Q2 打开。J1 的 1 端电压上升,回路电流增大。最后回路电流在震荡中快速趋于稳定。稳定值为参考电压除以精密电阻并联后的阻值得到的电流值。校准仪端作为精密基准电流源,稳定输出高精度基准电流,对化成设备进行电流校准。

## 2.2 硬件构成

根据测试与校准原理,搭建校准仪电路(如图 2 所示)。

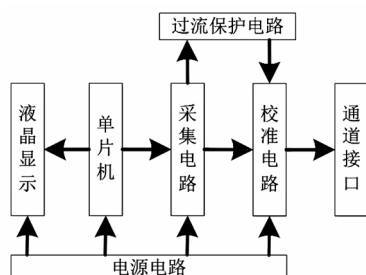


图 2 硬件电路构成

MCU 选用 STC12C5608AD,该单片机可使用单时钟/机器周期,具有 PCA、EEPROM、6 个 16 为定时器、8 路 10 位高精度 AD 等。其功能丰富、速度快、价格低廉、功耗低。能够满足智能型高精度校准仪的设计要求。

显示电路全程显示工步信息与采集数据。使用 12864LCD 液晶, CA12864K 液晶显示模块是 128\*64 点阵型液晶显示模块,可显示各种字符或图形,具有 8 位标准数据总线,6 条控制线与电源线。MCU 可以直接对其进行控制。

电源电路使用电池为其他电路提供电源,并使用高精度稳压芯片 LM4040AIM3 提供电压参考值。该芯片可提供精度高达 0.1%的参考电压,能够满足校准仪高精度基准源的设计要求。使用电池体积较小,也能满足校准仪便携的要求。

校准电路根据校准原理在单片机控制下构建不同测试与校准回路,由校准原理可知,回路中没有数字器件参与,满足了校准仪高稳定性与高精度的设计要求。

采集电路使用 LM324 运算放大器构成电压跟随器,跟随器的输出管脚直接与单片机 AD 管脚相连。LM324 内部含有 4 个运算放大器,两个用于电压电流采集。两个用于过流保护。

过流保护电路将采集到的电流经过 LM324 输出,反馈到校准电路,控制校准电路的电流输出以保护整体电路。

由硬件电路可知,高精度基准源电路完全由模拟电路构成,输出稳定快速。若使用数字电路实现该基准源,需要高精度 DA 转换芯片,且 DA 转换需要一定的计算时间,性价比较低。单片机采用 51 单片机,其他器件如 LM324,继电器 HRS1H 等均为市场上的常见器件,性能成熟可靠,价格低廉。电路模块之间独立性强,关系明确,可以保证较高的稳定性。因此本文提出的硬件设计效率高,性价比好。实践中,按照硬件电路制成的仪器体积仅有 9 cm×9.5 cm×6 cm。实现了便携功能。

## 3 软件设计

校准仪软件在 WAVE2000 编译环境下,采用 MCS-51 汇编语言编写,使用经过优化的通用子程序库<sup>[4]</sup>,具有很高的执行效率。软件可以实现校准仪的自动运行、快速测试和校准化成设备通道、全程信息显示、报错处理等功能。在单次通道测试和校准结束后,校准仪转为等待状态,等待化成设备启动下一次或下一个通道测试和校准。因此,本仪器不仅支持单通道多次测试和校准,也支持多通道连续测试和校准,办法是将所有通道的电池夹并联接在一起后接入到校准仪。

