

设计要点

简单的校准电路最大限度地提高了锂离子电池管理系统的准确度

设计要点 471

Jon Munson

引言

在锂离子电池系统中，为了实现电池组性能和使用寿命的最大化，使每节电池的充电状态相互匹配是很重要。通过避免发生深度放电和过度充电，可以改善电池的寿命，因此，常用系统力争在 20% 至 80% 的充电状态 (SOC) 下运作。充电状态失衡的检测和校正确保所有电池在期望的 SOC 窗口之内进行跟踪，因而可防止某些电池过早老化，这种过早老化有可能导致整个电池组容量的损失。由于锂离子电池具有极为平坦的放电特性，特别是在采用较低电压化学组成时(见图 1 所示实例)，因此必需采用高准确度测量来确定其 SOC。

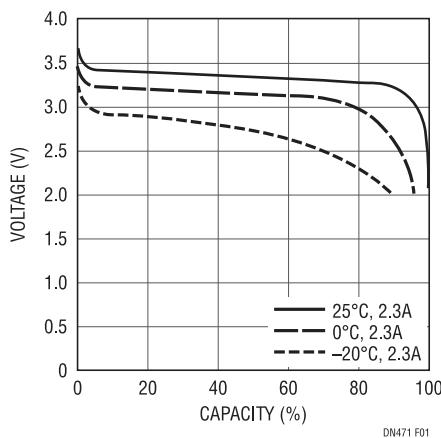


图 1：3.3V 锂离子电池的放电特性

尽管广受欢迎的 LTC[®]6802 电池组监视器提供了高准确度模数转换，但有些应用所要求的准确度却只能借助一个专用的电压基准 IC 才能获得。LT[®]1461 特别适合用作一个高性能校准源，这款器件采用小外形 SO-8 封装。图 2 示出了这种配置。该校准基准采用一个通常用于量度温度的 ADC 通道来测量。一个可编程 I/O 位负责控制基准的电源。

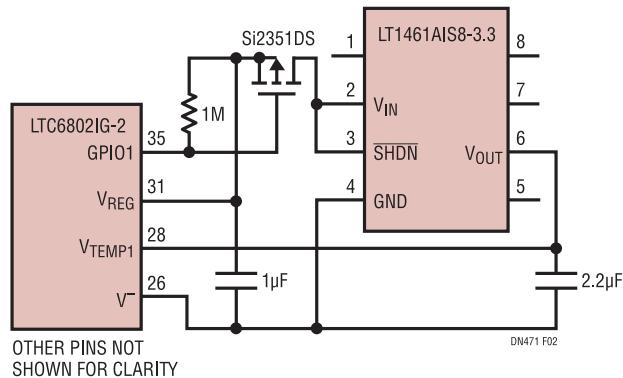


图 2：LT1461 用作 LTC6802 锂离子电池监视器的一个外部校准源

对误差源的说明

基本上，损害总体准确度规格的主要特性有以下几个：

- ADC 的量化误差
- ADC(或校准基准)的初始准确度
- 通道至通道的变化
- 随温度而发生的变化
- 迟滞效应(主要是焊接过程)
- 随著工作时间的推移而发生的变化(长期漂移)

LTC6802IG-2 产品手册中的最大规定误差包括上面的前四项，数值为 $\pm 0.22\%$ ；当测量 3.3V (放电曲线中高要求的区域) 时约为 $\pm 7\text{mV}$ 。该器件的规格将 $\pm 3.3\text{mV}$ ($\pm 0.1\%$) 预算为 -40°C 至 85°C 工作温度范围内的最大变化。由于 ADC 的差分非线性(DNL)约为 $\pm 0.3 \text{ LSB}$ ，所以量化误差产生的影响约为 $\pm 0.8 \text{ LSB}$ (即 $\pm 1.2\text{mV}$)。典型通道至通道变化极小(低于 $\pm 1\text{mV}$)，

LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology 和 Linear 标识是凌力尔特公司的注册商标。所有其他商标均为其各自拥有者的产权。

从而留下大约 $\pm 1.5\text{mV}$ 以在IC制造过程中进行分辨率和准确度的修整。热迟滞规格在100ppm，而印刷电路焊接过程中出现的漂移有可能产生一个大约 $\pm 0.1\%$ 的额外误差。

预计的典型长期漂移是低于 $60\text{ppm}/\sqrt{\text{kHr}}$ 。假如实际汽车电池系统的有效使用期限目标值为5kHr(约相当于15年或15万英里行程)，则有可能产生一个 $\pm 0.5\text{mV}$ 左右的误差。对于总误差而言，所造成的影响相对较小。

LTC1461AIS8-3.3电压基准IC具有一个 $\pm 0.04\%$ 的输出容差，而且整个温度范围内的变化少于 $\pm 1.2\text{mV}$ ，其最坏情况的稳定性可达到 $3\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 的模范值。LT1461的长期漂移低于 $60\text{ppm}/\sqrt{\text{kHr}}$ ，热迟滞为75ppm。回流焊漂移的预期值低于250ppm($\pm 0.8\text{mV}$)。

由于LTC6802 ADC误差的很大一部分在IC初始交付之后累积，因此运用一种外部校准方法可以改善成品中的准确度。

检查校准策略

改善系统准确度有诸多可选方案，其代价是复杂度有所增加。借助图2所示的简单电路，可以提供几种利用外部校准基准的选择方案。几种方法的预测准确度罗列于表1，并在下文中加以说明。

最简单的方案(方法一)在生产时不需要局部存储器或进行测量。这种方法定期地获取3.300V标称校准电压的读数，并采用相同的计算校正因子来对所有的ADC读数进行归一化处理。基准的容差和漂移以

及通道至通道变化未予以校正，但净误差的改善幅度几乎将是2倍，达到 $\pm 6.2\text{mV}$ 。

一种稍微复杂些的方法(方法二)需要存储一个校正因子，用于对采用高准确度测试夹具仪表测量的真实基准电压进行补偿。这将消除LT1461的初始误差，从而把总准确度改善至 $\pm 4.1\text{mV}$ ，整体改善幅度接近3倍。

虽然很小，但仍然存在一些通道至通道的变化，可以运用一种采用了更多初始测试夹具测量的方法(方法三)来对这些变化进行校准。该方法与方法二相似，但是对每个通道(包括基准)进行了高准确度测量，并为每个通道存储了个别的校正因子。这进一步将误差减小至 $\pm 3.1\text{mV}$ (整体改善幅度几乎为4倍)。

结论

精准的电压基准(例如：LT1461)能够把基于LTC6802的电池管理系统的准确度提升至大约 $\pm 3\text{mV}$ (最差的情况值)。由于可使用空闲的通用ADC通道，因此该基准是对高集成度LTC6802锂离子电池监视解决方案的一种简单补充。LT1461电压基准的低工作电流还使其成为此种及其他电池供电型应用的理想选择。

参考文献

“Battery Stack Monitor Extends Life of Li-Ion Batteries in Hybrid Electric Vehicles”，凌力尔特杂志(Linear Technology Magazine), Volume 19, Number 1, 2009年3月号，第一页。

表1：用于3.3V测量的准确度校准方法

外部校准方法 (所有容差均用 $\pm\text{mV}$ 来表示)	量化	工厂修整	焊接漂移	通道匹配	热变化	热迟滞	长期漂移	总误差
LTC6802未采用外部校准	1.2	1.5	3.3	1.0	3.3	0.3	0.5	11.1
1：采用LT1461进行校准，无存储信息	1.2	1.3	0.8	1.0	1.2	0.2	0.5	6.2
2：采用LT1461进行校准，存储校准值以用于基准电压	1.2	-	-	1.0	1.2	0.2	0.5	4.1
3：采用LT1461进行校准，存储校准值以用于基准电压和每个输入	1.2	-	-	-	1.2	0.2	0.5	3.1

产品手册下载

www.linear.com.cn

如要获得更多资料或技术支持，请与我们的销售部或当地分销商联络，也可浏览我们的网址：
www.linear.com.cn 或电邮到 info@linear.com.cn