

电池备份存储系统的电池电量监测考虑因素

作者: **Keith James Keller**, 德州仪器 (TI) 模拟现场应用

电池备份系统的精确电池电量监测需要加以特别考虑。使用 TI 带阻抗追踪™ 技术的电池电量计具有明显的优势,其在电池老化时并不要求电池组完全放电来完成自动记忆(计算电量)。本文讨论在备份应用中完成一次正确的电池自动记忆周期的不同实施方法和技巧。另外,我们还将对一个老化电池组容量和阻抗改变的案例研究进行回顾。

TI 的阻抗追踪算法利用电池的电压、电流和阻抗测量结果,来精确地计算电池组的剩余电池容量及运行时间。最精确的电池电量监测要求正确选择电池的具体化学性质。就本文而言,一共有六种不同类别的化学性质,每种类别又有数种可选项。

在确定电池备份系统的电池老化程度时,主要问题是 (1) 电池的最大化学容量 (Q_{max}),其单位为毫安-小时 (mAh),以及 (2) 电池的实际测得阻抗 (R_a 表值),其将根据负载和温度决定真实的电池运行时间。

最值得注意的是,高温将对 Q_{max} 和内部电池阻抗产生不利影响。低压(标准 4.2-V 电池为 3.9V 和 4.1V 之间)下对电池充电和储存会延长其使用寿命,但这样做的代价是更短的运行时间。

以前的一些电池电量监测技术要求电池完全放电来更新容量信息。阻抗追踪技术消除了这种完全放电要求,取而代之的是使用两个松弛电压测量点来更新 Q_{max} 。在默认固件中,一般是在电池充电状态 (SOC) 变化约 40% 前后执行这些电压测量。利用 TI 的改进版固件,该 SOC 范围可以降至 10%,以用于“浅”放电。降低 Q_{max} 更新的 SOC 范围会影响电池电量监测的精确度;SOC 范围使用越多,精确度越高。

需要根据电池化学性质,来在规定电压范围内执行两次松弛电压测量。更多详情,请参阅参考文献 1。若想查看根据电池化学性质确定的不合格 Q_{max} 更新电压范围 Excel® 文件,请访问 <http://www.ti.com/lit/zip/slva372>,然后点击“打开”,在线浏览 WinZip® 目录(也可以点击“保存”,下载 WinZip 文件离线使用)。之后,请打开文件:

`chemistry_specific_Qmax_disqv_voltages_table.xls`

表 1 为该文件的一个摘录。如表所示,如果化学 ID 为 0100,则不允许 Q_{max} -更新电压测量位于 3737 和 3800mV 之间,因为该 SOC 的电压分布平坦。这一不合格的电压范围基于对至少一个小时休眠期之后电池降电压的测量。在大于 C/10 负载的放电期间,会执行阻抗测量和更新。(“C 放电率”评定是基于电池容量得出的。如果 3s2p 电池组具有 4400mAh 的设计容量,则 C/10 放电率为 440mA。这种情况下,安全放电率为 500mA。)

为了存储不同 SOC 值的变化电阻，我们使用了 15 个网格点。如果一个网格点被重新计算，则所有后续网格点都要做相应修改。需要进行超过 500 秒的放电，以避免瞬态效应和电阻值失真。

如何开始一个 Qmax 电池自动记忆周期

TI 拥有显示状态并允许控制“阻抗追踪”电量计参数的评估软件（请访问相关网站）。确认电池电压在不合格范围以外后，可向该电量计发送一条“重置”命令，设置 R_DIS 位，并清除 VOK 位。电量计完成正确的 OCV 测量以后，R_DIS 位将会被清除。现在，可以开始电池充电或者放电，其将在数秒时间内设置 VOK 位。利用针对 10% 浅 SOC 变化设置的固件，可允许充电/放电改变 SOC 至少 15%。停止充电/放电周期以后，允许电池放电（彻底耗尽状态长达 5 小时）至不合格电压范围以外。VOK 位应该清除，其表明第二个有效 OCV 测量已执行，并且顺利完成了 Qmax 更新。

表 1 基于电池化学性质的不合格 Qmax- 更新电压范围

Description	Chemical ID	Vqdis_min	Vqdis_max	SOC_min, %	SOC_max, %
LiCoO2/graphitized carbon (default)	0100	3737	3800	26	54
Mixed Co/Ni/Mn cathode	0101	3749	3796	28	51
Mixed Co/Mn cathode	0102	3672	3696	6	14
LiCoO2/carbon 2	0103	3737	3800	26	54
Mixed Co/Mn cathode 2	0104	4031	4062	77	88

下列两个例子介绍了电池备份系统的不同系统实施。

示例 1 无源电池放电

在这种结构中，电量计芯片组的有源电流 (~375 μ A) 可用于更长时间的电池放电。根据电池组的具体容量，该时间可以为数月。通过设置“Operation Cfg A”寄存器的 SLEEP 位为 0，可以编程实现让电量计持续保持在主动模式下。另一种方法是使用“Operation Cfg B”数据闪存寄存器中设置的固定位 (NR=0) 置位/PRES GPI。

利用针对 Qmax 更新浅放电（例如：20%）改进的固件，允许电池组放电至其容量的 75%，然后再将电池充电至满电量。Qmax 参数可相应得到的更新。请注意，这种循环周期期间，只有 Qmax 值而非电池阻抗 (R_a 表值) 获得更新。我们假设在充电结束时允许有数小时的休眠，以进行第二个松弛电压测量。

示例 2：有源电池放电

在这种结构中，系统的放电电阻可用于有源地对电池放电。这应由电池组内部或者系统外置的主处理器来控制。如前所述，阻抗网格点更新要求 500 秒钟 C/10 以上的放电电流。

即使 10% 最小放电要求应用于 Qmax 更新，理想情况下电池组也应通过两个

阻抗网格点更新获得放电。这些都发生在约 11% SOC 间隔的放电期间（即 89%、78%、63%、52% 等）。这种情况下，100% 到 75% 电量的放电便已足够。如果由于持久性原因，在 SOC 位于 80% 时存储电池电量，则在 25% 放电内便会出现两次阻抗网格点更新。

正确的 Q_{max} 更新仅发生在被充电或放电分隔的两次连续松弛电压测量完成之后（假设两次测量均位于指定化学 ID 的不合格电压范围以外）。因此，在电池组被有源地放电至其电量的 75% 以后，便要求数小时的休息，具体情况取决于 SOC。（根据不同的电池化学性质，半充电状态要求长达 3.5 小时，而完全放电状态则要求长达 5 小时。）

案例研究

微太阳科技公司 (Microsun Technologies) 的 3s4p 8.8-Ah 电池组具有许多使用 2006 年 6 月生产的 bq20z80 芯片组的 LGDS218650 电池，我们通过它来研究长期蓄电效应。电池组在没有充放电循环的情况下，以约 45% 的电量在室温下存放两年。重要参数为 Q_{max} 变化和电池阻抗变化，以及剩余电量和运行时间计算的精确度。这些电池的估计自放电低于每年 4%。

3Ω 的恒定电阻负载用于电池组放电（相当于约 3.5A 放电率）。 Q_{max} 变化和阻抗值变化分别显示在表 2（下一页）和图 1 中。平均而言， Q_{max} 降低 3%，而电池阻抗增加 35%。同这些电池变化一样，两年休眠期以后的初始放电周期精确度大于 99%；特别是，达到终止电压时报告了 67 mAh 的电量（67 mAh/8819 $Q_{max} = 0.00761$ ，即 0.761% 的误差）。

图 1 随时间变化而变化的电池阻抗

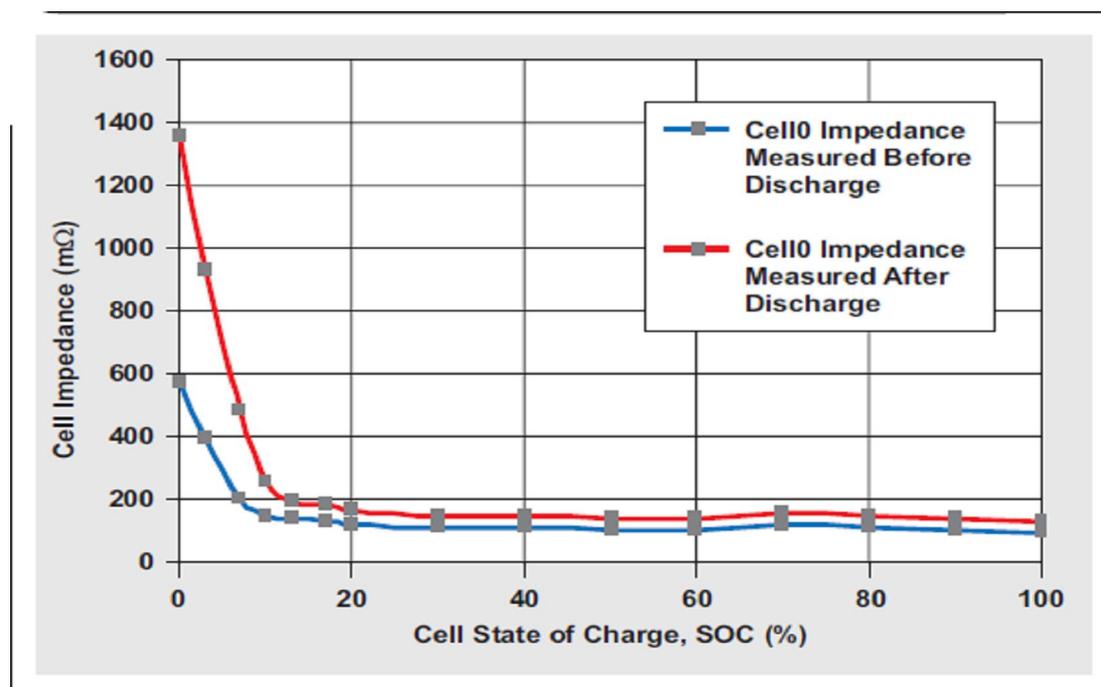


表 2 样品电池组放电前后的 Q_{max} 和电池阻抗值

	Cell Impedance Measurements Before Discharge	Cell Impedance Measurements After Discharge	Q _{max} (mAh) Before	Q _{max} (mAh) After
CELL0	xCell0 R_a 0 = 93	Cell0 R_a 0 = 124	9096	8819
	xCell0 R_a 1 = 102	Cell0 R_a 1 = 136		
	xCell0 R_a 2 = 112	Cell0 R_a 2 = 149		
	xCell0 R_a 3 = 117	Cell0 R_a 3 = 156		
	xCell0 R_a 4 = 103	Cell0 R_a 4 = 137		
	xCell0 R_a 5 = 102	Cell0 R_a 5 = 136		
	xCell0 R_a 6 = 112	Cell0 R_a 6 = 149		
	xCell0 R_a 7 = 112	Cell0 R_a 7 = 148		
	xCell0 R_a 8 = 117	Cell0 R_a 8 = 165		
	xCell0 R_a 9 = 128	Cell0 R_a 9 = 179		
	xCell0 R_a 10 = 138	Cell0 R_a 10 = 195		
	xCell0 R_a 11 = 146	Cell0 R_a 11 = 259		
	xCell0 R_a 12 = 204	Cell0 R_a 12 = 479		
	xCell0 R_a 13 = 393	Cell0 R_a 13 = 927		
xCell0 R_a 14 = 573	Cell0 R_a 14 = 1355			
CELL1	xCell1 R_a 0 = 71	Cell1 R_a 0 = 98	9102	8833
	xCell1 R_a 1 = 79	Cell1 R_a 1 = 109		
	xCell1 R_a 2 = 88	Cell1 R_a 2 = 122		
	xCell1 R_a 3 = 95	Cell1 R_a 3 = 131		
	xCell1 R_a 4 = 79	Cell1 R_a 4 = 109		
	xCell1 R_a 5 = 80	Cell1 R_a 5 = 111		
	xCell1 R_a 6 = 89	Cell1 R_a 6 = 123		
	xCell1 R_a 7 = 87	Cell1 R_a 7 = 125		
	xCell1 R_a 8 = 90	Cell1 R_a 8 = 139		
	xCell1 R_a 9 = 98	Cell1 R_a 9 = 147		
	xCell1 R_a 10 = 108	Cell1 R_a 10 = 164		
	xCell1 R_a 11 = 114	Cell1 R_a 11 = 223		
	xCell1 R_a 12 = 159	Cell1 R_a 12 = 453		
	xCell1 R_a 13 = 338	Cell1 R_a 13 = 960		
xCell1 R_a 14 = 491	Cell1 R_a 14 = 1397			
CELL2	xCell2 R_a 0 = 56	xCell2 R_a 0 = 83	9096	8823
	xCell2 R_a 1 = 63	xCell2 R_a 1 = 93		
	xCell2 R_a 2 = 71	xCell2 R_a 2 = 105		
	xCell2 R_a 3 = 79	xCell2 R_a 3 = 117		
	xCell2 R_a 4 = 65	xCell2 R_a 4 = 96		
	xCell2 R_a 5 = 62	xCell2 R_a 5 = 92		
	xCell2 R_a 6 = 73	xCell2 R_a 6 = 108		
	xCell2 R_a 7 = 69	xCell2 R_a 7 = 108		
	xCell2 R_a 8 = 73	xCell2 R_a 8 = 118		
	xCell2 R_a 9 = 82	xCell2 R_a 9 = 127		
	xCell2 R_a 10 = 89	xCell2 R_a 10 = 145		
	xCell2 R_a 11 = 93	xCell2 R_a 11 = 211		
	xCell2 R_a 12 = 134	xCell2 R_a 12 = 304		
	xCell2 R_a 13 = 323	xCell2 R_a 13 = 734		
xCell2 R_a 14 = 475	xCell2 R_a 14 = 1079			

重要声明

德州仪器 (TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的 TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合 TI 标准保修的适用规范。仅在 TI 保修的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的数据手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售 TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关 TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

可访问以下 URL 地址以获取有关其它 TI 产品和应用解决方案的信息:

产品

放大器	http://www.ti.com.cn/amplifiers
数据转换器	http://www.ti.com.cn/dataconverters
DSP	http://www.ti.com.cn/dsp
接口	http://www.ti.com.cn/interface
逻辑	http://www.ti.com.cn/logic
电源管理	http://www.ti.com.cn/power
微控制器	http://www.ti.com.cn/microcontrollers

应用

音频	http://www.ti.com.cn/audio
汽车	http://www.ti.com.cn/automotive
宽带	http://www.ti.com.cn/broadband
数字控制	http://www.ti.com.cn/control
光纤网络	http://www.ti.com.cn/opticalnetwork
安全	http://www.ti.com.cn/security
电话	http://www.ti.com.cn/telecom
视频与成像	http://www.ti.com.cn/video
无线	http://www.ti.com.cn/wireless

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2006, Texas Instruments Incorporated