

用于大功率锂电池组的电池管理设计

凌力尔特公司 Greg Zimmer

基于锂的电池化学材料在大功率工业和交通运输系统中正在迅速取代铅酸和镍氢金属(NiMH)材料。不过,锂化学材料在能量和功率密度方面的优点被电池管理电路更高的复杂性抵消了。在这些“下一代”电池管理系统(BMS)中,开发人员需要应对非常具有挑战性的设计限制。他们必须在严酷的噪声环境中,在宽温度范围内和存在几百伏共模电压的情况下,以非常高的精确度测量每节电池的电压。

锂电池组由一组单节锂离子电池制成,这些电池的典型电压/电流值为2.5~3.9V和4~40Ahr。在很多系统中,电池组由36~200节电池串联而成。混合动力汽车中就应用了电池组,其必须提供快速可再充电能力,而且消费者也要求电池组寿命至少达10年,并在一次充电后的行驶距离达到100英里,峰值充电电流和放电电流约为200A,最重要的是,其发生ROE(快速氧化事件,即着火)的可能性必须小于燃油动力汽车。当然,必须以对汽车成本影响最小的方式提供所有这些性能。总之,采用锂电池组的电动汽车(EV)的设计要求在性能、经济性和安全性之间取得平衡。两个关键要素是电池设计和电池管理电路。

一个锂离子电池充电到100%或放

电到0%将降低其长期容量。因此,锂离子电池的工作充电状态通常被限制到一个较小的范围,诸如30%~70%。为了充分利用可用电池容量范围,电池系统必须非常准确地监视每节电池的电压(该电压直接对应于充电状态)。这是因为锂离子电池具有相对平坦的充电曲线(见图1)。例如,仅为几毫伏的电池电压变化就代表了1%的充电状态变化。

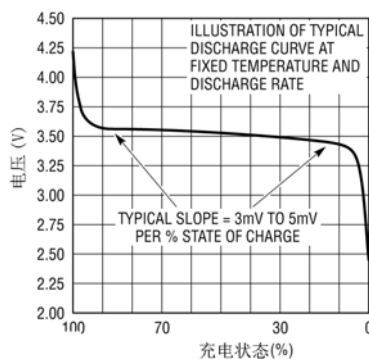


图1 典型的锂离子电池放电曲线

在一个高压电池组中,采用多节锂离子电池给保持特定充电状态范围这个目标,增加了极大的复杂性。一个锂离子电池组不能像单个电源那样充电和放电。由于制造的差异性,各节电池的容量略有不同,而且这种容量差异随着时间的推移会增大,因为较差的电池比其他电池老化快。就容量偏小的电池而言,它们的充电状态在多个充电和放电周期之后将逐渐偏离。如果每节电池的

充电状态未得到周期性均衡,那么有些电池最终将过度充电或放电,从而损坏,并最终形成电池组故障。

此外,大功率电池应用一般必须应对电源负输出、开关稳压器、继电器、启动装置和其他来源产生的显著噪声。图2为一个包含100节电池的电池组的输出,该输出具有来自10kHz负输出的尖峰,为电动机供电。在这个例子中,每节电池都有一个3.7V的平均DC值,而且100V瞬态电压均等地分摊到100节电池上。最上面那节电池具有370V共模电压,100V共模开关瞬态电压和1V差分瞬态电压。

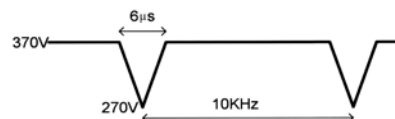


图2 高压电池组开关噪声

显然,电池管理电路面临着一个非常大的挑战。这些电路必须能快速和准确地测量每节电池的电压。这要求能够从一个0~1000V的共模电压中抽取一个小的差分电压。现在的电池管理系统(BMS)大部分使用现售组件的组合,这些组件以模块化方式排列。如图3所示,一个由36节电池组成的电池组,以12节电池为一组分3组来进行监控。这样做能降低每套模拟电路上的共模电压。由

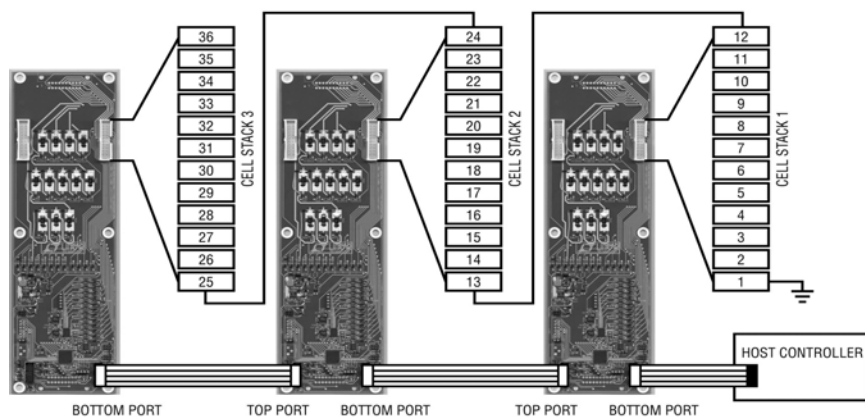


图3 典型的电池组配置

12节电池组成的模块为模拟电路提供局部电源和地，该模拟电路采用LTC6802-1 电池组监视器。

LTC6802 为大型电池组处理数据采集任务，而且尤其适用于锂离子电池。其可直接连接到电池串中的每一节。每节电池的电压都以1.5mV的分辨率数字化成一个12位字。因为使用了一个独特的电平移位串行接口，多个LTC6802无须

光耦合器或隔离器就可以串联叠置。在高抗噪串行数据沿着电池组被发送到一个系统控制器时，器件可以从每节电池处精确地直接测量电压。此外，当多个LTC6802 器件串联连接时，它们可以同时运行，从而能对电池组中的所有电池进行快速和准确的电压测量。

在整个温度和电压范围内，电压测量准确度高于99.75%，而且电池组中所

有电池的电压都可以在13ms内测量。每节电池的欠压和过压情况都得到监视，而且每节电池的输入都有一个MOSFET 开关，该开关可用来对任何过度充电的电池放电。这些开关用于所谓的无源充电均衡，以应对上述的电池均衡挑战。每个LTC6802 都可通过一个1MHz的串行接口通信，该接口支持广播和寻址指令。该器件还包括两个热敏电阻输入以测量环境或电池组温度、两条GPIO 线和一个5V稳压器。凌力尔特公司为具有挑战性的汽车环境做出了特殊考虑；LTC6802 设计在工业温度范围内工作，具有高的抗ESD、抗EMI和抗噪声性能，并具有内置的诊断和自测试功能。

经过多年的努力与不断进步，高能量电池系统的日常使用不久就将切实可行，尤其是作为电动和混合电动汽车的组成部分。在这种情况下出现之前，必须为实用、经济和可靠的电池系统解决各个层次的技术问题。而LTC6802提供了一个很好的解决方案，这个IC将数据采集功能集成到单个器件中，能够支持由很多电池组成的长电池串。像这样的进步将确保电动和混合电动汽车的商业成功，并为很多其他应用创造机会。

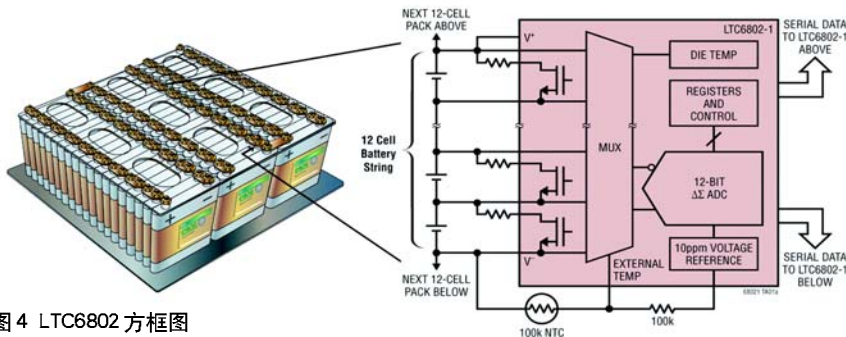


图4 LTC6802 方框图