

如何提高能量存储电池管理系统的可靠性

Mike Kultgen、Greg Zimmer, 凌力尔特公司信号调理产品部; Stefan Janhunen, Nuvation Engineering公司BMS产品部

用电池作为备份电源并不是新鲜事,目前已经有很多种电池备份电源系统了(参见图1*)。尽管电池化学组成和电池技术领域的进步引起了很大的关注,但是对于一个可行和基于电池的备份系统而言,还有一个同样关键的部分,那就是电池管理系统(BMS)。

为能量存储应用实现电池管理系统时有很多挑战,其解决方案绝不是从小型、较低容量电池包的管理系统简单“扩展”而成。相反,需要新的、更加复杂的战略以及关键的支持组件。

系统设计将概念转变成真实世界的成果

尽管监视可再充电电池从概念上看很简单,只需将电压和电流测量电路放在电池端子处即可,但现实中的BMS却很不一样,要复杂得多。

坚固的设计始于对各节电池的全面监视,这对模拟电路功能提出了一些重要要求。电池读数需要达到毫伏和毫安级准确度,电压和电流测量值必须是时间同步以计算功率。BMS必须评估每次测量的有效性,因为它需要最大限度地提高数据完整性,同时BMS还必须识别错误或问题的读数。BMS不能忽视不寻常的读数,因为这种读数也许表明有潜在问题,但同时,BMS又不能根据有错误的数据采取行动。

模块化BMS架构提高了坚固性、可扩展性和可靠性。数据链路各部分之间需要隔离,以最大限度地降低电气噪声的影响,并提高安全性,而模块化为实现隔离提供了方便。此外,先进的数据

编码格式[例如循环冗余校验(CRC)差错检测和链接确认协议]可确保数据完整性,这样系统管理电路就可确信,它接收的数据就是所发送的数据。

采用了这些原理的BMS实例之一是由Nuvation Engineering(加拿大安大略省滑铁卢和美国加利福尼亚州桑尼维尔)开发的可扩展和可定制电池管理系统。凭借以可靠性和坚固性作为关键指标的电网电能存储系统和电源后备设备领域屡屡赢得设计案。这种现成有售的BMS主要优势是具有三个子系统的分层分级拓扑(见图2)。

坚固的设计是自下而上建立的

模块化架构、分级拓扑和注重减少差错的设计对Nuvation BMS实现完整性和可扩展性而言是必不可少的,但是这还不够。成功实现Nuvation BMS还需要以高性能基本功能构件作为物理基础。

这就是为什么凌力尔特公司的多节电池监视器IC LTC6804(参见图4*)在Nuvation BMS解决方案中发挥关键作用的原因。LTC6804专为满足BMS系统及多节电池设计的需求而定制,起点是针对多达12节串联叠置的电池提供精确的测量值。该器件的测量输入不是以地为基准的,这极大地简化了对电池的测量,而且LTC6804本身是可叠置的,以用于较高电压的阵列(该器件还支持各种电池化学组成)。LTC6804以16位分辨率提供0.033%的最大误差,仅需要290μs就可测完所有12节电池。要产生有意义

的电源参数分析结果,这样的同步电压和电流测量是至关重要的。

解决了三大问题

LTC6804解决了影响系统性能的三大问题:转换准确度、电池容量平衡和连通性/数据完整性:

1)转换准确度:考虑到BMS应用的短期和长期准确度要求,该器件采用了掩埋齐纳转换基准,而不是带隙基准。这提供了一个稳定、低漂移(20ppm/√kHr)、低温度系数(3ppm/°C)、低迟滞(20ppm)的主电压基准以及卓越的长期稳定性。

尽管高准确度基准是确保上佳性能的必要部件,但仅靠这个是不够的。A/D转换器架构及其运作必须在电噪声环境中符合规范的要求,此类噪声环境是系统的大电流/高电压逆变器的脉宽调制(PWM)瞬变的结果。另外,电荷状态(SOC)和电池健康状况的准确评估还需要相互关联的电压、电流和温度测量。

2)电池容量平衡:大型电池包一般由多组电池或电池模块组成,在任何使用这类电池包的系统中,电池容量平衡都是不可避免的要求。尽管大多数锂电池在首次到达用户手中时已经进行了良好的容量匹配,但是随着老化,锂电池会损失容量。由于导致老化过程不同的因素有多种(例如电池组的温度变化率不同),各节电池的老化过程可能各不相同。使整个老化过程加剧的是,如果允许电池工作范围超出其SOC限制,那么这节电池就会提前老化,并会额外损失容量。这些容量方面的差异,加之自放

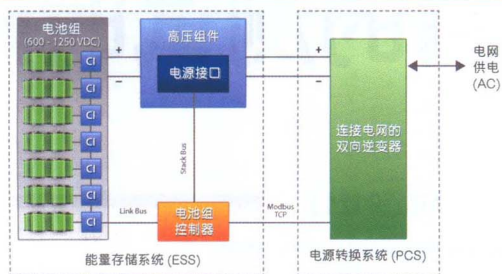


图2: Nuvation Engineering公司的电池管理系统是AC电网和电池阵列之间的接口, 该系统以先进的方式监督电池充电/放电, 并提供DC/AC逆变器功能

电和负载电流方面的小差异, 会导致电池容量失衡。

为了解决电池容量失衡问题, LTC6804直接地支持被动平衡(用一个用户可设置的定时器)。LTC6804还可用来控制主动平衡, 这是一种更加复杂的平衡方法, 在充电或放电周期中在电池之间传送电荷。

3)连通性/数据完整性考虑: 电池组设计中的模块化增强了可扩展性、可维修性和外形的灵活性。然而, 这种模块化要求电池组之间的数据总线具有电流隔离(无电阻通路), 这样, 任何一个电池组中的故障就不会影响系统的其余部分或在总线上施加高电压。此外, 电池组之间的配线必须要能耐受很高的EMI。

两线式隔离数据总线是一种能以紧凑和具成本效益的方式实现上述目标的可行解决方案。因此, LTC6804提供了被称为isoSPI的隔离式SPI互连, 其负责把用于时钟、数据输入、数据输出和芯片选择的信号编码为差分脉冲, 然后通过一个变压器把这些差分脉冲耦合至一个坚固、可靠和确定已久的隔离组件(参见图5*)。该总线上的器件可以通过“菊花链”方式连接, 这种连接方式可极大地减小线束尺寸, 并实现大型、高压电池包的模块化设计, 同时保持很高的数据传输速率和很低的EMI敏感性(参见图6*)。

LTC6804提供一系列自评估和自测试功能, 这使该器件更加适合BMS应用了。这些评估和测试功能包括断线检测、第二个内部ADC时钟基准、多工器自测试甚至内部电源电压测量。该器件为准备与ISO 26262和IEC 61508标准兼容的系统而设计。

结论

成功和可行的系统设计需要一种由优化组件(例如: LTC6804)自下而上地提供支持模块化、结构化、自顶向下的架构。当与精细、安全的数据采集和控制软件相组合时, 可造就高性能的可靠BMS, 此类BMS几乎不需要操作人员的干预, 并将以自主的方式运行, 从而提供为期多年的可靠服务。EET

(*详见本刊网站)