

EV电池背后的先进技术

Greg Zimmer

摘要

与油箱等单个储能元件不同，电动汽车(EV)的电池包由数百个串联的锂离子电芯组成。如果没有在严格控制的范围内工作，这些电芯的容量和寿命会随着时间和工作条件的变化而减少和改变。电池管理系统(BMS)负责让这些电芯保持最大容量和寿命，同时确保安全可靠。该系统的核心是电芯监测器，它可以对电芯进行测量，从而确定每个电芯的荷电状态(SOC)和健康状态(SOH)，这是评估电池状态的两个关键参数。本文介绍ADI公司的ADBMS6815系列高压电芯监测器，以及有助于汽车电池包实现最高容量、安全性、可靠性和使用寿命的关键差异化特性。

引言

几十年来，汽车行业一直在慢慢整合，而技术和品牌差异化却在减少。动力总成是将能量转化为运动的系统，可以说是汽车制造商最宝贵的知识产权，经历了一个多世纪的完善改进。在这种情况下，造车新势力的出现就显得令人瞩目，因为意味着动力总成技术正在经受挑战。

一辆典型的内燃机(ICE)汽车有一个15加仑的油箱，相当于近500千瓦时的电能。15加仑的汽油可转化为内燃机汽车375英里的续航里程，500千瓦时的电能可转化为电动汽车1450英里的续航里程。这种巨大的能效优势是电动汽车最终取胜的原因，但这种汽车的最后一个问题还有待解决。如今这一代电动汽车面临的最大问题，就是其电池容量比不上内燃机汽车的续航里程。

挑战是什么？

电动汽车的电池包由数百个串联工作的电芯组成，产生400 V到800 V的电压。过度充电和过度放电会损坏电池或使其过早老化，从而降低容量或寿命，最终导致电池故障。电池管理系统的主要功能是确定和控制构成电池包的每个电芯的荷电状态和健康状态。任何锂离子电池充电至100%荷电状态或放电至0%荷电状态都会降低其容量。确定荷电状态需要测量电池电压和温度，这些测量的准确性直接决定了荷电状态管理的好坏。总而

言之，电池管理系统的电子器件是尽可能提高电动汽车电池系统的运行里程、寿命、可靠性和安全性的关键。

要想准确、连续地测量紧密结合在一起的一长串高压电池串中的所有电芯，绝非易事。测量需要不受逆变器、执行器、开关、继电器等产生的高电气噪声的影响。由于电池包的高电压，电子器件本身也需要进行电气隔离。最后，电子元件需要在磨损、气候条件、车辆使用年限和行驶里程等因素的影响下运行数年。

电池管理系统的核心

作为集成电路(IC)和解决方案的领先供应商，ADI公司的电池管理产品专注于几个关键方面：单个电芯测量（电池监测器）、整体电池包测量（电池包监测器）、互连设备的通信网络（通过导线或无线网络），以及控制这些设备的软件。这些电子装置的目标是让所有电芯安全地充电到尽可能高的容量，确保整个电池包获得最大的可储存能量，充分提高车辆的续航能力。

可以说，最关键的设备是高压电池监测器IC。电池监测器IC可测量串联的电芯的电压和温度，通常每个监测器监控12个电芯。电池电压和温度是关键参数；测量精度和同步性是关键特性。

综合这些参数，电池管理系统可以在最大的安全工作范围内操作电池，而不会给电池带来压力。因此，这些电池监测器的性能对于电池管理系统充分优化车辆续航里程、成本、重量和可靠性至关重要。测量误差会导致电池管理效率降低，而ADI公司的电池管理系统产品能够提供精确的测量能力。

ADI公司最近推出的ADBMS6815系列精密电池监测器是实现安全、性能和成本效益的较理想功能组合。该系列由三个基本器件组成，以每个器件监控的电池数量来区分：ADBMS6816监控六个电芯，ADBMS6817监控八个串联的电芯，ADBMS6815监控12个串联的电芯。三种不同的电芯监测器数量可以满足不同的电池配置，适用于广泛的电池包配置。

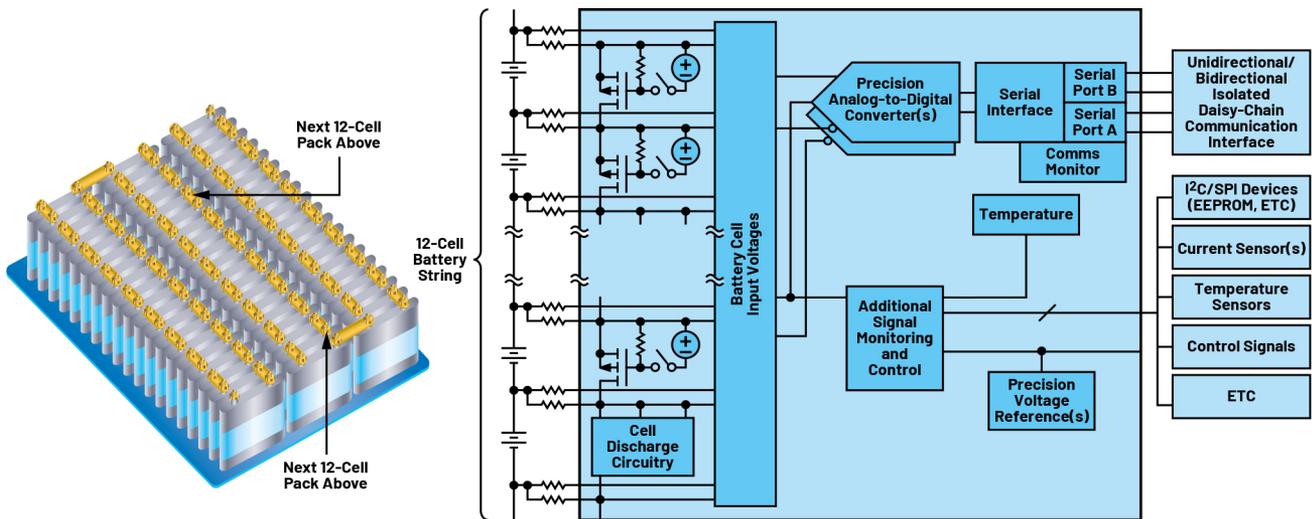


图1. 多电芯监控器的简化说明。

此外，这些部件可以通过混合和匹配的方式进行组合，组成合适数量的电池监控通道。由于工作环境包括极端的电气噪声，因此还包含可调节的低通滤波，以减少这些噪声，确保实现高保真的测量。

ADI 电池管理系统通信技术

ADBMS6815 系列电池监控器采用菊花链式互连设计，使用 isoSPI™ 双线通信接口。这是一个稳定可靠、对电磁干扰不敏感、具有电气隔离的网络，能够从电池管理系统微控制器同步操作、轮询和控制 ADI 公司的电池管理系统设备。因此通过 ADI 电池包监控器件，可以同步测量电池包中的所有电芯以及电池包电流和电池包电压。这种菊花链可以通过一条通往每个设备的路径进行操作，也可以通过环路配置中的双路径进行操作。该环路支持在电线或连接器发生故障的情况下，访问所有的电芯监控数据。

要了解有关 isoSPI 的信息，请查看此[视频](#)。

ADBMS6815 系列还支持在无线电池管理系统 (WBMS) 中运行，其中有线菊花链被电池监控器的 2.4 GHz 无线电池管理系统节点所取代。

安全

在电池管理系统的所有目标中，确保电池包的安全是最重要的。识别和补救集成电路内的潜在故障需要内置自检能力和冗余。这些功能包括冗余测量路径、改进输入信号之间的同步、自检能力等等。

ADBMS6815 系列零件的设计支持 ISO 26262 ASIL-D 标准。

ISO 26262 是一个普遍采用的汽车功能安全标准，旨在确保汽车电气设备和系统在整个生命周期内的安全。ASIL-D 是本 ISO 标准中的一种风险分类，代表系统中最高的汽车安全级别。ADI 部件的设计和认证旨在支持 ASIL-D，确保使用 ADI 部件的汽车制造商能够实现这一关键里程碑。

此外，通过满足 ISO 26262 标准，设计人员可以满足其它功能安全标准，如 IEC 61508，从而也满足非自动应用的标准。

低功耗电芯监控

除了确保为车辆提供稳定、可预测、可靠的能源外，电池管理系统还必须确保电芯本身始终是安全的。虽然这种情况比较罕见，但电芯的缺陷会导致电池随着时间的推移而缩短寿命，并导致热失控，造成灾难性的结果。为此，电池管理系统需要对可能预示任何潜在问题的情况进行监控。

电芯并不会因为不使用而处于惰性状态。作为电化学设备，即使在静止状态下，它们也会随着时间而变化。换句话说，即使在车辆不运行的情况下，电池的失效状态也在持续发展。为了持续监控电池包内的电芯（即使车辆处于熄火状态），ADI 公司开发了低功耗电池监控 (LPCM) 技术。LPCM 是一种先进的电芯监控功能，可定期自动检查电芯的关键参数。通过 LPCM 功能，电池监控器会提醒电池管理系统唤醒，并在检测到任何潜在问题时进行适当的检查。如果电池监控器未能提供定期确认信号，电池管理系统也会收到警报。

要了解 ADI 如何解决这个问题，请观看这段[视频](#)对 LPCM 的解释。

灵活性、功能和成本效益

ADBMS6815 系列提供了较理想的功能组合，可满足广泛的要求，并对上述安全性、可靠性和性能提供一些补充作用。这些器件使用相同的封装和引脚，允许设计人员以不同的通道数（每个器件监控 6、8、12 个单体电池）构建通用设计，通过不同的选项配置，满足更多电池包或电池模组的配置需求。这些产品还包含通用的 I/O，可以作为数字输入、数字输出或模拟输入操作。当作为模拟输入操作时，它们可以测量 5 V 以下的任何电压，测量精度与原电池相同。此外，这些辅助测量，如温度或电流测量，可与电芯测量同步，从而获得更准确的荷电状态。

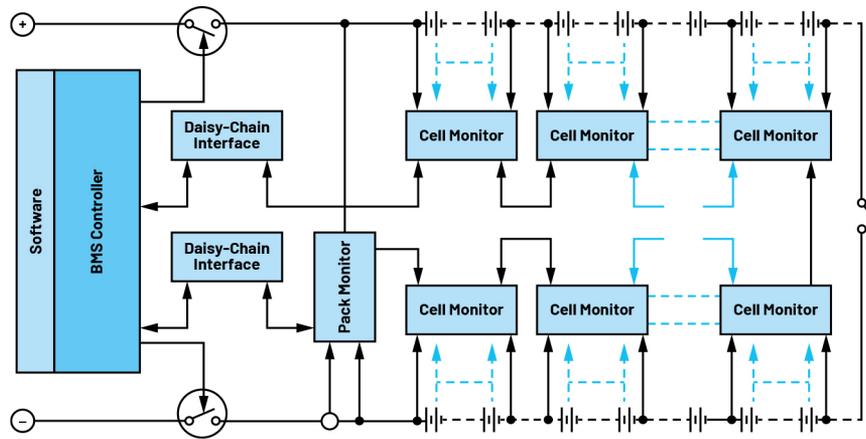


图2. 有线电池管理系统的概要。

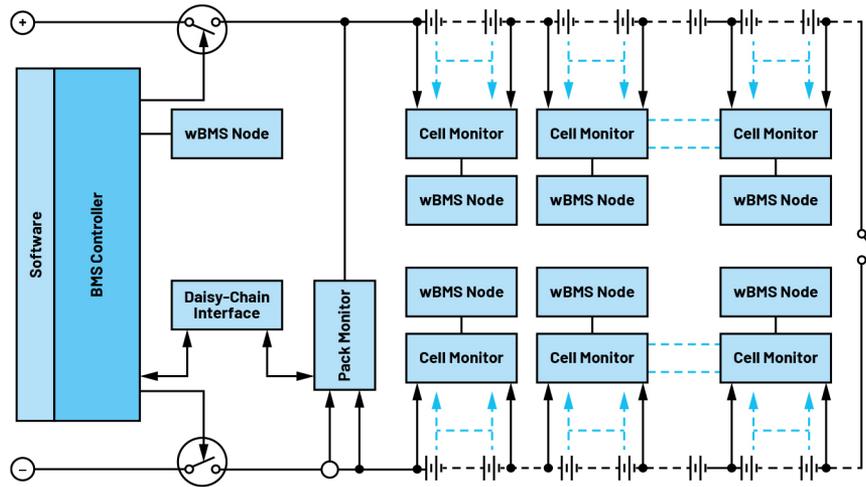


图3. wBMS用无线电取代了通信线路。

计算这些I/O引脚也可以控制I²C或SPI子节点设备，实现更复杂的功能，比如增加多路复用器，来扩大模拟输入或EEPROM，从而存储校准信息。最后，这些产品还包含电池均衡能力，在任何电池上都能放出高达300 mA的电流。这实现了系统均衡，保持电池包中所有电芯的荷电状态相等。均衡过程可以设置为一个特定的时间段，并在达到预先编程的阈值时自动停止。这样，即使在电芯监控器处于睡眠模式时，也能实现长时间的均衡。

一般特性

- ▶ ADBMS6815 (12通道)
- ▶ ADBMS6817 (8通道)
- ▶ ADBMS6816 (6通道)

- 支持汽车安全完整性等级: D
- 最大使用寿命总测量误差: 1.5 mV

- 用于高压电池包的可堆叠架构
- 304 μs内可完成系统中所有电芯电压测量
- 具有可编程噪声滤波器的16位ADC
- 每通道300 mA的无源电池均衡，带有可编程的PWM控制
- 2 Mbps电隔离串行通信
- 仅使用2根电线和电容器或变压器
- 可逆通信支持环形拓扑结构，即使通信路径上有故障，也可以进行通信
- 7个通用接口引脚可用作模拟或数字输入或数字输出；支持温度传感器，可配置为I²C或SPI主机
- SLEEP模式电源电流: 5.5 μA
- 48引脚7 mm × 7 mm LQFP封装

结论

未来30年内，世界将从内燃机转向电动乘用车。汽油是一种来自有限资源的产品，其使用效率极低，因而势必会推动这种转变。地缘政治和环境问题只会加速这一趋势。电动汽车是未来的趋势，而电池管理系统技术是一个关键的推动因素。

领先的电池管理系统产品，如ADBMS6815系列，正在推动未来的发展。这些IC经认证符合ISO 26262 ASIL-D标准，它们的电芯电压和温度测量精度在业内属领先水平。ADBMS6815系列采用经过道路验证的多代电池监控IC，旨在超越汽车和工业应用的环境、可靠性和安全性要求。它们能够有效满足电动车队和大型储能系统不断变化且具有挑战性的要求。设计人员可以放心地选择ADI公司产品，相信我们的市场领先技术可以提供当今出色的电池管理系统，并在我们不断扩大的创新基础上，促进未来前沿系统的发展。

要了解更多信息，请联系ADI电池管理部并访问analog.com/BMS。

作者简介

Greg Zimmer是ADI公司电池管理系统部的营销经理，在各种高性能信号调理IC的产品营销方面拥有丰富的经验。Greg拥有营销、技术营销、应用工程和模拟电路设计等方面的背景。Greg拥有加州大学伯克利分校电气工程/计算机科学学士学位以及加州大学圣克鲁兹分校经济学学士学位。

在线支持社区



访问ADI在线支持社区，中文技术论坛

与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

请访问ez.analog.com/cn

