

在高压电池管理系统中实现可靠的数据通信

Jon Munson
(凌力尔特公司)

1 引言

使电池组实现可靠性、高性能和长寿命是电池管理系统(BMS)的主要目的。为此,电池管理电子电路需测量每节电池的电压,并将测得的数据发送到中央处理器。就大型高压电池串而言,例如典型的汽车动力传动系统所用的电池串,模块化、分布式电池组是一种富有吸引力的选择。电池模块可以作为基本构件用于多种电池组设计。模块化设计还有助于优化重量分布,最大限度利用可用空间。模块化电池组的最大挑战是,需要通过数据链路使电池组作为单一单元运行。

对数据通信链路而言,有电气噪声的环境是个巨大的挑战,例如典型的汽车环境。尽管CANbus链路和隔离相结合可充分抑制噪声,但是这种解决方案太复杂、成本很高。为了解决这个问题,凌力尔特公司开发了isoSPI™,这是一种简单的两线适配标准串行外设接口(SPI)。

isoSPI接口将高达1Mbps的全双工SPI信号转换成差分信号,然后再通过双绞线对和一个简单、低成本的变压器传送这个差分信号。凌力尔特最近推出的一系列电池组监视器集成了这种接口,这套模拟集成电路电池监视器用来测量电池组中电池的电压。凌力尔特12节电池监视IC LTC6811有两个isoSPI端口。这两个端口使多个LTC6811器件能够

以菊花链方式互连,以监视很长的高压电池串。通过isoSPI,含有多节电池的电池模块能够与相距很远的主控处理器通信。

2 isoSPI接口的工作过程

isoSPI接口通过一个“平衡的”线对传送差分信号,两条线都不接地。这样配置后,通过外部EMI传递到两条线上的“共模”噪声几乎相同,而所传送的差模数据信号则相对不受影响。isoSPI接口在器件之间用一个纤巧的变压器对差分信号进行磁耦合和电气隔离。这样就屏蔽了每个器件,以免受到大的系统噪声所导致的较大共模电压摆幅的影响,同时能够跨越介电势垒发送重要的差分数据。已取得巨大成功的以太网双绞线对标准也采用了与此相同的方法。此外,由于电气隔离,所以电池组之间尽管存在很大的DC电压差,但是仍然能够互连。选择变压器的原则很简单,只要DC隔绝电压合适即可。图1显示了理想化的isoSPI差分波形,无DC电压的脉冲信号之后经变压器耦合,不会损失数据。脉冲的宽度、极性和时序用来表示常规SPI信号的各种状态变化。

所有这些isoSPI特性都是特意指定的,以确保无差错传送数据,并通过严格的大电流注入(BCI)干扰测试。实际上,凌力尔特测试显示,在超严酷

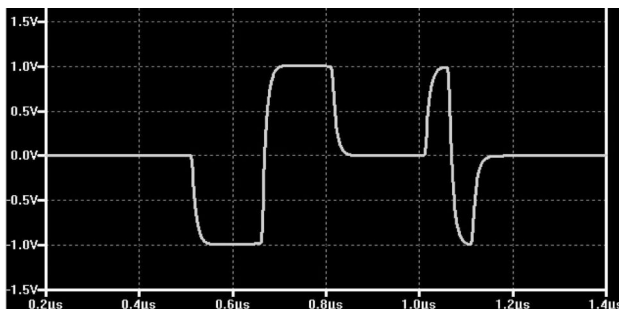


图1 用 isoSPI 差分信号的不同形态表示双绞线对上传送的 SPI 信号的状态变化

200mA BCI 情况下, isoSPI 可释放全部性能潜力,而且在主要汽车公司的测试也得到了相同结果,因此 isoSPI 链路用于车辆底盘束线配线完全合格。如果模块间必须通信,那么这就是一个必须满足的关键要求,而且既然最终需要电气隔离以保证安全,所以 isoSPI 还可以显著降低成本。

3 用 isoSPI 降低复杂性

通过将电池连至一个模拟前端 (AFE) 器件,例如凌力尔特的 LTC6811,可以构成一个 BMS。多个 AFE 器件可以互连,之后通过 CANbus 链路连至一个中央处理器。图 2 (a) 显示了这样的结构,其中仅显示了两个支持常规 SPI 数据连接的 AFE 器件。为提供实现安全性和数据完整性所需的电气隔离,每个 AFE 都需要一个专用的数据隔离器。就隔离每个电池组与主控微处理器和 CANbus 网络而言,可以用磁、电容或光隔离方式实现电气隔离。使用 SPI 时,4 个 SPI 信号中的每一个都需要隔离,这意味着巨大的成本。

图 2 (b) 电路功能相同,但用 isoSPI 实现。小型、低价变压器取代了数据隔离器,在主处理器组件与电池组电位之间提供电气势垒。在主控微处理器端,一个小型适配器 IC (LTC6820) 提供 isoSPI 主控制器接口。图中所示 ADC 单元 (LTC6811-2) 集成了 isoSPI 从属支持功能,因此惟一所需的附加电路是平衡传输线结构所需之合适的无源终止组件。尽管图 2 仅显示了两个 AFE 器件,不过在单条扩展 isoSPI 总线上,可以容纳多达 16 个 AFE 器件。

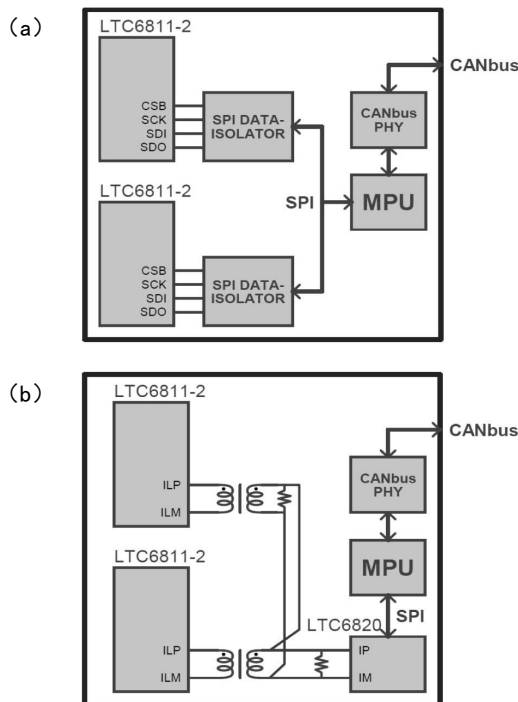


图2 常规 BMS 隔离与 isoSPI 方法

4 isoSPI 器件支持多分支总线或点对点菊花链连接

isoSPI 链路采用简单的点对点连接方式当然会工作得很好,如图 3 所示,双端口 ADC 器件 (LTC6811-1) 可以形成完全隔离的菊花链式结构。无论是总线结构还是菊花链结构,都存在类似的总体结构复杂性,因此在具体考虑一个设计方案的各个方面时,可能会视所涉细节的不同而选择不同的连接方式。菊花链方式往往成本较低,因为这种方式通常采用较低 DC 隔绝电压和较简单的变压

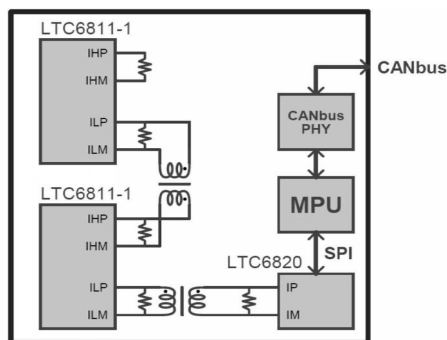


图3 采用 isoSPI 菊花链方式连接的流行 BMS 配置,

器,但就可寻址拓扑而言,变压器必须涵盖从 isoSPI 主控器件 (LTC6820) 到 AFE 的整个电压范围,这有可能是整个电池组的最大电压范围,另一方面,并联可寻址总线提供较好的故障容限,因为都是直接与 isoSPI 主控器件通信。为了避免 EMI 多点进入以及多路径反射问题,最好在一个电路板上实现所有总线电路,这样总线本身就很紧凑,并有可能用 PCB 地平面对其加以保护。

5 对 BMS 电子电路分区

isoSPI 的主要优势之一是,在点对点菊花链式配置中,允许使用很长的裸露配线。isoSPI 出现之前,BMS 设计只能采用集中式架构,或者需要用昂贵的隔离式 CANbus 实现互连。isoSPI 接口允许采取实用的模块化方法,而且能够发挥出模块化方法的所有优势。图 4 显示了分布式菊花链 BMS 结构,在这种结构中,电池组可以任意组合,并作为一个分布式网络运行。满足电路分布需求需要多少 AFE 器件 (LTC6811-1) 和束线级互连,该网络就可以纳入多少。采用 isoSPI 网络意味着,所有数据处理活动都可以合并到单一微处理器电路中,而且微处理器实际上可以放在任何地方。这种网络的总体灵活性使基于 isoSPI 的 BMS 系统能够设计成既具备高性能,又可改善成本效益。

请注意,在图 4 中,一段 isoSPI 总线无论在哪里,只要裸露于束线级 EMC 环境中,每个 AFE IC 的终止结构中就会放入一个小型共模扼流圈 (CMC)。该 CMC 是一种非常小的变压器组件,抑制任何残留和非常高频率 (VHF) 的共模噪声,否则这种共模噪声可能通过耦合变压器的内部绕组电容泄漏出去。此外,所有束线配线都是完全隔离的,以保证彻底安全。

6 应对新的挑战

既然 isoSPI 结构使电池模块中的电子电路实现了最小化,那么就可更方便、更具成本效益地满足 ISO 26262 等新法令的要求。以冗余这个问题为例,

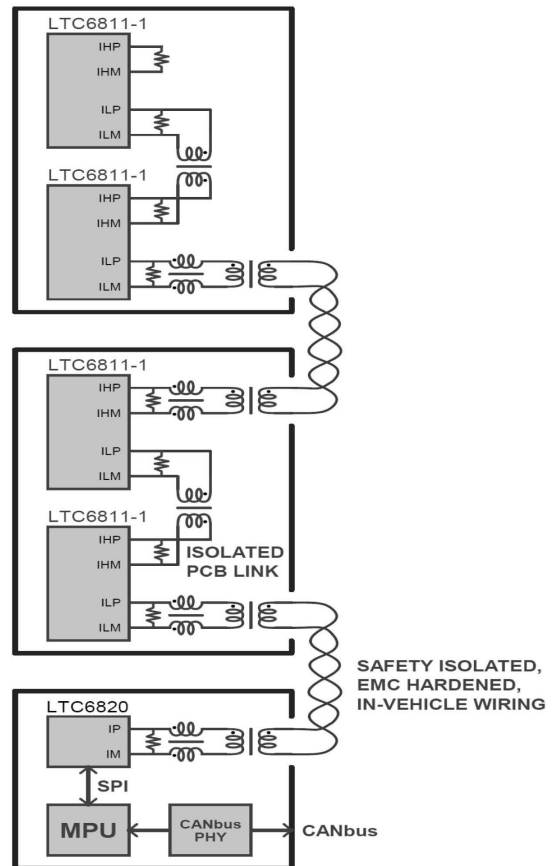


图 4 采用 isoSPI 的、灵活的分布式 BMS 结构

设计师可以简便地按照需要给 isoSPI 网络增加额外的 AFE 电路。另外,由于采用网络方式后,合并了处理器功能,所以提供冗余数据通路,甚至提供双处理器,都成了非常简单的事情,不会对模块封装造成大的影响。设计师可以按照需要简便地在各种模块中增加额外的电路,以实现可靠性目标。

7 结论

通过集成行之有效的数据通信技术,isoSPI 为标准 SPI 器件的远程控制提供了一种简便可靠的方法,而以前这类器件需要额外适应 CAN 总线协议。isoSPI 两线数据链路通过灵活的 ADC 网络,为提高电池管理系统的可靠性及优化其结构提供了一种具成本效益的方式。处理器远离电池以及处理器功能合并可简化电池组模块,从而最大限度减少每个电池所需的电子组件。CIC