

储能解决方案



请访问 [ANALOG.COM/POWER](https://analog.com/power)

目录

3 采用ADBMS1818的储能系统设计

6 储能系统助推电动汽车快速充电基础设施建设

13 对太阳能和储能设施进行基本监测的iCoupler隔离式通信解决方案

19 医疗健康能源存储系统通过高级电池管理提高了可靠性、安全性，并延长了30%的使用寿命

10 聚焦文章

- ▶ 低压电池监控器进入高压电动汽车
- ▶ 智能电表现场诊断的进展
- ▶ 信号和电源隔离RS-485现场总线的高速或低功耗解决方案

17 特色产品

- ▶ 具有业界超高交流和超低失调漂移性能的隔离式 Σ - Δ ADC
- ▶ 隔离式栅极驱动器用于控制电源开关的开/关速率以优化效率
- ▶ 集成七个数字隔离器的三通道、隔离式微功耗管理单元
- ▶ 集成最大功率点跟踪(MPPT)和I²C 80 V电池充电器的高压降压-升压电池充电控制器可优化电源监控
- ▶ 具有自校准功能的电能计量IC可降低外部设备要求

24 信号链，设计笔记，以及视频

- ▶ 信号链：精密窄带宽
- ▶ 视频：具有自校准功能的电能计量IC
- ▶ 设计笔记：提高电力线监控应用的系统级性能和可靠性
- ▶ 视频：碳中和未来：电气化生态系统对业务和技术的影响
- ▶ 视频：提供更好的电池，助力实现更可持续的未来

采用 ADBMS1818 的储能系统设计

随着各类新能源设备不断增加，低碳环保成为能源行业的主流，智能电网也发生很多新的变化和产生很多新应用，其中储能系统成为存储可再生能源的峰值能量、平衡电网负荷波动、调节电网质量、满足工业及居民的备用用电等的有效手段。采用动力锂电池技术的储能系统由于其功率密度高、响应速度快、易于实现智能化等优点已成为近几年储能的主流，但对于锂电池管理需要考虑的因素非常多。做为精密测量和电池管理行业领导者的ADI公司，根据市场的发展与变化，不断地推出了各种优质地电池管理解决方案，其中ADBMS1818是一款非常适合电池堆叠的大型储能系统和能量密集要求的各类锂电池储能系统的电池管理芯片

(BMS Monitor)，同时，ADI也构建了完整的信号链及完善的设计思路，不仅有支持多种规格配置的电池包的高精度BMS芯片，也可以提供均衡、隔离通信、母线监测等芯片级解决方案来实现系统整合。

更多信息请访问：analog.com/ADBMS1818。

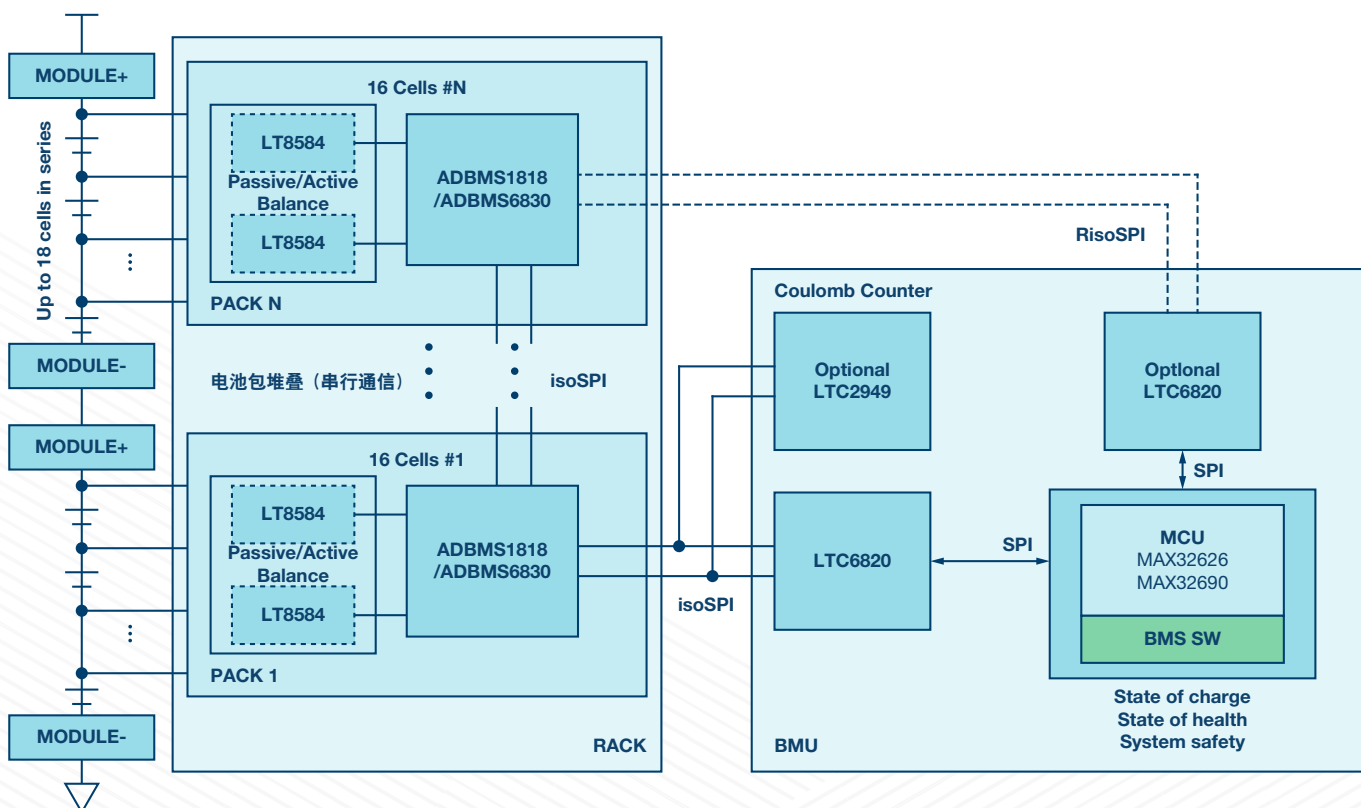
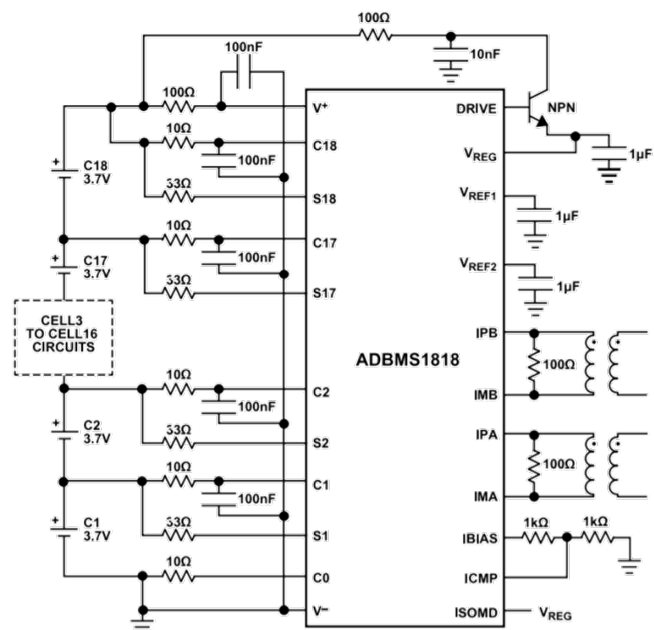


现在可通过ADI在线商城
购买ADBMS1818ASWZ

关键特性:

- ▶ 测量18个串联电池单元
- ▶ 业界较高的精度:
 - 3mV总测量误差
- ▶ 16位Delta Sigma可编程噪声滤波器
- ▶ 高级可逆isoSPIM接口
- ▶ 200mA被动电池均衡能力
- ▶ 9个通用数字I/O或模拟输入
- ▶ 同步电压和GPIO测量
- ▶ LQFP64引脚封装

由ADBMS1818组成的电池管理系统结构非常清晰。ADBMS1818实现了电池包(PACK)内的电压温度测量，多包的堆叠可以采用抗干扰性非常强的ISOSPI菊花链通信接口，通过LTC6820可实现与整个电池簇(RACK)管理的MCU的可靠通信，在该系统设计中也可以采用LTC2949作为总线的电压电流检测及能量统计，如果有需要，LT8584可以帮助实现快速的主动均衡设计。





AD7606C-18 内置18位、1MSPS ADC的 8通道DAS，提供准确测量 和更高的集成度

- 输入带宽模式可扩展至220 kHz。
- 22种输入模式，灵活性更高。
- 内置诊断功能，可提高系统级可靠性。



更多信息请访问：analog.com/AD7606C-18。



储能系统助推电动汽车快速充电基础设施建设

Stefano Gallinaro

摘要

电动汽车(EV)将获得越来越多的市场份额，最终取代内燃机汽车。直流快速充电站将取代或整合加油站。太阳能、风能等可再生能源将为它们提供动力。人们将希望能在不到15分钟的时间内为电动汽车充满电，他们不愿排队等候唯一的充电桩。

考虑到有多个充电桩，电网需要提供的局部充电峰值功率超过1MW。电网可能在多个点上崩溃，或者需要投入巨额资金，改善输电线路和集中式发电厂，大幅提高基本负荷。但是，这种负荷是脉冲性的，必须与太阳能、风能等可再生能源产生的间歇性能量整合起来。

储能系统可以简单而优雅地解决这个问题。我们使用汽油、天然气等燃料来存储能量，并在需要时（如在为汽车加油时）再次利用。同理，我们可以利用电子和化学方法将电能存储在电池中。然后，可以利用此能量增加电动汽车充电量，通过调节功率峰值，保持电网稳定，或是在停电的情况下提供电源。

汽车市场已开始发生转变。2020年将售出近300万辆电动汽车，汽车总销量超过8000万辆。尽管300万辆看起来属于小众市场，但预测显示，电动汽车的销量将迅猛增长，2025年达到1000万辆，2040年将超过5000万辆，届时的汽车总销量为1亿辆。这意味着，到2040年，售出的车辆中有50%是全电动汽车。对所有这些汽车来说，在家里时，要使用简单的壁挂式充电桩，如果是装有太阳能发电系统和储能电池的家庭，则使用几千瓦的直流充电器，通宵慢速充电；上街时，则通过充电桩快速充电，或者在未来的加油站超快地充电。

我们看到，在电动汽车市场快速崛起的同时，可再生能源发电

市场（最近经历了太阳能光伏(PV)系统蓬勃发展的几年）仍保持着良好的增长势头，这与过去10年太阳能系统价格下降约80%和强有力的脱碳举措是分不开的。今天，太阳能仅占全球发电量的5%以下，到2050年预计将占全球发电量的三分之一(33%)以上。

在未来用电负荷呈现间歇性特点的背景下，要充电的电动汽车以及太阳能、风能等间歇性能源将面临一些挑战，比如如何以电网为中心，将能源生态系统里的这些新兴参与者整合起来。电动汽车等间歇性负荷需求要求提高输电线路规格，满足更高功率峰值需求。

太阳能发电将改变集中式发电厂的运作方式，确保电网不过载；人们将会要求更便捷的供电方式，他们家里的自用电将越来越多地由住宅太阳能发电系统提供。

为了使所有实体顺利合作并从可再生能源和零排放电动汽车受益，储能系统必须参与其中，确保我们可以存储和重用需求低时产生的电能（例如，晚上使用中午产生的太阳能），利用多余的能量来平衡电网负荷。

储能系统(ESS)相当于电能领域的油罐或煤炭仓库，可以用于住宅和工业规模的多种应用当中。在住宅应用中，很容易将光伏逆变器接入蓄电池，在家存储和使用能量，或者用太阳白天产生的能量在晚上为汽车充电。在工业或公用事业规模的应用（如并网服务）中，储能系统可用于不同目的：从调节光伏和风能到能源套利，从后备支持到黑启动（消除柴油发电机），最重要的是从总成本角度考虑，可以延缓投资。在后一种情况下，可以利用储能系统满足电网节点峰值负荷需求，确保无需付出高昂成本、升级现有输电线路。另一个相关应用案例是离网设施，此时，储能系统使微电网或岛屿电能能自给自足。



图1. 可再生能源、储能系统和电动汽车充电基础设施的整合。

考虑到所有可能应用，储能系统市场2045年之前将突破1000 GW发电量/2000 GWh产能的阈值，相比今天的10 GW发电量/20 GWh产能，可谓迅猛增长。

本文将重点讨论面向电动汽车充电基础设施的储能系统。

私人和公用交流充电基础设施虽然简单，但功率有限。1级交流充电器的工作电压为120 V，最大输出功率为2 kW。2级交流充电器的工作电压和最大输出功率分别可达240 V和20 kW。在两种情况下，车载充电器都要求将交流电转换为直流电。壁挂式交流充电桩与其说是充电器，不如说是计量和保护装置。由于成本、尺寸和重量的限制，汽车车载充电器的额定功率始终低于20 kW。

另一方面，直流充电允许以更高的功率对电动汽车充电：3级充电器的最高额定直流电压和额定功率分别为450 V和150 kW，最新的超级充电器（相当于4级）则可超过800 V和350 kW。出于安全原因，在输出接头插入车辆时，电压上限设为1000 V直流。使用直流充电器时，能量转换是在充电桩中进行的，直流功率输出将充电桩与汽车电池直接连接起来。这就消除了车载充电器的必要性，同时还有减少占用空间、减轻重量的诸多好处。然而，在此过渡阶段，电动汽车充电基础设施仍然高度分散，且因国家/地区而异，电动汽车大都会使用一台11 kW的小型车载充电器，使用户能在需要时通过交流电源插座充电。

提升充电功率需要增加工作电压，确保电流保持在电缆尺寸和成本的合理范围内，这意味着必须正确设计安装充电站的电网或子电网并确定其规格。

我们不妨设想一款未来（2030年）的充电站，其中的燃料由电子组成，用称为输电线路的管道提供燃料，并通过变压器接入中压(MV)电网。目前，燃料存储在地下巨大油罐中，定期通过油罐车运到加油站。虽然始终通过电网提供新燃料（电子）似乎是一种简单的解决方案，没什么问题，但我们可以看到，如果我们想让驾驶员能够在不到15分钟的时间里为电动汽车充满电，那么这种方法是无法持续的。

充电站有五个直流充电桩，每个充电桩最大可以输出500 kW的峰值功率。在最糟糕的情况下，五个充电桩同时为完全耗尽的电池充电，充电站必须考虑这一点。为了简化计算，我们现在假设功率变换级和电池充电路径中的损耗为零。在本文的后面，我们将看到即使整个电源链中的功率损耗很小，正常的设计也会受到影响。

我们假设有五台电动汽车，每台均配备75 kWh的电池（当今上市的全电动汽车配备的电池容量为30 kWh至120 kWh），需要从10%的电量(SOC)充电至80%：

$$5 \times (70\% \times 75 \text{ kWh}) = 5 \times 52.5 \text{ kWh} = 262.5 \text{ kWh}$$

这意味着需要在15分钟内将262.5 kWh的电能从电网转移到电动汽车上：

$$(262.5 \text{ kWh}) / (0.25 \text{ h}) = 1050 \text{ kW}$$

电网必须连续15分钟向这些电动汽车提供略多于1 MW的电。锂电池的充电过程要求恒定电流、恒定电压充电曲线，使电池充满80%所需功率大于充满最后20%所需功率。在我们的示例中，假设以最大功率充至80%即停止充电。

充电站所在的电网（最好为子电网）必须间歇性地维持大于1 MW的峰值。必须实施非常高效、高度复杂的有功功率因数校正(PFC)级，确保电网保持高效，不影响频率，也不造成不稳定。这也意味着必须安装非常昂贵的变压器，将低压充电站接入中压电网，确保将电能从电厂输送到充电站的输电线路在规格上能满足峰值功率需求。如果在充电站充电既有汽车，也有卡车和公交车，则所需功率会更高。

最简单、最经济的解决方案是使用太阳能、风能等可再生能源在当地生产的电能，而不是安装新的输电线路和大型变压器。这样用户就可以直连有多余电能的充电站，而不是完全依靠电网。实际上，可以在充电站或连接充电站的子电网附近安装100 kW至500 kW的太阳能光伏(PV)电站。

虽然光伏电源可以提供500 kW的电能，将对电网的功率需求降至500 kW，但光伏电源具有间歇性的特点，并非总是存在。这就给电网带来了不稳定问题，使电动汽车驾驶员只能在阳光明媚时以最快的速度为车充电。这并非用户所需，也是不可持续的。

在电力电子的这张拼图中缺少了储能系统。就像当今加油站的地下油罐一样，可以把储能系统视为大型电池，它能将来自可再生能源的电能存储起来并输送至电网、充电桩或回充至电网。储能装置的首要特征是双向性，处于电网的低压端。这种新装置的设计目标是，直流总线电压为1500 V，连接可再生能源、电动汽车充电桩和储能系统电池。还要适当确定储能系统规格，确保峰值功率和电能容量之间的比率符合具体装置的优化要求。该比率在很大程度上取决于通过太阳能、风能或其他能源在本地产生的电量、充电桩的数量、接入子电网的其他负荷以及功率变换系统的效率。

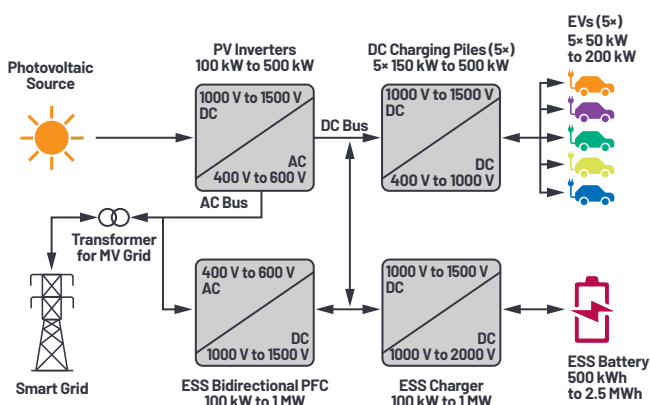


图2. 未来电动汽车充电站的功率变换。

我们上面确定了充电桩的关键组件（电源、负荷、能量缓冲），接下来我们要分析四个功率变换系统，它们形成了充电桩中的能量路径。

四个功率变换系统均基于主直流母线，额定直流电压为1000 V至1500 V。所需功率越高，直流母线电压就越高。1500 V直流代表着当今以及未来20年的行业标准。虽然有可能提出更高的电压要求，但这会使安全法规、功率组件和系统设计变得更加复杂，使现有技术变得低效。但这并不是说在10年后，电源开关、保护系统等新技术不可能实现2000 V或更高的直流电压。

以光伏逆变器为例，我们看到，它具有双重功能，一是DC-DC变换器（用于从光伏面板到直流母线的电源路径），二是DC-AC逆变器（用于从光伏面板到交流母线再到电网的电源路径）。DC-DC变换级在这里是最重要的，因为AC-DC级也可以集成到从直流母线到交流电网的主双向功率因数校正(PFC)逆变器当中。就最新的电力电子设计而言，用基于碳化硅(SiC)功率MOSFET设计的变换器可才实现最高效率。与硅绝缘栅双极晶体管(IGBT)比较后显示，效率提高了5%（最大负载）到20%（部分负载）。在我们的示例中，使用额定功率为500 kW的光伏逆变器，效率提高5%意味着损耗减少了25 kW，或者功率输出增加了25 kW，相当于五所房屋的能耗或者一台大型热泵生产热水或在夏天冷却充电桩建筑的能量。

对于直流充电桩和储能系统充电器都可以进行高度相似的计算。在这两种情况下，两种设计方法都是可行的：并行使用额定功率大于100 kW的大型单片功率变换器或额定功率为25 kW至50 kW的多个小型变换器。两种解决方案都有其优点和缺点。如今，得益于经济规模和简化设计，成本下降，小型变换器多连成为市场的主流。当然，必须采用智能能源管理系统。

即使对于这些DC-DC变换器，从硅IGBT转向SiC MOSFET带来了巨大的效率优势，还节省了空间，减小了重量，但价格却略有增加——目前增幅为25%，预计今后五年会降至5%。仅效率提升本身就足以抵销略微上升的成本（假设在最大负荷下，成本增加5%）：

$$5\% \times 5 \text{ Charging Piles} \times 500 \text{ kW} = 125 \text{ kW}$$

$$5\% \times 1 \text{ MW} = 50 \text{ kW} = 175 \text{ kW}$$

最后，在PFC逆变器中，1 MW的5%为50 kW，仅仅因为使用效率更高的SiC而非IGBT，就可以总共节省250 kW的功率。这相当于增加一个充电桩，或者有可能更好地平衡超时能耗与实际负荷需求。

正如我们所说，要获得这些结果，需要采用SiC MOSFET，但它们不能单独解决问题。SiC MOSFET的驱动方式是达到所需开关频率的关键，而开关频率决定着系统设计成本（受MOSFET、线圈和电感器影响）与效率之间的最佳平衡。设计人员定下的目标开关频率范围为50 kHz至250 kHz。栅极驱动器的要求越来越高，主要体现在传输延迟更短、短路保护更好两个方面。

ADI的ADuM4136是一款采用最新iCoupler®技术的隔离式栅极驱动器。这种隔离技术可实现150 kV/μs的共模瞬变抗扰度(CMTI)，以数百kHz的开关频率驱动SiC MOSFET。加上去饱和和保护等快速故障管理功能，设计人员可以正确驱动高达1200 V的单个或并联SiC MOSFET。

隔离式栅极驱动器必须有电源驱动，我们在ADI应用笔记AN-2016中展示了ADuM4136栅极驱动器与LT3999推挽式控制器的组合如何成为一种无噪声的高效构建模块，用于正确管理SiC MOSFET。LT3999用于控制ADuM4136的双极性隔离电源。LT3999隔离电源采用超低EMI噪声设计，开关频率高达1MHz，可以成就经济高效的紧凑式解决方案。

总传输延迟（包括死区时间和传输延迟）在接通时为226 ns，断开时为90 ns。驱动器的延迟时间在接通时为66 ns，断开时为68 ns，死区时间在接通时为160 ns，断开时为22 ns。

可以在不牺牲效率的情况下，在功率变换器中实现超高的功率密度。

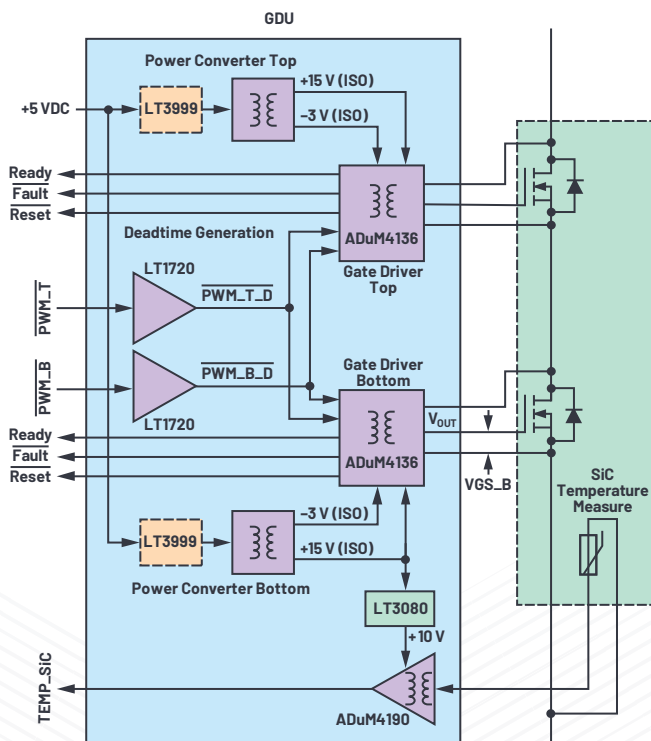


图3. ADuM4136和LT3999栅极驱动器单元。

虽然功率变换器是功率变换路径的基础，但在储能系统中，确保最佳总拥有成本的关键组件是电池管理/监控系统(BMS)。我们通过拆分价格发现，对于兆瓦级储能系统，一半以上的成本来自电池架：目前约为200美元/kWh，预计到2025年将降至100美元/kWh。拥有可靠而精确的BMS解决方案，可使电池使用寿命延长30%，节省巨大的成本，简化整个充电站的可操作性。维护减少意味着工作时间延长，用户不会遇到问题，减少维修相关风险，从而提高安全水平。

为了获得这些效果，负责控制充电站能量流的能量管理系统必须非常准确地了解储能电池的SOC和健康状态(SOH)。精确可靠的SOC和SOH计算最长可使电池寿命延长10年至20年，通常可以将使用寿命增加30%，而不增加BMS相关电子器件成本。由于延长了电池的使用寿命，因此可将运营成本和拥有成本降低至少30%。再加上更准确的SOC信息，我们就能使用电池中存储的所有能量，以最优方式对电池充电，杜绝过充或过放电；过充、过放电问题可能在很短的时间内耗尽电池电能，造成短路、火灾等险情。为了实现预测性维护，确保能量和功率流得到适当的管理，了解电池SOC和SOH意味着需要预测和调整电网稳定、电动汽车充电过程以及车网(V2G)连接（其中车辆也被视为存储装置）中使用的各种算法。

实现精确监控的办法是使用多单元（最多18个单元）电池监控IC，总测量误差小于2.2 mV。可在290 μ s内测量所有18个电池单元，并选择较低的数据采集速率以便降噪。可将多个电池堆监控器件串联，以便同时监控很长的高压电池串。每个电池堆监控器都有一个隔离式串行外设接口(isoSPI)，用于高速、RF抗扰、远距离通信。多个器件以菊花链形式连接，并为所有器件连接一个主机处理器。该菊花链可双向操作，即使通信路径出错，也能确保通信完整性。电池堆可直接为IC供电，也可采用隔离电源为其供电。IC具有用于每个电池单元的被动式均衡和分别的PWM占空比控制功能。其他特性包括一个片内5 V调节器、9条通用I/O口线和睡眠模式（在此模式下，功耗降至6 μ A）。

BMS应用具备短期和长期精度需求，IC使用掩埋式齐纳转换基准电压源而非带隙基准电压源。这能够提供稳定的低漂移(20 ppm/ $\sqrt{\text{kh}}$)、低温度系数(3 ppm/ $^{\circ}\text{C}$)、低滞回(20 ppm)原边电压基准源以及出色的长期稳定性。这种精度和稳定性至关重要，是所有后续电池单元测量的基础，这些误差对所获数据的可信度、算法一致性和系统性能会产生累积影响。

虽然高精度基准电压源是确保卓越性能的必要功能，但光凭该功能还不够。AC-DC变换器架构及其操作必须符合电噪声环境要求，这是系统大电流/电压逆变器的脉宽调制(PWM)瞬态特性的结果。准确评估电池的SOC和SOH还需要相关的电压、电流和温度测量。

为了在影响BMS性能之前减轻系统噪声，电池堆监控器内部用的转换器使用了一个 $\Sigma\Delta$ 拓扑结构，并在六个由用户选择的滤波器选项辅助处理噪声环境。 $\Sigma\Delta$ 方法减少了电磁干扰和其他瞬态噪声的影响，因为它的本质是每次转换使用多个样本，并具有平均滤波功能。

在ADI的产品组合中，LTC681x和LTC680x家族代表了电池堆监控器的先进水平。18通道版本为LTC6813。

总之，为了应对未来的直流快速充电基础设施面临的挑战，功率变换系统和储能系统是关键。我们给出了两个例子，将AduM4136隔离式栅极驱动器分别与LT3999电源控制器（用于采用SiC MOSFET设计的功率变换级）和LTC6813电池监控器件（用于储能电池）结合起来。其实这些系统中还有更多领域需要重点关注，包括了从电流计量到故障保护器件，从气体检测到功能安全，它们都是极其重要的，能带来众多好处，ADI公司目前正在积极研发所有这些子系统，确保我们能够感知、测量、连接、解读、保护和驱动所有物理现象，获得可靠且鲁棒的数据。高端算法将使用这些数据，确保将大部分能量从可再生资源变换为负荷（这里指电动汽车）。

作者简介

Stefano Gallinaro于2016年加入ADI公司可再生能源事业部。他负责管理太阳能、电动汽车充电和储能相关战略营销活动，同时特别关注功率变换。其工作地点为慕尼黑，业务职责遍及全球。Stefano在意大利都灵理工大学(BS)学习电子工程。他的职业生涯始于意大利奥斯塔，意法半导体公司，担任应用工程师。加入ADI之前，Stefano还曾在德国安达赫治Vincotech GmbH公司担任产品营销经理。

低压电池监控器进入高压电动汽车

电动汽车渐成主流，大规模应用的拐点已经到来。为了保持竞争力，系统设计人员需要密切关注电池和BMS技术，这些技术会深刻影响终端用户的体验。LTC2949是ADI公司在BMS监控领域的最新尝试，它能轻松应对多种电池堆监控拓扑和配置。

[马 上 下 载](#)

智能电表现场诊断的进展

一百多年来，能源输送在技术方面变化很小，但近年来，配电网络发生了巨大变化。在一个由技术演进主导的世界中，能源部门已经发展到包括风能和太阳能等可再生能源。我们面临着新的挑战，例如电能的双向流动、可再生能源发电的间歇性、电力分配、电力线上的噪声等，这些可能导致电网稳定性问题。为了保证向最终客户提供持续和优质的服务，配电公司开始采用智能电表，以便能对电网进行实时诊断并即时检测故障。

[马 上 下 载](#)

信号和电源隔离RS-485现场总线的高速或低功耗解决方案

在电池供电系统、井下应用（例如，采矿）以及在4 mA至20 mA环路中工作的过程控制系统中，往往对低功耗工作模式具有较高需求。ADI公司生产的微功耗数字隔离器ADuM1441在关断模式下的静态功耗低于23 μA 。ADM3483 3.3 V、250 kbps RS-485收发器的静态功耗极低，关断模式下通常仅2 nA。

[马 上 下 载](#)

ADM3058E 用于太阳能 和高压电池的 $1500\text{ V}_{\text{DC}}$ 隔离型收发器

- ▶ CAN FD或RS-485协议选项。
- ▶ 5.7 kV增强iCoupler®数字隔离和IEC ESD，在严苛环境下保持信号完整性。
- ▶ 双层PCB符合CISPR 32 B类排放要求，降低了设计复杂性并缩短了上市时间。



现在可通过ADI在线商城
购买ADM3058EBRIZ

更多信息请访问: analog.com/ADM3058E。

AD4020 用于高精度数据采集 的低功耗SAR ADC

- ▶ 高阻态模式显著降低模拟输入电荷再分配产生的电压干扰
- ▶ ± 3.1 ppm精度提升整体仪器性能
- ▶ 长信号采集阶段为给定采样率提供更长的模拟输入建立时间



现在可通过ADI在线商城
购买AD4020BCPZ-RL7

更多信息请访问: analog.com/AD4020。

对太阳能和储能设施进行基本监测的 iCoupler 隔离式通信解决方案

Richard Anslow 和 Martin Murnane

新的政府政策与新的法规共同推动可再生能源发电，预计未来太阳能市场将有强劲增长。由于太阳能逆变器中功率密度的不断增加以及对储能平衡的需求，这一代太阳能发电要求对太阳能系统的所有元件进行大量监控。对于太阳能光伏应用，RS-485通信固有的抗扰性能使其得到应用。增加iCoupler®隔离式RS-485收发器可为太阳能光伏网络通信接口提供安全、可靠且EMC鲁棒的解决方案。

RS-485有多种用途，主要用途是远程监控发电、功率点跟踪器和储能状态（电池储能）。

对于储能等太阳能应用，通信至关重要，因为它要将太阳能装置中的发电和消耗活动报告给用户。可以实施多种系统策略，例如账单管理、光伏自用、减少需量电费和备用电源。特别是在美国，飓风常常在得克萨斯州和佛罗里达州造成严重破坏，因此备用电源最受欢迎。

表 1: 家用储能策略

家用储能策略	定义
账单管理使用时间	最大限度地减少用电高峰时段的购电量，TOU将客户购电转移到费率较低的时段。此策略的目标是减少客户账单费用。
光伏自用	最大限度地减少电表后光伏系统所供电力的出口，以最大限度地提高电费较高的光伏地区的经济效益。
减少高峰时段电费	让客户可以储能，降低成本，因为电力公司在高峰时段会收取额外费用。
备用电源	这是一种更常见的策略，给任何可储能设备充电，以便在电网停电时或夜间使用。这更多是一种备用电源策略，在高峰时段可以减少用电费用，而且上网电价较低。

图1显示了典型的24小时太阳能发电、储能和家庭用电情况。图1说明了太阳能系统针对账单管理进行设计的主要原因。在夜间，当没有阳光辐照太阳能电池板时，消耗的电能将从电网购买，此时电费最低。一旦太阳升起，阳光照射到太阳能电池板上，就会产生电力，家庭自用即开始，太阳能电力由家庭使用或转移到储能装置。这样可以减少从电网获取的电力，在电力公司提供较低上网电价区域使用太阳能所产生的电力，从而控制账单费用。

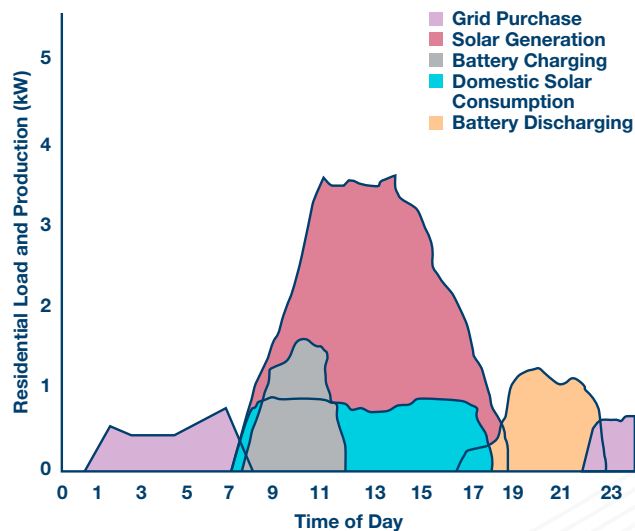


图1. 典型24小时太阳能发电、储能和家庭用电情况

RS-485是通信应用首选，可用于PC屏幕数据更新，如当前功率、最大功率点跟踪器中的电流消耗、电池充电和健康状况、CO₂减少等，如图2所示。

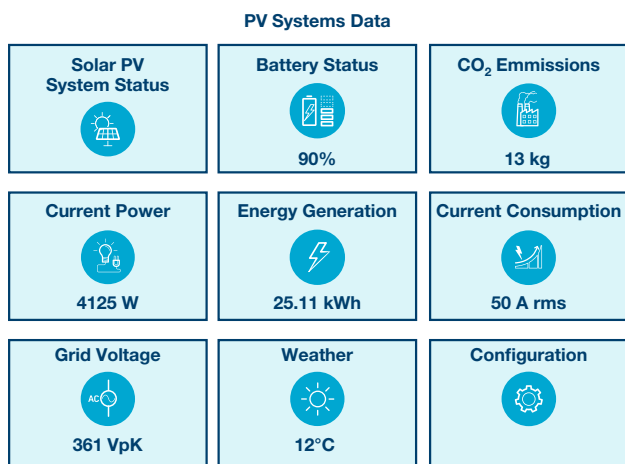


图2. 光伏太阳能系统的典型光伏监测系统数据

图3显示了一个典型太阳能系统，包含输入直流串、DC-AC转换、充电和储能、电池管理及通信。ADI公司为太阳能光伏和储能应用提供完整的电源、通信和控制接口信号链解决方案。*iCoupler*隔离式栅极驱动器解决方案包括ADuM4135和ADuM4223/ADuM3223。*iCoupler*隔离式通信端口解决方案包括ADM2795E、ADM2587E和ADM3054。混合信号处理器解决方案包括ADSP-CM419。

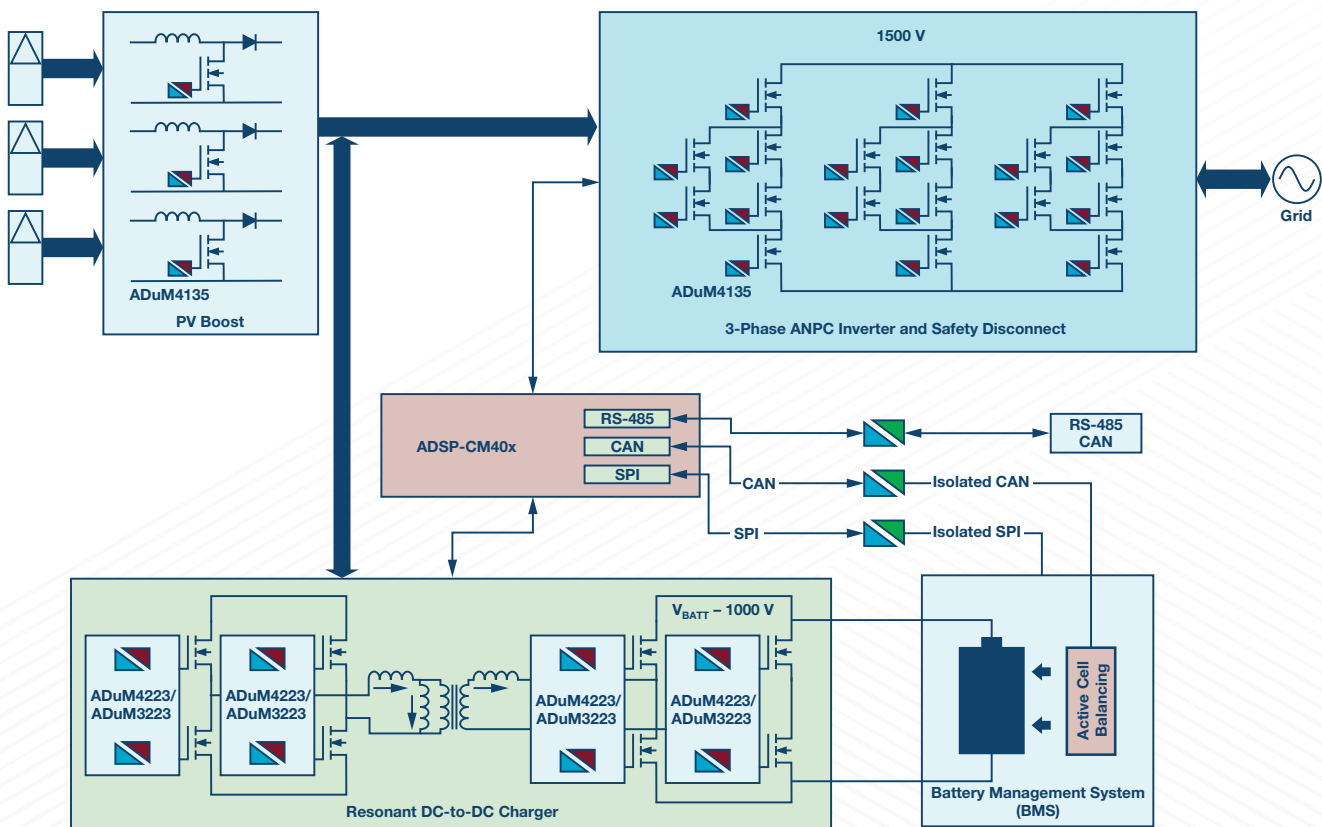


图3. 带储能功能的典型太阳能系统框图

为什么使用带*iCoupler*隔离的RS-485收发器？

*iCoupler*隔离能为太阳能光伏网络通信接口提供安全、可靠且EMC鲁棒的解决方案。

对于太阳能光伏网络，RS-485或CAN通信接口通常在充斥电噪声的环境中通过长电缆运行。RS-485通信本质上是差分式，具备固有抗噪声能力。增加*iCoupler*隔离以提升抗扰度。

- *iCoupler*系列数字隔离产品已经过测试，并获得多家监管机构认证，包括UL、CSA、VDE、TÜV、CQC、ATEX和IECEX。这种监管机构测试证明产品达到要求的安全水平，不会因为电气条件恶劣的太阳能光伏环境中可能出现的高压瞬变和电涌而受到影响。
- 太阳能光伏通信接口通常以低数据速率工作——低于500 kbps——这正是RS-485通信的理想工作范围。诸如以太网之类的替代方案以10 Mbps/100 Mbps或1 Gbps的固定数据速率运行，这对应用要求而言明显过剩。
- *iCoupler*隔离具有经过验证的EMC鲁棒性，可减少现场故障。增强的EMC鲁棒性可缩短接口电路的设计和测试时间，从而加快太阳能光伏网络的上市时间。

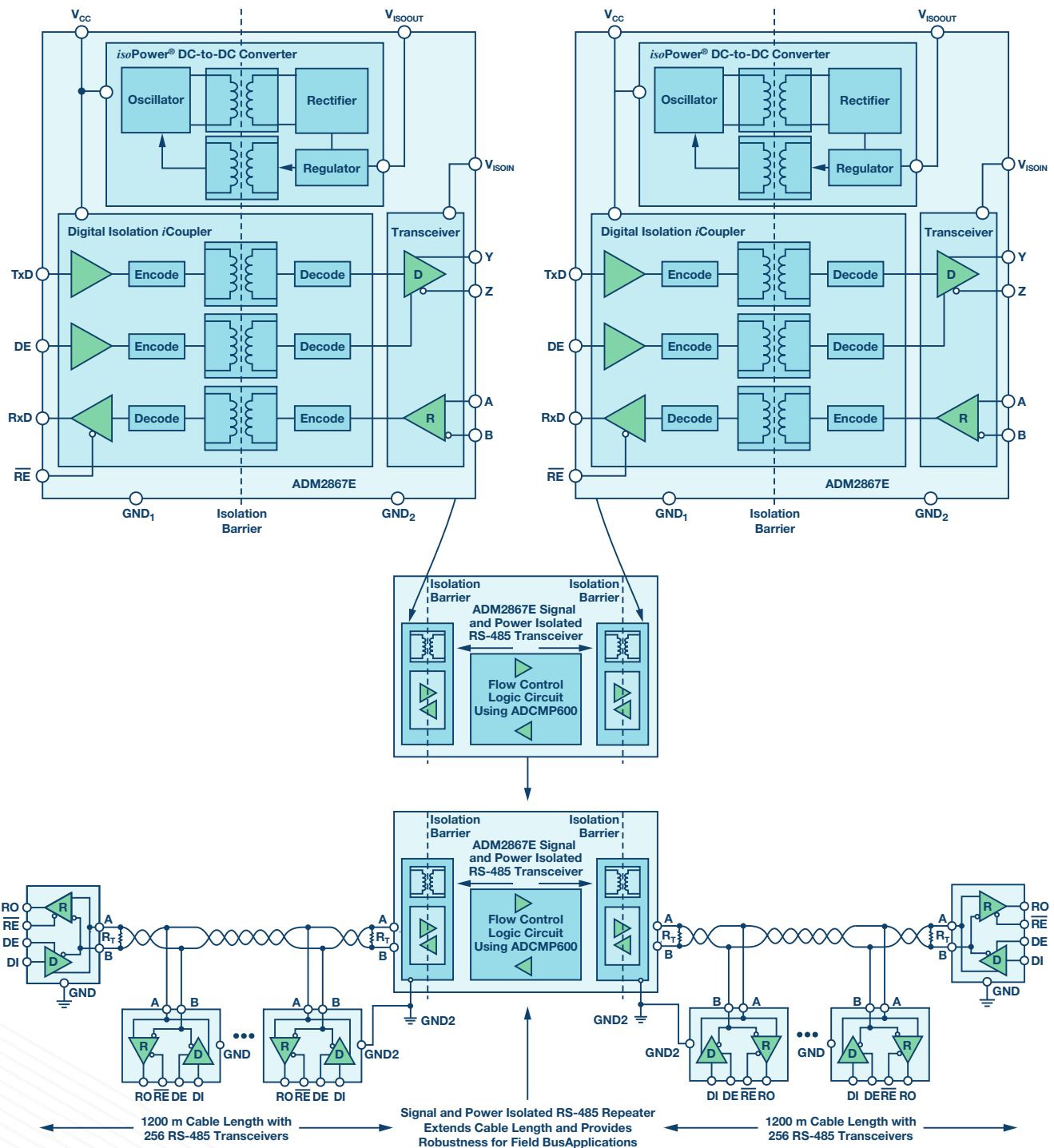


图4. 信号和电源*iCoupler*隔离式RS-485中继器

适用于现有太阳能光伏网络的直接插入式*iCoupler*隔离解决方案

对于现有太阳能逆变器设施，其通信端口没有*iCoupler*隔离所实现的鲁棒性，*iCoupler*隔离式RS-485中继器是强大的直接插入式解决方案。紧凑的信号和电源*iCoupler*隔离式RS-485中继器提供鲁棒的隔离保护，防止电磁(EMC)恶劣的太阳能环境中的电气噪声影响。

*iCoupler*隔离式RS-485中继器设计由两个RS-485收发器和两个高

速ADCMP600比较器组成。ADM2587E是全集成式数据收发器，支持±15 kV ESD保护及信号和电源隔离，适用于多点传输线上的高速通信。ADM2587E内部集成隔离式DC-DC电源，无需外加DC-DC隔离模块。RS-485中继器需要数据码流控制，这对RS-485总线上的通信方向控制很重要。在ADM2587E逻辑引脚上使用高速比较器ADCMP600可提供高速流控制和方向性，从而实现可靠的通信系统。有关完整设计指南，请参阅AN-1458应用笔记“具备自动方向控制功能的隔离式RS-485中继器”。

具备增强EMC鲁棒性的iCoupler信号隔离式RS-485

设计EMC通信接口时, 电路设计人员常常要面对设计和测试迭代循环。电路设计必须符合系统级EMC标准和客户要求。工业自动化的系统级IEC标准 (如IEC 61131-2) 规定了多种IEC ESD、EFT和浪涌保护级别以及对辐射、传导和磁场干扰的抗扰度。

ADI公司iCoupler信号隔离式RS-485包含经认证的额外EMC保护, 可防范上述干扰, 从而缩短需要满足严格监管目标的设计的上市时间。

具体而言, ADM2795E RS-485收发器集成了隔离鲁棒性和EMC保护, 这样可大幅节省印刷电路板(PCB)空间, 以供太阳能光伏通信端口接口使用。

ADM2795E是一款5 kV rms信号隔离RS-485收发器, RS-485总线引脚提供高达±42 V的AC-DC峰值总线过压故障保护特性。该器件采用ADI公司的iCoupler技术, 将三通道隔离器、RS-485收发器和IEC电磁兼容性(EMC)瞬变保护集成于单封装中。

ADM2795E集成的iCoupler技术已通过VDE0884-10、UL 1577、CSA和CQC (申请中) 认证。

- ▶ 工作电压: 849 V_{PEAK} (600 V rms)加强, VDE0884-10认证
- ▶ 耐受电压: 5000 V rms, UL1577认证

ADM2795E在数个系统级EMC测试中表现稳健, 已通过EMC合规测试机构的认证 (证书可应申请提供):

- ▶ IEC 61000-4-5浪涌
- ▶ IEC 61000-4-4 EFT
- ▶ IEC 61000-4-2 ESD
- ▶ IEC 61000-4-6传导射频抗扰度
- ▶ IEC 61000-4-3辐射射频抗扰度
- ▶ IEC 61000-4-8磁场抗扰度

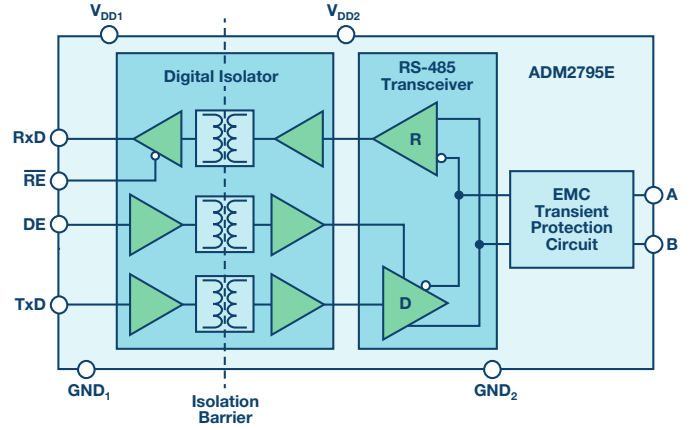


图5. iCoupler隔离式RS-485收发器, A和B总线引脚提供增强的IEC 61000-4-5浪涌鲁棒性。

结论

ADI公司为太阳能光伏和储能应用提供完整的信号链解决方案。iCoupler隔离式栅极驱动器解决方案包括ADuM4135和ADuM4223/ADuM3223, 而iCoupler隔离式通信端口解决方案包括ADM2795E和ADM2587E, ADSP-CM419混合信号控制处理器提供电源通信和控制接口。iCoupler隔离能为太阳能光伏网络通信接口提供安全、可靠且EMC鲁棒的解决方案。

ADI公司的接口和隔离产品组合有多种方案可隔离RS-485接口。ADM2795E提供完整的系统级EMC解决方案, 其符合IEC 61000浪涌、EFT和ESD标准, 不受恶劣太阳能光伏环境中常见的传导、辐射和磁场干扰的影响。ADM2795E可缩短需要满足严格监管目标的设计的上市时间。

信号和电源隔离式RS-485收发器 (例如ADM2587E) 提供当今市场上集成度最高的信号和电源隔离解决方案。ADM2587E可用于RS-485中继器设计, 通过iCoupler隔离技术为系统提供更强的鲁棒性。

作者简介

Richard Anslow毕业于爱尔兰利默里克大学, 获工程学士和硕士学位。他从事新产品定义工作, 并且担任面向客户的角色, 处理有关ADI隔离式通信产品系列的问题。

Martin Murnane是工业和仪器仪表部太阳能PV系统工程师, 专注于能源/太阳能PV应用。加入ADI公司之前, 他曾从事过能源循环利用系统中电力电子技术(Schaffner Systems)、基于Windows的应用软件/数据库开发(Dell Computers)以及采用应变计技术的HW/FW产品开发(BMS)等领域的工作。Martin毕业于利默里克大学, 获电子工程学士学位。

ADI公司致力于提供各种创新产品，这些产品通过传感、测量、连接、解译、电源和安全性帮助您解决最棘手的设计问题，创建“超越一切可能”的解决方案。以下列出了全球优秀设计人员设计的最新Silent Switcher®和电源管理产品及解决方案。

ADuM770x

具有业界超高交流和超低失调漂移性能的隔离式 Σ - Δ ADC

- ▶ 支持较小的分流电阻，提升了系统效率、精度和可靠性
- ▶ 支持最新GaN和SiC技术以实现较快切换
- ▶ iCoupler®技术支持较高的总线电压以提升驱动效率



访问产品页面



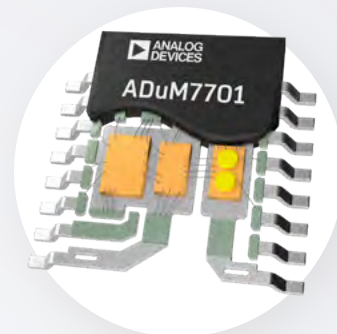
下载数据手册



购买评估套件



ADI在线商城购买



ADuM4122

隔离式栅极驱动器用于控制电源开关的开/关速率以优化效率

- ▶ 在宽开关电压范围内实现简单的摆率
- ▶ iCoupler技术确保数据完整性和性能
- ▶ 时序性能稳定性确保降低电压和谐波失真



访问产品页面



下载数据手册



购买评估套件



样片申请及购买



ADP1031

集成七个数字隔离器的三通道、隔离式微功耗管理单元

- ▶ 宽输入电压范围：4.5 V至60 V
- ▶ 生成独立的隔离式双极性输出和工厂可编程降压输出
- ▶ 集成反激式电源开关



访问产品页面



购买评估套件



下载数据手册



ADI在线商城购买



LT8491

集成最大功率点跟踪(MPPT)和I2C 80 V电池充电器的高压降压-升压电池充电控制器可优化电源监控

- ▶ I²C接口用于电压、电流、功率和温度的准确报告
- ▶ 降压-升压拓扑结构支持6 V至80 V的宽输入电压范围
- ▶ 用于太阳能应用的最大功率点跟踪



访问产品页面



购买评估套件



下载数据手册



ADI在线商城购买



ADE9153A

具有自校准功能的电能计量IC可降低外部设备要求

- ▶ 丰富的计量特性组合支持电能和功率质量测量
- ▶ 支持有功和无功电能标准和功率质量测量
- ▶ 自校准功能可实现1%以内的精度，无需使用昂贵的测试设备



访问产品页面



购买评估套件



下载数据手册



ADI在线商城购买



医疗健康能源存储系统 通过高级电池管理 提高了可靠性、安全性， 并延长了30%的使用寿命

Stefano Gallinaro

摘要

电池监控系统是不同市场的基本促进因素。电池在各种应用中都发挥着重要作用，包括在电动汽车领域取得更大的成就，为智能电网储存再生能源。相同和类似的电池技术用于医疗器械，可提高手术的安全性，并在医院自由移动器械。所有这些应用都使用需要精确、高效半导体来进行监控、平衡、保护和通信的电池供电。本文将介绍一流的电池监控系统（包括电池平衡和隔离通信网络）如何利用新锂电池化学的优势。使用创新集成电路可提高可靠性，延长30%的电池使用寿命，特别是大规模储能系统。

用于医疗应用的电池需要在通常使用这些电池的所有应用中满足非常高的可靠性、效率和安全标准，这些应用包括：胸部按压系统等患者便携式系统、医院急诊室设备、供电式医疗车和床、便携式超声设备、远程监控以及市场上的新产品储能系统(ESS)。

储能系统既不与患者直接相连，也不由医生操作。它们是不间断电源(UPS)的升级。UPS历来被用作最关键应用的备用电源，如急诊室设备、IT网络关键基础设施。医院的储能系统涵盖越来越多的功能，由新锂电池供电。它们正与医院电网完全集成，从而带来以下优势：

► 用于整个设施而不仅仅是一小部分关键设施的完整备用电源，以及停电保护，防止电网的电源/电压质量不良，减少使用应急柴油发电机。借助千兆瓦小时(MWh)规模的ESS，医院甚至可以在长时间停电的情况下做手术，并且可以参与电网稳定。

► 电费开支的经济效益。借助ESS，医院可以直接控制电力使用配置，并减少高功率峰值需求，从而降低水电费。

医院的屋顶通常很大，适用于安装光伏(PV)系统来发电。PV系统与ESS相结合可储存并自用发出的电，同时提供经济效益，减少碳排放量。



图1. 储能电池单元。

锂基化学现在是各种市场中使用的电池的先进技术，包括汽车市场、工业市场和医疗健康市场。不同类型的锂电池有不同的优势，可更好地满足各种应用和产品设计的电源需求。例如， LiCoO_2 （钴酸锂）具有极高的比能，非常适合便携式产品； LiMn_2O_4 （锂锰氧化物）的内阻很低，因此充电快，电流放电也大，这意味着它是调峰储能应用的理想选择。 LiFePO_4 （磷酸铁锂）更能承受完全充电状况，并能长时间保持在高电压下。这使其成为需要在停电期间工作的大型储能系统的最佳选择。缺点是自放电速率较高，但这在上述储存实施中无关紧要。

不同应用需求需要各种电池类型。例如，汽车应用需要高可靠性和良好的充电与放电速度，而医疗健康应用需要高峰值电流可持续性，以提高效率和延长寿命。但是，所有这些解决方案的共同点是，各种锂化学组成在标称电压范围内都有非常平坦的放电曲线。而在标准电池中，压降范围为500 mV至1 V，在高级锂电池中，如磷酸铁锂(LiFePO₄)或钴酸锂(LiCoO₂)，放电曲线则显示一个压降范围为50 mV至200 mV的平坦区。

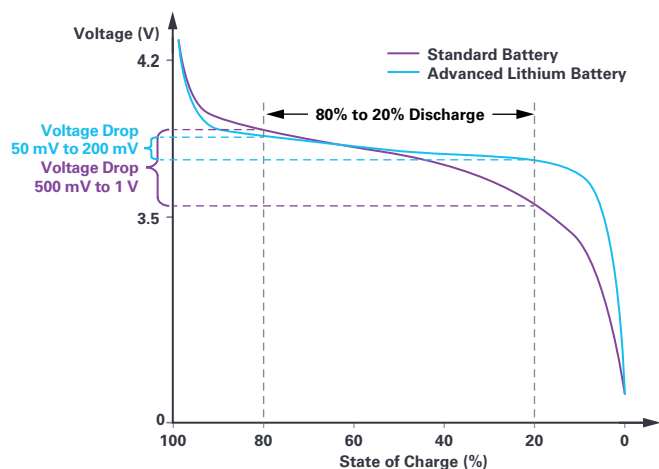


图2 锂电池放电曲线。

电压曲线的平坦度在与电池电压轨相连的IC的电源管理链中具有巨大优势：可设计DC-DC转换器在较小的输入电压范围内在最大效率点工作。从已知 V_{IN} 转换为非常接近的 V_{OUT} ，系统的电源链可设计为具有降压和升压转换器的理想占空比，以在所有工作条件下实现>99%的效率。此外，电池充电器可完美匹配充电电压，并根据稳定的工作电压来确定负载大小，以提高远程监控或患者体内电子产品等最终应用的精度。在旧的化学组成或非平坦放电曲线的情况下，由电池操作的DC-DC转换的效率降低，这将导致电池持续时间更短(-20%)，或者当连接到便携式医疗设备时，由于额外的功耗，需要更频繁地给它们充电。

平坦放电曲线的主要缺点是电池的充电状态(SOC)和健康状态(SOH)额定值更难确定。必须以非常高的精度计算SOC，以确保电池正确充电和放电。过度充电会带来安全问题，并产生化学降解和短路，导致火灾和气体危害。过度放电可能损坏电池，使电池寿命缩短50%以上。SOH提供有关电池性能状态的信息，以帮助防止更换掉好的电池，并在出现问题之前监控坏电池的状态。主微控制器实时分析SOC和SOH数据，修改充电算法，告

知用户电池的电位（例如，在断电情况下，电池是否准备好进行大电流深度放电），以及确保在大型储能系统中，处于不良状态的电池和处于良好状态的电池之间实现最佳平衡，以增加总电池寿命。

通过用陡峭的放电曲线对一个很旧的电池进行数字建模，更容易计算出该电池的充电状态，方式是测量短时间内的压降增量并知道电池电压的绝对值。对于新的锂离子电池，进行这种测量所需的精度要高出几个数量级，因为在给定的时间范围内，压降要小得多。

对于SOH，旧电池放电更快，且可预测性更强：它们的电压放电曲线变得更加陡峭，无法达到目标充电电压。新锂电池将更长时间地保持相同的良好行为，但最终会随着更特殊的行为而降低性能，并且在它们的寿命即将终结或电池即将损坏时快速改变其阻抗和放电曲线。测量温度时必须格外小心，最好是在每一节电池上，将SOC和SOH算法与这些信息整合，以使它们更准确。

精确且可靠的SOC和SOH计算在最好的情况下有助于将电池寿命从10年延长到20年，一般情况下也能使电池寿命增加30%，包括维护费用后，这会将储能系统的总拥有成本降低30%以上。再加上更准确的SOC信息，就可以避免过度充电或过度放电的情况而导致快速耗尽电池；最大限度地降低短路、火灾和其他危险情况的可能性；帮助使用电池中的所有电量；并使电池能够尽可能以最好、最高效的方式充电。

本文提出的LTC6813电池管理解决方案(BMS)可用于便携式超声设备等医疗健康设备、大规模（千兆瓦/小时）储能系统（用于医院、工厂、电网稳定、电动汽车充电基础设施和住宅单元），以及工业机器人和车辆。ADI技术的便携性在可靠性和安全性方面带来了巨大优势，它设计用于不同的恶劣环境，并且符合从汽车ASIL到工业SIL的各种功能安全标准（例如，VDE AR 2510-2/-50、IEC EN 61508等）。

一种具有最高效且可靠的电池监控系统的独特新解决方案包含一个18单元监控器和平衡IC与微控制器到SPI从隔离接口的组合。多单元电池堆栈监控器可测量多达18个串联的电池单元，总测量误差小于2.2 mV。0 V至5 V的电池测量范围适合大多数电池化学应用。可在290 μ s内测量所有18个电池单元，并选择较低的数据采集速率以便降噪。可将多个堆栈监控器串联，以便同时监控很长的高压电池串。每个堆栈监控器都具有isoSPI™接口，用于高速、RF抗扰、远距离通信。多个器件以菊花链形

[illegible]

BMS应用具备短期和长期精度需求，因此使用嵌入式齐纳转换基准电压源而非带隙基准电压源。这能够提供稳定的低漂移(20 ppm/ $\sqrt{\text{KHz}}$)、低温度系数(3 ppm/ $^{\circ}\text{C}$)、低迟滞(20 ppm)原边电压基准源以及出色的长期稳定性。这种精度和稳定性至关重要，它是所有后续电池单元测量的基础，这些错误对所获数据的可信度、算法一致性和系统性能会产生累积影响。

堆栈监控转换器使用 Σ - Δ 拓扑结构在系统噪声影响BMS性能之前降低噪声，该拓扑由六个用户可选择的滤波器选项辅助来解决噪声环境。通过每次转换使用多次采样的天然特性，以及采用均值滤波功能， Σ - Δ 方法降低了电磁干扰(EMI)和其他瞬态噪声的影响。

为了解决电池不平衡问题，堆栈监控器IC直接支持被动式平衡（使用用户可设置的计时器）。被动式平衡是在电池充电周期内标准化所有电池的SOC的简单、低成本方法。通过从较低容量的电池中移除电荷，被动式平衡可确保这些较低容量的电池不会过度充电。IC也可用于控制主动平衡，这是一种更复杂的平衡技术，通过充电或放电循环在电池之间传输电荷。

在储能系统中，要连接所有电池单元，通信环路是必不可少的。该环路将来自系统电池的数据传送到基于云的能量管理算法，该算法跟踪充电和放电事件以确定充分利用电池的最佳方式，或者在断电的情况下保持最高容量的电池完全充电。

电池堆栈监控器设备需要与主机通信，在此期间微控制器或处理器计算SOC和SOH值并调节充电和放电配置。可以进行各种形式的互连，其中隔离通信通道是高压应用的首选，如储能系统（400 V至1500 V）和具有大容量电池的便携式设备（40 V至200 V）。

内置在LTC6813电池堆栈监控器中的*isoSPI*功能，与LTC6820 *isoSPI*通信接口结合使用时，可通过高压屏障实现安全可靠的信息传输。*isoSPI*在通过串联电池产生数百伏电压的储能系统中特别有用，串联电池需要全电介质隔离以最大限度地减少对人员的伤害。

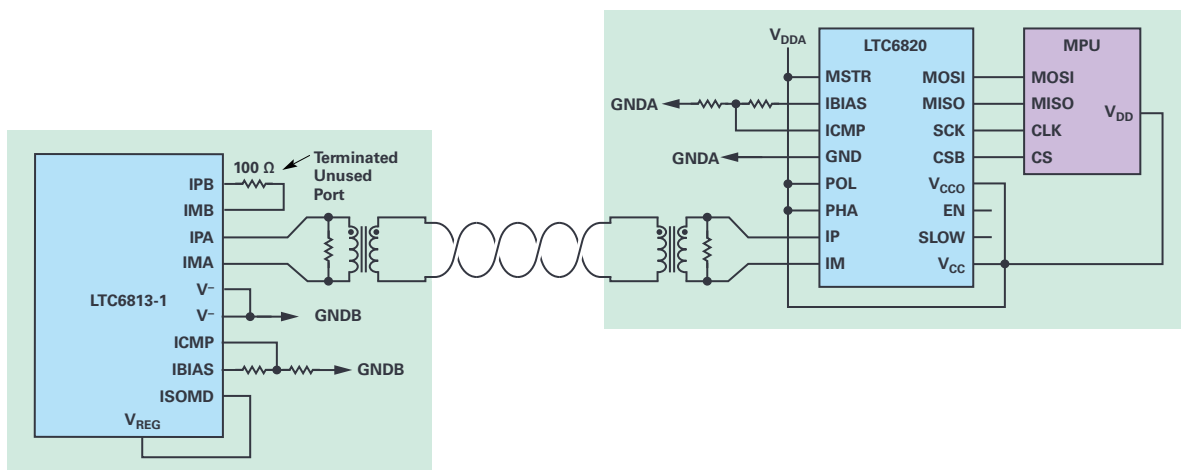


图4. LTC6813与LTC6820的隔离连接。

在这些使用超过18个电池的储存系统中，需要将多个LTC6813 BMS板连接在一起。下面是多个相同PCB的可靠互连，每个PCB都包含一个为在菊花链中操作而配置的LTC6813。微处理器位于单独的PCB上。为实现微处理器PCB和首个LTC6813 PCB之间的2线隔离，使用了LTC6820支持IC。当只需要一个LTC6813-1时，如果第二个isoSPI端口（端口B）正确偏置和端接，则可将其用作单一（非菊花链）器件。

具有平衡和通信功能的电池堆栈监控器的主要设计挑战是创建无噪声PCB布局设计，且关键走线远离开关电源等噪声源，向堆栈监控器发出清晰的信号。采用ADI解决方案，堆栈监控器出色的准确度和精度有助于优化现有的良好设计。电池将得到有效利用，使用寿命将延长30%，并且操作更安全。

为了支持客户设计自己的最终产品，ADI为电池监控设备提供了全系列评估系统和平台，以及满足所有需求的完整版本组合。

作者简介

Stefano Gallinaro于2016年加入ADI公司再生能源业务部。他负责管理太阳能、电动汽车、充电和储能领域的战略营销活动，同时特别关注功率转换。他在慕尼黑工作，负有全球业务责任。

Stefano曾在意大利都灵理工大学学习电子工程，获学士学位。他的职业生涯始于意大利奥斯塔的STMicroelectronics Srl-DORA S.p.A.，担任应用工程师。2016年加盟ADI之前，他在德国安达赫治Vincotech公司工作了两年半，任产品营销经理。

A scenic photograph of a wind farm at sunset. Two large white wind turbines are visible on a grassy hill. The sky is a mix of orange, yellow, and blue, with soft clouds. In the background, there are rolling hills and a body of water. The overall mood is serene and hopeful.

WHAT IF

如果我们能够通过提高精度，构建更健康的电网？

ADI的精密传感技术让能源基础设施能够更密切地监测和分析电网接收到的能源，从而只保留最好、最高质量的部分。这有助于让电网自身保持健康，并保护能源基础设施，助力实现更环保的未来。

ADI公司。在这里让如果成真。
查看“如果”主题页面：analog.com/cn/WhatIf

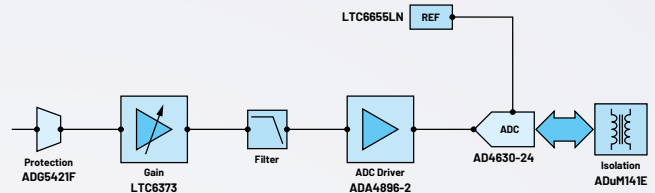


信号链：精密窄带宽信号链平台

经过优化的精密窄带宽信号链具有出色的性能，设计简单，适用性强。

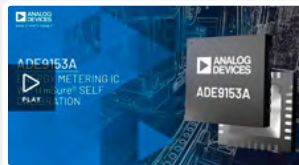
- ▶ 可测量直流和低频信号，支持出色的精度、稳定性和可重复性
- ▶ 针对特定设计挑战提供可配置信号链，加快开发周期
- ▶ ADI的领域专业知识和设计导入支持降低了复杂性，从而加快上市时间

了解详情



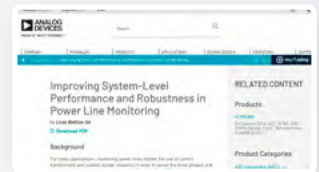
视频：具有自校准功能的电能计量IC

ADI公司的ADE9153A是一款用于单相分流量应用的高精度电能计量IC。mSure®自校准功能使电表能够以1%的精度校准其电流和电压通道，而无需使用外部参考电表。mSure®自校准支持1级和2级电表。对于标准化计量，客户应验证其应用的可追溯性要求。



设计笔记：提高电力线监控应用的系统级性能和可靠性

对于许多应用，监控电力线意味着使用电流互感器和电阻分压网络，以便感测三相及零序的电流和电压，如图1所示。



AD7606B具有高输入阻抗，可以直接连接传感器，并且它提供了所需的全部内建输入模块，从而简化了数据采集系统设计。

立即观看

阅读更多

视频：碳中和未来：电气化生态系统对业务和技术的影响

进一步了解电气化生态系统在促进强劲的循环经济和电池生命周期中的作用，以及可持续电气化创新的未来。



视频：提供更好的电池，助力实现更可持续的未来

在下面的对话中，ADI、GM和福特详细讲述了他们如何单独或共同解决电池供应链中的碳中和问题。本次会议聚集了来自电气化生态系统的多位成员，分享了他们各自对电池梯次利用、可持续材料采购以及政府和法规作用的想法。



立即观看

立即观看