

打造更高安全性、高可靠性、高效的 储能系统，共筑可持续发展未来

檀瑞安 Ryan Tan
德州仪器 (TI) 系统经理

2024年7月9日



议程

- 电池储能系统 (BESS) 概述
- 储能BMS 架构
- 储能BMS系统解决方案

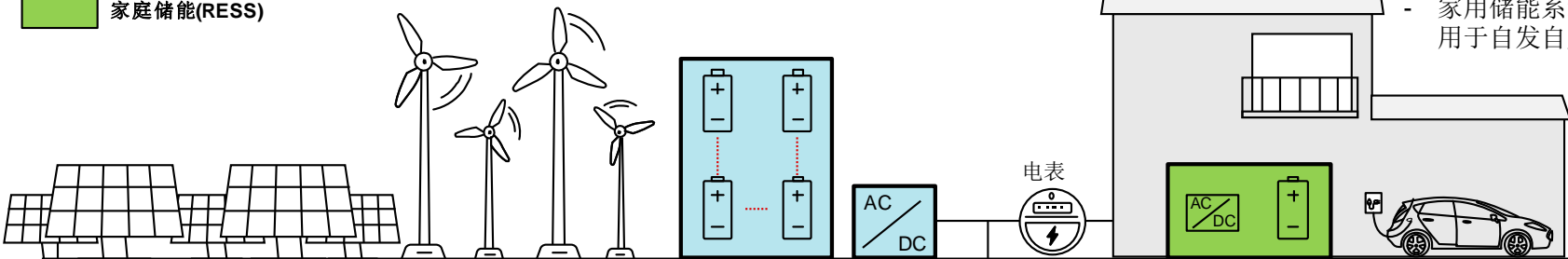
储能系统 (ESS) 概述

- 电网储能(GESS)
- 工商业储能(C&I ESS)
- 家庭储能(RESS)

RESS (1kWh-30kWh)

家用

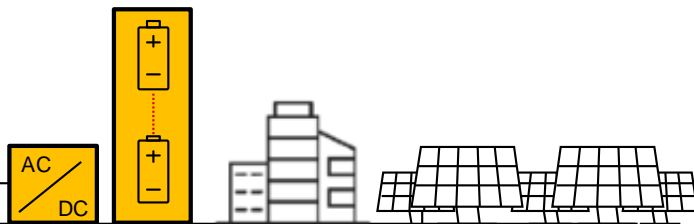
- 48V 或 800V 以下
- 家用储能系统 + 屋顶光伏板, 用于自发自用/负载削峰填谷



GESS ($\geq 1MWh$)

并网光伏/风力发电站、输电和配电设备

- 800V 至 1500V 串联堆叠电池
- 典型配置: 每个电芯 280Ah/314Ah/500+Ah, 每个电池簇/柜 1500V (416 节串联) 电压
- 有功功率控制和无功补偿

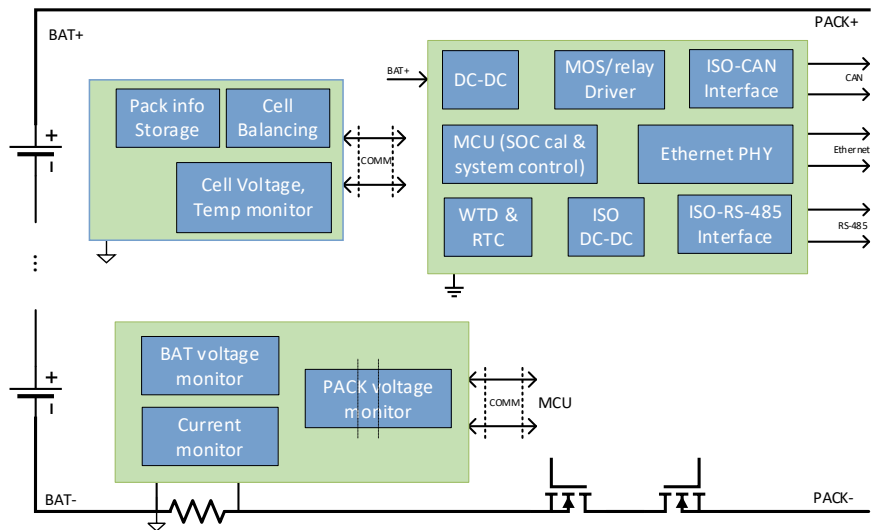


C&I ESS (50kWh-1MWh)

商业设施、办公大楼、工厂、微电网

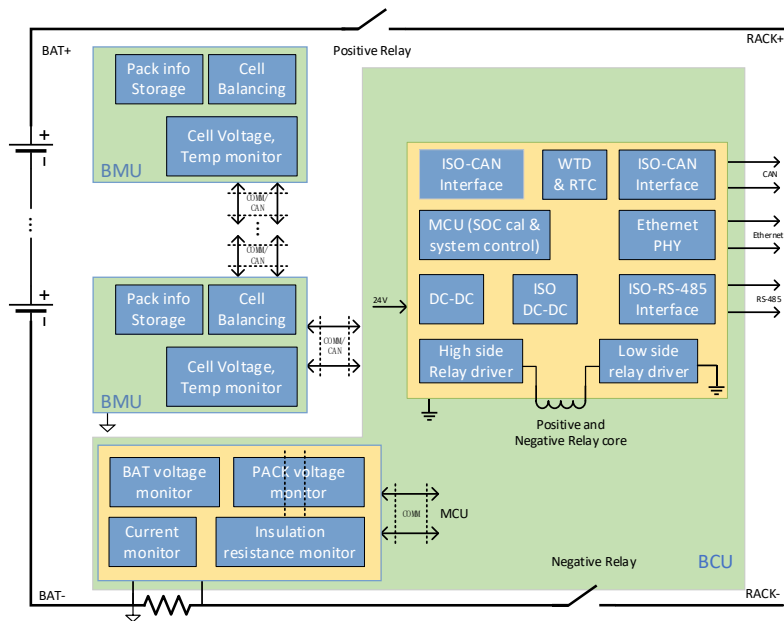
- 500V 至 1500V 电池包电压
- 与光伏设备搭配, 以构建工业园区能源系统
- 容量一般处于GESS 和RESS 之间

ESS — BMS 架构



LV BMS

- 提高电池数据的准确性
- 电池包PACK级别优化器
- 尺寸和重量限制
- 电芯/BMS 方面的成本优化



HV BMS

- 提高电池数据的准确性
- 1500V 系统 — >15.2mm 隔离距离
- 提高电芯容量 — 主动电芯/电池包均衡
- 稳健且灵活的通信

适用于高达 1500V 电池储能系统的可堆叠 BMS 参考设计

TIDA-010271、TIDA-010253

特性

- 电芯电压和温度检测精度：
 - 25° C 时为 -2.2mV 至 1.5mV；-20° C 至 65° C 时为 -3mV 至 2.4mV
 - 25° C 至 65° C 时为 $\pm 1^\circ$ C；-40° C 至 125° C 时为 $\pm 2^\circ$ C；
- 电池簇电压和簇电流检测精度高：
 - 25° C 时电池簇电压误差为 $\pm 0.5\%$
 - 25° C 且 $<10A$ 时电池簇电流误差为 $\pm 10mA$ ；25° C 且 $>10A$ 时电池簇电流误差为 $\pm 0.1\%$
- 支持高达 1500V 的系统和电池包/模块之间的菊花链通信。
- 设计有电芯电压、温度、簇电流和电压测量和保护的冗余诊断功能。
- 将温度测量通道扩展为与电芯数相同。
- EMC: ESD、EFT、Surge — UL 1973

目标应用

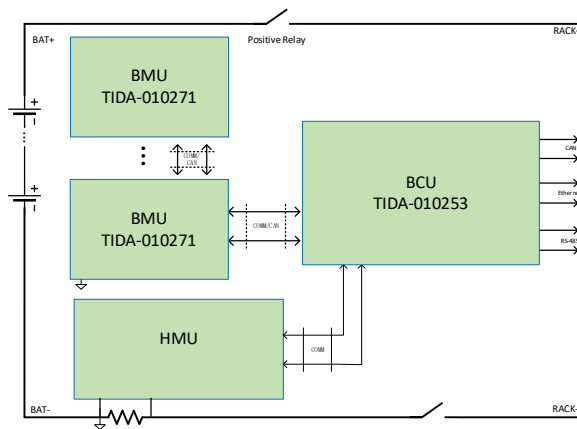
- 高压家庭储能系统
- 电网储能和工商业储能系统

工具和资源

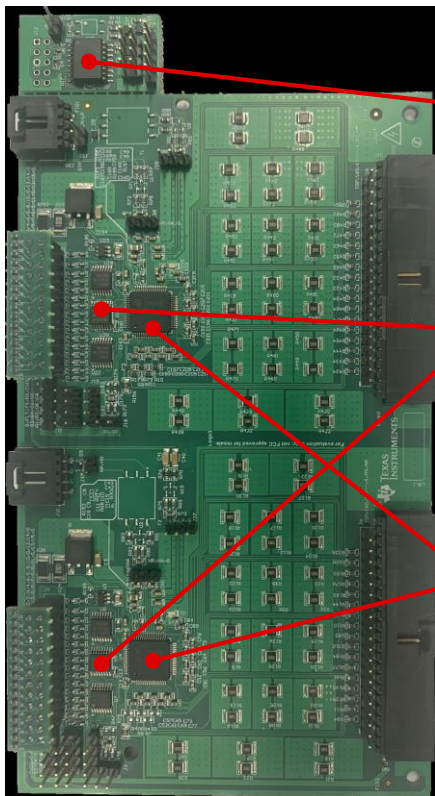
- TIDA-010271、TIDA-010253 和工具文件夹
- 设计文件:原理图、BOM、Gerber
- 器件数据表:
 - [BQ79616](#)、[BQ79731](#)、[BQ79600](#)、[TPS2140](#)、[AM2631](#)、[AMC3330](#)、[SN6507](#)、[ICAN1042](#)、[THVD1439](#)、[TPS4H160](#)、[HDC3120](#)、[TMUX1574](#)、[TMUX1308](#)

优势

- 准确的电池电芯电压和温度信息
- 安全且有效的电芯均衡
- 准确的电池簇高压、电流信息
- 符合 ASIL-D 的电池管理 AFE 和 UIR 以及安全 MCU 实现包括绝缘监测在内的全套强大保护
- 支持 CAN/RS485/100Mbps 以太网/菊花链的全面隔离通信接口
- 一块电路板适用于多个平台的电池储能系统



TIDA-010271 | 电池监测单元 (BMU)



ISO7742

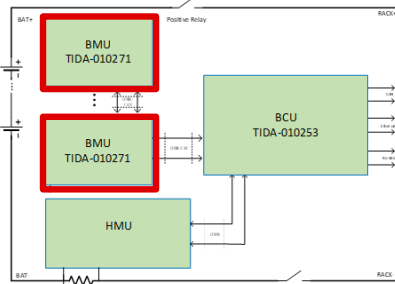
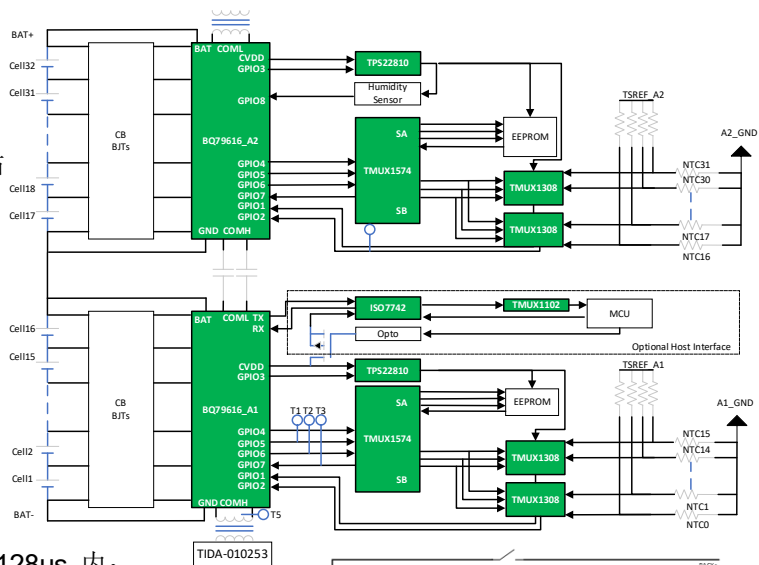
- 保留 UART 通信用于调试或 CAN 架构评估

2*TMX1308 + TMUX1574

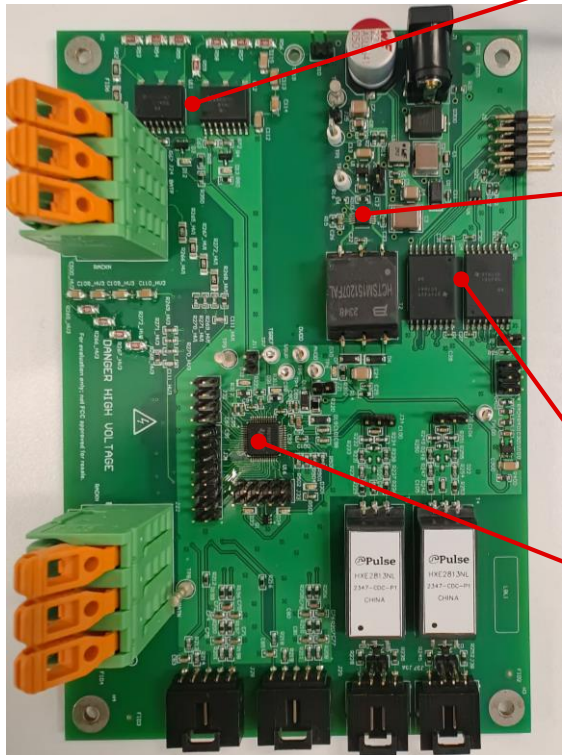
- 扩展 NTC 通道以满足与电芯成 1:1 的比例
- 保留通道用于 EEPROM 和 TMUX 诊断。

BQ79616: 16 节串联电池监测

- 电芯电压精度 ($2V < V_{cell} < 4.5V$), 数据刷新 $128\mu s$ 内:
 - $25^{\circ}C$ 时为 $\pm 2.2mV$; $-20^{\circ}C$ 至 $65^{\circ}C$ 时为 $\pm 3mV$; $-40^{\circ}C$ 至 $125^{\circ}C$ 时为 $\pm 3.5mV$
- 菊花链通信, 具有可选的环形架构, 可支持多达 63 个设备连接
- 电压, 温度采样和通信的冗余/诊断功能
- 集成 240mA 内部均衡电流, 具有自动热管理功能



高压监测单元 (HMU)



TPSI2140Q1

- 高耐受雪崩击穿电流有助于高压测试
 - 5s 脉冲为 2mA
 - 60s 脉冲为 1mA
- 1200V 关断电压

SN6507

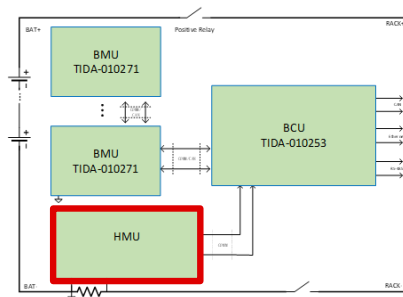
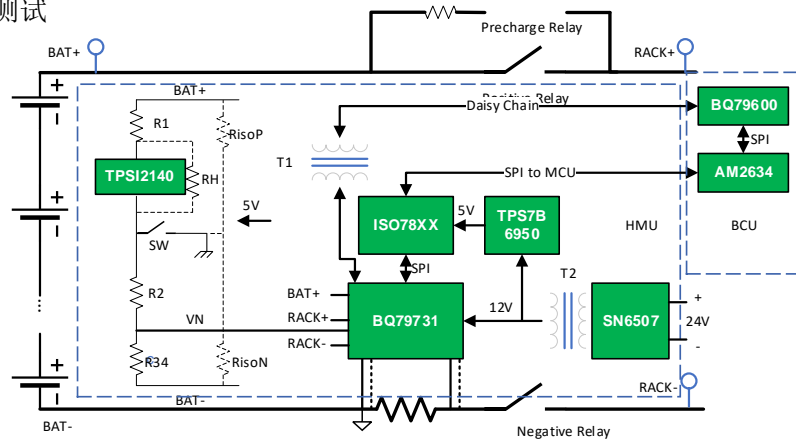
- 宽输入电压范围: 3V 至 36V
- 宽频率范围: 高达 2MHz
- 保护功能
 - UVLO/OVLO
 - OCP
 - 热关断

ISO7841

- 宽电源电压范围: 2.25V 至 5.5V
- >14.5mm 爬电/电气间隙距离

BQ79731Q1

- 精确的电流 ADC 帮助系统实现 $\pm 0.1\%$ 的电流精度和 $\pm 10\text{mA}$ 的小电流分辨率
- HV 精度: 校准后 $\pm 0.5\%$
- 绝缘电阻精度: $50\text{k}\Omega - 10\text{M}\Omega$ 范围采样误差小于 $\pm 3.75\text{k}\Omega$
- 电流、电压测量和通信符合 ASIL-D 标准



TIDA-010253 | 电池控制单元 (BCU)

TPS4H160Q1

- 具有丰富诊断功能的四通道 160mΩ 智能高侧开关
- 高精度电流检测:

BQ79600Q1

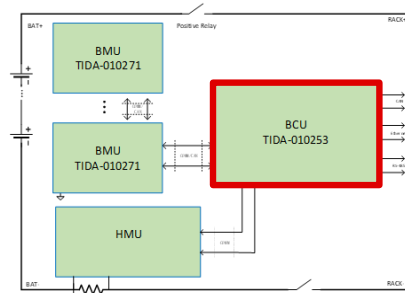
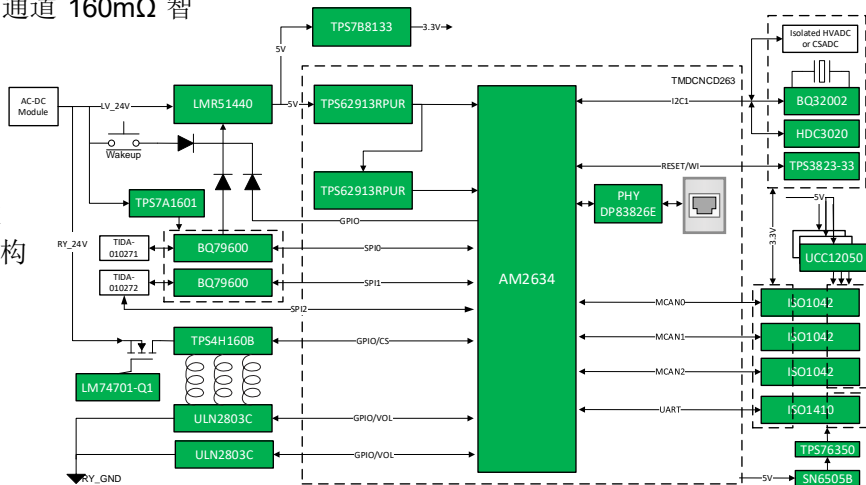
- 专为功能安全应用开发
- 单IC支持菊花链环形架构

AM2634 子卡

- Arm Cortex-R5F MCU, 每个内核运行速度高达 400MHz
- 2MB RAM
- 4*CAN; 4*I2C; 5*SPI; 以太网、EtherCAT

ISO1042 + UCC12050

- 支持与 PCS/BCU 进行 3 通道 隔离CAN 通信



具有堆叠式电池监测器的高侧 N-MOSFET 控制(高达 32 节串联)电池包参考设计

特性

- 电芯电压和电池包电流检测精度：
 - 25°C 时为 $\pm 2\text{mV}$; 0°C 至 40°C 时为 $\pm 3\text{mV}$; -40°C 至 85°C 时为 $\pm 5\text{mV}$ ($2\text{V} < V_{\text{cell}} < 3.7\text{V}$)
 - 25°C 且 $< 10\text{A}$ 时误差为 $\pm 50\text{mA}$; 25°C 且 $> 10\text{A}$ 时误差为 $\pm 0.5\%$ 。
- 可靠且可编程的电池电芯保护, 其中包括: COV、CUV、两级OCD、OCC、SCD、OT、UT 和 OW。
- 低系统功耗
 - 典型值: 待机 300 μA 和运输模式 10 μA 。
 - 顶部电池组与底部电池组之间的电流差: 10 μA 典型值。
- 通过150V PACK侧高耐电压测试。
- 支持隔离 CAN 堆叠式架构, 最高达到 1500V。
- 强大的驱动能力支持高侧充放电N-MOSFET (8 对背靠背N-MOSFET)

目标应用

- 家庭储能系统
- 工商业储能系统和电网储能系统

工具和资源

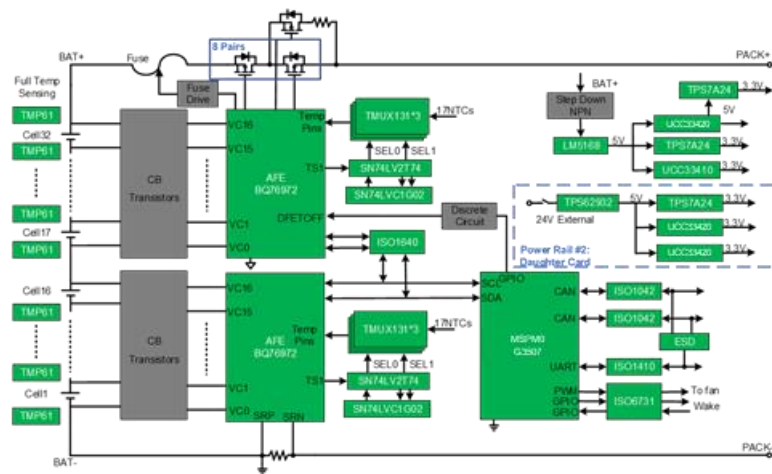
电路板图片



- 工具文件夹
- 设计文件: 原理图、BOM、Gerber
- 器件数据表:
 - [- BQ76972、MSPM0G3507、ISO1640、LM5168、TMP61、TMUX131、ISO6731、ISO1410 和 ISO1042。](#)

优势

- 堆叠式 AFE 解决方案, 可支持高达 32 节串联电池应用。
- 准确的电池电压、电流和温度信息。
- 全套强大保护和高侧 N-MOSFET 架构确保安全。
- 电流消耗低, 组电流差小, 可延长电池运行时间。
- 全面温度检测可提高电池热管理可靠性。
- MSPM0G3507+BQ76972 软硬件系统参考设计。



具有堆叠式电池监测器的高侧 N-MOSFET 控制(高达 32 节串联) 电池包参考设计

MSPM0G3507

- 80MHz Arm Cortex-M0+ CPU
- 128kB Flash 和 32kB SRAM
- CAN-FD, 2*I2C, 2*SPI

0.3mΩ 分流器

- 25° C 且 <10A 时误差为 ±50mA
- 25° C 且 >10A 时误差为 <±0.5%

LM5168

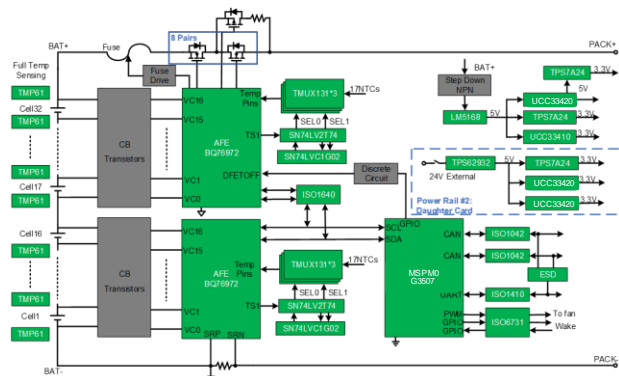
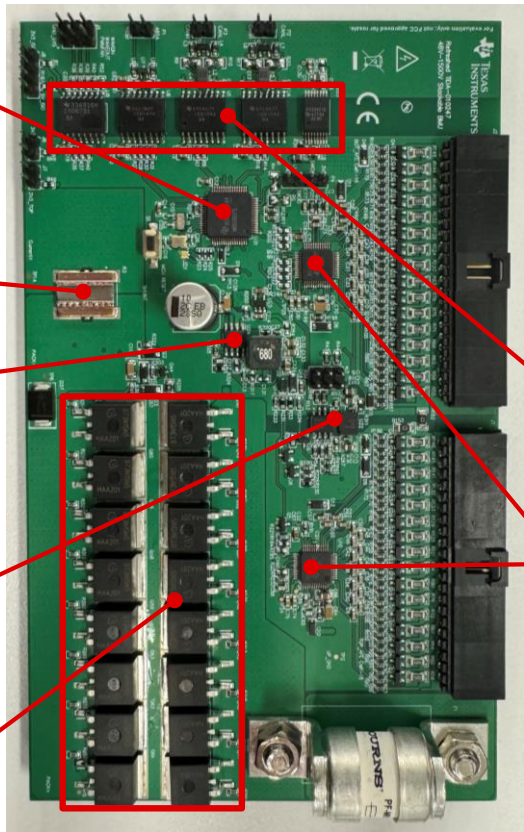
- 120V 最大输入 PFM/FPWM 降压变换器
- 3μA 关断静态电流

ISO1640+UCC33420

- 成本优化型隔离解决方案
- 符合 CISPR32 B 级辐射标准

8 对充电/放电 MOSFET

- 支持大于 100A 的恒定电流
- <10μs MOSFET 导通/关断时间



ISO1042+ISO1410

- 隔离式通信实现 BMU 可堆叠
- 优化 CAN 编址解决方案

BQ76972: 3-16 节串联电芯的电池监测

- 电芯电压精度 ($2V < V_{cell} < 3.7V$):
 - 25° C 时为 ±2mV; 0° C 至 40° C 时为 ±3mV; -40° C 至 85° C 时为 ±5mV
- 支持 I2C 编址, 集成一次性可编程 (OTP) 存储器
- 广泛的保护功能, 包括电压、温度、电流和内部诊断

TI ESS-BMS 产品系列



	BQ79616-Q1	BQ79718-Q1	BQ76972
器件料号	BQ79616-Q1	BQ79718-Q1	BQ76972
电池包电压	≤51.2V * 4/8	≤51.2V * 4/8	≤51.2V * 2
串联电芯数	<16S – 400S+	<18S – 400S+	<16S/70V
是否支持菊花链	是	是	否
电压精度	±3mV 最小值/最大值 -40° C 至 125° C	±2.6mV 最小值/最大值 -40° C 至 125° C	±4.5mV 最小值/最大值 -40° C 至 85° C
内置均衡电流	240mA	300mA	50mA
NTC/PTC 传感器通道	最多8个	最多12个	最多9个
是否集成电流采样	否	否	是
是否集成开关驱动	否	否	是
安全认证	ASIL-D、AEC-Q100	ASIL-D、AEC-Q100	JEDEC
低功耗模式	关机 睡眠	关机 睡眠	关机，深度睡眠，睡眠
通信接口	菊花链；UART 和 SPI	菊花链；UART 和 SPI	SPI；I2C
封装	64 引脚 TQFP	64 引脚 TQFP	48 引脚 TQFP

携手创新科技，共赴美好未来
期待您莅临 TI 展台 **E4 - 4306**



© Copyright 2024 Texas Instruments Incorporated. All rights reserved.

This material is provided strictly “as-is,” for informational purposes only, and without any warranty.
Use of this material is subject to TI’s **Terms of Use**, viewable at [TI.com](https://www.ti.com)