

德州仪器针对储能系统的应用与创新， 塑造可持续能源生态

林凯 Kian Lin

德州仪器 (TI) 系统工程师

2025 年 4 月 15 日



议程

- 电池储能系统 (BESS) 概述
- 储能BMS 架构及TI系统解决方案
- 储能BMS 系统方案的前沿探索

储能系统 (ESS) 概述

- 源网侧储能(GESS)
- 工商业储能(C&I ESS)
- 家用储能(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 ($\geq 1\text{MWh}$)

并网光伏/风力发电站、输电和配电设备

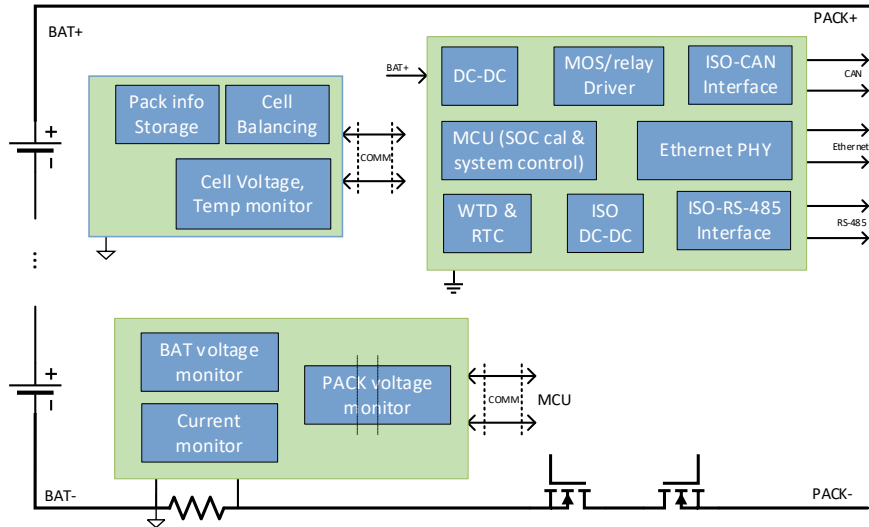
- 800V 至 1500V 串联堆叠电池
- 典型配置：每个电芯 280Ah/314Ah/625Ah...，每个电池簇/柜 1500V（416 节串联）电压
- 有功功率控制和无功补偿

C&I ESS (50kWh-1MWh)

商业设施、办公大楼、工厂、微电网

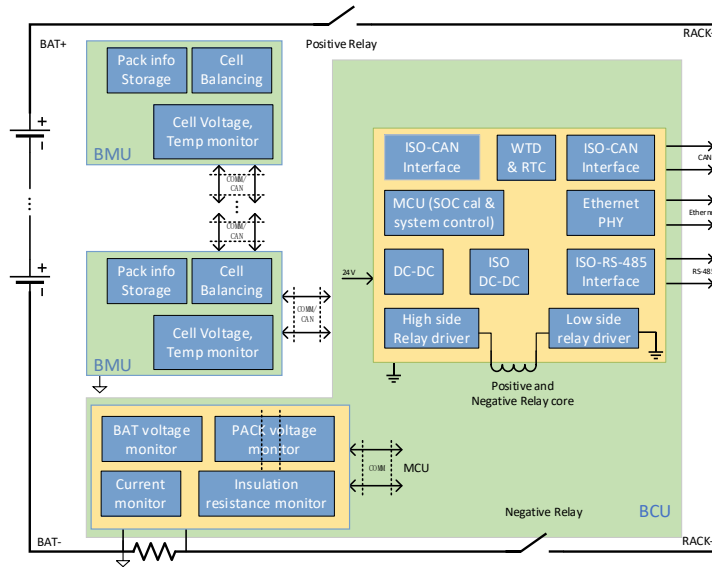
- 500V 至 1500V 电池包电压
- 与光伏设备搭配，以构建工业园区能源系统
- 容量一般处于GESS和RESS之间

ESS — BMS 架构



LV BMS

- 提高电池数据的准确性
- 可靠，快速的充放电FETs控制
- 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 高压系统隔离 — >15.2mm 爬电距离
- 提高电芯可用容量 — 主动电芯/电池包均衡
- 更可靠的电池热管理和寿命预测 — 电化学阻抗分析
- 灵活、简化的电池结构设计 — 无线电池管理

1500V电池簇电池管理一站式系统参考设计

TIDA-HVBMS-ESS-PLTFRM

特性

- -40°C 至 85°C 时的电芯电压精度为 $\pm 2.5\text{mV}$ ，无需校准
- 25°C 时总线电压精度为 $\pm 0.5\%$
- 25°C 且 $<10\text{A}$ 时电流误差为 $\pm 10\text{mA}$ ； 25°C 且 $>10\text{A}$ 时电流误差为 $\pm 0.1\%$
- 通过菊花链和CAN 接口支持高达 1500V 的堆叠式架构
- 具有时钟恢复器和环形架构的可靠菊花链通信
- 可编程电池电芯和电池组保护

目标应用

- 电池储能系统
- 商业和公共事业电池储能系统
- 支持 CAN 的多模块电池
- 采用菊花链的多模块电池
- 单模块电池

工具和资源

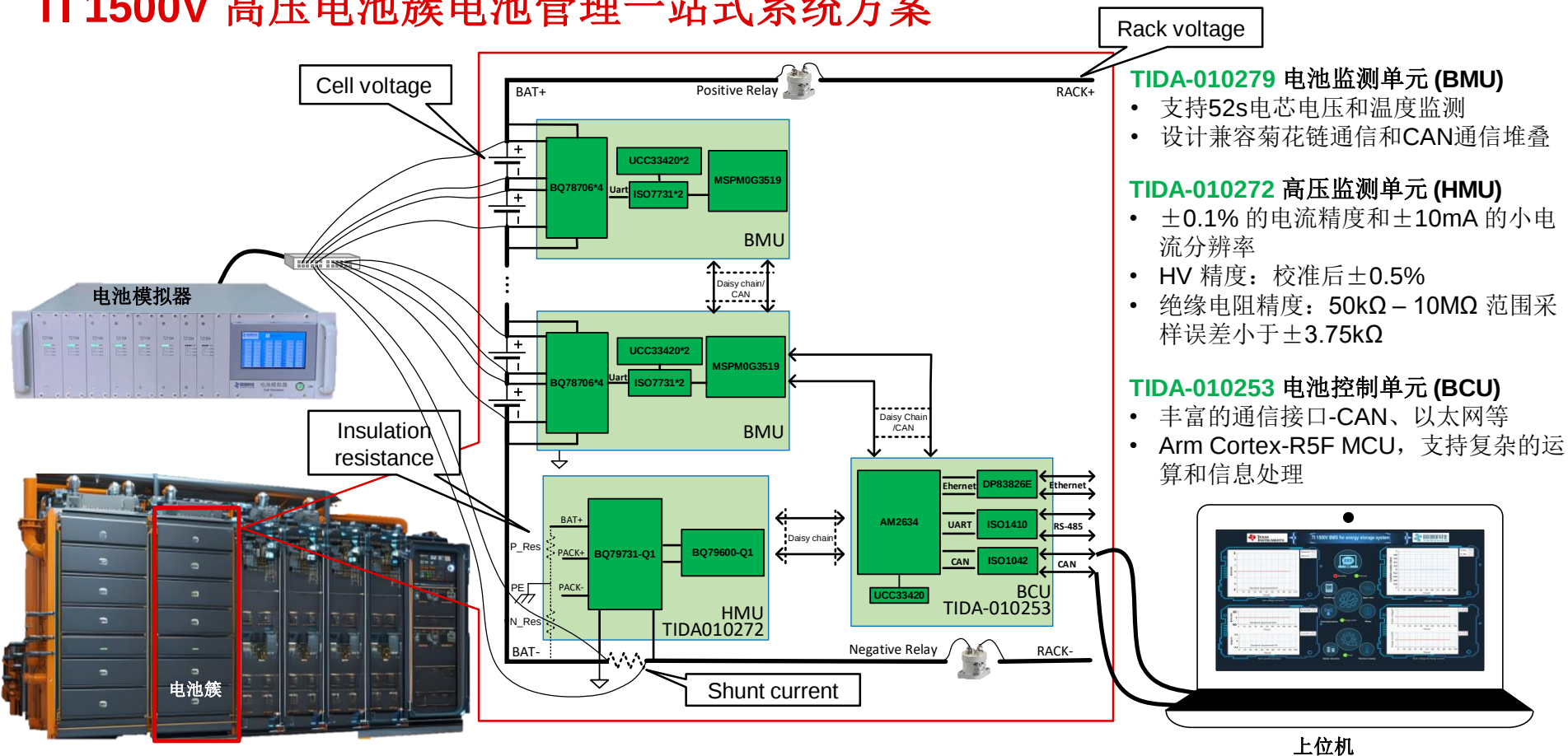
- 设计文件: 原理图、BOM、Gerber、SDK
- 参考设计: <https://www.ti.com.cn/tool/cn/TIDA-HVBMS-ESS-PLTFRM>

说明

- 该参考设计包含三种设计的组合:
 - 电池管理单元 TIDA-010279
 - 高压管理单元 TIDA-010272
 - 电池控制单元 TIDA-010253
- 监测单体电芯电压、电芯温度、簇电压、簇电流以及绝缘阻抗，同时保护电池组以确保安全使用



TI 1500V 高压电池簇电池管理一站式系统方案



TI 低压 BMS 系统解决方案概览



参考设计代码

电池包电压

串联电芯数

未校准时电压精度

电流精度

NTC/PTC 传感器通道

FET架构

通信接口

AFE

软件例程

TIDA-010208

TIDA-010216

TIDA-010247

48V

48V

96V

16s

16s

32s

$\pm 15\text{mV}$ 最小值/最大值
-40° C 至 125° C

$\pm 15\text{mV}$ 最小值/最大值
-40° C 至 125° C

$\pm 4.5\text{mV}$ 最小值/最大值
-40° C 至 85° C

$\pm 10\text{mA}$ <2A
 $\pm 0.5\%$ >2A

$\pm 30\text{mA}$ <5A
 $\pm 0.5\%$ >5A

$\pm 25\text{mA}$ <10A
 $\pm 0.2\%$ >10A

4

4

32

高边/控正

低边/控负

高边/控正

CAN

CAN, RS-485

CAN, RS-485

BQ76952

BQ76952

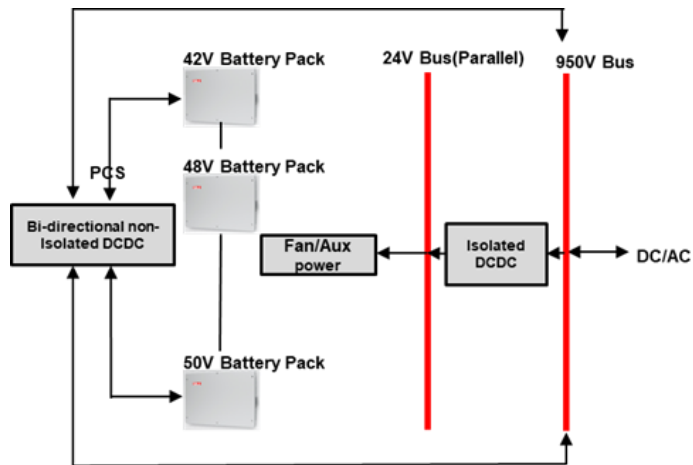
BQ76972

/

/

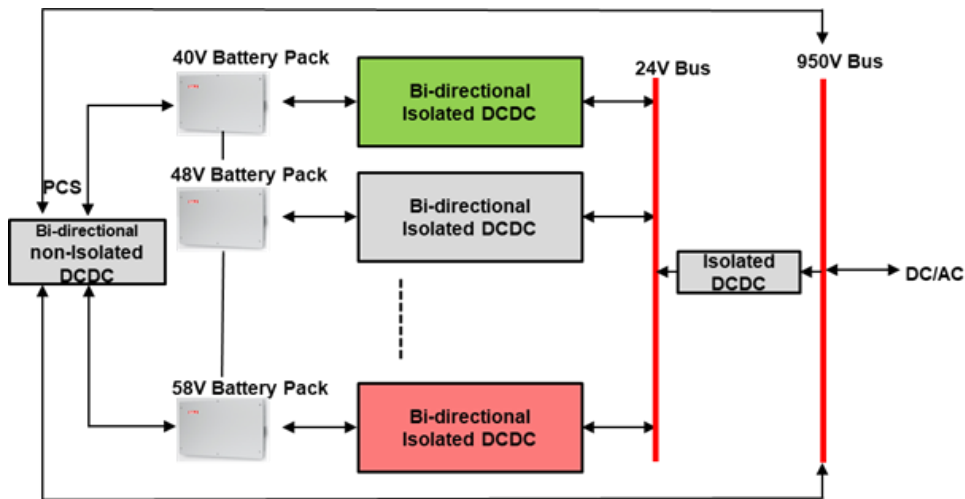
可提供

电池包主动均衡



传统 HV 电池包架构

- 不同批次电池包随使用年限变长呈现不同健康度
- 串联架构，电流相同，不同电池包的电压和SOC没法控制
- 需要人工维护，现场给电池包进行充放电，维护成本高，效率低



TI 电池包主动均衡架构

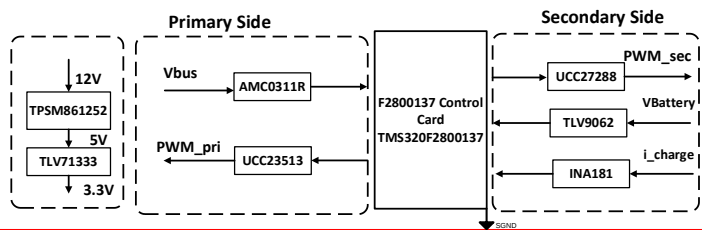
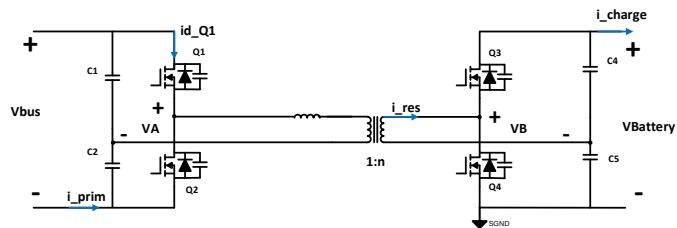
- 利用24V辅源BUS作为能量中转站，无需改变系统架构
- 双向DC/DC主动均衡模块可实现任意Pack-to-Pack能量传输
- 自动均衡，无需人工维护

200W SR-DB 电池包主动均衡参考设计



设计参数

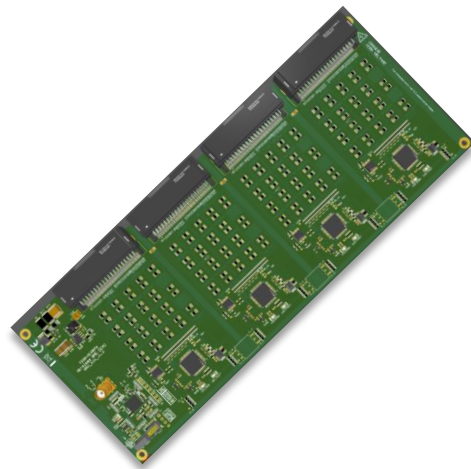
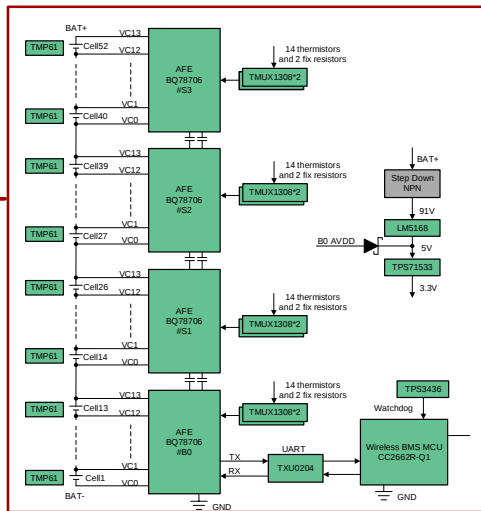
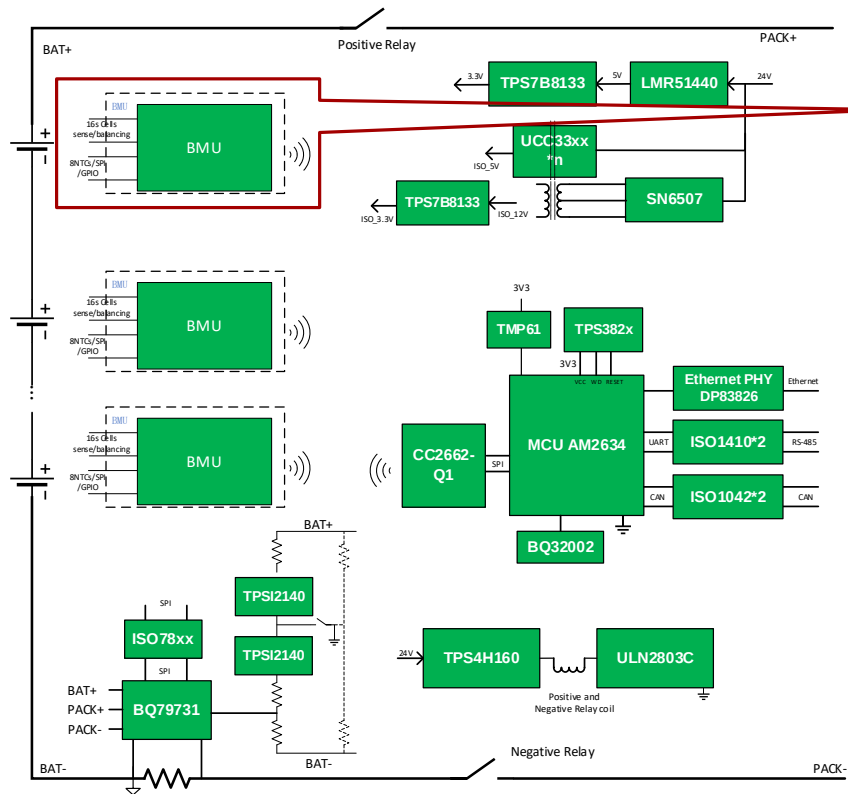
- 额定功率：200W
- 电池电压范围：40-60V
- 额定BUS电压：24V
- 最大充/放电电流：5A/5A
- 峰值效率：95%



系统优势

- 低 BOM 成本：拓扑简单，可用低成本 C2000™ MCU TMS320F2800137 轻松控制，实现最低 BOM 成本
- 全范围 ZVS：控制算法可以实现全范围 ZVS，控制算法开源
- 高效率：充电模式和放电模式均可实现 95% 峰值效率

TI 无线电池管理系统方案



无线电池管理单元参考设计

系统优势

- 简化电池包结构设计，减小体积
- 生产、安装与维护灵活、简单
- 消除通信线缆与连接器，减小失效率，延长产品寿命
- 无线通信，无需电气隔离，简化隔离设计
- 两级式架构，有节省BCU的可能

TI 无线BMS协议

商用优势

- 低成本系统解决方案
- 无 TI 软件许可费用

性能

- 无线吞吐量
 - 可扩展性
 - 低延迟
 - 链路稳健性
 - 链路预算高达
 - 极快的网络重组时间
 - 低功耗
- 高达 1.2Mbps
支持 100 个节点
每节点 < 2ms/16ms (1 主节点/8 设备节点)
可用性 > 99.999%/丢包率 < 10E-7
103.6dBm
< 110ms
无线主节点 < 100uA/每活跃设备 < 70-uA

功能安全

- 解决方案经 TÜV-SÜD 评估
- WBMS 概念演示支持系统级功能安全通信层，最高可达 ASIL D 级别

信息安全

- ISO21434 认证的网络安全流程
- wBMS 的开发遵循 TI 批准的网络安全流程



德州仪器慕尼黑上海电子展



四大前沿领域一览：

- 边缘 AI
- 机器人
- 汽车
- 能源基础设施

 上海新国际博览中心 |
N5 馆 605 展位

如需了解更多信息，请访问 [ti.com](https://www.ti.com)。



© Copyright 2025 Texas Instruments Incorporated. 保留所有权利.

该材料严格“按原样”提供, 仅供参考, 不提供任何保证.
该材料的使用受 TI 使用条款 **的限制**, 您可在 TI.com.cn 查看该条款