

绿色能源智能安全管控系统介绍

汇报人: 朱道一

微信: 上善若水道乙

目录

01

技术术语说明

02

引言

03

概论

04

BMS的基本功能

05

BMS的均衡模式

06

被动式均衡对大容量储能系统的调制无能为力

目录

07

从根本上解决困扰

08

GEMS 优于其它同类产品的特点

09

用于大规模储能，物美价廉

10

主动式均衡与被动式均衡的比较

11

BMS 精准度出类拔萃

12

BMS 对电池寿命的优化

目录

13

BMS系统能力：低成本高精度估算

14

数十兆瓦级储能系统的管控特色

15

XS4-BMS的应用领域

16

XS4-BMS重要性归纳

17

SOC的精度提高是岁月的积累

18

SOH估算的复杂

目录

19

温度对SOH模拟测试结果的影响

20

XS4-BMS系统硬件与类似产品比较

21

个人在新能源控制领域的成就

22

在美国获得的部分专利

23

参考附件

PART 01

技术术语说明

学森第四代+分布式均衡BMS

硬件 - Hardware

软件 - Software, 例如, 人机界面的软件GUI

固件 - Firmware, 需要烧录入芯片, 给予芯片灵魂的专用嵌入式系统软件 (下位机)

软固件 - 嵌入式系统中软件和固件的统称

硬件板子 - PCB+微处理器+适配器件

BMS - Battery Management System, 电池安全管控系统

EinsteinBMS - 美国EMC公司在前美国A123公司专门订制被动式均衡电池管理系统

XS4-BMS - 学森第4代BMS系统, 高端主动式均衡锂离子电池安全管控BMS系统

BMU - XS4-BMS 系统的主控板 (Battery Management Unit),

负责充放电电流采集, 电池总电压的采集及重要开关电器的控制

BPU - XS4-BMS 负责外部直流稳压供电的单元 (Battery Power Unit)

BEU - XS4-BMS系统中的从控板, 负责采样、分析和均衡调制 (Battery End Unit)

CAN 通信- 系统中各控制板间的通讯联络、信息传递方式

CAN通信协议 - CAN通信过程中必须遵循的规范细节

SOC - State of Charge, %数, 余存电量报告值

SOP - State of Power, Wh数, 余存瓦时数

SOH - State of Health, %数, 健康状态比值

rSOC - Real State of Charge, %数, $rSOC = SOC * SOH$, 即电池当前实际余存电量能力

LFP - 磷酸铁锂电芯

RLM - 富锂锰基电芯

NCM - 镍钴锰三元电芯

NCA - 镍钴铝三元电芯

LTO - 钛酸锂电芯

S(olid) - 固态电解质锂电芯 (eg. SLFP: 固态磷酸铁锂; SRLM: 固态富锂锰基)

CEMS - Central Energy Management System,

中央能源管理系统 (总控制室上位机)

GEMS - Green Energy Management System,

绿色能源安全管控系统

GUI - Graphical User Interface, 人机界面 (上位机)

硬件与软件概念



Hardware Essence

Physical components that make up a computer system, like processors, memory, and input/output devices, functioning as the tangible foundation for software operations.



Software Role

Programs and applications that enable users to interact with hardware, including operating systems and GUI interfaces, providing the functional layer for user engagement.

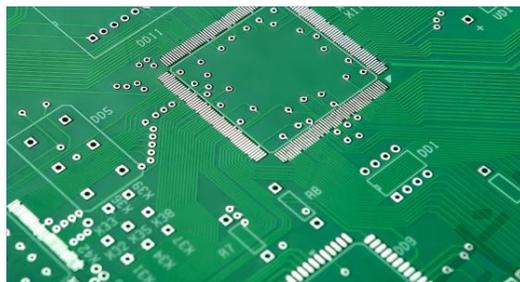


Firmware Role

Embedded code burned into chips, acting as the soul of microcontrollers by directly controlling hardware functions without user intervention, serving as the bridge between hardware and software.



BMS系统与组件



硬件组件概览

硬件板子 - PCB+微处理器+适配器件



BMS系统介绍

BMS: Battery Management System, ensures battery safety.

EinsteinBMS: Custom passive balancing system by EMC for A123.

XS4-BMS: Xuesen's 4th gen active balancing lithium-ion safety system.



BMS系统组成

BMU主控电池管理，BPU供直流电，BEU采样均衡。

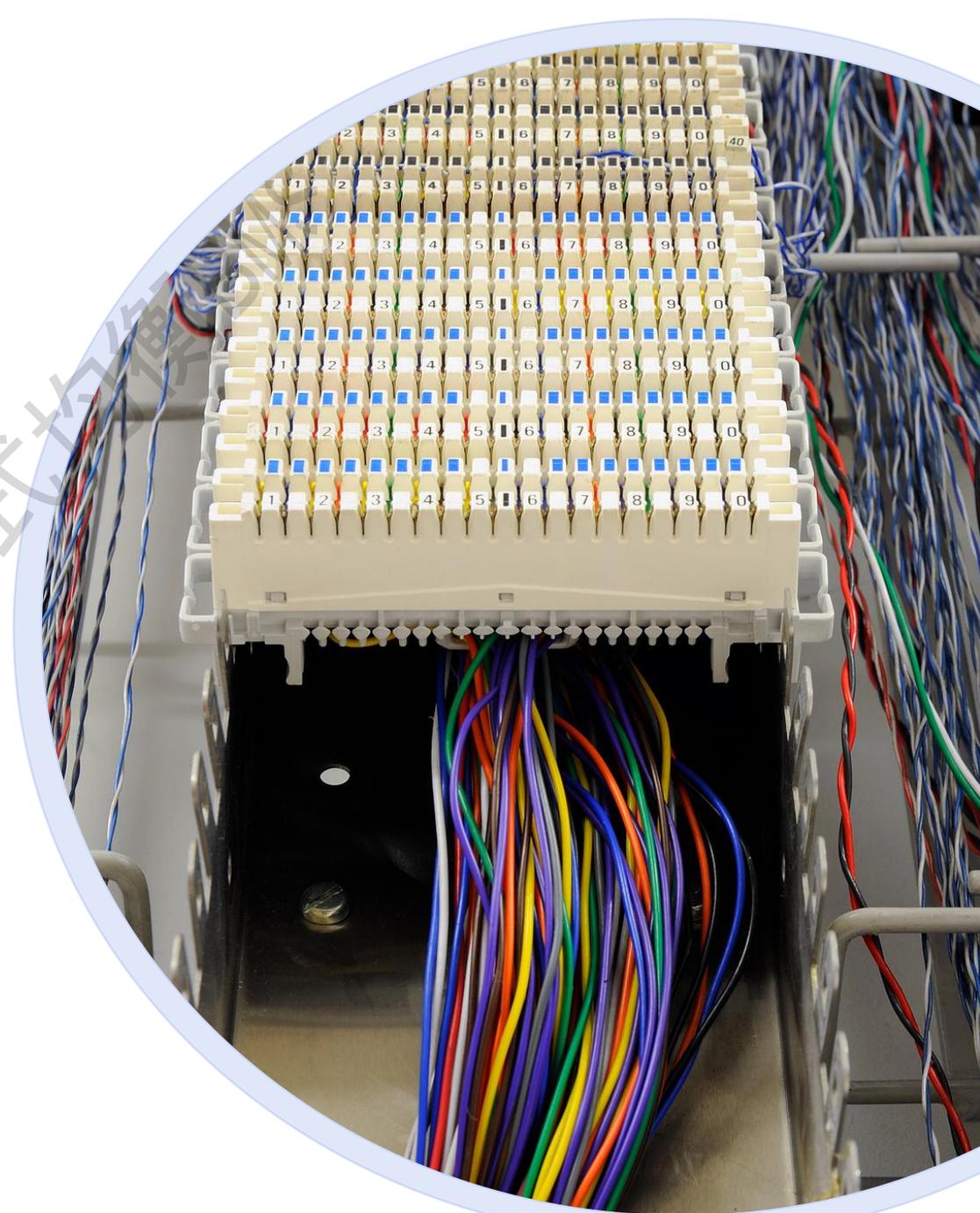
通信协议与电池状态

01 CAN Communication

CAN protocol facilitates robust data exchange among control boards, adhering to stringent rules for seamless system communication.

02 SOP Reporting

State of Power indicates remaining energy capacity in watt-hours, crucial for managing power reserves accurately.



通信协议与电池状态



01 SOH Assessment

State of Health measures battery wellness percentage, essential for evaluating long-term performance and reliability.



02 rSOC Calculation

Real State of Charge, a product of SOC and SOH, reveals actual residual charge capability, optimizing battery utilization.

电池类型与管理系统



电池电芯类型

LFP, RLM, NCM, NCA, LTO,
S - 主要电池电芯类型



能源管理系统

CEMS: Central Energy
Management System,
GEMS: Green Energy
Management System



人机界面

GUI - Graphical User
Interface, 人机界面 (上位
机)

PART 02

引言

学森第四代+张武均衡BMS

可持续新能源发电

太阳能/光伏

利用太阳光直接转化为电能，清洁无污染，减少温室气体排放，助力碳中和目标实现。



风能

通过风力驱动发电机产生电力，风能资源丰富，分布广泛，是实现可持续发展的关键能源之一。



潮汐能

利用海洋潮汐变化产生的能量进行发电，潮汐能稳定可靠，可预测性强，为沿海地区提供绿色能源。



海浪能

海浪运动蕴含巨大能量，通过捕捉海浪动力转化为电能，为海上设施和沿海社区提供清洁电力来源。



新能源发电的共性

01 新能源特性

优点显著，绿色可持续，然能量波动大，稳定性欠佳，连续供电难。

02 解决方案概览

采用锂离子电池储能，配以DC/DC稳压，DC/AC逆变，输出稳定电能，BMS系统保障电池安全。

03 能量存储技术

锂离子电池储能系统，高效存储间歇性能源，智能BMS监控安全。

04 电力转换机制

DC/DC转换器确保直流电稳定，DC/AC逆变器输出标准正弦波交流电，提升电网兼容性。

PART 03

概论

学森第四代+张式均衡BMS

锂离子电池特性与应用

01

锂电优势

高能量密度，卓越充放电性能，环保无毒，替代铅酸成储能新宠。

03

应用领域

储能市场主角，锂电以轻便高效引领能源存储革命。

02

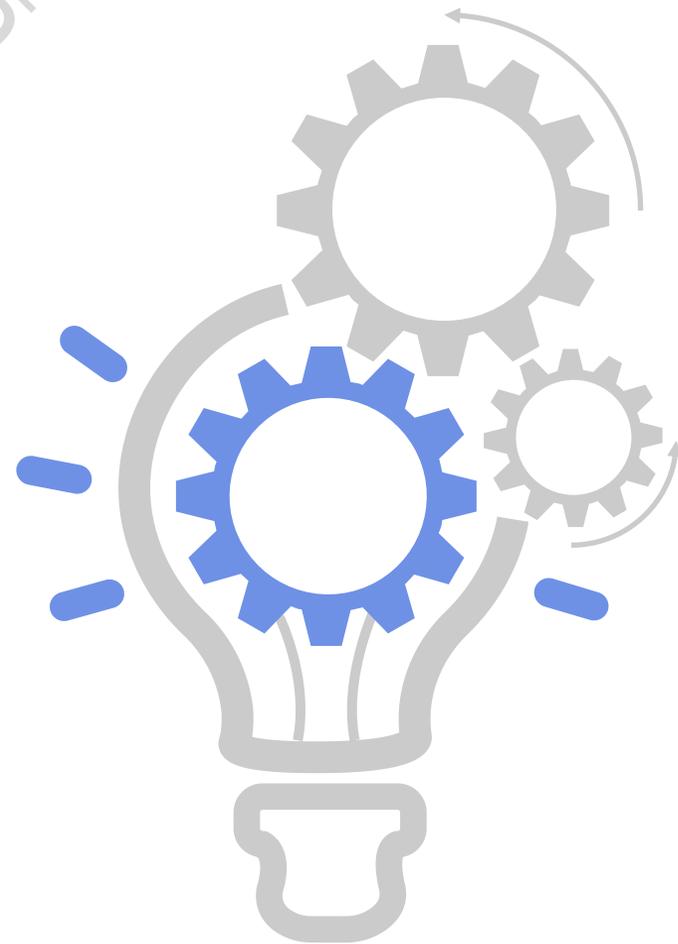
安全管控

物理化学特性需严控，确保锂电安全稳定，释放最大效能。

04

循环寿命

长寿命循环，减少更换频率，经济环保双丰收。



固态电池技术进展

固态电池革新

近年固态电池以固态电解质替代液态，经优化，能量密度、充放电效率及安全性显著提升，前景广阔但量产之路漫长。

技术挑战

尽管固态电池理论优势明显，实际应用中仍面临材料成本、制造工艺及稳定性等多重挑战，量产化需时日。



锂离子电池管理的重要性



锂电安全挑战

锂离子电池在缺乏有效BMS管理时，一致性衰减与过充过放风险加剧，威胁其安全与耐久性能。



电化学特性

基于电化学原理，锂电在批量生产中难以避免性能衰退的不均衡，凸显BMS系统精准调控的必要性。

学森第四代主动式均衡BMS

PART 04

BMS的基本功能

宇森第四代主动式均衡BMS

BMS的基本功能

BMS核心功能

监测电池电压、电流和温度，确保电池运行在安全范围内。

BMS安全机制

实施电池均衡，防止过充过放，延长电池寿命。

BMS通信能力

通过CAN总线与其他车载系统进行数据交换，实现智能管理。

BMS故障诊断

实时检测系统状态，及时报告异常，提高车辆安全性。



实时采样检测电池包各串电芯模块的电压并上报



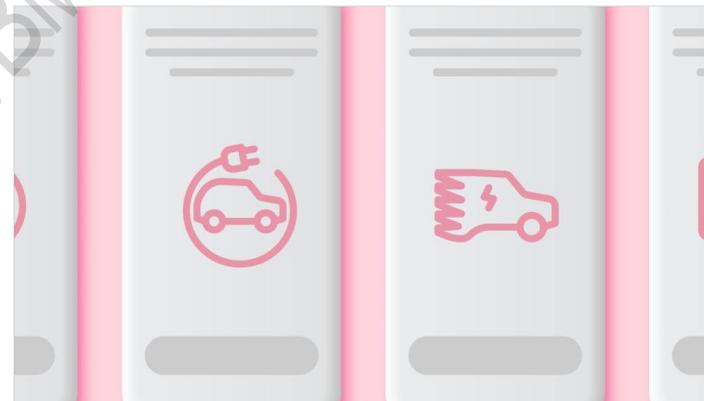
实时电压监控

精细过滤算法剔除噪声，呈现纯净电压数据，确保监测准确性。



数据分析与预警

即时解析电压波动，智能判断异常状态，预防电芯损伤。



电芯健康守护

全年无休监测，精准调控，杜绝极端条件损害，保障电池安全运行。



实时采样检测电池模组的温度状况

温度监控

实施不间断温度数据采集，确保电池模组运行在安全区间，防止过热引发系统故障。

预热机制

低温环境下自动激活预热功能，保持电池核心温度适宜，优化整体性能表现。

安全策略

建立全面温度管理方案，包括预警、冷却及加热措施，保障设备稳定运行免受极端温度影响。



确保充电电流倍率处于电 池包标定范围之内

如果发现充电电流超过pack生产厂家对电池的标定最高充电倍率，BMS必须采取断然措施，中断充电过程，确保电池不受损伤。

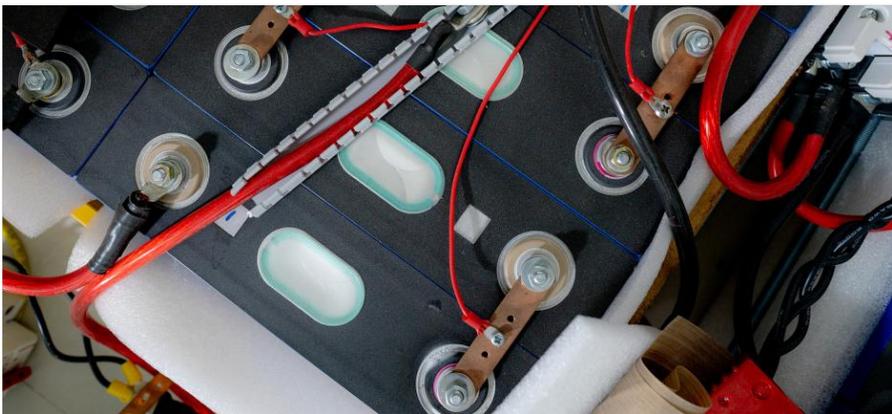


确保放电电流倍率处于电池包标定范围之内

如果发现充电电流超过pack生产厂家对电池的标定最高放电倍率，BMS必须采取断然措施，中断放电过程，确保电池不受损伤。



实时调制各串电芯模块，确保最高电芯电压与最低电芯电压之间的压差得到及时削减



01 电芯均衡管理

通过精密算法实时监控，调整电芯间电压差，确保电池组性能稳定，延长使用寿命。



02 安全管控机制

实施严格的安全策略，监测电池状态，预防过热、短路等风险，保障锂离子电池安全运行。

PART 05

BMS的均衡模式

享木森第四代主动式均衡BMS

BMS的均衡模式



电池包效能

电池包总容量受限于最弱电芯模块，如同木桶原理，需定期调制以优化整体性能。

电芯均衡策略

实施电芯均衡，确保所有模块处于最佳状态，最大化存储电量，提升电池包使用效率。

均衡模式



被动式均衡

- 成本较低，适用于 $< 50\text{Ah}$ 的电池包；另外，观察到超过 25Ah 的系统，电芯串调制效果并不好。



主动式均衡

- 成本较高，调制效果好，应该是 $\geq 50\text{Ah}$ 的电池包的首选。

PART 06

**被动式均衡对大容量
储能系统的调制
无能为力**

李杰第四代主动式均衡BMS

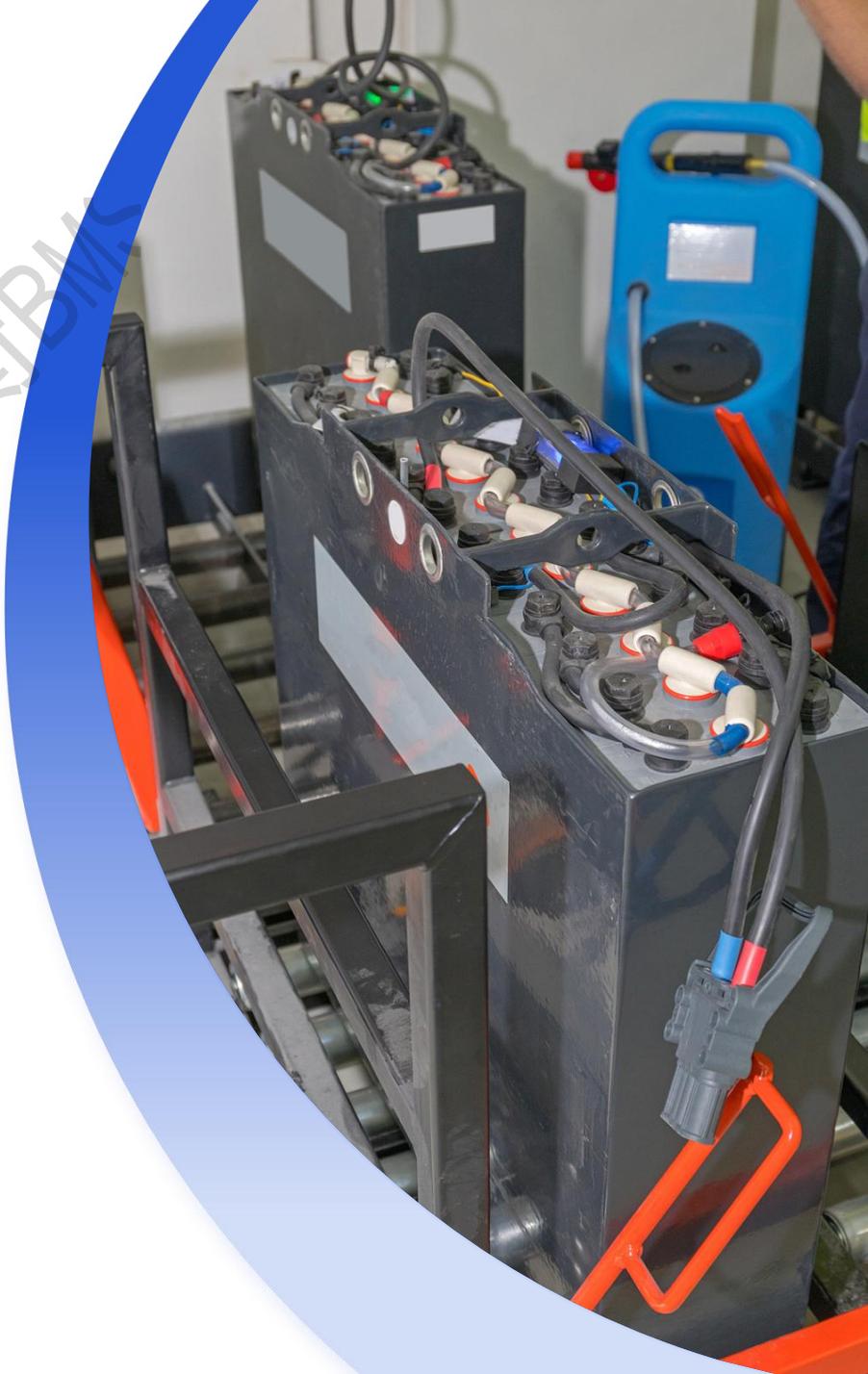
大规模储能系统的挑战

储能系统挑战

重型矿山车、港口机械油改电需200KWh以上储能，LFP电芯安全但被动均衡难调模块，弱模块加速衰减，存储电能下降，输出电能缩水，安全隐患。

磷酸铁锂电池

256串/820V/250Ah/205KWh电池组，每日24小时均衡仍不足，木桶效应致实际电能大幅减少，安全风险增加。

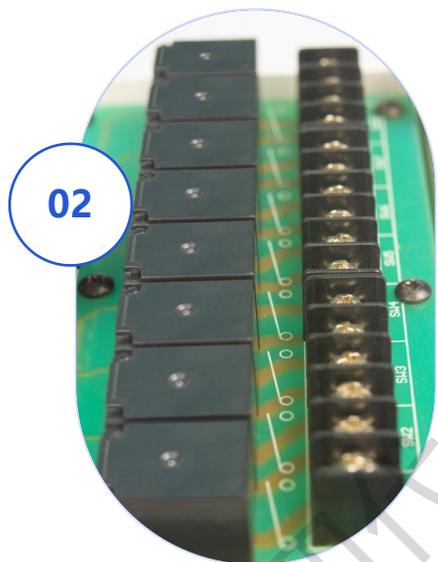


主动式均衡的重要性



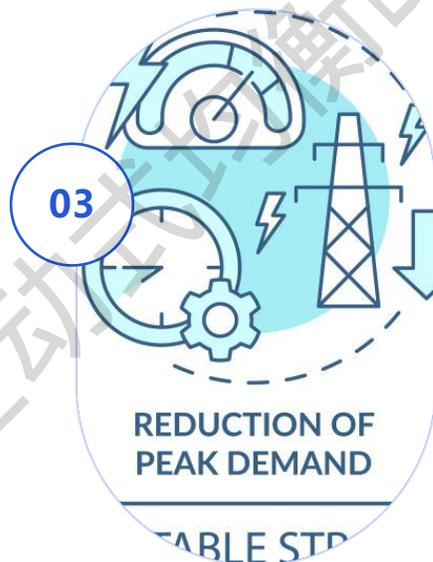
主动式均衡

运用XS4-BMS主动式均衡技术，锂离子电池模块压差可精细调控至毫伏级，保障系统稳定运行超12年，无需频繁更换电池。



安全性提升

对比A123公司被动式均衡方案，主动式均衡有效预防电芯模块衰减导致的安全隐患，避免了因压差增大引发的一系列问题。



系统效率

主动式均衡技术显著提高系统整体效率，减少能量损耗，延长电池使用寿命，降低维护成本。



远程管理优势

结合远程管控功能，主动式均衡技术使系统能够在无人干预的情况下，持续高效运行，大幅减少了电池模组的更换频率。

储能系统公司的困境



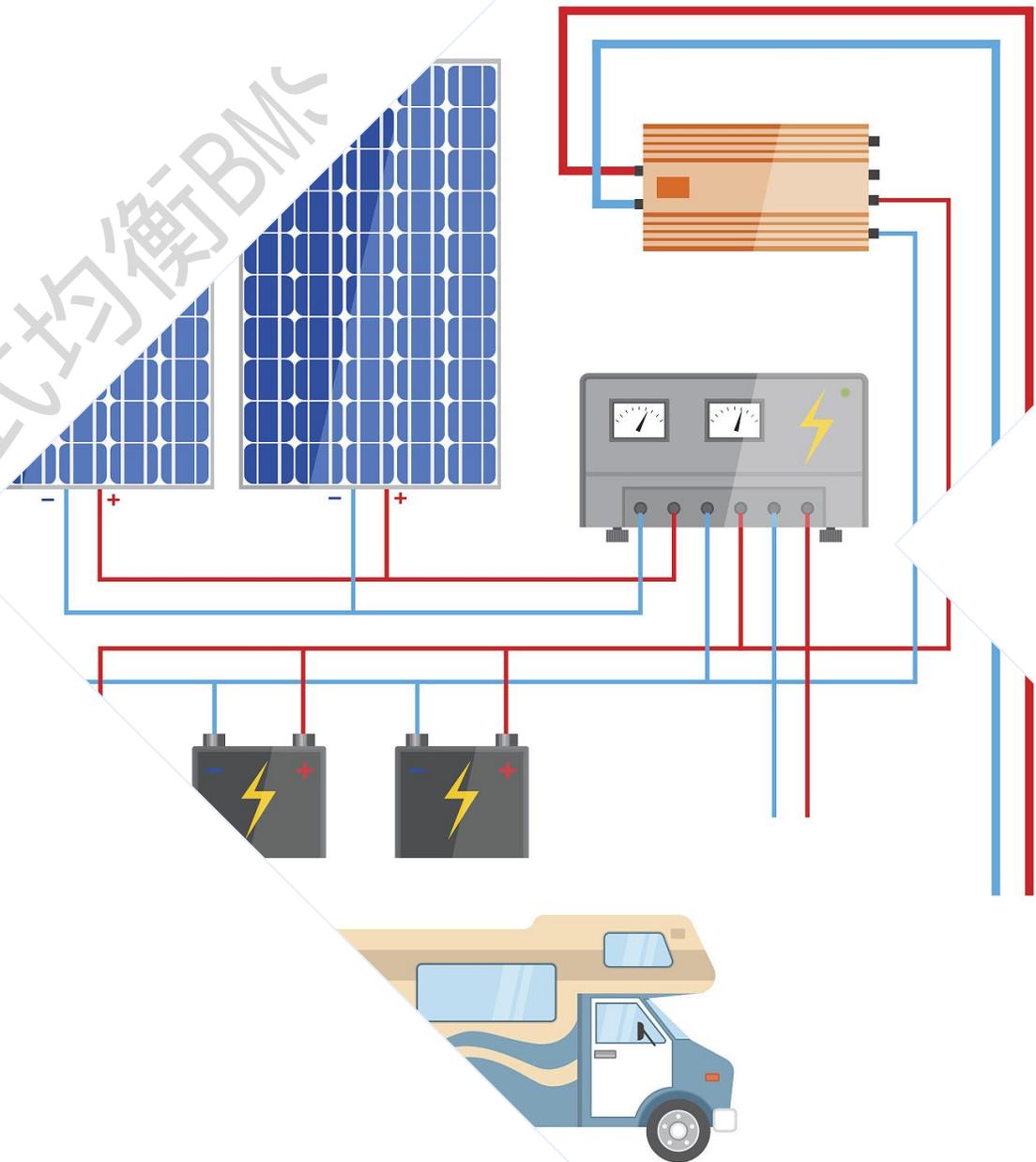
储能挑战

大规模储能系统如海辰每簇达384节电芯，维修难题浮现，被动式均衡BMS虽控初投，维保成本却成隐患。



维修困境

时间推移，储能系统维保负担直线攀升，A123曾遇问题重现，尾大不掉，影响长期运营效益。



锂离子电池储能系统的安全问题

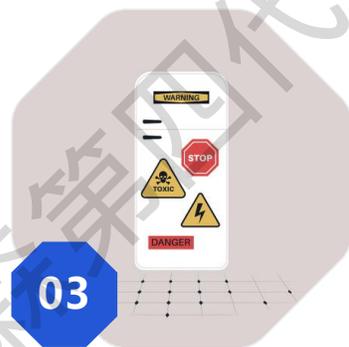
锂电储能风险

全球多起锂离子电池储能系统事故警示，缺乏主动均衡管理致安全隐患加剧。



储能系统安全

重视前车之鉴，加强实质性主动均衡调制管控，避免电芯衰减不一致引发的安全危机。



电芯模块压差

频繁使用下，电池模块间压差迅速增大，根源在于BMS技术缺失，平衡调控失效。



PART 07

从根本上解决困扰

普杰森第四代普杰式均衡BMS

从根本上解决 困扰



整体设计的高度智能化GEMS/XS4-BMS的设计理念需要获得大范围应用推广。



安全管控：

解决锂离子电池储能系统（包括动力电池）长期稳定的安全管控问题



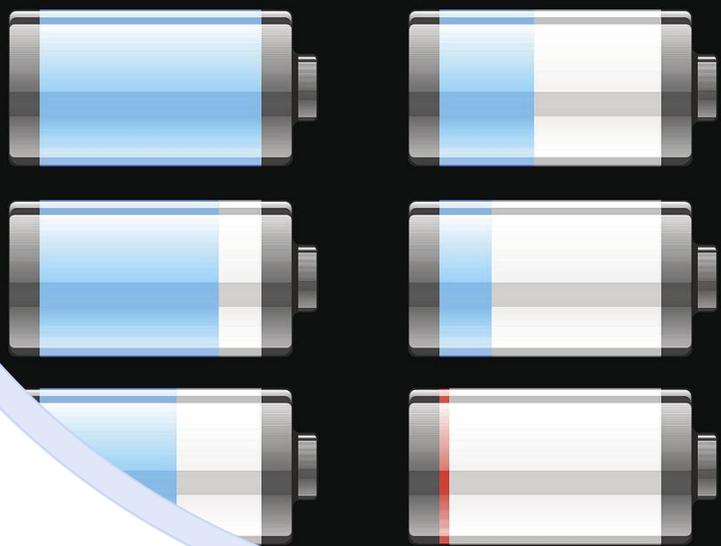
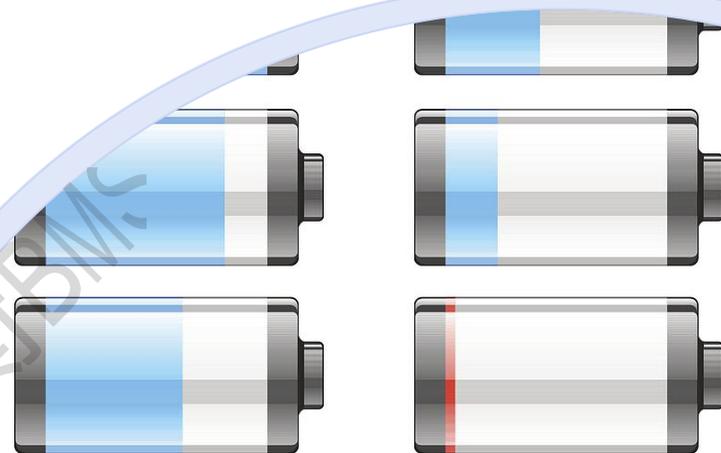
梯次利用

01 梯次利用策略

针对动力电池包衰减超20%后的再利用，通过精确评估SOH及电芯模块状态，有效降低转换为储能系统的成本。

02 电池健康评估

实施精准的电池健康状态(SOH)估值方法，确保退役电池在二次利用于储能系统时，性能可靠且经济高效。



高度灵活



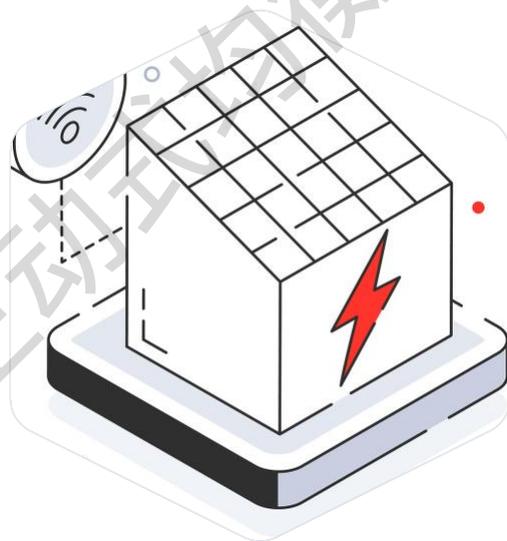
电压适应性

覆盖24V至2000V，兼容各类电池及储能系统需求。



储能容量

支持数千瓦时至数十兆瓦时，展现卓越能量储备能力。



资源优化

精巧利用嵌入式系统空间，无需硬件升级，持续功能拓展。



价值提升

不断进化GEMS系统，有效增强其实用与经济价值。

PART 08

GEMS 优于其它同类产品 的特点

普杰第四代+普杰式均衡BMS

研发与设计经验

研发经验与设计能力

01

在多个不同领域的超一流美国高科技公司三十年嵌入式系统软固件架构和研发一线的实践经验，擅长CAN通信协议设计，可管理多达2048节电芯模块串联，具备快速扩展能力。

电芯模块串联方案

02

串联电芯构建储能系统：256串供820V级别电动大巴等，512串适1640V大规模储能，1024串满足3300V级别电磁武器需求。

HIGH-PERFORMAN
DESIGN

开发理念与技能



现代编程

遵循先进理念，分布式设计，高效并行，稳定灵活，持续扩展能力卓越。



简练源码

精炼代码实现丰富功能，安全控制，效能提升30%，低功耗，赋能低端芯片高性能任务。



资源优化

在受限环境下拓展功能，巧妙利用低端硬件，达成高端性能，节能减排，效率与经济性兼备。



安全效能

保障系统安全，精准控制，同时降低能耗，实现高效能与绿色计算的完美结合。

特殊功能与算法

校正功能卓越

高端测试仪器，校正功能卓越，精度超越同类，满足年校准需求，防电子产品采样漂移，独特功能领先BMS市场。

True RMS 计算，独特算法与无芯片依赖

集成True RMS计算能力，配合特殊算法，实现低成本下的精准测量，无芯片依赖确保供应链安全。独步业界的简化设计。

微调功能与首创SOH计算

世界级SOC精度，创新SOH计算，提升电池安全，XS4-BMS集成，领先BMS技术。



验证与效益

01

验证历程

SOC, SOH, SOE/SOP设计经百万小时严测, 源于A123公司实践。

03

安全稳定

锂离子电池确保安全高效, 十五年前技术奠定坚实基础。

02

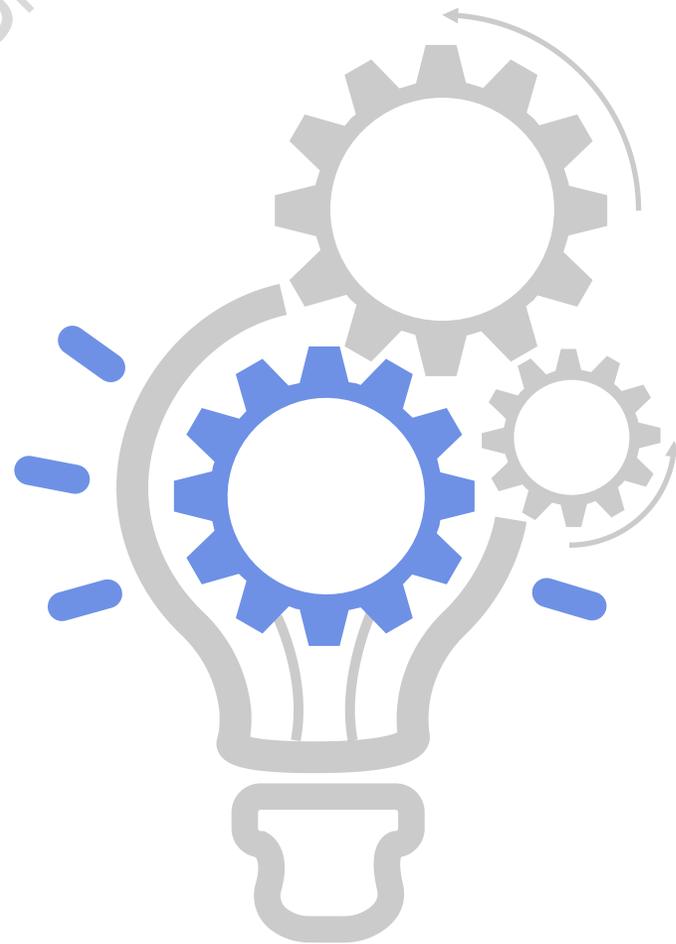
效益提升

专利均衡法延寿锂电, 主动式均衡控差 $\leq 8\text{mV}$, 优化串间效能。

04

储能飞跃

电池寿命倍增, 总储能能力显著提升, 实现长期最佳状态。





PART 09

**用于大规模储能，
物美价廉**

普尔森第四代十级式均衡BMS

GEMS/XS4-BMS

优势概览



01

GEMS_XS4_BMS

Ensures large-scale energy storage systems operate safely and stably throughout their lifecycle.

02

Cost_Efficiency

Initial investment is low, costing no more than 6.3% of the system's construction price.

03

Energy_Output_Boost

Due to ultra-precise estimation, the safe output capacity of the energy storage system increases significantly (>15%), further reducing the actual cost per kWh of GEMS/XS4-BMS.



Long_Term_Savings

By significantly extending the service life of the energy storage system, the cost per kWh of GEMS/XS4-BMS over the total accumulated energy storage services is actually lower than that of high-end passive balancing BMS, offering super-high cost-effectiveness.

GEMS/XS4-BMS

优势概览

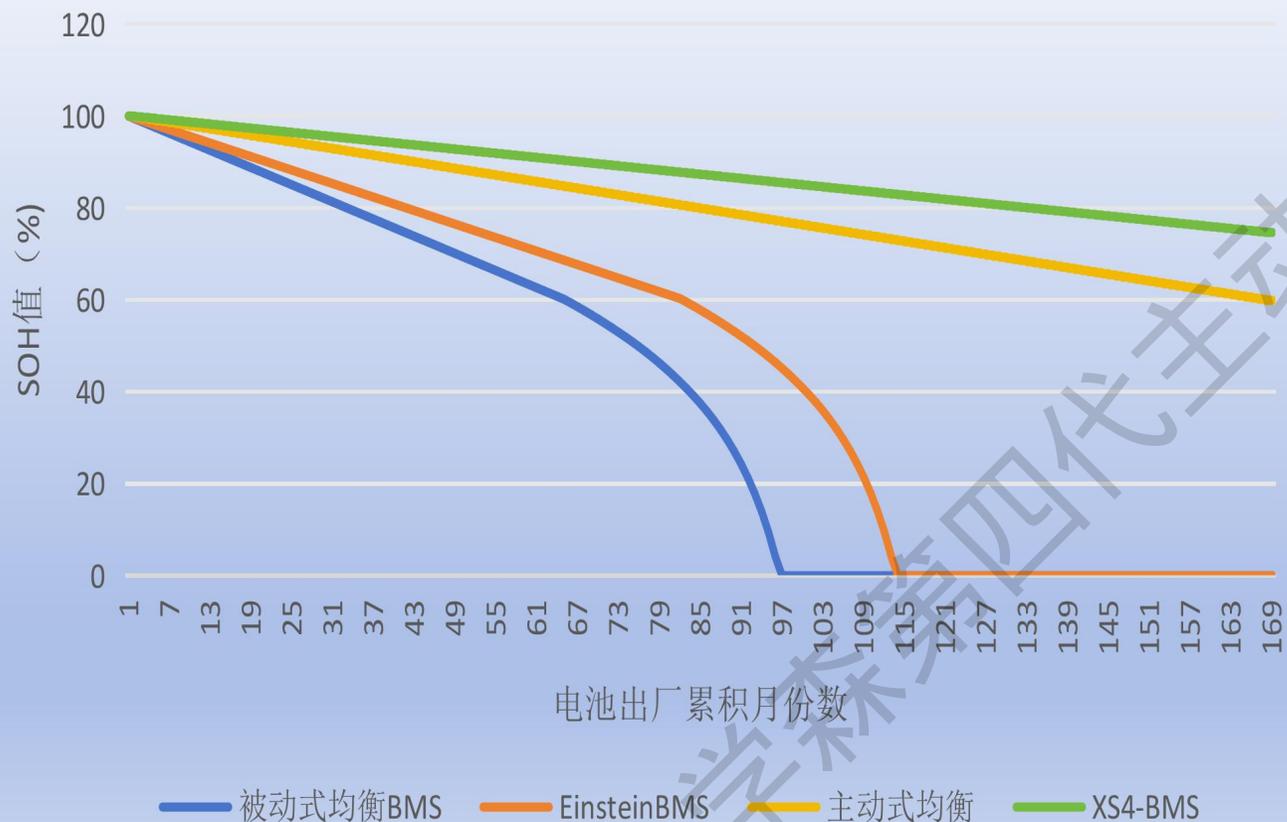
PART 010

主动式均衡与被动式均衡的比较

普尔森第四代主动式均衡BMS

BMS技术对比

SOH衰减趋势对比图



01

图表展示不同BMS技术应用于纯电动大巴的SOH值变化趋势，X轴代表电池出厂月份数。Y轴是SOH%值

02

不同技术导致的SOH趋势分析

03

被动式均衡BMS（蓝线）、EinsteinBMS（红线）、高端主动式均衡BMS（桔线）及XS4-BMS（绿线）的SOH值随时间演变情况。



XS4-BMS优势

XS4-BMS优势

主动式均衡技术显著延长电池实际使用寿命，SOH能力维持在80%以上时间增加近100个月。

性能对比

rSOC最大能力随SOH下降等比例减少，凸显XS4-BMS在均衡管理上的优越性。

寿命提升

采用XS4-BMS，产品实际使用寿命额外获得近100个月的提升，展现主动式均衡的实效。

能量节省分析



大规模储能系统价值



大规模储能

缺乏主动式均衡，SOH能力快速降至60%以下，凸显主动式均衡BMS的应用可以带来的巨大经济价值。



储能系统应用

最佳效能展现于储能电池的SOH \geq 60%，XS4-BMS的应用，大幅度缓解衰减，可以成倍增强大规模储能系统的经济效益。

PART 011

**BMS精准度
出类拔萃**

普尔森第四代主动式均衡BMS

系统测量误差对比分析

01

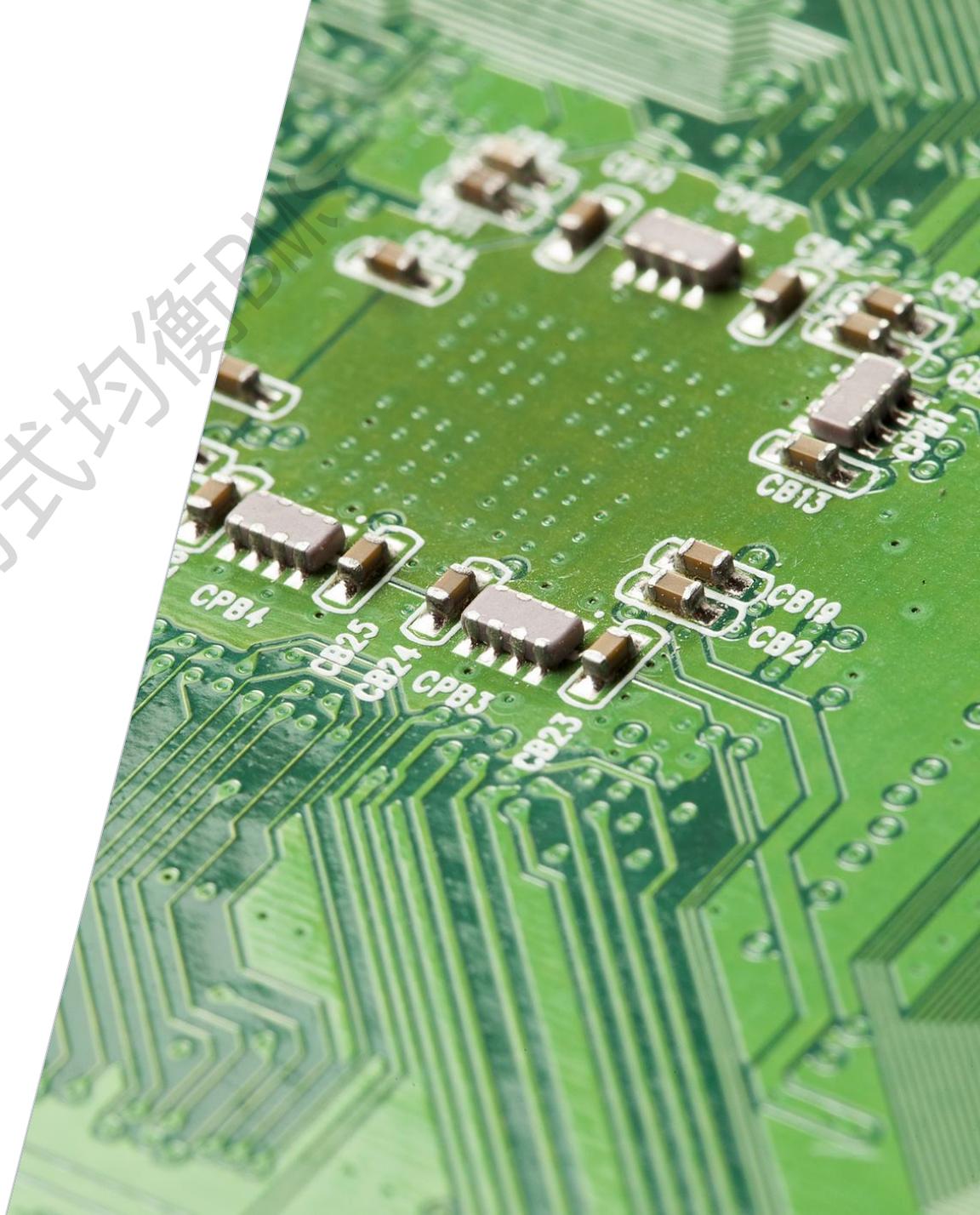
电压精度提升

XS4-BMS电压采样误差 $\leq \pm 1\text{mV}$ ，远优于市场 $> \pm 4\text{mV}$ ，精度提高显著。

02

电流检测优化

XS4-BMS电流检测误差降至 50mA ，检测频率提升至 2mS ，性能超越市场标准。



PART 012

BMS对电池寿命 的优化

李杰第四代动力电池均衡BMS



BMS对电池 寿命的优化

概况比较



市场对比

XS4-BMS采用主动式均衡，专利技术加持，显著提升电池包的
实际使用寿命，达到电芯模
块理论寿命的85%~90%。



技术优势

相较于被动式均衡方式，XS4-BMS的主动式方法极大优化了
电池安全管控，延长使用寿命，
展现技术领先。

专有优势



经济效能

优化电池包使用策略，均衡电芯能力，提升梯次利用价值，以微小硬件投入撬动最大效能。



资源优化

通过精准管理，减少电池包内电芯差异，高效利用有限硬件，最大化释放电池潜能。



均衡管理

精细调控，缩小电芯间性能差距，保持整体均衡，增强退役电池包再分配适用性。



梯次利用

精心维护电池包，使其在后续应用中分组匹配更佳，显著提升二次使用经济价值。



RELIABILITY

STROKE

PART 013

BMS系统能力：低
成本高精度估算

普尔森第四代+公式均衡BMS

低成本精准采样方案

(1) 无须高端采样芯片助力，以芯片自带12-bitADC实现精准采样，硬件成本最低

(2) SOH 能够在电池的整个生命周期实时监测并估算电池的健康状态

(3) 进入门槛高：必须通过百万小时以上的工业测试验证才能被业界认可。一般公司实力无法在短期内跨越此门槛

(4) XS4-BMS设计方案的精华理念已经在美国公司通过了必要的百万小时以上工业测试验证

(5) 资源利用率极高，余量很多，允许系统控制软件不断更新换代，持续保持领先地位

	市场现状	XS4-BMS
SOC 误差	3%~5%	<0.25%
SOH实时/动/静态估算功能	No	Yes
电量总消费的影响	No	Yes
温度的影响	No	Yes
深度充放电循环次数的影响	No	Yes

SOH 实时监测技术



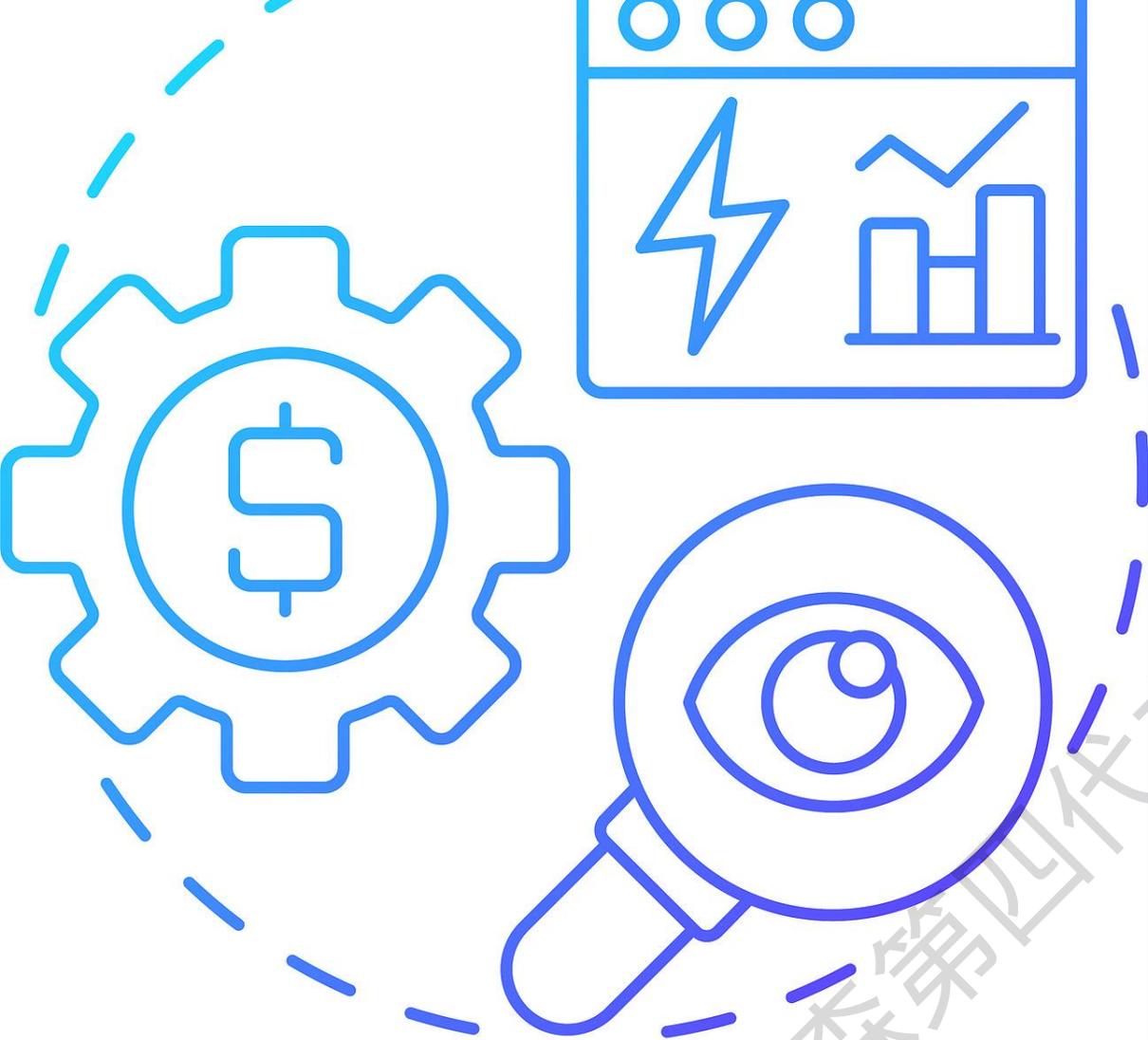
SOH 监测精度

技术门槛高，需经百万工时测试，精准评估电池健康，非短期可及。



工业应用验证

长期工业级测试，确保SOH评估准确性，树立行业标准，普通企业难以逾越。



ENERGY AND
UTILITIES

XS4-BMS 工业验证与优势

XS4-BMS 验证

XS4-BMS设计方案历经美国公司严苛测试，超百万工时验证其卓越性能与稳定性。

资源利用

方案展现极致资源利用率，充裕余量支持系统软件迭代升级，确保技术领先。

持续创新

系统设计预留充足空间，适应软件持续更新，保持行业竞争优势。

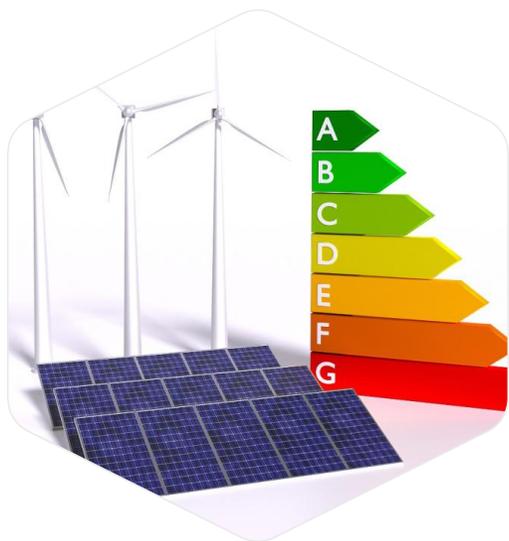
工业标准

符合高标准工业测试要求，XS4-BMS在实际应用中表现优异，资源管理高效。

性能对比突出



性能对比



SOC精度

XS4-BMS展现卓越SOC精度，误差低于0.3%，显著超越市场水平。



SOH估算能力

具备实时/动态/静态SOH估算功能，精准反映电池健康状况。



能耗管理

优化电量总消费，有效控制温度影响，减少深度充放电循环次数需求。



综合性能优势

全面考量关键因素，XS4-BMS在多项指标上实现优异表现，引领行业标准。

PART 014

数十兆瓦级储能系统的管控特色

普尔森第四代+分布式均衡BMS



自主设计的CAN通信协议

自主设计协议

创新的CAN通信方案，实现绿色能源管理系统的高效互联，轻松控制多至16个XS4-BMS单元。

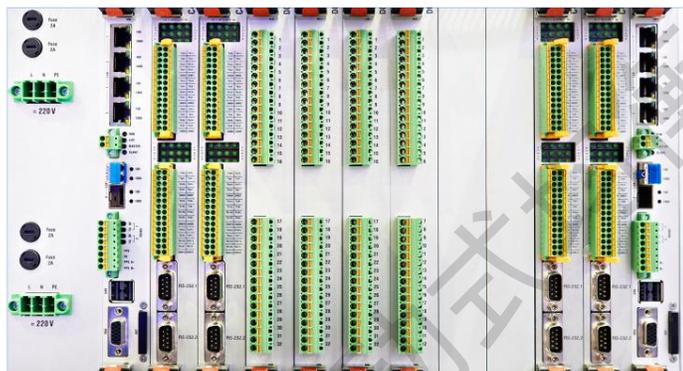
绿色能源管理

GEMS系统依托自研协议，灵活适应不同规模储能需求，构建兆瓦级储能集装箱解决方案。

系统扩展性

凭借强大的通信基础，可无缝集成更多BMS系统，打造高密度、大容量的能源存储设施。

CAN通信协议的扩展能力



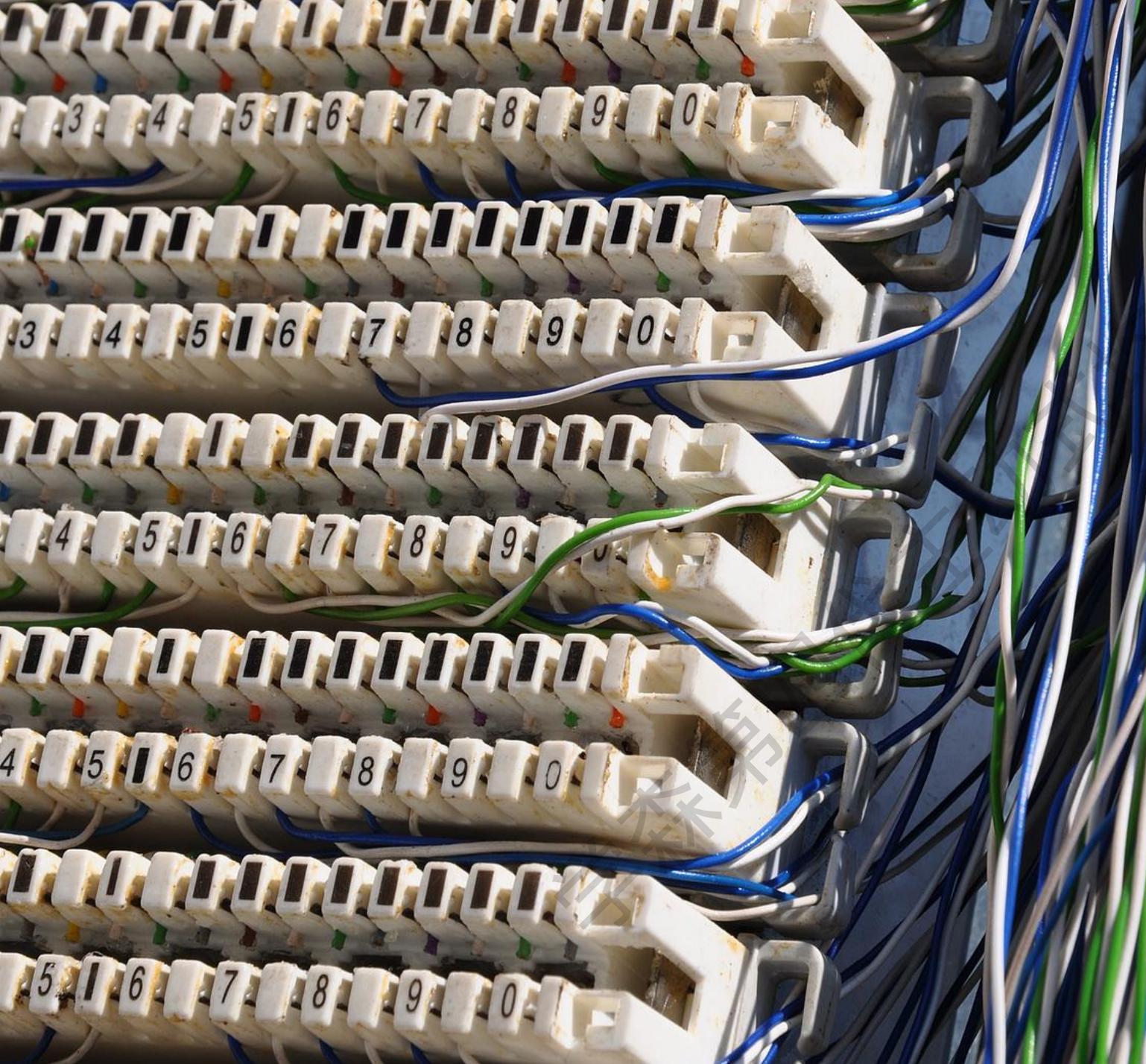
CAN协议扩展性

中央控制室的CEMS利用CAN通信协议，能调控15套GEMS，进而管理60个XS4-BMS，实现50兆瓦级储能系统的智能安全管控。



通信协议效能

每套XS4-BMS控制830kWh能量，通过CAN协议，整个GEMS系统可达到50兆瓦的管理规模，展现强大扩展能力。



通信协议的扩 容能力

PART 015

**XS4-BMS
的应用领域**

学术第四代+学术式均衡BMS

大型储能系统应用

01

重型机械油改电项目

适用于大巴、重卡等电动化改造，
满足大容量电池需求。

02

大规模储能系统

支持集装箱储能、电网调频及可再
生能源辅助储能场景。

学森第四代主动式均衡DPM



高端特殊领域应用



高端定制需求

单块16串BMS定制版，适配高耐用性、长寿命电池场景。



启停电池系统

15串LFP电芯搭配主动均衡技术，打造安全可靠的48V启停方案。

军事领域应用

多样化应用场景

军事领域需求广泛，具体应用另文详述。



实例之一

磷酸铁锂电池寿命

磷酸铁锂电池理论日历寿命超14年，正常使用下14年后性能衰减不超过30%。



XS4-BMS影响电池管理

XS4-BMS的应用能使比亚迪汉刀片电池SOH值再稳定七年才有可能衰减超过30%。



比亚迪汉电池性能

比亚迪汉采用LFP刀片电池，不足五年，续航衰减至500公里，SOH衰减约30%。



实例之二

NCM电池寿命

三元锂离子电芯理论寿命小于8年，比亚迪“秦”级电动车使用该电池，2019年出厂时标定续航421公里。

电池性能衰退

经过57个月，累计行驶不足5万公里，安全续航降至258公里，表明电池容量衰减超过38.5%。

XS4-BMS影响

若从初始即应用XS4-BMS于动力电池管理，可延缓电池衰减速率，预计至少延长3年的有效使用期。



PART 016

**XS4-BMS重要性
归纳**

普杰第四代分布式均衡BMS

BMS的重要性

01



BMS核心作用

主动式均衡技术确保锂离子电池在大规模储能系统中长期稳定安全运行，精准采样避免储能系统因频繁使用而迅速衰减，消除安全隐患。

02



BMS精准管理

唯有长期稳定精准采样，BMS才能做出正确判断，防止因失误导致的储能系统严重损毁，保障系统安全与效能。

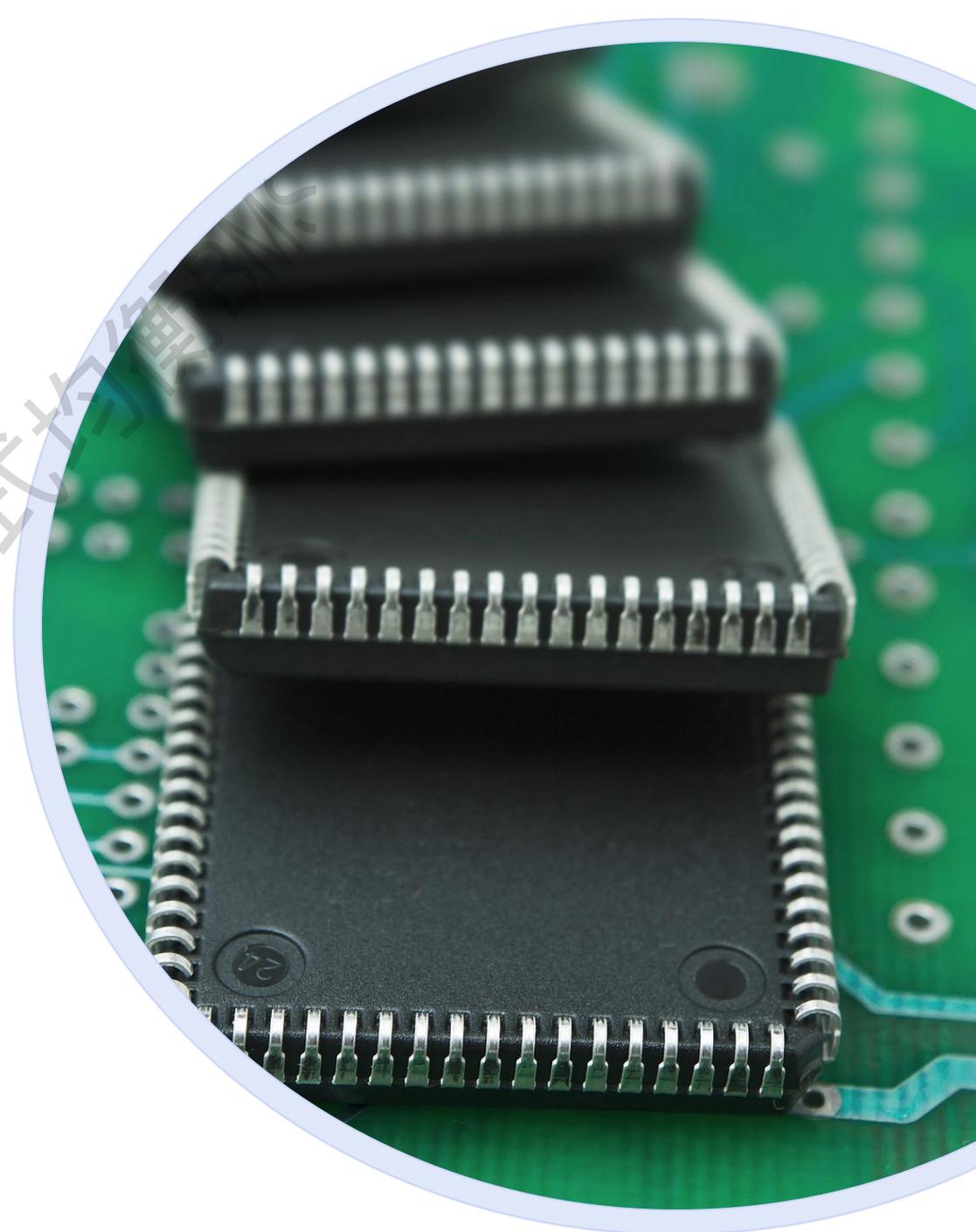
XS4-BMS的优势

01 XS4-BMS优势

超一流精准管控，显著延长储能系统寿命，
确保长期稳定安全运行，最大化效益。

02 梯次利用效益

初始采用XS4-BMS，保障电池包全周期安全
高效，实际寿命翻倍，大幅缓解动力电池回收压力，
经济效益显著。

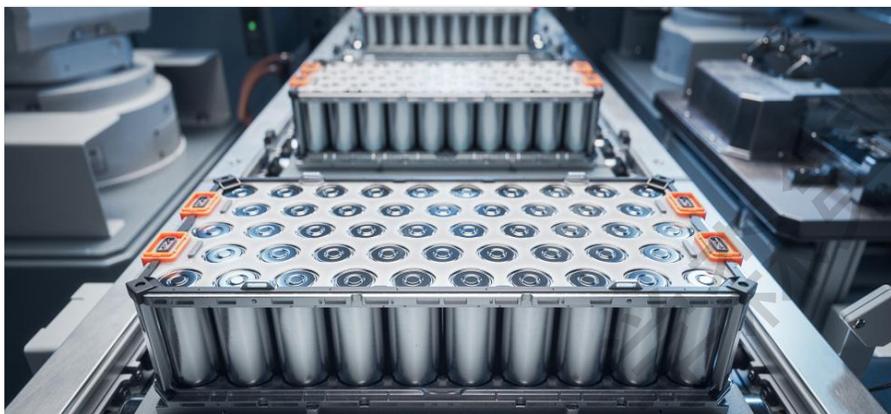


电池包的梯次利用



01 电池梯次利用策略

当电池包达到国家法定退役状态，即SOH小于80%，依据其SOH数据进行分类。SOH大于60%的电池包可直接用于GEMS储能系统，其余需经复杂流程处理。



02 优化电池回收流程

提前获取单体电芯模块信息，显著减少分级、归类、重组工作量，大幅节省人力物力成本，避免高昂费用，为数百万退役电池包提供高效处理方案。

电池包的最终处理



电池包回收

当SOH低于30%，电池包直接拆解回收，高效经济，免去额外检测成本。



技术实力展现

XS4-BMS经专业测试，数据分析证实其卓越性能，引领行业先进水平。

PART 017

**SOC的精度提高是
岁月的积累**

学森第四代+张式均衡BMS

SOC精度提升历程



SOC精度历程

自2010年A123系统实现1% SOC估算误差以来，至2017年误差降至0.3%，2020年底更以普通12-bit ADC实现实时分析，误差稳定低于0.1%。



技术迭代挑战

每一步精度提升均需深入算法优化与调试，体现技术团队不懈努力与智慧结晶，成就SOC估算技术的持续精进。

PART 018

SOH估算的复杂

李杰第四代动力电池均衡BMS

SOH估算与电池健康管理

SOH复杂性

SOH估算需精细考量多因素，量化分析，针对锂电健康，控制决策精准。

务实高效测试

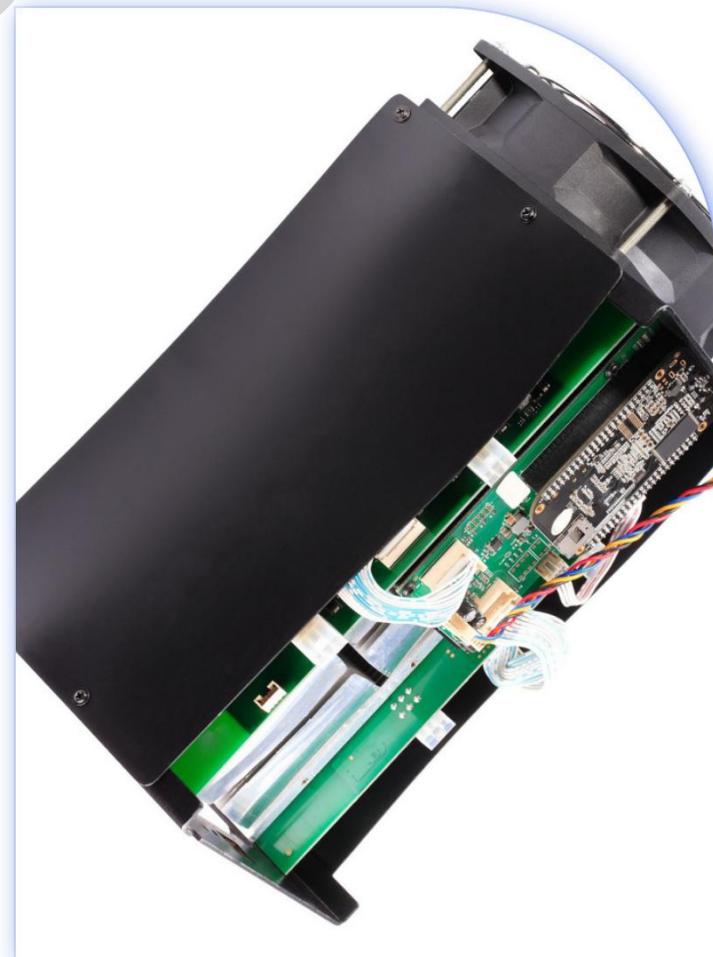
长期过程需高效测试策略，逼近真实状态，云计算、大数据的辅助有局限。

控制板关键

控制板上SOH评估至关重要，是直接的决策依据，那些非实时系统的误差大，适应性也差。

数据辅助工具

云计算、大数据依赖于上传数据的真实程度，因而无法成为SOH估算核心，其辅助性质显著。

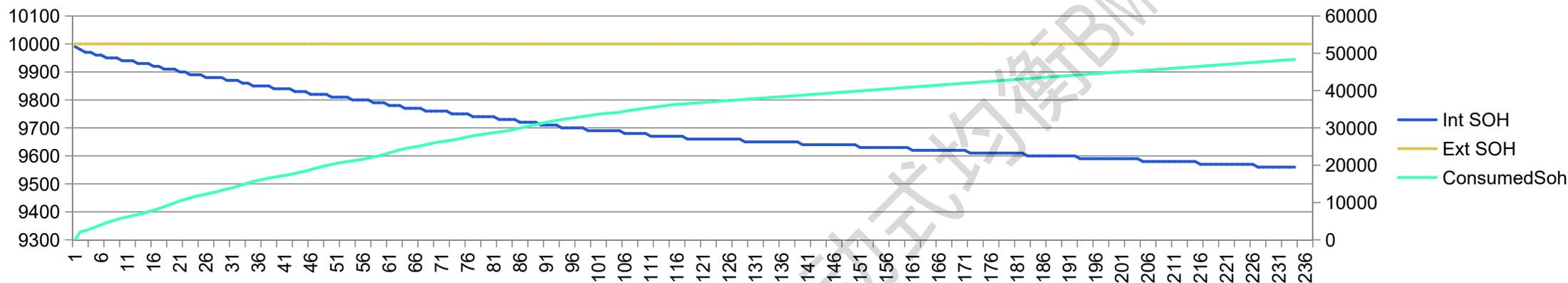


PART 019

**温度对SOH
模拟测试结果
的影响**

普杰第四代动力电池均衡BMS

恒温箱电池SOH衰减趋势



恒温箱SOH分析

图表展示恒温箱内电池SOH随时间变化，直观反映45-47°C环境下2812天SOH衰减趋势。

02 Int SOH解读

蓝色线条代表电池实际健康状态，直观显示在长时间高温下电池性能的退化过程。

03 Ext SOH对比

通过与Ext SOH对比，了解电池健康状态衰减超过20%初始SOC时的报告依据变化。

04 ConsumedSoh作用

XS4-BMS内部计算关键参数变化曲线，揭示电池管理系统对SOH衰减的影响机制。



电池模块与系统结构

电池模块串联

Model_0至Model_n共32个电池模块串联，形成XS4-BMS管理的单簇电池，n可按2的倍数扩展。

簇并联构成系统

#0至#m共16个簇并联，构建由GEMS控制的大规模电池储能系统，满足市场对大容量储能需求。

参数范围

m取值区间为0到15，n取值区间为0到31，体现系统设计灵活性与扩展性。

CEMS与GEMS系统架构

01

CEMS架构概览

中央能源控制系统统领全局，协同管理多个GEMS，实现大规模储能系统的高效调控。

02

XS4-BMS集群解析

Model_0至Model_m序列构建单簇，受XS4-BMS监管，支持m值在[0,31]区间内按2的倍数弹性扩展。

03

BEU模块构造

编号从#00至#n的电芯模块串联，形成由BEU控制的电池模组，n取值范围为[8,15]，确保系统灵活性与性能。

PART 020

XS4-BMS系统硬件 与类似产品比较

普尔森第四代均衡式均衡BMS

与类似产品的比较

BEU从控板优势

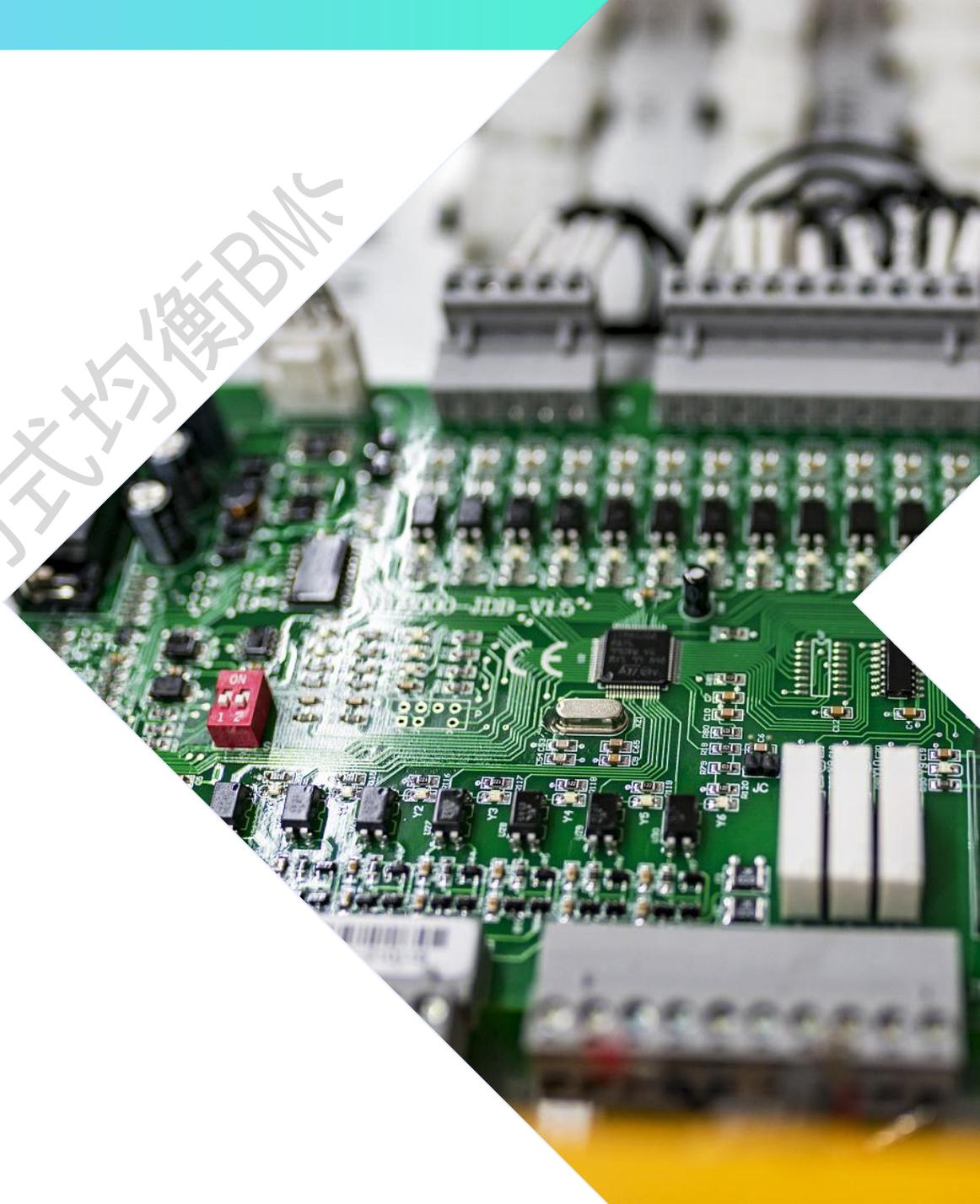
BEU从控板掌控16串电芯，较之市场同类产品控制12串，展现25%电芯串控制力提升，且具CAN地址设定功能，彰显卓越性能。

线束精简对比

BEU板线束仅需27根，对比类似产品所需70根，大幅减少43%，单板BMS线束亦精简至31根，体现设计精妙，成本优势显著。

成本效益分析

BEU从控板对每串电芯模块的管理成本远低于市场竞品，凸显高性价比，为企业带来可观经济效益。



享本第四代主动式均衡BMS



PART 021

个人在新能源控制 领域的成就

普杰第四代分布式均衡BMS

BMS设计与优化



BMS设计创新

在A123公司任职期间，深入洞察BMS全局，主导设计了业界领先的SOC、SOP、SOH功能模块，验证了设计理念的高效性、兼容性和可扩展性。



BMS测试优化

2015年，在国内某引领该行业最高技术的pack生产厂家，革新整体测试流程，确保大规模生产电池的精准检测与程序流畅运行，极大降低了人力成本，提升了测试效率。

测试管理与质量控制

01 测试管理

量化合理高效方法，坚实基础于数据采集、生产管理与分析，设备潜力充分释放，寿命延长，整体预测控制精准。

02 质量控制

锂离子电池批量生产验证，配料阶段严控，防混批次档次，两头抓中间带，全面提升电池包质量。



主动式均衡BMS系统开发



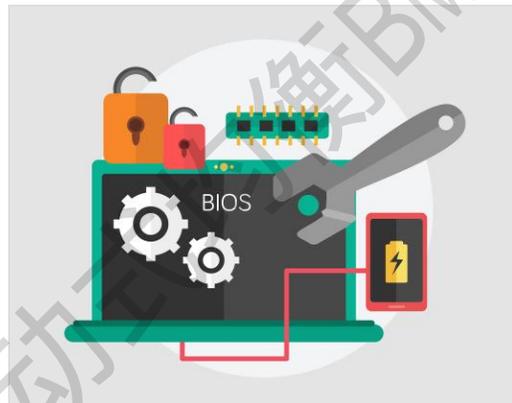
主动式均衡BMS系统

开发了实用的主动式均衡BMS系统，显著提升锂离子电池安全管控。



CAN通信协议

完整CAN通信协议集成，为十兆瓦级储能系统安全奠定坚实基础。



锂离子电池安全

系统有效加强各类锂离子电池的安全性，预防潜在风险。



储能系统管控

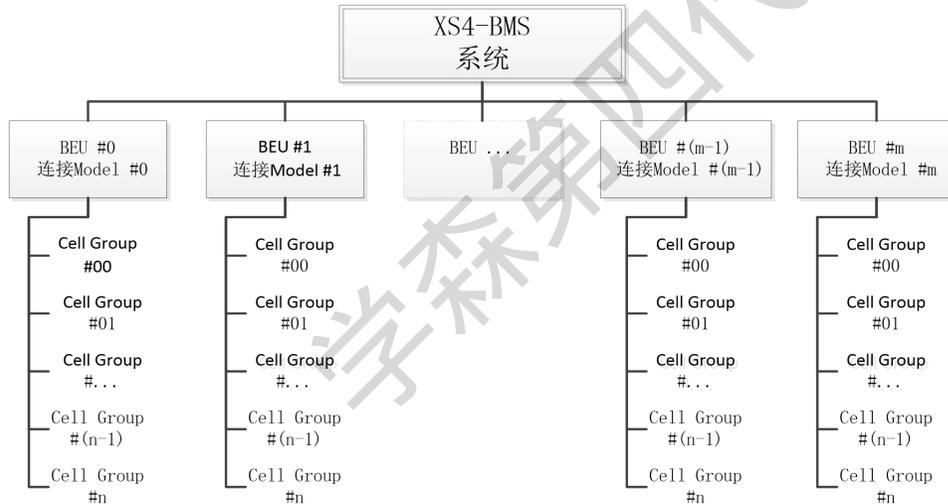
为大规模储能系统提供可靠的安全管控方案，保障稳定运行。

GEMS 架构与 应用



说明:

1. Model_0, Model_1, ..., Model_(n-1), Model_n 串联组成1簇XS4-BMS管控的电池。
2. #0, #1, ..., #(m-1), #m 簇并联组成GEMS管控的大规模电池储能系统。
3. 图中参数范围: $m = [0, 15]$; $n = [0, 31]$; 有市场需求, 允许n以2的倍数扩展。
4. CEMS (中央能源控制系统) 下面可以并行掌控许多GEMS管控的大规模储能系统。



说明:

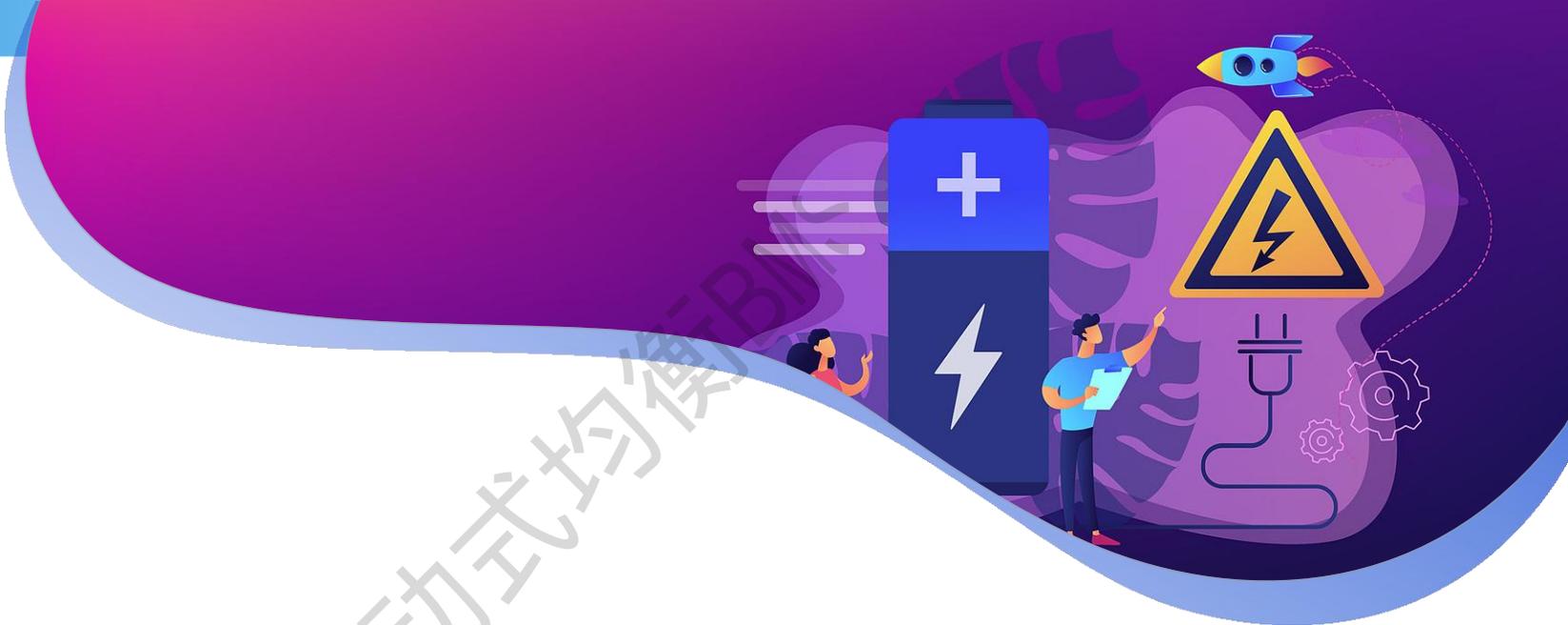
1. Model_0, Model_1, ..., Model_(m-1), Model_m 串联组成1簇XS4-BMS管控的电池。
2. #00, #01, ..., #(n-1), #n 电芯模块 (Cell Group) 串联组成BEU管控的n节电池模组。
3. 图中参数范围: $m = [0, 31]$; $n = [8, 15]$; 根据市场需求, 允许m以2的倍数扩展。

PART 022

**在美国获得的部分
专利**

蔚来第四代车型式均衡BMS

锂电池安全管控系统



高效串行通讯

实现电池数据高速传输，确保储能系统稳定运行，精准监控每一块电池状态。



锂电池被动均衡

通过智能算法，实现电池组内能量的均衡分配，有效延长电池寿命，提升安全性。



储能安全管控

集成高效通讯与被动均衡技术，打造全方位电池安全防护网，防止过热与短路风险。



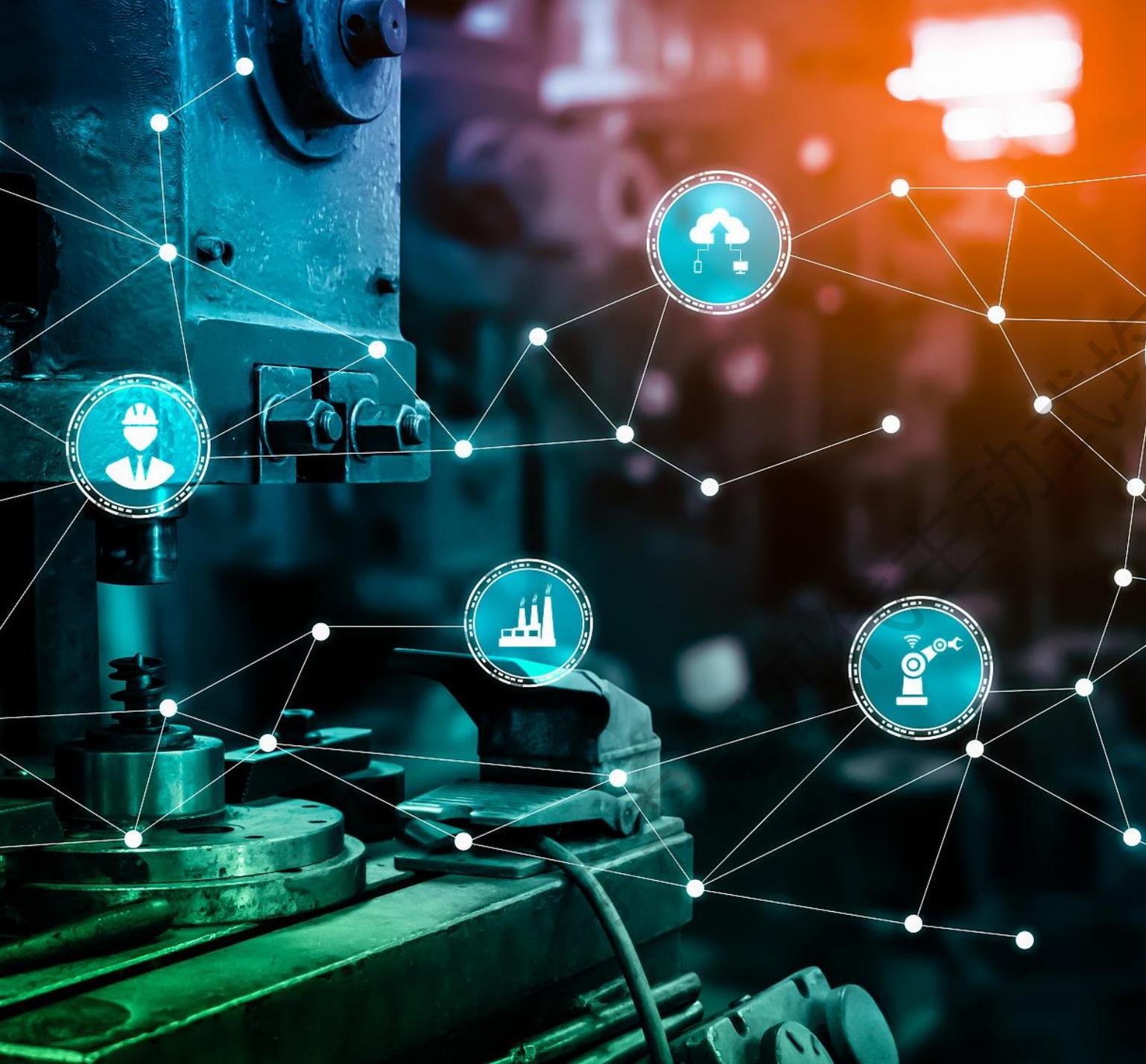
梦想成真

展望未来，每一座储能电站都将配备此系统，构建更绿色、更安全的能源世界。

PART 023

参考附件

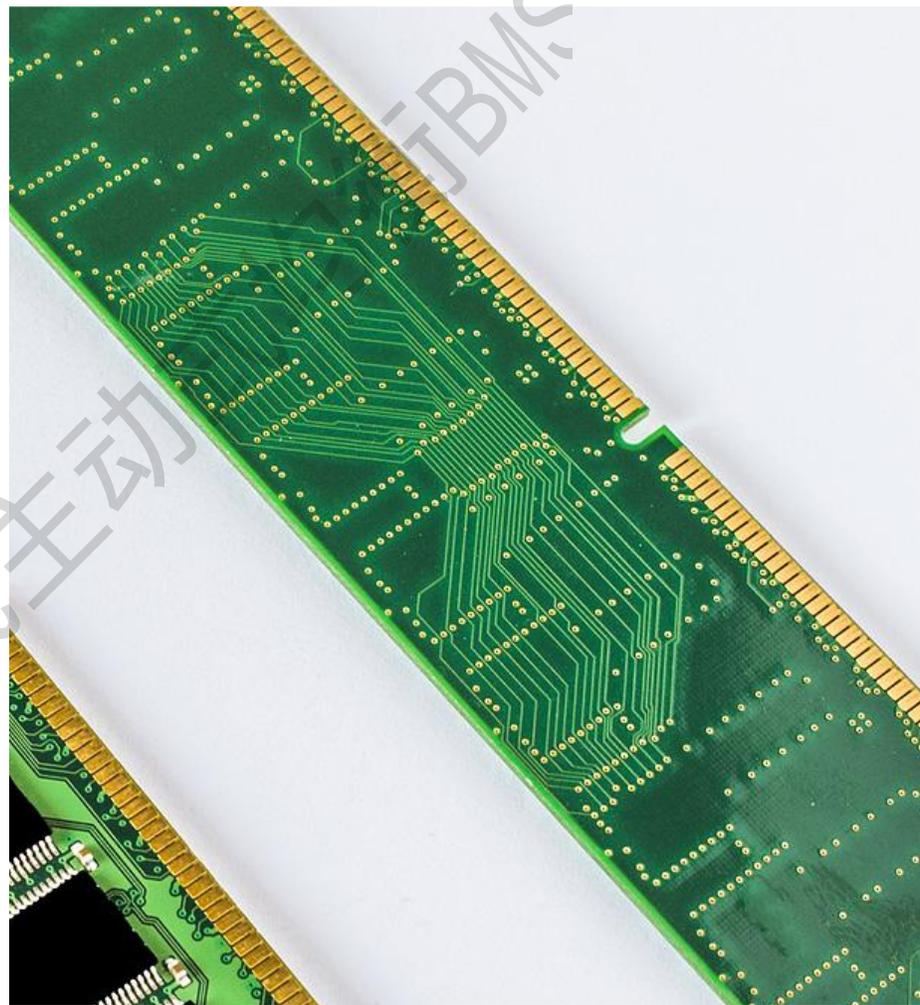
学森第四代+中式均衡BMS



使用AI工具检验技术先进性

电芯模块与电池构造

列清检测条件，交由 DeepSeek 之类 AI 工具去网上筛查对比，看看 AI 对技术的结论，会很有意思。下面是个举例。



微处理器与电芯电压采样



微处理器功能

内置12-bit ADC负责电芯电压精准采样，
确保数据可靠性。



电压采样范围

限定在0至5000mV间，适配所有许可锂
离子电芯模块，保障安全监测。

充放电过程与电流采样

采样技术

采用微处理器内置12-bit ADC进行充放电时的电流采样和对所有电芯模块的电压采样，确保数据准确可靠。

动态工况范围

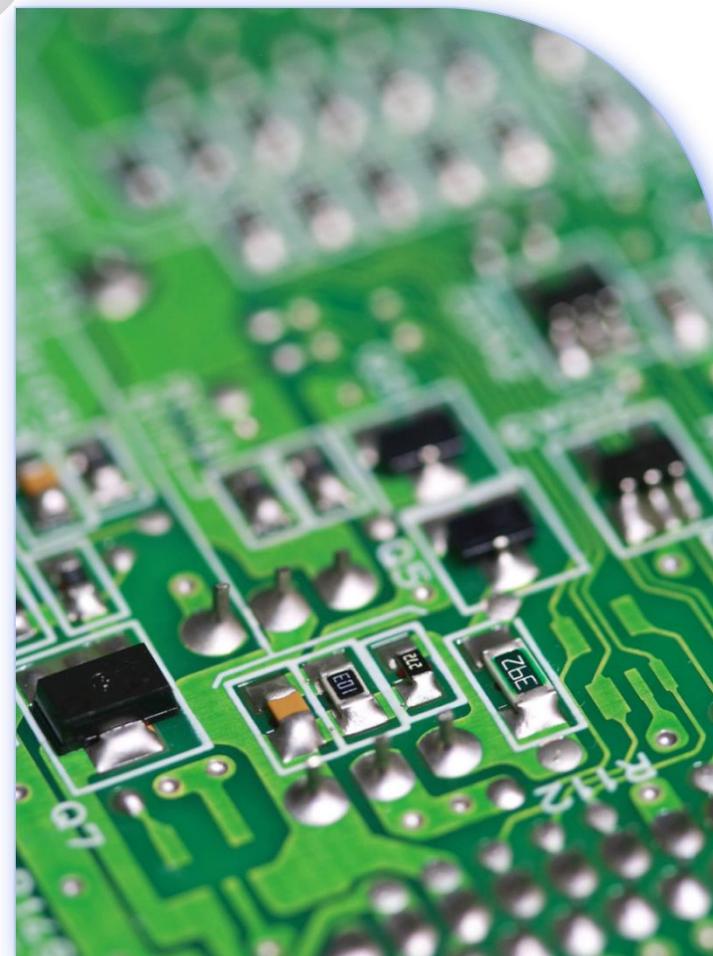
放电工况在0.5C至2C倍率间动态调整，适应不同使用场景需求。

SOC控制策略

从初始满充100%SOC连续放电至5%SOC停止，实现电池深度放电测试。

电流检测精度

检测范围0至409.5A，精度达0.1A，即100mA/bit，确保电流测量的高精度。





SOC误差与记录保持者

请判断SOC最小误差的世界记录是什么？

学森第四代主动式学习

谢谢

汇报人: 朱道一

微信: 上善若水道乙

学森第四代主动武均衡BMS