

BMS是如何工作的

一、BMS系统如何工作

1. 锂电池的特性

1) 充电/放电特性

- 充电特性：采用CC-CV（恒流-恒压）充电方式，初始阶段以恒定电流充电，电压逐渐上升；当达到设定电压后转为恒压充电，电流逐渐减小。
- 放电特性：放电初期电压下降较快，随后进入稳定放电平台期（电压变化小），末期电压急剧下降形成“截止点”。
- 保护机制：
 - 过充保护点：电压监测到上限值（如4.2V）立即停止充电
 - 过放保护点：放电至电压下限值（如3.0V）停止放电
- 形象比喻：如同倒水瓶，初始倾倒容易（放电快），随着水量减少压力降低（电压下降），最后无法完全倒净（剩余电量）。

2) 单节锂电池的电特性参数值

- 过压保护与恢复电压
 - 过压保护(OV_PROTECT)：
 - 对应充电曲线顶点，超过此值可能损坏电池。
 - 过压恢复(OV_RELIEVE)：
 - 电量从饱和状态下降0.02V即视为退出过压状态。
 - 设置原理：类似手机电量显示从100%→99%的临界点，需确保系统能稳定识别状态切换。
- 欠压保护与恢复电压
 - 欠压保护(UV_PROTECT)：
 - 放电截止电压，低于此值继续放电将损伤电池。
 - 欠压恢复(UV_RELIEVE)：
 - 充电至此电压视为退出欠压状态。
 - 动态特性：放电时电压呈阶梯式下降，末期电压下降速度显著加快。
- 自动关机电压
 - 关机电压(SHUTDOWN_VOLTAGE)：

比欠压保护更低的安全阈值。

- 类比说明：如同手机在3%电量报警后，继续使用至自动关机的保护机制。

• 均衡起始电压

- 均衡电压(BALANCE_VOLTAGE):

仅当电池电压高于此值时才启用均衡功能。

- 设计考量：避免在低电量时进行无效均衡，保护电池健康状态。

3) 电池管理系统(BMS)核心功能

- 状态监控：实时监测电池剩余电量(SOC)和健康度(SOH)等关键参数
- 均衡管理：实现充电/放电时的主动/被动均衡功能
- 外部对接：支持与充电桩的通信协议和快充标准对接

4) 锂电池类型对比

三元锂：能量密度高（续航长）、耐低温但安全性差；

磷酸铁锂：安全性好、成本低但低温衰减严重。

5) BMS系统相关核心技术

电芯参数监测、充放电开关控制、软硬件保护逻辑等

- 监测实现：使用高精度ADC采样电芯电压和电阻参数，通过专用模拟前端芯片(AFE)如BQ76920实现
- 开关控制：采用MOSFET管实现充放电通断控制，由嵌入式软件控制其开关状态
- 保护机制：包含过充保护、过放保护、过温保护等多重软硬件保护措施
- 硬件架构：典型方案为STM32F103主控+BQ76920模拟前端芯片组合

6) 电能相关参数SOX的计算

- 核心参数：包含SOC(剩余电量)、SOH(健康度)等以SO开头的电能参数
- 实现方式：
 - 理论层：通过Matlab/Simulink建立电池模型和算法
 - 应用层：在嵌入式平台实现算法落地
- 技术演进：可采用AI算法通过大量实际数据训练提升计算精度
- 项目特点：本案例采用常规算法实现，重点在于嵌入式落地而非算法创新

7) 数据通信和监控业务逻辑

- 通信架构：

- 分布式BMS采用CAN总线连接BMU与CMU单元
- 一体式BMS内部通信相对简单
- 业务实现：包含数据协议定义、服务化封装(SOA)等上层应用逻辑
- 项目特点：本案例实现基础通信功能，主要作为技术占位展示