

# BMS 电池管理系统开发板使用手册

版本: V1.0 (2023-07)

编辑: 深圳市博海远大科技有限公司 (<http://www.polyhex.net/>)

BMS 电池管理系统 (Battery Management System) , 基于 32-bit Arm<sup>®</sup> Cortex-M0 微控制器, 采用基准半导体 REF6107 的 AFE 芯片, 更便捷、智能化管理及维护各个电池单元, 防止电池出现过充电、过放电、过压、过温, 可提高电池利用率、延长电池的使用寿命。

BMS 具备出色的电池均衡、短路保护等功能, 广泛应用于扫地机器、吸尘器等领域。

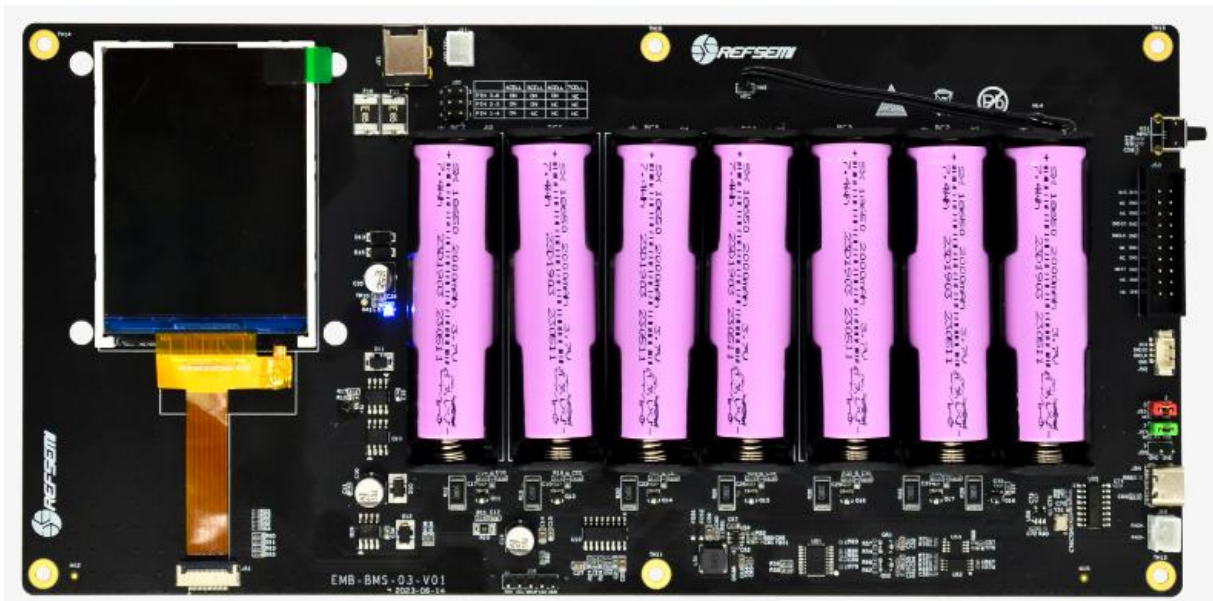


图 1 EMB-BMS-03

## 历史版本

| 版本号 | 日期         | 描述    |
|-----|------------|-------|
| 1.0 | 2023.07.03 | 第一个版本 |

---

## 目录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第一章 安全.....              | 5  |
| 1.1. 安全预警.....           | 5  |
| 1.2. 安全指导.....           | 5  |
| 1.3. 技术服务.....           | 6  |
| 第二章 BMS 简介.....          | 8  |
| 2.1. BMS 构造概览.....       | 9  |
| 2.2. BMS 构成.....         | 12 |
| 2.3. BMS 接口.....         | 12 |
| 2.3.1. 充电接口.....         | 12 |
| 2.3.2. 放电接口.....         | 14 |
| 2.3.3. 4-7 节 AFE 跳帽..... | 15 |
| 2.3.4. AFE 关键信号测试接口..... | 17 |
| 2.3.5. Debug 接口.....     | 19 |
| 2.3.6. UART 跳帽.....      | 19 |
| 2.3.7. LCD 接口.....       | 20 |
| 2.3.8. SWDIO 接口.....     | 21 |
| 2.3.9. LED & 按键.....     | 23 |
| 2.4. 包装清单.....           | 24 |
| 第三章 上手教程.....            | 25 |
| 3.1. 安装.....             | 25 |

---



|                    |    |
|--------------------|----|
| 3.2. LCD 屏显示.....  | 28 |
| 第四章 功能.....        | 30 |
| 4.1. AFE.....      | 30 |
| 4.2. 电池参数.....     | 32 |
| 4.3. 串口通信.....     | 33 |
| 4.4. 温度监测.....     | 33 |
| 4.5. MCU 休眠唤醒..... | 34 |
| 4.6. 电池数量设置.....   | 34 |
| 4.7. 均衡功能.....     | 36 |
| 4.8. 异常保护.....     | 37 |

# 第一章 安全

## 1.1. 安全预警

下面的信息写明了设备的安全警示。

表 1 术语和约定

| 标志   | 描述   |
|--|--|
| <p>警告!</p>    | <p>不工作的时候，一定要记得将电池拆卸掉。</p> <p>若需重新放置电池数量，须先取下 J20 所有跳帽，重装好电池，再进行跳帽。</p>                              |
| <p>注意!</p>  | <p>在触摸 <i>EMB-BMS-03</i> 的时候，记得站在地上以防止静电。现代的电子设备对于静电特别敏感，经常使用需戴防静电手腕带。将所有的电子组件放在防静电包里或者放在防静电的地方。</p> |

## 1.2. 安全指导

为避免本产品出现故障或损坏，请遵守以下规定：

1. 清洁工作之前，将设备与直流电源或电池断开。使用湿抹布。不要使用液体洗涤剂或者喷洒式洗涤剂进行清洗。
2. 设备要避免潮湿。
3. 安装时，将设备放在可靠的地方，摔碰都会导致设备毁坏。
4. 连接电源之前，确保电源的电压、接线方式是正确的。
5. 将电源线放好，避免踩踏。不要在电源线上放置任何东西。
6. 如果长时间不使用设备，给设备断电以避免突然电压过高造成的损坏。

7. 不要往外壳上面的孔里面倒液体，如果倒入液体，可能会引起火灾或者触电。
8. 设备要轻拿轻放，尽量不要倒置。
9. 如果出现下列状况，请联系服务人员
  - 电源线或插头被损坏
  - 液体渗透到了设备里面
  - 设备被放置在水中
  - 设备不工作，或者你无法按照用户手册让它工作
  - 设备被丢弃或毁坏
  - 设备有明显裂痕
10. 不要把设备放在指定环境温度范围之外的地方，这会损坏机器。设备需要放在温度可控的环境里。
11. 因为设备的敏感性，设备需要放在只有工程师可以触碰的地方。

免责声明：博海远大科技有限公司对于本指导书的内容的准确性不负有责任。

## 1.3. 技术服务

1. 访问博海远大网站 <http://www.polyhex.net/>，可以找到最新的产品信息
2. 如果你需要更多的帮助，联系你的部署者，销售代表或者博海远大的客户服务中心以寻求技术帮助。联系之前，请准备好下列信息：
  - 产品名称
  - 描述你所接的外设

- 描述你使用的软件（操作系统，版本，应用程序，软件，等）
- 对于问题的完整描述
- 对于错误信息的准确措辞

**Email:** [info@polyhex.net](mailto:info@polyhex.net)

## 第二章 BMS 简介

BMS 采用基准半导体 REF6107 AFE，监测电池电压、温度等，智能化管理电池充放电，延长电池使用寿命，提供灵活可靠的解决方案。

主要特性：

- 采用 AFE 芯片：REF6107，可配置 4-7 节 18650 圆柱形锂离子电池
  - 内置电池均衡驱动，无需外部元件
  - 内置反向电压保护 (0.9V 典型阈值)
  - 内置欠压保护锁定 (UVLO)
  - 内置电池断开监测
  - 3.3V 电压输出，可为 MCU 提供电源
  - 内置 MOSFET 驱动，控制充电 (PMOS 或 NMOS) 和放电 (NMOS)
  - 简单的 I<sup>2</sup>C 兼容接口，便于 MCU 访问及管理
  - 低功耗：
    - ✓ 全功率模式 < 90uA
    - ✓ 睡眠 < 5uA
- 基于 32-bit Arm<sup>®</sup> Cortex-M0 微控制器，工作频率高达 72MHz
  - 支持休眠唤醒
  - 支持采集 AFE 内部温度
- 支持外部均衡，最大均衡电流 150mA



- 支持电池电压、温度等测量
- 支持过充电保护、过放电保护、过温保护以及短路保护
- Boot loader 支持片内 Flash 在线系统编程 (ISP)
- 支持实时数据显示、故障显示

## 2.1. BMS 构造概览

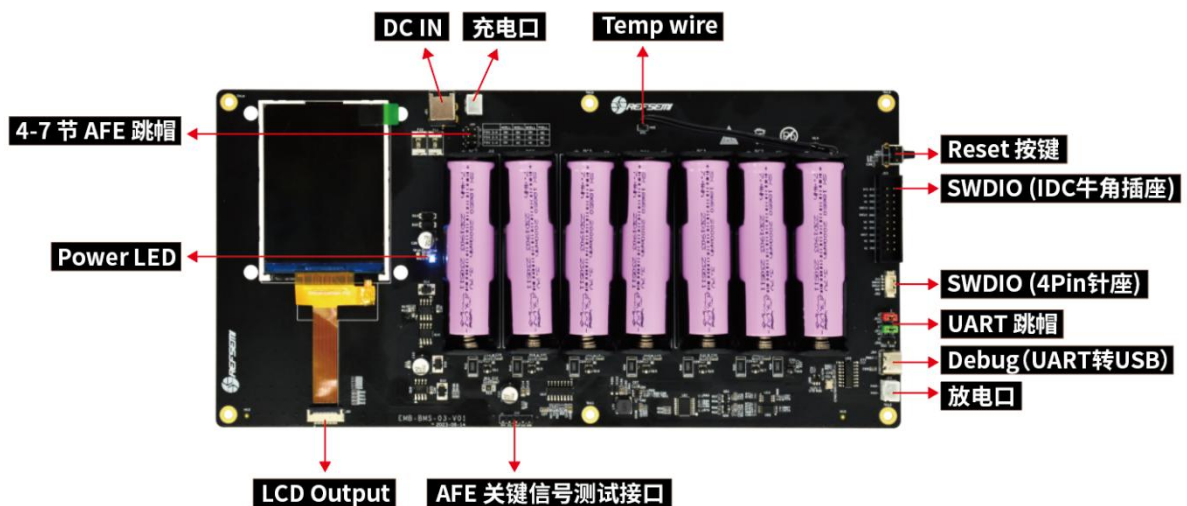


图 2 EMB-BMS-03 正面接口

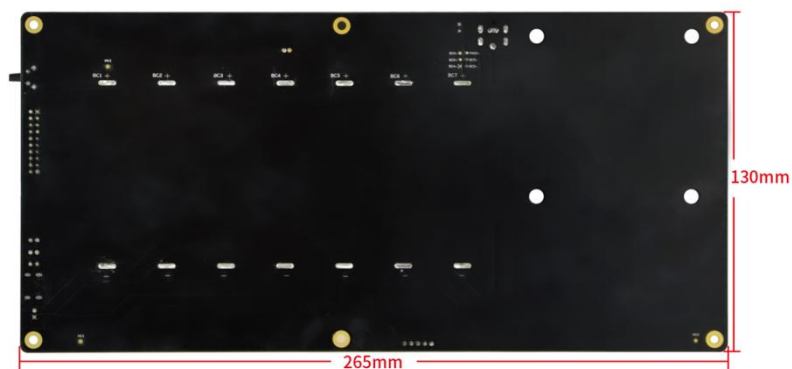


图 3 EMB-BMS-03 尺寸

EMB-BMS-03 的 MCU 可采用灵动微 MM32F0141B1T 或 ST 意法半导体 STM32F042F6P6TR, AFE 采用 基准半导体 REF6107, 支持电池均衡、休眠、唤醒等功能,

充放电采用分口方式，具体规格如下表：

表 2 EMB-BMS-03 主板规格

| 系统        |   |
|-----------|---|
| MCU       | 灵动微 MM32F0141B1T/ST 意法半导体 STM32F042F6P6TR, 32-bit Arm® Cortex-M0  |
| AFE       | 基准半导体 REF6107, 适配 4-7 节 18650 圆柱形锂离子电池组   |
| 存储        | 1KB EEPROM  |
| 通讯        |   |
| UART      | 1 x UART, 支持程序调试和指令控制   |
| 视频        |   |
| 显示        | 1 x SPI LCD 输出, 2.8 英寸, 240*320 分辨率   |
| 其他 I/O 接口 |   |
| DC 座      | 1 x DC 插座, 适配 5.5mm x 2.1mm 插头  |
| USB       | 1 x USB Type-C Debug 接口 (UART 转 USB), 通过跳帽设置可作为程序调试和外部控制接口  |
| LED & 按键  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 1 x Power 电源指示灯</li> <li>● 1 x 复位按键</li> </ul>   |
| SWDIO     | 1 x SWDIO 烧录接口, 引出 2 个连接器: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2 x 10Pin/2.54mm 间距 IDC 牛角插座</li> <li>● 4Pin/1.25mm 间距针座</li> </ul> |
| Temp wire | 1 x 100KΩ 引线型 NTC 温度探头, 用来采集电池温度, 范围:-20°C~60°C   |

|                    |  |
|--------------------|--|
| 充电口                | 1x 2Pin/2.5mm 针座, 充电电压由电池数量决定, 标准充电电流 0.3C A   |
| 放电口                | 1x 2Pin/2.5mm 针座, 放电电压由电池数量决定, 标准放电电流 1.0C A   |
| AFE 信号测试           | 1 x AFE 关键信号测试接口, 连接器为 5pin/2.54mm 间距排针  |
| 电池槽                | 7 x 18650 单节电池槽, 可选配置 4-7 节电池  |
| <b>电池</b>          |  |
| 电池类型               | 18650 圆柱形锂离子电池   |
| <b>功能</b>          |  |
| 保护功能               | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 欠压保护锁定、电池断开检测</li> <li>● 过充、过放、过温、以及短路保护</li> </ul>   |
| <b>电源供应</b>        |  |
| 电源输入               | 由电池数量决定 (单节电池最大电压值为 4.2V) : <ul style="list-style-type: none"> <li>● 4 节电池, 电压 16.8V;</li> <li>● 5 节电池, 电压 21.0V;</li> <li>● 6 节电池, 电压 25.2V;</li> <li>● 7 节电池, 电压 29.4V;</li> </ul> |
| <b>机械 &amp; 环境</b> |  |
| 尺寸(长 x 宽)          | 265mm x 130mm  |
| 重量                 | 194g (不带电池)  |
| 工作温度               | -45°C~80°C (不含电池工作温度)  |

## 2.2. BMS 构成

BMS 主要由 MM32F0141B1T MCU 芯片、REF6107 AFE 芯片和 7 节 18560 电池槽组成。

MCU 主要负责控制 AFE、管理算法等，AFE 主要负责充放电管理、电池均衡等。

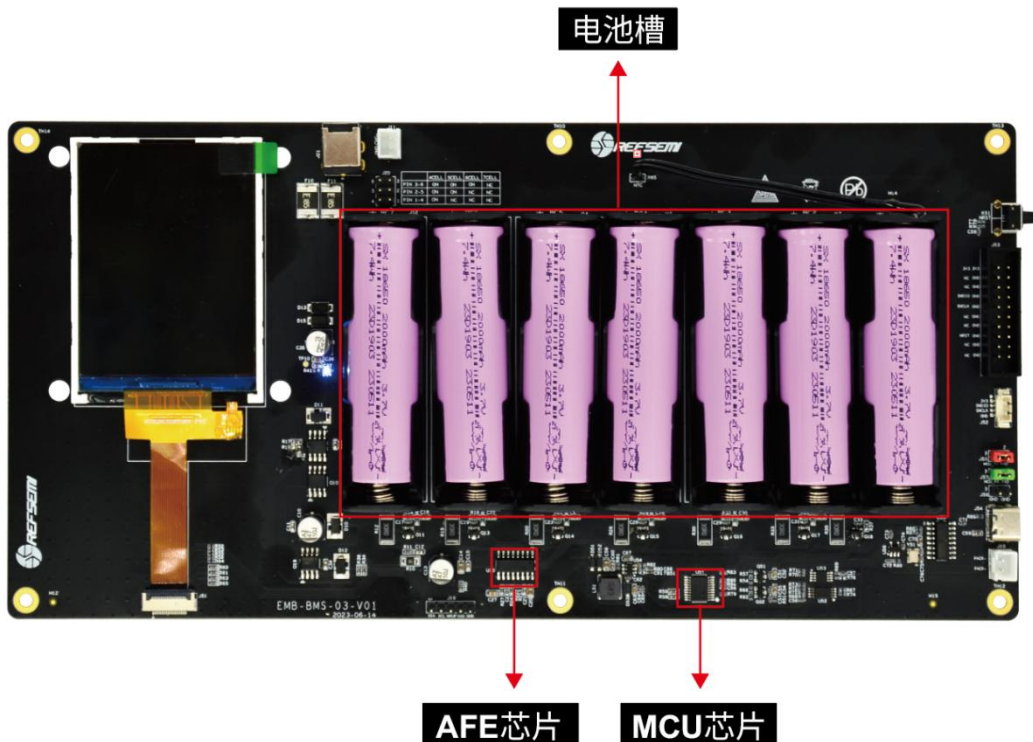


图 4 EMB-BMS-03

## 2.3. BMS 接口

### 2.3.1. 充电接口

BMS 提供 2 个充电接口 (J21、J11)：

- DC 插座充电口 (J21)，适配 5.5mm x 2.1mm 插头
- 2Pin/2.5mm 间距针座充电口 (J11)

充电电压取决于电池数量，如下表所示：

表 3 电源电压

| 单节电池电压 (单位: V) | 电池数量 (单位: 节) | 电源电压 (单位: V) |
|----------------|--------------|--------------|
| 4.2            | 4            | 16.8         |
|                | 5            | 21.0         |
|                | 6            | 25.2         |
|                | 7            | 29.4         |

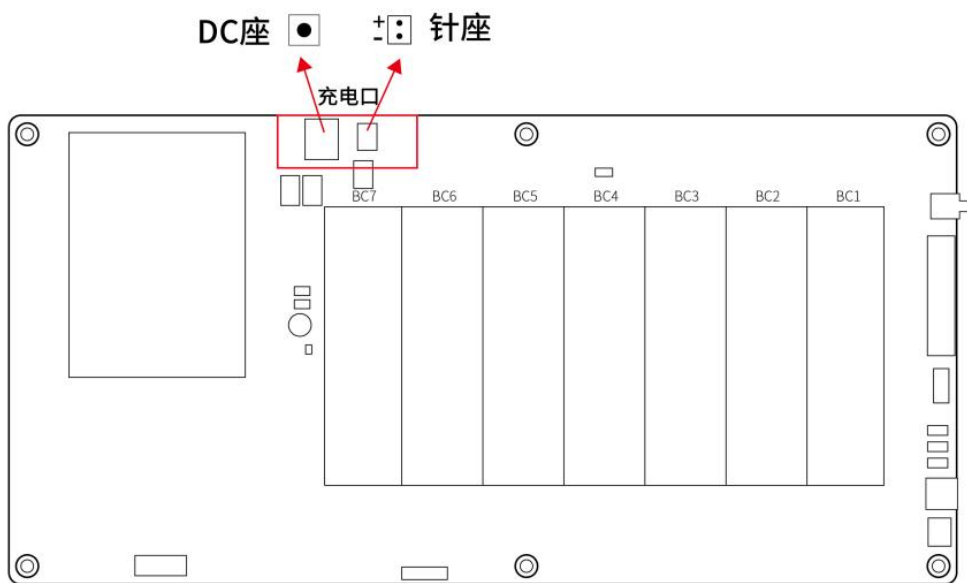


图 5 电源接口

J11 接口的引脚顺序如下图所示:

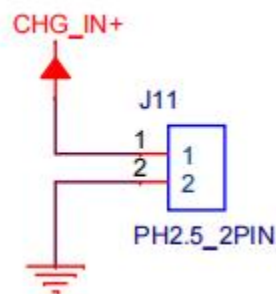


图 6 J11 引脚顺序

J11 接口的引脚定义如下表:

表 4 针座充电口引脚定义

| 引脚 | 定义      | 描述    |
|----|---------|-------|
| 1  | CHG_IN+ | 充电口正极 |
| 2  | GND     | 接地    |

### 2.3.2. 放电接口

BMS 提供 1 个放电接口 (J10)，连接器为 2Pin/2.5mm 针座，用于电池组放电，放电电压范围如下表：

表 5 放电电压阈值

| 单节电池电压 (单位: V) | 电池数量 (单位: 节) | 放电电压阈值 (单位: V) |
|----------------|--------------|----------------|
| 2.85~4.2       | 4            | 11.40~16.80    |
|                | 5            | 14.25~21.00    |
|                | 6            | 17.10~25.20    |
|                | 7            | 19.95~29.40    |

#### 注意

当单节电池放电电压达到阈值下限，设备进入休眠状态，需要及时给设备充电。

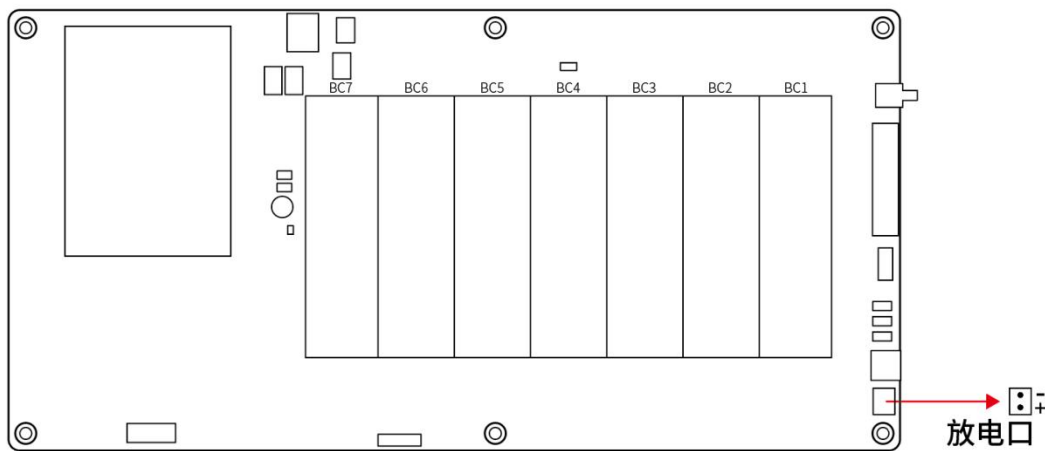


图 7 放电接口

J10 接口的引脚顺序如下图所示：

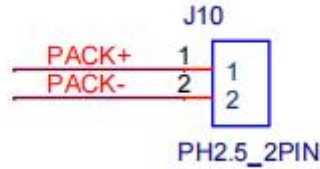


图 8 J10 引脚顺序

J10 接口的引脚定义如下表：

表 6 针座放电口引脚定义

| 引脚 | 定义    | 描述       |
|----|-------|----------|
| 1  | PACK+ | 电池组放电口正极 |
| 2  | PACK- | 电池组放电口负极 |

### 2.3.3. 4-7 节 AFE 跳帽

根据接入电池数量不同，通过 J20 接口跳线短接方式，可选择合适的电池供电电压。

当电池安装完成后，进行 J20 跳帽短接（短接设置如下表），然后通过串口工具下发电池数量设置命令：`AA 55 85 01 0X`（X 的范围为 4-7）；其中 X 值需与电池安装数量保持一致。

#### 警告

为了保护单板，及避免错误操作出现冒烟、硬件变形甚至其他危险，必须做到以下几点：

1. 接入电池前，需确认 J20 接口**无跳帽**；
2. 接入电池后，**再根据板载丝印表**，设置 J20 接口 pin 脚跳帽。
3. 如**发生切换电池场景**，**请先取下所有跳帽**，安装好电池后，再进行 pin 脚跳帽。

**重要**

电池槽配置顺序:

- 1、可选配置 4-7 节电池，不能少于 4 节。
- 2、优先从单板右侧电池槽按顺序插入电池（BC1-BC7），禁止中间有空槽。

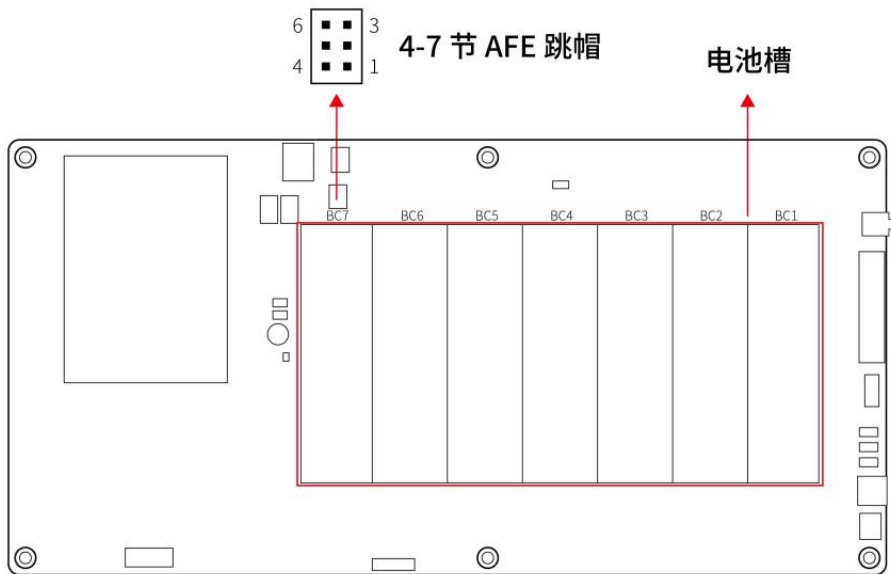


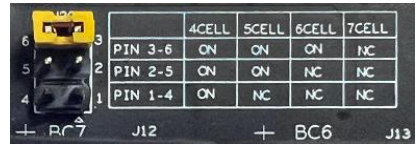
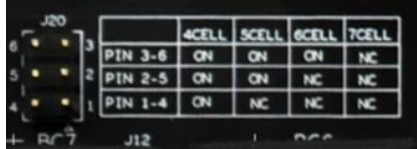
图 9 4-7 节 AFE 跳帽

AFE 跳帽接口短接设置如下表:

表 7 J20 接口短接设置

| J20 接口<br>电池数量 | Pin1-4 | Pin2-5 | Pin3-6 | 图例 |
|----------------|--------|--------|--------|----|
| 4 节            | 短接     | 短接     | 短接     |    |
| 5 节            | -      | 短接     | 短接     |    |



|         |       |       |       |   |  |       |       |       |       |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |
|---------|-------|-------|-------|---|--|-------|-------|-------|-------|---------|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|
| 6 节     | -     | -     | 短接    |  <table border="1" style="display: inline-table; margin-left: 10px;"> <tr> <td></td> <td>4CELL</td> <td>5CELL</td> <td>6CELL</td> <td>7CELL</td> </tr> <tr> <td>PIN 3-6</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>NC</td> </tr> <tr> <td>PIN 2-5</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>NC</td> <td>NC</td> </tr> <tr> <td>PIN 1-4</td> <td>ON</td> <td>NC</td> <td>NC</td> <td>NC</td> </tr> </table> |  | 4CELL | 5CELL | 6CELL | 7CELL | PIN 3-6 | ON | ON | ON | NC | PIN 2-5 | ON | ON | NC | NC | PIN 1-4 | ON | NC | NC | NC |
|         | 4CELL | 5CELL | 6CELL | 7CELL   |  |       |       |       |       |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |
| PIN 3-6 | ON    | ON    | ON    | NC  |  |       |       |       |       |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |
| PIN 2-5 | ON    | ON    | NC    | NC  |  |       |       |       |       |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |
| PIN 1-4 | ON    | NC    | NC    | NC  |  |       |       |       |       |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |
| 7 节     | -     | -     | -     |  <table border="1" style="display: inline-table; margin-left: 10px;"> <tr> <td></td> <td>4CELL</td> <td>5CELL</td> <td>6CELL</td> <td>7CELL</td> </tr> <tr> <td>PIN 3-6</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>NC</td> </tr> <tr> <td>PIN 2-5</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>NC</td> <td>NC</td> </tr> <tr> <td>PIN 1-4</td> <td>ON</td> <td>NC</td> <td>NC</td> <td>NC</td> </tr> </table> |  | 4CELL | 5CELL | 6CELL | 7CELL | PIN 3-6 | ON | ON | ON | NC | PIN 2-5 | ON | ON | NC | NC | PIN 1-4 | ON | NC | NC | NC |
|         | 4CELL | 5CELL | 6CELL | 7CELL   |  |       |       |       |       |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |
| PIN 3-6 | ON    | ON    | ON    | NC  |  |       |       |       |       |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |
| PIN 2-5 | ON    | ON    | NC    | NC  |  |       |       |       |       |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |
| PIN 1-4 | ON    | NC    | NC    | NC  |  |       |       |       |       |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |         |    |    |    |    |

AFE 跳帽接口引脚顺序如下图：

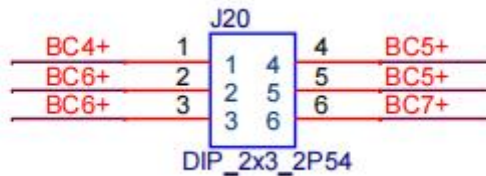


图 10 J20 引脚顺序

AFE 跳帽接口引脚定义如下表：

表 8 J20 的引脚定义

| 针脚 | 定义   | 针脚 | 定义   |
|----|------|----|------|
| 1  | BC4+ | 4  | BC5+ |
| 2  | BC6+ | 5  | BC5+ |
| 3  | BC6+ | 6  | BC7+ |

### 2.3.4. AFE 关键信号测试接口

BMS 板载 1 个 AFE 关键信号测试接口 (J19)，连接器为 5Pin/2.54mm 排针，主要用于监测 I2C、VAO、wakeup 状态等信号。

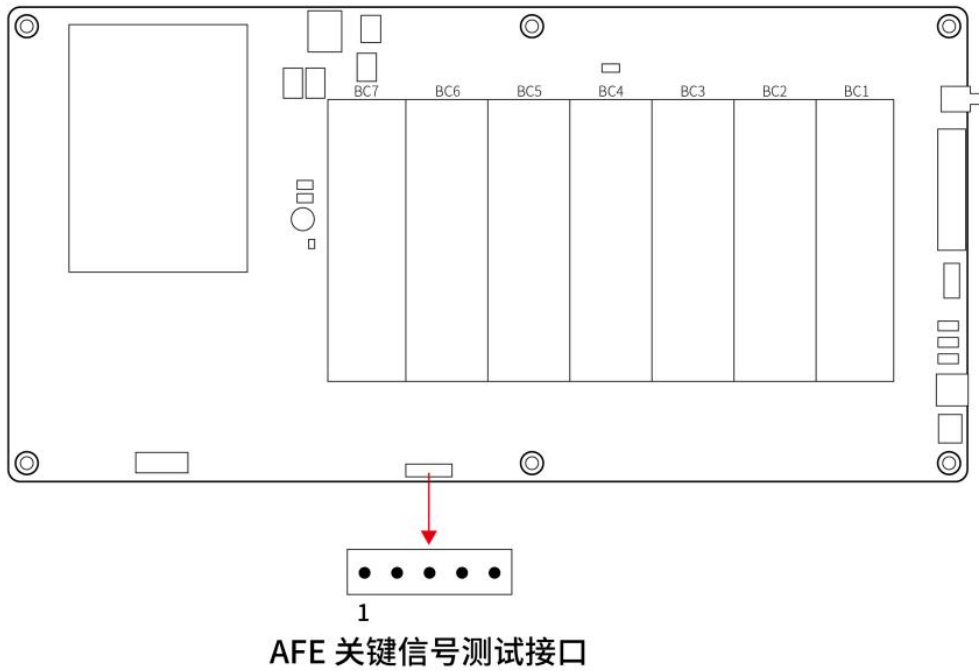


图 11 AFE 关键信号测试接口

J19 接口的引脚顺序如下图所示：

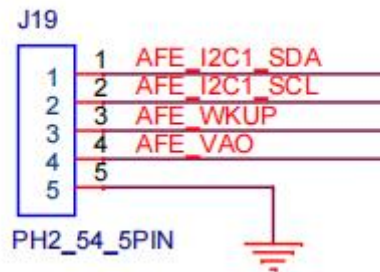


图 12 J19 引脚顺序

J19 接口的引脚定义如下表所示：

表 9 J19 的引脚定义

| 引脚 | 定义           | 引脚 | 定义           |
|----|--------------|----|--------------|
| 1  | AFE_I2C1_SDA | 2  | AFE_I2C1_SCL |
| 3  | AFE_WKUP     | 4  | AFE_VAO      |
| 5  | GND          |    |              |

### 2.3.5. Debug 接口

BMS 提供 1 个 USB Type-C 的 Debug 接口 (J54) , 作为设备排除程序故障的调试口。

Debug 口使用前, 需设置 J55、J57 接口跳帽。

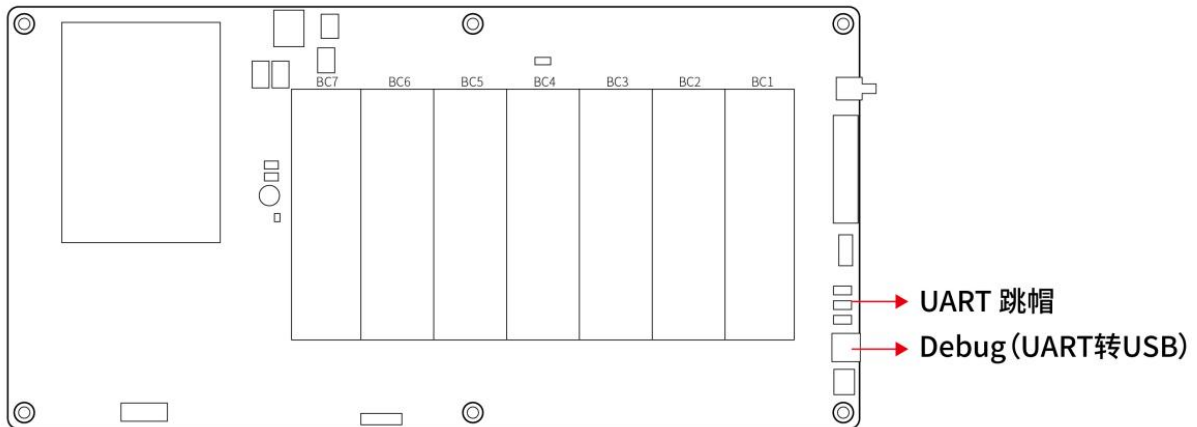


图 13 URAT 跳帽设置 Debug

### 2.3.6. UART 跳帽

根据使用 Debug 调试口的需要, 通过 J55、J57 接口跳线短接方式, 将 UART 转 USB 后进行 Debug 调试操作。

#### 注意

若不使用 Debug 调试口, 无需短接 J55、J57 接口。

表 10 J55、J57 接口短接设置

| 功能<br>接口 | UART 转 USB   | UART (MCU) 可连接杜邦线 |
|----------|--|-------------------|
|          | 短接J55、J57<br> | -                 |

### 2.3.7. LCD 接口

BMS 提供 1 个 2.8 英寸的 LCD 显示屏接口 (J51)，连接器为 18Pin/0.5mm 间距 卧式 FPC 座，支持 240\*320 分辨率。

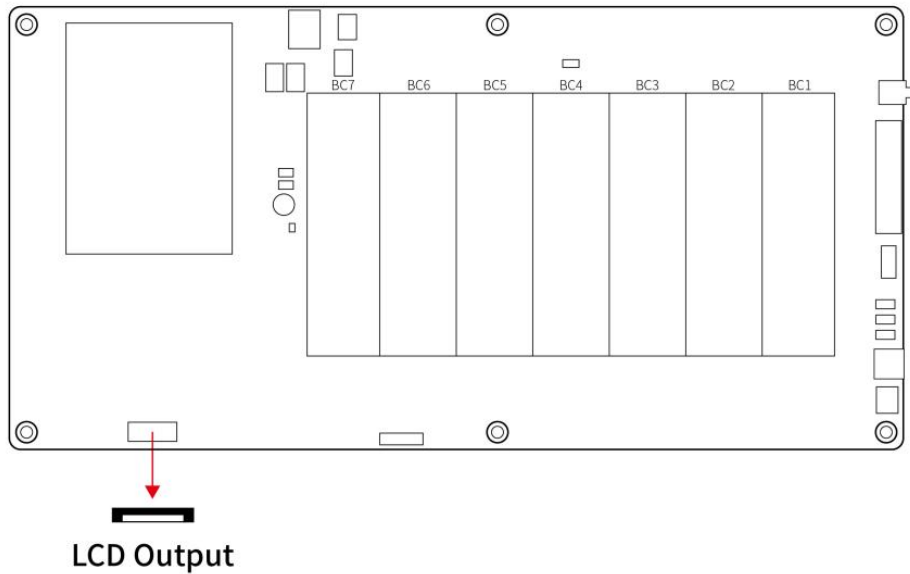


图 14 LCD 接口

LCD 接口的引脚顺序如下图所示：

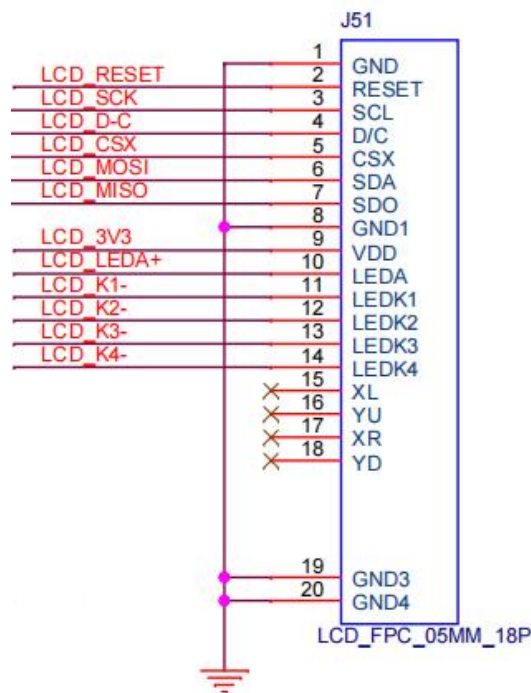


图 15 LCD 接口引脚顺序

LCD 接口引脚定义如下表:

表 11 J53 引脚定义

| 引脚 | 定义       | 引脚 | 定义        |
|----|----------|----|-----------|
| 1  | GND      | 2  | LCD_RESET |
| 3  | LCD_SCK  | 4  | LCD_D-C   |
| 5  | LCD_CSX  | 6  | LCD_MOSI  |
| 7  | LCD_MISO | 8  | GND       |
| 9  | LCD_3V3  | 10 | LCD_LED+  |
| 11 | LCD_K1-  | 12 | LCD_K2-   |
| 13 | LCD_K3-  | 14 | LCD_K4-   |
| 15 | NC       | 16 | NC        |
| 17 | NC       | 18 | NC        |
| 19 | GND      | 20 | GND       |

### 2.3.8. SWDIO 接口

BMS 提供 1 个 SWDIO 烧录口, 为了方便用户使用, 引出了 2 个连接器:

- 2 x 10Pin/2.54mm 间距 IDC 牛角插座 (J53)
- 4Pin/1.25mm 间距针座 (J52)

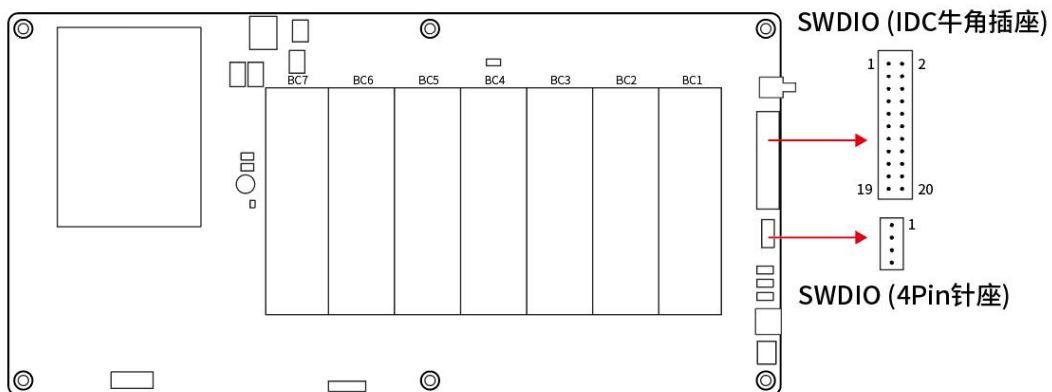


图 16 SWDIO 接口

SWDIO 接口 (IDC 牛角插座) 的引脚顺序如下图所示:

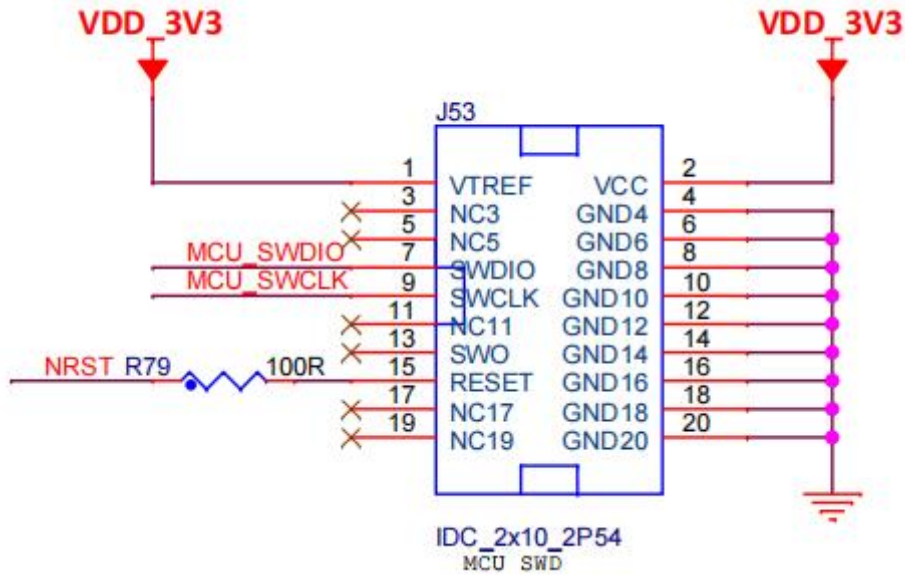


图 17 J53 引脚顺序

SWDIO 接口 (IDC 牛角插座) 的引脚定义如下表:

表 12 J53 引脚定义

| 引脚 | 定义        | 引脚 | 定义      |
|----|-----------|----|---------|
| 1  | VDD_3V3   | 2  | VDD_3V3 |
| 3  | NC        | 4  | GND     |
| 5  | NC        | 6  | GND     |
| 7  | MCU_SWCLK | 8  | GND     |
| 9  | MCU_SWCLK | 10 | GND     |
| 11 | NC        | 12 | GND     |
| 13 | NC        | 14 | GND     |
| 15 | NRST      | 16 | GND     |
| 17 | NC        | 18 | GND     |
| 19 | NC        | 20 | GND     |

SWDIO 接口 (4Pin 针座) 的引脚顺序如下图所示:

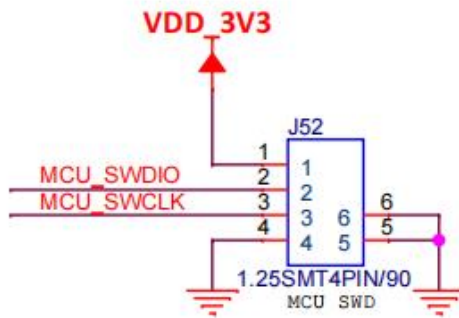


图 18 J52 引脚顺序

SWDIO 接口 (4Pin 针座) 的引脚定义如下表:

表 13 J52 引脚定义

| 引脚 | 定义        | 引脚 | 定义        |
|----|-----------|----|-----------|
| 1  | VDD_3V3   | 2  | MCU_SWDIO |
| 3  | MCU_SWCLK | 4  | GND       |

### 2.3.9. LED & 按键

BMS 提供 1 个电源运行 LED 状态指示灯 (D14) 和 1 个 Reset 按键 (K51)。

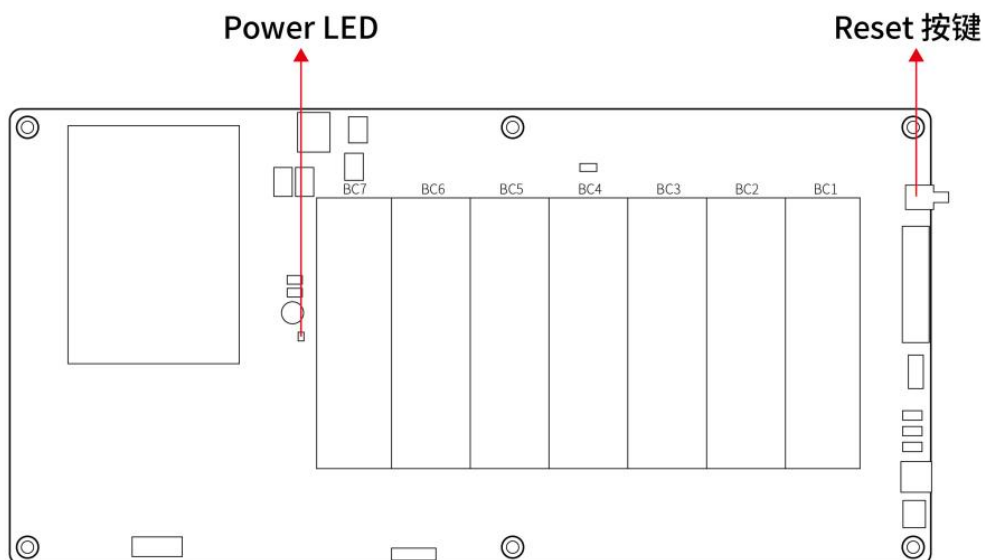


图 19 LED & 按键

表 14 LED &amp; 按键状态描述

| LED & 按键 | 状态 | 描述            |
|----------|----|---------------|
| 电源运行 LED | 亮  | 通电            |
|          | 熄灭 | 断电            |
| Reset 按键 | 按下 | 硬件异常修复后, 系统复位 |

## 2.4. 包装清单

- 1 x BMS 开发板
- 4-7 节 18650 单节圆柱形锂离子电池 (默认 7 节)
- 1 x 2.8 寸 LCD 显示屏



## 第三章 上手教程

### 3.1. 安装

1. **LCD 安装 (出厂前已安装)**：拉起 LCD 接口的黑色塑胶卡扣，插入 FPC 排线，压紧卡扣；

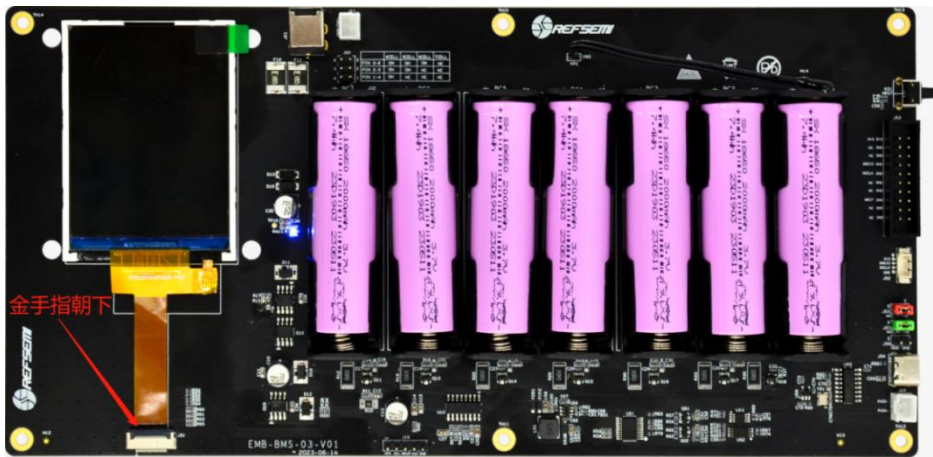


图 20 FPC 排线插入方向

2. **电池安装**：将电池按从右到左顺序 (BC1-->BC7) 放入电池槽，按压固定；
3. 安装好电池后，电源指示灯 (蓝色) 亮；
4. **J20 跳帽设置电池数量**：通过 J20pin 脚跳帽设置安装电池实际数量；
  - 若放置 7 节电池，直接将电池放入 BC1-BC7，J20 不需要跳帽，如下图所示：

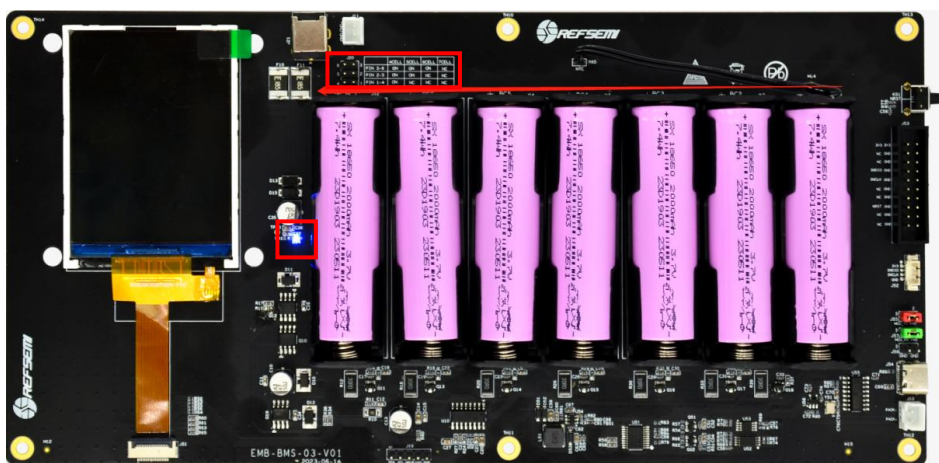


图 21 放置电池位置顺序 (配置 7 节)

- 若放置 4 节电池，需将电池放入 BC1-BC4，J20 跳帽如下图所示：

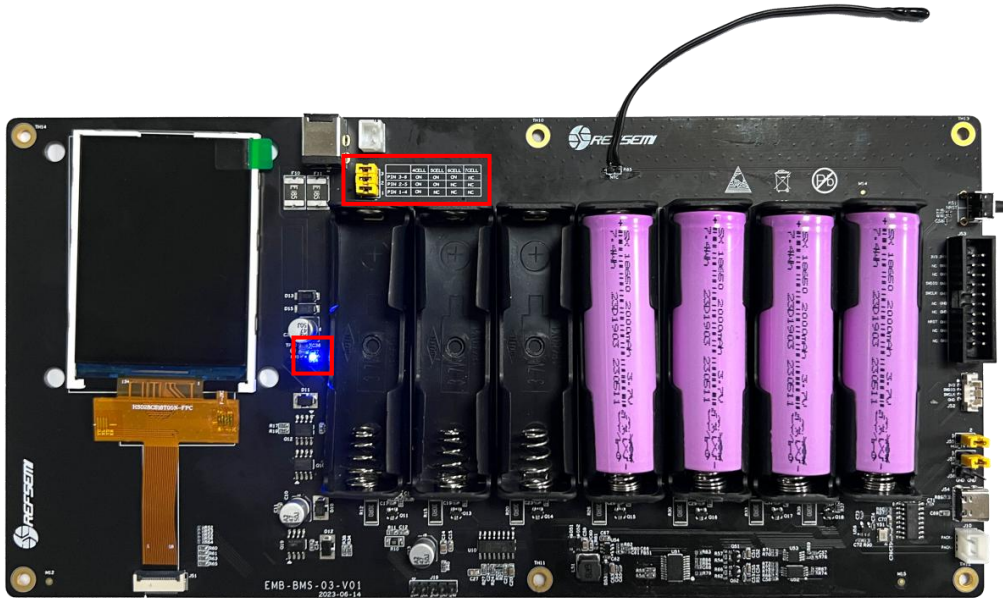


图 22 配置 4 节电池

- 若放置 5 节电池，需将电池放入 BC1-BC5，J20 跳帽如下图所示：

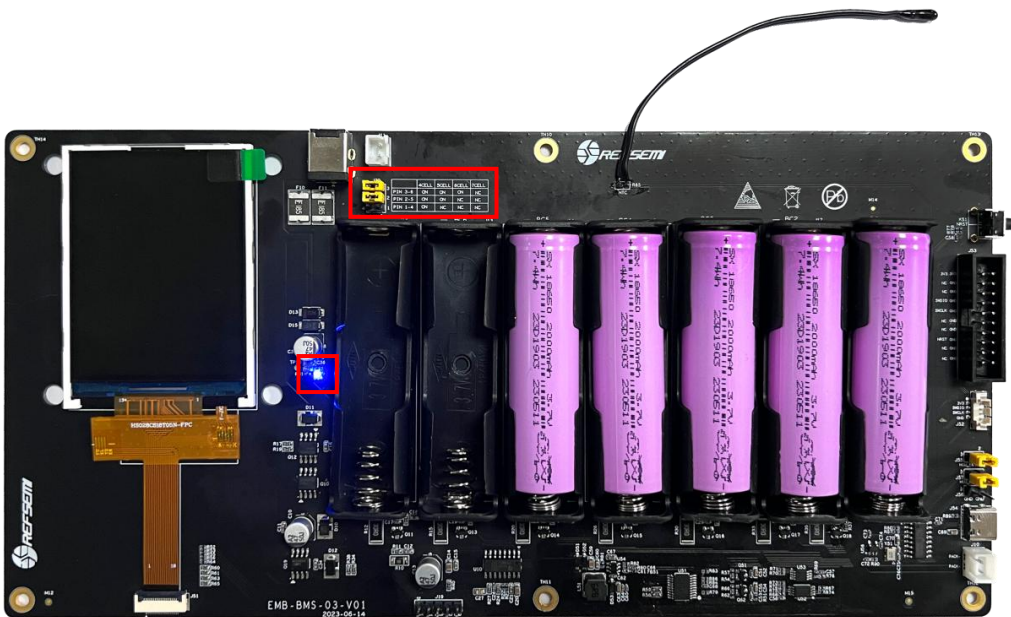


图 23 配置 5 节电池

- 若放置 6 节电池，需将电池放入 BC1-BC6，J20 跳帽如下图所示：

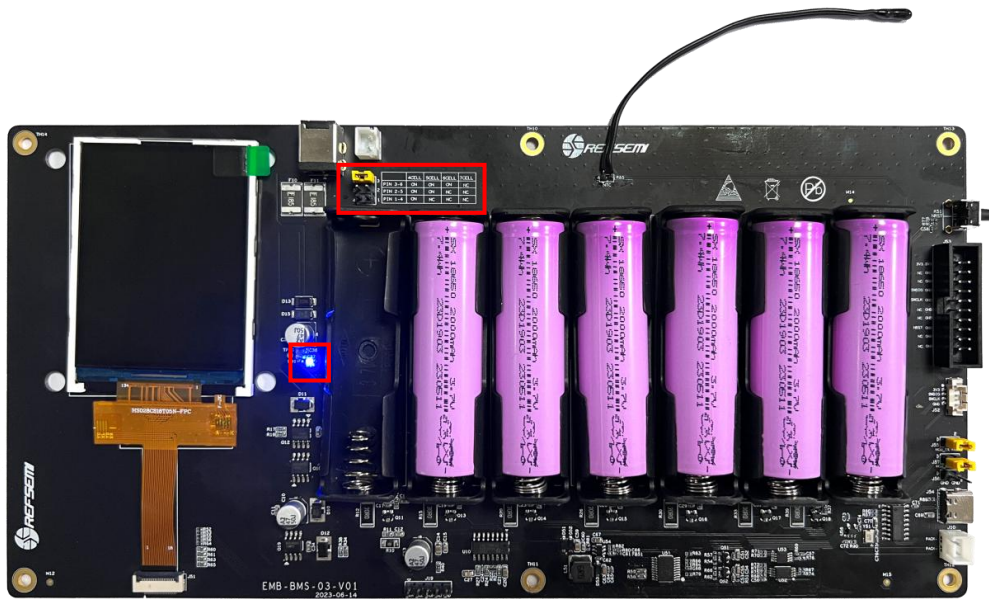


图 24 配置 6 节电池

5. **软件设置电池数量：**通过[串口工具](#) `sscom` 发送 `AA 55 85 01 0X`（其中 X 为 4-7，安装电池数量）命令给到 BMS，BMS 接收后，会在 LCD 屏中的 CELL\_NUM 显示 X（设置值），若显示值与安装电池数量一致时，证明电池数量设置正确。
6. LCD 屏显示 BMS 参数数据，显示一切正常，这时可直接接负载使用。
7. 若电池电压不足，需按照[电池接入数量给电池充电](#)，当电压高于放电电压最小值时，可接负载使用。LCD 屏显示信息如下图所示：

```

VOL: 4203 4199 4194
4192 4195 4198 4200
PACK:29349 Vt: 266
VA0: 2124 2222 2162
2166 2170 2172 2138
PACK:2126 Vt: 737
BAL Mode: AUTO
BAL Chan:
DSG-AUTO: Y CHG: N
CELL-NUM: 7
TAFE: 26 TLM75B : 27
TNTC: 25
Status: OK.
    
```

图 25 LCD 显示信息

## 3.2. LCD 屏显示

为了更清晰展示 BMS 的性能，LCD 屏会显示各性能的参数值、以及故障类型。LCD 屏显示具体信息如下表：

表 15 LCD 显示信息

| 参数                 | 定义                | 描述  |
|--------------------|-------------------|---|
| VOL                | 电池电压              | 第 1-2 行显示 1-7 节电池电压<br>第 3 行 "PACK" 显示电池组当前总电压、<br>"Vt" 显示 AFE 内部温度通道电压   |
| VAO                | AVO 通道电压          | 第 4-5 行显示 1-7 节电池 VAO 电压<br>第 6 行 "PACK" 显示电池组 VAO 电压、<br>"Vt" AFE 内部温度通道 VAO 电压  |
| BAL Mode           | 均衡模式              | <ul style="list-style-type: none"> <li>"AUTO" : 自动均衡</li> <li>"MANL" : 手动均衡</li> </ul>                                  |
| BAL Chan           | 当前均衡通道            | <ul style="list-style-type: none"> <li>未显示数值, 表示无均衡的通道</li> <li>有数值显示, 表示通道 X 处于均衡状态</li> </ul>                         |
| DSG-               | 放电状态              | 当为 "AUTO" : 自动控制<br>当为 "MANL" : 手动控制<br><ul style="list-style-type: none"> <li>"Y" : 正在放电</li> <li>"N" : 未放电</li> </ul> |
| CHG                | 充电状态              | <ul style="list-style-type: none"> <li>"Y" : 正在充电</li> <li>"N" : 未充电</li> </ul>   |
| CELL-NUM           | 当前设置的电池数量         | 值范围: 4-7  |
| T <sub>AFE</sub>   | AFE 芯片内部温度值       | 温度范围: -40°C~85°C  |
| T <sub>LM75B</sub> | LM75B 校验 AFE 的温度值 | 温度范围: -55°C~125°C   |
| T <sub>NTC</sub>   | NTC 测量电池的温度值      | 温度范围: -20°C~60°C  |
| Status             | 当前工作状态            | "OK" : 当前系统运行正常   |



|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>“AFE I2C ERR” : AFE 芯片的 I2C 通信异常</p> <p>“AFE CRC ERR” : AFE 芯片 I2C 通信 CRC 校验异常</p> <p>“EEPROM I2C ERR” : EEPROM 的 I2C 读写异常</p> <p>“LM75B Not Found” : 未发现 LM75B</p> <p>“Uncalibrated” : 当前未校准</p> |
|--|--|--|

## 第四章 功能

### 4.1. AFE

BMS 采用基准半导体 REF6107 AFE 芯片 (U10)，是用于 4-7 节电池组的模拟前端芯片，检测电池电压和电池组电压，在进行电平转移和缩放后，将它们作为基于地的模拟信号输出在 VAO 引脚上。该低压模拟信号可以由 A/D 转换器测量。

REF6107 集成了电池平衡驱动和 RVP 功能，与带有 A/D 转换器的主控 MCU 配合使用。主要应用于电表和园艺工具、电力储能系统、轻型电动车、备电系统等领域。

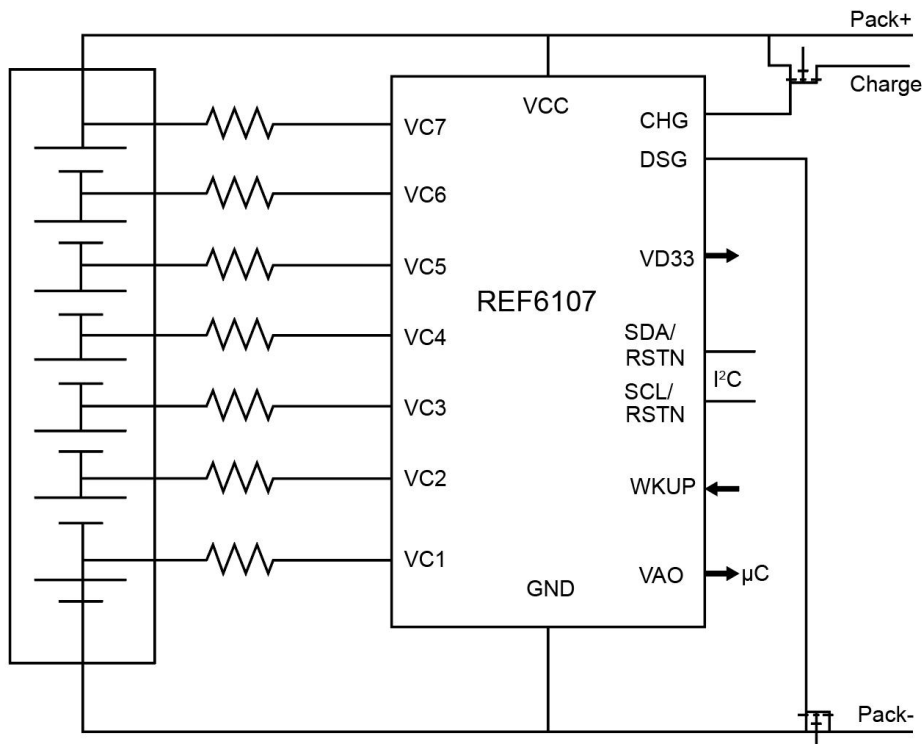


图 26 AFE 应用

AFE 芯片具备如下功能：

- 模拟多路复用器：监测每节电池电压、电池组电压和芯片内部温度，并转换成相应的输出

电压;

- 内置电池反接保护功能, 监测每节电池电压;
- 集成了一个内部温度传感器, 用于监测芯片的温度;
- 集成了电池均衡功能, 由外部 MCU 来控制;
- 电池均衡超时功能: 当电池均衡时间超过约 1min (由内部 32K 振荡器的精度确定) 时, 自动停止电池均衡;
- 支持欠压锁定保护、电池断开检测功能;
- 集成了一个 32KHz 的振荡器, 为 I2C 总线通信和其他内部功能模块提供时钟;
- 支持两种工作模式: 全功率模式 (唤醒) 和睡眠模式。

表 16 AFE 工作模式

| 模式    | 描述  |
|-------|---|
| 全功率模式 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 所有功能模块正常工作</li> <li>● MCU 检测电池电压, 电池组电压和内部温度</li> <li>● MCU 控制全部充放电 MOSFET; 如果 RVP 或 UVLO 状态得到确认, 放电 MOSFET 将会自动关闭。</li> </ul> |
| 睡眠模式  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 所有模拟模块将会关闭, 除了 3.3V LDO 和 WAKEUP 侦测模块 detection block</li> <li>● I<sup>2</sup>C 处于活跃状态</li> <li>● 充放电 MOSFET 关闭</li> </ul>     |

### 注意

- ✓ MCU 在 AFE 进行电池均衡时发送睡眠命令, AFE 将进入睡眠模式, 并立即停止均衡操作。
- ✓ MCU 在放电或充电过程中向 AFE 发送睡眠命令, AFE 将进入睡眠模式, 并立即停止放电或充电。
- ✓ AFE 处于睡眠模式时, 在 WKUP 引脚上施加电压源, AFE 将唤醒并进入全功率模式。
- ✓ 当用充电器唤醒 AFE 时, 须确保在 WKUP 引脚上的电压高于 2.8V 且要持续超过 1ms。

## 4.2. 电池参数

BMS 使用 4-7 节 18650 圆柱形锂离子电池（轻、体积小，使用寿命长，环保），具体参数如下表：

下表：

表 17 电池参数

| 参数                        | 定义     | 描述   |
|---------------------------|--------|--|
| Model                     | 电芯型号   | INR18650-2000/3C   |
| Nominal Capacity          | 标称容量   | 2000mAh (0.3CA 放电)   |
| Minimum Capacity          | 最低容量   | 1950mAh (0.3CA 放电)   |
| Charging Voltage          | 充电电压   | 4.20V±0.05V  |
| Average working Voltage   | 标称电压   | 3.70V@30%DOD   |
| Standard Charge Method    | 标准充电方式 | 先恒流充电、再恒压充电 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 电流 0.3C A</li> <li>● 电压 4.2 V</li> <li>● 终止电流 36mA±5mA</li> </ul> |
| Maximum Charge Current    | 最大充电电流 | 1.0C A   |
| Standard Discharge        | 标准放电方式 | 恒流放电(CC) <ul style="list-style-type: none"> <li>● 电流 1.0C A</li> <li>● 终止电压 2.75V</li> </ul>                           |
| Maximum Discharge Current | 最大放电电流 | 3.0C A   |
| Weight of Bare Cell       | 电芯重量   | 约 42g/PCS  |



### 4.3. 串口通信

BMS 通过串口（工具名称：sscom）通信，参数需设置一致，参数设置如下：

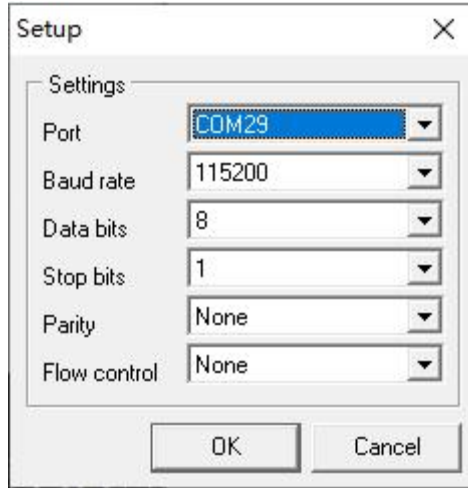


图 27 SSSCOM 参数设置

#### 注意

使用串口发送命令时，需要将温度、电压等数值转换成 16 进制。  
例如：设置充放电阈值温度为 60°C，则发送数据的温度值为 3C。

发送命令的数据格式如下表：

表 19 命令的数据格式

|           | 帧头    |      | 命令码   | 数据长度   | 数据内容     | 校验    |
|-----------|-------|------|-------|--------|----------|-------|
|           | 2 个字节 |      | 1 个字节 | 1 个字节  | 0~256 字节 | 1 个字节 |
| PC 下发 BMS | 0xAA  | 0x55 | 指定命令  | 0~0xFF | 16 进制数值  | 异或校验  |
| BMS 接收    | 0x55  | 0xAA | 同上    | 同上     | 各参数值     | 异或校验  |

注：本文档中的命令均不含异或校验值。

### 4.4. 温度监测

通过串口命令 `AA 55 97 01 3C` 设置温度限值 60°C，当电池或 AFE 的温度大于 60°C 时，MCU

将自动关闭充放电功能。

表 20 温度范围

| 芯片名称  | 功能             | 温度范围                                   |
|-------|----------------|--|
| NTC   | 用来监测电池的温度      | -20°C~60°C, 精度: $\pm 1^\circ\text{C}$  |
| MCU   | 用来监测 AFE 的内部温度 | -40°C~85°C, 精度: $\pm 1^\circ\text{C}$  |
| LM75B | 用来校准 AFE 的内部温度 | -55°C~125°C, 精度: $\pm 2^\circ\text{C}$ |

### 注意

LM75B 校准 AFE 温度后, 电池或 AFE 的温度超过阈值 60°C, MCU 将自动关闭充放电。

## 4.5. MCU 休眠唤醒

当 MCU 监测到电池状态异常 (即触发保护) 后, 自动进入休眠模式, 同时控制 AFE 休眠模式, 从而达到低功耗。

MCU 的休眠唤醒模式以及设置方式如下表:

21 MCU 休眠、唤醒

| 模式 | 场景  |
|----|---|
| 休眠 | 1. 某节电池严重低压<br>2. 无充放电, 均衡完成 1s 后<br>3. 无充放电, 均衡未完成 30s 后 |
| 唤醒 | 休眠后, 通过串口中断、IWDG 中断间隔 30s 自动唤醒                            |

## 4.6. 电池数量设置

通过以下步骤完成电池数量的设置, 以接入 4 节电池为例:

1. 将 4 节电池放置在 BC1-BC4 电池槽中;

2. 短接 J20 接口的 Pin1 和 Pin4、Pin2 和 Pin5、Pin3 和 Pin6 (其他电池数量 [J20 跳帽设置](#));

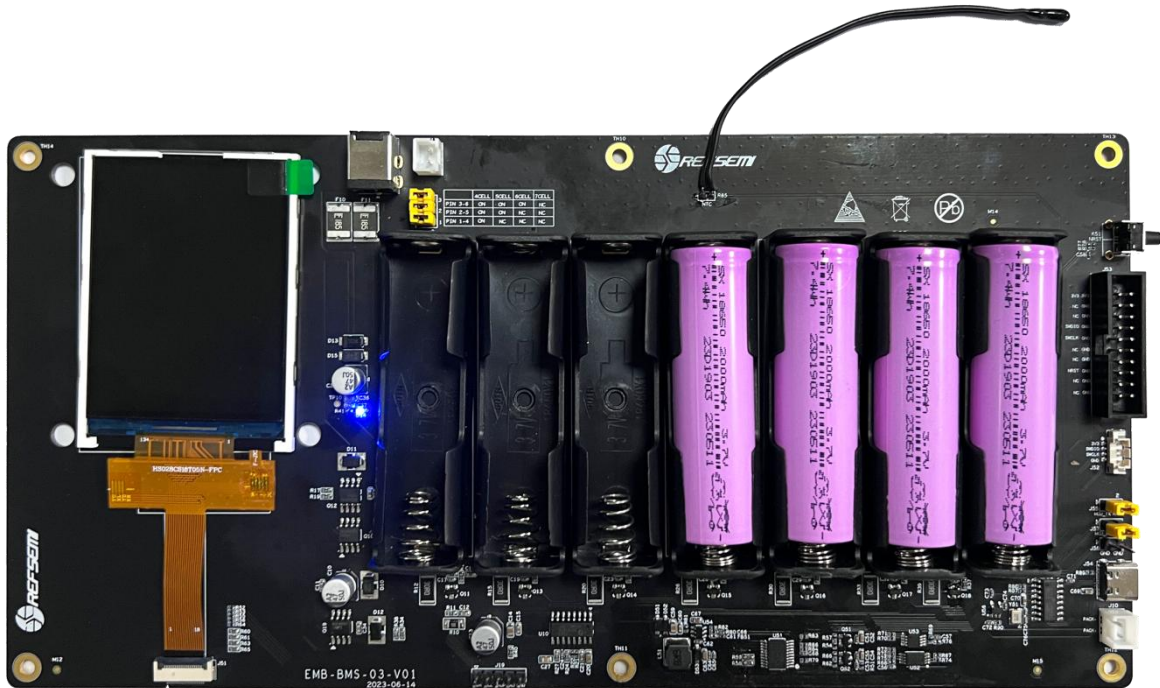


图 28 安装 4 节电池

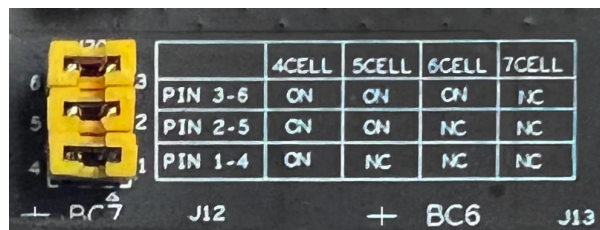


图 29 安装 4 节电池后, J20 跳帽设置

3. 然后通过[串口工具](#)发送 `AA 55 85 01 04` 命令给到 BMS, BMS 接收后, 会在 LCD 屏显 CELL\_NUM 显示 4, 显示值与接入电池数量一致时, 证明电池数量设置正确。

### 警告

若命令设置的电池数与实际安装电池数量不一致, BMS 将进入不同保护功能:

1. 命令设置电池数 > 实际数量, 进入低压保护, MCU 休眠;
2. 命令设置电池数 < 实际数量, 进入过压保护, 自动关闭放电功能。

## 4.7. 均衡功能

能量均衡是弥补电芯个体之间的差异，进行主动或被动的充或放电的管理，确保电池的一致性，延长电池的寿命。均衡有被动均衡和主动均衡两种方式：

- 被动均衡主要是把电量多的电池电量通过电阻消耗达到均衡；
- 主动均衡主要是把电量多的电池的电量通过电容、电感或变压器转移到电量少的电池达到均衡。

BMS 采用被动均衡方式，默认外部自动均衡（由 MCU 控制），最大均衡电流 150mA；

1. 自动均衡、手动均衡的切换是通过串口下发命令实现；

- 均衡状态：1 表示开启自动均衡，0 表示关闭自动均衡
- 开自动均衡命令：AA 55 91 01 01
- 关自动均衡命令：AA 55 91 01 00

2. 自动均衡时，最多同时均衡 4 节非相邻电池，相邻两节电池不能同时均衡；

3. 手动均衡时，通过串口下发命令指定均衡的位实现；

- 设置单通道均衡命令：AA 55 93 01 0X，其中 X 为 1-7 时，设置对应电池通道进行均衡；为 0 时，不均衡。

表 22 电池自动均衡参数

| 序号 | 功能 | 描述         | 标准                             |
|----|----|------------|--------------------------------|
| 1  | 均衡 | 均衡基准 (电压差) | 100mV                          |
|    |    | 均衡条件       | 以最低电池电压为基准, 压差超 100mV 的电池都进行均衡 |
|    |    | 均衡电流       | 150mA                          |

## 4.8. 异常保护

- BMS 具备出色的短路、过压、过温等保护功能，具体场景如下表：

表 23 保护功能描述

| 场景                                 | 保护功能          | 描述                               |
|------------------------------------|---------------|----------------------------------|
| 某节电池电压<0.9V                        | 电池反接、<br>电池短路 | 自动关闭充放电，MCU 进入休眠，30s 后关闭 LCD 背光  |
| 某节电池电压<2.85v<br>或电池组电压< 电池数量*2.85v | 低压保护          | 自动关闭放电功能，MCU 进入休眠，30s 后关闭 LCD 背光 |
| 某节电池电压>4.2v<br>或电池组的电压>电池数量*4.2v   | 过压保护          | 自动关闭充电功能                         |
| 电池温度>60°C                          | 过温保护          | 自动关闭充放电                          |

- 在各保护功能下，各节电池的高精度电压检测如下：

表 24 电池的高精度电压检测功能

| 序号 | 保护类型  | 描述     | 标准                                     |
|----|-------|--------|--|
| 1  | 短路保护  | 保护电压   | <b>0.90V±20mV</b>                      |
|    |       | 保护延迟时间 | <b>15mS</b>                            |
| 2  | 过充电保护 | 保护电压   | <b>4.20V±20mV</b>                      |
|    |       | 保护延迟时间 | <b>20mS</b>                            |
| 3  | 过放电保护 | 保护电压   | <b>2.85V±20mV</b>                      |
|    |       | 保护延迟时间 | <b>20mS</b>                            |
|    |       | 保护解除   | <b>充电</b>                              |
| 4  | 睡眠    | 电压     | <b>2.5V±20mV</b>                       |
|    |       | 静态电流   | <b>2.5mA</b>                           |
|    |       | 睡眠解除   | <b>NRST 复位、或设置睡眠 RTC 30s、或执行串口唤醒命令</b> |