



# MT9818 DATASHEET

---

**Version 1.6**

AEROSEMI CONFIDENTIAL



## 目录

|  |    |
|--|----|
| MT9818.....  | 1  |
| 特点.....  | 1  |
| 应用.....  | 1  |
| 概述.....  | 1  |
| 系统框图.....  | 2  |
| 端口配置.....  | 3  |
| 端口描述.....  | 4  |
| 工作条件.....  | 6  |
| 电参数.....   | 7  |
| 时序规格.....  | 11 |
| I <sup>2</sup> C 总线协议.....   | 11 |
| 串行端口.....  | 12 |
| 数据传输.....  | 12 |
| 测量模式.....  | 13 |
| 14Bit BAT ADC.....   | 13 |
| 16Bit CC ADC.....  | 14 |
| 温度监测.....  | 15 |
| 16 位电池包总电压测量.....  | 16 |
| 电池保护.....  | 16 |
| 放电过流（Overcurrent in Discharge）、放电短路 Short Circuit in Discharge）..... | 16 |
| 过压保护(Over-Voltage OV)、欠压保护(Under-Voltage UV).....                    | 16 |
| 驱动控制.....  | 16 |
| MOSFET 驱动.....   | 16 |
| 负载检测.....  | 17 |
| 报警模式.....  | 17 |
| 功率模式.....  | 18 |
| 硬件关断模式.....  | 18 |
| 全功耗模式.....   | 18 |
| 待机模式.....  | 18 |
| 功率模式切换.....  | 18 |
| 均衡.....  | 18 |
| 寄存器映射.....   | 20 |
| 寄存器描述.....   | 22 |
| 只读寄存器描述.....   | 25 |
| 应用.....  | 29 |
| 少于 18 节电池应用.....   | 29 |
| 典型应用.....  | 30 |
| 封装形式.....  | 31 |



# MT9818

## 特点

- 模拟前端 (AFE) 监控特性
  - ◆ 支持 8~18 节串联电池电压监测
  - ◆ 纯数字接口
  - ◆ 内部模数转换器 (ADC) 测量电池电压、芯片温度和外部热敏电阻
  - ◆ 一个单独的、内部 ADC 测量电池组电流 (库伦电荷计数器)
  - ◆ 直接支持多达 4 个热敏电阻
- 硬件保护特性
  - ◆ 放电过流 (OCD)
  - ◆ 放电短路 (SCD)
  - ◆ 过压 (OV)
  - ◆ 欠压 (UV)
  - ◆ 次级保护器故障检测
  - ◆ 集成电池均衡场效应晶体管 (FET)
  - ◆ 充电、放电低侧 NCH FET 驱动器
  - ◆ 到主机微控制器的警报中断
  - ◆ 3.3V 和 5.0V 输出电压稳压器
  - ◆ 高电源电压最大绝对值 (高达 100V)
  - ◆ 简单 I2C 兼容接口 (循环冗余校验 (CRC) 选项)
  - ◆ 采用塑封 LQFP48 封装形式

## 应用

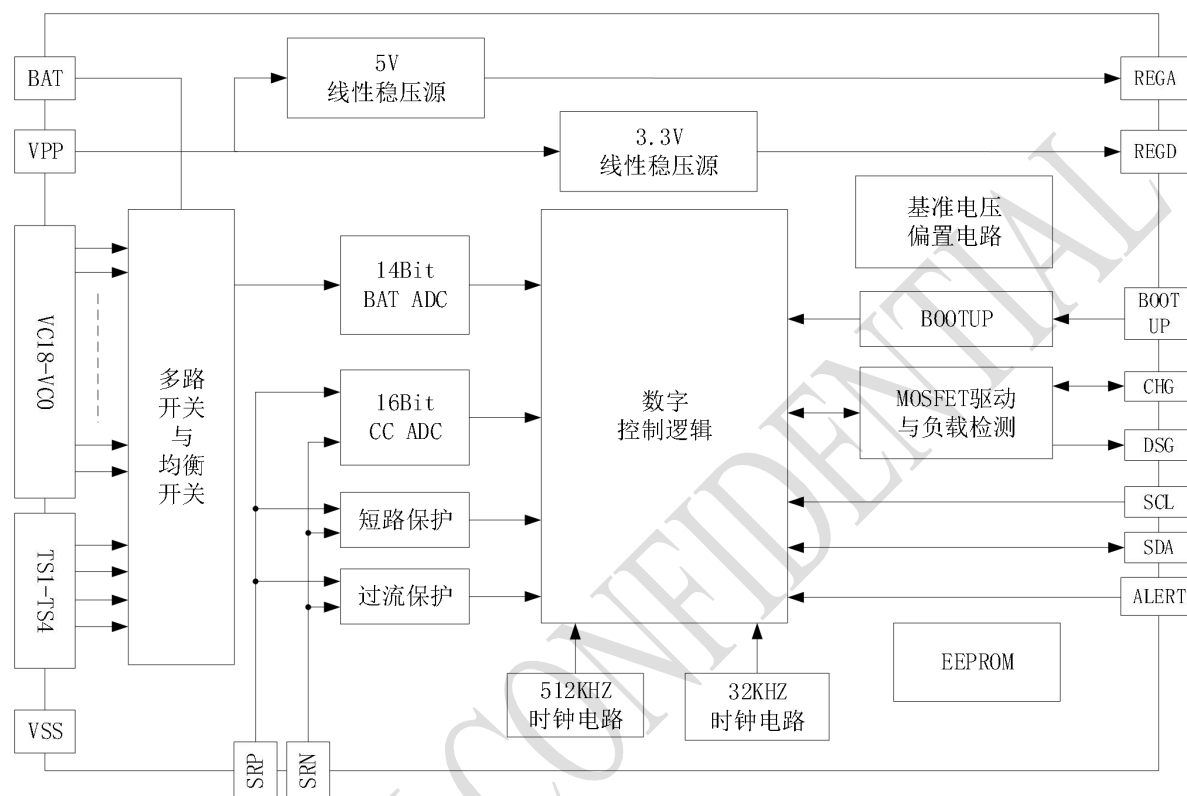
- ◆ 电动自行车、电动摩托车
- ◆ 动力工具
- ◆ UPS 备用电源
- ◆ 电动汽车
- ◆ 燃料电池应用

## 概述

MT9818 是一款低功耗芯片, 工作时电流小于 500uA, 待机模式下小于 20uA。可以支持 8~18 节串联电池的信息测量, 总的电压测量范围为 10~90V。内部包括 18 路的 14 位电压采集 ADC, 分辨率 400uV。同时还包含 4 个外部温度采集通道。MT9818 可提供包括过压保护、欠压保护、充放电过流保护。此外, MT9818 支持内部均衡与外部均衡两种均衡方式。均衡技术的应用, 使电池组特性在充电时保持良好的一致性, 有助于延长电池组的使用寿命。MT9818 内部含有一个 128 位 EEPROM, 存储 BAT ADC 和 CC ADC 的增益误差和失调误差。MT9818 兼容 I2C 总线接口。

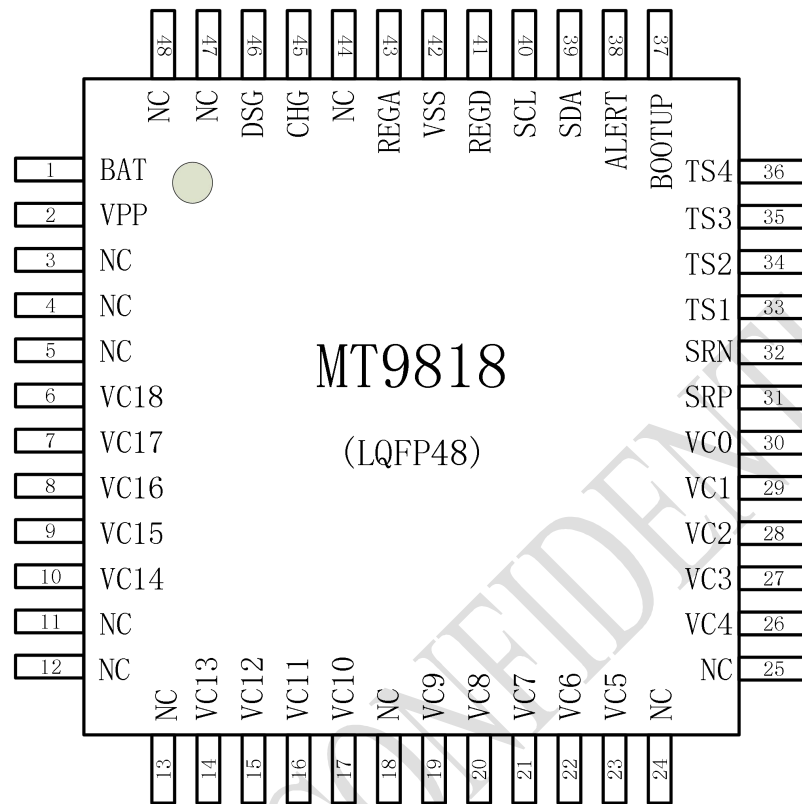


## 系统框图





## 端口配置





## 端口描述

| 名称   | 编号 | I/O | 描述          |
|------|----|-----|-------------|
| BAT  | 1  | P   | 电池组的最正端     |
| VPP  | 2  | P   | 电源正端        |
| NC   | 3  | —   | 不连接         |
| NC   | 4  | —   | 不连接         |
| NC   | 5  | —   | 不连接         |
| VC18 | 6  | I   | 第 18 节电池的正端 |
| VC17 | 7  | I   | 第 17 节电池的正端 |
| VC16 | 8  | I   | 第 16 节电池的正端 |
| VC15 | 9  | I   | 第 15 节电池的正端 |
| VC14 | 10 | I   | 第 14 节电池的正端 |
| NC   | 11 | —   | 不连接         |
| NC   | 12 | —   | 不连接         |
| NC   | 13 | —   | 不连接         |
| VC13 | 14 | I   | 第 13 节电池的正端 |
| VC12 | 15 | I   | 第 12 节电池的正端 |
| VC11 | 16 | I   | 第 11 节电池的正端 |
| VC10 | 17 | I   | 第 10 节电池的正端 |
| NC   | 18 | —   | 不连接         |
| VC9  | 19 | I   | 第 9 节电池的正端  |
| VC8  | 20 | I   | 第 8 节电池的正端  |
| VC7  | 21 | I   | 第 7 节电池的正端  |
| VC6  | 22 | I   | 第 6 节电池的正端  |
| VC5  | 23 | I   | 第 5 节电池的正端  |
| NC   | 24 | —   | 不连接         |
| NC   | 25 | —   | 不连接         |



|        |    |        |                               |
|--------|----|--------|-------------------------------|
| VC4    | 26 | I      | 第 4 节电池的正端                    |
| VC3    | 27 | I      | 第 3 节电池的正端                    |
| VC2    | 28 | I      | 第 2 节电池的正端                    |
| VC1    | 29 | I      | 第 1 节电池的正端                    |
| VC0    | 30 | I      | 第 1 节电池的负端                    |
| SRP    | 31 | I      | 电流检测电阻的负输入端（靠近 VSS）           |
| SRN    | 32 | I      | 电流检测电阻的正输入端                   |
| TS1    | 33 | I      | 第一个外部温度检测输入端                  |
| TS2    | 34 | I      | 第二个外部温度检测输入端                  |
| TS3    | 35 | I      | 第三个外部温度检测输入端                  |
| TS4    | 36 | I      | 第四个外部温度检测输入端                  |
| BOOTUP | 37 | I      | 唤醒输入端                         |
| ALERT  | 38 | I/O    | 报警输出端和超控输入端                   |
| SDA    | 39 | I/O    | 与主控制器之间进行 I <sup>2</sup> C 通信 |
| SCL    | 40 | I      | 与主控制器之间进行 I <sup>2</sup> C 通信 |
| REGD   | 41 | O      | VREGD LDO 输出                  |
| VSS    | 42 | Ground | 芯片模拟电源地                       |
| REGA   | 43 | O      | VREGA LDO 输出                  |
| NC     | 44 | —      | 不连接                           |
| DSG    | 45 | O      | 放电 FET 驱动器                    |
| CHG    | 46 | O      | 充电 FET 驱动器                    |
| NC     | 47 | —      | 不连接                           |
| NC     | 48 | —      | 不连接                           |



## 工作条件

| 参数                             |                   | 最小值  | 典型值 | 最大值 | 单位  |
|--------------------------------|-------------------|------|-----|-----|-----|
| V <sub>IN</sub><br>输入电<br>压范围  | 电池输入              | 0    |     | 5   | V   |
|                                | SRP               | -10  |     | 10  | mV  |
|                                | SRN               | -200 |     | 200 | mV  |
|                                | SCL,SDA           | 0    |     | 5.5 | V   |
|                                | (TS1~TS4)-VSS     | 0    |     | 5.5 | V   |
|                                | VPP               | 10   |     | 100 | V   |
|                                | BAT               | 10   |     | 100 | V   |
| V <sub>OUT</sub><br>输出电<br>压范围 | CHG,DSG           | 0    |     | 16  | V   |
|                                | REGD              | 0    |     | 5.5 | V   |
|                                | ALERT             |      |     |     |     |
|                                | REGA              | 4.5  |     | 5.5 | V   |
| I <sub>CB</sub>                | 均衡电流              | 0    |     | 5   | mA  |
| R <sub>C</sub>                 | 电池输入阻抗            |      | 500 |     | Ω   |
| C <sub>C</sub>                 | 电池输入电容            |      | 100 |     | nF  |
| R <sub>F</sub>                 | 电源滤波电阻            |      | 100 |     | Ω   |
| C <sub>F</sub>                 | 电源滤波电容            |      | 1   |     | uF  |
| R <sub>FILT</sub>              | 传感器滤波电阻           |      | 100 |     | Ω   |
| R <sub>ALTER</sub>             | ALTER 和 VSS 之间的电阻 |      | 100 |     | K Ω |
| C <sub>L1</sub>                | REGD 负载电容         |      | 2.2 |     | uF  |
| C <sub>L2</sub>                | REGD 负载电容         |      | 2.2 |     | uF  |
| R <sub>TS</sub>                | 外部热敏电阻(25℃)       |      | 100 |     | K Ω |
| T <sub>OPR</sub>               | 工作温度              | -40  |     | 85  | ℃   |





## 电参数

| 电源               |       |          |     |     |     |    |
|------------------|-------|----------|-----|-----|-----|----|
| 参数               | 测试条件  |          | 最小值 |     | 最大值 | 单位 |
| I <sub>BAT</sub> | 全功耗模式 | BAT=100V |     | 70  | 100 | uA |
|                  | 待机模式  |          |     | 0.1 | 1   | uA |
|                  | 硬件关断  | BAT=0V   |     |     | 1   | uA |
| I <sub>VPP</sub> | 全功耗模式 | VPP=100V |     | 300 | 380 | uA |
|                  | 待机模式  |          |     | 10  | 15  | uA |
|                  | 硬件关断  | VPP=0V   |     |     | 1   | uA |

| 测量时间                             |     |     |     |     |    |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|----|
| 参数                               | 条件  | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
| 电池电压测量间隔<br>t <sub>VCELL</sub>   |     |     | 250 |     | ms |
| 单个电池测量时间<br>t <sub>INDCELL</sub> | 有均衡 |     | 8.5 |     | ms |
|                                  | 无均衡 |     |     |     |    |
| 单个温度测量时间<br>t <sub>TEM_DEC</sub> |     |     | 8.5 |     | ms |
| 电池包电压计算间隔<br>t <sub>BAT</sub>    |     |     | 250 |     | ms |
| 温度测量间隔 t <sub>TEM</sub>          |     |     | 2   |     | s  |

## 测量电池和温度的 14 位 ADC

| 参数         | 条件       | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------|----------|-----|-----|-----|----|
| ADC 测量范围   | 电池测量     | 0.6 |     | 5   | V  |
|            | 温度测量     | 0.7 |     | 5.3 | V  |
| LSB        |          |     | 400 |     | uV |
| ADC 电池电压精度 | 3.6~4.2V | -15 | ±5  | 15  | mV |
|            | 3.2~4.5V | -20 | ±5  | 20  | mV |
|            | 2~5V     | -25 | ±5  | 25  | mV |



|              |                      |     |  |    |    |
|--------------|----------------------|-----|--|----|----|
| 电池电压测量精度     | T=25~85℃             | -15 |  | 15 | mV |
| ADC 热敏电阻测量精度 | 输入<br>1~4.5V,BAT>11V | -30 |  | 30 | mV |

## 用于测量电池电流的 16 位积分 ADC

| 参数       | 条件                          | 最小值  | 典型值         | 最大值         | 单位        |
|----------|-----------------------------|------|-------------|-------------|-----------|
| ADC 测量范围 |                             | -200 |             | 200         | mV        |
| 满量程输入范围  |                             | -270 |             | 270         | mV        |
| LSB      | 连续工作                        |      | 9.16        |             | uV        |
| 转换时间     | 单次转换                        |      | 250         |             | ms        |
| INL      | 16 位, $\pm 200\text{mV}$ 输入 |      | $\pm 2$     | $\pm 40$    | LSB       |
| 失调误差     |                             |      | $\pm 1$     | $\pm 3$     | LSB       |
| 增益误差     | 满量程输入                       |      | $\pm 0.5\%$ | $\pm 1.5\%$ | FSR       |
| 增益漂移     | 满量程输入                       |      | 150         |             | ppm/<br>℃ |
| 有效输入阻抗   |                             |      | 2.5         |             | MΩ        |

## 集成硬件保护

| 参数          | 条件                         | 最小值    | 典型值    | 最大值    | 单位  |
|-------------|----------------------------|--------|--------|--------|-----|
| 过压保护阈值电压    |                            | 0X2008 |        | 0X2FF8 | ADC |
| 欠压保护阈值电压    |                            | 0X1000 |        | 0X1FF0 | ADC |
| 过压、欠压阈值电压步长 |                            |        | 16     |        | LSB |
| 欠压最小值       | 小于该值之后,<br>认为电池短路<br>(不使用) |        | 0X0518 |        | ADC |
| 过压延时定时选项    | OV delay=1s                | 0.7    | 1      | 1.75   | s   |
|             | OV delay=2s                | 1.6    | 2      | 2.75   |     |
|             | OV delay=4s                | 3.5    | 4      | 5      |     |
|             | OV delay=8s                | 7      | 8      | 10     |     |
| 欠压延时定时选项    | UV delay=1s                | 0.7    | 1      | 1.75   | s   |



|                    |              |      |     |      |    |
|--------------------|--------------|------|-----|------|----|
|                    | UV delay=4s  | 3.5  | 4   | 5    |    |
|                    | UV delay=8s  | 7    | 8   | 10   |    |
|                    | UV delay=16s | 14   | 16  | 20   |    |
| 放电过流阈值             | SRN-SRP      | 10   |     | 95   | mV |
| 放电过流阈值步长           | RSNS=0       |      | 2.5 |      | mV |
|                    | RSNS=1       |      | 5   |      | mV |
| 放电过流延时选项           |              | 8    |     | 1280 | ms |
| 放电短路保护阈值           |              | 25   |     | 190  | mV |
| 放电短路阈值步长           | RSNS=0       |      | 10  |      | mV |
|                    | RSNS=1       |      | 20  |      | mV |
| 放电短路延时选项           |              | 35   | 70  | 105  | us |
|                    |              | 50   | 100 | 150  | us |
|                    |              | 140  | 200 | 260  | us |
|                    |              | 280  | 400 | 520  | us |
| 放电过流延时精度           |              | -20% |     | 20%  |    |
| 放电短路和放电过流<br>失调电压  |              | -2.5 |     | 2.5  | mV |
| 放电短路和放电过流<br>满量程误差 |              | -10% |     | 10%  |    |

## 充放电驱动器

| 参数                  | 条件   | 最小值    | 典型值    | 最大值  | 单位 |
|---------------------|--|--------|--------|------|----|
| CHG 和 DSG<br>导通电压   | VBAT $\geq$ 12V, 负载阻抗 10M $\Omega$                 | 10     | 12     | 14   | V  |
|                     | VBAT<12V, 负载阻抗 10M $\Omega$                        | VBAT-2 | VBAT-1 | VBAT | V  |
| CHG 和 DSG<br>导通上升时间 | CHG/DSG 驱动<br>10nF 的等效负载<br>阻抗, 从导通电<br>压的 90%~10% |        | 200    | 250  | us |
| DSG 下拉关断            | DSG 驱动 10nF<br>的等效负载阻                              |        | 60     | 90   | us |



|                |                     |      |      |      |            |
|----------------|---------------------|------|------|------|------------|
| 下降时间           | 抗, 从导通电压的 90%~10%   |      |      |      |            |
| CHG 下拉关断对地导通电阻 | CHG 关断, CHG 保持在 12V | 750  | 1000 | 1250 | k $\Omega$ |
| DSG 下拉关断对地导通电阻 | DSG 关断, DSG 保持在 12V | 1.75 | 2.5  | 4.25 | k $\Omega$ |
| 负载检测阈值         |                     | 0.4  | 0.7  | 1.0  | V          |
| CHG 钳位电压       |                     | 18   | 20   | 22   | V          |

**报警端口**

| 参数                | 条件              | 最小值                   | 典型值 | 最大值                   | 单位         |
|-------------------|-----------------|-----------------------|-----|-----------------------|------------|
| 端口输出高电压           | 负载电流 1mA        | REGD $\times$<br>0.75 |     |                       | V          |
| 端口输出低电压           | 无负载             |                       |     | REGD $\times$<br>0.25 | V          |
| 端口输入为高            | 外部强制接高,<br>内部接低 | 1                     |     | 1.5                   | V          |
| 端口输出为低时的若<br>下拉电阻 |                 |                       |     |                       | M $\Omega$ |

**电池均衡驱动器**

| 参数              | 条件         | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位       |
|-----------------|------------|-----|-----|-----|----------|
| 内部电池均衡驱动电阻      | 电池电压为 3.6V | 1   | 5   | 10  | $\Omega$ |
| 使能状态下电池均衡器时钟占空比 | 每 250ms    |     | 35% |     |          |

**外部稳压器**

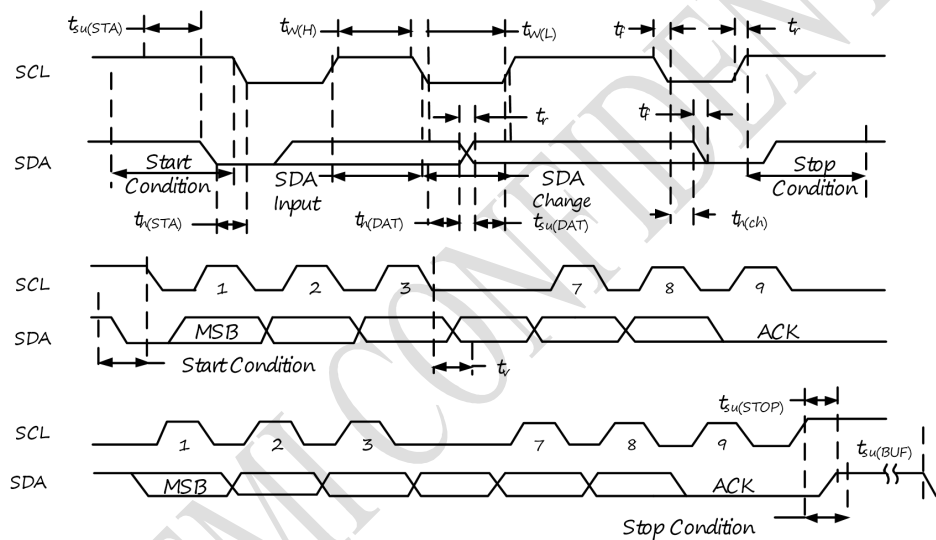
| 参数        | 条件              | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------|-----------------|-----|-----|-----|----|
| 外部 LDO 电压 | 出厂编程, 无负载, 扫描温度 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | V  |
| 线性调整率     | 负载电流 10mA,      |     |     | 100 | mV |



|                    |                   |      |  |    |   |
|--------------------|-------------------|------|--|----|---|
|                    | 时间为 100us         |      |  |    |   |
| 负载调整率              | 0mA~10mA          | -4%  |  | 4% |   |
| 支流负载下外部 LDO 的最小电压值 | 无负载               | 3.15 |  |    | V |
|                    | REGD=20mA<br>3.3V | 3.05 |  |    |   |

## 时序规格

### I<sup>2</sup>C 总线协议



| I <sup>2</sup> C 时序规格  |    |                    |     |                    |    |
|------------------------|----|--------------------|-----|--------------------|----|
| 参数                     | 条件 | 最小值                | 典型值 | 最大值                | 单位 |
| $V_{IL}$ 输入低逻辑阈值       |    |                    |     | $REGD \times 0.25$ | V  |
| $V_{IH}$ 输入高逻辑阈值       |    | $REGD \times 0.75$ |     |                    | V  |
| $V_{OL}$ 输出低逻辑阈值       |    |                    |     | 0.2                | V  |
| $t_f$ SCL, SDA 下降时间    |    |                    |     |                    | us |
| $V_{OH}$ 输出高逻辑阈值       |    | N/A                |     | N/A                | V  |
| $t_{HIGH}$ SCL 保持为高的时间 |    | 4.0                |     |                    | us |



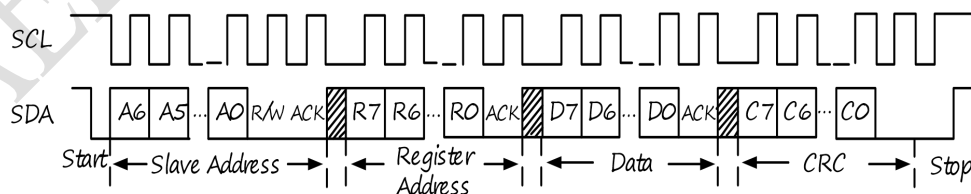
|  |  |     |  |     |     |
|--|--|-----|--|-----|-----|
| $t_{\text{LOW SCL}}$ 保持为低的时间             |  | 4.7 |  |     | us  |
| $t_{\text{SU;STA}}$ 启动的建立时间              |  | 4.7 |  |     | us  |
| $t_{\text{HD;STA}}$ 启动条件下在第一个时钟脉冲之后的保持时间 |  | 4.0 |  |     | us  |
| $t_{\text{SU;DAT}}$ 数据建立时间               |  | 250 |  |     | ns  |
| $t_{\text{HD;DAT}}$ 数据保持时间               |  | 0   |  |     | us  |
| $t_{\text{SU;STO}}$ 停止状态的建立时间            |  | 4.0 |  |     | us  |
| $t_{\text{BUF}}$ 在下次传输之前总线需要保持空闲的时间      |  | 4.7 |  |     | us  |
| $t_{\text{VD;DAT}}$ 时钟变低到输出数据有效之间的时间     |  |     |  | 900 | ns  |
| $t_{\text{HD;DAT}}$ 时钟变低后数据的保持时间         |  | 0   |  |     | ns  |
| 时钟频率                                     |  | 0   |  | 100 | KHz |

## 串行端口

### 数据传输

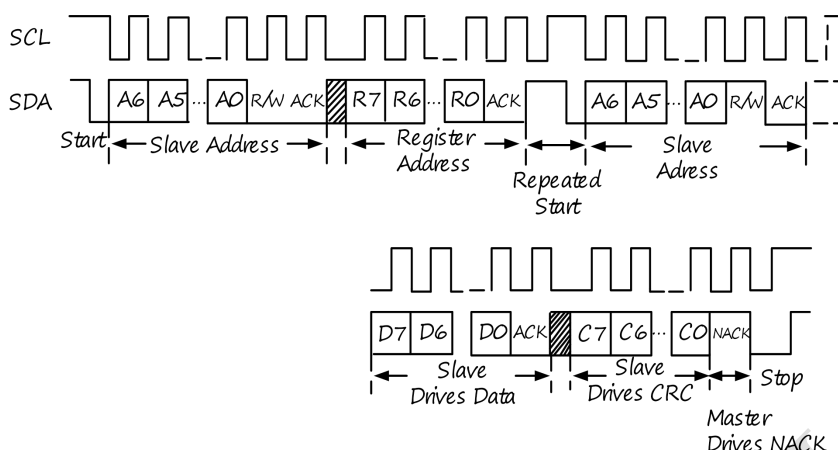
MT9818 的模拟前端兼容 I<sup>2</sup>C 总线协议，I<sup>2</sup>C 共有 7 位地址线，在出厂前完成编程。

I<sup>2</sup>C 写操作如下图所示，在 Stop 命令之前发送附加数据字节来进行 I<sup>2</sup>C 写操作。I<sup>2</sup>C 模块将在每个数据字节后自动递增寄存器地址。在使能条件下，CRC 计算如下：在单字节写操作中，CRC 通过从地址，寄存器地址和数据计算得出。在块写入操作中，第一个数据字节的 CRC 是通过从地址，寄存器地址和数据计算的。后续数据字节的 CRC 仅在数据字节上计算。CRC 多项式为  $x^8 + x^2 + x + 1$ ，初始值为 0。当从器件检测到错误的 CRC 时，I<sup>2</sup>C 从器件将否定 CRC 判定，这将导致 I<sup>2</sup>C 从器件进入空闲状态。

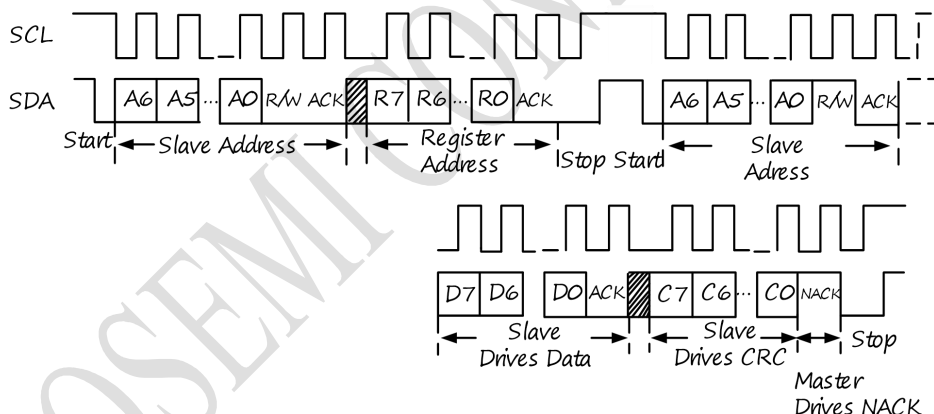


I<sup>2</sup>C 进行写操作

下图为在重复启动条件下的 I<sup>2</sup>C 读操作时序。

I<sup>2</sup>C 在反复启动模式下进行读操作模式

下图为未使用重复启动的读取操作时序。对于块读取，主 ACK 除了最后一个之外数据字节继续为接口提供时钟。I<sup>2</sup>C 模块将在每个数据字节后自动递增寄存器地址。在使能状态下，读取操作的 CRC 计算如下：在单字节读取操作中，CRC 在第二次启动后计算并使用从地址和数据字节。在块读取操作中，第二个数据字节的 CRC 在第二次启动后计算，并使用从地址和数据字节。后续数据字节的 CRC 仅在数据字节上计算。CRC 多项式为  $x^8 + x^2 + x + 1$ ，初始值为 0。当主机检测到 CRC 错误时，I<sup>2</sup>C 主机将否定 CRC 判定，这会导致 I<sup>2</sup>C 从机进入空闲状态。

I<sup>2</sup>C 在无反复启动模式下进行读操作模式

## 测量模式

### 14Bit BAT ADC

MT9818 内部集成了一个 14 位 Sigma Delta ADC 用于电池电压和温度信息采集，可测量范围为 0V~6V。BAT ADC 可以通过将寄存器 SYS\_CTRL1 的 ADC\_EN 置为“1”进行使能。当芯片进入正常工作模式时，ADC\_EN 会自动置为“1”，并且电池过压 OV 和欠压 UV 保护机制使能。其中每节电池电压或温度转换周期为 8.5ms，每 250ms 进行一次电池电压轮询（18 节），每 8 次电池电压轮询进行一次温度轮询（4 个外部温度）。如果电池电压均衡开关打开，则每个电池轮询周期之后进行 90ms 电池电压均衡，如下图所示。

T1~T2 为 18 节电池电压转换周期， $T2-T1=8.5 \times 18\text{ms}=153\text{ms}$ ；



T2~T3 为电池均衡周期,  $T3-T2=90\text{ms}$ ;

T3~T4 为下一次电池电压转换开始之前的空闲周期,  $T4-T3=7\text{ms}$ ;

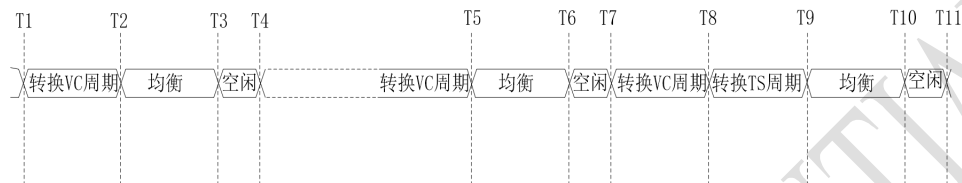
T1~T7 为 7 次电池电压轮询, 每次电池电压轮询周期为  $250\text{ms}$ ,  $T7-T1=7\times 250\text{ms}$ ;

T7~T9 为 18 节电池、4 个外部温度转换周期,

$T9-T7=8.5\times 18+8.5\times 5\text{ms}=195.5\text{ms}$ ;

T9~T10 为电池电压均衡周期,  $T10-T9=50\text{ms}$ ;

T10~T11 为下一次电池电压转换开始之前的空闲周期,  $T11-T10=4.5\text{ms}$ 。



### BAT ADC 轮询

14Bit BAT ADC 的输出结果为 14 位无符号数, 分辨率  $\text{LSB}=400\mu\text{V}$ , 每个 MT9818 在出厂前都会进行增益误差 BAT1\_2\_Gain Error, BAT3\_4\_Gain Error, BAT5\_6\_Gain Error, BAT7\_18\_Gain Error 的校准, 校准信息会存储在 EEPROM 中, 单位为  $\mu\text{V}/\text{LSB}$ 。将 BAT ADC 输出结果 DOUT 转换成模拟电压 VOUT 的计算公式如下:

第 1 通道和第 2 通道电池电压计算公式如下

$$\text{VOUT}=\text{BAT1\_2\_Gain Error}\times\text{DOUT}$$

第 3 通道和第 4 通道电池电压计算公式如下

$$\text{VOUT}=\text{BAT3\_4\_Gain Error}\times\text{DOUT}$$

第 5 通道和第 6 通道电池电压计算公式如下

$$\text{VOUT}=\text{BAT5\_6\_Gain Error}\times\text{DOUT}$$

第 7 通道至第 18 通道电池电压计算公式如下

$$\text{VOUT}=\text{BAT7\_18\_Gain Error}\times\text{DOUT}$$

### 16Bit CC ADC

MT9818 内置 16 位库仑计 CC ADC, 用于检测系统工作电流。CC ADC 的转换周期为  $265\text{ms}$ , 具有两种工作模式, 分别为单次触发和连续转换。

通过将寄存器 SYS\_CTRL2 的 CC\_EN 置为“1”, 使 CC ADC 进入连续转换模式, 连续转换模式时, 每  $265\text{ms}$  CC ADC 更新一次 CC ADC 寄存器转换结果, 每次转换完成后会将

SYS\_STAT 的 CC\_READY 置为“1”。

通过将寄存器 SYS\_CTRL2 的 CC\_EN 置为“0”, 且 CC\_ONESHOT 置为“1”, 使 CC ADC 进入单次触发模式, 单次触发模式时, CC ADC 只进行一次转换。

CC ADC 的输入范围为  $\pm 300\text{mV}$ , 最大推荐输入电压范围为  $\pm 200\text{mV}$ , 分辨率为  $9.16\mu\text{V}$ , MT9818 在出厂前对 CC ADC 的增益误差 CC\_Gain Error 进行校准, 校准信息存储在 EEPROM 中, CC\_Gain Error 的单位为  $\mu\text{V}/\text{LSB}$ 。将 CC ADC 输出结果 DOUT 转换成模拟电压 VOUT 的计算公式如下:

$$\text{VOUT}=\text{CC\_Gain Error}\times\text{DOUT};$$





| DOUT   | DOUT(十进制) | CC_Gain<br>Error(uV) | VOUT(uV) |
|--------|-----------|----------------------|----------|
| 0x0001 | 1         | 9.16                 | 9.16     |
| 0x2710 | 10000     | 9.20                 | 92000    |
| 0x7D00 | 32000     | 9.16                 | 293120   |
| 0x8300 | -32000    | 9.16                 | -293120  |
| 0xC350 | -15536    | 9.20                 | 142931.2 |
| 0xFFFF | -1        | 9.16                 | -9.16    |

当 CC\_ADC 的转换结果为正时，表示 SRN-SRP 为正，处于放电状态；当 CC\_ADC 的转换结果为负时，表示 SRN-SRP 为负，处于充电状态。

## 温度监测

### 外部温度测量

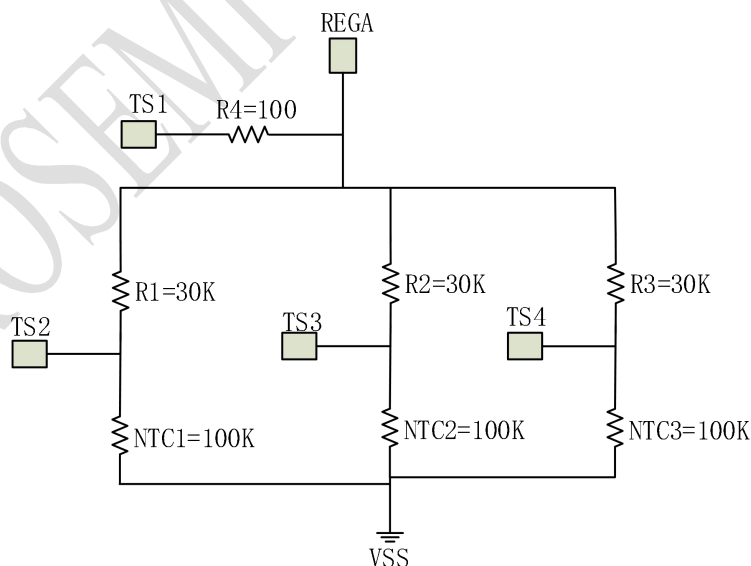
MT9818 提供四个外部温度测量端口，测量范围为 0.7V~5.3V，可通过 REGA 进行电阻分压后，将分压后的电压输入至 REGA 中，如下图所示，可实现 -40℃~100℃，实现温度和电压的转换，再通过 BAT1\_2\_GainError 和 TS\_ADC\_OFFSET 转换成 14 位数字码。将该数字码转换成电压计算公式如下：

若 TS\_ADC\_OFFSET < 0x80，则

$$VOUT = BAT1\_2\_Gain\ Error \times (DOUT + TS\_ADC\_OFFSET)$$

若 TS\_ADC\_OFFSET ≥ 0x80，则

$$VOUT = BAT1\_2\_Gain\ Error \times [DOUT - (TS\_ADC\_O - 0x80)]$$



按照上图所示，热敏电阻的计算公式如下：

$$NTC1 = VTS2 \times 30 \div (VTS1 - VTS2) \quad (K \Omega)$$

$$NTC2 = VTS3 \times 30 \div (VTS1 - VTS3) \quad (K \Omega)$$

$$NTC3 = VTS4 \times 30 \div (VTS1 - VTS4) \quad (K \Omega)$$

其中 VTS1~VTS4 均为温度通道转换的电压值。



## 16 位电池包总电压测量

MT9818 将 18 节电池电压进行累加得到电池包总电压，并存储在 BAT 寄存器中，电池包总电压的分辨率采用 BAT7\_18\_ADC\_GAIN\_Error，例 BAT7\_18\_ADC\_GAIN=400uV，则电池包总电压  $V_{OUT}=DOUT \times BAT7\_18\_Gain\_Error \times 8$ 。

## 电池保护

### 放电过流（Overcurrent in Discharge）、放电短路 Short Circuit in Discharge）

放电过流（OCD）和放电短路（SCD）使用采样比较器，工作频率为 32 kHz，在设备处于 NORMAL 模式时，持续对（SRP-SRN）间的电压进行监控。在检测到超过编程的 OCD SCD 电压阈值时，计数器开始以设置好的时钟进行计数。如果计数器到达它目标值，SYS\_STAT 寄存器将会更新以指示故障状态。

### 过压保护(Over-Voltage OV)、欠压保护(Under-Voltage UV)

过压（OV）和欠压（UV）保护是数字化处理的，通过对电池端的电压量化结果和存储在 OV 和 UV 寄存器中的 8 位编程的阈值电压进行比较，从而得到过压或欠压的信息。电池两端的电压通过 14 位 ADC 进行量化，OV 寄存器配置如下：10-XXXX-XXXX-1000，高两位为 10，低四位为 1000，中间八位可编程，因此可编程的高压保护范围为 3.15~4.7V；UV 寄存器配置如下：01-XXXX-XXXX-0000，高两位为 01，低四位为 0000，中间八位可编程，因此可编程的欠压保护范围为 1.58~3.1V。

由于电池电压转换有增益误差和失调误差，所以需要对设置的过压和欠压的保护阈值进行校准。具体校准流程如下：

1. 确定需要设定的过压和欠压阈值分别为 VOV 和 VUV。
2. 读取 BAT\_Gain\_Error。
3. 计算过压和欠压阈值对应的数字码分别为 VOV\_REG 和 VUV\_REG，具体计算如下：

$$VOV\_REG = (VOV) \div BAT7\_18\_Gain\_Error$$

$$VUV\_REG = (VUV) \div BAT7\_18\_Gain\_Error$$

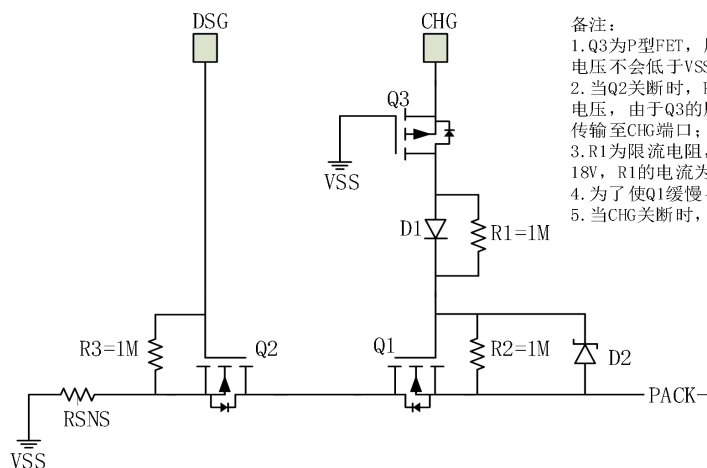
4. 将 VOV\_REG 和 VUV\_REG 的高两位和低四位去掉，保留中间八位。则需要写入过压 OV 寄存器的值为 10-VOV\_REG[11:4]-1000，需要写入欠压 UV 寄存器的值为 01-VUV\_REG[11:4]-0000。

## 驱动控制

### MOSFET 驱动

MT9818 内部集成了两个 Low-side MOSFET 驱动，驱动端口分别为 CHG 和 DSG，CHG 和 DSG 均可以用于控制 N 型 MOSFET，并且提供快速输出 12V 电压，DSG 可以快速关断至 VSS，而 CHG 通过外部较高电阻（例 1MΩ）下拉至 VSS。

MT9818 内部具有钳位电路，可以保证 CHG 端口电压不超过 20V。



- 备注:
1. Q3为P型FET, 用于钳位CHG, CHG端口电压不会低于VSS;
  2. 当Q2关断时, PACK-被下拉比VSS低的电压, 由于Q3的原因, PACK-的电压不会传输至CHG端口;
  3. R1为限流电阻, CHG的钳位电压为18V, R1的电流为 $(V(PACK-) - CHG) / R1$ ;
  4. 为了使Q1缓慢导通, 加入D2二极管;
  5. 当CHG关断时, R2将Q1下拉至PACK-。

通过将寄存器 SYS\_CTRL2 的 CHG\_ON 和 DSG\_ON 置为“1”，使 CHG 和 DSG 输出端口使能，MT9818 内部保护机制、模式切换以及 ALERT 端口复用均可以覆盖 CHG 和 DSG 的控制状态。如下表所示：

| 系统动作        | CHG_ON | DSG_ON |
|-------------|--------|--------|
| 过压 OV 保护    | 置为“0”  | 不变     |
| 欠压 UV 保护    | 不变     | 置为“0”  |
| 过流 OCD 保护   | 不变     | 置为“0”  |
| 短路过流 SCD 保护 | 不变     | 置为“0”  |
| ALERT_OVRD  | 置为“0”  | 置为“0”  |
| 从正常模式进入待机模式 | 置为“0”  | 置为“0”  |

## 负载检测

MT9818 的 CHG 端口具有负载检测的功能，负载检测电路在 CHG 关断时使能，当 CHG 关断后，CHG 应由外部下拉电阻下拉至 VSS，若负载未移除，则 CHG 将被上拉。当 CHG 电压超过负载检测阈值时，MT9818 将 LOAD\_PRESENT 置为“1”。当负载移除后，CHG 被下拉低于负载检测阈值时，MT9818 将 LOAD\_PRESENT 置为“0”，主机可通过读取 LOAD\_PRESENT 位获取负载信息。

## 报警模式

ALERT 端口可以输出高有效的中断信号，这个信号是 SYS\_STAT 寄存器所有位的或结果，必须将 SYS\_STAT 寄存器的所有位都清零，才可以清除 ALERT 中断信号。ALERT 端口提供了二级保护机制，当 ALERT 输出高阻状态或被外部电阻下拉时，外部主机可以将 ALERT 置为高电平，此时 OVRD\_ALERT 位置为“1”，将 CHG 和 DSG 关断。

ALERT 端口在使用过程中，需要连接下拉电阻（大于 1K $\Omega$ ），需要注意噪声屏蔽和消除寄生干扰，防止内部电路误触发。



## 功率模式

为了降低功耗，MT9818 含有三种功率模式，分别为硬件关断模式、待机模式、全功耗模式。

### 硬件关断模式

通过关闭 BAT 和 VPP 的电源电压，MT9818 进入硬件关断模式，BAT 和 VPP 端口电流小于 1uA。

### 全功耗模式

全功耗模式表示完全运行模式，其中所有模块都被使能，并且器件看到其最高电流消耗。在此模式下，可以禁用某些块/功能以节省功耗，包括 ADC 和 CC。只要 ADC 启用，OV 和 UV 就会持续运行。在此模式下，无法禁用 OCD 和 SCD 比较器。

### 待机模式

当设备处于全功耗模式时，主机控制器可以通过特定的 I<sup>2</sup>C 命令序列进入待机模式。在待机模式下，仅打开最少的块，包括 VSTUP 电源和原始启动探测器。从待机模式唤醒到全功耗模式需要将 BOOTUP 引脚拉至大于 VBOOT，这将触发器件启动序列，进入待机模式后，MT9818 会关断充电和放电 MOSFET 驱动。但不会将 0x05 寄存器(DSG\_ON 和 CHG\_ON 置为“0”)。

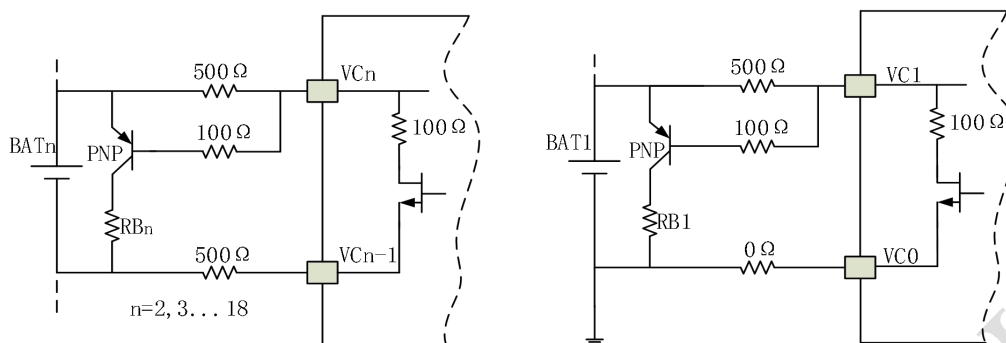
### 功率模式切换

| 初始状态  | 条件                             | 最终状态  |
|-------|--------------------------------|-------|
| 全功耗模式 | BOOTUP 为低电平，写入寄存器 SLEEP_EN 为 1 | 待机状态  |
| 待机模式  | BOOTUP 为高电平                    | 全功耗模式 |

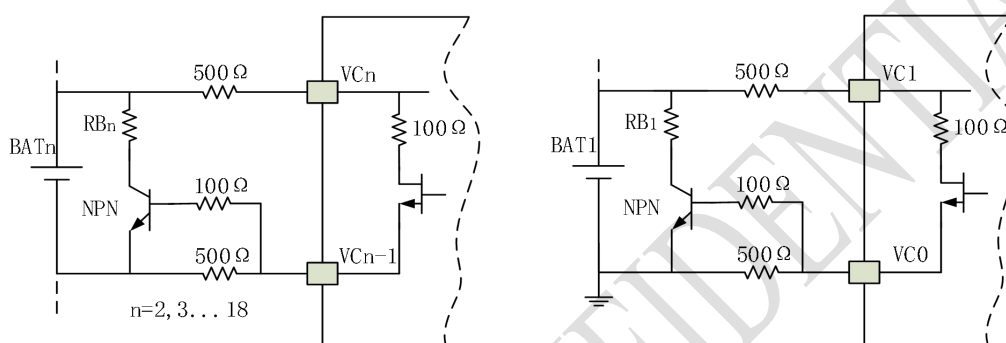
BOOTUP 端口在使用过程中，需要注意噪声屏蔽和消除寄生干扰。

### 均衡

MT9818 可支持内部均衡机制，通过写入寄存器 CB[17:0]控制 18 节串联电池均衡开关，当 CB[17:0]中某个或多个均衡开关打开时，MT9818 会周期性开启内部均衡 MOSFET。均衡推荐方案如下图所示，若主机开启相邻均衡开关，则只有位于较高位置的电池通道会进行均衡。



采用 PNP 三极管作为均衡管示意图



采用 NPN 三极管作为均衡管示意图

支持外部均衡，采用 PNP 或 NPN 三极管作为均衡管，利用内部均衡小电流在输入滤波电阻上产生的电压差，开启外部 PNP 或 NPN 三极管，实现外部均衡。



## 寄存器映射

| NAME      | ADDR | D7                   | D6             | D5              | D4              | D3              | D2              | D1               | D0          |
|-----------|------|----------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------|
| SYS_STAT  | 0x00 | CC_READY (RW)        | RSVD (R)       |                 | OVRD_ALERT (RW) | UV (RW)         | OV (RW)         | SCD (RW)         | OCD (RW)    |
| CELLBAL1  | 0x01 | RSVD (R)             |                | CB[5:0] (RW)    |                 |                 |                 |                  |             |
| CELLBAL2  | 0x02 | RSVD (R)             |                | CB[11:6] (RW)   |                 |                 |                 |                  |             |
| CELLBAL3  | 0x03 | RSVD (R)             |                | CB[17:12] (RW)  |                 |                 |                 |                  |             |
| SYS_CTRL1 | 0x04 | LOAD_PRESEN<br>T (R) | RSVD (R)       |                 | ADC_EN (RW)     | RSVD            |                 | SLEEP_<br>STATUS | SLEEP_EN    |
| SYS_CTRL2 | 0x05 | DELAY_DIS (RW)       | CC_EN (RW)     | CC_ONESHOT (RW) | RSVD (R)        |                 |                 | DSG_ON (RW)      | CHG_ON (RW) |
| PROTECT1  | 0x06 | RSNS                 | RSVD (R)       |                 | SCD_DELAY (RW)  |                 | SCD_THRESH (RW) |                  |             |
| PROTECT2  | 0x07 | RSVD (R)             | OCD_DELAY (RW) |                 |                 | OCD_THRESH (RW) |                 |                  |             |
| PROTECT3  | 0x08 | UV_DELAY (RW)        |                | OV_DELAY (RW)   |                 | RSVD (R)        |                 |                  |             |
| OV_TRIP   | 0x09 | OV_THRESH (RW)       |                |                 |                 |                 |                 |                  |             |
| UV_TRIP   | 0x0A | UV_THRESH (RW)       |                |                 |                 |                 |                 |                  |             |
| CHIP_ID   | 0x0B | 0x08 (R)             |                |                 |                 |                 |                 |                  |             |
| VC1_HI    | 0x0C | RSVD (R)             |                | VC1[13:8] (R)   |                 |                 |                 |                  |             |
| VC1_LO    | 0x0D | VC1[7:0] (R)         |                |                 |                 |                 |                 |                  |             |
| VC2_HI    | 0x0E | RSVD (R)             |                | VC2[13:8] (R)   |                 |                 |                 |                  |             |
| VC2_LO    | 0x0F | VC2[7:0] (R)         |                |                 |                 |                 |                 |                  |             |
| VC3_HI    | 0x10 | RSVD (R)             |                | VC3[13:8] (R)   |                 |                 |                 |                  |             |
| VC3_LO    | 0x11 | VC3[7:0] (R)         |                |                 |                 |                 |                 |                  |             |
| VC4_HI    | 0x12 | RSVD (R)             |                | VC4[13:8] (R)   |                 |                 |                 |                  |             |
| VC4_LO    | 0x13 | VC4[7:0] (R)         |                |                 |                 |                 |                 |                  |             |
| VC5_HI    | 0x14 | RSVD (R)             |                | VC5[13:8] (R)   |                 |                 |                 |                  |             |
| VC5_LO    | 0x15 | VC5[7:0] (R)         |                |                 |                 |                 |                 |                  |             |
| VC6_HI    | 0x16 | RSVD (R)             |                | VC6[13:8] (R)   |                 |                 |                 |                  |             |
| VC6_LO    | 0x17 | VC6[7:0] (R)         |                |                 |                 |                 |                 |                  |             |
| VC7_HI    | 0x18 | RSVD (R)             |                | VC7[13:8] (R)   |                 |                 |                 |                  |             |
| VC7_LO    | 0x19 | VC7[7:0] (R)         |                |                 |                 |                 |                 |                  |             |
| VC8_HI    | 0x1A | RSVD (R)             |                | VC8[13:8] (R)   |                 |                 |                 |                  |             |
| VC8_LO    | 0x1B | VC8[7:0] (R)         |                |                 |                 |                 |                 |                  |             |
| VC9_HI    | 0x1C | RSVD (R)             |                | VC9[13:8] (R)   |                 |                 |                 |                  |             |
| VC9_LO    | 0x1D | VC9[7:0] (R)         |                |                 |                 |                 |                 |                  |             |
| VC10_HI   | 0x1E | RSVD (R)             |                | VC10[13:8] (R)  |                 |                 |                 |                  |             |
| VC10_LO   | 0x1F | VC10[7:0] (R)        |                |                 |                 |                 |                 |                  |             |
| VC11_HI   | 0x20 | RSVD (R)             |                | VC11[13:8] (R)  |                 |                 |                 |                  |             |
| VC11_LO   | 0x21 | VC11[7:0] (R)        |                |                 |                 |                 |                 |                  |             |



| NAME             | ADDR | D7                        | D6 | D5             | D4                   | D3 | D2 | D1 | D0 |
|------------------|------|---------------------------|----|----------------|----------------------|----|----|----|----|
| VC12_HI          | 0x22 | RSVD (R)                  |    | VC12[13:8] (R) |                      |    |    |    |    |
| VC12_LO          | 0x23 | VC12[7:0] (R)             |    |                |                      |    |    |    |    |
| VC13_HI          | 0x24 | RSVD (R)                  |    | VC13[13:8] (R) |                      |    |    |    |    |
| VC13_LO          | 0x25 | VC13[7:0] (R)             |    |                |                      |    |    |    |    |
| VC14_HI          | 0x26 | RSVD (R)                  |    | VC14[13:8] (R) |                      |    |    |    |    |
| VC14_LO          | 0x27 | VC14[7:0] (R)             |    |                |                      |    |    |    |    |
| VC15_HI          | 0x28 | RSVD (R)                  |    | VC15[13:8] (R) |                      |    |    |    |    |
| VC15_LO          | 0x29 | VC15[7:0] (R)             |    |                |                      |    |    |    |    |
| VC16_HI          | 0x2A | RSVD (R)                  |    | VC16[13:8] (R) |                      |    |    |    |    |
| VC16_LO          | 0x2B | VC16[7:0] (R)             |    |                |                      |    |    |    |    |
| VC17_HI          | 0x2C | RSVD (R)                  |    | VC17[13:8] (R) |                      |    |    |    |    |
| VC17_LO          | 0x2D | VC17[7:0] (R)             |    |                |                      |    |    |    |    |
| VC18_HI          | 0x2E | RSVD (R)                  |    | VC18[13:8] (R) |                      |    |    |    |    |
| VC18_LO          | 0x2F | VC18[7:0] (R)             |    |                |                      |    |    |    |    |
| BAT_HI           | 0x30 | BAT[15:8] (R)             |    |                |                      |    |    |    |    |
| BAT_LO           | 0x31 | BAT[7:0] (R)              |    |                |                      |    |    |    |    |
| TS1_HI           | 0x32 | RSVD (R)                  |    | TS1[13:8] (R)  |                      |    |    |    |    |
| TS1_LO           | 0x33 | TS1[7:0] (R)              |    |                |                      |    |    |    |    |
| TS2_HI           | 0x34 | RSVD (R)                  |    | TS2[13:8] (R)  |                      |    |    |    |    |
| TS2_LO           | 0x35 | TS2[7:0] (R)              |    |                |                      |    |    |    |    |
| TS3_HI           | 0x36 | RSVD (R)                  |    | TS3[13:8] (R)  |                      |    |    |    |    |
| TS3_LO           | 0x37 | TS3[7:0] (R)              |    |                |                      |    |    |    |    |
| TS4_HI           | 0x38 | RSVD (R)                  |    | TS4[13:8] (R)  |                      |    |    |    |    |
| TS4_LO           | 0x39 | TS4[7:0] (R)              |    |                |                      |    |    |    |    |
| CC_HI            | 0x3C | CC[15:8] (R)              |    |                |                      |    |    |    |    |
| CC_LO            | 0x3D | CC[7:0] (R)               |    |                |                      |    |    |    |    |
| CC_ADC_GAIN      | 0x3E | RSVD (R)                  |    |                | CC_ADC_GAIN[4:0] (R) |    |    |    |    |
| BAT1_2_ADC_GAIN  | 0x3F | BAT1_2_ADC_GAIN[7:0] (R)  |    |                |                      |    |    |    |    |
| BAT3_4_ADC_GAIN  | 0x40 | BAT3_4_ADC_GAIN[7:0] (R)  |    |                |                      |    |    |    |    |
| BAT5_6_ADC_GAIN  | 0x41 | BAT5_6_ADC_GAIN[7:0] (R)  |    |                |                      |    |    |    |    |
| BAT7_18_ADC_GAIN | 0x42 | BAT7_18_ADC_GAIN[7:0] (R) |    |                |                      |    |    |    |    |
| TS_ADC_OFFSET    | 0x43 | TS_ADC_OFFSET[7:0] (R)    |    |                |                      |    |    |    |    |



## 寄存器描述

## SYS\_STAT(0x00)

| BIT | D7               | D6 | D5 | D4                 | D3      | D2      | D1       | D0       |
|-----|------------------|----|----|--------------------|---------|---------|----------|----------|
| 名称  | CC_READY<br>(RW) | -  | -  | OVRD_ALERT<br>(RW) | UV (RW) | OV (RW) | SCD (RW) | OCD (RW) |
| 复位  | 0                | 0  | 0  | 0                  | 0       | 0       | 0        | 0        |

SYS\_STAT 寄存器可以在对应位写入“1”将此位清零。

CC\_READY(RW): CC ADC 转换完成标志位, 逻辑“1”有效。

OVRD\_ALERT(RW): 外部 ALERT 上拉标志位, 逻辑“1”有效。

UV(RW): 欠压保护标志位, 逻辑“1”有效。

OV(RW): 过压保护标志位, 逻辑“1”有效。

SCD(RW): 短路过流保护标志位, 逻辑“1”有效。

OCD(RW): 过流保护标志位, 逻辑“1”有效。

## CELLBAL1(0x01)

| BIT | D7 | D6 | D5         | D4         | D3         | D2         | D1         | D0         |
|-----|----|----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 名称  | -  | -  | CB[5] (RW) | CB[4] (RW) | CB[3] (RW) | CB[2] (RW) | CB[1] (RW) | CB[0] (RW) |
| 复位  | 0  | 0  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |

## CELLBAL2(0x02)

| BIT | D7 | D6 | D5          | D4          | D3         | D2         | D1         | D0         |
|-----|----|----|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| 名称  | -  | -  | CB[11] (RW) | CB[10] (RW) | CB[9] (RW) | CB[8] (RW) | CB[7] (RW) | CB[6] (RW) |
| 复位  | 0  | 0  | 0           | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          |

## CELLBAL3(0x03)

| BIT | D7 | D6 | D5          | D4          | D3          | D2          | D1          | D0          |
|-----|----|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 名称  | -  | -  | CB[17] (RW) | CB[16] (RW) | CB[15] (RW) | CB[14] (RW) | CB[13] (RW) | CB[12] (RW) |
| 复位  | 0  | 0  | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |

CB[17:0]: 均衡开关控制寄存器, 逻辑“1”有效。

## SYS\_CTRL1(0x04)

| BIT | D7                   | D6 | D5 | D4          | D3 | D2 | D1                   | D0               |
|-----|----------------------|----|----|-------------|----|----|----------------------|------------------|
| 名称  | LOAD_PRESEN<br>T (R) | -  | -  | ADC_EN (RW) | -  | -  | SLEEP_<br>STATUS (R) | SLEEP_EN<br>(RW) |
| 复位  | 0                    | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0                    | 0                |

LOAD\_PRESENT: 负载检测标志位, 逻辑“1”有效。

ADC\_EN(RW): BAT ADC 使能位, 逻辑“1”有效。

SLEEP\_STATUS(R): 待机模式标志位, 逻辑“1”有效。

SLEEP\_EN(RW): 待机模式使能位, 逻辑“1”有效。





## SYS\_CTRL2(0x05)

| BIT | D7 | D6            | D5                 | D4 | D3 | D2 | D1         | D0         |
|-----|----|---------------|--------------------|----|----|----|------------|------------|
| 名称  | -  | CC_EN<br>(RW) | CC_ONESHOT<br>(RW) | -  | -  | -  | DSG_ON(RW) | CHG_ON(RW) |
| 复位  | 0  | 0             | 0                  | 0  | 0  | 0  | 0          | 0          |

CC\_EN(RW): CC ADC 连续转换使能位, 逻辑“1”有效。

CC\_ONESHOT(RW): CC ADC 单次触发使能位, 逻辑“1”有效。

DSG\_ON(RW): 放电 MOSFET 驱动使能位, 逻辑“1”有效。

CHG\_ON(RW): 充电 MOSFET 驱动使能位, 逻辑“1”有效。

## PROTECT1(0x06)

| BIT | D7   | D6 | D5 | D4                    | D3                    | D2                     | D1                     | D0                     |
|-----|------|----|----|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 名称  | RSNS | -  | -  | SCD_DELAY<br>[1] (RW) | SCD_DELAY<br>[0] (RW) | SCD_THRESH<br>[2] (RW) | SCD_THRESH<br>[1] (RW) | SCD_THRESH<br>[0] (RW) |
| 复位  | 0    | 0  | 0  | 0                     | 0                     | 0                      | 0                      | 0                      |

RSNS: 短路过流保护和放电过流保护阈值选择位, 逻辑“1”有效。

SCD\_DELAY[1:0]: 短路过流保护延迟时间选择位。

| SCD_DELAY[1:0] | 短路过流保护延迟时间/us |
|----------------|---------------|
| 0x0            | 70            |
| 0x1            | 100           |
| 0x2            | 200           |
| 0x3            | 400           |

SCD\_THREH[2:0]: 短路过流保护阈值选择位。

| SCD_THRESH[2:0] | 短路过流保护阈值/mV |        |
|-----------------|-------------|--------|
|                 | RSNS=0      | RSNS=1 |
| 0x0             | 25          | 50     |
| 0x1             | 35          | 70     |
| 0x2             | 45          | 90     |
| 0x3             | 55          | 110    |
| 0x4             | 65          | 130    |
| 0x5             | 75          | 150    |
| 0x6             | 85          | 170    |
| 0x7             | 95          | 190    |

## PROTECT2(0x07)

| BIT | D7 | D6                    | D5                    | D4                    | D3                     | D2                     | D1                     | D0                     |
|-----|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 名称  | -  | OCD_DELAY<br>[2] (RW) | OCD_DELAY<br>[1] (RW) | OCD_DELAY<br>[0] (RW) | OCD_THRESH<br>[3] (RW) | OCD_THRESH<br>[2] (RW) | OCD_THRESH<br>[1] (RW) | OCD_THRESH<br>[0] (RW) |
| 复位  | 0  | 0                     | 0                     | 0                     | 0                      | 0                      | 0                      | 0                      |

OCD\_DELAY[2:0]: 放电过流保护延迟时间选择位。



| OCD_DELAY[2:0] | 短路过流保护延迟时间/ms |
|----------------|---------------|
| 0x0            | 8             |
| 0x1            | 20            |
| 0x2            | 40            |
| 0x3            | 80            |
| 0x4            | 160           |
| 0x5            | 320           |
| 0x6            | 640           |
| 0x7            | 1280          |

OCD\_THREH[3:0]: 放电过流保护阈值选择位。

| OCD_THRESH[3:0] | 短路过流保护阈值/mV |        |
|-----------------|-------------|--------|
|                 | RSNS=0      | RSNS=1 |
| 0x0             | 10          | 20     |
| 0x1             | 12.5        | 25     |
| 0x2             | 15          | 30     |
| 0x3             | 17.5        | 35     |
| 0x4             | 20          | 40     |
| 0x5             | 22.5        | 45     |
| 0x6             | 25          | 50     |
| 0x7             | 27.5        | 55     |
| 0x8             | 30          | 60     |
| 0x9             | 32.5        | 65     |
| 0xA             | 35          | 70     |
| 0xB             | 37.5        | 75     |
| 0xC             | 40          | 80     |
| 0xD             | 42.5        | 85     |
| 0xE             | 45          | 90     |
| 0xF             | 47.5        | 95     |

#### PROTECT3(0x08)

| BIT | D7                   | D6                   | D5                   | D4                   | D3 | D2 | D1 | D0 |
|-----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----|----|----|----|
| 名称  | UV_DELAY<br>[1] (RW) | UV_DELAY<br>[0] (RW) | OV_DELAY<br>[1] (RW) | OV_DELAY<br>[0] (RW) | -  | -  | -  | -  |
| 复位  | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0  | 0  | 0  | 0  |

UV\_DELAY[1:0]: 欠压保护延迟时间选择位。

| UV_DELAY[2:0] | 欠压保护延迟时间/s |
|---------------|------------|
| 0x0           | 1          |
| 0x1           | 4          |
| 0x2           | 8          |
| 0x3           | 16         |

OV\_DELAY[1:0]: 过压保护延迟时间选择位。



| OV_DELAY[2:0] | 过压保护延迟时间/s |
|---------------|------------|
| 0x0           | 1          |
| 0x1           | 2          |
| 0x2           | 4          |
| 0x3           | 8          |

**OV\_TRIP(0x09)**

| BIT | D7                    | D6                    | D5                    | D4                    | D3                    | D2                    | D1                    | D0                    |
|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 名称  | OV_THRESH<br>[7] (RW) | OV_THRESH<br>[6] (RW) | OV_THRESH<br>[5] (RW) | OV_THRESH<br>[4] (RW) | OV_THRESH<br>[3] (RW) | OV_THRESH<br>[2] (RW) | OV_THRESH<br>[1] (RW) | OV_THRESH<br>[0] (RW) |
| 复位  | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     |

OV\_THRESH[7:0]: 过压保护阈值设置位, 默认复位为 0x00。

**UV\_TRIP(0x0A)**

| BIT | D7                    | D6                    | D5                    | D4                    | D3                    | D2                    | D1                    | D0                    |
|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 名称  | UV_THRESH<br>[7] (RW) | UV_THRESH<br>[6] (RW) | UV_THRESH<br>[5] (RW) | UV_THRESH<br>[4] (RW) | UV_THRESH<br>[3] (RW) | UV_THRESH<br>[2] (RW) | UV_THRESH<br>[1] (RW) | UV_THRESH<br>[0] (RW) |
| 复位  | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     | 0                     |

UV\_THRESH[7:0]: 欠压保护阈值设置位, 默认复位为 0x00。

**只读寄存器描述****CHIP\_ID(0x0B)**

| BIT | D7                 | D6                 | D5                 | D4                 | D3                 | D2                 | D1                 | D0                 |
|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 名称  | CHIP_ID<br>[7] (R) | CHIP_ID<br>[6] (R) | CHIP_ID<br>[5] (R) | CHIP_ID<br>[4] (R) | CHIP_ID<br>[3] (R) | CHIP_ID<br>[2] (R) | CHIP_ID<br>[1] (R) | CHIP_ID<br>[0] (R) |
| 复位  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 1                  | 0                  | 0                  | 0                  |

CHIP\_ID[7:0]: 器件 ID 寄存器, 默认为 0x08。

**VCX\_HI, VCX\_LO(0x0C~0x2F), X=1,2,3....18**

| BIT | D7                | D6                | D5                 | D4                 | D3                 | D2                 | D1                | D0                |
|-----|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 名称  | -                 | -                 | VCX_HI<br>[13] (R) | VCX_HI<br>[12] (R) | VCX_HI<br>[11] (R) | VCX_HI<br>[10] (R) | VCX_HI<br>[9] (R) | VCX_HI<br>[8] (R) |
| 复位  | 0                 | 0                 | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                 | 0                 |
| 名称  | VCX_LO<br>[7] (R) | VCX_LO<br>[6] (R) | VCX_LO<br>[5] (R)  | VCX_LO<br>[4] (R)  | VCX_LO<br>[3] (R)  | VCX_LO<br>[2] (R)  | VCX_LO<br>[1] (R) | VCX_LO<br>[0] (R) |
| 复位  | 0                 | 0                 | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                 | 0                 |

VCX\_HI[13:8]: X=1,2,3....18, 第 1 节至第 18 节电池电压寄存器高 6 位。

VCX\_LO[7:0]: X=1,2,3....18, 第 1 节至第 18 节电池电压寄存器低 8 位。

**BAT\_HI, BAT\_LO(0x30~0x31)**

| BIT | D7                 | D6                 | D5                 | D4                 | D3                 | D2                 | D1                | D0                |
|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 名称  | BAT_HI<br>[15] (R) | BAT_HI<br>[14] (R) | BAT_HI<br>[13] (R) | BAT_HI<br>[12] (R) | BAT_HI<br>[11] (R) | BAT_HI<br>[10] (R) | BAT_HI<br>[9] (R) | BAT_HI<br>[8] (R) |
| 复位  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                 | 0                 |
| 名称  | BAT_LO<br>[7] (R)  | BAT_LO<br>[6] (R)  | BAT_LO<br>[5] (R)  | BAT_LO<br>[4] (R)  | BAT_LO<br>[3] (R)  | BAT_LO<br>[2] (R)  | BAT_LO<br>[1] (R) | BAT_LO<br>[0] (R) |
| 复位  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                 | 0                 |

BAT\_HI[15:8]: 电池包总电压寄存器高 8 位。

BAT\_LO[7:0]: 电池包总电压寄存器低 8 位。

**TSX\_HI, TSX\_LO(0x32~0x39), X=1,2,3,4**

| BIT | D7                | D6                | D5                 | D4                 | D3                 | D2                 | D1                | D0                |
|-----|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 名称  | -                 | -                 | TSX_HI<br>[13] (R) | TSX_HI<br>[12] (R) | TSX_HI<br>[11] (R) | TSX_HI<br>[10] (R) | TSX_HI<br>[9] (R) | TSX_HI<br>[8] (R) |
| 复位  | 0                 | 0                 | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                 | 0                 |
| 名称  | TSX_LO<br>[7] (R) | TSX_LO<br>[6] (R) | TSX_LO<br>[5] (R)  | TSX_LO<br>[4] (R)  | TSX_LO<br>[3] (R)  | TSX_LO<br>[2] (R)  | TSX_LO<br>[1] (R) | TSX_LO<br>[0] (R) |
| 复位  | 0                 | 0                 | 0                  | 0                  | 0                  | 0                  | 0                 | 0                 |

TSX\_HI[13:8]: X=1,2,3,4, 第 1 个至第 4 个外部温度寄存器高 6 位。

TSX\_LO[7:0]: X=1,2,3,4, 第 1 个至第 4 个外部温度寄存器低 8 位。

**CC\_HI, CC\_LO(0x3C~0x3D)**

| BIT | D7                | D6                | D5                | D4                | D3                | D2                | D1               | D0               |
|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 名称  | CC_HI<br>[15] (R) | CC_HI<br>[14] (R) | CC_HI<br>[13] (R) | CC_HI<br>[12] (R) | CC_HI<br>[11] (R) | CC_HI<br>[10] (R) | CC_HI<br>[9] (R) | CC_HI<br>[8] (R) |
| 复位  | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                | 0                |
| 名称  | CC_LO<br>[7] (R)  | CC_LO<br>[6] (R)  | CC_LO<br>[5] (R)  | CC_LO<br>[4] (R)  | CC_LO<br>[3] (R)  | CC_LO<br>[2] (R)  | CC_LO<br>[1] (R) | CC_LO<br>[0] (R) |
| 复位  | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                | 0                |

CC\_HI[15:8]: 电流寄存器高 8 位。

CC\_LO[7:0]: 电流寄存器低 8 位。

**CC\_ADC\_GAIN(0x3E)**

| BIT | D7 | D6 | D5 | D4                     | D3                     | D2                     | D1                     | D0                     |
|-----|----|----|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 名称  | -  | -  | -  | CC_ADC_GAIN<br>[4] (R) | CC_ADC_GAIN<br>[3] (R) | CC_ADC_GAIN<br>[2] (R) | CC_ADC_GAIN<br>[1] (R) | CC_ADC_GAIN<br>[0] (R) |
| 复位  | 0  | 0  | 0  | 0                      | 0                      | 0                      | 0                      | 0                      |

CC\_ADC\_GAIN[4:0]: CC ADC 增益误差位。



| CC_ADC_GAIN[4:0] | CC_ADC_GAIN<br>(uV/LSB) | CC_ADC_GAIN[4:0] | CC_ADC_GAIN<br>(uV/LSB) |
|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
| 0x00             | 8.52                    | 0x10             | 9.16                    |
| 0x01             | 8.56                    | 0x11             | 9.20                    |
| 0x02             | 8.60                    | 0x12             | 9.24                    |
| 0x03             | 8.64                    | 0x13             | 9.28                    |
| 0x04             | 8.68                    | 0x14             | 9.32                    |
| 0x05             | 8.72                    | 0x15             | 9.36                    |
| 0x06             | 8.76                    | 0x16             | 9.40                    |
| 0x07             | 8.80                    | 0x17             | 9.44                    |
| 0x08             | 8.84                    | 0x18             | 9.48                    |
| 0x09             | 8.88                    | 0x19             | 9.52                    |
| 0x0A             | 8.92                    | 0x1A             | 9.56                    |
| 0x0B             | 8.96                    | 0x1B             | 9.60                    |
| 0x0C             | 9.00                    | 0x1C             | 9.64                    |
| 0x0D             | 9.04                    | 0x1D             | 9.68                    |
| 0x0E             | 9.08                    | 0x1E             | 9.72                    |
| 0x0F             | 9.12                    | 0x1F             | 9.76                    |

**BAT1\_2\_ADC\_GAIN(0x3F)**

| BIT | D7                             | D6                             | D5                             | D4                             | D3                             | D2                             | D1                             | D0                             |
|-----|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 名称  | BAT1_2_ADC_<br>GAIN<br>[7] (R) | BAT1_2_ADC_<br>GAIN<br>[6] (R) | BAT1_2_ADC_<br>GAIN<br>[5] (R) | BAT1_2_ADC_<br>GAIN<br>[4] (R) | BAT1_2_ADC_<br>GAIN<br>[3] (R) | BAT1_2_ADC_<br>GAIN<br>[2] (R) | BAT1_2_ADC_<br>GAIN<br>[1] (R) | BAT1_2_ADC_<br>GAIN<br>[0] (R) |
| 复位  | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              |

BAT1\_2\_ADC\_GAIN[7:0]: 第1通道和第2通道BATADC增益误差位。

**BAT3\_4\_ADC\_GAIN(0x40)**

| BIT | D7                             | D6                             | D5                             | D4                             | D3                             | D2                             | D1                             | D0                             |
|-----|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 名称  | BAT3_4_ADC_<br>GAIN<br>[7] (R) | BAT3_4_ADC_<br>GAIN<br>[6] (R) | BAT3_4_ADC_<br>GAIN<br>[5] (R) | BAT3_4_ADC_<br>GAIN<br>[4] (R) | BAT3_4_ADC_<br>GAIN<br>[3] (R) | BAT3_4_ADC_<br>GAIN<br>[2] (R) | BAT3_4_ADC_<br>GAIN<br>[1] (R) | BAT3_4_ADC_<br>GAIN<br>[0] (R) |
| 复位  | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              |

BAT3\_4\_ADC\_GAIN[7:0]: 第3通道和第4通道BATADC增益误差位。

**BAT5\_6\_ADC\_GAIN(0x41)**

| BIT | D7                             | D6                             | D5                             | D4                             | D3                             | D2                             | D1                             | D0                             |
|-----|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 名称  | BAT5_6_ADC_<br>GAIN<br>[7] (R) | BAT5_6_ADC_<br>GAIN<br>[6] (R) | BAT5_6_ADC_<br>GAIN<br>[5] (R) | BAT5_6_ADC_<br>GAIN<br>[4] (R) | BAT5_6_ADC_<br>GAIN<br>[3] (R) | BAT5_6_ADC_<br>GAIN<br>[2] (R) | BAT5_6_ADC_<br>GAIN<br>[1] (R) | BAT5_6_ADC_<br>GAIN<br>[0] (R) |
| 复位  | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              | 0                              |

BAT5\_6\_ADC\_GAIN[7:0]: 第5通道和第6通道BATADC增益误差位。

**BAT7\_18\_ADC\_GAIN(0x42)**

| BIT | D7                                  | D6                                  | D5                                  | D4                                  | D3                                  | D2                                  | D1                                  | D0                                  |
|-----|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 名称  | BAT7_18_ADC<br>—<br>GAIN<br>[7] (R) | BAT7_18_ADC<br>—<br>GAIN<br>[6] (R) | BAT7_18_ADC<br>—<br>GAIN<br>[5] (R) | BAT7_18_ADC<br>—<br>GAIN<br>[4] (R) | BAT7_18_ADC<br>—<br>GAIN<br>[3] (R) | BAT7_18_ADC<br>—<br>GAIN<br>[2] (R) | BAT7_18_ADC<br>—<br>GAIN<br>[1] (R) | BAT7_18_ADC<br>—<br>GAIN<br>[0] (R) |
| 复位  | 0                                   | 0                                   | 0                                   | 0                                   | 0                                   | 0                                   | 0                                   | 0                                   |

BAT7\_18\_ADC\_GAIN[7:0]: 第 7 通道至第 18 通道 BATADC 增益误差位。

BAT1\_2\_ADC\_GAIN[7:0] , BAT3\_4\_ADC\_GAIN[7:0] , BAT5\_6\_ADC\_GAIN[7:0] , BAT7\_18\_ADC\_GAIN[7:0]均按照下表进行查表对应的 LSB 值。每个步长为 0.25uV , BAT\_ADC\_GAIN 计算公式如下:

BAT1\_2\_ADC\_GAIN= 368+ BAT1\_2\_ADC\_GAIN[7:0]\*0.25;

BAT3\_4\_ADC\_GAIN= 368+ BAT3\_4\_ADC\_GAIN[7:0]\*0.25;

BAT5\_6\_ADC\_GAIN= 368+ BAT5\_6\_ADC\_GAIN[7:0]\*0.25;

BAT7\_18\_ADC\_GAIN=368+ BAT7\_18\_ADC\_GAIN[7:0]\*0.25。

| BAT_ADC_GAIN<br>[7:0] | BAT_ADC_GAIN<br>(uV/LSB) | BAT_ADC_GAIN<br>[7:0] | BAT_ADC_GAIN<br>(uV/LSB) |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 0x00                  | 368                      | 0x01                  | 368.25                   |
| 0x7F                  | 399.75                   | 0x80                  | 400                      |
| 0xFE                  | 431.5                    | 0xFF                  | 431.75                   |

**TS\_ADC\_OFFSET(0x43)**

| BIT | D7                           | D6                           | D5                           | D4                           | D3                           | D2                           | D1                           | D0                           |
|-----|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 名称  | TS_ADC_OFFS<br>ET<br>[7] (R) | TS_ADC_OFFS<br>ET<br>[6] (R) | TS_ADC_OFFS<br>ET<br>[5] (R) | TS_ADC_OFFS<br>ET<br>[4] (R) | TS_ADC_OFFS<br>ET<br>[3] (R) | TS_ADC_OFFS<br>ET<br>[2] (R) | TS_ADC_OFFS<br>ET<br>[1] (R) | TS_ADC_OFFS<br>ET<br>[0] (R) |
| 复位  | 0                            | 0                            | 0                            | 0                            | 0                            | 0                            | 0                            | 0                            |

TS\_ADC\_OFFSET[7:0]是温度通道失调误差。



## 应用

### 少于 18 节电池应用

| 电池节数 | 连接方式  |
|------|---|
| 8    | VC7~VC8,VC8~VC9,VC9~VC10,VC10~VC11,VC11~VC12,VC12~VC13,VC13~VC14,VC14~VC15,VC15~VC16,VC16~VC17 短接 |
| 9    | VC8~VC9,VC9~VC10,VC10~VC11,VC11~VC12,VC12~VC13,VC13~VC14,VC14~VC15,VC15~VC16,VC16~VC17 短接         |
| 10   | VC9~VC10,VC10~VC11,VC11~VC12,VC12~VC13,VC13~VC14,VC14~VC15,VC15~VC16,VC16~VC17 短接                 |
| 11   | VC10~VC11,VC11~VC12,VC12~VC13,VC13~VC14,VC14~VC15,VC15~VC16,VC16~VC17 短接                          |
| 12   | VC11~VC12,VC12~VC13,VC13~VC14,VC14~VC15,VC15~VC16,VC16~VC17 短接                                    |
| 13   | VC12~VC13,VC13~VC14,VC14~VC15,VC15~VC16,VC16~VC17 短接  |
| 14   | VC13~VC14,VC14~VC15,VC15~VC16,VC16~VC17 短接  |
| 15   | VC14~VC15,VC15~VC16,VC16~VC17 短接  |
| 16   | VC15~VC16,VC16~VC17 短接  |
| 17   | VC16~VC17 短接  |

[illegible]

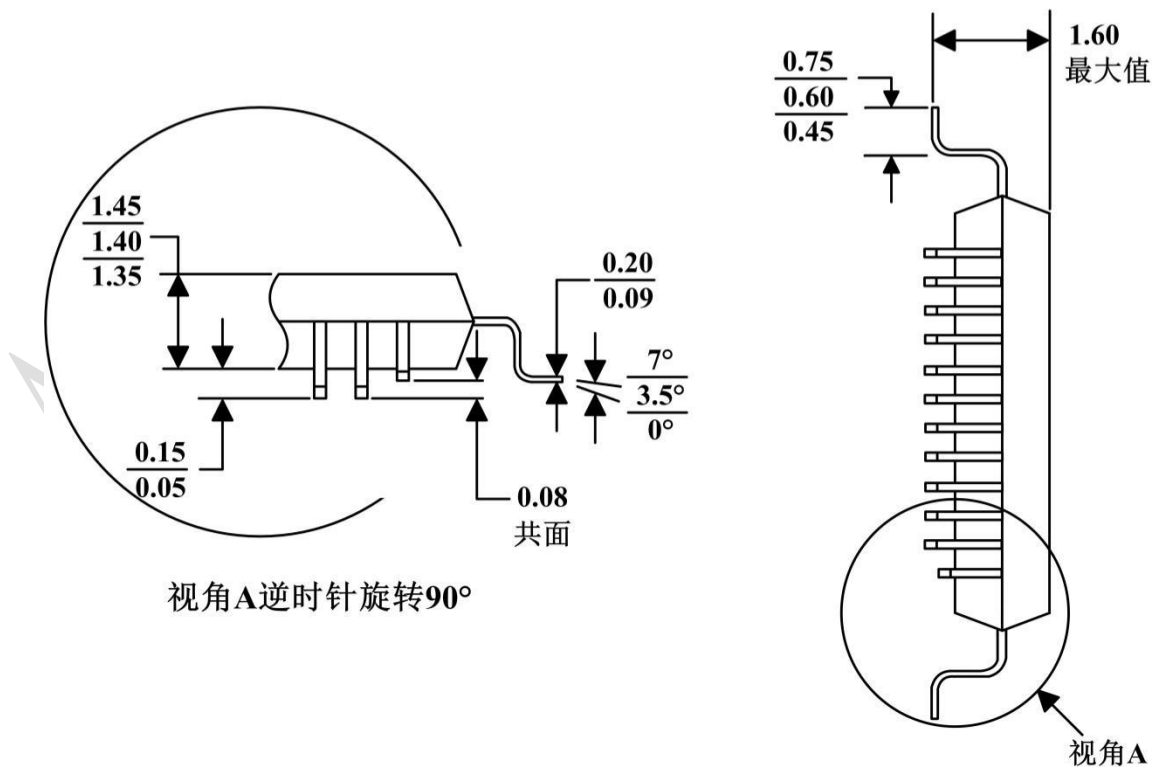
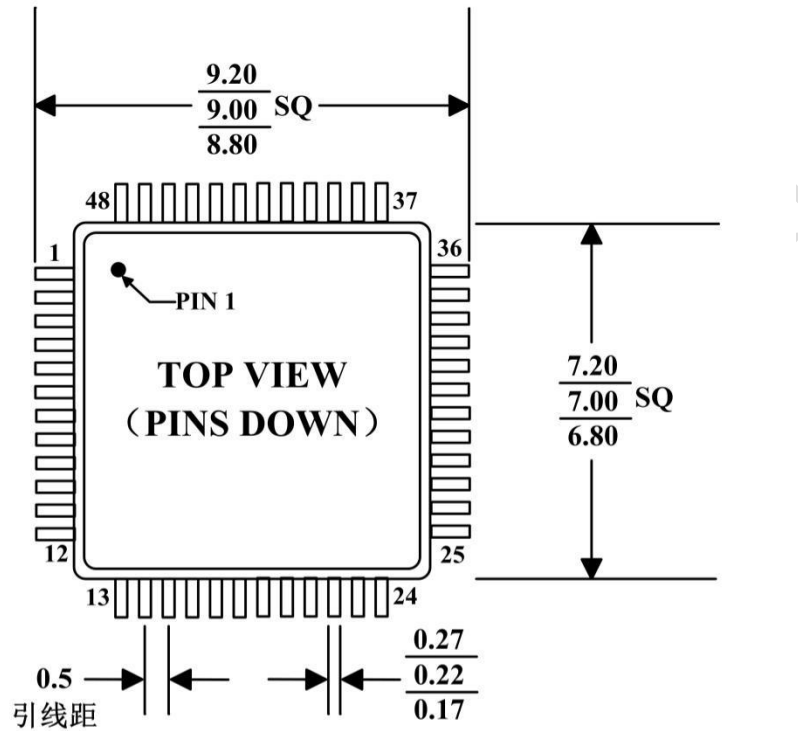




## 封装形式

## 48引脚薄型四方扁平封装

图中尺寸以厘米为单位



符合JEDEC-ms-026-bbc标准