

## 11 到 15 节锂电池或磷酸盐电池管理芯片

## 主要特点

- 内部 ADC 测量电池电压、芯片温度和工作环境温度
- 独立的内部 ADC 测量电池组电流（库仑计数器）
- 直接支持最多三个热敏电阻 (103AT)
- 放电过流 (OCD)、放电短路 (SCD)
- 过压 (OV)、欠压 (UV)
- 二级保护器故障检测
- I<sup>2</sup>C 接口
- 集成电池均衡场效应管
- 充电、放电低侧 N 沟道场效应管驱动器
- 主机微控制器的警报中断
- 默认 3.3V 输出稳压器，可提供 2.5V
- 高电源耐压值：108V
- 随机电池连接容忍

## 产品简述

MS9940T 是模拟前端 (AFE) 芯片，支持 11 到 15 组电池串联。通过 I<sup>2</sup>C，主机控制器可以使用 MS9940T 来实现电池组管理功能，例如监控（电池电压、电池组电流、电池组温度）、保护（控制充电/放电 FET）和电池均衡。可以使用 MS9940T 来管理锂离子、磷酸铁锂等各种化学成分的电池。MS9940T 工作温度范围-40°C 至 85°C。

## 应用

- 轻型电动汽车：电动自行车、电动滑板车、电动脚踏车
- 电动工具和园艺工具
- 备用电池单元 (BBUS)、储能系统 (ESS) 和不间断电源(UPS) 系统
- 无线基站备份系统
- 36-V、48-V、54-V 工业电池组

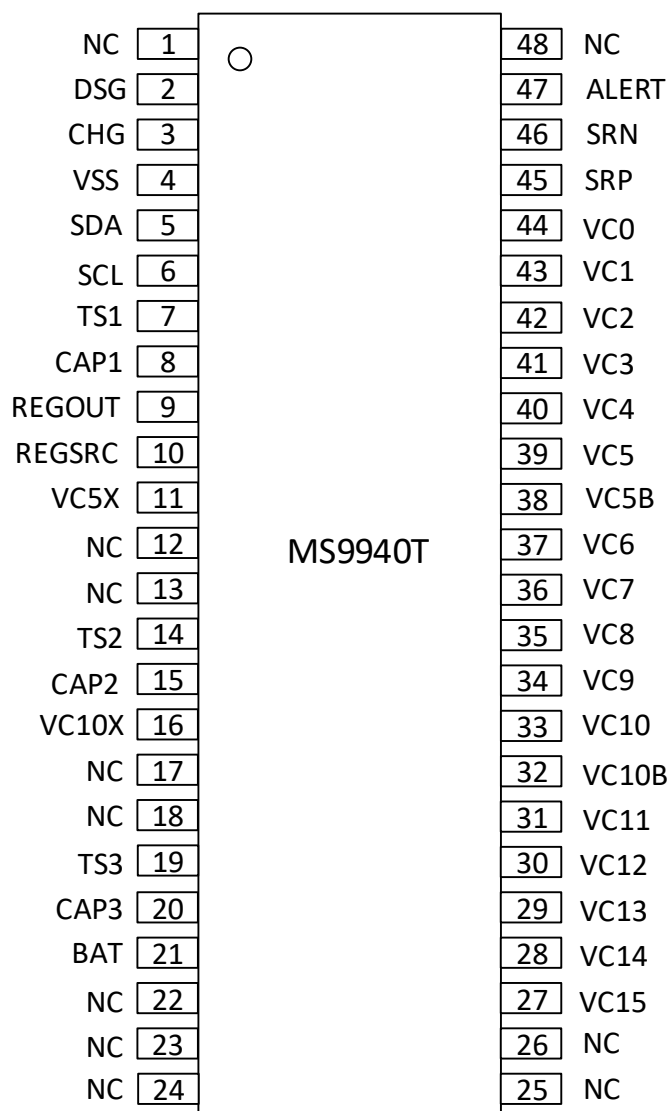
## 产品规格分类

| 产品      | 封装形式    | RANGE | 串联电池节数 | I <sup>2</sup> C地址(7-bit) | LDO(V) | CRC | 丝印名称    |
|---------|---------|-------|--------|---------------------------|--------|-----|---------|
| MS9940T | TSSOP48 | 01    | 11-15  | 0x08                      | 2.5    | No  | MS9940T |
|         |         | 02    |        |                           |        | Yes |         |
|         |         | 03    |        |                           | 3.3    | No  |         |
|         |         | 04    |        |                           |        | Yes |         |
|         |         | 05    |        | 0x18                      |        | Yes |         |

## 目录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 1. 主要特点 .....          | 1  |
| 2. 产品简述 .....          | 1  |
| 3. 应用 .....            | 1  |
| 4. 产品规格分类 .....        | 1  |
| 5. 目录 .....            | 2  |
| 6. 管脚图 .....           | 3  |
| 7. 管脚说明 .....          | 4  |
| 8. 内部框图 .....          | 6  |
| 9. 极限参数 .....          | 7  |
| 10. 推荐工作条件 .....       | 8  |
| 11. 电气参数 .....         | 10 |
| 12. 典型应用图 .....        | 16 |
| 13. 封装外形图 .....        | 17 |
| 14. 印章与包装规范 .....      | 18 |
| 15. 声明 .....           | 19 |
| 16. MOS 电路操作注意事项 ..... | 20 |

## 管脚图



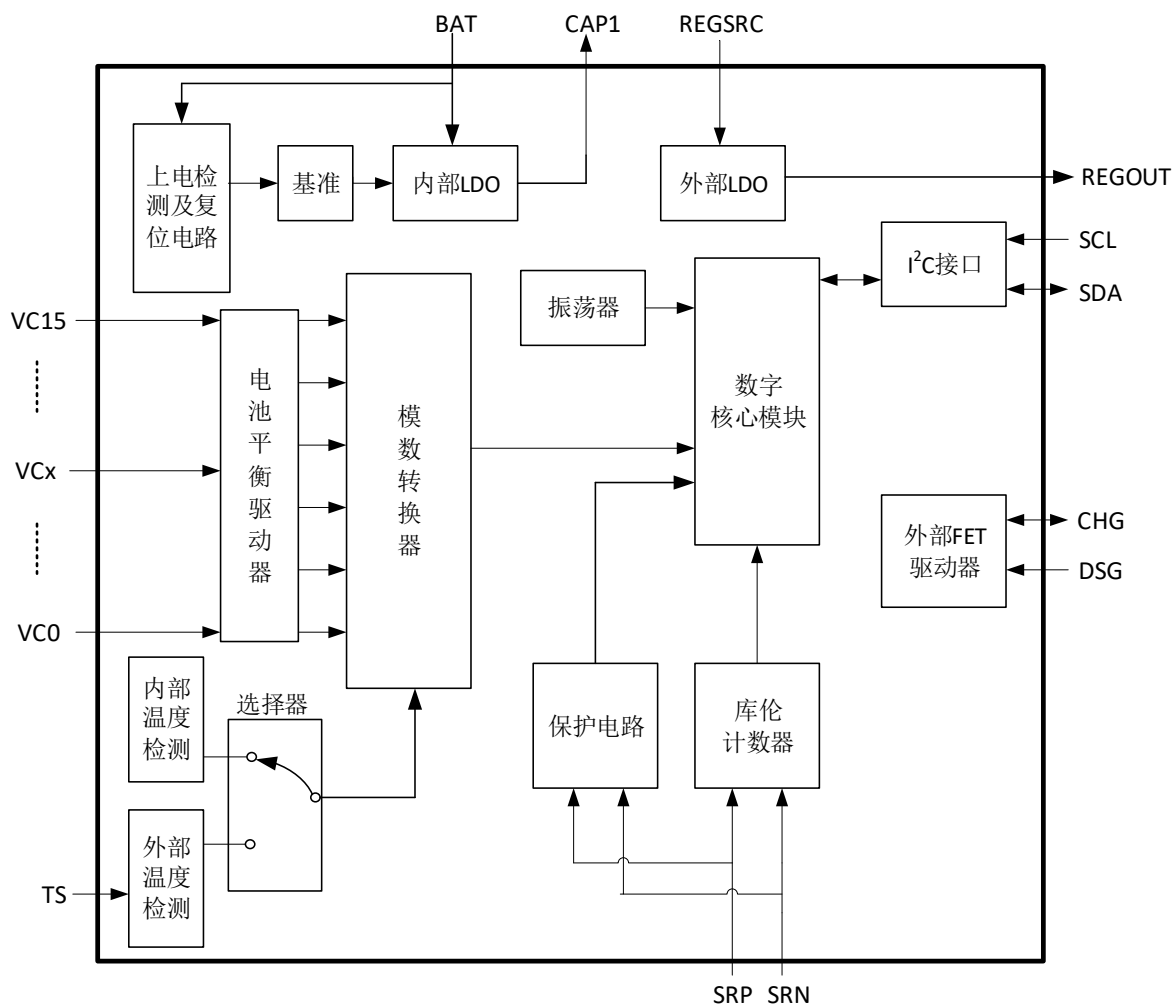
## 管脚说明

| 管脚编号 | 管脚名称   | 管脚属性 | 管脚描述                            |
|------|--------|------|---------------------------------|
| 1    | NC     | -    | 无连接                             |
| 2    | DSG    | O    | 放电场效应晶体管驱动器                     |
| 3    | CHG    | O    | 充电场效应晶体管驱动器                     |
| 4    | VSS    | -    | 参考地                             |
| 5    | SDA    | I/O  | 与主机控制器的 I <sup>2</sup> C 通信，数据脚 |
| 6    | SCL    | I    | 与主机控制器的 I <sup>2</sup> C 通信，时钟脚 |
| 7    | TS1    | I    | 热敏电阻 1 的正极 <sup>1</sup>         |
| 8    | CAP1   | O    | 3.3V 输出，连接电容到 VSS               |
| 9    | REGOUT | O    | 输出 LDO                          |
| 10   | REGSRC | I    | 输出 LDO 的供电电源                    |
| 11   | VC5X   | -    | 热敏电阻 2 的负极                      |
| 12   | NC     | -    | 无连接                             |
| 13   | NC     | -    | 无连接                             |
| 14   | TS2    | I    | 热敏电阻 2 的正极 <sup>1</sup>         |
| 15   | CAP2   | O    | 3.3V 输出，连接电容到 VC5X              |
| 16   | VC10X  | -    | 热敏电阻 3 的负极                      |
| 17   | NC     | -    | 无连接                             |
| 18   | NC     | -    | 无连接                             |
| 19   | TS3    | I    | 热敏电阻 3 的正极 <sup>1</sup>         |
| 20   | CAP3   | O    | 3.3V 输出，连接电容到 VC10X             |
| 21   | BAT    | -    | 电池（最顶端）端子                       |
| 22   | NC     | -    | 无连接                             |
| 23   | NC     | -    | 无连接                             |
| 24   | NC     | -    | 无连接                             |
| 25   | NC     | -    | 无连接                             |
| 26   | NC     | -    | 无连接                             |
| 27   | VC15   | I    | 第 15 个电池正极的检测电压                 |
| 28   | VC14   | I    | 第 14 个电池正极的检测电压                 |
| 29   | VC13   | I    | 第 13 个电池正极的检测电压                 |
| 30   | VC12   | I    | 第 12 个电池正极的检测电压                 |
| 31   | VC11   | I    | 第 11 个电池正极的检测电压                 |
| 32   | VC10B  | I    | 第 11 个电池负极的检测电压                 |
| 33   | VC10   | I    | 第 10 个电池正极的检测电压                 |

| 管脚编号 | 管脚名称  | 管脚属性 | 管脚描述           |
|------|-------|------|----------------|
| 34   | VC9   | I    | 第 9 个电池正极的检测电压 |
| 35   | VC8   | I    | 第 8 个电池正极的检测电压 |
| 36   | VC7   | I    | 第 7 个电池正极的检测电压 |
| 37   | VC6   | I    | 第 6 个电池正极的检测电压 |
| 38   | VC5B  | I    | 第 6 个电池负极的检测电压 |
| 39   | VC5   | I    | 第 5 个电池正极的检测电压 |
| 40   | VC4   | I    | 第 4 个电池正极的检测电压 |
| 41   | VC3   | I    | 第 3 个电池正极的检测电压 |
| 42   | VC2   | I    | 第 2 个电池正极的检测电压 |
| 43   | VC1   | I    | 第 1 个电池正极的检测电压 |
| 44   | VC0   | I    | 第 1 个电池负极的检测电压 |
| 45   | SRP   | I    | 负电流检测（靠近 VSS）  |
| 46   | SRN   | I    | 正电流检测          |
| 47   | ALERT | I/O  | 警告输出和故障检测输入    |
| 48   | NC    | -    | 无连接            |

注 1: 如果不使用, 请使用 10kΩ 标称电阻下拉至 VSS。

## 内部框图



## 极限参数

芯片使用中，任何超过极限参数的应用方式会对器件造成永久的损坏，芯片长时间处于极限工作状态可能会影响器件的可靠性。极限参数只是由一系列极端测试得出，并不代表芯片可以正常工作在此极限条件下。

| 参数         | 符号           | 测试条件                      | 额定值                     | 单位 |
|------------|--------------|---------------------------|-------------------------|----|
| 电源电压       | $V_{BAT}$    |                           | -0.3 ~ +108             | V  |
| 输入电压       | REGSRC       |                           | -0.3 ~ +45              | V  |
|            | $V_{IN}$     | $VCn-VSS, n=1,2,3...15$   | -0.3 ~ +n*7.2           | V  |
|            |              | $VCn-VCn-1, n=1,2,3...10$ | -0.3 ~ +9               | V  |
| 输出电压       | REGOUT,ALERT |                           | -0.3 ~ +3.6             | V  |
|            | DSG          |                           | -0.3 ~ +20              | V  |
|            | CHG          |                           | -0.3 ~ + $V_{CHGCLAMP}$ | V  |
| 每节电池均衡电流   | $I_{CB}$     |                           | 5                       | mA |
| DSG 管脚输入电流 | $I_{DSG}$    | 使能关断时，流入 DSG 管脚           | 7                       | mA |
| ESD(HBM)   | $V_{ESD}$    |                           | ±4000                   | V  |

## 推荐工作条件

| 参数       | 符号        | 测试条件                                                                        | 最小   | 典型 | 最大  | 单位       |
|----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|------|----|-----|----------|
| 电源电压     | $V_{BAT}$ | (BAT-VC10X),(VC10X-VC5X),<br>(VC5X-VSS)                                     | 7.5  |    | 25  | V        |
| 输入电压     | $V_{IN}$  | VCn-VCn-1,n=1,2,3...15。VCn-VCn-1,n=1,2,3...15。只限于使用的电池                      | 2    |    | 5   | V        |
|          |           | VCn-VSS,n=1,2,3,4,5.<br>VCn-VC5X,n=6,7,8,9,10.<br>VCn-VC10X,n=11,12,13,4,15 | 0    |    | 5*n | V        |
|          |           | SRP                                                                         | -10  |    | 10  | mV       |
|          |           | SRN                                                                         | -200 |    | 200 | mV       |
|          |           | VC0-VSS,VC5B-VC5X,VC10B-VC10X                                               | -10  |    | 10  | mV       |
|          |           | SDA,SCL                                                                     | 0    |    | 3.6 | V        |
|          |           | TS1-VSS,TS2-VCX5,TS3-VC10X                                                  | 0    |    | 3.6 | V        |
|          |           | REGSRC                                                                      | 6    |    | 25  | V        |
| 输出电压     | $V_{OUT}$ | CHG,DSG                                                                     | 0    |    | 16  | V        |
|          |           | REGOUT,ALERT                                                                | 0    |    | 3.6 | V        |
|          |           | CAP1-VSS,CAP2-VCX5,CAP3-VC10X                                               | 0    |    | 3.6 | V        |
| 每节电池均衡电流 | $I_{CB}$  |                                                                             | 0    |    | 5   | mA       |
| 电池外部输入电阻 | $R_C$     |                                                                             | 500  |    | 1k  | $\Omega$ |
| 电池外部输入电容 | $C_C$     |                                                                             | 0.1  | 1  | 10  | $\mu F$  |



| 参数             | 符号                | 测试条件                  | 最小  | 典型  | 最大  | 单位 |
|----------------|-------------------|-----------------------|-----|-----|-----|----|
| 电源滤波电容         | C <sub>f</sub>    |                       | 1   | 10  | 40  | μF |
| 电源滤波电阻         | R <sub>f</sub>    |                       | 40  | 100 | 1k  | Ω  |
| Rsns 的滤波电阻     | R <sub>FILT</sub> |                       | 100 | 1k  |     | Ω  |
| REGOUT 的负载电容   | C <sub>L</sub>    |                       | 1   | 4.7 |     | μF |
| 去耦电容           | C <sub>CAP</sub>  | CAP1,CAP2,CAP3,REGSRC | 1   |     |     | μF |
| 外部热敏电阻         | R <sub>TS</sub>   | 25°C                  |     | 10k |     | Ω  |
| 工作环境温度         | T <sub>A</sub>    |                       | -40 |     | 85  | °C |
| 存储温度           | T <sub>STG</sub>  |                       | -55 |     | 150 | °C |
| 管芯焊接可承受温度(10s) | T <sub>TOR</sub>  |                       |     | 260 |     | °C |

## 电气参数

典型工作条件是指 25°C 时，对应的 VBAT=48V。最大值与最小值是指从 -40°C 到 85°C 温度范围内的情况。另有说明的除外。

| 参数                                            | 符号                      | 测试条件                              | 最小 | 典型    | 最大 | 单位 |
|-----------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|----|-------|----|----|
| 正常模式电流                                        |                         |                                   |    |       |    |    |
| ADC 关, CC 关                                   | I <sub>DD</sub>         | 流入 BAT 和 REGSRC 总电流               |    | 38    |    | μA |
| ADC 开, CC 关                                   |                         |                                   |    | 66    |    | μA |
| ADC 关, CC 开                                   |                         |                                   |    | 124   |    | μA |
| ADC 开, CC 开                                   |                         |                                   |    | 152   |    | μA |
| ADC 关                                         | I <sub>CC_BAT</sub>     | 流入 BAT 电流                         |    | 25    |    | μA |
| ADC 开                                         |                         |                                   |    | 52    |    | μA |
| CC 关                                          | I <sub>CC_REGSRC</sub>  | 流入 REGSRC 电流                      |    | 14    |    | μA |
| CC 开                                          |                         |                                   |    | 99    |    | μA |
| SHIP 模式电流                                     |                         |                                   |    |       |    |    |
| SHIP 模式电流                                     | I <sub>SHIP</sub>       | 只有启动模块开启                          |    | 0.72  |    | μA |
| 电流变化和漏电流                                      |                         |                                   |    |       |    |    |
| 正常模式电流变化                                      | dI <sub>NOM</sub>       | 流入 VC5X 和 VC10X 电流                |    | 13    |    | μA |
| SHIP 模式电流变化                                   | dI <sub>SHIP</sub>      | 流入 VC5X 和 VC10X 电流                |    | ±0.2  |    | μA |
| ALERT 使能时, 增加的电流                              | dI <sub>ALERT</sub>     | 流入 VC5X 的电流或者<br>BAT 增加的电流        |    | 13    |    | μA |
| 电池测量时, 输入电流                                   | dI <sub>CELL</sub>      | 流入 VC0~VC4, VC6~VC9,<br>VC11-VC14 |    | ±0.06 |    | μA |
|                                               |                         | 流入 VC5、VC10、VC15                  |    | ±0.1  |    | μA |
| 端口输入漏电流                                       | I <sub>LKG</sub>        |                                   |    | 0.6   |    | μA |
| 内部电源控制（启动和关闭）                                 |                         |                                   |    |       |    |    |
| 模拟上电复位电压阈值                                    | V <sub>PORA</sub>       | BAT 脚                             |    | 23.5  |    | V  |
| TS1 脚出现启动信号之后,<br>允许 I <sup>2</sup> C 引脚通信的时间 | t <sub>I2CSTARTUP</sub> |                                   |    | 1     |    | ms |
| 启动信号来到<br>芯片完全启动的时间                           | t <sub>BOOTREADY</sub>  |                                   |    |       | 10 | ms |
| 关断温度                                          | T <sub>SHUTD</sub>      |                                   |    | 100   |    | °C |

| 参数                      | 符号                      | 测试条件                                 | 最小   | 典型    | 最大    | 单位     |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------|-------|-------|--------|
| 测量时间                    |                         |                                      |      |       |       |        |
| 测量周期                    | t <sub>VCELL</sub>      | 从 VC1 到 VC5, VC6 到 VC10, VC11 到 VC15 |      | 250   |       | ms     |
| 单节电池的测量时间               | t <sub>INDCELL</sub>    | 电池均衡关闭                               |      | 50    |       | ms     |
|                         |                         | 电池均衡开启                               |      | 12.5  |       | ms     |
| 电池测量之前的均衡时间             | t <sub>CB_RELAX</sub>   |                                      |      | 37.5  |       | ms     |
| 温度测量时间                  | t <sub>TEMP_DEC</sub>   |                                      |      | 12.5  |       | ms     |
| 电池包电压的计算周期              | t <sub>BAT</sub>        |                                      |      | 250   |       | ms     |
| 温度测量间隔                  | t <sub>TEMP</sub>       |                                      |      | 2     |       | s      |
| 用于电池电压测量和温度测量的 14 位 ADC |                         |                                      |      |       |       |        |
| ADC 推荐测量范围              | ADC <sub>RANGE</sub>    | 电池电压                                 | 2    |       | 5     | V      |
|                         |                         | TS1/温度测量                             | 0.3  |       | 3     | V      |
| ADC LSB 值               | ADC <sub>LSB</sub>      |                                      |      | 354   |       | μV     |
| 25°C 电池测量精度             | ADC                     | V <sub>CELL</sub> =3.6V~4.3V         |      | ±10   |       | mV     |
|                         |                         | V <sub>CELL</sub> =3.2V~4.6V         |      | ±15   |       | mV     |
|                         |                         | V <sub>CELL</sub> =2.0V~5.0V         |      | ±25   |       | mV     |
| 0~60°C 电池测量精度           |                         | V <sub>CELL</sub> =3.6V~4.3V         | -40  |       | 40    | mV     |
|                         |                         | V <sub>CELL</sub> =3.2V~4.6V         | -40  |       | 40    | mV     |
|                         |                         | V <sub>CELL</sub> =2.0V~5.0V         | -50  |       | 50    | mV     |
| -40~85°C 电池测量精度         |                         | V <sub>CELL</sub> =3.6V~4.3V         | -40  |       | 40    | mV     |
|                         |                         | V <sub>CELL</sub> =3.2V~4.6V         | -40  |       | 40    | mV     |
|                         |                         | V <sub>CELL</sub> =2.0V~5.0V         | -50  |       | 50    | mV     |
| 用于电流测量的库伦计数器 CC         |                         |                                      |      |       |       |        |
| CC 输入电压范围               | CC <sub>RANGE</sub>     |                                      | -200 |       | 200   | mV     |
| CC 满量程                  | CC <sub>FSR</sub>       |                                      | -270 |       | 270   | mV     |
| CC LSB                  | CC <sub>LSB</sub>       |                                      |      | 8.44  |       | μV     |
| CC 转换时间                 | t <sub>CC_READ</sub>    |                                      |      | 250   |       | ms     |
| 积分非线性 INL               | CC <sub>INL</sub>       | 输入电压范围内                              |      | ±2    | ±40   | LSB    |
| 失调误差                    | CC <sub>OFFSET</sub>    |                                      |      | ±1    | ±4    | LSB    |
| 增益误差                    | CC <sub>GAIN</sub>      | 输入电压范围内                              |      | ±0.8% | ±1.5% | FSR    |
| 增益误差漂移                  | CC <sub>GAINDRIFT</sub> | 输入电压范围内                              |      | 20    | 150   | ppm/°C |
| 有效输入电阻                  | CC <sub>RIN</sub>       |                                      |      | 2.5   | 3.5   | MΩ     |

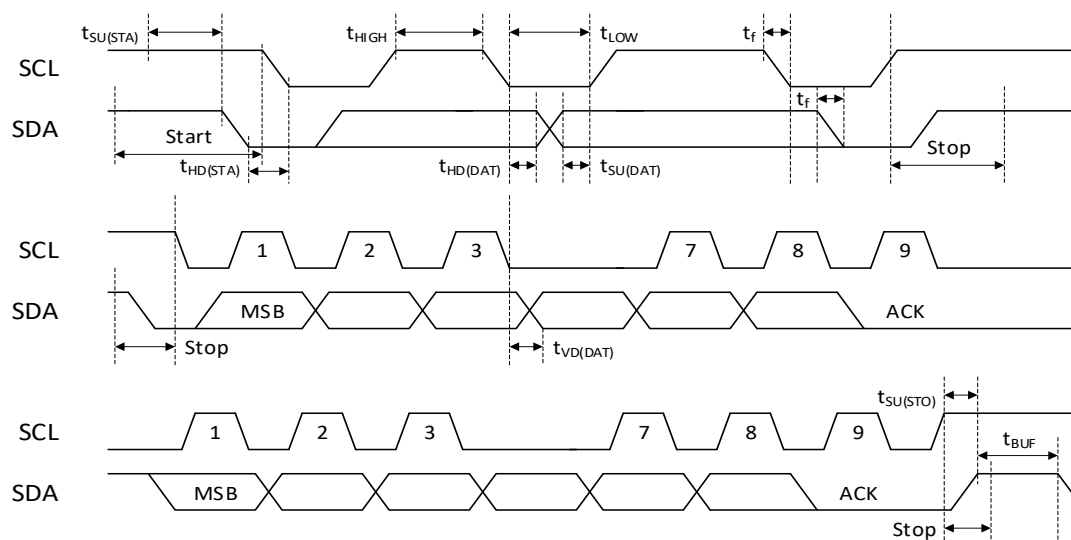
| 参数            | 符号                 | 测试条件                         | 最小     | 典型     | 最大     | 单位    |
|---------------|--------------------|------------------------------|--------|--------|--------|-------|
| <b>热敏电阻</b>   |                    |                              |        |        |        |       |
| 上拉电阻          | $R_{TS}$           | 25°C                         | 9.85   | 10     | 10.15  | kΩ    |
| 上拉电阻漂移        | $R_{TSDRIFT}$      | -40°C~85°C                   | 9.7    |        | 10.3   | kΩ    |
| <b>芯片温度</b>   |                    |                              |        |        |        |       |
| 芯片 25°C 时的结电压 | $V_{DIETEMP}$      |                              |        | 1.28   |        | V     |
| 结电压随芯片温度漂移    | $V_{DIETEMPDRIFT}$ |                              |        | -4.0   |        | mV/°C |
| <b>集成硬件保护</b> |                    |                              |        |        |        |       |
| 过压阈值范围        | $OV_{RANGE}$       |                              | 0x2008 |        | 0x2FF8 | ADC   |
| 欠压阈值范围        | $UV_{RANGE}$       |                              | 0x1000 |        | 0x1FF0 | ADC   |
| 过压欠压阈值步长      | $OV\_UV_{STEP}$    |                              |        | 16     |        | LSB   |
| 最小欠压值         | $UV_{MINQUAL}$     | 低于 $UV_{MINQUAL}$ ，<br>电池被短路 |        | 0x0518 |        | ADC   |
| 过压延时定时器选项     | $OV_{DELAY}$       | 过压延时 1 秒                     |        | 1      |        | s     |
|               |                    | 过压延时 2 秒                     |        | 2      |        | s     |
|               |                    | 过压延时 4 秒                     |        | 4      |        | s     |
|               |                    | 过压延时 8 秒                     |        | 8      |        | s     |
| 欠压延时定时器选项     | $UV_{DELAY}$       | 欠压延时 1 秒                     |        | 1      |        | s     |
|               |                    | 欠压延时 4 秒                     |        | 2      |        | s     |
|               |                    | 欠压延时 8 秒                     |        | 4      |        | s     |
|               |                    | 欠压延时 16 秒                    |        | 8      |        | s     |
| 过流保护阈值选项      | $OCD_{RANGE}$      | 测量 SRP-SRN                   | 9      |        | 95     | mV    |
| 过流保护阈值步长      | $OCD_{STEP}$       | RSNS=0                       |        | 2.55   |        | mV    |
|               |                    | RSNS=1                       |        | 5.1    |        | mV    |
| 过流保护延时        | $OCD_{DELAY}$      |                              | 8      |        | 1280   | ms    |
| 短路保护阈值选项      | $SCD_{RANGE}$      | 测量 SRP-SRN                   | 18.5   |        | 181.5  | mV    |
| 短路保护阈值步长      | $SCD_{STEP}$       | RSNS=0                       |        | 10.2   |        | mV    |
|               |                    | RSNS=1                       |        | 20.4   |        | mV    |
| 短路保护延时        | $SCD_{DELAY}$      |                              |        | 70     |        | μs    |
|               |                    |                              |        | 100    |        | μs    |
|               |                    |                              |        | 200    |        | μs    |
|               |                    |                              |        | 400    |        | μs    |

| 参数                  | 符号                 | 测试条件                                       | 最小   | 典型                      | 最大   | 单位         |
|---------------------|--------------------|--------------------------------------------|------|-------------------------|------|------------|
| 过流保护延时精度            | $T_{PROTACC}$      |                                            | -20% |                         | +20% |            |
| 过流保护和短路保护电压误差       | $OC_{OFFSET}$      |                                            | -5   | 3.5                     | +5   | mV         |
| 过流保护和短路保护比例精度       | $OC_{SCALEER}$     |                                            | -20% |                         | +20% |            |
| <b>充电和放电驱动器</b>     |                    |                                            |      |                         |      |            |
| CHG 和 DSG 打开        | $V_{FETON}$        | REGSRC $\geq$ 12V,<br>负载电阻 10M $\Omega$    | 10   | 12                      | 13.5 | V          |
| CHG 和 DSG 上升时间      | $t_{FET\_ON}$      | 负载 10nF, 10%~90%                           |      | 10                      | 100  | $\mu$ s    |
| CHG 下拉关闭时<br>下降时间   | $t_{CHG\_OFF}$     | 90%~10%                                    |      | 65                      | 200  | $\mu$ s    |
| DSG 下拉关闭时<br>下降时间   | $t_{DSG\_OFF}$     | 90%~10%                                    |      | 60                      | 90   | $\mu$ s    |
| CHG 下拉关闭时<br>对地电阻   | $R_{CHG\_OFF}$     | CHG 关闭<br>且保持在 12V                         |      | 0.7                     |      | M $\Omega$ |
| DSG 下拉关闭时<br>对地电阻   | $R_{DSG\_OFF}$     | DSG 关闭<br>且保持在 12V                         |      | 2.3                     |      | k $\Omega$ |
| 负载检测阈值              | $V_{LOAD\_DETECT}$ |                                            |      | 1.4                     |      | V          |
| CHG 钳位电压            | $V_{CHG\_CLAMP}$   | CHG 脚外部拉高,<br>最大 500 $\mu$ A 电流流入<br>CHG 脚 | 20   | 20.5                    | 21   | V          |
| <b>ALERT 管脚</b>     |                    |                                            |      |                         |      |            |
| 输出高电平               | $V_{ALERT\_OH}$    | $I_{OL}=1mA$                               |      | REGOUT<br>$\times 0.98$ |      | V          |
| 输出低电平               | $V_{ALERT\_OL}$    | 无负载                                        |      | 0                       |      | V          |
| 输入高电平               | $V_{ALERT\_IH}$    | 当内部驱动<br>ALERT 为低时                         | 1.6  | 1.75                    | 1.9  | V          |
| ALERT 输出为低时<br>下拉电阻 | $R_{ALERT\_PD}$    | ALERT 脚对地                                  |      | 2.0                     |      | M $\Omega$ |
| <b>电池均衡驱动器</b>      |                    |                                            |      |                         |      |            |
| 内部电池均衡<br>驱动电阻      | $R_{DSFET}$        | $V_{CELL}=3.6V$                            | 2.0  | 3.5                     | 5.0  | $\Omega$   |
| 电池均衡<br>开启时间占比      | $X_{BAL}$          | 每 250ms                                    |      | 70%                     |      |            |

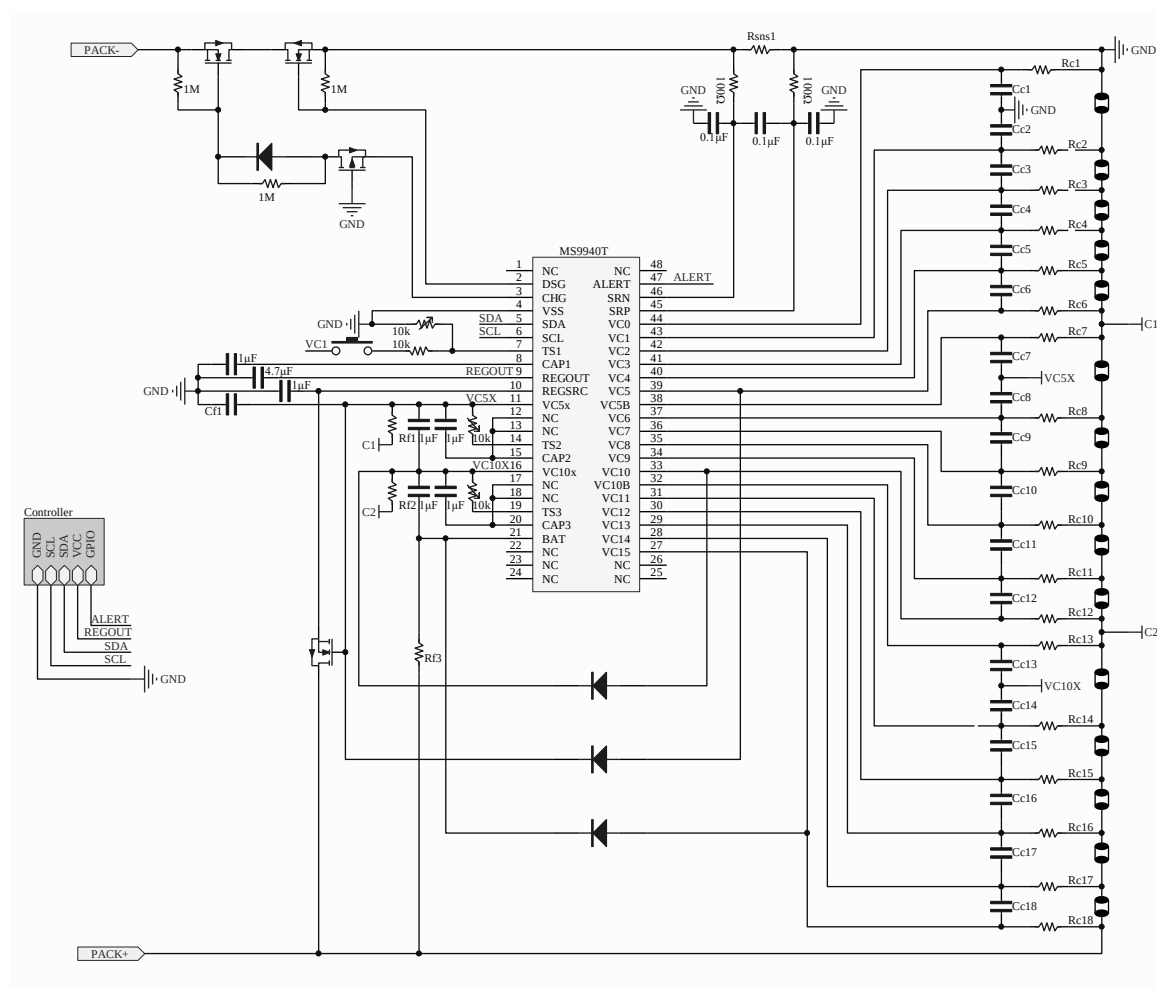
| 参数                          | 符号                  | 测试条件                                                | 最小                   | 典型                   | 最大   | 单位      |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|----------------------|------|---------|
| <b>REGOUT 管脚</b>            |                     |                                                     |                      |                      |      |         |
| 外部 LDO 输出电压<br>整个温度范围内, 无负载 | $V_{EXTLDO}$        | 2.5V 版本                                             | 2.45                 | 2.52                 | 2.55 | V       |
|                             |                     | 3.3V 版本                                             | 3.2                  | 3.3                  | 3.4  | V       |
| 线性调整                        | $V_{EXTLDO\_LN}$    | 10mA 负载电流,<br>REGSRC 脚经 100 $\mu$ s 从<br>6V 增加到 25V |                      | 5                    | 100  | mV      |
| 负载调整率                       | $V_{EXTLDO\_LD}$    | 负载电流从 0mA 到<br>10mA                                 | -4%                  | -1.7%                | +4%  |         |
| 直流负载时<br>最小输出电压             | $V_{EXTLDO\_DC}$    | 2.5V 版本 10mA                                        | 2.4                  | 2.44                 |      | V       |
|                             |                     | 2.5V 版本 20mA                                        | 2.3                  | 2.4                  |      | V       |
|                             |                     | 3.3V 版本 10mA                                        | 3.15                 | 3.21                 |      | V       |
|                             |                     | 3.3V 版本 20mA                                        | 3.05                 | 3.13                 |      | V       |
| 外部 LDO 电流限制                 | $V_{EXTLDO\_LIMIT}$ | REGOUT=0, REGSRC=18V                                | 32.0                 | 36.0                 | 40.0 | mA      |
| <b>启动检测</b>                 |                     |                                                     |                      |                      |      |         |
| 启动阈值电压                      | $V_{BOOT}$          | TS1 脚测量, 高于最大<br>值保证启动, 低于最小<br>值不会启动               | 300                  | 700                  | 1000 | mV      |
| 施加启动信号<br>持续时间              | $t_{BOOT}$          | TS1 脚测量, 高于最大<br>值保证启动, 低于最小<br>值不会启动               | 60                   | 125                  | 2000 | $\mu$ s |
| <b>I<sup>2</sup>C 接口</b>    |                     |                                                     |                      |                      |      |         |
| 输入低电平                       | $V_{IL}$            |                                                     |                      | REGOUT $\times$ 0.25 |      | V       |
| 输入高电平                       | $V_{IH}$            |                                                     | REGOUT $\times$ 0.75 |                      |      | V       |
| 输出低电平                       | $V_{OL}$            |                                                     | 0                    |                      |      | V       |
| SCL、SDA 下降时间                | $t_f$               |                                                     | 0.4                  |                      |      | ns      |
| SCL 高电平脉冲宽度                 | $t_{HIGH}$          |                                                     | 1.5                  |                      |      | $\mu$ s |
| SCL 低电平脉冲宽度                 | $t_{LOW}$           |                                                     | 2.0                  |                      |      | $\mu$ s |
| 开始状态建立时间                    | $t_{SU,STA}$        |                                                     | 2.0                  |                      |      | $\mu$ s |
| 开始状态保持时间                    | $t_{HD,STA}$        |                                                     | 1.5                  |                      |      | $\mu$ s |
| 数据建立时间                      | $t_{SU,DAT}$        |                                                     | 130                  |                      |      | ns      |

| 参数                 | 符号           | 测试条件 | 最小 | 典型  | 最大  | 单位      |
|--------------------|--------------|------|----|-----|-----|---------|
| 数据保持时间             | $t_{HD,DAT}$ |      |    | 26  |     | $\mu s$ |
| 结束状态建立时间           | $t_{SU,STO}$ |      |    | 2.5 |     | $\mu s$ |
| 新的传输开始之前总线上的空闲等待时间 | $t_{BUF}$    |      |    | 4.0 |     | $\mu s$ |
| 时钟变低到数据输出有效        | $t_{VD,DAT}$ |      |    |     | 900 | ns      |
| 时钟频率               | $f_{SCL}$    |      |    |     | 100 | kHz     |

时序图



典型应用图

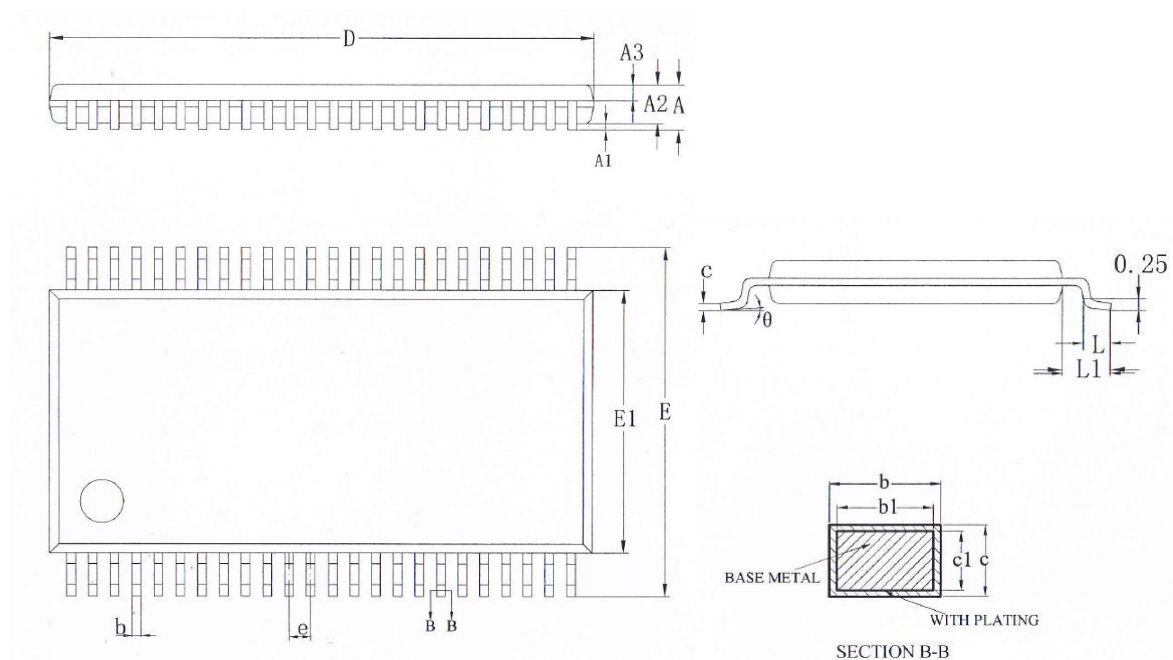


MS9940T 典型应用图



## 封装外形图

## TSSOP48



| 符号       | 尺寸（毫米）  |       |       |
|----------|---------|-------|-------|
|          | 最小      | 典型    | 最大    |
| A        | -       | -     | 1.20  |
| A1       | 0.05    | 0.10  | 0.15  |
| A2       | 0.85    | 0.95  | 1.05  |
| A3       | 0.35    | 0.40  | 0.45  |
| b        | 0.18    | -     | 0.26  |
| b1       | 0.17    | 0.20  | 0.23  |
| c        | 0.15    | -     | 0.19  |
| c1       | 0.14    | 0.15  | 0.16  |
| D        | 12.40   | 12.50 | 12.60 |
| E        | 7.90    | 8.10  | 8.30  |
| E1       | 6.00    | 6.10  | 6.20  |
| e        | 0.50BSC |       |       |
| L        | 0.45    | -     | 0.75  |
| L1       | 1.00REF |       |       |
| $\theta$ | 0       | -     | 8°    |

## 印章与包装规范

## 1. 印章内容介绍



产品型号：MS9940T

生产批号：XXXXXXX

## 2. 印章规范要求

采用激光打印，整体居中且采用 Arial 字体。

## 3. 包装规范说明

| 型号      | 封装形式    | 只/卷  | 卷/盒 | 只/盒  | 盒/箱 | 只/箱   |
|---------|---------|------|-----|------|-----|-------|
| MS9940T | TSSOP48 | 3000 | 1   | 3000 | 8   | 24000 |

## 声明

- 瑞盟保留说明书的更改权，恕不另行通知！客户在下单前应获取最新版本资料，并验证相关信息是否完整。
- 在使用瑞盟产品进行系统设计和整机制造时，买方有责任遵守安全标准并采取相应的安全措施，以避免潜在失败风险可能造成的人身伤害或财产损失！
- 产品提升永无止境，本公司将竭诚为客户提供更优秀的产品！

**MOS电路操作注意事项**

静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止 MOS 电路由于受静电放电的影响而引起的损坏：

- 1、操作人员要通过防静电腕带接地。
- 2、设备外壳必须接地。
- 3、装配过程中使用的工具必须接地。
- 4、必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。



+86-571-89966911



杭州市滨江区伟业路 1 号  
高新软件园 9 号楼 701 室

[http:// www.relmon.com](http://www.relmon.com)