

具有输入过压保护的磷酸铁 (LiFePO₄) 电池充电管理控制器

特性

- 完整的线性充电管理控制器：
 - 集成输入过压保护
 - 集成传输晶体管
 - 集成电流检测
 - 集成反向放电保护
- 具有热调节的恒流 / 恒压操作
- 4.15V 欠压锁定 (Undervoltage Lockout, UVLO)
- 具有 OVP (过压保护) 的 18V 绝对最大输入：
 - 6.5V - MCP73123
 - 13V - MCP73223
- 在整个温度范围 (-5°C 至 +55°C) 进行高精度预置电压调节：
 - ±0.5% - MCP73123
 - ±0.6% - MCP73223
- 电池充电电压选项：
 - 3.6V - MCP73123
 - 7.2V - MCP73223
- 电阻可编程快速充电电流：
 - 130 mA - 1100 mA
- 对深度放电的电池进行预充电
 - 可选择：10% 或禁用
- 集成预充电定时器：
 - 32 分钟或禁用
- 自动充电完成控制：
 - 可选最小电流比例：5%、7.5%、10% 或 20%
 - 充电时间安全定时器：4 小时、6 小时、8 小时或者禁用
- 自动再充电：
 - 可选择：95% 或禁用
- 出厂预置充电状态输出：
 - 开 / 关或闪烁
- 软启动
- 温度范围：-40°C 至 +85°C
- 封装：10 引脚 DFN (3 mm x 3 mm)

应用

- 低成本 LiFePO₄ 电池充电器
- 电源工具
- 玩具
- 备用储能设备

概述

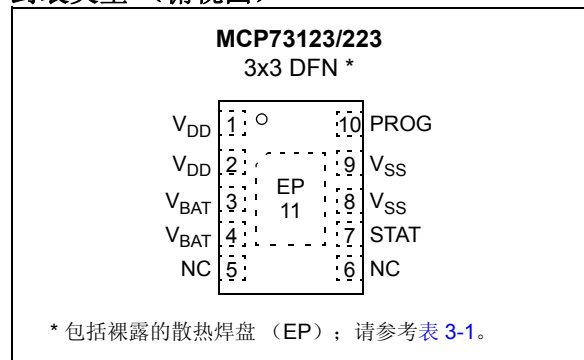
MCP73123/223 是高度集成的磷酸铁锂 (LiFePO₄) 电池充电管理控制器，可用于空间有限且对成本敏感的应用。MCP73123/223 可以为 LiFePO₄ 电池提供特定的充电算法，以在最短的充电时间内获得最优的电量和安全性。除了物理尺寸小巧以外，外部组件数量少也使得 MCP73123/223 非常适合于各种应用。MCP73123/223 的绝对最大电压最高可达 18V，因此可以在由于使用低成本壁式适配器或插拔插头而导致的高电压峰值等恶劣环境下使用。

MCP73123/223 采用恒流 / 恒压充电算法。每节 3.6V 的出厂预置参考电压的预充电阈值设计为 2V。对于快速充电，通过一个外部电阻将恒流值设置在 130 mA 至 1100 mA 范围内。MCP73123/223 在高功率或高环境温度条件下会根据管芯温度限制充电电流。热调节优化了充电周期，同时维持器件的稳定性。

MCP73123/223 的 PROG 引脚还充当使能引脚。设置为高阻抗时，MCP73123/223 将工作在待机模式下。

MCP73123/223 器件可正常工作在 -40°C 至 +85°C 的环境温度范围内。MCP73123/223 采用 10 引脚 DFN 封装形式。

封装类型 (俯视图)



MCP73123/223

典型应用

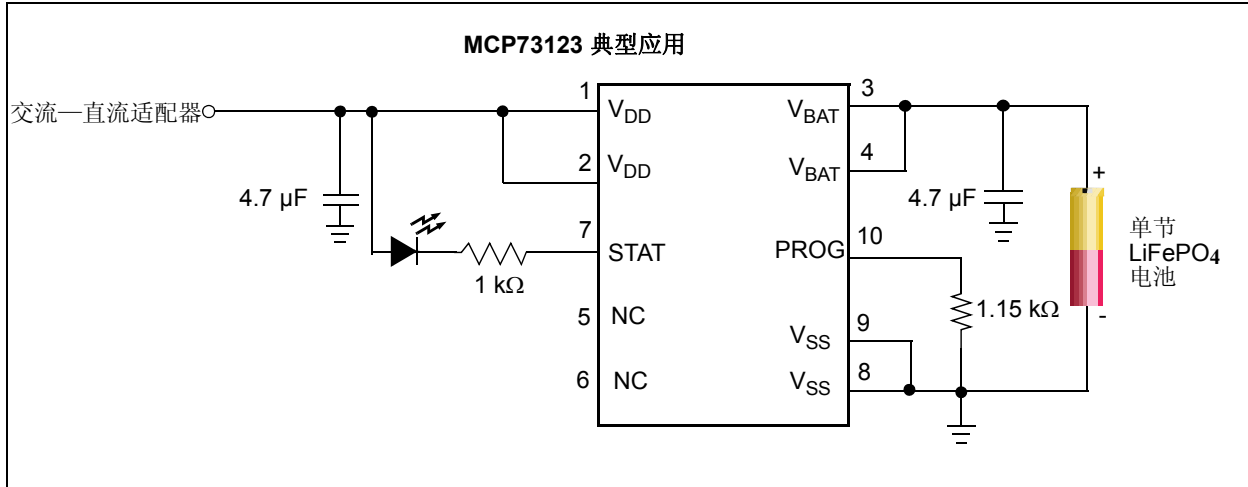


表 1: 可用出厂预置选项

| 充电电压 | OVP | 预充电 充电电流 | 预充电 阈值 | 预充电 定时器 | 充电时间 定时器 | 充电完成 控制 | 自动再充电 | 输出 状态 |
|------|------|-------------|-----------|---------------|----------------------------|--------------------------|-------|---------------|
| 3.6V | 6.5V | 禁用 / 10% | 2V | 禁用 / 32 分钟 | 禁用 / 4 小时 / 6 小时 / 8 小时 | 5% / 7.5% / 10% / 20% | 否 / 是 | 类型 1/ 类型 2 |
| 7.2V | 13V | 禁用 / 10% | 4V | 禁用 / 32 分钟 | 禁用 / 4 小时 / 6 小时 / 8 小时 | 5% / 7.5% / 10% / 20% | 否 / 是 | 类型 1/ 类型 2 |

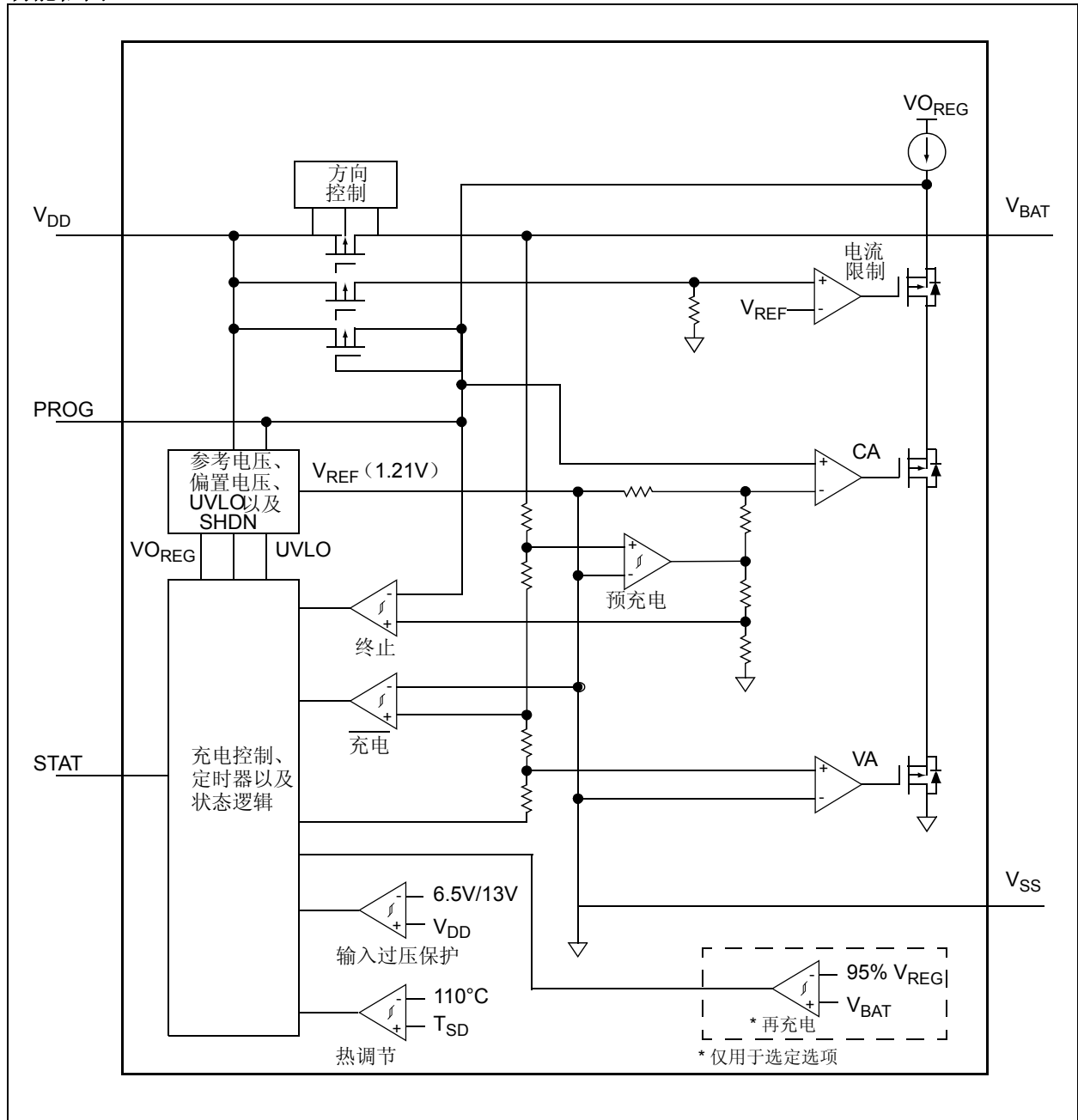
- 注 1: I_{REG} : 调节后的快速充电电流。
 2: V_{REG} : 调节后的充电电压。
 3: I_{PREG}/I_{REG} : 预充电电流与调节后的快速充电电流之比。
 4: I_{TERM}/I_{REG} : 充电完成控制电流与调节后的快速充电电流之比。
 5: V_{RTH}/V_{REG} : 再充电阈值电压与调节后的电池电压之比。
 6: V_{PTH}/V_{REG} : 预充电阈值电压与调节后的电池电压之比。

表 2: 标准样片选项

| 器件 编号 | V_{REG} | OVP | I_{PREG}/I_{REG} | 预充电 定时器 | 充电时间 定时器 | I_{TERM}/I_{REG} | V_{RTH}/V_{REG} | V_{PTH}/V_{REG} | 输出 状态 |
|-----------------|-----------|------|--------------------|------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------|
| MCP73123-22S/MF | 3.6V | 6.5V | 10% | 32 分钟 | 6 小时 | 10% | 95% | 2V | 类型 1 |
| MCP73223-C2S/MF | 7.2V | 13V | 10% | 32 分钟 | 6 小时 | 10% | 95% | 4V | 类型 1 |

- 注 1: 客户应联系其代理商、代表或现场应用工程师 (FAE) 寻求支持和获取样片。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本
 文档后附有销售办事处列表。可通过 <http://support.microchip.com> 获取技术支持。

功能框图



MCP73123/223

注:

1.0 电气特性

绝对最大值 †

| | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| V _{DD} | 18.0V |
| V _{PROG} | 6.0V |
| 所有输入和输出相对于 V _{SS} 的电压 | -0.3V 至 (V _{DD} +0.3)V |
| 最大结温 T _J | 内部限制 |
| 储存温度 | -65°C 至 +150°C |
| 所有引脚上的 ESD 保护 | |
| 人体模型 (1.5 kΩ 电阻与 100 pF 电容串联) | ≥4 kV |
| 机器模型 (200 pF 电容, 无串联电阻) | 300V |

†注: 如果器件运行参数超过上述各项绝对最大值, 即可能对器件造成永久性损坏。上述数值为运行条件最大值, 我们不建议器件在该规范范围外运行。如果器件长时间在绝对最大条件下工作, 其稳定性会受到影响。

直流特性

电气规范: 除非另有说明, 否则所有参数适用于 V_{DD} = [V_{REG} (典型值) + 0.3V] 至 12V, T_A = -40°C 至 +85°C。典型值在 +25°C、V_{DD} = [V_{REG} (典型值) + 1.0V] 条件下测得。

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|--------------------|--|-------|------|-------|-----|---|
| 电源输入 | | | | | | |
| 输入电压范围 | V _{DD} | 4 | — | 16 | V | |
| 工作电压 | V _{DD} | 4.2 | — | 6.5 | V | MCP73123 |
| 工作电压 | V _{DD} | 4.2 | — | 13.0 | V | MCP73223 |
| 供电电流 | I _{SS} | — | 4 | 5.5 | μA | 关断 (V _{DD} ≤ V _{BAT} - 150 mV) |
| | | — | 700 | 1500 | μA | 充电 |
| | | — | 30 | 100 | μA | 待机 (PROG 悬空) |
| | | — | 50 | 150 | μA | 充电完成; 无电池; V _{DD} < V _{STOP} |
| 电池放电电流 | | | | | | |
| 输出反向泄漏电流 | I _{DISCHARGE} | — | 0.5 | 2 | μA | 待机 (PROG 悬空) |
| | | — | 0.5 | 2 | μA | 关断 (V _{DD} ≤ V _{BAT} 或 V _{DD} < V _{STOP}) |
| | | — | 6 | 17 | μA | 充电完成; V _{DD} 为当前值 |
| 欠压锁定 | | | | | | |
| UVLO 启动阈值 | V _{START} | 4.10 | 4.15 | 4.25 | V | |
| UVLO 关断阈值 | V _{STOP} | 4.00 | 4.05 | 4.15 | V | |
| UVLO 迟滞 | V _{HYS} | — | 100 | — | mV | |
| 过压保护 | | | | | | |
| OVP 启动阈值 | V _{OVP} | 6.4 | 6.5 | 6.6 | V | MCP73123 |
| OVP 启动阈值 | V _{OVP} | 12.8 | 13 | 13.2 | V | MCP73223 |
| OVP 迟滞 | V _{OVPHYS} | — | 150 | — | mV | |
| 电压调节 (恒压模式) | | | | | | |
| 调节后的输出电压 | V _{REG} | 3.582 | 3.60 | 3.618 | V | T _A = -5°C 至 +55°C, I _{OUT} = 50 mA - MCP73123 |
| 输出电压容限 | V _{RTOL} | -0.5 | — | +0.5 | % | T _A = -5°C 至 +55°C |
| 调节后的输出电压 | V _{REG} | 7.157 | 7.20 | 7.243 | V | T _A = -5°C 至 +55°C, I _{OUT} = 50 mA - MCP73123 |
| 输出电压容限 | V _{RTOL} | -0.6 | — | +0.6 | % | T _A = -5°C 至 +55°C |
| 线性调节 | $ \frac{\Delta V_{BAT}}{V_{BAT}} / \Delta V_{DD} $ | — | 0.05 | 0.20 | %/V | V _{DD} = [V _{REG} (典型值) + 1V] 至 6V - MCP73123 V _{DD} = [V _{REG} (典型值) + 1V] 至 12V - MCP73223 I _{OUT} = 50 mA |
| 负载调节 | $ \Delta V_{BAT} / V_{BAT} $ | — | 0.05 | 0.20 | % | I _{OUT} = 50 mA - 150 mA V _{DD} = [V _{REG} (典型值) + 1V] |

注 1: 未经生产测试。由设计保证。

MCP73123/223

直流特性 (续)

| 电气规范: 除非另有说明, 否则所有参数适用于 $V_{DD} = [V_{REG} (\text{典型值}) + 0.3V]$ 至 12V, $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$ 。典型值在 $+25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = [V_{REG} (\text{典型值}) + 1.0V]$ 条件下测得。 | | | | | | |
|---|--------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|---|
| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
| 电源纹波衰减 | PSRR | — | -46 | — | dB | $I_{OUT} = 20 \text{ mA}$, 10 Hz 至 1 kHz |
| | | — | -30 | — | dB | $I_{OUT} = 20 \text{ mA}$, 10 Hz 至 10 kHz |
| 电池短路保护 | | | | | | |
| BSP 启动阈值 | V_{SHORT} | — | 1.45 | — | V | MCP73123 |
| BSP 启动阈值 | V_{SHORT} | — | 2.90 | — | V | MCP73223 |
| BSP 迟滞 | V_{BSPHYS} | — | 150 | — | mV | |
| BSP 调节电流 | I_{SHORT} | — | 25 | — | mA | |
| 电流调节 (快速充电, 恒流模式) | | | | | | |
| 快速充电电流调节 | I_{REG} | 130 | — | 1100 | mA | $T_A = -5^\circ\text{C}$ 至 $+55^\circ\text{C}$ |
| | | 117 | 130 | 143 | mA | PROG = 10 k Ω |
| | | 900 | 1000 | 1100 | mA | PROG = 1.1 k Ω |
| 预充电电流调节 (涓流充电恒流模式) | | | | | | |
| 预充电电流比 | I_{PREG}/I_{REG} | — | 10 | — | % | PROG = 1 k Ω 至 10 k Ω $T_A = -5^\circ\text{C}$ 至 $+55^\circ\text{C}$ |
| | | — | 100 | — | % | 无预充电 |
| 预充电电压阈值比 | V_{PTH} | 1.9 | 2.0 | 2.1 | V | MCP73123, V_{BAT} 由低到高 |
| | | 3.8 | 4.0 | 4.2 | V | MCP73223, V_{BAT} 由低到高 |
| 预充电迟滞 | V_{PHYS} | — | 100 | — | mV | V_{BAT} 由高到低 (注 1) |
| 充电终止 | | | | | | |
| 充电终止电流比 | I_{TERM}/I_{REG} | 3.7 | 5 | 6.3 | % | PROG = 1 k Ω 至 10 k Ω $T_A = -5^\circ\text{C}$ 至 $+55^\circ\text{C}$ |
| | | 5.6 | 7.5 | 9.4 | | |
| | | 7.5 | 10 | 12.5 | | |
| | | 15 | 20 | 25 | | |
| 自动再充电 | | | | | | |
| 再充电电压阈值比 | V_{RTH}/V_{REG} | 93 | 95 | 97 | % | V_{BAT} 由高到低 无自动再充电 |
| | | — | 0 | — | | |
| 传输晶体管导通电阻 | | | | | | |
| 导通电阻 | R_{DSON} | — | 350 | — | m Ω | $V_{DD} = 4.5V$, $T_J = 105^\circ\text{C}$ (注 1) |
| 状态指示器——STAT | | | | | | |
| 灌电流 | I_{SINK} | — | 20 | 35 | mA | |
| 低输出电压 | V_{OL} | — | 0.2 | 0.5 | V | $I_{SINK} = 4 \text{ mA}$ |
| 输入泄漏电流 | I_{LK} | — | 0.001 | 1 | μA | 高阻抗, 引脚上的 V_{DD} |
| PROG 输入 | | | | | | |
| 充电阻抗范围 | R_{PROG} | 1 | — | 21 | k Ω | |
| 关断阻抗 | R_{PROG} | — | 200 | — | k Ω | 关断阻抗 |
| PROG 电压范围 | V_{PROG} | 0 | — | 5 | V | |
| 自动关断 | | | | | | |
| 自动关断进入阈值 | V_{PENTRY} | $V_{BAT} + 10 \text{ mV}$ | $V_{BAT} + 50 \text{ mV}$ | — | V | V_{DD} 下降 |
| 自动关断退出阈值 | V_{PEXIT} | — | $V_{BAT} + 150 \text{ mV}$ | $V_{BAT} + 250 \text{ mV}$ | V | V_{DD} 上升 |
| 热关断 | | | | | | |
| 管芯温度 | T_{SD} | — | 150 | — | $^\circ\text{C}$ | |
| 管芯温度迟滞 | T_{SDHYS} | — | 10 | — | $^\circ\text{C}$ | |

注 1: 未经生产测试。由设计保证。

交流特性

电气规范：除非另有说明，否则所有参数适用于 $V_{DD} = [V_{REG} \text{ (典型值)} + 0.3V]$ 至 6V， $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$ 。
典型值在 $+25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = [V_{REG} \text{ (典型值)} + 1.0V]$ 条件下测得。

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|----------------|---------------|-----|-----|-----|---------------|---|
| 充电时间定时器 | | | | | | |
| 充电时间定时器周期 | $t_{ELAPSED}$ | — | 0 | — | 小时 | 禁用定时器 |
| | | 3.6 | 4.0 | 4.4 | 小时 | |
| | | 5.4 | 6.0 | 6.6 | 小时 | |
| | | 7.2 | 8.0 | 8.8 | 小时 | |
| 预充电定时器 | | | | | | |
| 预充电定时器周期 | t_{PRECHG} | — | 0 | — | 小时 | 禁用定时器 |
| | | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 小时 | |
| 状态指示器 | | | | | | |
| 状态输出关断 | t_{OFF} | — | — | 500 | μs | $I_{SINK} = 1 \text{ mA}$ 至 0 mA (注 1) |
| 状态输出开启 | t_{ON} | — | — | 500 | | $I_{SINK} = 0 \text{ mA}$ 至 1 mA (注 1) |

注 1：未经生产测试。由设计保证。

温度规范

电气规范：除非另有说明，否则所有参数适用于 $V_{DD} = [V_{REG} \text{ (典型值)} + 0.3V]$ 至 6V。
典型值在 $+25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = [V_{REG} \text{ (典型值)} + 1.0V]$ 条件下测得。

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|--------------------|---------------|-----|-----|------|--------------------|-----------------------|
| 温度范围 | | | | | | |
| 指定温度范围 | T_A | -40 | — | +85 | $^\circ\text{C}$ | |
| 工作温度范围 | T_J | -40 | — | +125 | $^\circ\text{C}$ | |
| 储存温度范围 | T_A | -65 | — | +150 | $^\circ\text{C}$ | |
| 封装热阻 | | | | | | |
| 热阻，10 引脚 DFN (3x3) | θ_{JA} | — | 43 | — | $^\circ\text{C/W}$ | 4 层 JC51-7 标准电路板，自然对流 |

MCP73123/223

注:

2.0 典型性能曲线

注：以下图表来自有限数量样本的统计结果，仅供参考。所列出的性能特性未经测试，我们不能保证。一些图表中列出的数据可能超出规定的工作范围（如：超出了规定电源电压范围），因此不在担保范围。

注：除非另有说明， $V_{DD} = [V_{REG} (\text{典型值}) + 1V]$ ， $I_{OUT} = 50 \text{ mA}$ 以及 $T_A = +25^\circ\text{C}$ ，恒压模式。

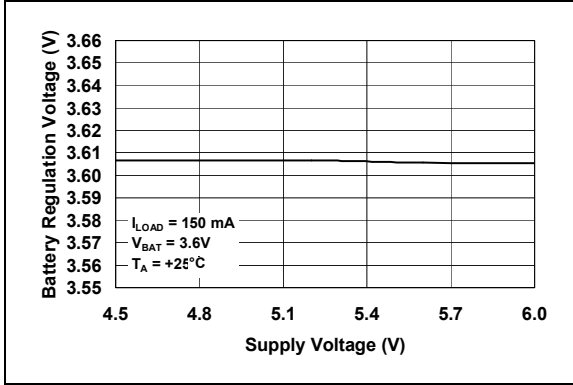


图 2-1: 电池调节电压 (V_{BAT}) — 电源电压 (V_{DD})

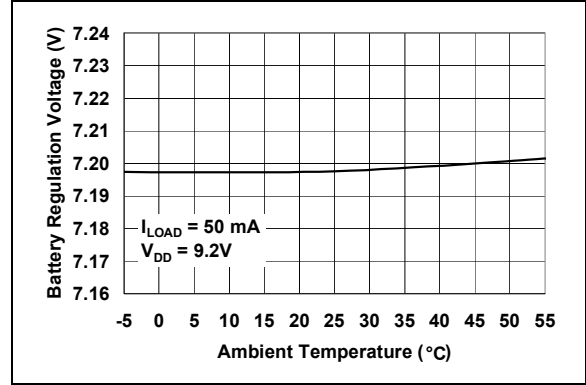


图 2-4: 电池调节电压 (V_{BAT}) — 环境温度 (T_A)

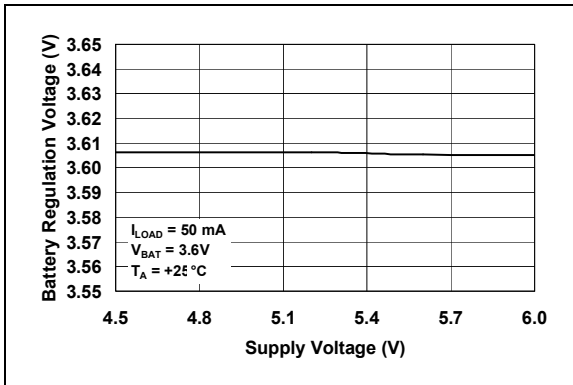


图 2-2: 电池调节电压 (V_{BAT}) — 电源电压 (V_{DD})

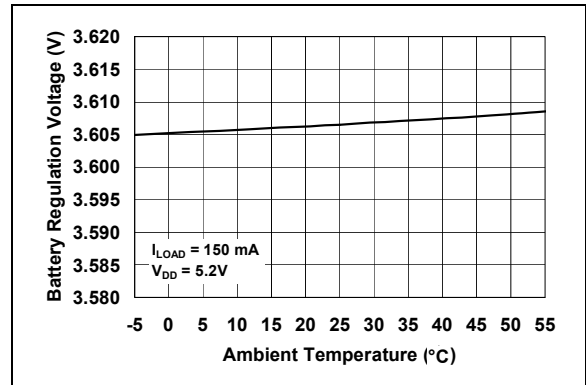


图 2-5: 电池调节电压 (V_{BAT}) — 环境温度 (T_A)

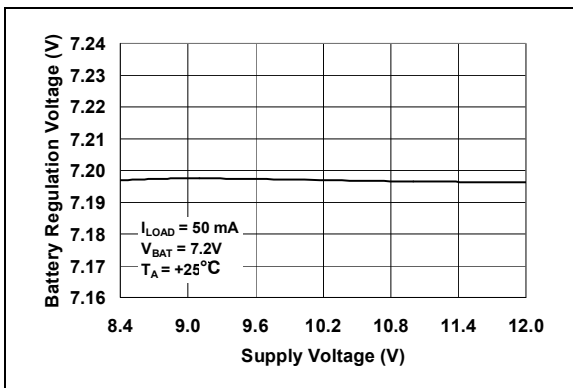


图 2-3: 电池调节电压 (V_{BAT}) — 电源电压 (V_{DD})

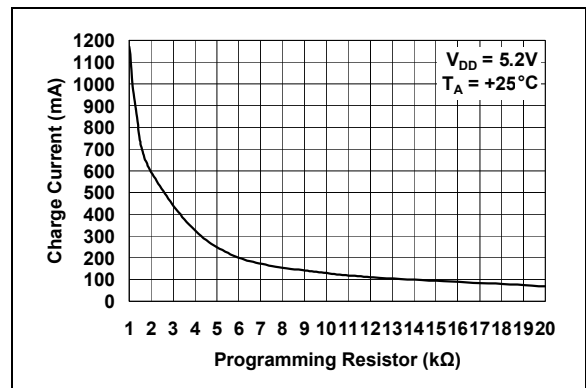


图 2-6: 充电电流 (I_{OUT}) — 编程电阻 (R_{PROG})

MCP73123/223

典型性能曲线 (续)

注: 除非另有说明, $V_{DD} = [V_{REG} (\text{典型值}) + 1V]$, $I_{OUT} = 10 \text{ mA}$ 以及 $T_A = +25^\circ\text{C}$, 恒压模式。

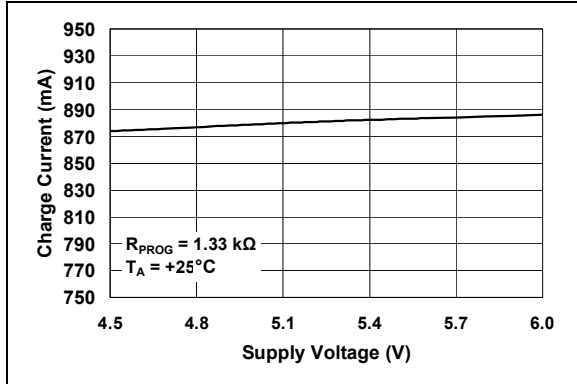


图 2-7: 充电电流 (I_{OUT}) 随编程电阻 (R_{PROG}) 变化

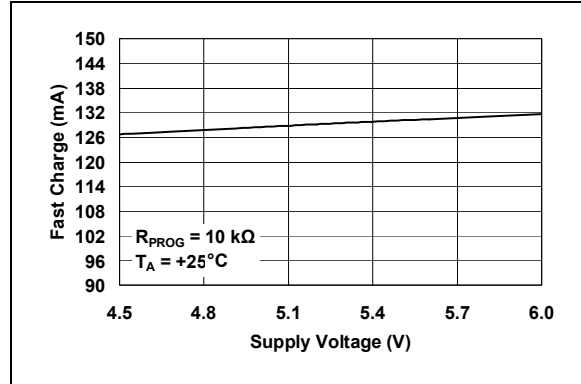


图 2-10: 快速充电电流 (I_{OUT}) 随编程电阻 (R_{PROG}) 变化

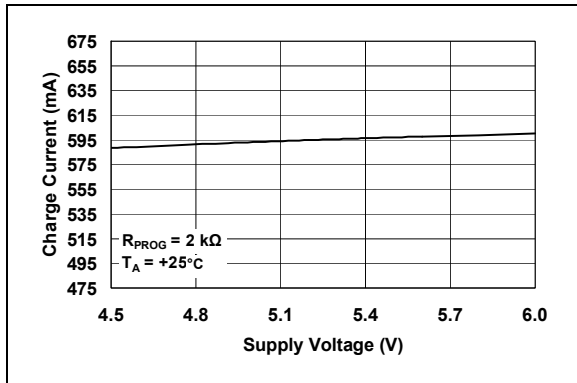


图 2-8: 充电电流 (I_{OUT}) 随编程电阻 (R_{PROG}) 变化

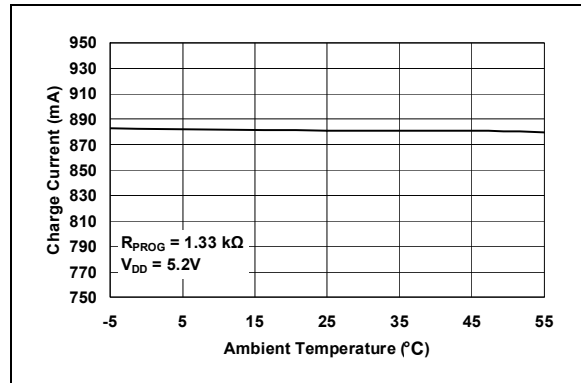


图 2-11: 充电电流 (I_{OUT}) 随环境温度 (T_A) 变化

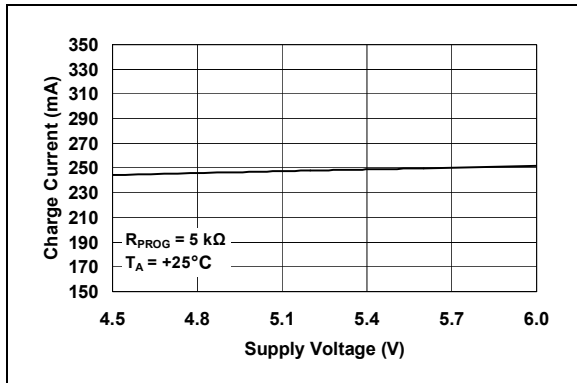


图 2-9: 充电电流 (I_{OUT}) 随编程电阻 (R_{PROG}) 变化

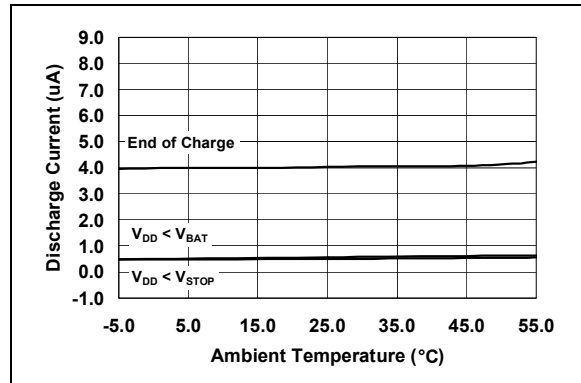


图 2-12: 输出泄漏电流 ($I_{DISCHARGE}$) 随环境温度 (T_A) 变化

典型性能曲线 (续)

注: 除非另有说明, $V_{DD} = [V_{REG} \text{ (典型值)} + 1V]$, $I_{OUT} = 10 \text{ mA}$ 以及 $T_A = +25^\circ\text{C}$, 恒压模式。

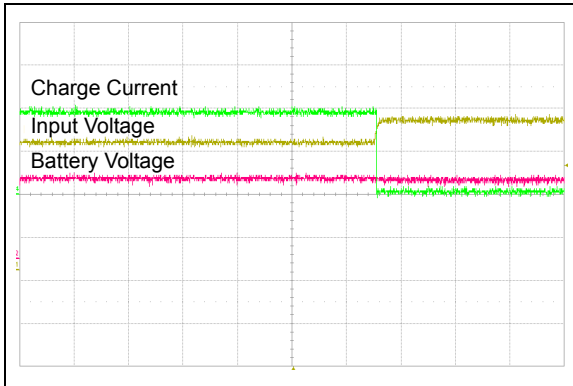


图 2-13: 过压保护启动 (50 ms/Div)

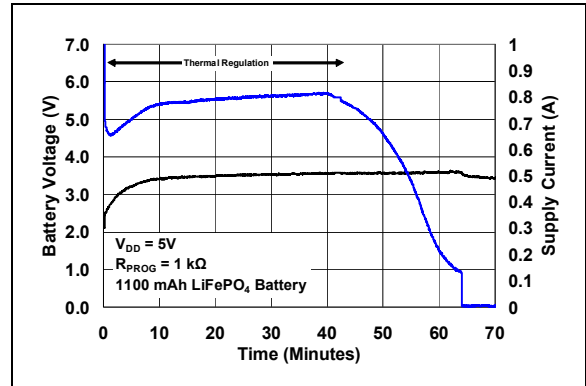


图 2-16: 完整充电周期 (1100 mAh LiFePO₄ 电池)

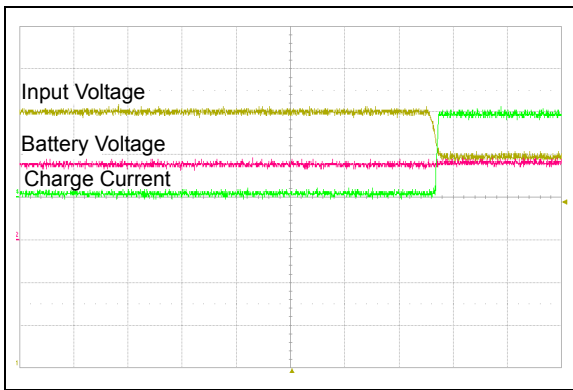


图 2-14: 过压保护停止 (50 ms/Div)

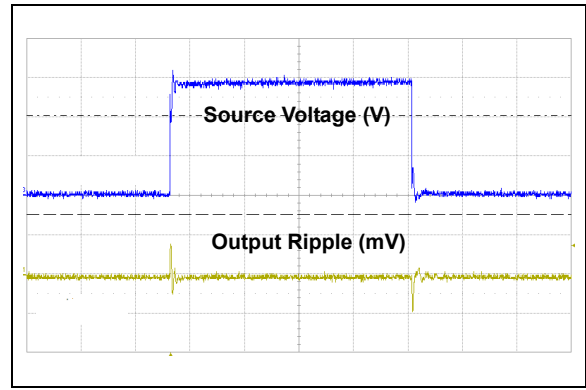


图 2-17: 线路瞬态响应 ($I_{LOAD} = 10 \text{ mA}$, 电源电压: 2V/Div, 输出纹波: 100 mV/Div, 时间: 100 $\mu\text{s}/\text{Div}$)

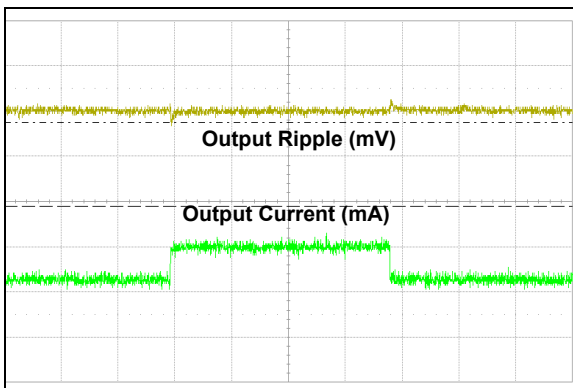


图 2-15: 负载瞬态响应 ($I_{LOAD} = 50 \text{ mA}$, 输出纹波: 100 mV/Div, 输出电流: 50 mA/Div, 时间: 100 $\mu\text{s}/\text{Div}$)

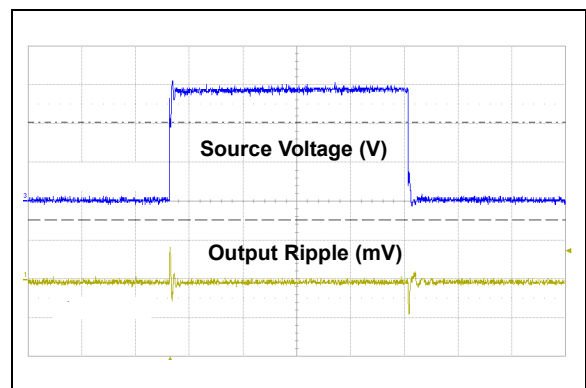


图 2-18: 线路瞬态响应 ($I_{LOAD} = 100 \text{ mA}$, 电源电压: 2V/Div, 输出纹波: 100 mV/Div, 时间: 100 $\mu\text{s}/\text{Div}$)

MCP73123/223

注:

3.0 引脚说明

表 3-1 中列出了引脚说明。

表 3-1: 引脚功能表

| MCP73123/223 | 符号 | I/O | 说明 |
|--------------|------------------|-----|-------------------|
| 10 引脚 DFN | | | |
| 1, 2 | V _{DD} | I | 电池管理输入电压 |
| 3, 4 | V _{BAT} | I/O | 电池充电控制输出 |
| 5, 6 | NC | — | 无连接 |
| 7 | STAT | O | 电池充电状态输出 |
| 8, 9 | V _{SS} | — | 电池管理 0V 参考电压 |
| 10 | PROG | I/O | 电池充电电流调节设置和充电控制使能 |
| 11 | EP | — | 裸露焊盘 |

3.1 电池管理输入电压 (V_{DD})

对于 MCP73123, 建议供电电压范围为 [V_{REG} (典型值) + 0.3V] 至 6.0V; 对于 MCP73223, 建议供电电压范围为 [V_{REG} (典型值) + 0.3V] 至 12.0V。在该引脚与 V_{SS} 之间接一个至少为 1 μF 的旁路电容。V_{DD} 引脚绝对最大值限定为 18V, 以防止插拔插头或使用低成本直流—交流壁式适配器时, 输入电压突然上升。

3.2 电池充电控制输出 (V_{BAT})

连接到电池的正极。该引脚与 V_{SS} 之间接一个至少为 1 μF 的旁路电容, 以保证在断开电池连接时回路的稳定性。MCP73123 旨在为 LiFePO₄ 电池提供 3.6V 的电池调节电压。如果使用典型锂离子或锂聚合物电池可能出现充电不足的情况。

3.3 无连接 (NC)

无连接。

3.4 状态输出 (STAT)

STAT 是开漏逻辑输出, 用于连接到 LED 以在独立应用中指示充电状态。此外, 也可使用上拉电阻与主单片机相连。关于充电时的状态输出汇总, 请参考表 5-1。

3.5 电池管理 0V 参考电压 (V_{SS})

连接至电池的负极和输入电源。

3.6 电流调节设置 (PROG)

在恒流模式 (Constant Current, CC) 下, 在 PROG 和 V_{SS} 引脚之间放置一个电阻来设置快速充电电流。

PROG 引脚还用作充电控制使能。将典型值为 200 kΩ 的阻抗施加到 PROG 引脚时, MCP73123/223 器件将被禁用, 直到移除该高阻抗为止。详细信息请参考第 5.5 节“恒流模式—快速充电”。

3.7 裸露焊盘 (EP)

裸露散热焊盘 (EP) 应连接至印刷电路板 (Printed Circuit Board, PCB) 上裸露的覆铜区域以增强散热。在 MCP73123/223 器件下方的覆铜区域添加过孔可改进散热性并能简化装配流程。

MCP73123/223

注:

4.0 器件概述

MCP73123/223是简单且全面集成的线性充电管理控制器。图4-1介绍了工作流程算法。

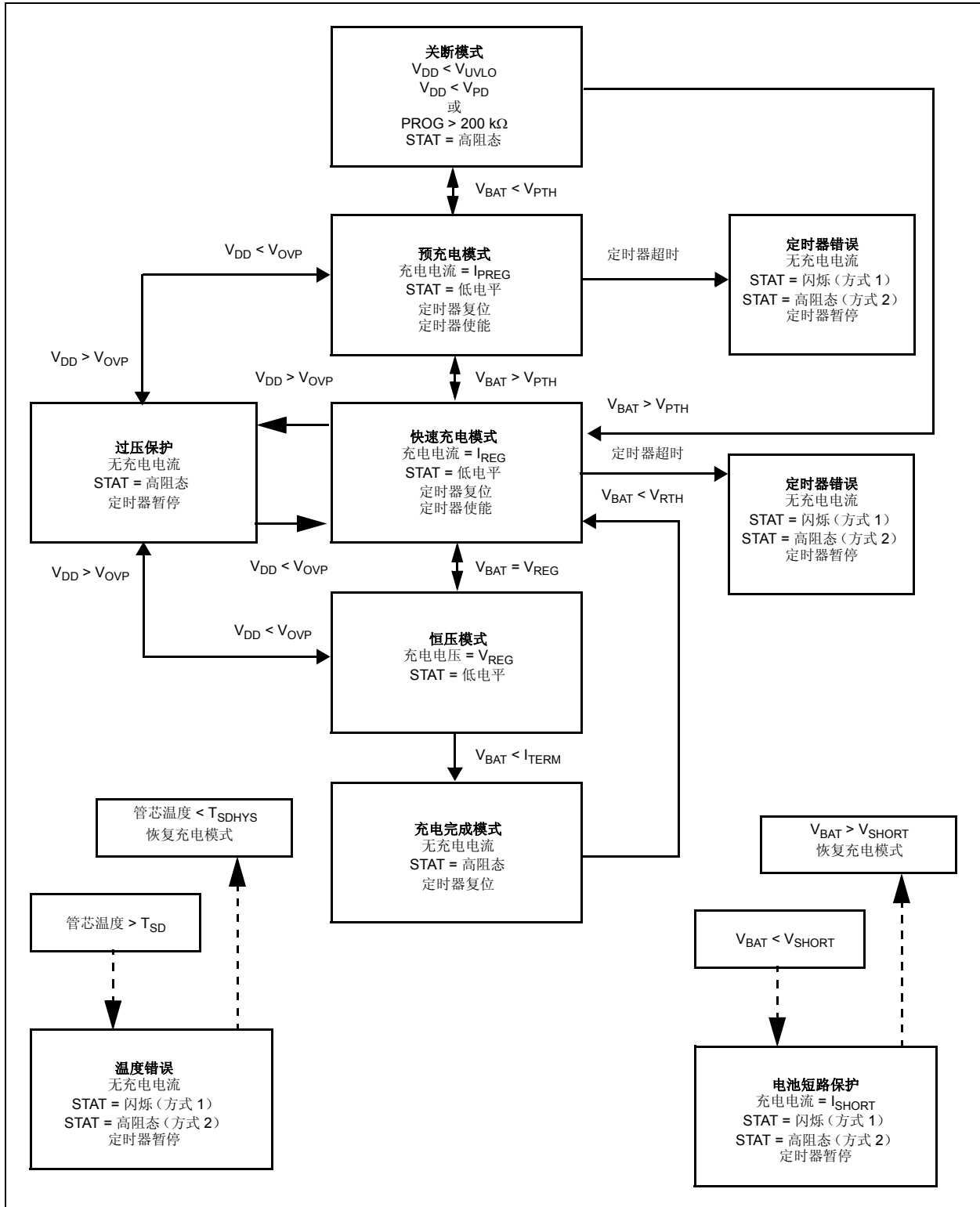


图4-1: MCP73123/223 流程图

MCP73123/223

注:

5.0 详细说明

5.1 欠压锁定 (UVLO)

内部欠压锁定 (UVLO) 电路监控输入电压, 并使充电器保持在关断模式, 直到输入电源电压高于 UVLO 阈值。在施加输入电源时如果有电池的话, 则只有在输入电源电压高于电池电压约 150 mV 后, MCP73123/223 器件才能运行。

输入电源电压下降到高出电池电压约 150 mV 时, UVLO 电路会将器件置于关断模式。UVLO 电路始终工作。无论何时, 只要输入电源电压低于 UVLO 阈值或比 V_{BAT} 引脚电压约低 150 mV, MCP73123/223 器件都将置于关断模式。

5.2 过压保护 (OVP)

内部过压保护 (OVP) 电路监控输入电压, 且在输入电源电压高于 OVP 阈值时, 使充电器保持在关断模式。对于 MCP73123/223 器件, OVP 迟滞大约为 150 mV。

MCP73123/223 器件工作电压在 UVLO 和 OVP 阈值之间。OVP 电路也可被看做过压锁定 (Overvoltage Lock Out, OVLO)。

5.3 充电条件

施加输入电源时, 输入电源电压必须上升到高于电池电压 150 mV, MCP73123/223 才能工作。

输入电源电压下降到比电池电压低 50 mV 时, 则自动关断电路会将器件置于关断模式。

自动电路始终工作。无论何时, 只要输入电源电压比 V_{BAT} 引脚电压低 50 mV, MCP73123/223 都将置于关断模式。

要开始充电周期, 则必须满足自动关断条件, 充电使能输入必须高于输入的最高阈值。

注: 为了延长电池寿命, 仅在每节电池电压低于 3.4V 时才开始充电。

5.3.1 电池管理输入电压 (V_{DD})

V_{DD} 输入是 MCP73123/223 的输入电源。在 V_{DD} 输入电压比电池电压低 50 mV 时, MCP73123/223 会自动进入关断模式。这一特性防止器件在没有 V_{DD} 供电时从电池组汲取电流。

5.3.2 电池充电控制输出 (V_{BAT})

电池充电控制输出是内部 P 沟道 MOSFET 的漏极。MCP73123/223 通过控制 MOSFET 在线性区域工作, 来为电池组提供恒定的电流和电压。电池充电控制输出应连接到电池组的正极。

5.3.3 电池检测

MCP73123/223 通过对输出电容充电来检测是否存在电池。当 V_{BAT} 电压拉低至 $V_{RECHARGE}$ 阈值以下时, 将启动充电。关于 $V_{RECHARGE}$ 的值, 请参考第 1.0 节“电气特性”。该值与无自动重充电功能的器件相同。

当 $V_{BAT} > V_{REG} +$ 迟滞时, 充电暂停或无法开始, 具体取决于防止过充的条件。

5.4 预充电

若 V_{BAT} 引脚上的电压低于预充电阈值, 则 MCP73123/223 器件进入预充电模式。预充电阈值由厂家设定。关于预充电阈值选项, 请参考第 1.0 节“电气特性”。

在此模式下, MCP73123/223 器件为电池提供 10% 的快速充电电流 (通过连接到 PROG 引脚的电阻值进行设定)。

V_{BAT} 引脚的电压高于预充电阈值时, MCP73123/223 器件进入恒流 (快速充电) 模式。

注: MCP73123/223 还提供不具有预充电的选项。

5.4.1 预充电模式下的定时器超时

快速充电模式下, 如果在达到电压阈值前内部定时器超时, 则会指示定时器错误, 充电停止。MCP73123/223 器件将保持该状态, 直到移除电池或者重新接入输入电源。如果移除电池, MCP73123/223 器件进入待机模式, 直到重新装入电池。

注: MCP73123/223 的典型预充电定时器为 32 分钟。MCP73123/223 还提供不具有预充电定时器的选项。

MCP73123/223

5.5 恒流模式—快速充电

在恒流模式下，向电池或负载提供已编程的充电电流。

充电电流通过 PROG 和 V_{SS} 之间的一个电阻进行设定。充电电流和编程电阻使用公式 5-1 和公式 5-2 计算：

公式 5-1:

$$I_{REG} = 1104 \times R^{-0.93}$$

其中:

$$\begin{aligned} R_{PROG} &= \text{千欧姆 (k}\Omega\text{)} \\ I_{REG} &= \text{毫安 (mA)} \end{aligned}$$

公式 5-2:

$$R_{PROG} = 10^{(\log 1104) / (-0.93)}$$

其中:

$$\begin{aligned} R_{PROG} &= \text{千欧姆 (k}\Omega\text{)} \\ I_{REG} &= \text{毫安 (mA)} \end{aligned}$$

表 5-1 为不同充电电流提供常用的 E96 (1%) 和 E24 (5%) 电阻，以减少设计时间。

表 5-1: 电阻查找表

| 充电电流 (mA) | 建议的 E96 电阻 (Ω) | 建议的 E24 电阻 (Ω) |
|-----------|----------------|----------------|
| 130 | 10k | 10k |
| 150 | 8.45k | 8.20k |
| 200 | 6.20k | 6.20k |
| 250 | 4.99k | 5.10k |
| 300 | 4.02k | 3.90k |
| 350 | 3.40k | 3.30k |
| 400 | 3.00k | 3.00k |
| 450 | 2.61k | 2.70k |
| 500 | 2.32k | 2.37k |
| 550 | 2.10k | 2.20k |
| 600 | 1.91k | 2.00k |
| 650 | 1.78k | 1.80k |
| 700 | 1.62k | 1.60k |
| 750 | 1.50k | 1.50k |
| 800 | 1.40k | 1.50k |
| 850 | 1.33k | 1.30k |
| 900 | 1.24k | 1.20k |
| 950 | 1.18k | 1.20k |
| 1000 | 1.10k | 1.10k |
| 1100 | 1.00k | 1.00k |

恒流模式将持续到 V_{BAT} 引脚电压达到稳压电压 V_{REG}。唤醒恒流模式时，内部定时器复位。

5.5.1 恒流模式下的定时器超时—快速充电模式

如果内部定时器在达到再充电电压阈值前超时，则会指示定时器错误，终止充电周期。MCP73123/223 器件仍然处于该状态，直到移除电池。如果移除电池或重新接入输入电源，MCP73123/223 器件进入待机模式，直到重新装入电池。

5.6 恒压模式

当 V_{BAT} 引脚的电压达到稳压电压 V_{REG} 后，将开始恒压调节。稳压电压出厂设置为单节 3.6V 或两节 7.2V，容限为 ±0.5%。

5.7 充电终止

在恒压模式下，当平均充电电流逐渐减少到低于阈值（快速充电电流的 5%、7.5%、10% 或 20%）时，或者内部定时器超时的时候，充电周期终止。终止比较器中 1 ms 的滤波时间保证了瞬态负载情况不会引起充电周期过早终止。定时器周期由厂家设置，可以禁止。关于定时器周期选项，请参考第 1.0 节“电气特性”。

5.8 自动再充电

在充电完成模式下，MCP73123/223 器件持续监控 V_{BAT} 引脚的电压。如果电压降至再充电阈值以下，则开始另外一个充电周期，再次向电池或负载提供电流。再充电阈值由厂家设置。关于再充电阈值选项，请参考第 1.0 节“电气特性”。

注： MCP73123/223 还提供不具有自动再充电的选项。

对于没有再充电选项的 MCP73123/223 器件，MCP73123/223 在满足终止条件时会进入待机模式。不会重新开始充电，直到满足下列条件：

- 电池从系统中移除并再次装入
- V_{DD} 移除并再次插入
- R_{PROG} 断开连接（或高阻态）然后重新连接

5.9 热调节

MCP73123/223 会根据管芯温度限制充电电流。热调节能优化充电周期时间，同时维持器件可靠性。图 5-1 介绍了该 MCP73123/223 器件的热调节。请参考第 1.0 节“电气特性”以了解封装热阻，和第 6.1.1.2 节“散热考虑”以了解如何计算功耗。

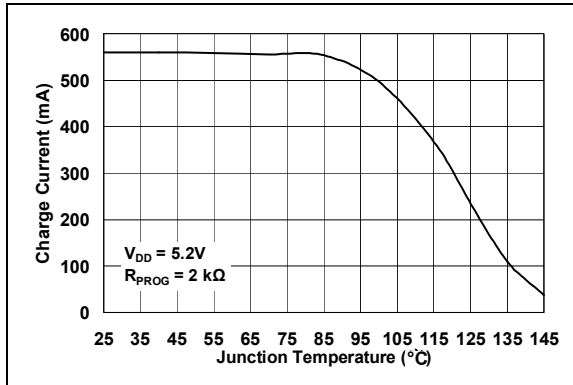


图 5-1: 热调节

5.10 热关断

如果管芯温度超出 +150°C，则 MCP73123/223 暂停充电。管芯温度降低约 10°C 后，将继续充电。热关断是热调节电路内部发生故障时的辅助安全特性。

5.11 状态指示器

充电状态输出是开漏输出，有两个不同状态：低电平 (L) 和高阻态 (Hi-Z)。充电状态输出可用于点亮 LED。此外，充电状态输出可用作主单片机的接口。表 5-2 总结了充电时状态输出的状态。

表 5-2: 状态输出

| 充电周期状态 | 状态 (STAT) |
|----------|---|
| 关断 | Hi-Z |
| 待机 | Hi-Z |
| 预充电 | L |
| 恒流快速充电 | L |
| 恒压 | L |
| 充电完成—待机 | Hi-Z |
| 温度错误 | 1.6 秒 50% D.C. 闪烁 (方式 1) Hi-Z (方式 2) |
| 定时器错误 | 1.6 秒 50% D.C. 闪烁 (方式 1) Hi-Z (方式 2) |
| 预充电定时器错误 | 1.6 秒 50% D.C. 闪烁 (方式 1) Hi-Z (方式 2) |

5.12 电池短路保护

一旦检测到磷酸铁锂电池，则内部电池短路保护 (BSP) 电路就会开始监控电池电压。当 V_{BAT} 降至典型值为 1.7V 的电池短路保护阈值电压后，充电将被推迟。25 mA (典型值) 的检测电流可用于从电池短路情况下进行恢复。

当 V_{BAT} 升高到高于电池短路保护阈值时，将继续预充电模式。电池电压必须上升到高于电池短路保护电压约 150 mV 时，MCP73123/223 器件才能开始工作。

MCP73123/223

注:

6.0 应用

MCP73123/223可与主单片机协同工作，也可用于独立应用。MCP73123/223对磷酸铁锂电池提供先恒流再恒压的首选充电算法。图 6-1 介绍了典型的独立应用电路，而图 6-2 介绍了相应的充电曲线。

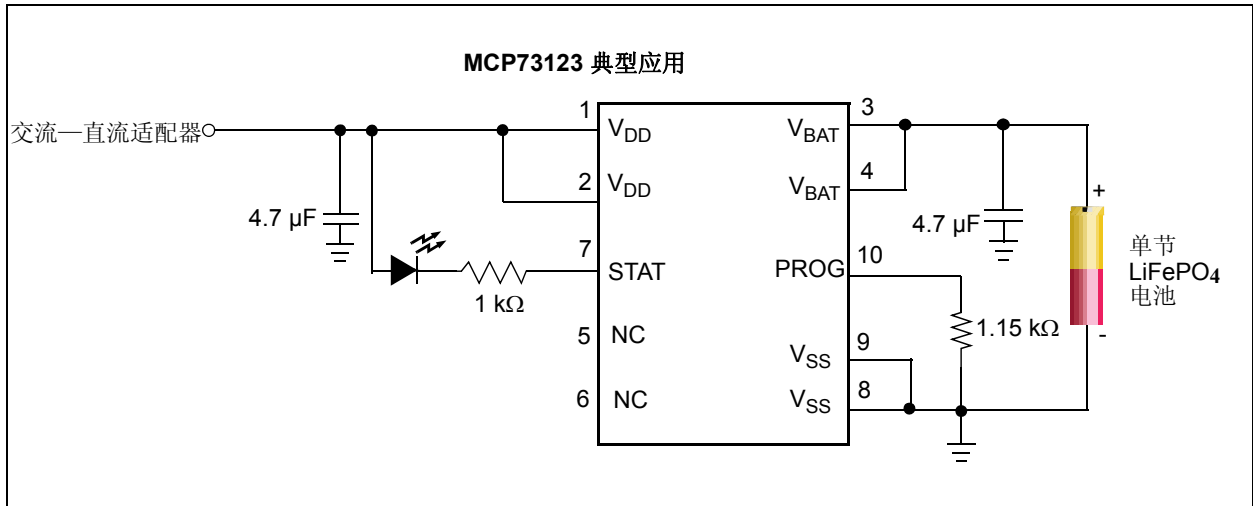


图 6-1: 典型应用电路

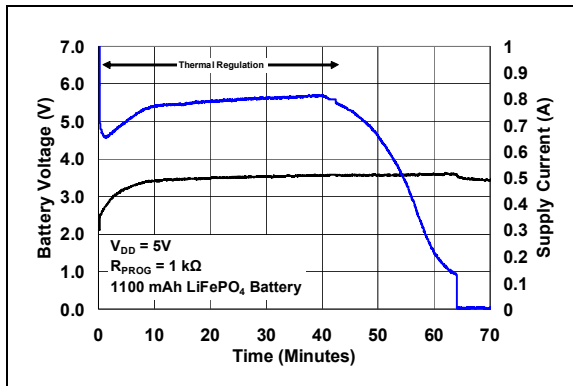


图 6-2: 单节 LiFePO₄ 电池的典型充电曲线

MCP73123/223

6.1 应用电路设计

由于线性充电方式效率较低，因此设计时最重要的考虑因素是热设计和成本，这些因素与输入电压、输出电流，以及电池充电器和环境冷却空气之间的热阻直接相关。最坏情况发生在器件从预充电模式转换为恒流模式的时候。在此情况下，电池充电器必须耗散最大的功率。在充电电流、成本和充电器的散热要求之间进行权衡。

6.1.1 元件选择

图 6-1 中的外部元件选择对于充电系统的完整性及可靠性至关重要。以下介绍旨在为用户进行元件选择时提供指导。

6.1.1.1 充电电流

建议的快速充电电流应当从电池制造商处获得。例如，具有 2C 最佳快速充电电流的 1000 mAh 电池组的充电电流为 1000 mA。以此速率充电，充电时间最短，而且不会使电池组性能降级或降低寿命。

注： 请咨询电池供应商，或参考最佳充电速率的电池数据手册。

6.1.1.2 散热考虑

电池充电器的最大功耗发生在输入电压为最大值，且器件工作在从预充电模式向恒流模式转换的时候。这种情况下，功耗为：

公式 6-1:

$$\text{功耗} = (V_{DDMAX} - V_{PTHMIN}) \times I_{REGMAX}$$

其中：

- V_{DDMAX} = 最大输入电压
- I_{REGMAX} = 最大快速充电电流
- V_{PTHMIN} = 最小转换阈值电压

在 $5V \pm 10\%$ 输入电压源、 $500 \text{ mA} \pm 10\%$ 和预充电阈值电压为 2V 的情况下，功耗为：

公式 6-2:

$$\text{功耗} = (5.5V - 2V) \times 550 \text{ mA} = 1.925 \text{ W}$$

10 引脚 DFN 封装的电池充电器的功耗会导致约高于室温 83°C 的温度。

6.1.1.3 外部电容

MCP73123/223 无论有没有电池负载都很稳定。为了维持器件在恒压模式下具有良好的交流稳定性，建议在 V_{BAT} 引脚和 V_{SS} 之间接一个至少为 $1 \mu\text{F}$ 的旁路电容。没有电池负载时该电容可以提供补偿。此外，在高频时电池及其内部连接电路呈感性。在恒压模式下，这些元件处于控制反馈环路中。因此，必须使用旁路电容来对电池组的感性特性进行补偿。

在典型应用中，建议使用最低 16V、额定值为 $1 \mu\text{F}$ 的输出电容，最低 25V、额定值为 $1 \mu\text{F}$ 的输入电容。

表 6-1: MLCC 电容示例

| MLCC 电容 | 温度范围 | 容限 |
|---------|--|------------|
| X7R | -55°C 至 $+125^\circ\text{C}$ | $\pm 15\%$ |
| X5R | -55°C 至 $+85^\circ\text{C}$ | $\pm 15\%$ |

实际上，可使用任何优质输出滤波电容，其容量与电容的最小等效串联电阻（Effective Series Resistance, ESR）值无关。电容（及其相关 ESR）的实际值取决于输出负载电流。输出端的 $1 \mu\text{F}$ 陶瓷、钽或铝电解电容一般足以保证稳定性。

6.1.1.4 反向阻断保护

MCP73123/223 提供故障或短路输入保护。如果没有保护，则故障或短路输入将使电池组通过内部传输晶体管的体二极管放电。

6.2 PCB 布局问题

为了达到最佳稳压效果，应尽量将电池组靠近器件的 V_{BAT} 和 V_{SS} 引脚放置，建议 PCB 板中载有大电流的走线应尽可能地短，以减小其压降。

如果 PCB 布局用于散热，则在散热板上多增加过孔将有助于把更多的热量传送到 PCB 背板，从而降低器件的最大结温。图 6-4 和图 6-5 介绍了典型的 PCB 散热布局。

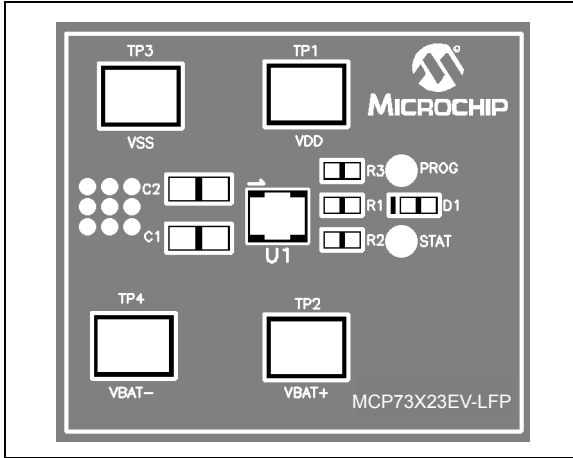


图 6-3: 典型布局 (顶层)

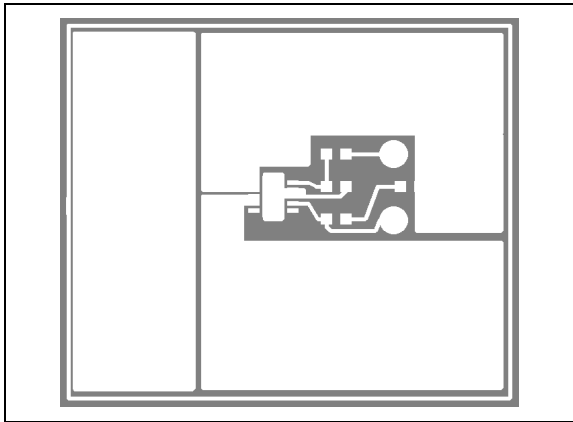


图 6-4: 典型布局 (顶层金属)

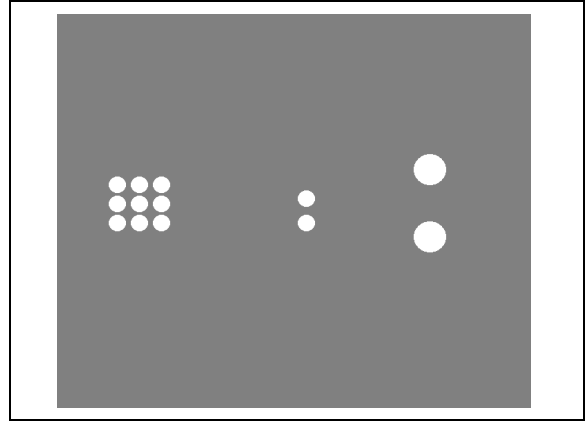


图 6-5: 典型布局 (底层)

MCP73123/223

注:

7.0 封装信息

7.1 封装标识信息

10 引脚 DFN (3x3)

| |
|------|
| XXXX |
| YYWW |
| NNN |

| 标准 * | |
|------------------|------|
| 器件编号 | 代码 |
| MCP73123-22SI/MF | 77HI |
| MCP73223-C2SI/MF | X7HI |

示例

| |
|------|
| 77HI |
| 0923 |
| 256 |

图注:

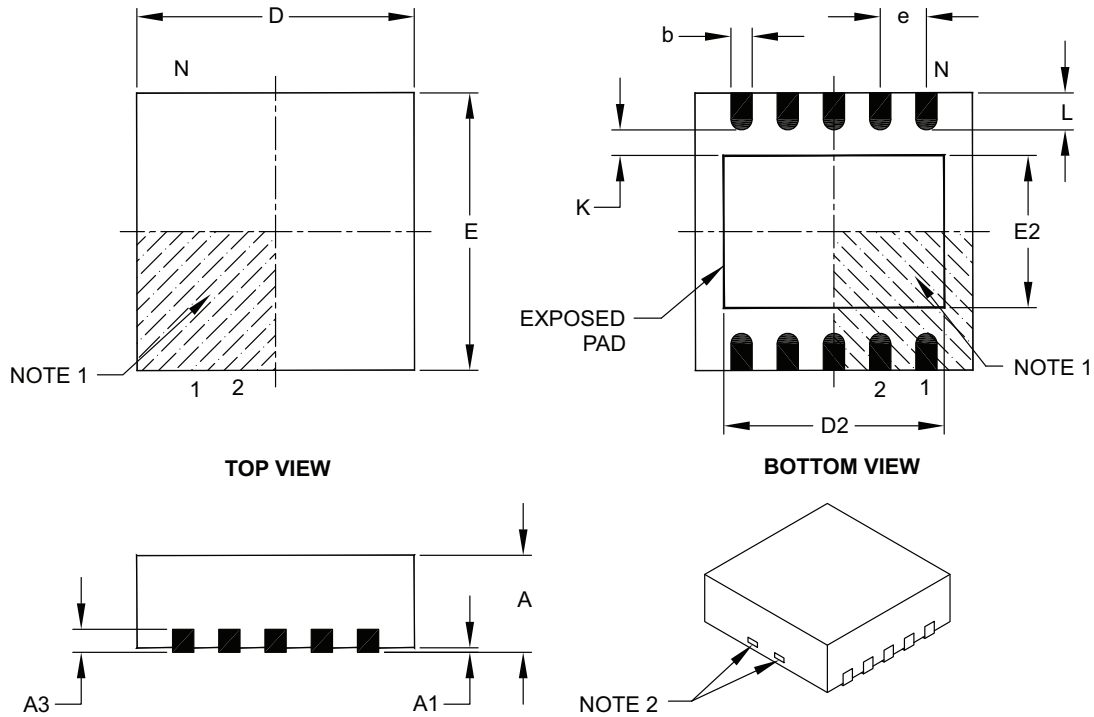
- XX...X 客户指定信息
- Y 年份代码 (日历年的最后一位数字)
- YY 年份代码 (日历年的最后两位数字)
- WW 星期代码 (一月一日的星期代码为“01”)
- NNN 以字母数字排序的追踪代码
- (e3) 雾锡 (Matte Tin, Sn) 的 JEDEC 无铅标志
- * 表示无铅封装。JEDEC 无铅标志 ((e3)) 可标示于此种封装的外包装上。

注: Microchip 器件编号如果无法在一行内完整标注, 将换行标出, 因此会限制客户指定信息的可用字符数。

MCP73123/223

10 引脚塑封双列扁平无引脚封装 (MF) —— 主体 3x3x0.9 mm[DFN]

注：最新封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。



| Dimension Limits | Units | MILLIMETERS | | |
|------------------------|-------|-------------|------|------|
| | | MIN | NOM | MAX |
| Number of Pins | N | 10 | | |
| Pitch | e | 0.50 BSC | | |
| Overall Height | A | 0.80 | 0.90 | 1.00 |
| Standoff | A1 | 0.00 | 0.02 | 0.05 |
| Contact Thickness | A3 | 0.20 REF | | |
| Overall Length | D | 3.00 BSC | | |
| Exposed Pad Length | D2 | 2.20 | 2.35 | 2.48 |
| Overall Width | E | 3.00 BSC | | |
| Exposed Pad Width | E2 | 1.40 | 1.58 | 1.75 |
| Contact Width | b | 0.18 | 0.25 | 0.30 |
| Contact Length | L | 0.30 | 0.40 | 0.50 |
| Contact-to-Exposed Pad | K | 0.20 | - | - |

Notes:

- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
- Package may have one or more exposed tie bars at ends.
- Package is saw singulated.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.

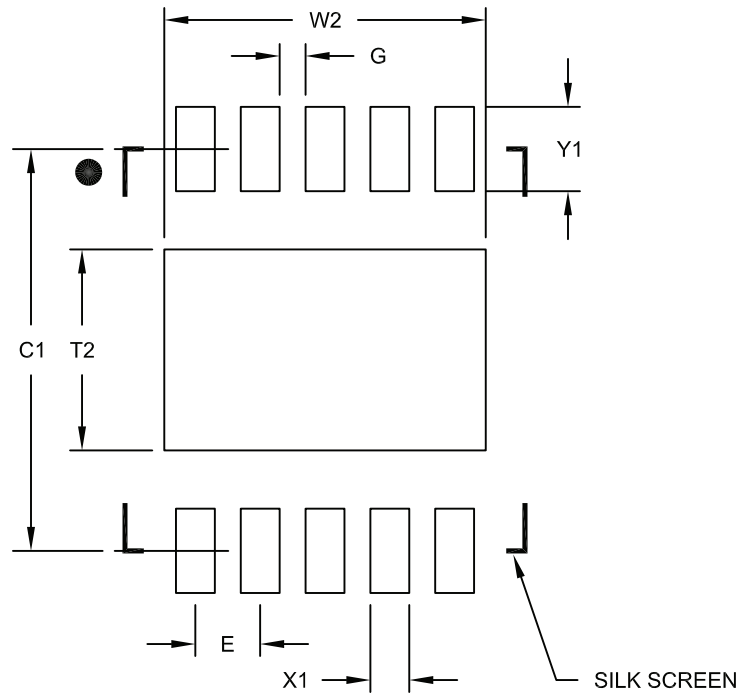
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing C04-063B

10 引脚塑封双列扁平无引脚封装 (MF) —— 主体 3x3x0.9 mm[DFN]

注：最新封装图请至 <http://www.microchip.com/packaging> 查看 Microchip 封装规范。



RECOMMENDED LAND PATTERN

| Dimension Limits | Units | MILLIMETERS | | |
|----------------------------|-------|-------------|------|------|
| | | MIN | NOM | MAX |
| Contact Pitch | E | 0.50 BSC | | |
| Optional Center Pad Width | W2 | | | 2.48 |
| Optional Center Pad Length | T2 | | | 1.55 |
| Contact Pad Spacing | C1 | | 3.10 | |
| Contact Pad Width (X8) | X1 | | | 0.30 |
| Contact Pad Length (X8) | Y1 | | | 0.65 |
| Distance Between Pads | G | 0.20 | | |

Notes:

1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing No. C04-2063A

MCP73123/223

注:

附录 A: 版本历史

版本 B (2010 年 1 月)

以下为修改列表:

1. 更新表 2 中 MCP73223-C2S/MF 的 OVP 值。
2. 更新直流特性表中电池短路保护的值得。

版本 A (2009 年 7 月)

- 本文档的初始版本。

MCP73123/223

注:

产品标识体系

欲订货，或获取价格、交货等信息，请与我公司生产厂或各销售办事处联系。

| 器件编号 | X | XX |
|-------|--|----|
| 器件 | 温度范围 | 封装 |
| 器件: | MCP73123: 单节磷酸铁锂电池器件 MCP73123T: 单节磷酸铁锂电池器件, 卷带式 MCP73223: 双节磷酸铁锂电池器件 MCP73223T: 双节磷酸铁锂电池器件, 卷带式 | |
| 温度范围: | I = -40°C 至 +85°C (工业级) | |
| 封装: | MF = 10 引脚塑封双列扁平无引脚封装——主体 3x3 mm (DFN) | |

示例:

- a) MCP73123-22SI/MF: 单节磷酸铁锂电池器件
- b) MCP73123T-22SI/MF: 卷带式, 单节磷酸铁锂电池器件
- a) MCP73223-C2SI/MF: 双节磷酸铁锂电池器件
- b) MCP73223T-C2SI/MF: 卷带式, 双节磷酸铁锂电池器件

MCP73123/223

注:

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下，Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字千年版权法案 (Digital Millennium Copyright Act)》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分，因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应尽的责任。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和/或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任，并加以赔偿。在 Microchip 知识产权保护下，不得暗或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、rPIC 和 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAL 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Octopus、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICKtail、PIC³² 徽标、REAL ICE、rFLAB、Select Mode、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 是 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2010, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-60932-020-1

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949:2002 ==

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2002 认证。公司在 PIC³² MCU 与 dsPIC³² DSC、KEELOQ[®] 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品方面的质量体系流程均符合 ISO/TS-16949:2002。此外，Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。



全球销售及服务中心

美洲

公司总部 **Corporate Office**
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277

技术支持:
<http://support.microchip.com>
网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta

Duluth, GA
Tel: 678-957-9614
Fax: 678-957-1455

波士顿 Boston

Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago

Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

克里夫兰 Cleveland

Independence, OH
Tel: 216-447-0464

Fax: 216-447-0643

达拉斯 Dallas

Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit

Farmington Hills, MI
Tel: 1-248-538-2250
Fax: 1-248-538-2260

科科莫 Kokomo

Kokomo, IN
Tel: 1-765-864-8360
Fax: 1-765-864-8387

洛杉矶 Los Angeles

Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608

圣克拉拉 Santa Clara

Santa Clara, CA
Tel: 408-961-6444
Fax: 408-961-6445

加拿大多伦多 Toronto

Mississauga, Ontario,
Canada
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

亚太总部 Asia Pacific Office

Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2401-1200

Fax: 852-2401-3431

中国 - 北京

Tel: 86-10-8528-2100
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都

Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889

中国 - 重庆

Tel: 86-23-8980-9588
Fax: 86-23-8980-9500

中国 - 香港特别行政区

Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

中国 - 南京

Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

中国 - 青岛

Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海

Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 - 沈阳

Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳

Tel: 86-755-8203-2660
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 武汉

Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 西安

Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

中国 - 厦门

Tel: 86-592-238-8138
Fax: 86-592-238-8130

中国 - 珠海

Tel: 86-756-321-0040
Fax: 86-756-321-0049

台湾地区 - 高雄

Tel: 886-7-536-4818
Fax: 886-7-536-4803

台湾地区 - 台北

Tel: 886-2-2500-6610
Fax: 886-2-2508-0102

亚太地区

台湾地区 - 新竹

Tel: 886-3-6578-300
Fax: 886-3-6578-370

澳大利亚 Australia - Sydney

Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore

Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4080

印度 India - New Delhi

Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 India - Pune

Tel: 91-20-2566-1512
Fax: 91-20-2566-1513

日本 Japan - Yokohama

Tel: 81-45-471-6166
Fax: 81-45-471-6122

韩国 Korea - Daegu

Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

韩国 Korea - Seoul

Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur

Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

马来西亚 Malaysia - Penang

Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

菲律宾 Philippines - Manila

Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 Singapore

Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 Thailand - Bangkok

Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 Austria - Wels

Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark - Copenhagen

Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

法国 France - Paris

Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 Germany - Munich

Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

意大利 Italy - Milan

Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

荷兰 Netherlands - Druenen

Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

西班牙 Spain - Madrid

Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

英国 UK - Wokingham

Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820

12/30/09