

单节或双节锂离子 / 锂聚合物电池 之高级全集成充电管理控制器

特点

- 线性充电管理控制器
 - 内部集成了晶体管
 - 内部集成了电流检测
 - 反向阻断保护
- 高精度预置电压调节: $\pm 0.5\%$
- 四种预置电压调节选项:
 - 4.1V, 4.2V – **MCP73861**
 - 8.2V, 8.4V – **MCP73862**
- 可编程充电电流: 最大 1.2A
- 可编程安全充电定时器
- 对深度放电的电池进行预充
- 自动的充电结束控制
- 可选择对电池温度进行持续监视
- 充电状态直接输出到 LED
- 故障直接输出到 LED
- 自动关断电源
- 热调节
- 温度范围: -40°C 至 85°C
- 封装: 16 引脚, 4 x 4 QFN

应用

- 锂离子 / 锂聚合物电池充电器
- 个人数据助理
- 蜂窝电话
- 手持式仪表
- 座式充电器
- 数码相机
- MP3 播放器

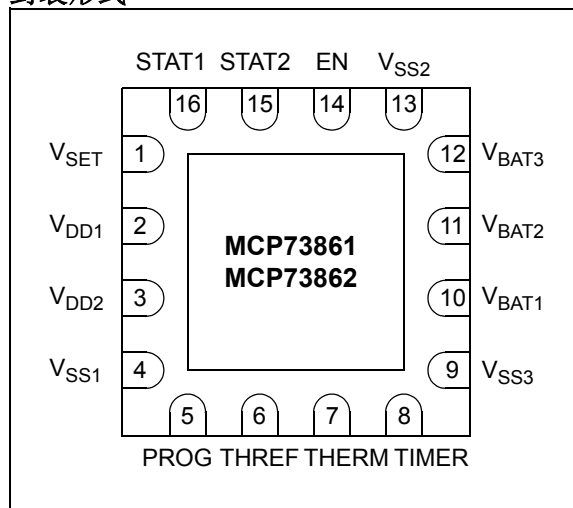
介绍

MCP7386X 系列器件是高级线性充电管理控制器, 适用于空间小而对成本敏感的应用场合。MCP73861 和 MCP73862 把诸多功能集成到了一片 16 引脚 4 x 4 QFN 封装的芯片中, 这些功能包括高精度的恒压、恒流调节、电池预充、电池温度监视、高级安全定时器、自动充电终止、内部电流检测、反向阻断保护及充电状态和故障指示等。MCP7386X 提供了一个完整的功能齐全的独立充电管理解决方案, 该方案只需极少的外部元件。

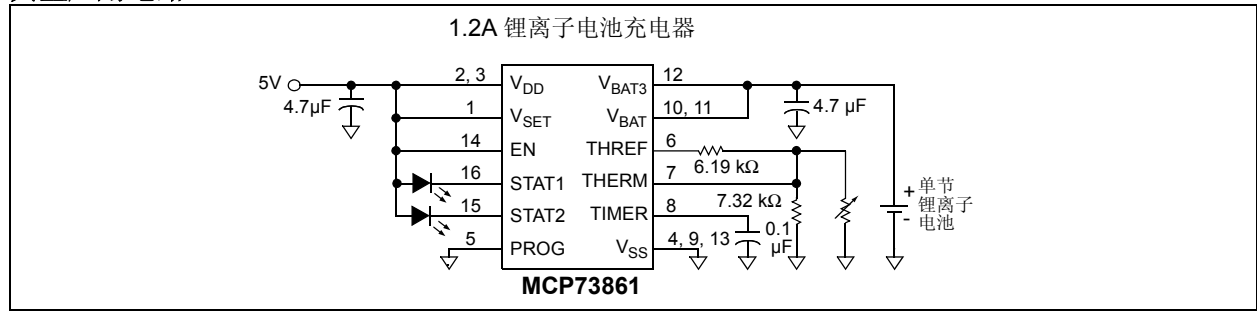
MCP73861 适用于采用单节锂离子或锂聚合物电池的应用, 而 MCP73862 适用于双节锂离子或锂聚合物电池的应用。MCP73861 有两个可选的电压调节选项 (4.1V 和 4.2V), 用于碳阳极或石墨阳极的电池, 并在 4.5V 至 12V 的输入电压范围内工作。MCP73862 也有两个可选的电压调节选项 (8.2V 和 8.4V), 用于碳阳极或石墨阳极的电池, 并在 8.7V 至 12V 的输入电压范围内工作。

MCP7386X 系列器件可工作在环境温度从 -40°C 至 $+85^{\circ}\text{C}$ 的范围。

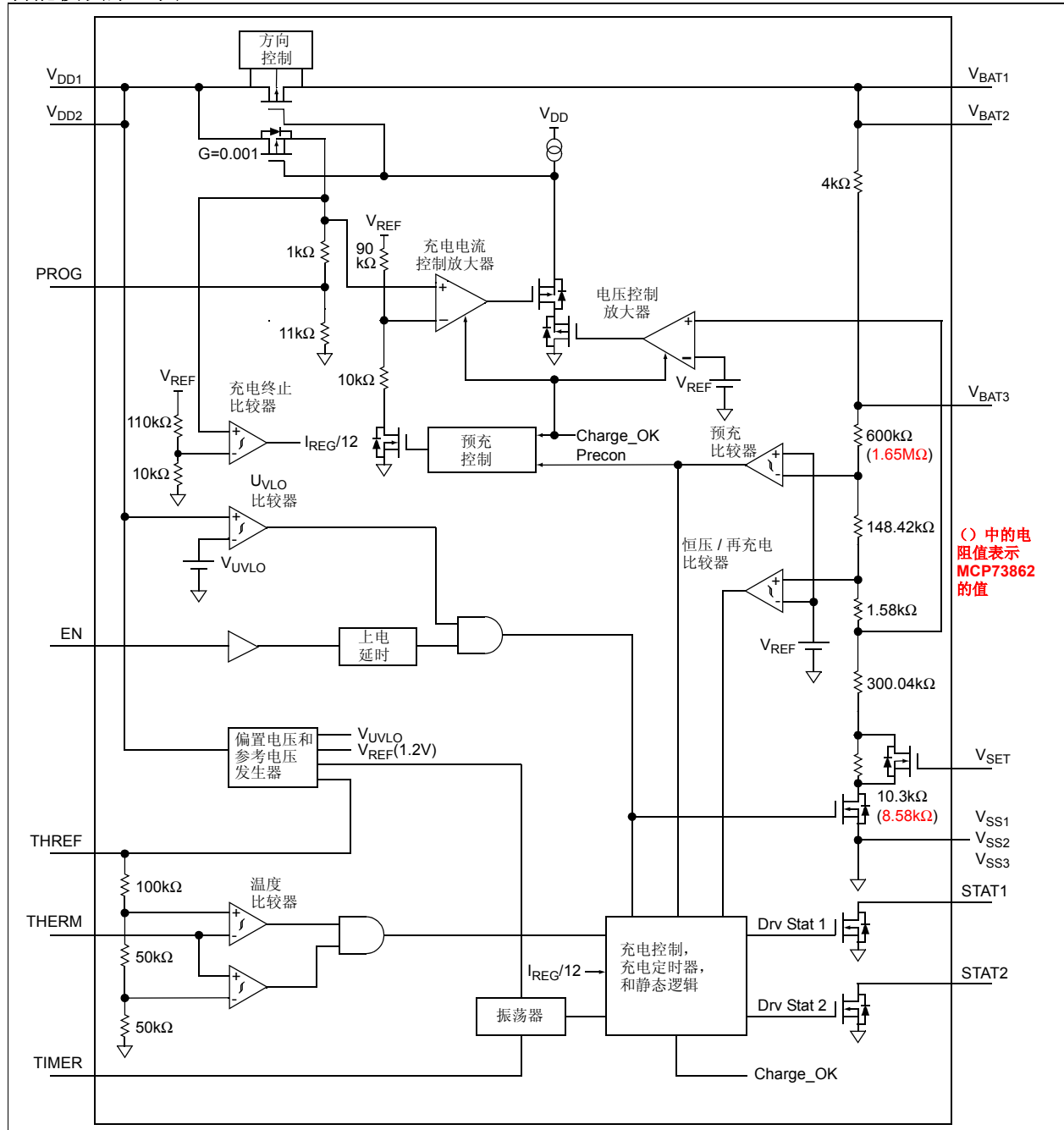
封装形式



典型应用电路



功能模块原理图



1.0 电器特性

最大额定值†

| | |
|---|------------------------|
| V_{DDN} | 13.5V |
| 相对于 V_{SS} 的 V_{BATN} , V_{SET} , EN , $STAT1$, $STAT2$ | -0.3 至 $(V_{DD}+0.3)V$ |
| 相对于 V_{SS} 的 $PROG$, $THREF$, $THERM$, $TIMER$ | -0.3 至 6V |
| 最大结温 T_J | 内部限制 |
| 储存温度..... | -65°C 至 +150°C |
| 所有引脚的 ESD 保护参数: | |
| 人体模型 (1.5 k Ω 与 100 pF 串联)..... | ≥ 4 kV |
| 机器模型 (200 pF, 无电阻与之串联)..... | 300V |

DC 特性

电气规范: 除非另外说明, 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°C 。典型值参数条件是在 $+25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = [V_{REG} \text{ (典型值)} + 1.0V]$ 下。

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|----------------|---|----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------|---|
| 电源输入 | | | | | | |
| 电源电压 | V _{DD} | 4.5 8.7 | — — | 12 12 | V V | MCP73861 MCP73862 |
| 电源电流 | I _{SS} | — — | 0.17 0.53 | 4 4 | μA mA | 禁止 运行 |
| UVLO 开启阈值 | V _{START} | 4.25 8.45 | 4.5 8.8 | 4.65 9.05 | V V | MCP73861 MCP73862 V _{DD} 由低到高 |
| UVLO 关断阈值 | V _{STOP} | 4.20 8.40 | 4.4 8.7 | 4.55 8.95 | V V | MCP73861 MCP73862 V _{DD} 由高到低 |
| 电压调节（恒压模式） | | | | | | |
| 稳定输出电压 | V _{REG} | 4.079 4.179 8.159 8.358 | 4.1 4.2 8.2 8.4 | 4.121 4.221 8.241 8.442 | V V V V | MCP73861, V _{SET} = V _{SS} MCP73861, V _{SET} = V _{DD} MCP73862, V _{SET} = V _{SS} MCP73862, V _{SET} = V _{DD} V _{DD} = [V _{REG} (Typ) + 1V], I _{OUT} =10 mA T _A = -5°C 至 +55°C |
| 线性调节率 | (ΔV _{BAT} /V _{BAT}) / ΔV _{DD} | — | 0.025 | 0.25 | %/V | V _{DD} = [V _{REG} (Typ)+1V] 至 12V I _{OUT} = 10 mA |
| 负载调节率 | ΔV _{BAT} /V _{BAT} | — | 0.01 | 0.25 | % | I _{OUT} = 10 mA 至 150 mA V _{DD} = [V _{REG} （典型值） +1V] |
| 电源纹波衰减 | PSRR | — — — | 60 42 28 | — — — | dB dB dB | I _{OUT} = 10 mA, 10Hz 至 1 kHz I _{OUT} = 10 mA, 10Hz 至 10 kHz I _{OUT} = 10 mA, 10Hz 至 1 MHz |
| 输出反向泄漏电流 | I _{DISCHARGE} | — | 0.23 | 1 | μA | V _{DD} < V _{BAT} = V _{REG} （典型值） |
| 电流调节（快速充电恒流模式） | | | | | | |
| 快速充电电流调节 | I _{REG} | 85 1020 425 | 100 1200 500 | 115 1380 575 | mA mA mA | PROG = OPEN PROG = V _{SS} PROG = 1.6 kΩ T _A = -5°C 至 +55°C |

† 注: 如果器件运行条件超过上述各项绝对最大额定值, 可能对器件造成永久性损坏。上述参数仅是运行条件的极大值, 我们不建议器件运行在超过或在技术规范以外的条件下。器件长时间工作在绝对最大极限条件下, 其稳定性可能受到影响。

DC 特性 (续)

电气规范: 除非另外说明, 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°C 。典型值参数条件是在 $+25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = [V_{REG} \text{ (典型值)} + 1.0V]$ 下。

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|--------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----|---|
| 预充电流调节（涓流充电恒流模式） | | | | | | |
| 预充电流调节 | I _{PREG} | 5 | 10 | 15 | mA | PROG = OPEN |
| | | 60 | 120 | 180 | mA | PROG = V _{SS} |
| | | 25 | 50 | 75 | mA | PROG = 1.6 kΩ T _A =-5°C 至 +55°C |
| 预充阈值电压 | V _{PTH} | 2.70 | 2.80 | 2.90 | V | MCP73861 , V _{SET} = V _{SS} |
| | | 2.75 | 2.85 | 2.95 | V | MCP73861 , V _{SET} = V _{DD} |
| | | 5.40 | 5.60 | 5.80 | V | MCP73862 , V _{SET} = V _{SS} |
| | | 5.50 | 5.70 | 5.90 | V | MCP73862 , V _{SET} = V _{DD} V _{BAT} 由低到高 |
| 充电终止 | | | | | | |
| 充电终止电流 | I _{TERM} | 6 | 8.5 | 11 | mA | PROG = OPEN |
| | | 70 | 90 | 120 | mA | PROG = V _{SS} |
| | | 32 | 41 | 50 | mA | PROG = 1.6 kΩ T _A =-5°C 至 +55°C |
| 自动再充电 | | | | | | |
| 再充电阈值电压 | V _{RTH} | V _{REG} - 300mV | V _{REG} - 200mV | V _{REG} - 100mV | V | MCP73861 |
| | | V _{REG} - 600mV | V _{REG} - 400mV | V _{REG} - 200mV | V | MCP73862 V _{BAT} 由高到低 |
| 热敏电阻参考电压 | | | | | | |
| 热敏电阻参考输出电压 | V _{THREF} | 2.475 | 2.55 | 2.625 | V | T _A = 25°C, V _{DD} = V _{REG} （典型值） + 1V, I _{THREF} = 0 mA |
| 热敏电阻源电流 | I _{THREF} | 200 | — | — | μA | |
| 热敏电阻参考电压 线性调节率 | ΔV _{THREF} / V _{THREF} ΔV _{DD} | - | 0.1 | 0.25 | %/V | V _{DD} = [V _{REG} (Typ) + 1V] 至 12V |
| 热敏电阻参考电压 负载调节率 | ΔV _{THREF} / V _{THREF} | | 0.01 | 0.10 | % | I _{THREF} = 0 mA 至 0.20 mA |
| 热敏电阻比较器 | | | | | | |
| 上跳变阈值 | V _{T1} | 1.18 | 1.25 | 1.32 | V | |
| 上跳变点迟滞 | V _{T1HYS} | — | -50 | — | mV | |
| 下跳变阈值 | V _{T2} | 0.59 | 0.62 | 0.66 | V | |
| 下跳变点迟滞 | V _{T2HYS} | — | 80 | — | mV | |
| 输入偏置电流 | I _{BIAS} | — | — | 2 | μA | |
| 状态指示— STAT1, STAT2 | | | | | | |
| 灌电流 | I _{SINK} | 4 | 8 | 12 | mA | |
| 低输出电压 | V _{OL} | — | 200 | 400 | mV | I _{SINK} = 1 mA |
| 输入泄漏电流 | I _{LK} | — | 0.01 | 1 | μA | I _{SINK} = 0 mA, V _{STAT1,2} = 12V |
| 使能输入 | | | | | | |
| 输入高电压 | V _{IH} | 1.4 | — | — | V | |
| 输入低电压 | V _{IL} | — | — | 0.8 | V | |
| 输入泄漏电流 | I _{LK} | — | 0.01 | 1 | μA | V _{ENABLE} = 12V |

DC 特性 (续)

电气规范: 除非另外说明, 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°C 。典型值参数条件是在 $+25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = [V_{REG} \text{ (典型值)} + 1.0V]$ 下。

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|------------|-------------|-----|-----|-----|------------------|----|
| 热关断 | | | | | | |
| 管芯温度 | T_{SD} | — | 155 | — | $^\circ\text{C}$ | |
| 管芯温度迟滞 | T_{SDHYS} | — | 10 | — | $^\circ\text{C}$ | |

AC 特性

电气规范: 除非另外说明, 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°C 。典型值参数条件是在 $+25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = [V_{REG} \text{ (典型值)} + 1.0V]$ 下。

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|---------------|--------------|-----|-----|-----|---------------|--|
| UVLO 启动延时 | t_{START} | — | — | 5 | ms | V_{DD} 由低到高 |
| 电流调节 | | | | | | |
| 预充后的过渡时间 | t_{DELAY} | — | — | 1 | ms | $V_{BAT} < V_{PTH}$ 到 $V_{BAT} > V_{PTH}$ |
| 预充后电流上升时间 | t_{RISE} | — | — | 1 | ms | I_{OUT} 上升到 I_{REG} 的 90% |
| 快速充电的安全定时周期 | t_{FAST} | 1.1 | 1.5 | 1.9 | 小时 | $C_{TIMER} = 0.1 \mu\text{F}$ |
| 预充电流调节 | | | | | | |
| 预充充电安全定时周期 | t_{PRECON} | 45 | 60 | 75 | 分钟 | $C_{TIMER} = 0.1 \mu\text{F}$ |
| 充电终止 | | | | | | |
| 充电终止时间周期 | t_{TERM} | 2.2 | 3 | 3.8 | 小时 | $C_{TIMER} = 0.1 \mu\text{F}$ |
| 状态指示 | | | | | | |
| 状态输出关断 | t_{OFF} | — | — | 200 | μs | $I_{SINK} = 1 \text{ mA}$ 至 0 mA |
| 状态输出开启 | t_{ON} | — | — | 200 | μs | $I_{SINK} = 0 \text{ mA}$ 至 1 mA |

温度参数

电气规范: 除非另外说明, 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°C 。典型值参数条件是在 $+25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = [V_{REG} \text{ (典型值)} + 1.0V]$ 下。

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|---|---------------|-----|-----|------|--------------------|---------------------------|
| 温度范围 | | | | | | |
| 规定温度范围 | 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 | | | | | | |
| 16 引脚 $4\text{mm} \times 4\text{mm}$ QFN 热阻 | θ_{JA} | — | 37 | — | $^\circ\text{C/W}$ | 4 层 JC51-7 标准 PCB 板, 自然对流 |

2.0 典型性能特性

注： 以下图表是基于有限样本数的统计结果，仅供参考。其中所列的性能特性未经测试，我们不作任何保证。某些图表中，所给出的数据可能超出规定的工作范围（如超出了规定的电源电压范围），因此不在保修范围之内。

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

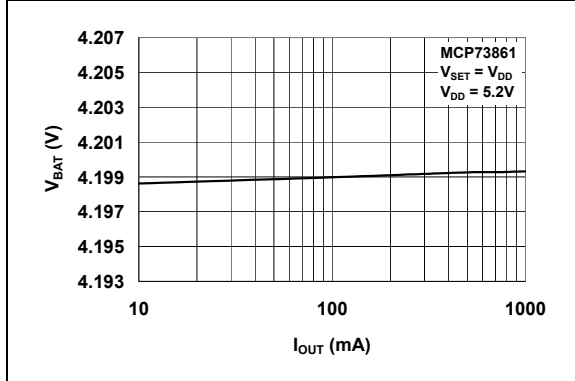


图 2-1: 电池调节电压 (V_{BAT}) 与充电电流 (I_{OUT}) 关系曲线

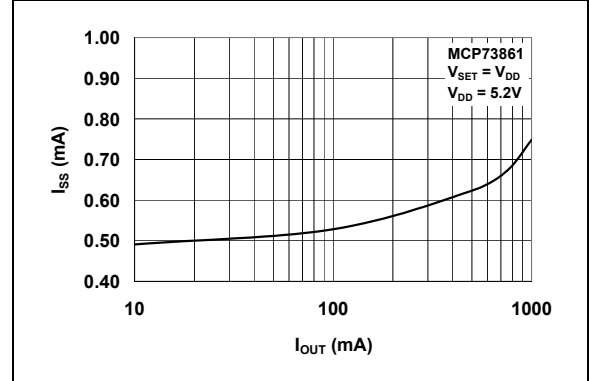


图 2-4: 电源电流 (I_{SS}) 与充电电流 (I_{OUT}) 关系曲线

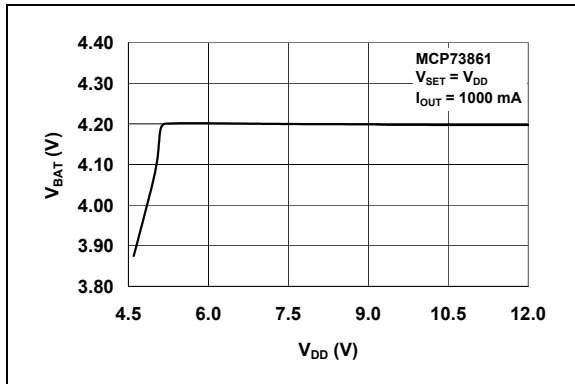


图 2-2: 电池调节电压 (V_{BAT}) 与电源电压 (V_{DD}) 关系曲线

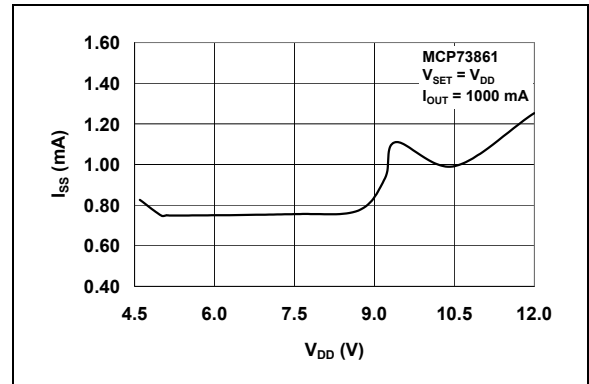


图 2-5: 电源电流 (I_{SS}) 与电源电压 (V_{DD}) 关系曲线

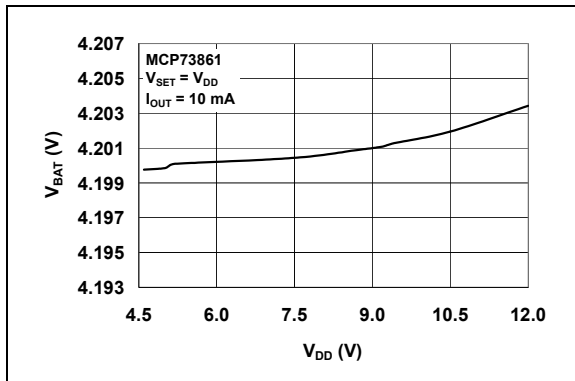


图 2-3: 电池调节电压 (V_{BAT}) 与电源电压 (V_{DD}) 关系曲线

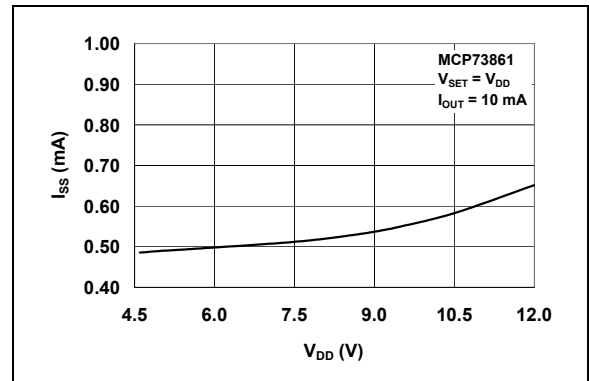


图 2-6: 电源电流 (I_{SS}) 与电源电压 (V_{DD}) 关系曲线

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

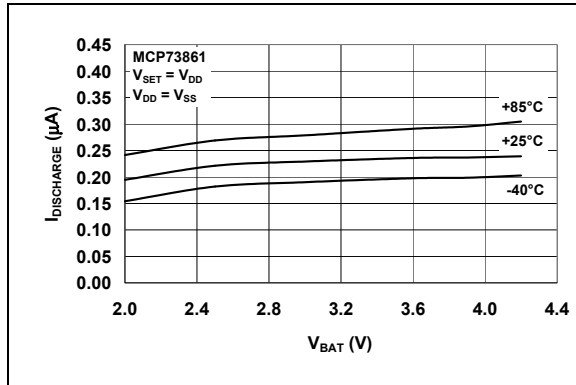


图 2-7: 输出泄漏电流 ($I_{DISCHARGE}$) 与电池电压 (V_{BAT}) 关系曲线

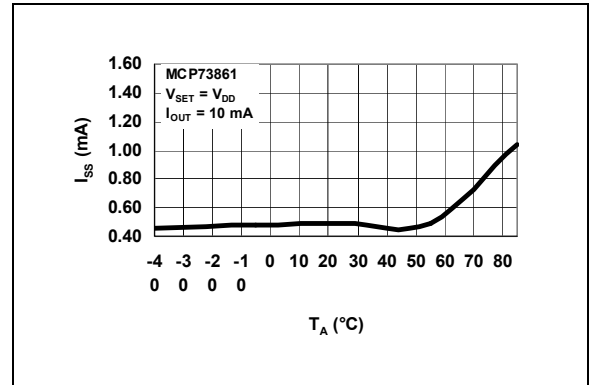


图 2-10: 电源电流 (I_{SS}) 与环境温度 (T_A) 关系曲线

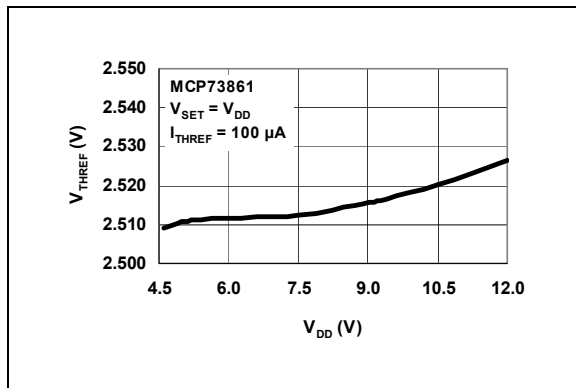


图 2-8: 热敏电阻参考电压 (V_{THREF}) 与电源电压 (V_{DD}) 关系曲线

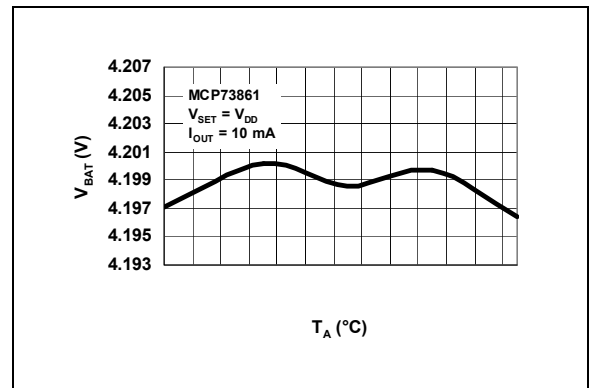


图 2-11: 电池调节电压 (V_{BAT}) 与环境温度 (T_A) 关系曲线

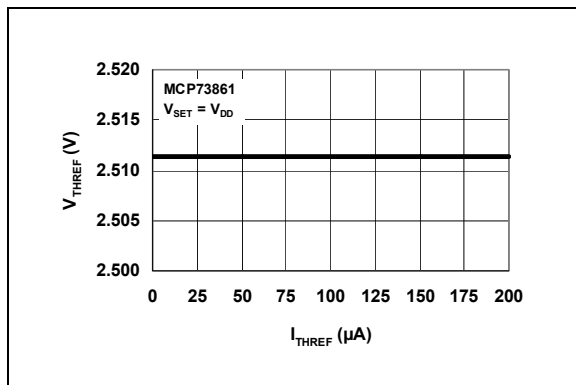


图 2-9: 热敏电阻参考电压 (V_{THREF}) 与热敏电阻偏置电流 (I_{THREF}) 关系曲线

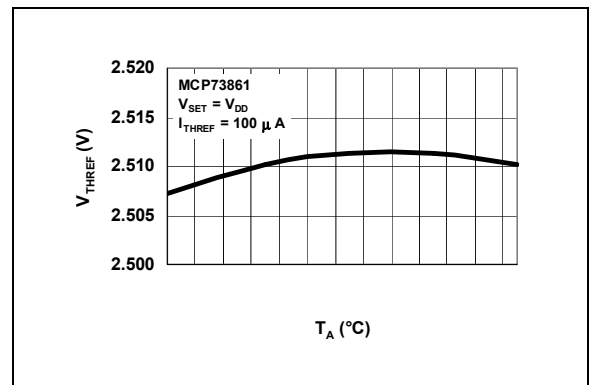


图 2-12: 热敏电阻参考电压 (V_{THREF}) 与环境温度 (T_A) 关系曲线

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

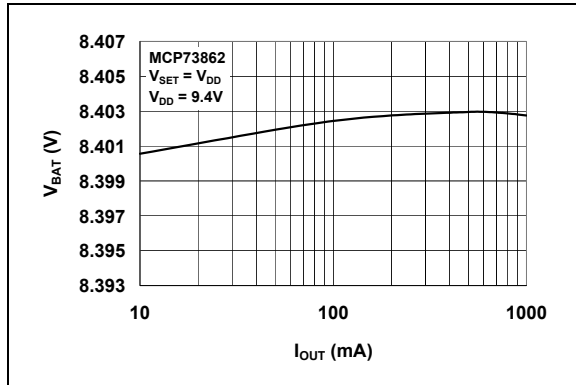


图 2-13: 电池调节电压 (V_{BAT}) 与充电电流 (I_{OUT}) 关系曲线

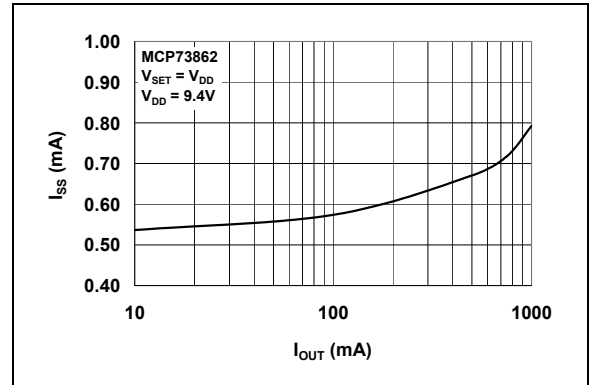


图 2-16: 电源电流 (I_{SS}) 与充电电流 (I_{OUT}) 关系曲线

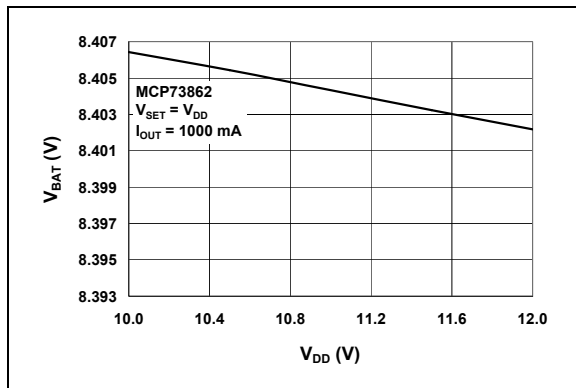


图 2-14: 电池调节电压 (V_{BAT}) 与电源电压 (V_{DD}) 关系曲线

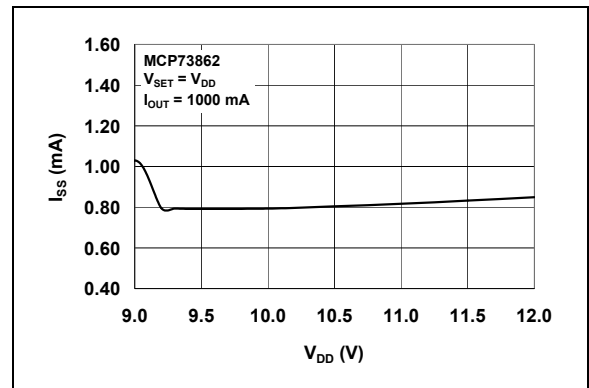


图 2-17: 电源电流 (I_{SS}) 与电源电压 (V_{DD}) 关系曲线

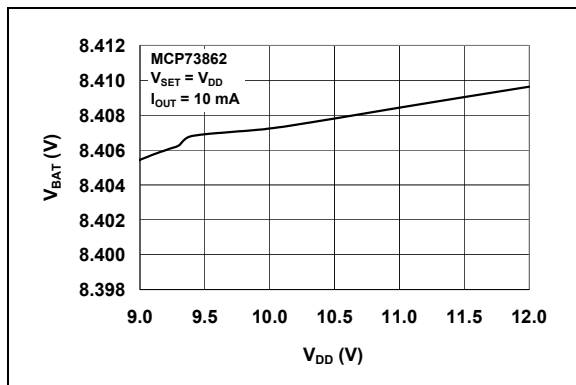


图 2-15: 电池调节电压 (V_{BAT}) 与电源电压 (V_{DD}) 关系曲线

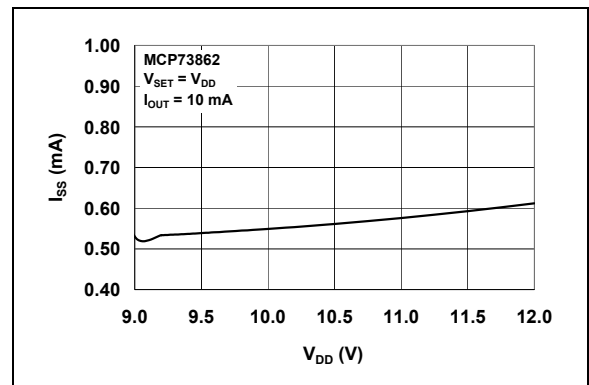


图 2-18: 电源电流 (I_{SS}) 与电源电压 (V_{DD}) 关系曲线

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

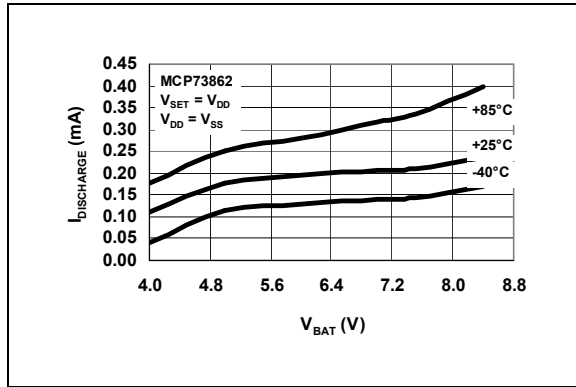


图 2-19: 输出漏电流 ($I_{DISCHARGE}$) 与电池电压 (V_{BAT}) 关系曲线

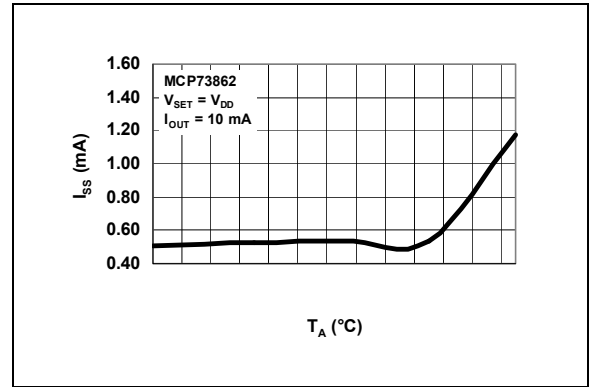


图 2-22: 电源电流 (I_{SS}) 与环境温度 (T_A) 关系曲线

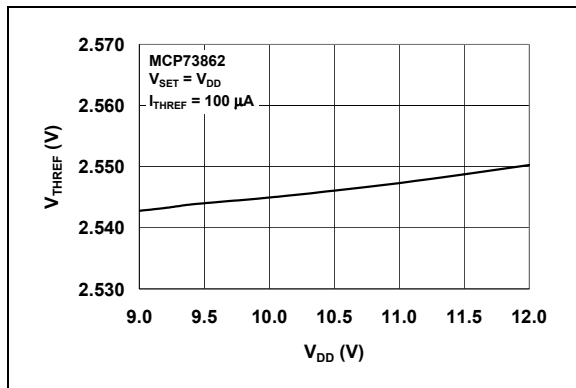


图 2-20: 热敏电阻参考电压 (V_{THREF}) 与电源电压 (V_{DD}) 关系曲线

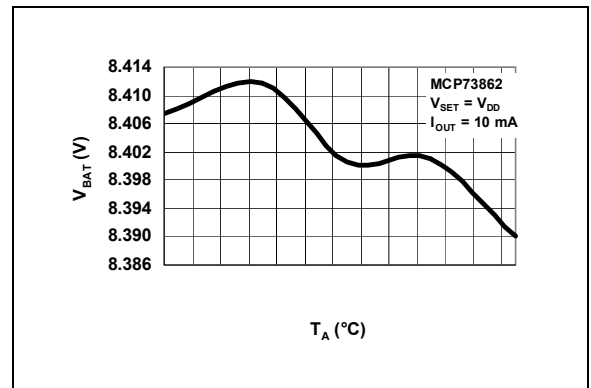


图 2-23: 电池调节电压 (V_{BAT}) 与环境温度 (T_A) 关系曲线

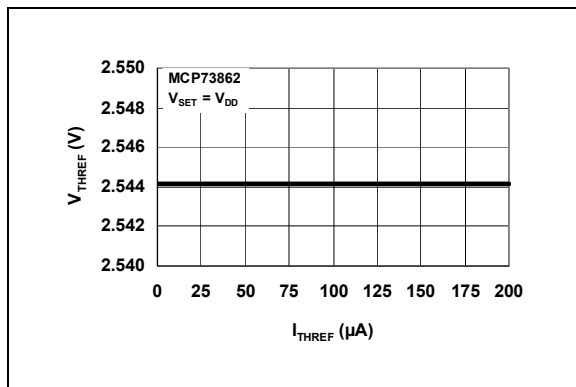


图 2-21: 热敏电阻参考电压 (V_{THREF}) 与热敏电阻偏置电流 (I_{THREF}) 关系曲线

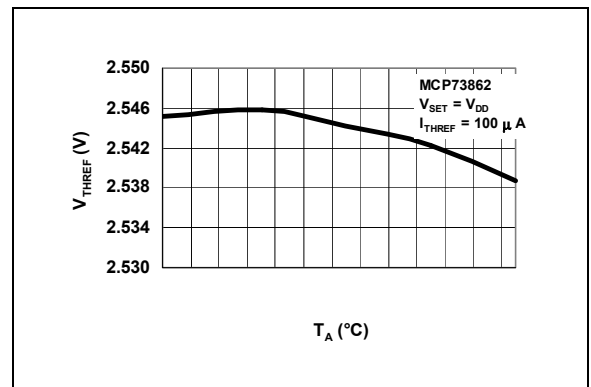


图 2-24: 热敏电阻参考电压 (V_{THREF}) 与环境温度 (T_A) 关系曲线

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

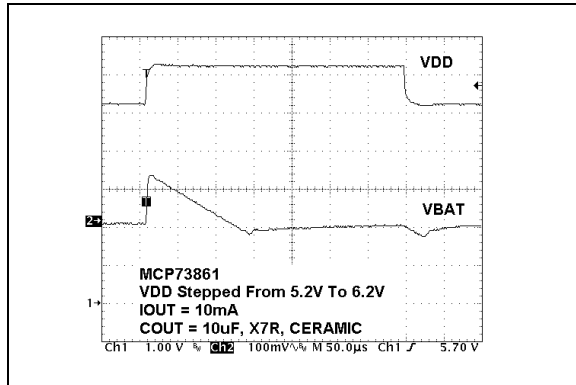


图 2-25: 线性瞬态响应

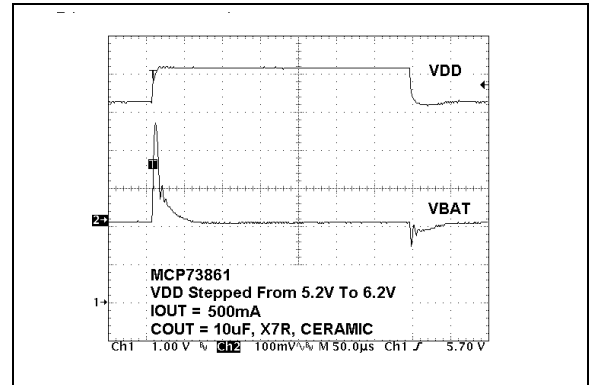


图 2-28: 线性瞬态响应

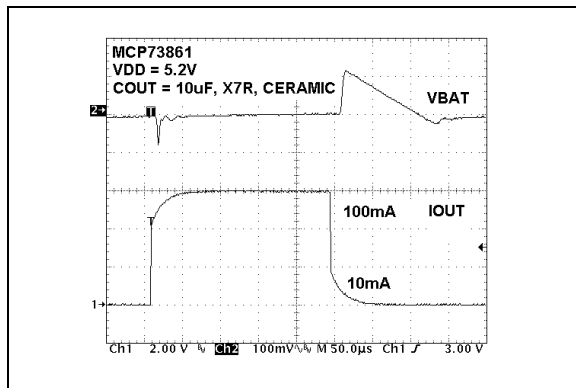


图 2-26: 负载瞬态响应

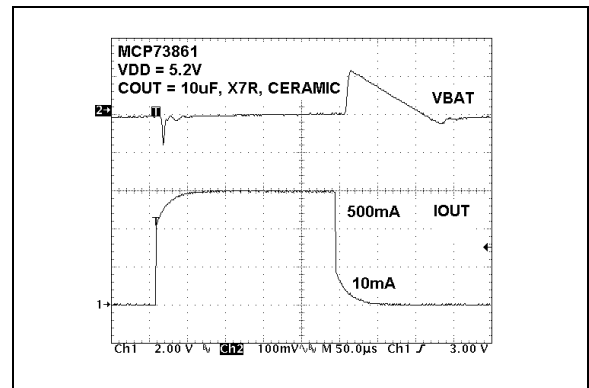


图 2-29: 负载瞬态响应

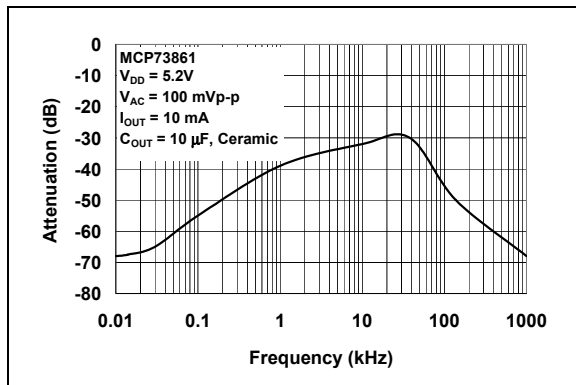


图 2-27: 电源纹波抑制

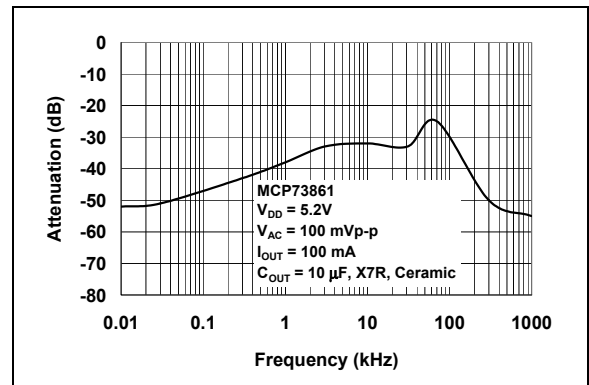


图 2-30: 电源纹波抑制

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

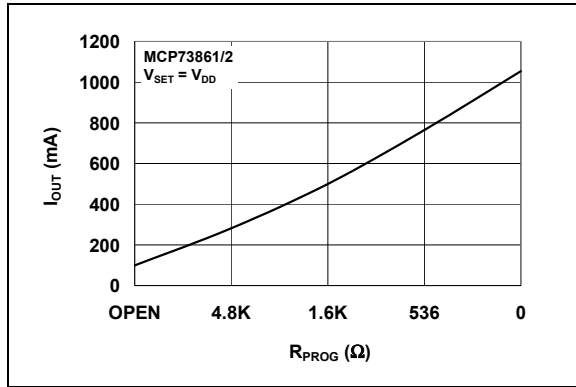


图 2-31: 充电电流 (I_{OUT}) 与编程电阻 (R_{PROG}) 关系曲线

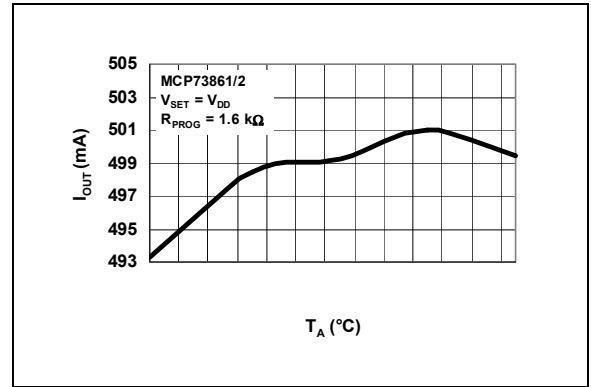


图 2-32: 充电电流 (I_{OUT}) 与环境温度 (T_A) 关系曲线

3.0 引脚介绍

表 3-1 对器件引脚作了说明。

表 3-1: 引脚功能表

| 引脚编号 | 符号 | 功能 |
|------|------------|------------|
| 1 | V_{SET} | 电压调节选择 |
| 2 | V_{DD1} | 芯片输入电源 |
| 3 | V_{DD2} | 芯片输入电源 |
| 4 | V_{SS1} | 芯片 0V 参考电压 |
| 5 | PROG | 电流调节设置 |
| 6 | THREF | 电池温度检测偏置 |
| 7 | THERM | 电池温度检测输入 |
| 8 | TIMER | 定时器设置 |
| 9 | V_{SS3} | 芯片 0V 参考电压 |
| 10 | V_{BAT1} | 电池充电控制输出 |
| 11 | V_{BAT2} | 电池充电控制输出 |
| 12 | V_{BAT3} | 电池电压检测 |
| 13 | V_{SS2} | 芯片 0V 参考电压 |
| 14 | EN | 逻辑使能 |
| 15 | STAT2 | 故障状态输出 |
| 16 | STAT1 | 充电状态输出 |

3.1 电压调节选择 (V_{SET})

MCP73861: 连接到 V_{SS} 用于 4.1V 调节电压, 或连接到 V_{DD} 用于 4.2V 调节电压。**MCP73862** 连接到 V_{SS} 用于 8.2V 调节电压, 或连接到 V_{DD} 用于 8.4V 的调节电压。

3.2 芯片输入电源 (V_{DD2} , V_{DD1})

建议电源电压范围为 $[V_{REG} (\text{典型值}) + 0.3V]$ 至 12V。该引脚到 V_{SS} 间接一个至少为 4.7 μF 的旁路电容。

3.3 芯片 0V 参考电压 (V_{SS1} , V_{SS2} , V_{SS3})

该引脚接电池的负极和输入电源的地。

3.4 电流调节设置 (PROG)

通过在 PROG 引脚和 V_{SS} 引脚之间的电阻来控制预充电流、快速电流和终止电流的大小。

3.5 电池温度检测偏置 (THREF)

该引脚连接的参考电压加到外部热敏电阻上进行偏置, 以便对电池温度进行持续检测和实现预充。

3.6 电池温度检测输入 (THERM)

外部热敏电阻的输入信号, 来持续检测电池温度和实现该预充。引脚与 THREF/3 相连将禁止温度检测。

3.7 定时器设置

所有安全定时器都是通过 $C_{TIMER}/0.1 \mu F$ 来设定。

3.8 电池充电控制输出 (V_{BAT1} , V_{BAT2})

该引脚与电池的正极相连, 它是内部 P 沟道 MOSFET 的漏极端。该引脚与 V_{SS} 间接一个至少为 4.7 μF 的旁路电容, 以保证在电池断开时回路的稳定性。

3.9 电池电压检测 (V_{BAT3})

为电压检测输入, 与电池的正极相连。器件内部一个高精度的电阻分压器可以将这个引脚的最终电压稳定在 V_{REG} 。

3.10 逻辑使能 (EN)

该引脚的输入信号可控制充电终止、开始充电、故障清除或禁止自动再充电。

3.11 故障状态输出 (STAT2)

以限流开漏驱动方式可直接驱动接入该引脚的 LED, 以显示故障状态。或者, 接上拉电阻, 实现与系统单片机的接口。

3.12 充电状态输出 (STAT1)

以限流开漏驱动方式可直接驱动接入该引脚上的 LED, 以显示充电状态。或者, 接上拉电阻, 实现与系统单片机的接口。

4.0 器件概述

MCP7386X 系列器件是高级线性充电管理控制器。请参见第 2 页的功能模块原理图。图 4-2 描述了从开始充电到充电完毕及自动再充电的操作流程算法。

4.1 充电条件判断和预充

当接入电池或接入外部电源时，MCP7386X 系列器件将自动进行一系列的安全检查以确定是否符合充电条件。输入电源电压应高于欠压锁定阈值电压，使能引脚电压必须高于逻辑高电平，而电池温度应处于高低阈值之间。器件将对上述条件进行持续监视。当超出充电条件时，充电周期将自动暂停或终止。输入电压必须偏离欠压锁定关断阈值电压至少一个时钟周期，这样才是有效输入。

在满足充电条件后，MCP7386X 将启动充电周期。充电状态输出在整个充电周期中被置于低电平（有关充电状态输出的介绍见表 5-1）。若电池电压低于预充电电压阈值（ V_{PTH} ），MCP7386X 将采用涓流电流对电池实行预充电。预充电电流设定为快速充电调节电流的 10% 左右。涓流式预充可安全地对深度放电的电池进行充电，并在初始充电周期时使散热量最小。如果在预充时间结束时电池电压还没有达到预充电电压阈值，将有故障指示并终止充电周期。

4.2 恒流调节—快速充电

当电池电压超过预充电电压阈值时，预充阶段结束，进入快速充电阶段。快速充电用一个恒定的电流（ I_{REG} ）对电池进行充电，该电流通过连接到 PROG 引脚的外部电阻设定。在电池电压达到调节电压（ V_{REG} ）或快速充电定时时间结束之前，电池将持续进行快速充电。否则，将有故障指示并终止充电周期。

4.3 恒压调节

当电池电压达到调节电压（ V_{REG} ）时，进入恒压调节阶段。MCP7386X 在 V_{BAT} 引脚监视电池电压。该输入引脚直接连接到电池正极。MCP7386X 根据 V_{SET} 状态选择调节电压值。如果 V_{SET} 连接到 V_{SS} ，MCP73861 和 MCP73862 分别稳压为 4.1V 和 8.2V。如果 V_{SET} 连接到 V_{DD} ，MCP73861 和 MCP73862 分别稳压为 4.2V 和 8.4V。

4.4 充电周期结束与自动再充电

MCP7386X 在恒压调节阶段监视充电电流。当充电电流降到调节电流（ I_{REG} ）约 8% 以下，或定时器计时完毕，充电周期结束。

在满足所有充电条件的前提下，当电池电压降到再充电阈值（ V_{RTH} ）以下，MCP7386X 自动开始一个新的充电周期。

4.5 热调节

MCP7386X 系列器件根据管芯温度限制充电电流大小。热调节能优化充电周期时间并维护器件可靠性。如果进入热调节阶段，定时器自动变缓以确保充电周期不会过早地结束。热调节的大致情况可参见图 4-1。

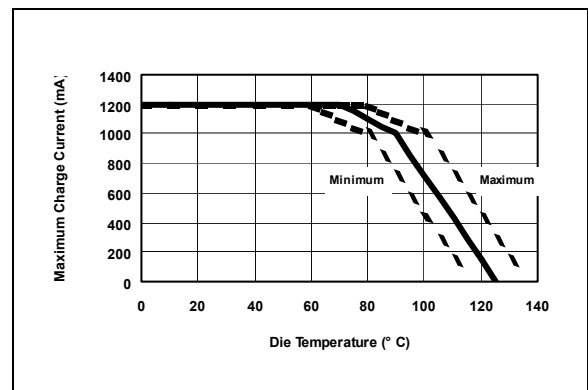


图 4-1: 典型的最大充电电流与管芯温度关系曲线

4.6 热关断

如果管芯温度超过 155°C，MCP7386X 系列器件会暂停充电。在管芯温度降低约 10°C 之后，将继续充电。热关断是在电路热调节失败时的二级安全功能。

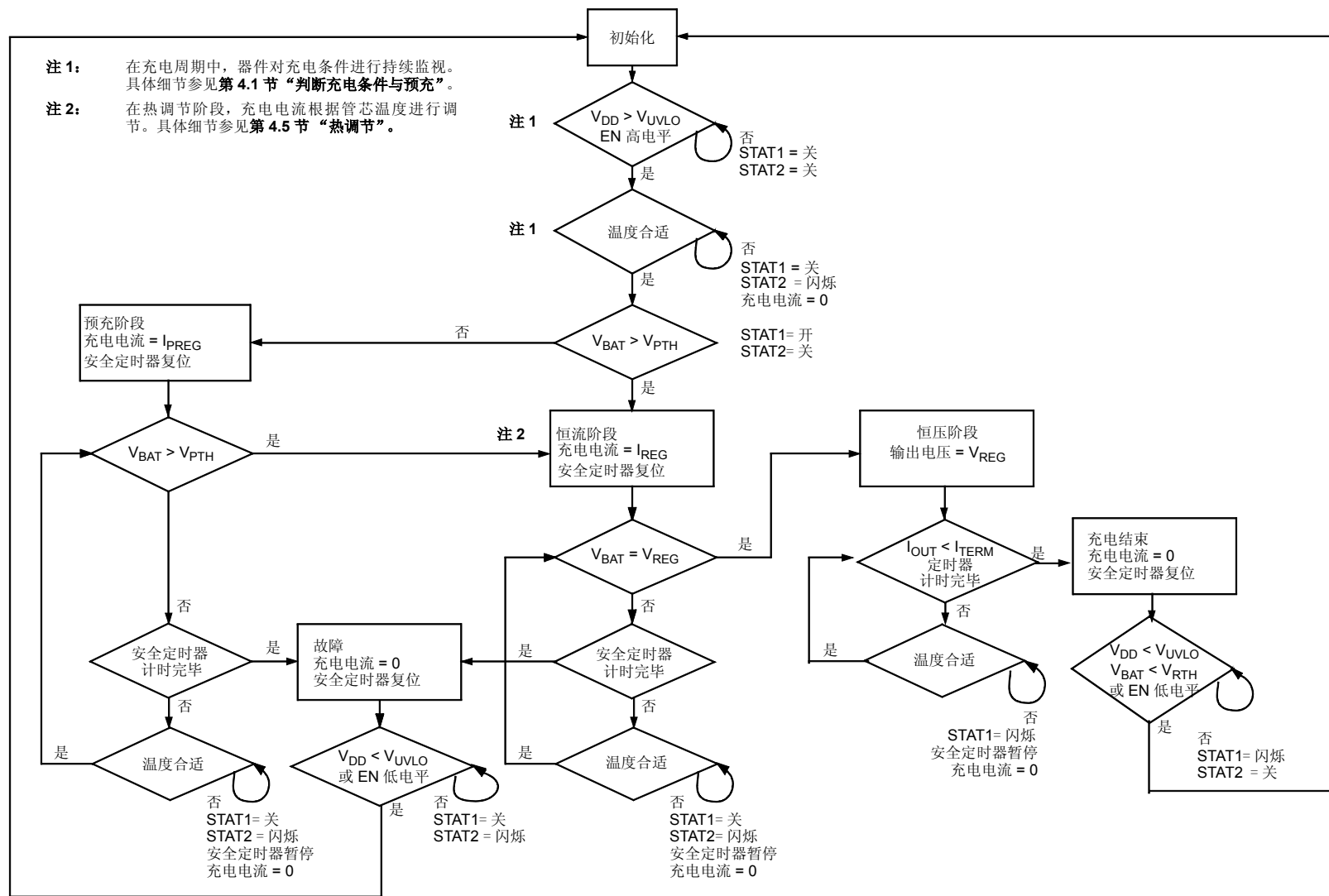


图 4-2: 操作流程算法

5.0 详细说明

5.1 模拟电路

5.1.1 电池管理输入电压 (V_{DD1} , V_{DD2})

输入 V_{DD} 是 MCP7386X 器件的输入电压。如果在 V_{DD} 输入的电压低于欠压锁定电压 (V_{STOP})，MCP7386X 自动进入关断模式。这一特性可以避免在 V_{DD} 电源电压供电不足的情况下发生电池组漏电现象。

5.1.2 PROG 输入

快速充电电流调节可以通过在 PROG 输入引脚与 V_{SS} 之间接入的编程电阻 (R_{PROG}) 来控制。把 PROG 输入引脚和 V_{SS} 连接可以使最大的快速充电电流的典型值达到 1.2A。如果让 PROG 输入引脚悬空，最小的快速充电电流是 100 mA。可以通过下面的公式计算 R_{PROG} 的值：

$$R_{PROG} = \frac{13.2 - 11 \times I_{REG}}{12 \times I_{REG} - 1.2}$$

其中：

I_{REG} 是需要的快速充电电流 (A)

R_{PROG} 的单位是 k Ω 。

预充的涓流电流及充电终止电流分别限定为 I_{REG} 的 10% 和 8%。

5.1.3 电池温度检测偏置 (THREF)

2.5V 的参考电压加到外部热敏电阻上作为其偏置，以持续监视电池温度并实现对电池的预检验。比较的参考电压值分别为 $V_{THREF}/2$ 和 $V_{THREF}/4$ 。

5.1.4 电池温度检测输入 (THERM)

MCP73861 和 MCP73862 通过将 THERM 输入引脚和 V_{SS} 之间的电压与温度的上下阈值进行比较，持续监控温度状况。负或正温度系数、热敏电阻 (NTC 或 PTC) 以及外部分压器都会使这个电压发生变化。温度检测电路有其自身的参考电压用于比较。因此，它不受输入电源 (V_{DD}) 波动的影响。当没有加 V_{DD} 时，温度检测电路将不会包含在系统中，这样可以避免电池组的额外放电。

图 6-1 显示了有 THERM 输入引脚连接的一个典型应用电路。电阻 R_{T1} 和 R_{T2} 的阻值可以利用下面的等式计算。

对于 NTC 热敏电阻

$$R_{T1} = \frac{2 \times R_{COLD} \times R_{HOT}}{R_{COLD} - R_{HOT}}$$

$$R_{T2} = \frac{2 \times R_{COLD} \times R_{HOT}}{R_{COLD} - 3 \times R_{HOT}}$$

对于 PTC 热敏电阻：

$$R_{T1} = \frac{2 \times R_{COLD} \times R_{HOT}}{R_{HOT} - R_{COLD}}$$

$$R_{T2} = \frac{2 \times R_{COLD} \times R_{HOT}}{R_{HOT} - 3 \times R_{COLD}}$$

其中：

R_{COLD} 和 R_{HOT} 是在设计要求的温度范围中热敏电阻阻值。

如果 THERM 输入引脚上加 $V_{THREF}/3$ 电压，会禁止温度监控功能。

5.1.5 定时器设置输入 (TIMER)

通过在 TIMER 输入引脚与 V_{SS} 间接把一个定时电容 (C_{TIMER})，TIMER 输入引脚便可以控制安全定时器的周期。三个安全定时器都可以通过这个定时电容控制。

预充安全定时器周期：

$$t_{PRECON} = \frac{C_{TIMER}}{0.1\mu F} \times 1.0 \text{Hours}$$

快速充电安全定时器周期：

$$t_{FAST} = \frac{C_{TIMER}}{0.1\mu F} \times 1.5 \text{Hours}$$

终止充电总时间：

$$t_{TERM} = \frac{C_{TIMER}}{0.1\mu F} \times 3.0 \text{Hours}$$

预充定时器在符合充电条件之后启动，而在充电进入恒流快速充电阶段时复位。快速充电定时器和充电终止定时器在 MCP7386X 器件结束预充之后启动。在进入恒压阶段之后，快速充电定时器复位。如果感应电流没有低于终止阈值，充电终止定时器会结束计时并终止充电过程。

在热调节阶段，定时器会根据充电电流大小按比例放缓。

5.1.6 电池电压检测 (V_{BAT3})

MCP7386X 器件通过 V_{BAT3} 引脚监视电池电压。这一输入引脚直接与电池组的正极相连。

5.1.7 电池充电控制输出 (V_{BAT1} , V_{BAT2})

电池充电控制输出是内部 P 沟道 MOSFET 的漏极。通过控制这个 MOSFET 在线性区工作, MCP7386X 能为电池组提供恒定的电流和电压。电池充电控制输出引脚应与电池组的正极相连。

5.2 数字电路

5.2.1 充电状态输出 (STAT1, STAT2)

两个状态输出可以提供充电过程的状态信息。限流的开漏输出可用来驱动外部 LED。还可通过接上拉电阻实现与系统单片机的通讯。表 5-1 总结了一个充电周期内的状态输出情况。

表 5-1: 状态输出

| 充电周期状态 | STAT1 | STAT2 |
|----------|-------------------|-------------------|
| 充电条件判断 | 关 | 关 |
| 预充 | 开 | 关 |
| 恒流快速充电 | 开 | 关 |
| 恒压 | 开 | 关 |
| 充电完毕 | 闪烁 (1Hz, 50% 占空比) | 关 |
| 故障 | 关 | 开 |
| THERM 无效 | 关 | 闪烁 (1Hz, 占空比 50%) |
| 禁止—休眠模式 | 关 | 关 |
| 输入电压断开 | 关 | 关 |

注: 关状态: 高阻态开漏;
开状态: 灌电流开漏输出,
典型值是 7 mA ;
闪烁: 在开状态和关状态之间反复切换。

1 Hz 的闪烁速率是基于 0.1 μ F 的定时器电容 (C_{TIMER})。这一速率将会随着定时器电容的变化而变化。

在故障情况下, STAT1 状态输出为关, 而 STAT2 输出为开。为了从故障状态下恢复, 必须先移除输入电压, 再重新加上电压, 或者将使能输入引脚 (EN) 先拉为逻辑低电平, 然后设为逻辑高电平。

如果 THERM 输入引脚上的电压超出了预先的设定范围, 将不会开始充电或暂停充电。如果是在充电过程中, 充电不会终止, 并且会自动恢复。一旦 THERM 输入引脚上的电压符合要求并且所有其它参数条件都满足, 才开始或继续充电。在 THERM 无效的情况下, STAT1 状态输出为关, 而 STAT2 状态输出闪烁。

5.2.2 V_{SET} 输入

V_{SET} 输入决定 MCP7386X 的调节输出电压。如果 V_{SET} 与 V_{SS} 相连, MCP73861 和 MCP73862 的稳压值分别为 4.1V 和 8.2V。如果 V_{SET} 与 V_{DD} 相连, MCP73861 和 MCP73862 的稳压值分别为 4.2V 和 8.4V。

5.2.3 逻辑使能 (EN)

逻辑使能输入引脚 (EN) 可以在充电期间的任意时刻终止充电、启动充电或启动再充电。

将 EN 引脚接逻辑高电平或将其直接连接到输入电源将使能器件。在该引脚接逻辑低电平将关断器件并终止充电周期。在关断模式下, 器件的电源电流降为 0.17 μ A (典型值)。

6.0 应用

MCP7386X 设计为可以配合系统单片机协同运行，也可以单独充电应用。MCP7386X 对锂离子和锂聚合物电池提供先恒流再恒压的首选充电算法。

图 6-1 显示了一个典型的单独充电应用电路，而图 6-2 和图 6-3 显示了相关的充电曲线。

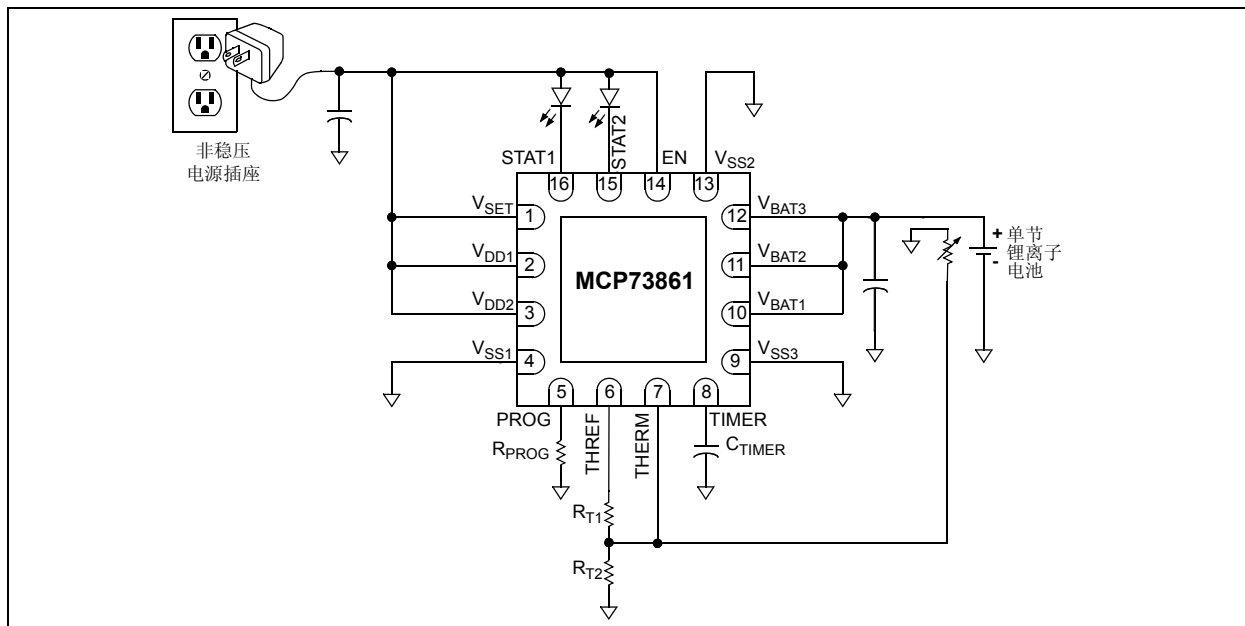


图 6-1: 典型的应用电路

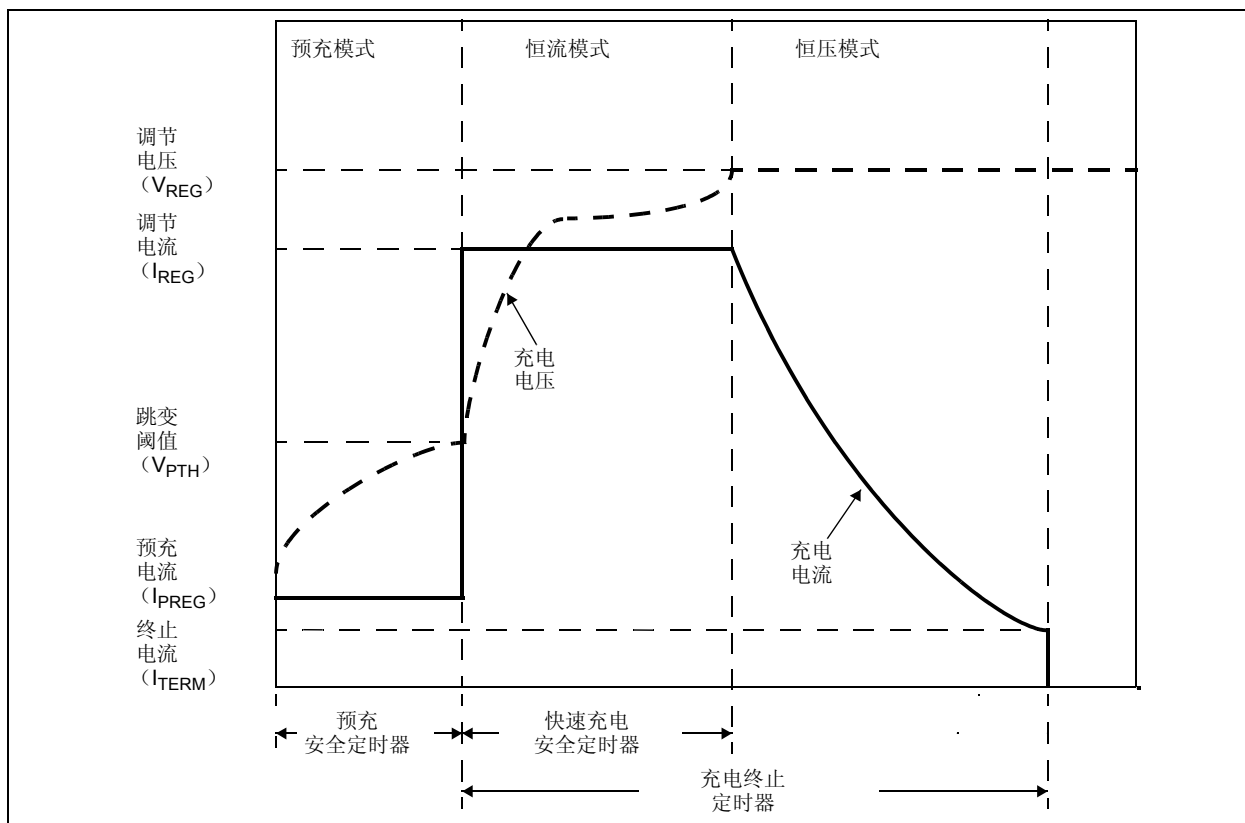


图 6-2: 典型的充电曲线

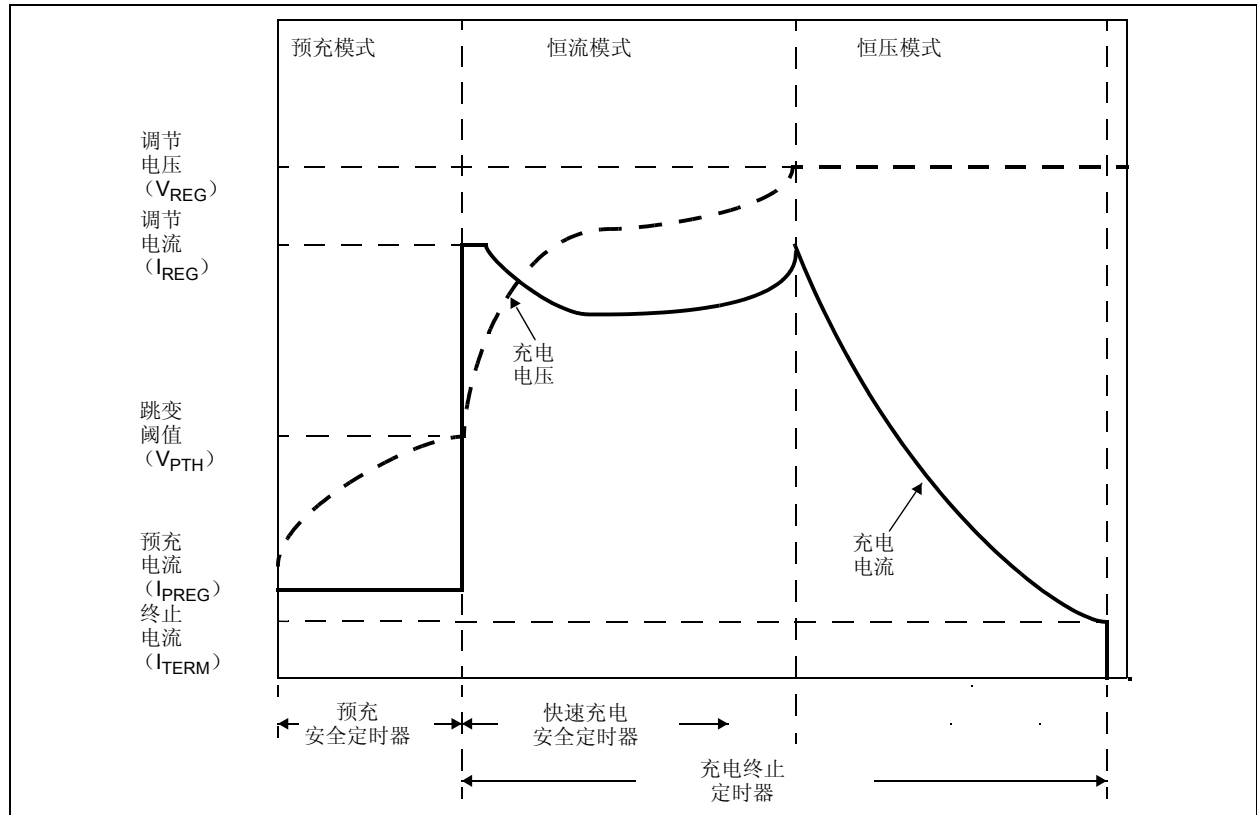


图 6-3: 具有热调节功能典型的充电曲线

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与周围冷却空气之间的热阻等参数直接相关。最坏的情况发生在从预充阶段向恒流阶段转换的时候。此时，电池充电器的功耗最大。设计时，应在充电电流、成本以及充电器的散热等要求因素之间进行权衡。

6.1.1 元件选择

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

6.1.1.1 电流编程电阻（ R_{PROG} ）

对于锂离子电池，最佳的快速充电电流为 1C，绝对最大电流为 2C。例如，一个 500 mAh 电池组的最佳快速充电电流为 500 mA，以这个充电速率进行充电可以保证充电周期最短，同时电池组的性能和寿命不受影响。

1200 mA 是 MCP7386X 所能提供的最大的充电电流。在这种情况下，PROG 输入应直接与 V_{SS} 连接。

6.1.1.2 散热设计的考虑因素

电池充电器最大的功耗发生在输入电压为最大值，且器件工作在从预充阶段向恒流阶段转换的时候。这种情况下的功耗为：

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

其中：

V_{DDMAX} 是输入电压的最大值

I_{REGMAX} 是快速充电电流最大值

V_{PTHMIN} 是跳变阈值电压最小值

在 5V，±10% 电压输入的情况下，功耗为：

$$\text{PowerDissipation} = (5.5V - 2.7V) \times 575mA = 1.61W$$

如果电池充电器安装在 1 平方英寸，1 oz 的铜焊盘上，其结温约升为 60°C。这样，在器件进入热调节之前，允许工作的最大环境温度是 50°C。

6.1.1.3 外部电容

无论是否有电池负载，MCP7386X 都可以稳定工作。为保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} 间接一个至少为 $4.7\ \mu F$ 的旁路电容。当无电池负载时，该电容可提供补偿。此外，在高频时电池及其内部连接电路呈现感性特征。在恒压模式下，这些感性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。

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）无关。电容的实际容量和与之相联的 ESR 取决于输出负载电流。通常在输出端接入 $4.7\ \mu F$ 的陶瓷电容、钽电容或铝电解电容即足以保证在输出电流高达 1A 时电路的稳定性。

6.1.1.4 反向阻断保护

当输入故障、输入短路或输入电源极性反接时，MCP7386X 会对系统提供保护。若没有这样的保护，输入故障或短路将使电池组通过内部晶体管的寄生二极管放电。

6.1.1.5 使能接口

若器件设计为独立充电电路，一般将使能引脚连接到电源输入端。当输入电压 V_{DD} 低于欠压锁定电压（ V_{STOP} ）时，MCP7386X 将自动进入低功耗模式，从而器件从电池吸收的电流降为 $0.23\ \mu A$ （典型值）。

6.1.1.6 充电状态接口

两个状态输出提供了充电的状态信息。限流的开漏输出可用于驱动外部 LED。充电周期内的输出状态指示可以参看表 5-1。

6.2 PCB 布局问题

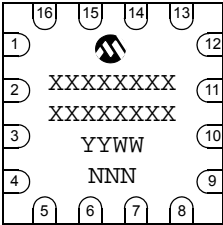
为了达到最佳稳压效果，应尽量将电池组靠近器件的 V_{BAT} 和 V_{SS} 引脚放置。建议 PCB 板中载有大电流的引线应尽可能短以减小其压降。

若 PCB 板作为散热器使用，在散热板上增加多个过孔将有助于热量更好地传递到 PCB 的背板，从而降低器件的最大结温。

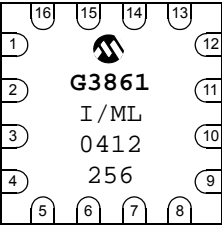
7.0 封装信息

7.1 封装标识信息

16 引脚 QFN 封装



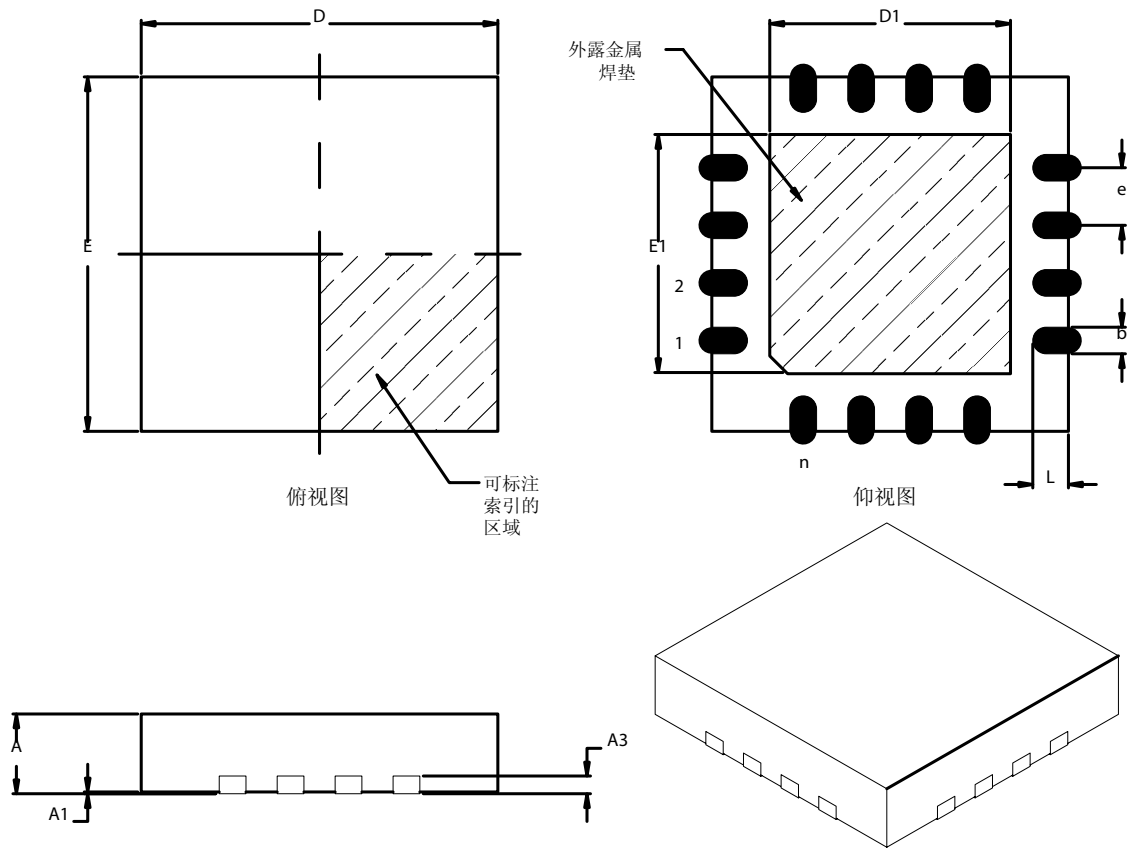
示例



| | | |
|-----|--|----------------------|
| 图注: | XX...X | 用户特定信息 * |
| | YY | 年份代码 (年历的最后两位数) |
| | 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 |
| 注: | 如果 Microchip 芯片部件编号无法在同一行中完整标注, 将换行标出, 因此会限制了用户特定信息的可用字符数。 | |

* 标准 OTP 标识包括 Microchip 器件编号、年份代码、星期代码和追踪代码。

16 引脚塑料四方无引脚扁平封装（ML）主体 4x4x0.9 mm（QFN）—独特的锯齿型



| 单元 | | 英寸 | | | 毫米* | | |
|--------|----|----------|------|------|----------|------|------|
| 尺寸范围 | | 最小 | 正常 | 最大 | 最小 | 正常 | 最大 |
| 引脚数 | n | 16 | | | 16 | | |
| 引脚间距 | e | .026 BSC | | | 0.65 BSC | | |
| 总高度 | A | .031 | .035 | .039 | 0.80 | 0.90 | 1.00 |
| 悬空间隙 | A1 | .000 | .001 | .002 | 0.00 | 0.02 | 0.05 |
| 触点厚度 | A3 | .008 REF | | | 0.20 REF | | |
| 总宽度 | E | .152 | .157 | .163 | 3.85 | 4.00 | 4.15 |
| 外露焊垫宽度 | E2 | .100 | .106 | .110 | 2.55 | 2.70 | 2.80 |
| 总长度 | D | .152 | .157 | .163 | 3.85 | 4.00 | 4.15 |
| 外露焊垫长度 | D2 | .100 | .106 | .110 | 2.55 | 2.70 | 2.80 |
| 触点宽度 | b | .010 | .012 | .014 | 0.25 | 0.30 | 0.35 |
| 触点长度 | L | .012 | .016 | .020 | 0.30 | 0.40 | 0.50 |

*控制参数

注:

等同于JEDEC号: MO-220

图号 C04-127

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。

| | | |
|---|---|---|
| <div><div>器件编号</div><div>器件</div><div>温度范围</div><div>封装</div></div> | <div><div>XX</div><div>封装</div></div> <div><div>器件：</div><div>MCP73861: 单节电池充电控制器，带温度监控</div><div>MCP73861T: 单节电池充电控制器，带温度监控（卷带式包装）</div><div>MCP73862: 两节电池充电控制器，带温度监控</div><div>MCP73862T: 两节电池充电控制器，带温度监控（卷带式包装）</div></div> <div><div>温度范围：</div><div>I = -40°C 至 +85°C（工业级）</div></div> <div><div>封装：</div><div>ML = 塑料四方无引脚扁平封装，主体 4x4 mm（QFN），16 引脚</div></div> <div><div>引脚抛光</div><div>G = 哑面锡（纯锡）</div></div> | <div><div>示例：</div><div>a) MCP73861T-I/MLG: 卷带式，单节电池控制器</div><div>b) MCP73861-I/MLG: 单节电池控制器</div><div>a) MCP73862T-I/MLG: 卷带式，两节电池控制器</div><div>b) MCP73862-I/MLG: 两节电池控制器</div></div> |
|---|---|---|

销售与技术支持

| |
|--|
| <div><div>数据手册</div><div>初始数据手册中所述的产品可能会有一份勘误表，其中描述了较小的运行差异和推荐的工作环境。要了解是否存在某一器件的勘误表，可通过以下方式联系我们：</div><div><div>1. Microchip 在当地的销售办事处</div><div>2. Microchip 美国总部的文献中心，传真：1-480-792-7277</div><div>3. Microchip 网站（www.microchip.com）</div></div><div><div>请指明您使用的器件名称、芯片型号和数据手册的版本（包括文献编号）。</div></div><div><div>客户通知系统</div><div>只要在我公司网站（www.microchip.com/cn）上注册，就能获得产品的最新信息。</div></div></div> |
|--|

MCP73861/2

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 或任何其它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之中。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《数字器件千年版权法案 (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它受版权保护的成果, 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。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. 的原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其它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, 是您自身应负的责任。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头的声明或担保, 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。未经 Microchip 书面批准, 不得将 Microchip 的产品用作生命维持系统中的关键组件。在 Microchip 知识产权保护下, 不得暗中以其它方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、Accuron、dsPIC、KEELOQ、microID、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PRO MATE、PowerSmart、rfPIC 和 SmartShunt 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其它国家或地区的注册商标。

AmpLab、FilterLab、Migratable Memory、MXDEV、MXLAB、PICMASTER、rfPIC、SEEVAL、SmartSensor 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、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、FlexROM、fuzzylab、In-Circuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Migratable Memory、MPASM、MPLIB、MPLINK、MPSIM、PICKit、PICDEM、PICDEM.net、PICLAB、PICKtail、PowerCal、PowerInfo、PowerMate、PowerTool、rfLAB、rfPICDEM、Select Mode、Smart Serial、SmartTel 和 Total Endurance 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其它国家或地区的商标。

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

在此提及的所有其它商标均为各持有公司所有。

© 2004, Microchip Technology Inc. 版权所有。

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

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 及位于加利福尼亚州 Mountain View 的全球总部、设计中心和晶圆生产厂均于 2003 年 10 月通过了 ISO/TS-16949:2002 质量体系认证。公司在 PICmicro® 8 位单片机、KEELOQ® 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器 and 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
Alpharetta, GA
Tel: 1-770-640-0034
Fax: 1-770-640-0307

波士顿 Boston
Westford, MA
Tel: 1-978-692-3848
Fax: 1-978-692-3821

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

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

圣何塞 San Jose
Mountain View, CA
Tel: 1-650-215-1444
Fax: 1-650-961-0286

加拿大多伦多 Toronto
Mississauga, Ontario,
Canada
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

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

中国 - 成都
Tel: 86-28-8676-6200
Fax: 86-28-8676-6599

中国 - 福州
Tel: 86-591-8750-3506
Fax: 86-591-8750-3521

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

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 - 顺德
Tel: 86-757-2839-5507
Fax: 86-757-2839-5571

中国 - 青岛
Tel: 86-532-502-7355
Fax: 86-532-502-7205

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

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-572-9526
Fax: 886-3-572-6459

亚太地区

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-2229-0061
Fax: 91-80-2229-0062

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-5160-8631
Fax: 91-11-5160-8632

日本 Japan - Kanagawa
Tel: 81-45-471- 6166
Fax: 81-45-471-6122

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

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

欧洲

奥地利 Austria - Weis
Tel: 43-7242-2244-399
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark - Ballerup
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

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

德国 Germany - Ismaning
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 - Drunen
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

英国 England - Berkshire
Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820