

超高精度内置 MOSFET 单节锂电池保护 IC

1 特性

- 单节锂离子/锂聚合物电池保护 IC
- 内置超低导通电阻 MOSFET
 - ◇ Ron=18mΩ, (VDD=3.6V, I_{LOAD}=1A)
- 超高精度电压检测保护
 - ◇ 过充电压 V_{CU}: 4V ~ 4.575V, (25mV 步进) 精度 ±50mV
 - ◇ 过充恢复电压 V_{CL}: 3.85V ~ 4.4V, (50mV 步进) 精度: ±100mV
 - ◇ 过放电压 V_{DL}: 2.3V ~ 3V, (100mV 步进) 精度 ±100mV
 - ◇ 过放恢复电压 V_{DR}: 2.4V ~ 3.1V, (100mV 步进) (部分型号没有) 精度: ±100mV
- 超高精度电流检测保护
 - ◇ 放电电流保护: 6A~13.75A, (250mA 步进) 精度 ±30%
 - ◇ 充电电流保护: 6A~12A, (250mA 步进) 精度 ±30%
- 0V-电池充电允许
- 超低功耗:
 - ◇ 工作模式: 3.0μA
 - ◇ 关断模式: 1.5μA
- 多重保护、高可靠性
 - ◇ 负载短路保护

◇ ESD 2KV

- 小型带散热片 eSOP8L 封装

2 应用

- 单节可充式锂离子/锂聚合物电池设备
- 移动电源、平板电脑

3 简介

IP3005U 系列 IC 是一款超高精度的单节锂离子/锂聚合物电池保护芯片，它内置功率 MOSFET，全集成了超高精度的过充电压、过放电压、过放电流、过充电流检测保护电路。

IP3005U 采用了精确的电压判断电路，让过充电压，过充恢复电压，过放电压，过放恢复电压的检测精度达到 ±50mV。

IP3005U 系列 IC 拥有大范围的电压保护和过流检测选择，拥有精细的档位步进，可根据用户要求实现多样化定制。

IP3005U 系列 IC 采用 eSOP8L 封装，自带小型散热片，配合内置功率 MOSFET 极低的导通电阻，在大功率工作下，拥有极佳的散热性。

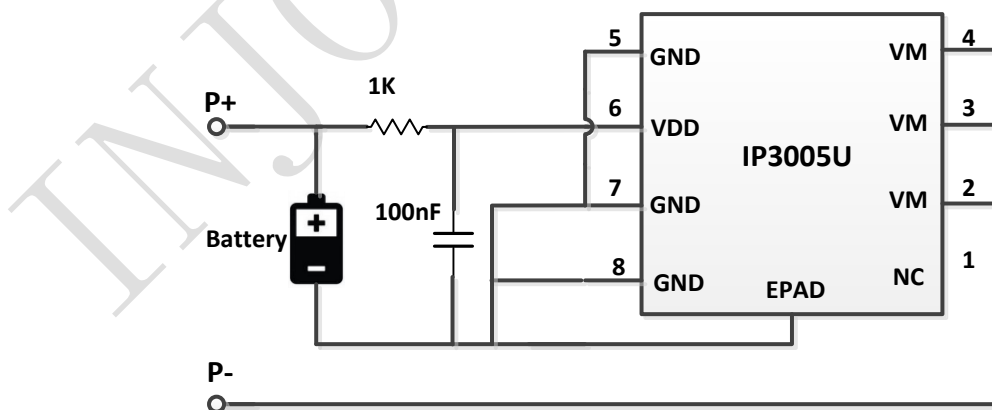


图 1 简化应用原理图

4 引脚定义

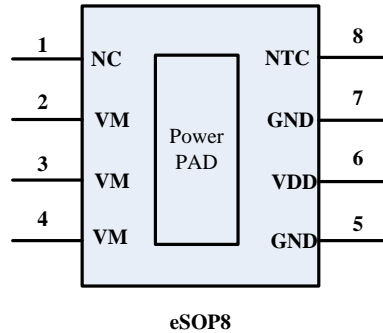


图 2 IP3005U 引脚图

| 引脚 | | 描述 |
|-----------|---------|---|
| 序号 | 名称 | |
| 1 | NC | NC pin, 需要悬空 |
| 2,3,4 | VM | 充电器或负载的负极, 在芯片内部与功率 MOSFET 连接。 |
| 5,7 | GND | Ground, 接电池的负极, 在芯片内部与功率 MOSFET 连接。(所有 GND 都要接, 不能浮空) |
| 6 | VDD | 电源, 接电池正极 |
| 8 | NTC/GND | NTC 电阻, 接热敏电阻到 GND 无 NTC 的型号, 此 PIN 为 GND |
| Power PAD | | EPAD, 走电流, 需要与 GND 连接 |

产品型号列表

| 型号 | 主要特性 | | | | | | | | | | 封装 |
|-------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|---|------------------------|------------------------|-------------|-----------|--------------|-------|
| | 过充电 压 V_{Cu}/V | 过充恢 复电压 V_{Cl}/V | 过放 电压 V_{DL}/V | 过放恢 复电压 V_{DR}/V | 过流电流 I_{oc}/A ($V_{DD}=3.7V$) | 过充 电压 精度 mv | MOS 内阻 $m\Omega$ | 0V 电池 充电 | NTC 功能 | 应用 | |
| IP3005U_A | 4.30 | 4.1 | 2.5 | 3V | 8 | 50 | 18 | Yes | No | 2A 移动 电源等 | ESOP8 |
| IP3005U_B | 4.425 | 4.2 | 2.5 | 3V | 8 | 50 | 18 | Yes | No | 2A 移动 电源等 | ESOP8 |
| IP3005U_C | 4.475 | 4.3 | 2.5 | 3V | 8 | 50 | 18 | Yes | No | 2A 移动 电源等 | ESOP8 |
| IP3005U_AN | 4.30 | 4.1 | 2.5 | 3V | 8 | 50 | 18 | Yes | No | 2A 移动 电源等 | ESOP8 |
| IP3005U_S | 4.30 | 4.1 | 2.8 | 需充电恢复 | 8 | 50 | 18 | Yes | No | 2A 移动 电源等 | ESOP8 |
| IP3005U_A_ NTC | 4.30 | 4.1 | 2.5 | 3V | 8 | 50 | 18 | Yes | Yes | 2A 移动 电源等 | ESOP8 |

最小包装：2.5K/卷

5 极限参数

| 参数 | 符号 | 值 | 单位 |
|-----------|---------------|-----------|------|
| VDD 输入电压 | V_{DD} | -0.3 ~ 10 | V |
| VM 输入电压 | V_m | -3 ~ 7 | V |
| 结温范围 | T_J | -40 ~ 150 | °C |
| 存储温度范围 | T_{stg} | -60 ~ 150 | °C |
| 热阻（结温到环境） | θ_{JA} | 50 | °C/W |
| 人体模型（HBM） | ESD | 2 | KV |

*高于绝对最大额定值部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害，在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命。

6 电气特性

除特别说明， $T_A=25^{\circ}\text{C}$

| 参数 | 符号 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--|-----------|------|---------------------|-----------|---------------------|----|
| 电压检测 | | | | | | |
| 过充电压 $V_{CU}=4\text{V}\sim 4.575\text{V}$, 25mv step | V_{CU} | | $V_{CU}-0.025$ | V_{CU} | $V_{CU}+0.025$ | V |
| 过充恢复电压 $V_{CL}=3.85\text{V}\sim 4.4\text{V}$, 50mv step | V_{CL} | | $V_{CL}-0.1$ | V_{CL} | $V_{CL}+0.1$ | V |
| 过放电压 $V_{DL}=2.3\text{V}\sim 3\text{V}$, 100mv step | V_{DL} | | $V_{DL}-0.1$ | V_{DL} | $V_{DL}+0.1$ | V |
| 过放恢复电压 $V_{DR}=2.4\text{V}\sim 3.1\text{V}$, 100mv step | V_{DR} | | $V_{DR}-0.1$ | V_{DR} | $V_{DR}+0.1$ | V |
| 充电检测电压 | V_{CHA} | | 0 | -0.12 | -0.2 | V |
| 过充电压保护延迟时间 | t_{CU} | | 240 | 320 | 400 | ms |
| 过放电压保护延迟时间 | t_{DL} | | 40 | 80 | 120 | ms |
| 电流检测 | | | | | | |
| 放电过流 $I_{IOV}=7\text{A}\sim 13.75\text{A}$, 250mA step | I_{IOV} | | $0.7 \cdot I_{IOV}$ | I_{IOV} | $1.3 \cdot I_{IOV}$ | A |
| 充电过流 $I_{IOC}=6\text{A}\sim 12\text{A}$, | I_{IOC} | | $0.7 \cdot I_{IOC}$ | I_{IOC} | $1.3 \cdot I_{IOC}$ | A |

| | | | | | | |
|-------------|-----------|-----------------------|-----|-----|------|------------|
| 250mA step | | | | | | |
| 短路电流 | I_{SC} | | | 25 | | A |
| 放电过流保护延迟时间 | t_{IOV} | | 5 | 10 | 15 | ms |
| 充电过流保护延迟时间 | t_{IOC} | | 5 | 10 | 15 | ms |
| 短路保护延迟时间 | t_{SC} | | 200 | 600 | 1000 | μs |
| 功耗 | | | | | | |
| 正常工作电流 | I_{OPE} | VDD=3.6V, VM=0V | | 3.0 | 3.7 | μA |
| 关断电流 | I_{PDN} | VDD=2V, VM=VDD | | 1.5 | 1.8 | μA |
| 控制系统 | | | | | | |
| VM 上拉电阻 | R_{VMD} | | | 320 | | k Ω |
| VM 下拉电阻 | R_{VMS} | | | 30 | | k Ω |
| MOSFET 导通电阻 | R_{on} | VDD=3.6V, $I_{VM}=1A$ | | 18 | 20 | m Ω |

7 功能结构图

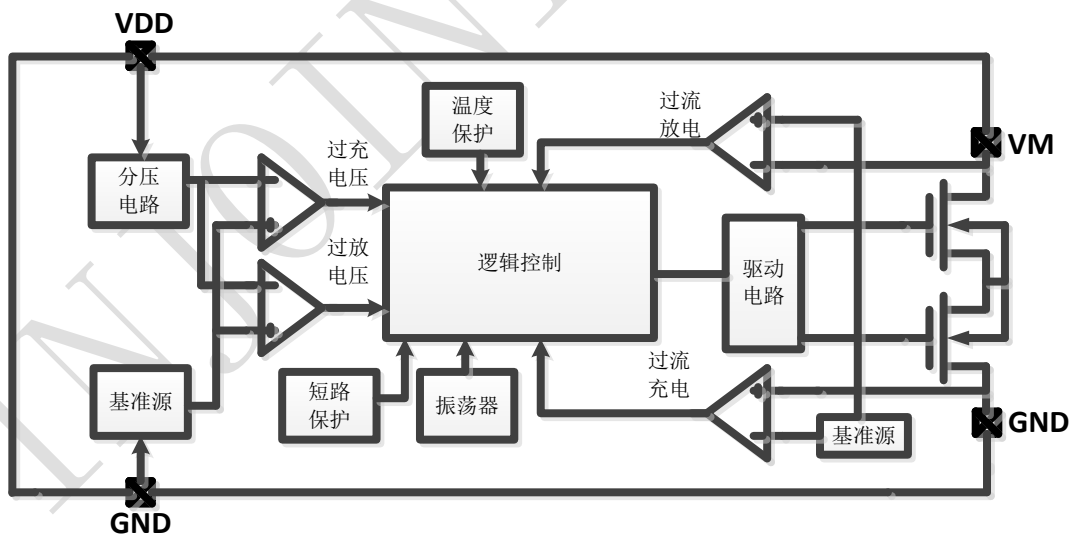


图 3 内部功能结构框图

8 功能描述

充电过压

触发：当电池电压 $V_{DD} > V_{CU}$ ，且 $t > t_{CU}$ 时，IP3005 将进入充电过压状态。此时 IP3005 会控制内部的充电逻辑，关闭内置的充电功率 MOSFET，使电池停止充电。

恢复：当出现以下两种情况，充电过压状态将被释放：

- 1、充电器依旧连接时，当电池电压掉至过充恢复电压 V_{CL} 时，芯片会打开内部功率 MOSFET，回到正常工作状态；
- 2、充电器未连接时，当电池两端接入负载开始放电，并且电池电压掉到 V_{CU} 以下时，芯片打开内部功率 MOSFET，IP3005 回到正常工作状态。

放电欠压

触发：当电池电压 $V_{DD} < V_{DL}$ ，且 $t > t_{DL}$ 时，IP3005 将进入放电欠压状态。IP3005 会控制内部放电逻辑，关闭内置的放电功率 MOSFET，使电池停止放电。当内部功率 MOSFET 被关断，芯片内部 VM 与 GND 间的上拉电阻 R_{VMD} 会使 VM 的电压上升。当 $V_M > 1.5V$ ， $I_{VDD} < I_{PDN}$ 时，芯片进入关断休眠状态。在放电欠压和关断休眠状态下，VM 和 VDD 间通过电阻 R_{VMD} 连接。

恢复：当出现以下两种情况，放电欠压状态将被释放：

- 1、当接通充电器，将 VM 电压拉到充电检测电压 V_{CHA} 之下时，IP3005 检测到有充电器插入，休眠状态被释放，但内部功率 MOSFET 仍被关断，只有当电池电压恢复到 $\geq V_{DL}$ 时，芯片将恢复正常工作状态。
- 2、若无充电器接通，或充电器电压过低致使 IP3005 未检测到充电状态，那么当电池电压 \geq 过放恢复电压 V_{DR} 时，放电欠压状态也会被释放，芯片恢复正常工作状态。

放电过流

触发：在正常放电过程中，如果放电电流超过放电过流阈值 I_{IOV} ，且 $t > t_{IOV}$ 时，IP3005 会控制放电逻辑，关断内部功率 MOSFET，停止放电，进入放电过流状态。放电过流时，VM 和 GND 通过内部电阻 R_{VMS} 短接。

恢复：当负载阻抗大于 100K 或有充电器接入时，放电过流状态被解除

注意：在过流和短路时，电池电压会被拉的很低，若在触发过流和短路之前先触发欠压，则可能需要充电才能恢复。

充电过流

触发:当充电电流超过充电过流阈值 I_{IOC} , 且 $t > t_{IOC}$ 时, IP3005 会控制充电逻辑, 关断内部功率 MOSFET, 停止充电, 进入充电过流状态。

充电过流检测只有在 $V_M \leq V_{CHA}$ 时, 芯片判断进入充电状态后才开启。电池在过放欠压时, 如果有过充电流流入, 也只有在电池电压回到过放电压 V_{DL} 以上时, 才能关闭功率 MOSFET, 停止充电。

恢复:当断开充电器时, 即 $V_M \geq V_{CHA}$ 时, 充电过流状态才会释放。

0V-电池充电

当电池电压由于自放电放到 0V 时, 仍能够充电。若一个有 0V 充电功能的充电器连接到 P+ 和 P- 端, IP3005U 内部逻辑控制充电 MOSFET 的栅极等于 VDD, 当 MOSFET 的栅源电压大于等于充电器电压的开启电压时, 充电 MOSFET 打开, 开始充电。与此同时, 放电 MOSFET 关断, 充电电流通过内部寄生二极管进行充电, 电池电压大于过放触发电压 V_{DL} 时, 芯片进入正常工作状态。

NTC 温度保护

触发:

IP3005U 部分型号内置充放电高低温保护功能, 该功能是释放检测电流, 检测电流流经 NTC 电阻产生电压, 通过检测这个电压来确定 NTC 阻值, 进而确认外界温度。为了减小耗电, IP3005U 采用脉冲检测方法。IP3005U 推荐使用的 NTC 电阻为 103AT (B 值 3435)。

低温保护检测电压默认为 0.99V, 对应 NTC 电阻值 $R_{NTC} = 0.99V / 18\mu A = 55k\Omega$, 103AT 电阻对应温度约为 $-15^\circ C$ 。

高温保护检测电压默认为 45mV, 对应 NTC 电阻值 $R_{NTC} = 45mV / 18\mu A = 2.5k\Omega$, 103AT 电阻对应温度约为 $66^\circ C$ 。

可以通过与 NTC 串联或者并联来改变 NTC 温度保护范围。

解除:

当电池温度开始恢复正常时, NTC 端子检测到的电压也会随着 NTC 电阻的变化而变化。当电压越过 NTC 恢复电压时, 打开对应的 mos 管控制端子。

NTC 恢复电压为: 低温时: 比触发电压低 110mV

高温时: 比触发电压高 9mV

9 功能时序

过充电和过放电检测

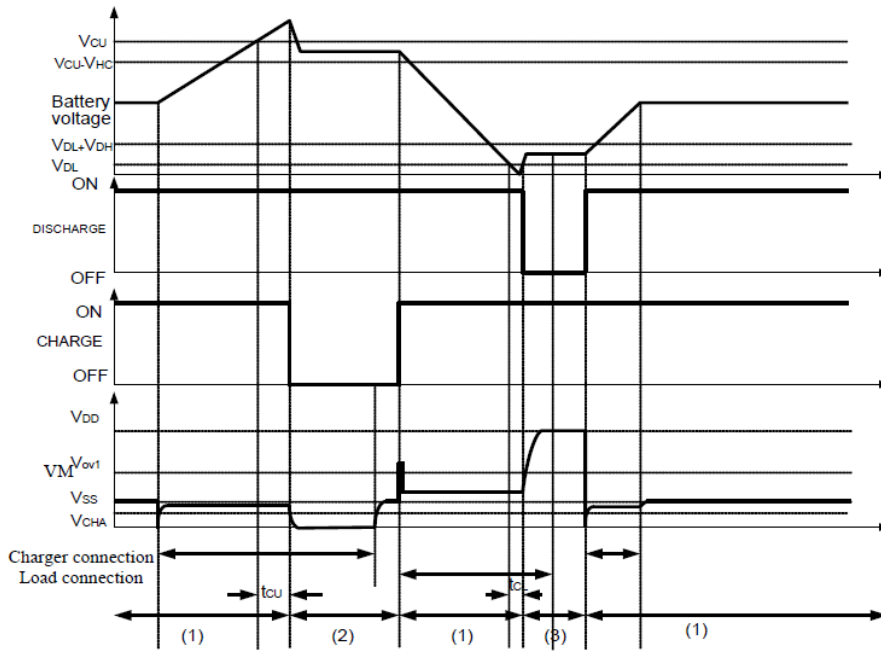


图 4 过充电和过放电检测

放电过流检测

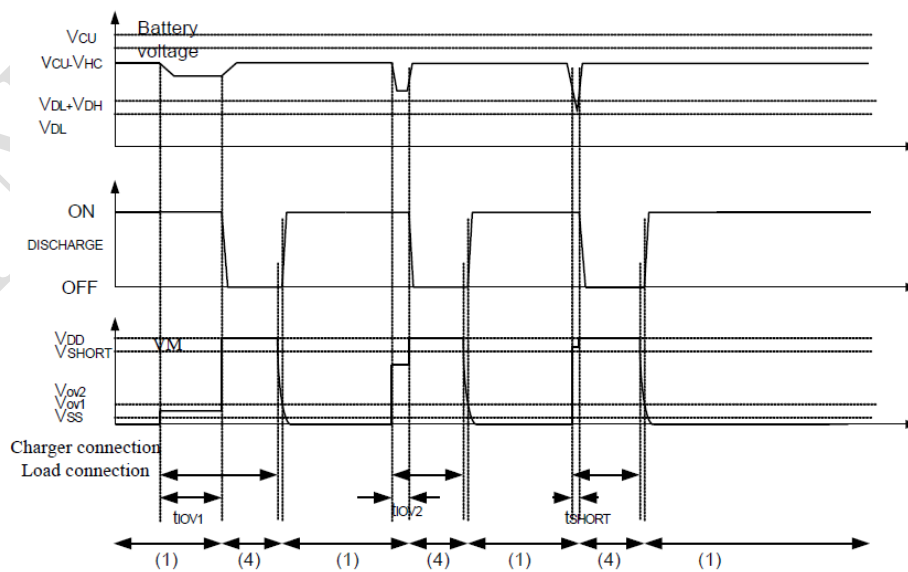


图 5 放电过流检测

充电检测

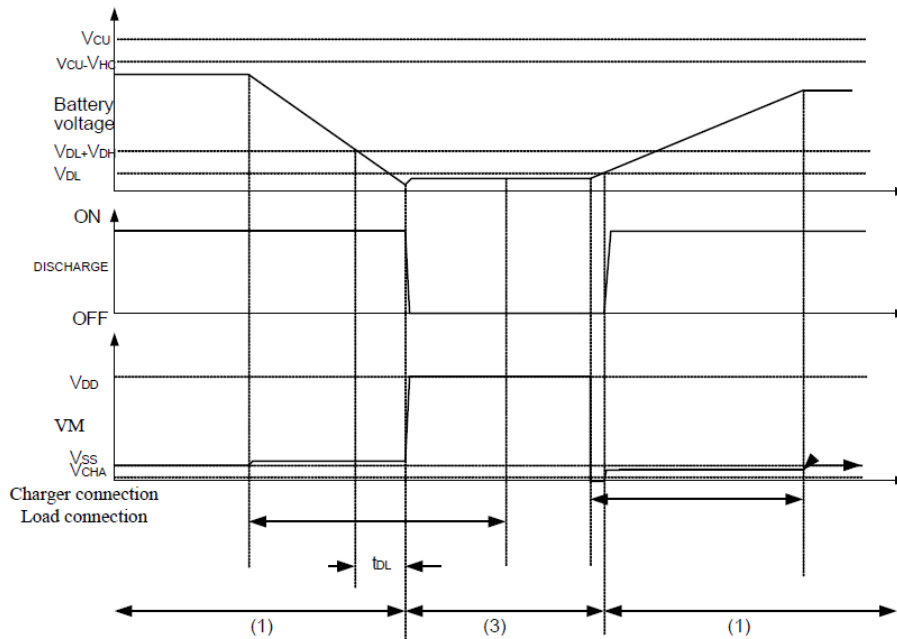


图 6 充电检测

充电过流检测

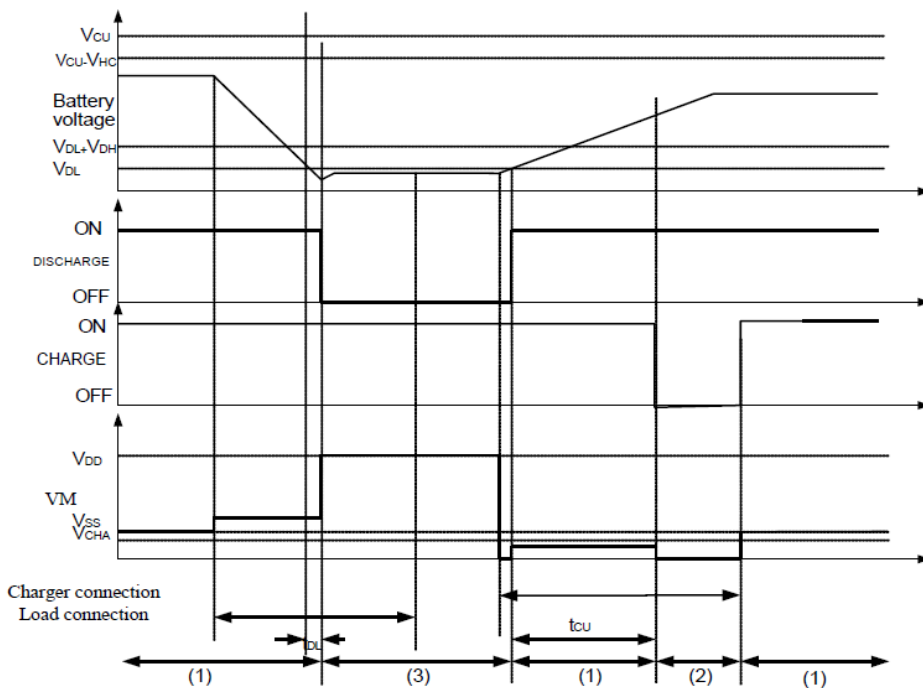


图 7 充电过流检测

注释：(1) 正常工作状态；(2) 充电过压状态；(3) 放电欠压状态；(4) 放电过流状态；

10 典型应用原理图

如下图 8 的典型应用图所示，粗线部分是芯片的大电流路径，所以需要保证线路尽量短且走线尽量宽，以满足功率和发热的考量。

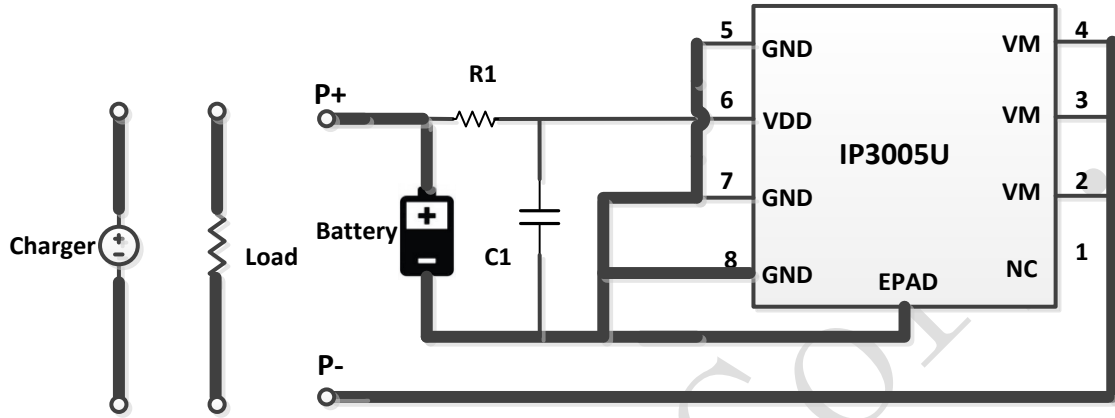
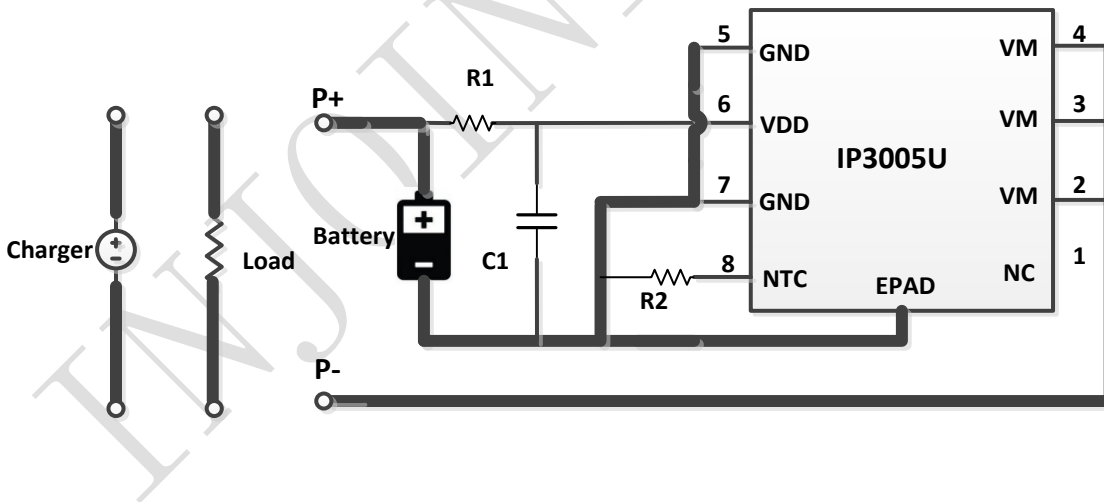


图 8 典型应用图

带 NTC 的应用:

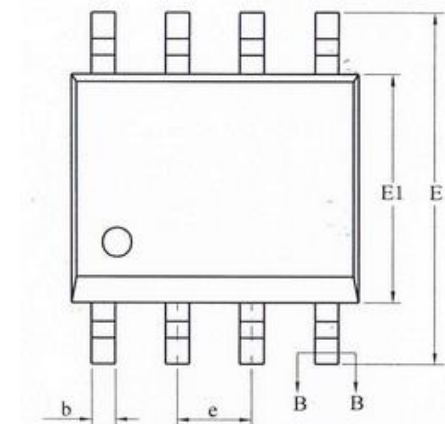
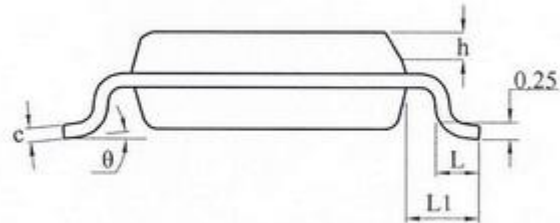
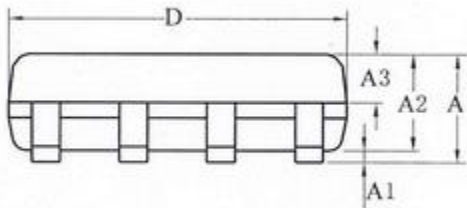
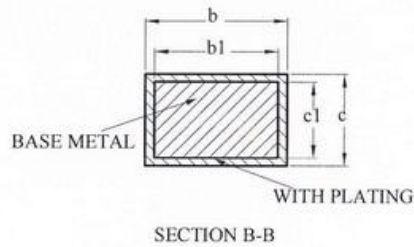
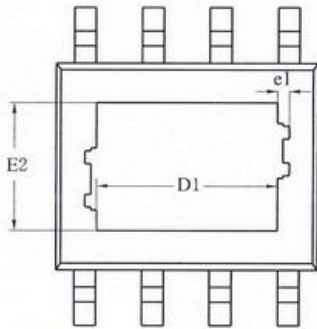


外围器件取值可以参考如下表格

| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
|----|---------------------|-------|--------|
| R1 | 50 Ω | 1K Ω | 2.2K Ω |
| C1 | 47nF | 100nF | 4.7uF |
| R2 | 热敏电阻 103AT , B=3435 | | |

同时，取值应满足 $R1 \cdot C1 \geq 100\mu s$

11 封装信息



| SYMBOL | MILLIMETER | | |
|--------|------------|------|------|
| | MIN | NOM | MAX |
| A | — | — | 1.65 |
| A1 | 0.05 | — | 0.15 |
| A2 | 1.30 | 1.40 | 1.50 |
| A3 | 0.60 | 0.65 | 0.70 |
| b | 0.39 | — | 0.47 |
| b1 | 0.38 | 0.41 | 0.44 |
| c | 0.20 | — | 0.24 |
| c1 | 0.19 | 0.20 | 0.21 |
| D | 4.80 | 4.90 | 5.00 |
| E | 5.80 | 6.00 | 6.20 |
| E1 | 3.80 | 3.90 | 4.00 |
| e | 1.27BSC | | |
| h | 0.25 | — | 0.50 |
| L | 0.50 | 0.60 | 0.80 |
| L1 | 1.05REF | | |
| θ | 0 | — | 8° |

| Size (mm) L/F Size (mil) | D1 | E2 | e1 |
|-----------------------------|---------|---------|---------|
| 90*90 | 2.09REF | 2.09REF | 0.16REF |
| 95*130 | 3.10REF | 2.21REF | 0.10REF |

责任及版权申明

英集芯科技有限公司有权对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改，客户在下单前应获取最新的相关信息，并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的销售条款与条件。

英集芯科技有限公司对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用英集芯的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险，客户应提供充分的设计与操作安全验证。

客户认可并同意，尽管任何应用相关信息或支持仍可能由英集芯提供，但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用英集芯产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意，他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识，可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类关键应用中使用任何英集芯产品而对英集芯及其代理造成的任何损失。

对于英集芯的产品手册或数据表，仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。英集芯对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

英集芯会不定期更新本文档内容，产品实际参数可能因型号或者其他事项不同有所差异，本文档不作为任何明示或暗示的担保或授权。

在转售英集芯产品时，如果对该产品参数的陈述与英集芯标明的参数相比存在差异或虚假成分，则会失去相关英集芯产品的所有明示或暗示授权，且这是不正当的、欺诈性商业行为。英集芯对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。