

# CMP6510C

## 隔离电源变压器驱动器

### 1. 产品描述

CMP6510C 是推挽式变压器驱动器，芯片内部集成一对 N 型功率 MOSFET，通过内部振荡器提供具有精准时序和死区时间的互补驱动信号。驱动器搭配配套的变压器，可以实现输入电压 3.3V/5V，输出功率不超过 3W 的隔离电源。采用不同的变压器，外围只需搭配简单的二极管，即可获得 3.3V-24V 的非稳压输出。芯片内置软启动、过流保护、过温保护、欠压保护等多种保护功能。

### 2. 产品特点

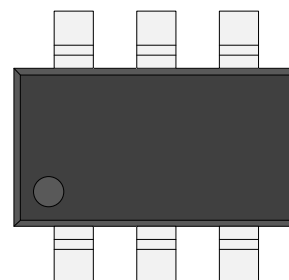
- 精简和紧凑的 SOT23-6 封装
- 抑制功率变压器的偏磁或饱和
- 长期短路保护和自恢复功能
- 集成限流/欠压/热关断保护
- 软启动特性
- 频率同步/频率可选

### 3. 产品应用

- 隔离 RS-485/RS-232
- 隔离 ADC/DAC/放大器
- 隔离 CAN
- 隔离 I2C

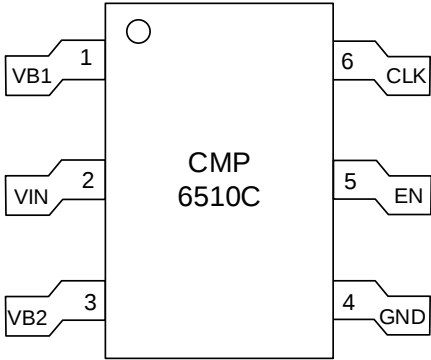
### 4. 外形信息

| 产品型号     | 封装      | 封装尺寸(标称)         |
|----------|---------|------------------|
| CMP6510C | SOT23-6 | 3.00 x 1.63 (mm) |



封装示意图

## 5. 引脚定义及功能说明



| 引脚  |    | 描述                                                                                                                                         |
|-----|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 名称  | 编号 |                                                                                                                                            |
| VB1 | 1  | 推挽驱动级输出 1 <ul style="list-style-type: none"><li>连接隔离变压器</li></ul>                                                                          |
| VIN | 2  | 电源输入 <ul style="list-style-type: none"><li>在 VIN 到 GND 之间放置 1uF 以上的电容，电容尽量靠近器件放置</li></ul>                                                 |
| VB2 | 3  | 推挽驱动级输出 2 <ul style="list-style-type: none"><li>连接隔离变压器</li></ul>                                                                          |
| GND | 4  | 芯片地 <ul style="list-style-type: none"><li>芯片内部模拟电路和驱动电路的地</li></ul>                                                                        |
| EN  | 5  | 使能引脚： <ul style="list-style-type: none"><li>引脚电压为低时芯片停止工作</li><li>引脚悬空或为高电位时芯片工作</li></ul>                                                 |
| CLK | 6  | 工作频率同步/频率选择引脚 <ul style="list-style-type: none"><li>引脚浮空或为高电平时，开关频率默认选择为高频率。</li><li>低电平时，开关频率选择低频率。</li><li>外接时钟时，开关频率与外部时钟频率同步</li></ul> |

## 6. 电路参数

### 6.1. 绝对额定范围

| 参数  |      | 最小   | 最大  | 单位 |
|-----|------|------|-----|----|
| VIN | 输入电压 | -0.3 | 6.5 | V  |

|                   |        |      |     |    |
|-------------------|--------|------|-----|----|
| VB1,VB2           | 推挽驱动输出 | -0.3 | 24  | V  |
| T <sub>JMAX</sub> | 最高工作结温 |      | 150 | °C |
| T <sub>STG</sub>  | 储存温度   | -55  | 150 | °C |

## 6.2. 建议工作条件

| 参数                                  |         | 最低  | 标称 | 最高  | 单位 |
|-------------------------------------|---------|-----|----|-----|----|
| V <sub>IN</sub>                     | 输入电压    | 2.8 | -  | 5.5 | V  |
| I <sub>VD1</sub> , I <sub>VD2</sub> | 功率管漏极电流 | -   | -  | 1   | A  |
| T <sub>J</sub>                      | 工作结温    | -40 |    | 125 | °C |

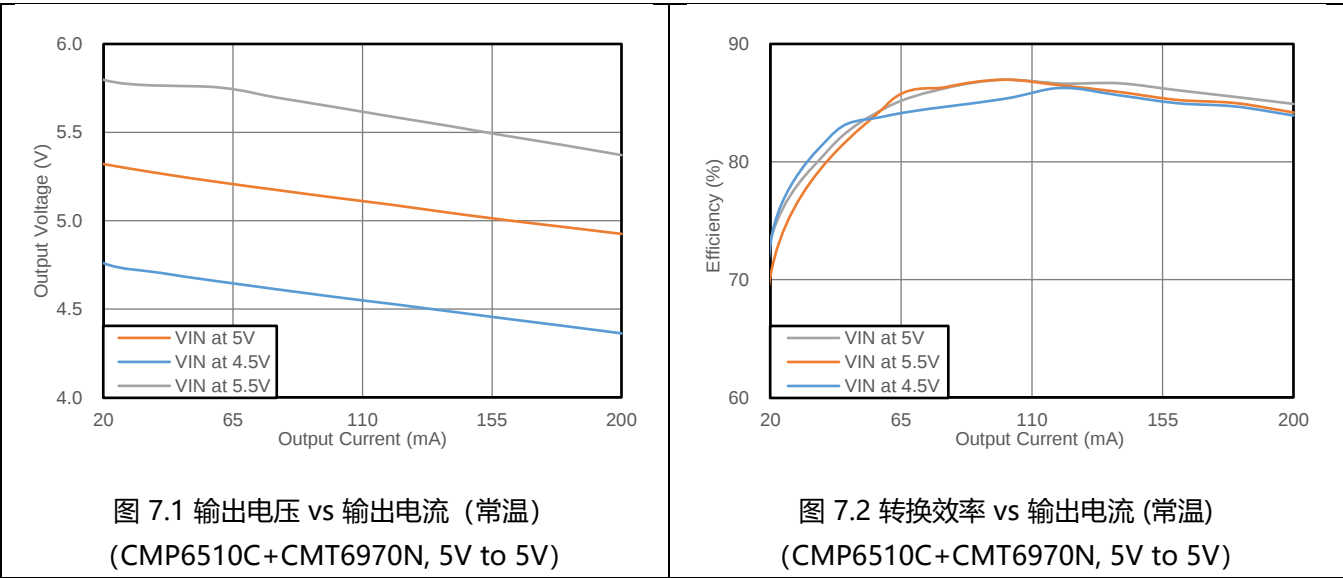
## 6.3. 电压 5.0 V(±10%)电气特性

在没有特别说明的情况下，以下参数在 V<sub>IN</sub>=5.0V，温度 T<sub>A</sub>=25°C 的条件下测得。

| 参数                   | 测试条件                       | 最低  | 典型值  | 最高  | 单位              |
|----------------------|----------------------------|-----|------|-----|-----------------|
| <b>输入引脚 VIN</b>      |                            |     |      |     |                 |
| V <sub>IN</sub>      | 输入电压范围                     | 2.8 |      | 5.5 | V               |
| V <sub>IN(ON)</sub>  | 启动电压, V <sub>IN</sub> 上升   |     | 2.65 | 2.8 | V               |
| V <sub>IN(HYS)</sub> | 启动电压迟滞, V <sub>IN</sub> 下降 |     | 0.4  |     | V               |
| I <sub>Q</sub>       | VB1, VB2 悬空静态电流            |     | 0.85 |     | mA              |
| I <sub>Disable</sub> | EN 为低时 V <sub>IN</sub> 电流  |     | 1.3  |     | uA              |
| <b>使能引脚 EN</b>       |                            |     |      |     |                 |
| V <sub>EN(ON)</sub>  | EN 使能开启电压                  |     | 1.1  | 1.4 | V               |
| V <sub>EN(OFF)</sub> | EN 使能关闭电压                  | 0.4 | 0.6  |     | V               |
| V <sub>EN(HYS)</sub> | EN 使能迟滞电压                  |     | 0.5  |     | V               |
| <b>输出端口(VB1/VB2)</b> |                            |     |      |     |                 |
| R <sub>DSN(ON)</sub> | NMOS 功率管导通电阻 (25°C)        |     | 0.16 | 0.2 | Ω               |
| F <sub>sw</sub>      | 工作中心频率 (CLK 引脚悬空或者为高电平)    |     | 425  |     | kHz             |
|                      | 工作中心频率 (CLK 引脚为低电平)        |     | 195  |     | kHz             |
| Δf                   | 调频幅度 (CLK 悬空)              |     | ±6%  |     | f <sub>sw</sub> |

|                   |                                                         |     |          |      |          |
|-------------------|---------------------------------------------------------|-----|----------|------|----------|
| $V_{SLEW}$        | 电压摆率 (VB1 和 VB2 分别接 50Ω电阻到 VIN)                         |     | 145      |      | V/us     |
| $T_{BBM}$         | VB1/VB2 间隔时间 (CLK 引脚悬空或者为高电平, VB1 和 VB2 分别接 50Ω电阻到 VIN) |     | 105      |      | ns       |
|                   | VB1/VB2 间隔时间 (CLK 引脚为低电平, VB1 和 VB2 分别接 50Ω电阻到 VIN)     |     | 160      |      | ns       |
| $I_{LIM}$         | 电流钳位限制(VB1/VB2 到 VIN 短路)                                |     | 1400     |      | mA       |
| 频率同步选择引脚 CLK      |                                                         |     |          |      |          |
| $V_{CLK(H)}$      | CLK 高电平逻辑电压                                             |     | 1.1      | 1.4  | V        |
| $V_{CLK(L)}$      | CLK 低电平逻辑电压                                             | 0.4 | 0.6      |      | V        |
| $V_{CLK(HYS)}$    | CLK 引脚迟滞电压                                              |     | 0.5      |      | V        |
| $F_{(EXT)}$       | 外置同步时钟范围                                                | 100 |          | 1600 | kHz      |
| 软启动               |                                                         |     |          |      |          |
| $T_{SS}$          | 软启动时间 (限流上升至 $I_{LIM}$ 的时间)                             |     | 2.2      |      | ms       |
| 过温保护              |                                                         |     |          |      |          |
| $T_{SHDN}$        | 过温保护阈值, 温度上升                                            | 145 | 160      | 175  | °C       |
| $T_{SHDN(HYS)}$   | 过温保护阈值迟滞, 温度下降                                          |     | 30       |      | °C       |
| $T_{OFFMIN(OTP)}$ | 过温保护最小关断时间                                              |     | $2^{18}$ |      | $T_{SW}$ |

## 7. 典型特征



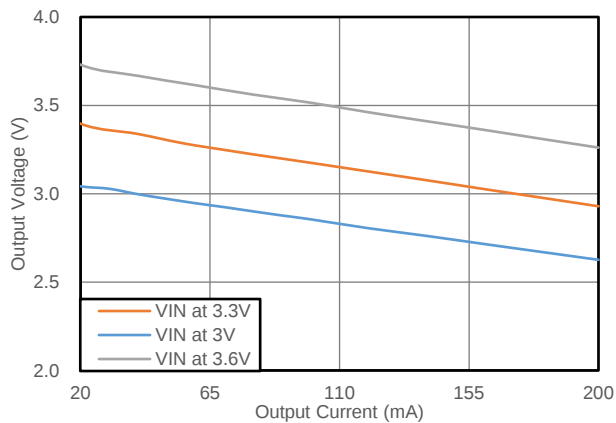


图 7.3 输出电压 vs 输出电流 (常温)  
(CMP6510C+CMT6970N, 3.3V to 3.3V)

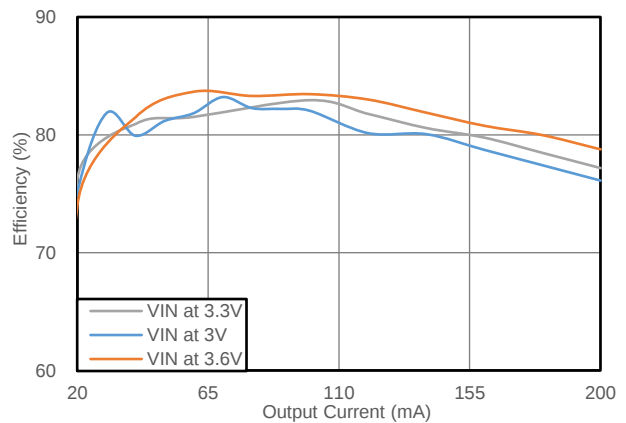


图 7.4 转换效率 vs 输出电流 (常温)  
(CMP6510C+CMT6970N, 3.3V to 3.3V)

## 8. 应用指南

### 8.1. 功能描述

CMP6510C 是推挽式变压器驱动器，芯片内部集成一对 N 型功率 MOSFET，通过内部振荡器提供具有精准时序和死区时间的互补驱动信号。驱动器搭配配套的变压器，可以实现输入电压 3.3V/5V，输出功率不超过 2W 的隔离电源。采用不同的变压器，外围只需搭配简单的二极管，即可获得 3.3V-24V 的非稳压输出。

## 8.2. 功能框图

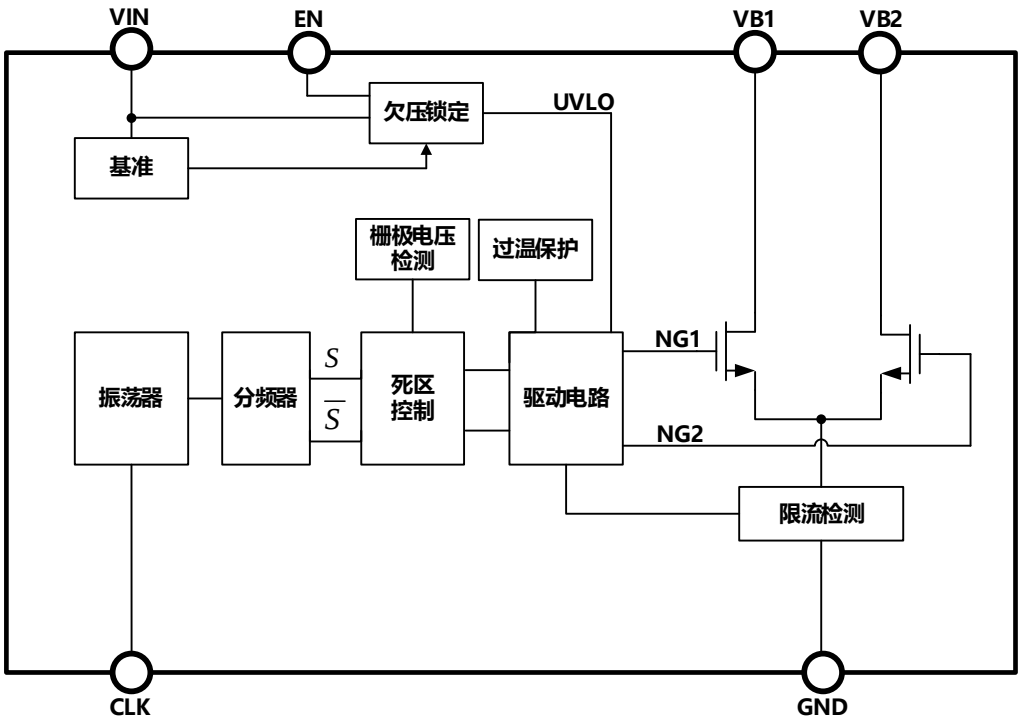


图 8.1 功能框图

## 8.3. 特性描述

### 8.3.1. 推挽式转换器

推挽式转换器需要带中心抽头的变压器来将功率从初级传输到次级（见图 8.2）。

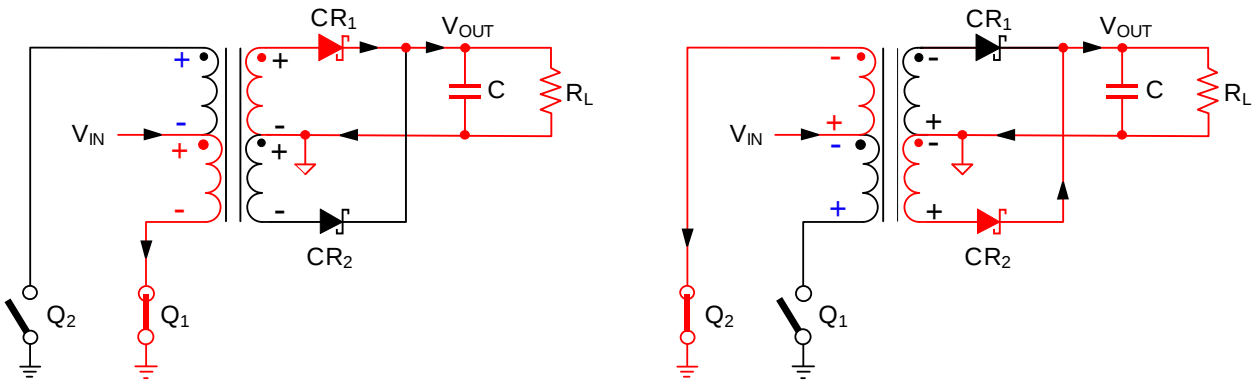


图 8.2 推挽式转换器的开关周期

当 Q1 导通时， $V_{IN}$  驱动电流通过初级线圈的下半部分流向地，从而在初级线圈的下端相对于中心抽头的  $V_{IN}$  电位产生一个负电压电位。同时，初级线圈上半部分的电压使得初级线圈上端相对于中心抽头为正，以保持先前通过 Q2

建立的电流流动，而此时 Q2 已变为高阻抗状态。这两个电压源，每个都等于  $V_{IN}$ ，串联出现，导致初级线圈的未连接端相对于地产生一个  $2 \times V_{IN}$  的电压电位。

根据点标记约定，在初级线圈上出现的电压极性也会在次级线圈上出现。因此，次级线圈上端的正电位对二极管  $CR_1$  产生正向偏置。从次级线圈上端开始的次级电流流经  $CR_1$ ，为电容器 C 充电，然后通过负载阻抗  $R_L$  流回中心抽头。

当 Q2 导通时，Q1 变为高阻抗，初级和次级的电压极性反转。此时，初级线圈的下端相对于地呈现  $2 \times V_{IN}$  的电位，成为未连接端的电位。在这种情况下，二极管  $CR_2$  被正向偏置，而  $CR_1$  被反向偏置，电流从次级线圈的下端流过  $CR_2$ ，为电容器充电，然后通过负载流回中心抽头。

### 8.3.2. 推挽驱动时序

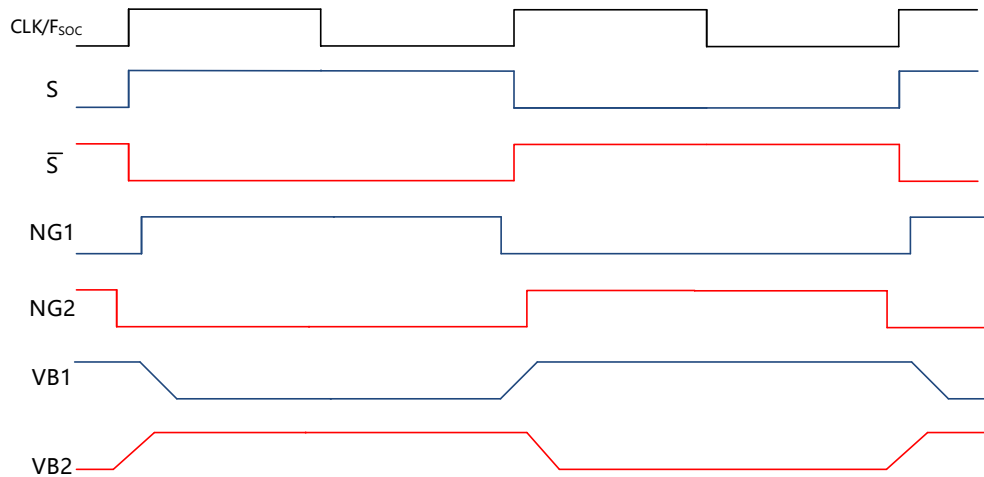


图 8.3 详细输出信号波形

振荡器的输出频率通过一个异步分频器进行分频，该分频器提供两个占空比为 50% 的互补输出信号 S 和  $\bar{S}$ 。随后，一个先断后合 (break-before-make) 逻辑在两个信号的高电平脉冲之间插入了一段死区时间。由此产生的输出信号 NG1 和 NG2 作为输出晶体管 Q1 和 Q2 的门驱动信号。如图 8.3 所示，在任何一个门信号能够变为逻辑高电平之前，必须有一个短暂的时间段，在此期间两个信号均为低电平，两个晶体管均处于高阻抗状态。这个短暂的时间段被称为先断后合时间，它是为了避免初级绕组的两端发生短路所必需的。

### 8.3.3. 磁芯磁化

图 8.4 展示了推挽式转换器的理想磁化曲线，其中 B 表示磁通密度，H 表示磁场强度。当 Q1 导通时，磁通从 P 被推向 Q；当 Q2 导通时，磁通从 Q 被拉回到 P。因此，磁通（以及磁通密度）的差异与初级电压  $V_P$  和施加到初级的时间  $t_{ON}$  的乘积成正比： $B \approx V_P \times t_{ON}$ 。

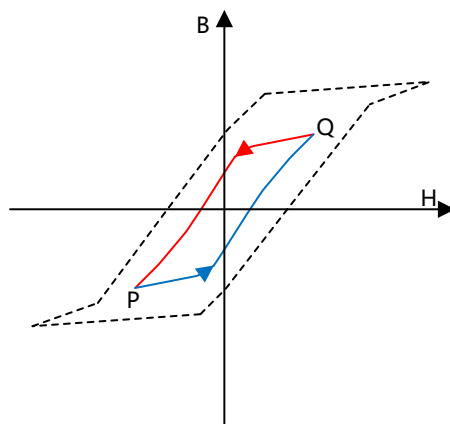


图 8.4 磁芯磁化

这个伏秒 (V-t) 乘积很重要, 因为它决定了每个开关周期中的磁芯磁化。如果两个阶段的 V-t 乘积不相同, 就会导致磁通密度摆幅不平衡, 从而在 B-H 曲线的原点处产生偏移。如果这种平衡没有得到恢复, 那么随着每个后续周期的进行, 偏移量会增加, 变压器就会缓慢地向饱和区移动。

## 8.4. 器件功能

### 8.4.1. UVLO 功能

$V_{IN}$  低于 2.65V 时, 系统不工作, 输出级为高阻态。当  $V_{IN}$  的供电电压上升到 2.65V 时, 内部振荡器才开始工作, 输出级开始切换。欠压保护功能有约 400mV 的迟滞, 避免系统来回启停。

### 8.4.2. 软启动功能

CMP6510C 器件支持软启动功能。在电源开启时, 输出功率 MOSFET 的门极驱动电压会在一段时间内从 0V 逐渐增加到  $V_{IN}$ 。软启动功能可以防止在次级侧大去耦电容充电时  $V_{IN}$  产生的高涌入电流, 同时防止电源开启期间次级电压的过冲。

### 8.4.3. 电流钳位保护模式

在变换器启动阶段、输出短路、变压器磁饱和时或者变换器输出负载异常偏大时, 会检测到通过功率管的电流过大, 则减小功率管 Q1 和 Q2 的栅极驱动电压, 限制它的电流大小等于电流钳位限制值  $I_{LIM}$ , 这样既保证功率管处于安全工作区, 又使得变压器和输出整流二极管免受大电流的冲击, 提高变换器的可靠性。

### 8.4.4. 过温保护模式

当芯片内部温度超过设定值时会触发过温保护, 此时会强制关闭所有功率管。关闭后待温度降低至过温保护恢复阈值后, 再强制系统休息一段时间, 然后重新恢复系统, 强制休息时间可以降低系统的整体温升, 也同时提高过温保护后系统的容性带载能力。

### 8.4.5. 输出短路/过载保护

输出短路/过载保护是通过电流钳位保护和过温保护共同完成，当推挽变换器出现输出短路或过载时，功率管的电流变大，触发电流钳位保护，此时芯片温度上升，当芯片温度达到过温保护门限时，系统关闭并进入强制休息时间。

### 8.5. 配套变压器选型表

| 型号       | 输入电压(V) | 输出电压(V) | 带载能力(mA) | 耐压(kVrms) | 外形及焊盘                |
|----------|---------|---------|----------|-----------|----------------------|
| CMT6970N | 5       | 5       | 200      | 2.5       | <a href="#">附录 B</a> |
|          | 3.3     | 3.3     | 200      |           | <a href="#">附录 B</a> |

### 8.6. 参考方案

CMP6510C 的参考设计原理图如图 8.5 所示。

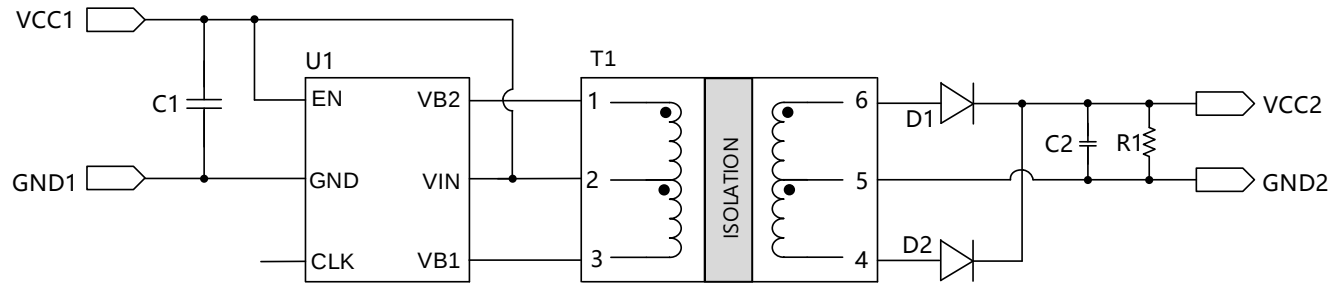


图 8.5 设计原理图

参考设计需要的 BOM 清单如下表。

| 器件    | 参数          | 封装      | 选型建议                     |
|-------|-------------|---------|--------------------------|
| U1    | CMP6510C    | SOT23-6 | 高时序精度的推挽变压器驱动器芯片         |
| T1    | CMT6970N    | SMD-6   | 紧凑的贴片型变压器，耐压能力>2.5kV     |
| D1/D2 | PMEG6010CEJ | SOD-323 | 肖特基二极管，平均电流不低于 1A，耐压 60V |
| C1    | 10uF/10V    | 0603    | 输入稳压电容                   |
| C2    | 4.7uF/10V   | 0603    | 输出稳压电容                   |
| R1    | 4.7 kΩ      | 0603    | 假负载电阻                    |

## 8.7. 参考方案

参考 PCB 布板如图 8.6 所示。

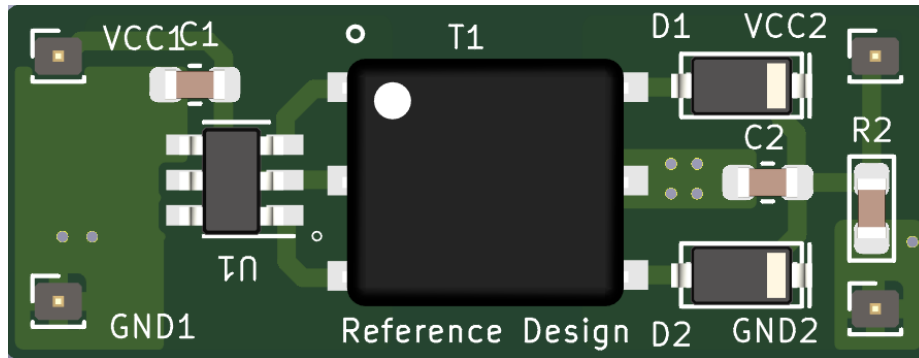


图 8.6 参考 PCB 设计

图 8.7 分别展示了 PCB 的正面走线和背面走线。

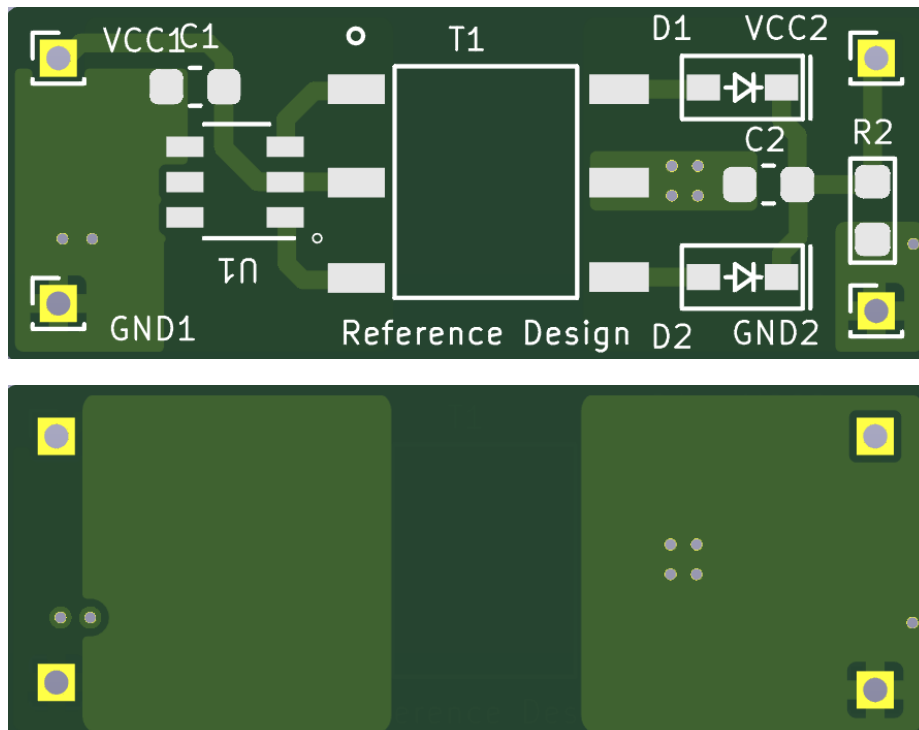
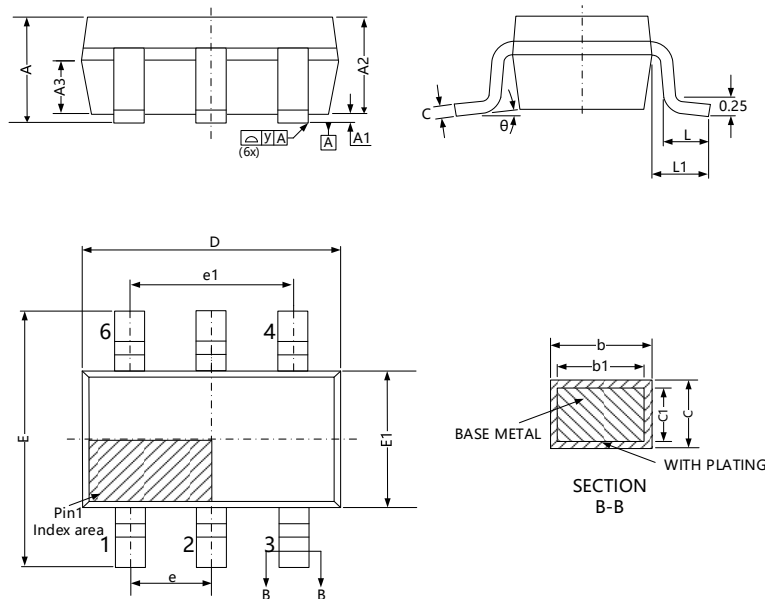


图 8.7 参考 PCB 设计的正反面

# 附录 A: SOT23-6 封装信息

下图展示了 SOT23-6 的封装细节 (单位: mm) 。



|          | MILLIMETER(mm) |      |      |
|----------|----------------|------|------|
|          | MIN            | MON  | MAX  |
| A        |                |      | 1.25 |
| A1       | 0.04           |      | 0.10 |
| A2       | 1.00           | 1.10 | 1.20 |
| A3       | 0.60           | 0.65 | 0.70 |
| b        | 0.33           |      | 0.41 |
| b1       | 0.32           | 0.35 | 0.38 |
| c        | 0.15           |      | 0.19 |
| c1       | 0.14           | 0.15 | 0.16 |
| D        | 2.82           | 2.92 | 3.02 |
| E        | 2.60           | 2.80 | 3.00 |
| E1       | 1.50           | 1.60 | 1.70 |
| e        | 0.95BSC        |      |      |
| e1       | 1.90BSC        |      |      |
| L        | 0.30           |      | 0.60 |
| y        |                | 0.10 |      |
| L1       | 0.60REF        |      |      |
| $\theta$ | 0              |      | 8°   |

Fig. A.1 SOT23-6 器件外形(所有尺寸单位为 mm)

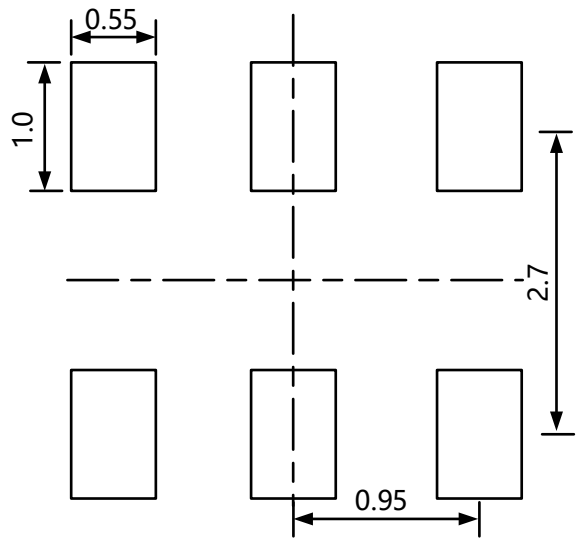


Fig. A.2 SOT23-6 建议焊盘(所有尺寸单位为 mm)

附录 B: SMD-6 封装信息

下图展示了 SMD-6 的封装细节 (单位: mm) 。

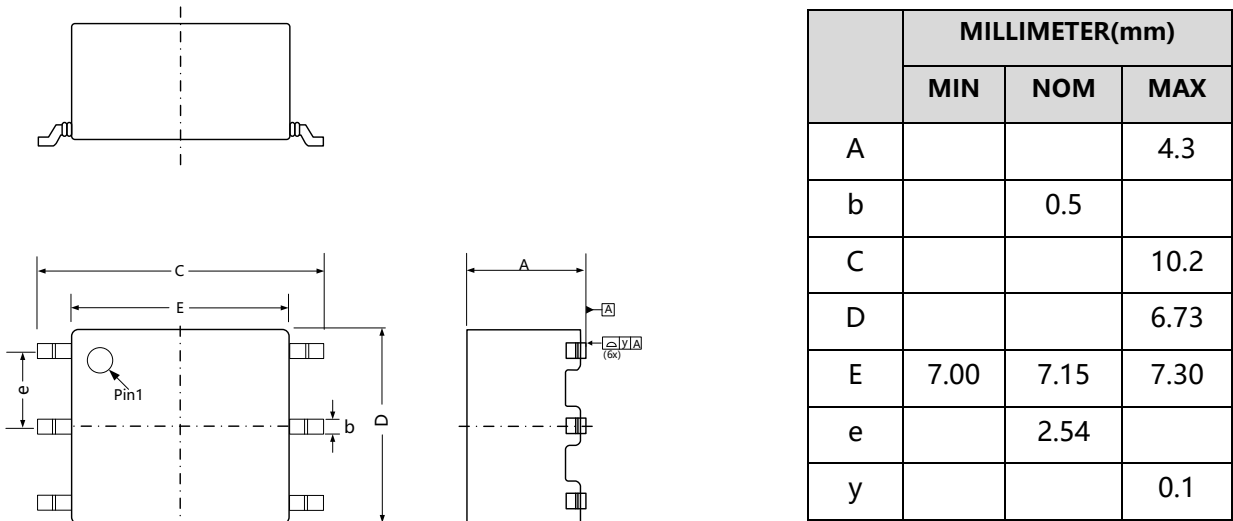


Fig. B.1 SMD-6 器件外形 (所有尺寸单位为 mm)

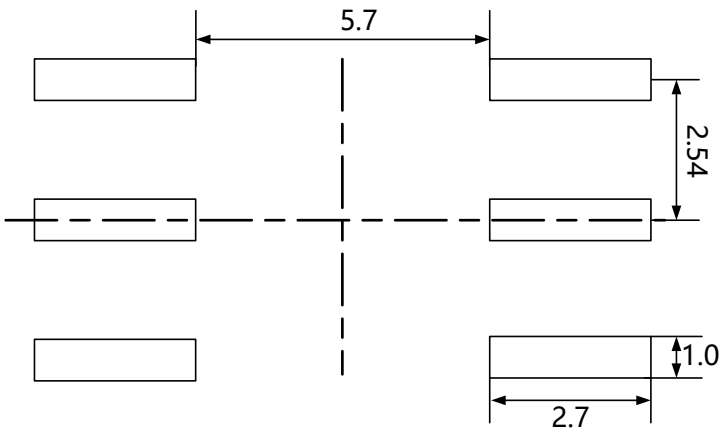


Fig. B.2 SMD-6 建议焊盘 (所有尺寸单位为 mm)

附录 C: 顶部印记

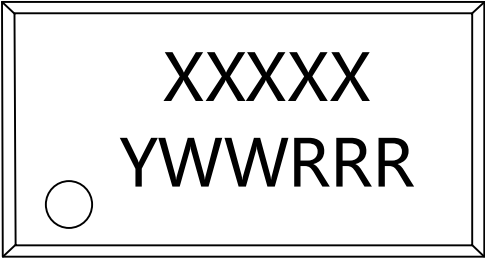


Fig. C.1 SOT23-6 顶部印记

|       |        |                             |
|-------|--------|-----------------------------|
| 第一行印记 | XXXXXX | 产品型号                        |
| 第二行印记 | YWWRRR | Y:生产年<br>WW:生产周<br>RRR:追溯代码 |

附录 D: 采购信息

| 产品型号     | 封装      | Pin | 数量/卷 |
|----------|---------|-----|------|
| CMP6510C | SOT23-6 | 6   | 3000 |