



概述

高性能电流模式 PWM 控制器。专为高性价比 AC/DC 转换器设计。在 85V-265V 的宽电压范围内提供高达 12W 的连续输出功率，峰值输出功率更可以达到 18W。优化的高合理性的电路设计结合高性能价格比的双极型制作工艺，最大程度上节约了产品的整体成本。该电源控制器可工作于典型的反激电路拓扑中，构成简洁的 AC/DC 转换器。IC 内部的启动电路被设计成一种独特的电流吸入方式，可利用功率开关管本身的放大作用完成启动，这显著地降低了启动电阻的功率消耗；而在输出功率较小时 IC 将自动降低工作频率，从而实现了极低的待机功耗。在功率管截止时，内部电路将功率管反向偏置，直接利用了双极性晶体管的 CB 高耐压特性，大幅提高功率管的耐电压能力直到 700V 的高压，这保证了功率管的安全。IC 内部还提供了完善的防过载防饱和功能，可实时防范过载、变压器饱和、输出短路等异常状况，提高了电源的可靠性。电流限制及时钟频率可由外部器件进行设定。

特点

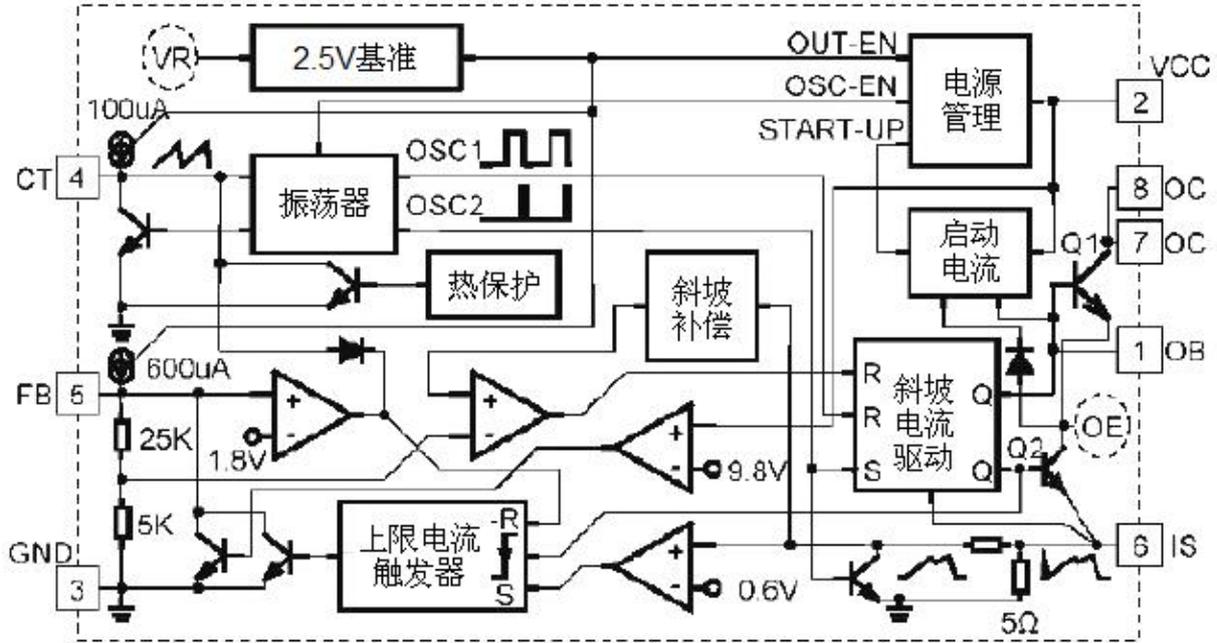
- 内置700V高压功率开关管，极少的外围器件
- 锁存脉宽调制，逐脉冲限流检测
- 低输出降频功能，无输出功耗可低于0.3W
- 内建斜坡与反馈补偿功能
- 独立上限电流检测控制器，实时处理控制器的过流、过载
- 关断周期发射极偏压输出，提高了功率管的耐压
- 内置具有温度补偿的电流限制电阻，精确电流限制
- 内置热保护电路
- 利用开关功率管的放大作用完成启动，启动电阻的功耗减少10倍以上
- 极少的外围元器件
- 低启动和工作电流
- VCC过压自动限制
- 宽电压连续输出功率可达12W，峰值输出功率可达18W
- 封装形式：DIP-8

产品应用

- 适配器（如：便携式充电器、外置电源盒等）
- 开放式电源（如：DVD、DVB 等）



内部框图



引脚示意图及说明

| 引脚图 | 序号 | 名称 | 引脚说明 |
|--------------|-----|-----|------------------------|
| <p>DIP-8</p> | 1 | OB | 功率管基极端, 启动电流输入, 外接启动电阻 |
| | 2 | VCC | 供电端 |
| | 3 | GND | 接地端 |
| | 4 | CT | 振荡电容端, 外接定时电容 |
| | 5 | FB | 反馈端 |
| | 6 | IS | 开关电流取样与限制设定, 外接电流取样电阻 |
| | 7、8 | OC | 输出端, 接开关变压器 |

极限参数

| 参数 | 值 | 单位 |
|------------|----------|----|
| 供电电压 VCC | 16 | V |
| 启动输入电压 | 16 | V |
| 引脚输入电压 | VCC+0.3 | V |
| OC 集电极承受电压 | -0.3~700 | V |



TC223 (文件编号: S&CIC0000)

高性能电流模式 PWM 开关电源控制器 IC

| | | |
|--------|---------------|----|
| 峰值开关电流 | 800 | mA |
| 总耗散功率 | 1000 | mW |
| 工作温度范围 | 0~125 | °C |
| 储存温度范围 | -55~125 | °C |
| 焊接温度 | 260 (焊接 10 秒) | °C |

推荐工作条件

| 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------|------|-----|-----|-----|
| 供电电压 | 4.8 | 5.5 | 9.0 | V |
| 引脚输入电压 | -0.3 | -- | VCC | V |
| 峰值反向电压 | -- | -- | 520 | V |
| 峰值开关电流 | -- | -- | 600 | mA |
| 定时电容 | 650 | 680 | 920 | pF |
| 振荡频率 | 45 | 61 | 65 | KHz |
| 工作温度 | 0 | -- | 70 | °C |

电气特性 ($V_{CC}=5.5\sim 5.7V$, $T_A=25^\circ C$, $C_t=680pF$, $R_s=1\Omega$, 除非另有说明。)

| 参数 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------------|----------------------------|-----|-----|-----|-------|
| 输出部分 | | | | | |
| 开关管最大耐压 | $I_{OC}=10mA$ | 700 | -- | -- | V |
| 开通饱和压降 | $I_{OC}=600mA$ | -- | -- | 1 | V |
| 输出上升时间 | $C_L=1nF$ | -- | -- | 75 | ns |
| 输出下降时间 | $C_L=1nF$ | -- | -- | 75 | ns |
| 输出限制电流 | $T_J=0\sim 100^\circ C$ | 540 | 580 | 620 | mA |
| OE 钳位电压 | $O_E=0.001\sim 0.60A$ | -- | 1.5 | -- | V |
| 参考部分 | | | | | |
| 参考输出电压 | $I_O=1.0mA$ | 2.4 | 2.5 | 2.6 | V |
| 电源调整率 | $V_{CC}=5.5\sim 9V$ | -- | 2 | 20 | mV |
| 负载调整率 | $I_O=0.1\sim 0.2mA$ | -- | -- | 3 | % |
| 温度稳定性 | | -- | 0.2 | -- | mV/°C |
| 输出噪声电压 | $F=10Hz\sim 10KHz$ | -- | -- | 50 | uV |
| 长期稳定性 | $T=85^\circ C$ 条件工作下 1000h | -- | 5 | -- | mV |
| 振荡器部分 | | | | | |
| 振荡频率 | $C_t=680pF$ | 55 | 61 | 67 | KHz |



TC223 (文件编号: S&CIC0000)

高性能电流模式 PWM 开关电源控制器 IC

| | | | | | |
|---------------|------------|------|------|------|----|
| 频率随电压变化率 | Vcc=5.5~9V | -- | -- | 1 | % |
| 频率随温度变化率 | Ta=0~85℃ | -- | -- | 1 | % |
| 振荡器振幅 (Vp-p) | | -- | 2.5 | -- | V |
| 振荡器下降沿 | Ct=330pF | -- | 800 | -- | ns |
| 反馈部分 | | | | | |
| 输入阻抗上拉电流 | | -- | 0.50 | 0.60 | mA |
| 输入阻抗下拉电阻 | | -- | 30 | -- | KΩ |
| 电源抑制比 | Vcc=5.5~9V | -- | 60 | 70 | dB |
| 电流取样部分 | | | | | |
| 电流取样门限 | | 0.54 | 0.58 | 0.62 | V |
| 防上限电流 | IS=IO | 0.54 | 0.58 | 0.62 | A |
| 电源抑制比 | | -- | 60 | 70 | dB |
| 传输延时 | | -- | 150 | 250 | ns |
| 脉宽调制部分 | | | | | |
| 最大占空比 | | 53 | 57 | 61 | % |
| 最小占空比 | | -- | -- | 3.5 | % |
| 电流电源 | | | | | |
| 启动接受电流 | | 1.6 | 2.0 | 2.4 | mA |
| 启动静态电流 | | -- | 55 | 80 | uA |
| 静态电流 | Vcc=8V | -- | 2.8 | -- | mA |
| 启动电压 | | 8.6 | 8.8 | 9.0 | V |
| 振荡器关闭电压 | | 4.0 | 4.3 | 4.5 | V |
| 再启动电压 | | -- | 3.7 | -- | V |
| 过压限制门限 | | 9.2 | 9.6 | 10 | V |

原理描述

启动阶段，上电时VR关闭；FB上拉电流源关闭；OE由功率管输入启动电流到VCC；OB控制功率管的基极电流，限制功率管集电极电流（即TC223系列启动接受电流），从而保证功率管的安全；在VCC电压上升到8.8V，启动阶段结束，进入正常阶段。

正常阶段，VCC电压应保持在4.8~9.0V，VR输出2.5V基准；FB上拉电流源开启；振荡器输出OSC1决定最大占空比，输出OSC2试图触发电源进入开周期、及屏蔽功率管开启电流峰；若FB小于1.8V (约在1.2-1.8V)之间振荡器周期将随之增加，FB越小振荡器周期越宽、直至振荡器停振（此特性降低了开关电源的待机功耗）；若外围反馈试图使VCC大于9.6V，则内电路反馈到FB使VCC稳压在9.6V（利用此特性可以不采用外围反馈电路，由内电路稳定输出电压，但稳压精度较低）；开周期，OB为功率管提供基极电流，OE下拉功率管的发射极到IS，而且OB采用斜坡电流驱动（指OB开电流是IS的函数，当IS=0V时OB开电流约40mA，然后OB开电流随IS线性增加，当IS增加到0.6V时OB开电流约120mA，此特性有效地利用了OB的输出电流，降低了TC223系列的功耗），若IS检测到FB指定电流则进入关周期；关周期，OB下拉，功率管不会立即判断，但OE箝位1.5V（功率管判断后基地反向偏置，提高了耐压）；在开或关周期，如检测到功率管超上限电流，则上限电流触发器优先置位，强制FB下降，占空比变小，从而保护功率管和变压器；在下一个关周期开始沿或FB小于1.8V，上限电流触发器复位。另外，TC223系列内置热保护，在内温度高于140℃后调宽振荡器的周期，使TC223系列温度不超过150℃；内置斜坡补偿，在TC223



系列大占空比或连续电流模式时能稳定开/关周期。

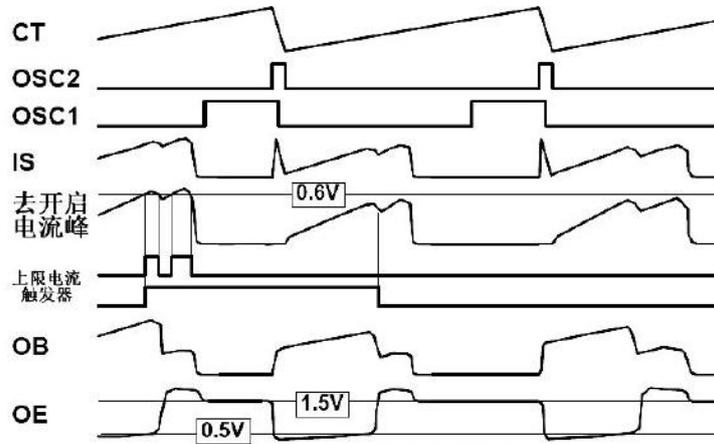


图 2 正常阶段开关周期波形图

源开启；振荡器输出OSC1决定最大占空比，输出OSC2试图触发电源进入开周期、及屏蔽功率管开启电流峰；若FB小于1.8V (约在1.2-1.8V)之间振荡器周期将随之增加，FB越小振荡器周期越宽、直至振荡器停振（此特性降低了开关电源的待机功耗）；若外围反馈试图使VCC大于9.6V，则内电路反馈到FB使VCC稳压在9.6V（利用此特性可以不采用外围反馈电路，由内电路稳定输出电压，但稳压精度较低）；开周期，OB为功率管提供基极电流，OE下拉功率管的发射极到IS，而且OB采用斜坡电流驱动（指OB开电流是IS的函数，当IS=0V时OB开电流约40mA，然后OB开电流随IS线性增加，当IS增加到0.6V时OB开电流约120mA，此特性有效地利用了OB的输出电流，降低了TC223系列的功耗），若IS检测到FB指定电流则进入关周期；关周期，OB下拉，功率管不会立即判断，但OE箝位1.5V（功率管判断后基极反向偏置，提高了耐压）；在开或关周期，如检测到功率管超上限电流，则上限电流

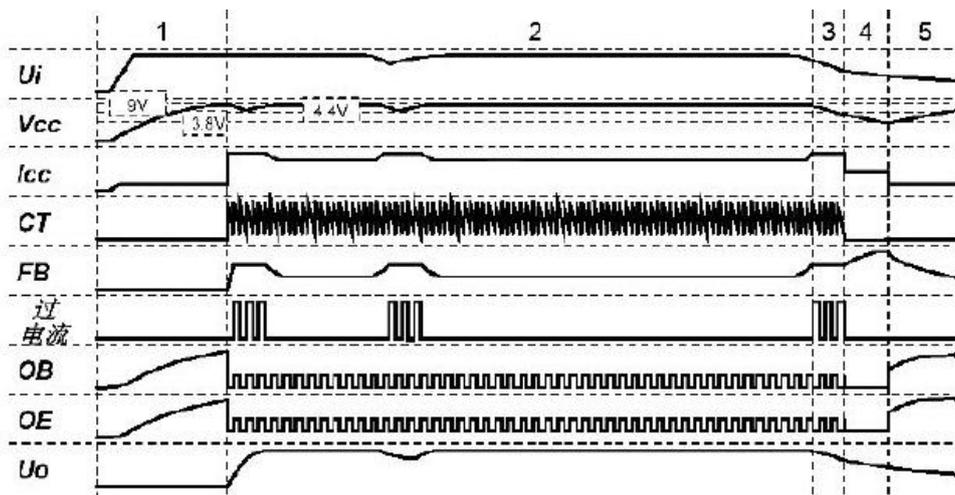


图 3 全局波形图

触发器优先置位，强制FB下降，占空比变小，从而保护功率管和变压器；在下一个关周期开始沿或FB小于1.8V，上限电流触发器复位。另外，TC223系列内置热保护，在内温度高于140℃后调宽振荡器的周期，使TC223系列温度不超过150℃；内置斜坡补偿，在TC223系列大占空比或连续电流模式时能稳定开/关周期。

若VCC降到4.3V左右，振荡器关闭，OSC1、OSC2低电平，电源保持关周期；VCC继续下降到3.7V左右，TC223系列重新进入启动阶段。



电参数定义

- 启动接受电流：启动阶段OB输入0.5mA时OC点电流。
- 启动静态电流：VCC接滤波电容和可调电流源，CT接680PF，其它引脚悬空，能使VC振荡时（即能完成TC223系列启动的）最小电流源电流。
- 启动电压：上述VCC振荡的最大VCC值。
- 再启动电压：上述VCC振荡的最小VCC值。
- 振荡器关闭电压：上述VCC振荡下降沿，使振荡器停振的VCC值。
- 静态电流：正常阶段，FB由1.0K电阻接地，VCC电源电流。
- 振荡器上拉/下拉电流：正常阶段，FB=2.5V，CT=1.25V，CT处上拉/下拉电流。
- FB上拉电流：正常阶段，FB=2.5V，IS=0V时，FB处上拉电流。
- FB防上限电流：正常阶段，FB=6V，IS=0.3V，FB处下拉电流。
- 内反馈电源电压：无外围待机反馈电路的TC223系列电源，正常阶段时VCC值。
- OC上限电流：FB=6V，FB下拉电流开始动作时的最小OC电流。
- 斜坡电流驱动：指功率管基极驱动OB开电流是IS的函数，当IS=0V时OB开电流约40mA，然后OB开电流随IS线性增加，当IS增加到0.6V时OE开电流约120mA。

应用信息

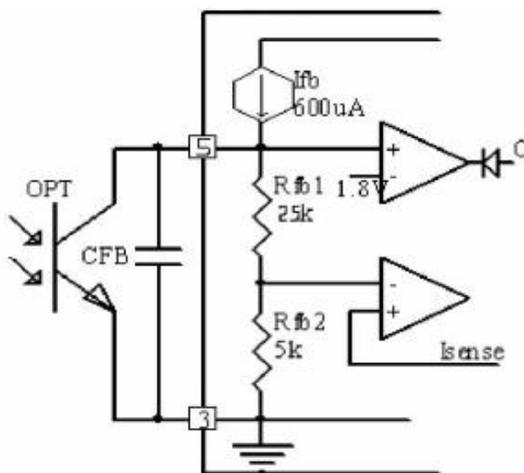
1. CT定时电容与开关频率的关系

由内部电流源对CT电容进行100uA恒流充电形成时钟的上升沿，在充电电压至2.5V时，内部电路将以1.9mA的下拉电流对CT放电，形成时钟的下降沿，完成一个时钟周期，一个时钟周期约为：

$$T = CT * 24000 \text{ (S)}$$

$$F_s = 1/T \text{ (Hz)}$$

尽管双极型电路也能工作在较高的频率下，但对于双极功率开关而言，仍需考虑存储时间对开关损耗的影响。通常比较合适的开关频率在70KHz以下。在一般的应用场合可将TC223系列的CT电容按680PF配置，此时对应的工作频率为61KHz左右。



2. FB反馈与控制

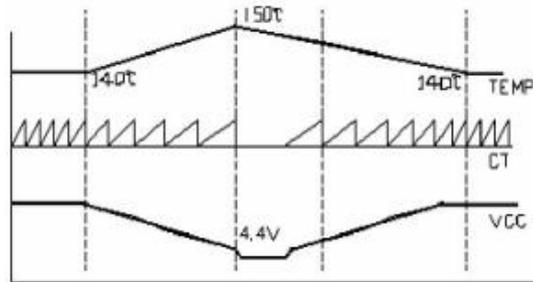


在正常工作状态, FB 的电压将决定最大开关电流的值, 此电压越高开关电流越大(仅受限于峰值电流限制)。FB 引脚内部上拉 600uA 电流源, 下拉电阻约 33KΩ(近似等效值)。此外在 FB 电压低于 1.8V 时, 将使振荡周期加大, 开关频率下降, 低于 1.8V 越多, 开关频率将越低。外接 FB 电容将对反馈带宽产生影响, 进而影响某些外部参数, 比如瞬态特性。

对于CFB电容的值, 典型的应用可在10-100nF之间根据回路的频率特性进行选取, 一般应用可以使用22nF。

3. 过温度保护

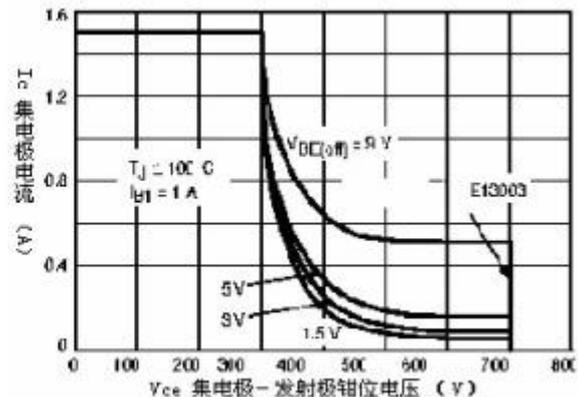
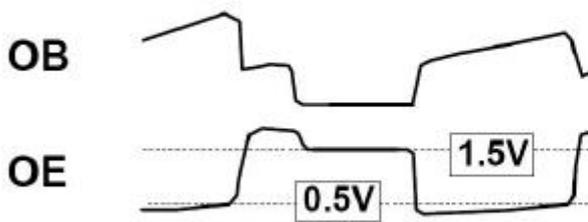
IC内部集成了精确的过温度保护功能。在芯片内部温度达到140℃, 热保护电路动作, 将时钟信号下拉, 使开关频率降低, 降低功耗。开关频率随温度的升高而降低, 直至振荡器关闭。如右图所示。



4. 功率管驱动特性与高耐压偏置技术

功率管采用斜坡电流驱动, 驱动电流随输出功率增加而增加, 在FB=0时, OB电流约为40mA, 在FB=6V时, OB电流约为120mA, 小输出时的驱动功耗得到显著的降低。

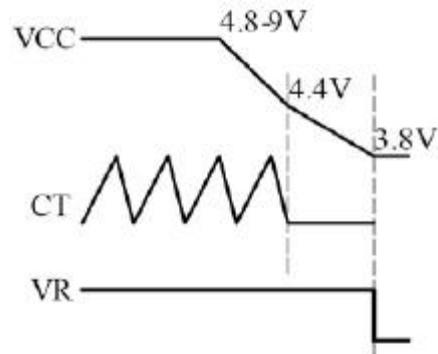
IC内部集成了独特的偏置技术, 在功率管关断时, OE输出到约1.5V, 反向偏置发射结, 加速Ic电流的下降速度, 扩展了有效的安全工作区, 开关管随反向的CB电压, 使得开关管达到700V的电压承受能力。关于更详细的开关管耐压特性请参考相关的技术数据。偏置波形如下图示:



5. 过压与欠压保护

IC具有带迟滞的欠电压保护功能。在VCC电压达到8.8V时IC开始启动, 这个初始的启动电压有驱动电阻提供, 输入的高电压通过驱动电阻注入开关管的基极, 放大的Ic电流在IC内部经过限制电路对VCC电容充电, 从而形驱动电压。在IC正常工作时应保持VCC电压在4.8-9V之间(包括满负载输出的情况), 若VCC电压下降到4.4V则振荡器进入关闭状态, VCC进一步降低到3.8V时, IC即开始重新启动。

IC内部VCC具有一个上限电压比较器控制, 若VCC试图大于9.6V, 则比较器动作, FB将被下拉, 锁定VCC至9.6V, 达到过电压的限制功能。利用此功能可以方便地实现前端的电压反馈功能, 也可避免输出开环时的输出电压大幅度升高现象, 保障负载的安全。因为此特性的存在, VCC的设计应保持在合适的范围, 避免在大输出负载时VCC的上升过高, IC过压限制动作导致的输出电压下降现象。

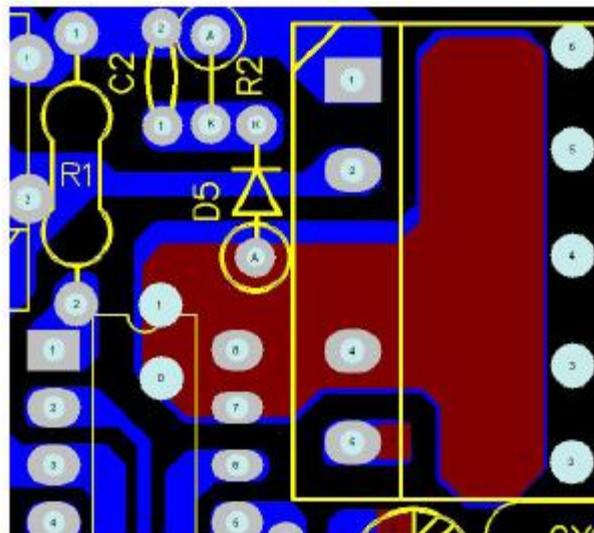


6. 最大开关电流限制

IC具有逐周期电流限制功能。每个开关周期均对开关电流进行检测，达到FB设定的防上限电流时即进入关周期，电流的检测具有实时前沿消隐功能，屏蔽开关尖峰，避免开关电流的错误检测。合理的温度检测消除了温度的影响，相对常规的MOSFET（温度变化时的 R_{on} 变化很大）开关芯片，开关电流在一个较宽的范围都可以非常精准，这样将允许设计者在设计方案时不必留有太大的余量即可满足较大的工作温度范围，提高电路的使用安全性。对于TC223系列，其允许的最大开关电流限制值0.80A。在一个设计在65V反射电压，0.80A开关电流的反激式电源中，可以容易地实现大于12W的输出功率，且满足宽的温度范围。

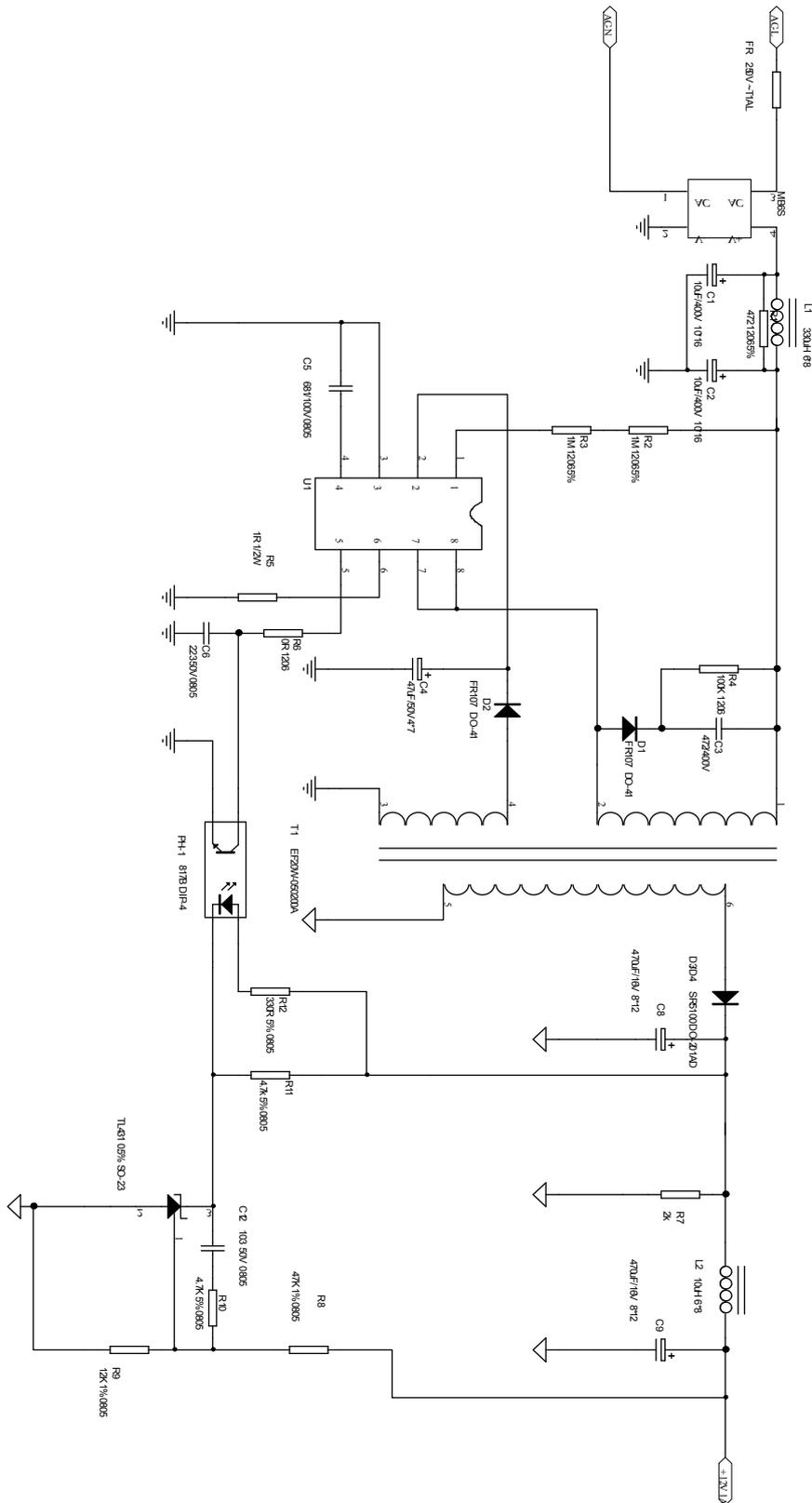
7. 散热的要求

对于一个典型的功率开关而言，应使用必要的散热措施，以避免过高的温度导致热保护。IC内部主要的发热是开关管的开关损耗产生的热量，因此恰当的散热位置是IC的Pin7-8脚，一个易于使用的方法是在Pin7-8脚铺设一定面积的PCB铜箔，尤其在铜箔之上镀锡处理将大大增加散热能力。对于一个85-265V输入，12W输出的典型应用，200mm²的铜箔面积是必要的。参考布线如右图示。





典型应用电路





BOM 表及变压器资料

► TC223 BOM 表

| 序号 | 元件名称 | 型号&规格 | 封装 | 用量 | 位置 |
|----|-------------|--------------------|-----------|----|---------|
| 1 | PCB (TC223) | 57mm×38mm×1.2mm | 半玻纤板 | 1 | |
| 2 | 保险丝 | F1A/250V 4×10 引线立式 | L-3.5 | 1 | FR |
| 3 | 工字电感 | 330uH | L-3.5 | 1 | L1 |
| 4 | 工字电感 | 10uH | DR6×8 | 1 | L2 |
| 5 | IC1 | TC223B | DIP-8 | 1 | IC1 |
| 6 | IC2 | JC817B | DIP-4 | 1 | IC2 |
| 7 | TC431 | TL431A | TO-92 | 1 | TC431 |
| 8 | 贴片电阻 | 4.7K±5% | 0805 | 1 | R1 |
| 9 | 贴片电阻 | 1M±5% | 0805 | 2 | R2、R3 |
| 10 | 贴片电阻 | 100K±5% | 1206 | 1 | R4 |
| 11 | 精密插件电阻 | 1Ω/0.5W±1% | L-3.5 | 1 | R5 |
| 12 | 贴片电阻 | 0R | 1206 | 1 | R6 |
| 13 | 贴片电阻 | 2K±5% | 0805 | 1 | R7 |
| 14 | 贴片电阻 | 47K±5% | 0805 | 1 | R8 |
| 15 | 贴片电阻 | 12K±5% | 0805 | 1 | R9 |
| 16 | 贴片电阻 | 4.7K±5% | 0805 | 2 | R10、R11 |
| 17 | 贴片电阻 | 330R±5% | 0805 | 1 | R12 |
| 18 | 桥堆 | MB6S | MB-6S | 1 | MB-6S |
| 19 | 插件二极管 | FR107 | DO-41 | 1 | D1 |
| 20 | 插件二极管 | FR107 | DO-41 | 1 | D2 |
| 21 | 插件二极管 | SR5100 | DO-201 | 2 | D3、D4 |
| 22 | 电解电容 | 10uF/400V±20% | 10×16 | 2 | C1、C2 |
| 23 | 涤纶电容 | 472/250V±5% | CAP-4 | 1 | C3 |
| 24 | 高频低阻电解电容 | 47uF/50V±20% | 6×12 | 1 | C4 |
| 25 | 涤纶电容 | 681P±20% | CAP-4 | 1 | C5 |
| 26 | 贴片电容 | 223P±20% | 0805 | 1 | C6 |
| 27 | 高频低阻电解电容 | 680uF/25V±20% | 8×12 | 1 | C7 |
| 28 | 高频低阻电解电容 | 220uF/25V±20% | 8×12 | 1 | C8 |
| 29 | 贴片电容 | 104P±20% | 0805 | 1 | C9 |
| 30 | 变压器 | TC223/12WEF20 卧式 | | 1 | T |
| 31 | AC 电子线 | 黑 | Φ1.5×60mm | 2 | AC1、AC2 |
| 32 | AC 电子线 | 红、黑 | Φ1.5×60mm | 2 | VCC、GND |

注: R5 可根据电流大小去调整。



TC223 (文件编号: S&CIC0000)

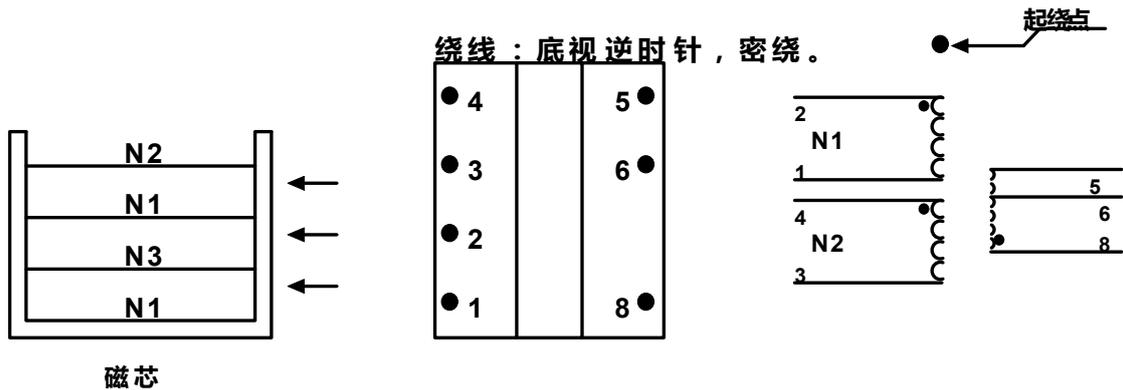
高性能电流模式 PWM 开关电源控制器 IC

TC223 系列变压器规格

结构图:

| 骨架类型 | PIN 数目 | 脚距 | 排距 | 备注 |
|---------|--------|-------|------|----------------------|
| EF20 卧式 | 4+4 | 5.0mm | 15mm | Ae=31mm ² |

原理图:



绕制要求:

| 绕组 | 绕制要求 | 匝数 | 线径×根数 |
|-------|---------------------|------|-------------------|
| N1 初级 | 从 Pin2 起到 Pin6 收、密绕 | 40Ts | Φ0.3mm×1P |
| N3 次级 | 从 Pin8 起到 Pin5 收、密绕 | 16Ts | Φ0.5mm×1P (三层绝缘线) |
| N1 初级 | 从 Pin6 起到 Pin1 收、密绕 | 40Ts | Φ0.3mm×1P |
| N2 反馈 | 从 Pin4 起到 Pin3 收、密绕 | 9Ts | Φ0.2mm×1P |

备注: A、线包包黄色玛拉胶纸, 绕线时请注意绕线方向, 避免绕组起收脚交叉, 绕线必须平整;

B、磁芯加气隙, 真空浸油, 烤箱烘干, 另变压器骨架上需贴上名称和供应商标签以方便区分。

电气要求:

A、电感量: $L_p(N1) 1.0mH \pm 5\%$;

B、漏感量: $L_s(N1) \leq 50\mu H$;

C、耐压: PRI (初级 N1) — SEC (次级 N3) 2500VAC/5ma/60s

PRI (初级 N1) / SEC (初级 N1) — CORE 磁芯 1500VAC/5ma/60s



封装尺寸图

DIP-8

