

1. 特性描述

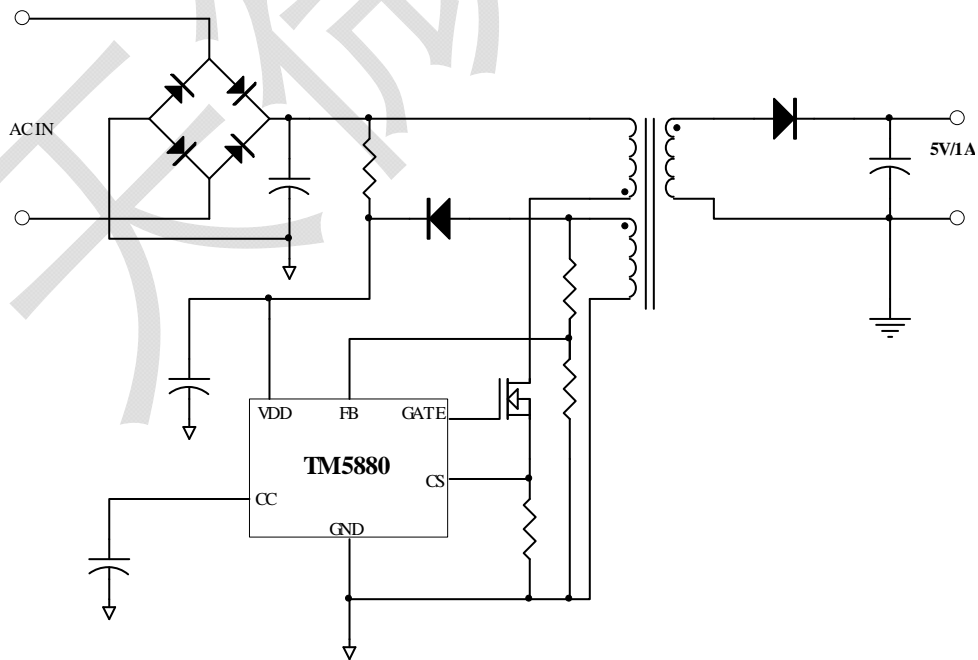
TM5880是一款高性能，准谐振（QR）模式的高精度原边反馈控制（PSR）CC/CV控制器。该系列驱动外部功率管，非常适合低成本小功率充电器、适配器和LED照明领域。TM5880采用准谐振控制，大大提升了PSR系统的效率、降低EMI，能够满足六级能效的要求。无需Y电容的5W(5V/1A)充电器设计，该IC在输出恒压模式下内置了线缆电压补偿功能。

TM5880集成了诸多保护功能，包括：VDD欠压保护（UVLO），VDD过压保护，软启动，逐周期电流限制，所有管脚浮空保护，GATE输出电压钳位保护，VDD电压钳位保护。本产品性能优良，质量可靠。

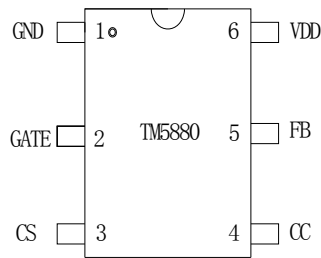
2. 功能特点

- 效率满足六级能效要求
- 原边反馈（PSR）准谐振（QR）控制技术实现高效率和良好的EMI性能
- 无需Y电容的5W(5V/1A)充电器设计
- 待机功耗小于70mW
- ±5%恒压恒流精度
- 内置线压降补偿
- 逐周期电流限制
- 内置前沿消隐
- 所有管脚浮空保护
- 内置软启动
- 输出过压保护
- VDD欠压保护（UVLO）、过压保护及钳位
- 封装形式：SOT23-6

3. 典型应用



4. 管脚排列



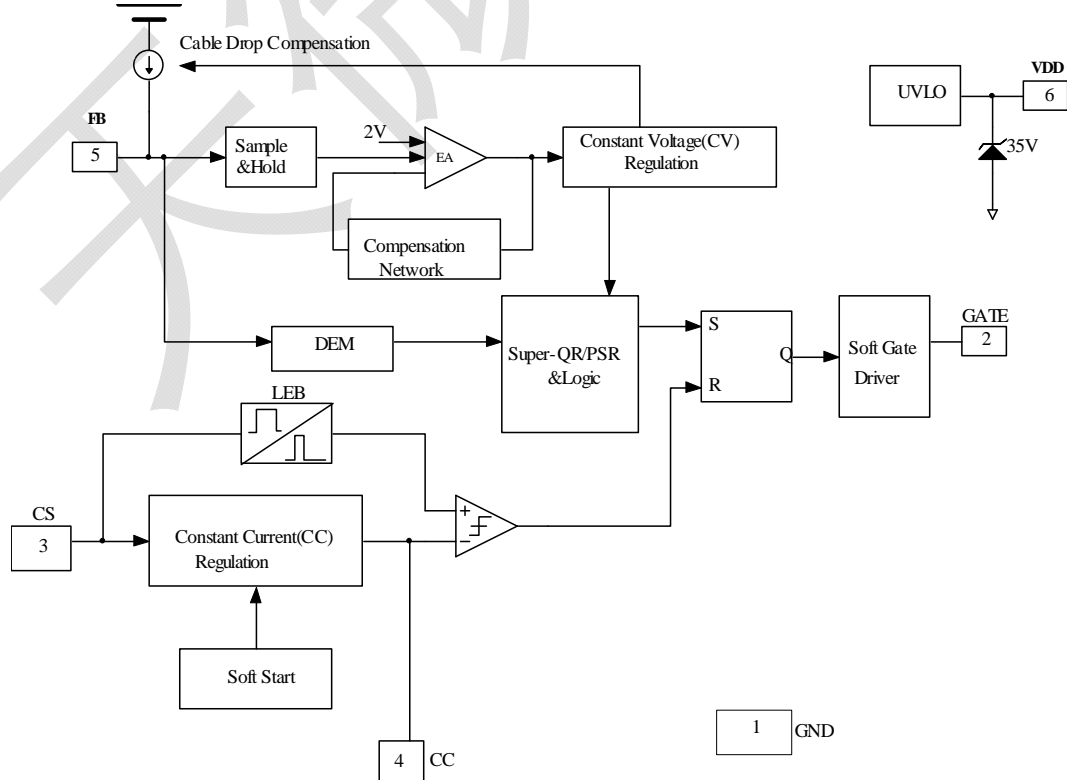
5. 管脚功能

| 引脚名称 | SOT23-6 引脚序号 | 功能说明 |
|------|--------------|---------------|
| GND | 1 | 芯片地 |
| GATE | 2 | 外置功率MOSFET驱动端 |
| CS | 3 | 变压器原边电流采样端 |
| CC | 4 | 外接电容, 用于恒流调节 |
| FB | 5 | 输出电压反馈输入端 |
| VDD | 6 | 芯片供电 |



*备注：集成电路是静电敏感器件，在干燥季节或者干燥环境使用容易产生大量静电，静电放电可能会损坏集成电路，天微电子建议采取一切适当的集成电路预防处理措施，不正当的操作焊接，可能会造成 ESD 损坏或者性能下降，芯片无法正常工作。

6. 芯片功能示意图



7. 工作条件

7.1. 极限工作条件

| 参数名称 | 极限值 | 单位 |
|----------------|---------|------|
| 芯片电源电压 | 35 | V |
| 芯片VDD钳位电流 | 10 | mA |
| GATE电压 | 20 | V |
| CC, CS电压范围 | -0.3~7 | V |
| FB电压范围 | -0.7~7 | V |
| 封装热阻 (SOT-26) | 250 | °C/W |
| 储存温度范围 | -65~150 | °C |
| 最高结温 | 150 | °C |
| 工作温度范围 | -40~150 | °C |
| 焊接温度 (焊锡, 10秒) | 260 | °C |
| ESD人体模型 | 3 | KV |
| ESD机器模型 | 250 | V |

- (1) 芯片长时间工作在上述极限参数条件下, 可能造成器件可靠性降低或永久性损坏, 天微电子不建议实际使用时任何一项参数达到或超过这些极限值。
- (2) 所有电压值均相对于系统地测试

7.2. 推荐工作条件

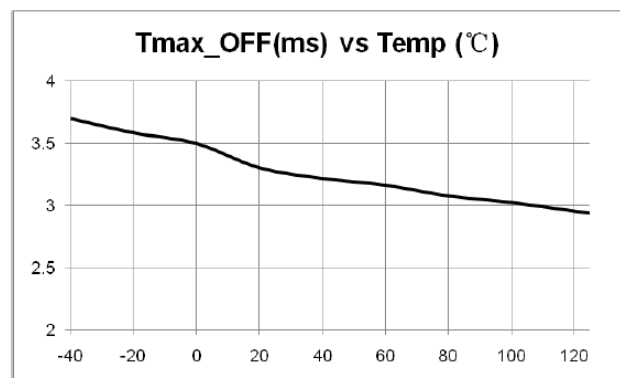
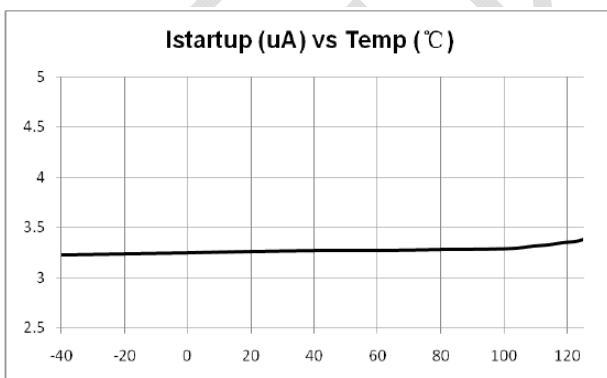
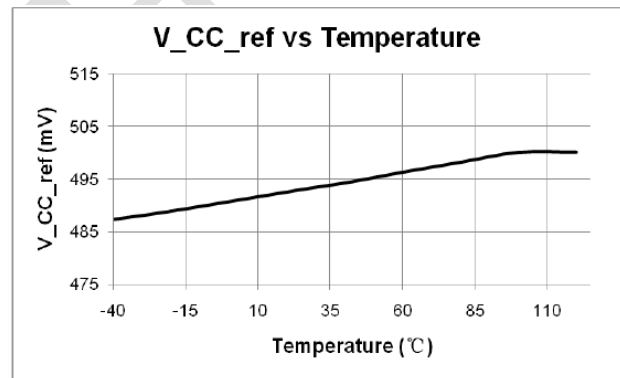
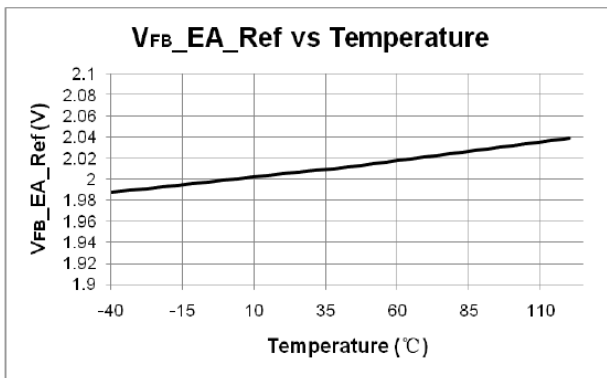
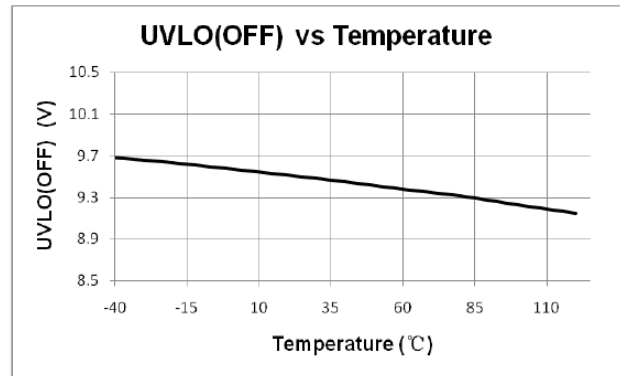
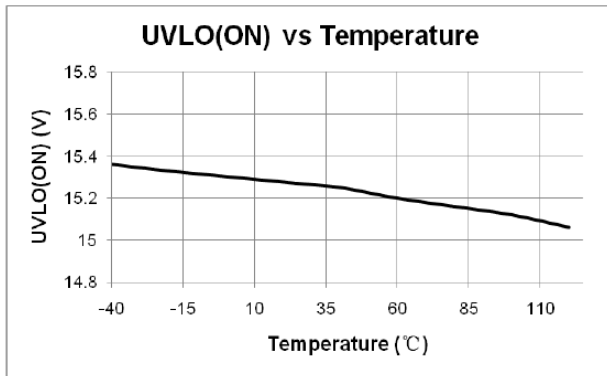
| 参数名称 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|-----------|-----|-----|-----|
| 芯片电源电压VDD | 10 | 30 | V |
| 工作环境温度 | -40 | 85 | °C |
| 最大开关频率 | | 120 | KHz |

8. 芯片参数

| TM5880 | | | | | | | 单位 |
|-----------------|--------------|---------------------------------|------|------|------|------|----|
| 参数名称 | 参数符号 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | | |
| 芯片电源部分 (VDD 管脚) | | | | | | | |
| 启动电流 | I_Startup | VDD=UVLO (ON) -1V 测试 VDD 端电流 | | 2 | 20 | uA | |
| 工作电流 | I_VDD_Op | VFB=1V, CL=0.5nF VDD=20V | | 1 | 1.5 | mA | |
| VDD欠压保护 | UVLO (OFF) | VDD 电压下降 | 8.5 | 9.5 | 10.5 | V | |
| VDD启动电压 | UVLO (ON) | VDD 电压上升 | 14 | 15.5 | 16.5 | V | |
| VDD过压保护 | VDD_OVP | | 31 | 33 | 35 | V | |
| VDD钳位电压 | VDD_Clamp | I (VDD)=7mA | 33 | 35 | 37 | V | |
| 反馈输入部分 (FB管脚) | | | | | | | |
| 反馈参考电压 | VFB_EA_Ref | | 1.98 | 2.0 | 2.02 | V | |
| 输出过压保护阈值电压 | VFB_OVP | | | 2.4 | | V | |
| 输出短路阈值 | VFB_Short | | | 0.65 | | V | |
| 输出短路钳位频率 | FClamp_Short | | | 40 | | KHz | |
| 退磁比较器阈值 | VFB_DEM | | | 75 | | mV | |
| 最小关断时间 | Tmin_OFF | | | 2 | | uSec | |
| 最大关断时间 | Tmax_OFF | | | 3 | | mSec | |
| 最大线缆补偿电流 | ICable_max | | | 40 | | uA | |
| 电流检测部分 (CS管脚) | | | | | | | |
| CS前沿消隐时间 | T-blanking | | | 500 | | nSec | |
| 芯片关断延迟 | TD_OC | CL=1nF at GATE | | 100 | | nSec | |
| 恒流控制部分 (CC管脚) | | | | | | | |
| 内部CC基准电压 | V_CC_ref | | 490 | 500 | 510 | mV | |

| 栅极驱动输出 (GATE管脚) | | | | | | |
|-----------------|----------|------------------|-----|-----|---|------|
| 输出低电平 | VOL | Io=20mA (sink) | | | 1 | V |
| 输出高电平 | VOH | Io=20mA (source) | 7.5 | | | V |
| 输出钳位电压 | VG_Clamp | VDD=24V | | 16 | | V |
| 输出上升时间 | T_r | CL=0.5nF | | 700 | | nSec |
| 输出下降时间 | T_f | CL=0.5nF | | 35 | | nSec |

9. 典型温度特性曲线



10. 功能说明

TM5880是一款高性能、多模式控制、准谐振（QR）模式的高精度原边反馈控制（PSR）CC/CV控制器，可实现小于±5%的恒压恒流精度。非常适用于小功率充电器、适配器和LED照明场合。在恒压模式下内置了线电压补偿功能。采用准谐振控制，实现高效率和良好的EMI性能，满足六级能效标准要求。

10.1. 启动电流与启动控制

TM5880的启动电流非常低（典型值 2uA），所以 VDD 端电容电压可以很快充至开启电压。启动电路可以使用一个大阻值的电阻，在满足启动要求的同时，减小工作时的损耗。

10.2. 工作电流

TM5880的工作电流低至 1mA（典型值），所以 VDD 启动电容可以取更小值，同时可以提高系统转换效率。

10.3. 原边准谐振控制

TM5880采用原边反馈（PSR）准谐振（QR）控制技术实现高效率、降低EMI。芯片在恒压和恒流模式工作时，极大的提高了系统效率和良好的EMI性能。该IC系统效率能达到六级能效要求。

10.4. 恒流控制

TM5880具有精确的恒流/恒压控制能力，通过内部电流反馈控制回路能够精准地控制输出电流。工作在恒流模式下：

$$I_{cc}(\text{mA}) = \frac{N}{2} \times \frac{500(\text{mV})}{R_{cs}(\Omega)}$$

其中：I_{cc}为系统输出端的输出电流。

R_{cs}为CS与GND之间的电阻。

N为变压器初级和次级线圈的匝数比。

10.5. 精准的 CC/CV 性能

TM5880具有精确的恒流/恒压控制能力，能实现±5%的恒压恒流精度。

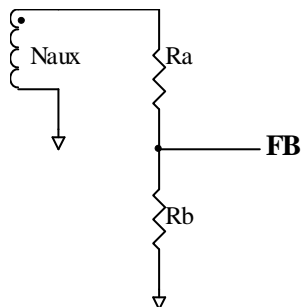
10.6. 输出线压降补偿

常规芯片在恒压模式下，通过改变功率管导通时间来调节反馈电压，其不包括在电线上的压降。这样导致了由于采用不同规格不同长度的电线，会产生不同的输出电压。TM5880内建了线缆压降补偿电路，以此取得更好的负载调整率。

TM5880具有线缆补偿功能，可补偿输出电压在电线上的压降。通过内置电流流入电阻分压器在FB脚位产生补偿电压。随着转换器负载从空载增大至峰值功率点（恒压与恒流之间的切换点），将通过增大反馈引脚参考电压对输出线缆上的压降进行补偿。控制器根据状态调节器的输出来决定输出负载以及相应补偿的程度。最大补偿比例可由下式得出

$$\frac{\Delta V}{V_{out}} = \frac{I_{comp} \times (R_a / R_b) \times 10^{-6}}{2} \times 100\%$$

其中，ΔV是补偿电压，V_{out}是输出电压，R_a和R_b为FB脚相连的分压电阻。

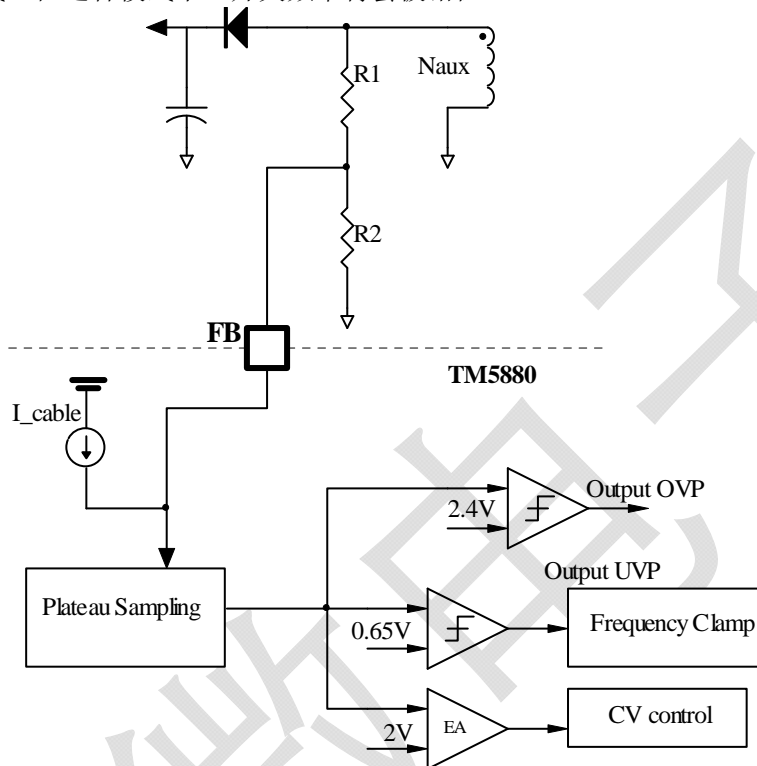


10.7. 电流检测和前沿消隐 (LEB)

TM5880 提供了逐周期电流限制, 功率管电流由连接在 CS 脚上的取样电阻检测。在功率开关导通时, 采样电阻上会出现开启尖峰, 为避免由开启尖峰所引起的误操作, 在 CS 脚上设置有 500nS 的前沿消隐时间, 因此 CS 脚的外部无需 RC 滤波网络。

10.8. 输出过压保护与欠压保护

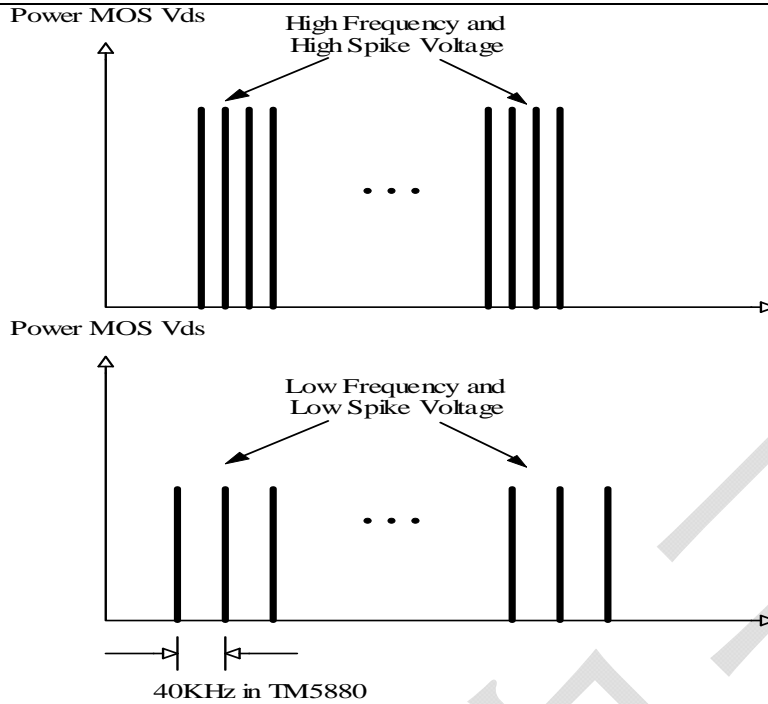
如下图, TM5880 输出过压保护模式, 过压保护的阈值为 2.4V。当输入 FB 电压小于 0.65V, IC 将会进入欠压保护模式, 在这种模式下, 开关频率将会被钳位。



10.8. 输出短路钳位频率

在 TM5880 工作时, 当 FB 电压小于 0.65V, 芯片将会进入欠压保护模式, 此时开关频率被固定在 40KHz (典型值)。这种保护功能将被应用于 LED 保护电路中。当输出被短路时, 钳位频率能降低功率管 Vds 尖峰电压, 同时提高了系统的可靠性, 如下图。

在 TM5880 工作时, 当输出短路发生时, 芯片将被固定在 40KHz 的开关频率, 在这种情况下, 功率管的 Vds 尖峰电压将被大大抑制。

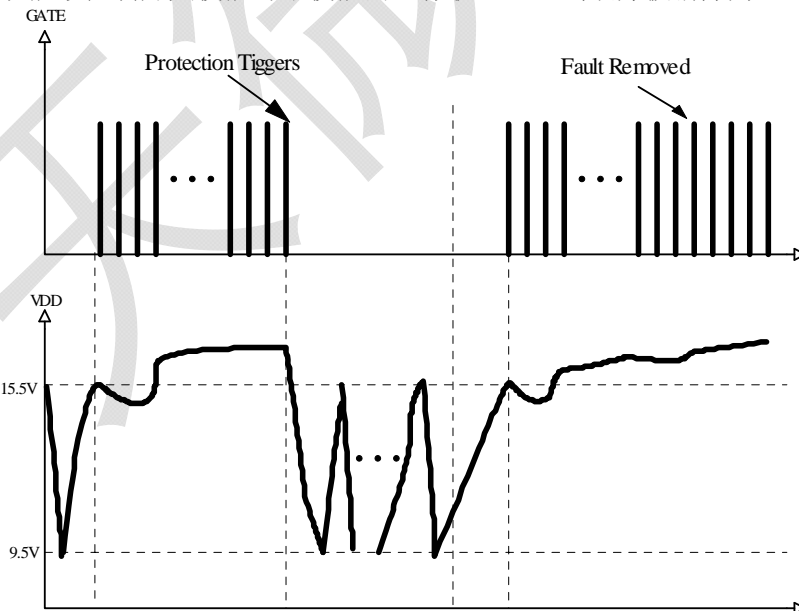


10.9. 控制保护

TM5880 集成了完善的保护功能，包括 VDD 欠压保护 (UVLO)，VDD 过压保护，软启动，逐周期电流限制，所有管脚浮空保护，VDD 电压钳位保护。

10.10 自恢复保护模式

如下图，当故障被检测到，开关将会停止工作，将会引起 VDD 电压下降，当 VDD 电压降至欠压保护点 9.5V 的时候，保护模式将会被重新设置，工作电流将会强制被拉升至启动电流值，VDD 电压上升。然而，如果故障仍然存在，系统将会重复执行上述过程，如果故障消除，系统将会恢复到正常工作模式。用这种方式系统能够控制开关使能与不使能的工作状态，直到故障被消除为止。



10.11. 栅极驱动器

TM5880 的 GATE 脚位用于驱动外部功率 MOSFET 管，GATE 驱动端采用软驱动设计，软驱动方式改善了系统的 EMI 性能，实现了效率、可靠性和 EMI 的平衡。驱动输出端内置齐纳二极管钳位在 16V，以避免 MOSFET 管栅端出现过压信号而损坏。

11. 应用实例

11.1. 平板电脑充电器

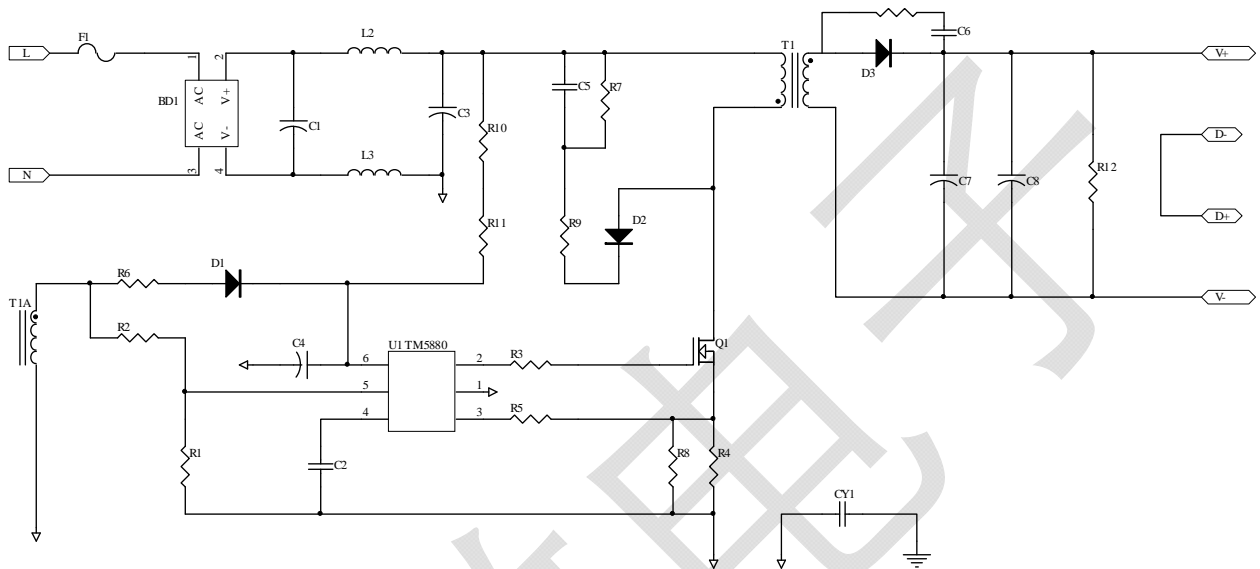
输入电压：90-240V 50/60Hz

输出：5V 2A

待机功耗小于70mW

PCB尺寸：45×31.5mm

原理图：

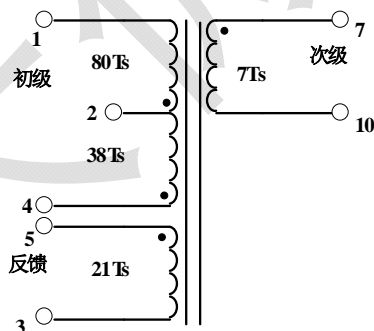


11.2 BOM 清单

| 序号 | 名称 | 规格 | 数量 | 位号 |
|----|--------|------------------|----|---------|
| | PCB 贴片 | | | |
| 1 | 贴片电容 | 102/1KV 1206 10% | 1 | C5 |
| 2 | 贴片电容 | 475/25V 1206 10% | 1 | C4 |
| 3 | 贴片电容 | 102/50V 0805 10% | 2 | C2/C6 |
| 4 | 贴片电阻 | 200K 1206 5% | 1 | R7 |
| 5 | 贴片电阻 | 3.9R 1206 1% | 1 | R8 |
| 6 | 贴片电阻 | 3.3R 1206 1% | 1 | R4 |
| 7 | 贴片电阻 | 2M 0805 5% | 2 | R10/R11 |
| 8 | 贴片电阻 | 24K 0805 1% | 1 | R2 |
| 9 | 贴片电阻 | 3.9K 0805 1% | 1 | R1 |
| 10 | 贴片电阻 | 1.2K 0805 5% | 1 | R12 |
| 11 | 贴片电阻 | 1K 0805 5% | 1 | R5 |
| 12 | 贴片电阻 | 100R 0805 5% | 1 | R13 |
| 13 | 贴片电阻 | 2.4R 0805 5% | 1 | R6 |
| 14 | 贴片电阻 | 47R 0805 5% | 1 | R3 |
| 15 | 贴片电阻 | 100R 0805 5% | 1 | R9 |
| 16 | 整流桥 | ABS 600V 1A | 1 | BD1 |

| | | | | |
|----|---------|-------------------------------|---|------|
| 17 | 贴片整流二极管 | FR107 SOD-123 1000V 0.5A | 1 | D1 |
| 18 | 贴片整流二极管 | IN4007 SOD-123 1000V 0.5A | 1 | D2 |
| 19 | 贴片肖特基 | P10V45 10A/45V T0-227A PFC | 1 | L3 |
| 20 | 贴片磁珠 | 102 阻抗 1K 1206 I=500mA | 1 | L3 |
| 21 | 贴片 IC | TM5880 SOT23-6 | 1 | U1 |
| 22 | Y 电容 | 471 400V Pin=10mm | 1 | CY1 |
| 23 | 电解电容 | 6.8uF/400V 8*12mm | 1 | C1 |
| 24 | 电解电容 | 12uF/400V 8*20mm | 1 | C3 |
| 25 | 固态电容 | 330uF/6.3V 5*7mm | 1 | C8 |
| 26 | 固态电容 | 820uF/6.3V 6.3*11mm | 1 | C7 |
| 27 | MOS 管 | CS4N60 4A/600V T0-251 华晶 | 1 | Q1 |
| 28 | 保险丝 | 1A/250V T3.6*10mm 陶瓷管 | 1 | F1 |
| 29 | 色环电感 | 1mH 0510 1W | 1 | L1 |
| 30 | USB 母座 | 大 4PIN | 1 | USB1 |
| 31 | 变压器 | EPC17 6+4 卧式 L=1.5mH | 1 | T1 |
| 32 | PCB 板 | FR-4 45*31.5mm T=0.8mm | 1 | |

11.3 变压器结构图



电性规格:

电感量 4-1=1.5mH±8% @1KHz 0.25V

漏感<120uH @10KHz 0.25V

耐压测试=3KV 5mA 1Min

材料要求:

磁芯: EPC17 (TDK PC40 或同等材质)

$A_e=22.8\text{mm}^2$

骨架: EPC17 卧式 6+4PIN

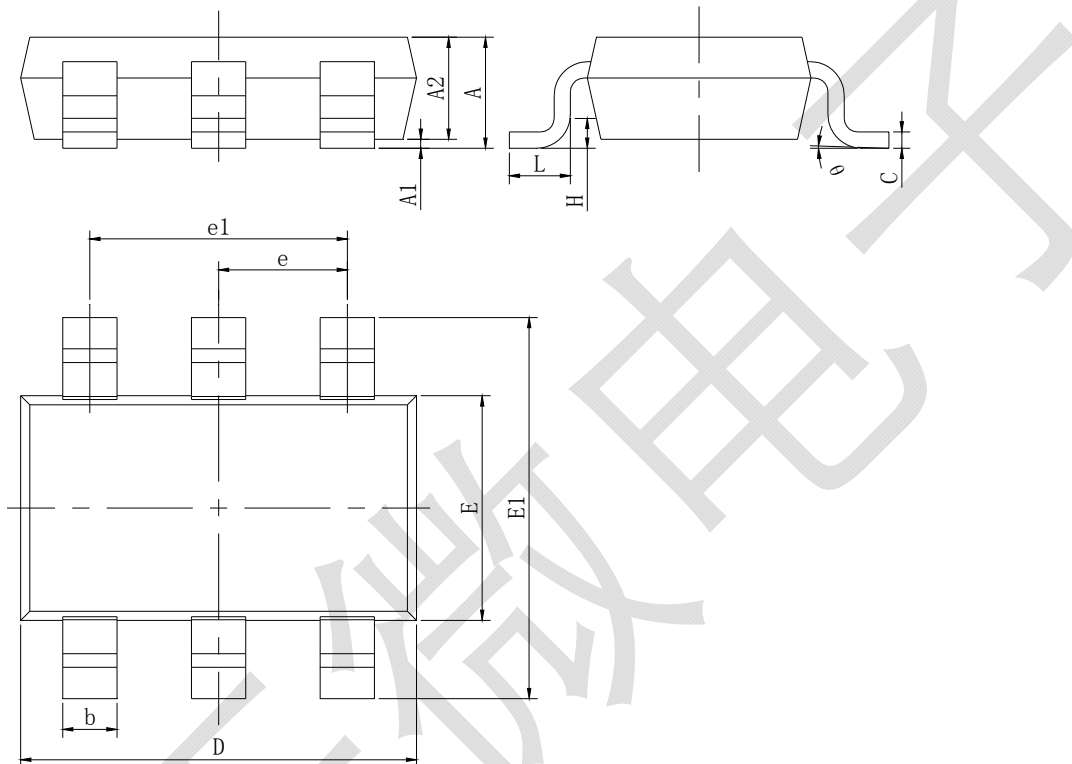
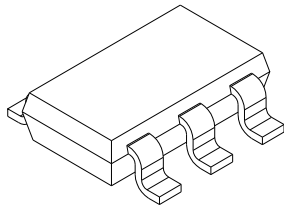
初级: 2-UEW 漆包线

次级: 三层绝缘线

绝缘胶带: 3M1298 或同等材质

12. 封装形式

封装类型: SOT23-6



| Symbol | Dimensions In Millimeters (mm) | | Dimensions In Inches | |
|--------|--------------------------------|-------|----------------------|-------|
| | Min | Max | Min | Max |
| A | 0.700 | 0.900 | 0.028 | 0.035 |
| A1 | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.004 |
| A2 | 0.700 | 0.800 | 0.028 | 0.031 |
| b | 0.350 | 0.500 | 0.014 | 0.020 |
| c | 0.080 | 0.200 | 0.003 | 0.008 |
| D | 2.820 | 3.020 | 0.111 | 0.119 |
| E | 1.600 | 1.700 | 0.063 | 0.067 |
| E1 | 2.650 | 2.950 | 0.104 | 0.116 |
| e | 0.95 (BSC) | | 0.037 (BSC) | |
| e1 | 1.90 (BSC) | | 0.075 (BSC) | |
| L | 0.300 | 0.600 | 0.012 | 0.024 |
| θ | 0° | 8° | 0° | 8° |