

南京拓品微电子有限公司

DATASHEET

TP1001 高性能电流模式

PWM/PFM 开关电源控制器

# 高性能电流模式 PWM/PFM 开关电源控制器—TP1001

## 概述

TP1001 是一款高性能的 AC/DC 电源控制器，采用脉宽调制（PWM）和 PFM 自适应模式。芯片内置各种故障保护电路，可靠性极高。

TP1001 搭配 TP1550（或 431）、光耦可以精确的控制恒压/恒流(CV/CC)，即可实现系统稳定工作，大大简化中低功率 CV/CC 电源转换器的设计，同时生产和工作故障率极低。该器件采用了革新性的控制技术，能够提供极为严格的输出电压和电流调节精度。

TP1001 控制器成本低、工作效率高，无负载功耗小，典型值为 88mW@220Vac。适用于输出功率 0.5W-12W 的 CV/CC 电源转换器和适配器。

## 特性

- |                    |                           |
|--------------------|---------------------------|
| 副边反馈控制技术           | 内置各端口故障保护                 |
| 无需外部补偿电容，外围电路简单    | 电压采样 FB 端口的悬空、短路及固定电平故障保护 |
| 低启动电流(<8μA)        | 限流采样 CS 端口的悬空、短路及固定电平故障保护 |
| 直接恒流驱动低成本的 BJT 开关管 | 输出短路保护                    |
| 内部同步斜坡补偿           |                           |
| 内置过压保护、欠压保护及过温保护   |                           |

## 应用

手机或无绳电话、PDA、MP3 等使用的充电器；适配器；白光 LED 驱动器；小家电电源转换器等。

## 典型电路

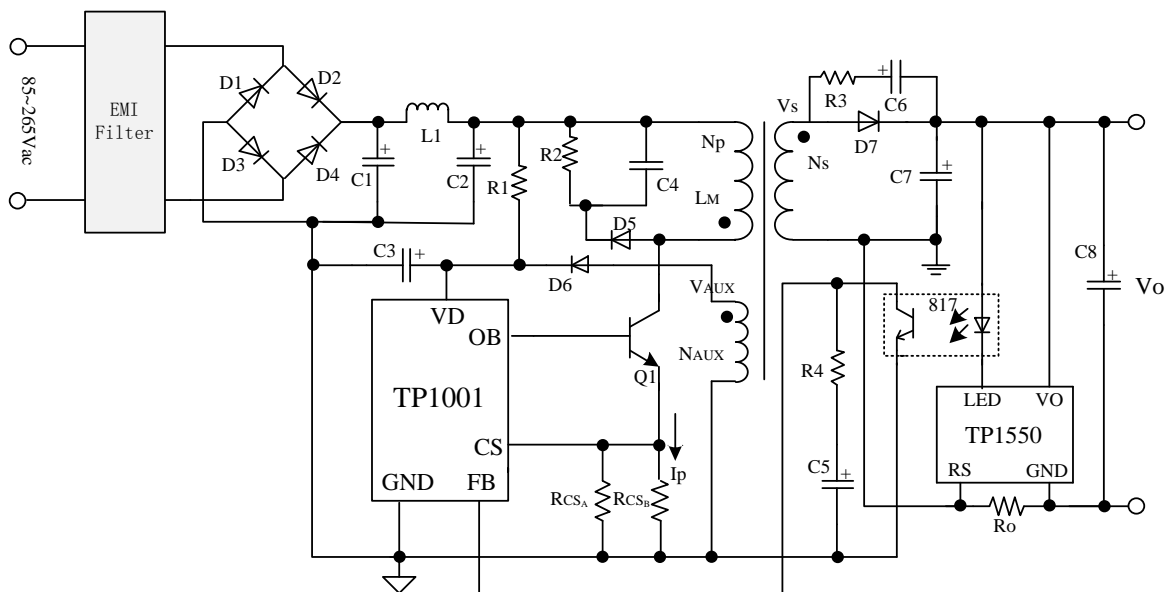
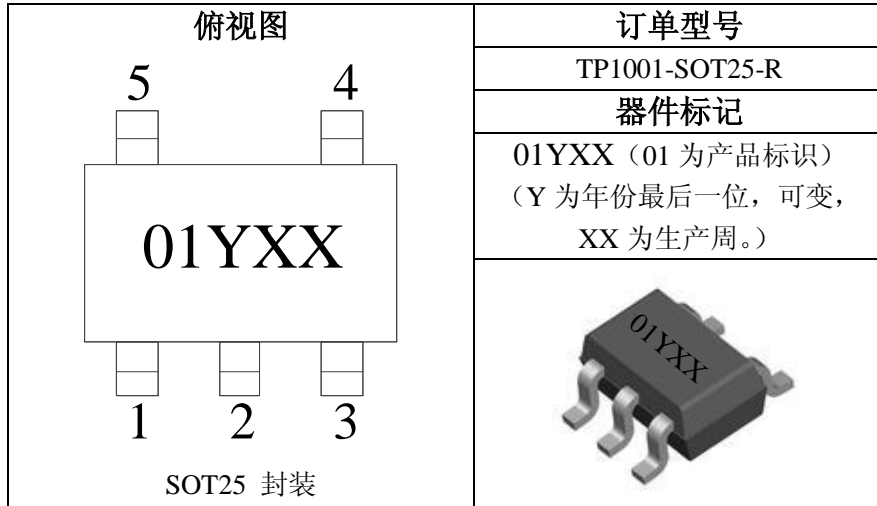


图 1 典型应用电路图（详细参数见规格书最后）

图 1 中 TP1550 为本公司的一款恒压恒流光耦反馈控制芯片，详细请参考 TP1550 规格书。其内部集成 431 以及外围器件，输出固定的 5V，以及恒流控制功能。应用时具有外围器件简单，成本低，恒压恒流精度高（恒压精度：±2%，恒流精度：±5%），输出纹波小，瞬态响应快的优点。

### 引脚排列及描述



引脚号	引脚名	功能
1	OB	三极管基极驱动端
2	GND	接地端
3	V <sub>CC</sub>	芯片工作电源输入端
4	FB	光耦采样端
5	CS	初级线圈电流采样端

### 功能模块框图

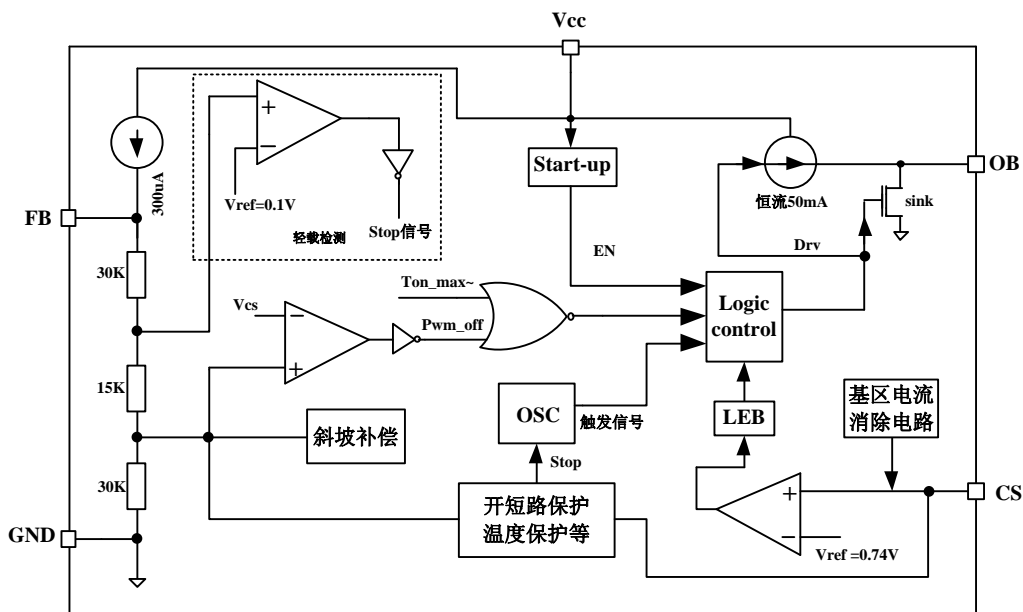


图 2 功能模块框图

## 极限值范围

参数	极限值	单位
电源输入 $V_{CC}$	-0.3~12	V
OB、CS 端口电压	-0.3~12	V
FB 端口电压	-0.3~12	V
工作结温度	150	°C
存储温度	-55~150	°C
焊接温度 (10S)	260	°C

## 电性能参数

( $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{out}=5\text{V}$ , TP1001 为例, 有特别说明除外。)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>芯片工作电源</b>						
启动阈值电压	$V_{CC(ST)}$	$V_{CC}$ 从 0 上升	6.5	7	7.5	V
最小工作电压	$V_{CC(MIN)}$	$V_{CC}$ 下降		2		V
最大工作电压	$V_{CC(MAX)}$		$V_{CC(ST)}+1.5$	$V_{CC(ST)}+2$	$V_{CC(ST)}+2.5$	V
芯片工作电流	$I_{CC(OPR)}$	$V_{CC}=5\text{V}$ , 芯片启动后 (无负载)	650	760	1000	$\mu\text{A}$
芯片启动电流	$I_{ST}$	$V_{CC}=5\text{V}$ , 芯片启动前		3.5	5	$\mu\text{A}$
<b>FB 反馈</b>						
FB 轻载反馈电压	$V_{FB}$			167		mV
FB 上拉电流	$I_{FB}$		200	300	400	$\mu\text{A}$
<b>电流采样</b>						
电流采样电压	$V_{CS}$			740		mV
CS 端漏电流	$I_{CS}$	$V_{IS}=4\text{V}$			0.5	$\mu\text{A}$
<b>三极管基区驱动</b>						
OB 驱动电流			40	50	65	mA
OB 下拉 NMOS 管内阻	$R_{ON}$	$I_{sink} = 0.48\text{A}$		0.83	1.5	$\Omega$
开关频率	$f_{SW}$	输出满载	54	60	66	KHz
<b>其他参数</b>						
前沿消隐时间	$t_{LEB}$			300		ns
温度保护点	$T_{MAX}$			120		°C

## 典型特性曲线 (T<sub>A</sub>=25°C, V<sub>out</sub>=5V)

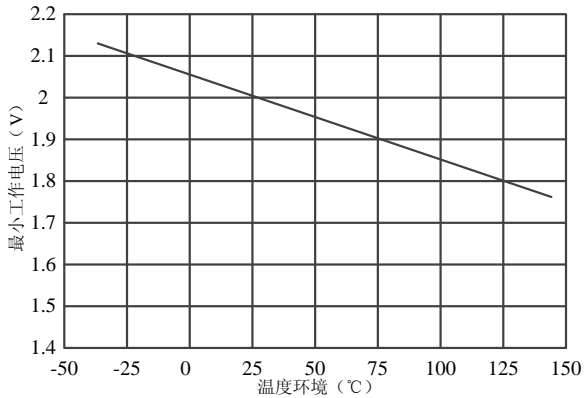


图 3.1 最小工作电压 VS 温度

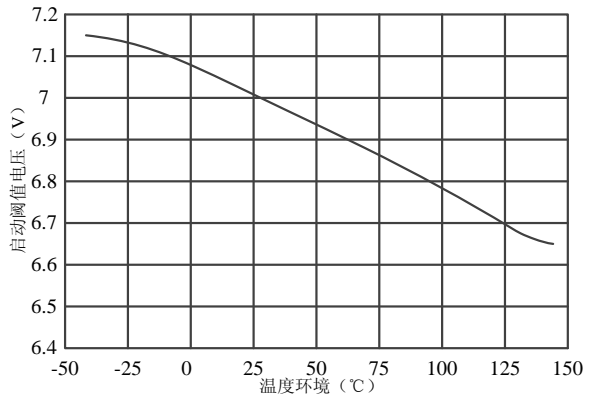


图 3.2 启动阈值电压 VS 温度

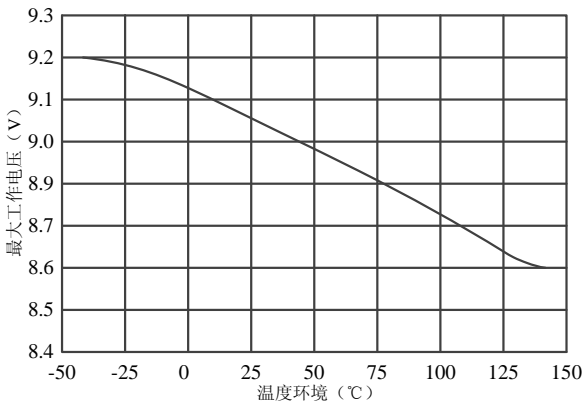


图 3.3 最大工作电压 VS 温度

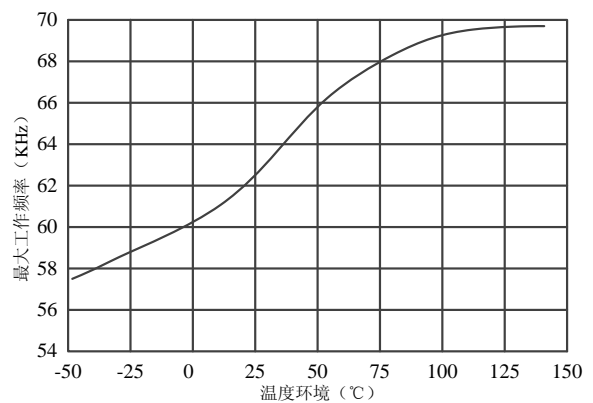


图 3.4 最大工作频率 VS 温度

## 芯片启动

TP1001 是一个节省成本的最优的离线式低功率 AC/DC 的 PWM 控制器，应用于适配器和电器电源。它采用副边控制方案，搭配光耦和 TP1550 或 431，能够完成高精度恒压/恒流控制，达到大多数适配器的应用需求。

芯片启动前，V<sub>CC</sub> 引脚通过启动电阻逐步充电。当 V<sub>CC</sub> 的旁路电容完全被充到比启动阈值电压 V<sub>CC(ST)</sub> 高时，使能 EN 信号有效使能控制信号，TP1001 开始进入启动状态。

在任意时刻，如果 V<sub>CC</sub> 电压下降低于 V<sub>CC(MIN)</sub> 下，那么所有信号被复位。EN 信号变低并且 V<sub>CC</sub> 电容被再次向启动阈值电压点充电。

TP1001 具有低的 3.5μA 启动电流以至于能使 V<sub>CC</sub> 充电到超过 V<sub>CC(ST)</sub> 阈值并快速启动。因此用一个大的启动电阻可以减小功率损耗。

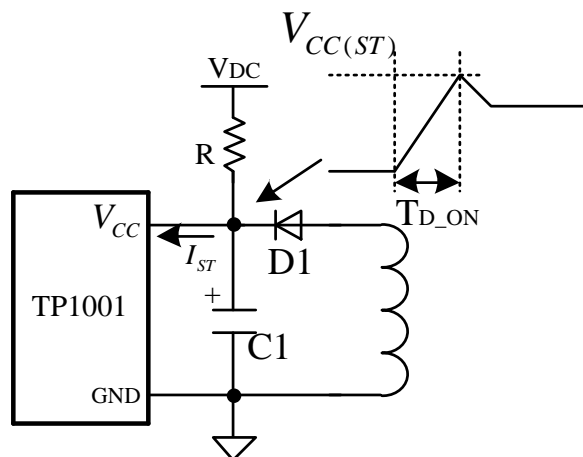


图 4 启动电路

在这个过程中，如图 4 所示最大启动延迟时间可用下式计算：

$$T_{D\_ON} = -R \times C_1 \times \ln \left( 1 - \frac{V_{CC(ST)}}{V_{DC} - I_{ST} \times R} \right) \quad (1)$$

由于芯片具有低启动电流的特性且考虑到空载的系统损耗，R 可取较大值，可在 0.5MΩ~2.5MΩ（典型 2MΩ）范围内选取，C1 推荐选用 10μF/25V。

## FB 反馈控制

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 300μA 电流源。此外在 FB 电压低于 167mV 时，使振荡器关闭，系统进入轻载 PFM 模式。当 FB 电压高于 167mV 时，系统进入 PWM 模式。外接 FB 电容将对反馈带宽产生影响，进而影响其他某些参数（搭配 TP1550 时需加补偿电容和补偿电阻，搭配 431 时需加补偿电容到地）。

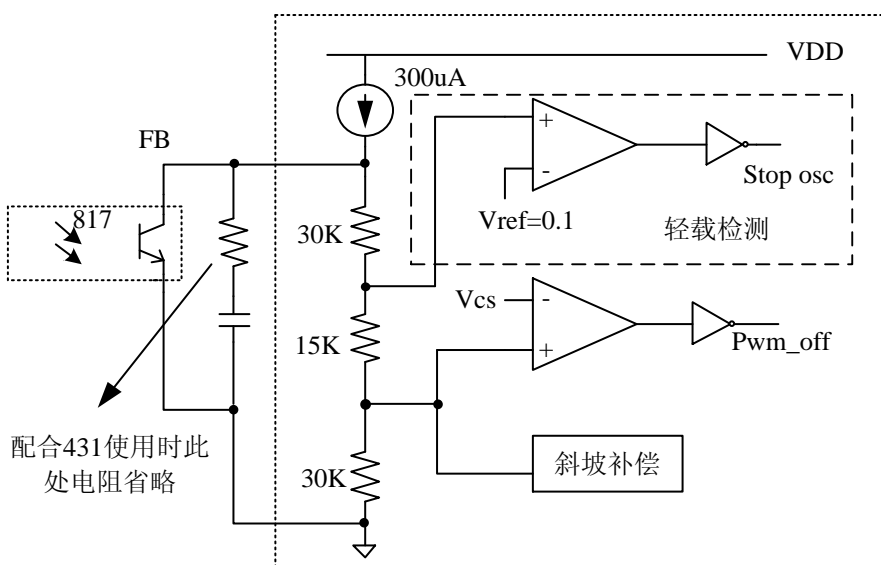


图 5 FB 反馈控制框图

## 逐周期峰值电流限制

在每一个周期，峰值电流值由比较器的比较点决定，该电流值不会超过峰值电流限值，保证开关管上的电流不会超过额定电流值。当电流达到峰值电流以后，输出功率就不能再变大，从而限制了最大的输出功率。如果负载过重，会导致输出电压变低，反映到FB端，导致FB升高，发生过载保护。且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，相对常规的三极管开关芯片，开关电流在一个较宽的范围都可以非常精准。

## 前沿消隐（LEB）

在本电流控制环路中，当开关导通瞬间会有脉冲峰值电流，如果此时采样电流值，会产生错误触发，前沿消隐用于消除这种错误触发。在开关导通之后，PWM比较器的输出要经过一个前沿消隐时间才能去控制输出，这样就可以防止错误触发。即在图6中，在开关管开启后经过前沿消隐（LEB）时间，PWM比较器才能影响输出。不发生其他异常的情况下，电路一旦开启，就会有一个最小的输出脉冲宽度，该宽度就是前沿消隐（LEB）时间，TP1001前沿消隐时间为300ns。在此消隐期间，电流采样比较器不工作，驱动不会关闭。

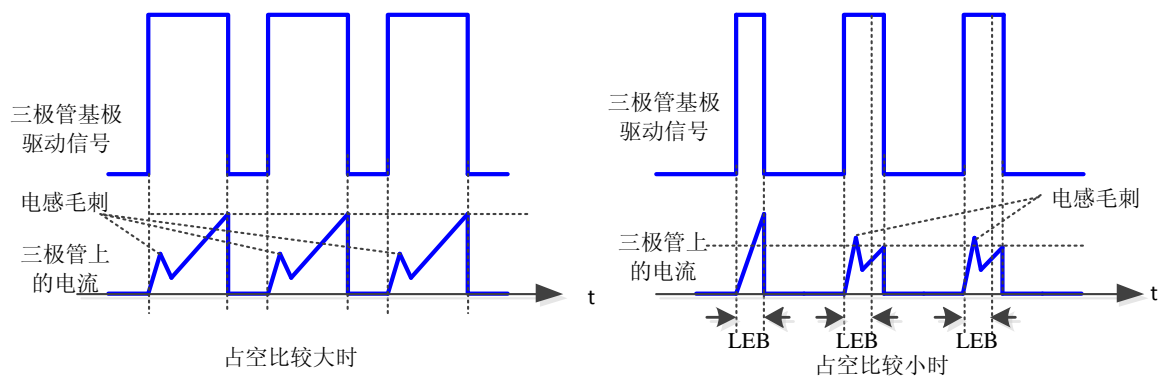


图6 前沿消隐示意图

## 典型应用电路

### 5V/2A 电源适配器方案：TP1001、TP1550 与光耦

系统特性：

5V2A 方案搭配 TP1550 恒压恒流控制芯片，其外围电路简单，如图 7 所示，系统成本较低，且恒压恒流控制精度高（恒压精度： $\pm 2\%$ ，恒流精度： $\pm 5\%$ 。采用 431 时恒压精度为 $\pm 3\%$ ，且在分压电阻以及 431 均为 $\pm 1\%$ 的精度时），大负载时，瞬态响应快，跌落 $<200\text{mV}$ 。

此方案 C7 采用  $680\mu\text{F} \times 2$  电容，输出 5V2A 时，输出纹波 100mV。

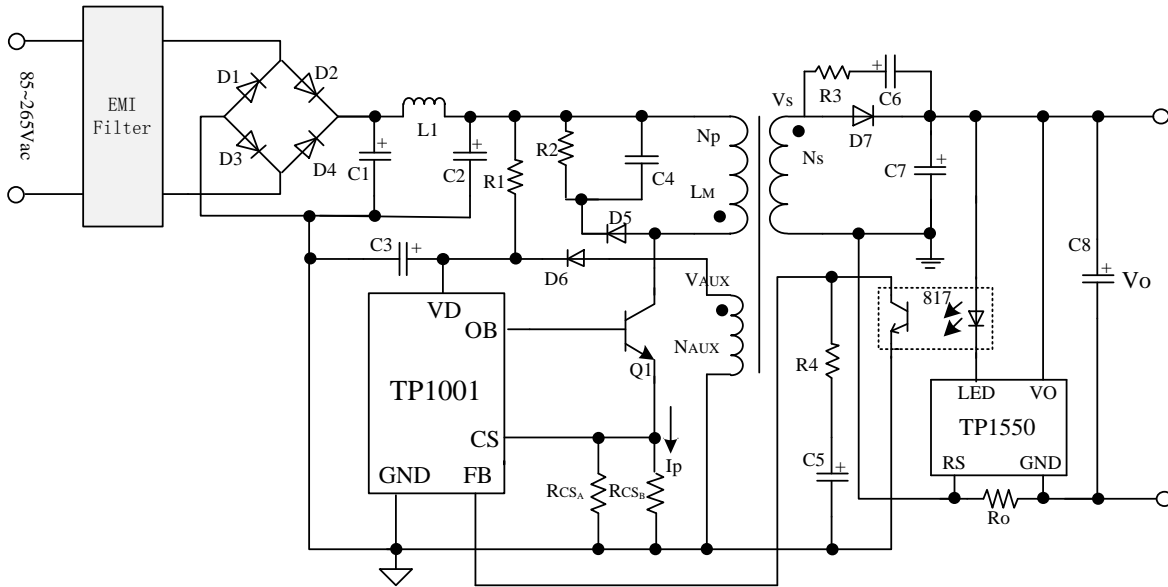


图 7 5V/2A 电源适配器原理图

元器件清单:

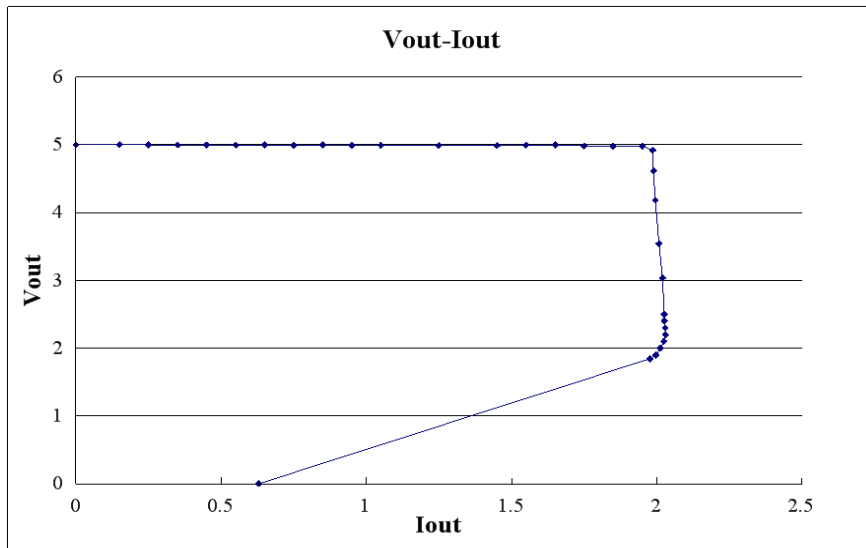
器件名称	规格	器件名称	规格
D1-D4	Diode, Rectifier, 1N4007	C1, C2	E-Cap, 4.7 $\mu$ F/400V
D5	Diode, Fast, FR107, 1A/1000V	C3	E-Cap, 10 $\mu$ F/25V
D6	Diode, Fast, FR107, 1A/1000V	C4	Capacitor, Ceramic, 1nF/1KV
D7	Diode, Schottky, SR1045, 10A/45V	C5	Capacitor, Ceramic, 1 $\mu$ F/25V
R1	Resistor, 2M, 1/4W, $\pm$ 5%	C6	Capacitor, Ceramic, 222pF/100V
R2	Resistor, 270K, 1/2W, $\pm$ 5%	C7	E-Cap, 680 $\mu$ F/10V*2, Low ESR
R3	Resistor, 47R, 1/8W, $\pm$ 5%	C8	E-Cap, 220 $\mu$ F/10V, Low ESR
R4	Resistor, 470R, 1/8W, $\pm$ 5%	L1	Inductor, Color Ring, 1.5mH
RCS <sub>A</sub>	Resistor, 3R, 1/4W, $\pm$ 1%	IC	TP1001, TP1550, 光耦 817
RCS <sub>B</sub>	Resistor, 2.2R, 1/4W, $\pm$ 1%	Q1	NPN, 13003, TO-126
Ro	Resistor, 0.05R, 1/2W, $\pm$ 1%	T	Transformer EE19, L <sub>M</sub> =1.5mH N <sub>p</sub> :N <sub>s</sub> :N <sub>AUX</sub> =120T:8T:9T

测试总结:

项目	最小	典型	最大	单位
输入电压	85		265	Vac
空载功耗			0.12	W
输出电压		5.00		V
输出纹波			0.1	V
平均效率 25%, 50%, 75%和满载		76		%



## 负载特性曲线



## 5V/1A 电源适配器方案：TP1001、TP1550 与光耦

5V1A 原理图与 5V2A 一样，如图 7 所示，元器件清单如下表：

器件名称	规格	器件名称	规格
D1-D4	Diode, Rectifier, 1N4007	C1, C2	E-Cap, 4.7 $\mu$ F/400V
D5	Diode, Fast, FR107, 1A/1000V	C3	E-Cap, 10 $\mu$ F/25V
D6	Diode, Fast, FR107, 1A/1000V	C4	Capacitor, Ceramic, 1nF/1KV
D7	Diode, Schottky, SR1045, 10A/45V	C5	Capacitor, Ceramic, 1 $\mu$ F/25V
R1	Resistor, 2M, 1/4W, $\pm$ 5%	C6	Capacitor, Ceramic, 222pF/100V
R2	Resistor, 270K, 1/2W, $\pm$ 5%	C7	E-Cap, 680 $\mu$ F/10V, Low ESR
R3	Resistor, 47R, 1/8W, $\pm$ 5%	C8	E-Cap, 100 $\mu$ F/10V, Low ESR
R4	Resistor, 470R, 1/8W, $\pm$ 5%	L1	Inductor, Color Ring, 1.5mH
Rc <sub>SA</sub>	Resistor, 3R, 1/4W, $\pm$ 1%	IC	TP1001, TP1550, 光耦 817
Rc <sub>SB</sub>	Resistor, 3R, 1/4W, $\pm$ 1%	Q1	NPN, 13003, TO-126
Ro	Resistor, 0.1R, 1/2W, $\pm$ 1%	T	Transformer EE16, L <sub>M</sub> =1.5mH N <sub>p</sub> :N <sub>s</sub> :N <sub>AUX</sub> =120T:8T:9T

## 12V/1A 电源适配器方案：TP1001、431 与光耦

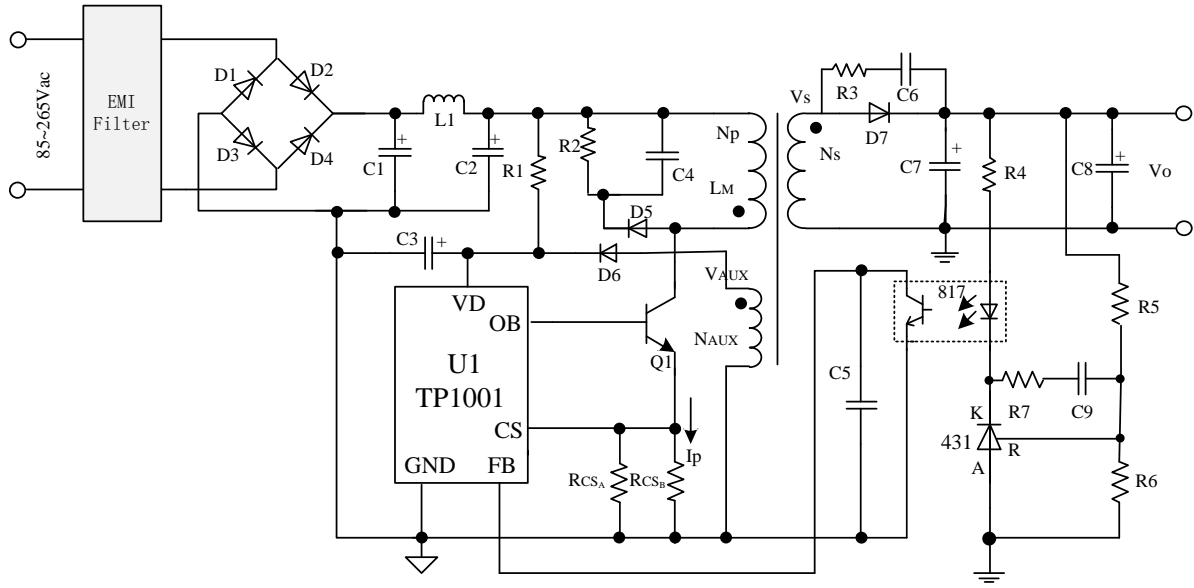


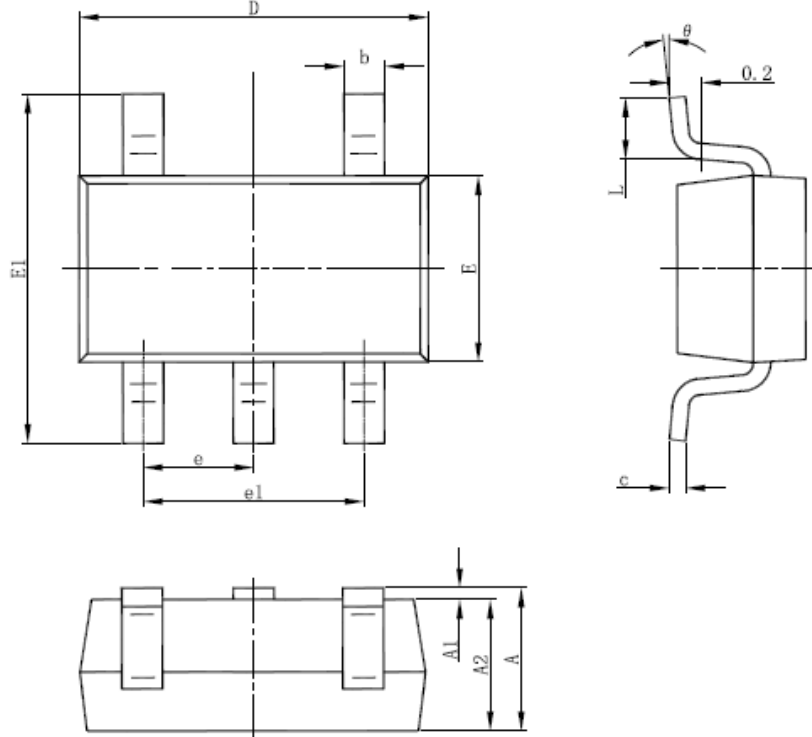
图 8 12V/1A 电源适配器原理图

元器件清单：

器件名称	规格	器件名称	规格
D1-D4	Diode, Rectifier, 1N4007	C1, C2	E-Cap, 4.7 $\mu$ F/400V
D5	Diode, Fast, FR107, 1A/1000V	C3	E-Cap, 10 $\mu$ F/25V
D6	Diode, Fast, FR107, 1A/1000V	C4	Capacitor, Ceramic, 1nF/1KV
D7	Diode, Schottky, SB3100, 3A/100V	C5	Capacitor, Ceramic, 10nF/25V
R1	Resistor, 2M, 1/4W, $\pm$ 5%	C6	Capacitor, Ceramic, 222pF/100V
R2	Resistor, 270K, 1/2W, $\pm$ 5%	C7	E-Cap, 680 $\mu$ F/25V, Low ESR
R3	Resistor, 47R, 1/8W, $\pm$ 5%	C8	E-Cap, 100 $\mu$ F/25V, Low ESR
R4	Resistor, 330R, 1/8W, $\pm$ 5%	C9	Capacitor, Ceramic, 0.1 $\mu$ F/25V
R5	Resistor, 3.9K, 1/8W, $\pm$ 1%	L1	Inductor, Color Ring, 1.5mH
R6	Resistor, 1K, 1/8W, $\pm$ 1%	IC	TP1001, TL431, 光耦 817
R7	Resistor, 1K, 1/8W, $\pm$ 5%	Q1	NPN, 13003, TO-126
RCS <sub>A</sub>	Resistor, 3R, 1/4W, $\pm$ 1%	T	Transformer EE19, L <sub>M</sub> =1.5mH N <sub>p</sub> :N <sub>s</sub> :N <sub>AUX</sub> =130T:16T:7T
RCS <sub>B</sub>	Resistor, 2.2R, 1/4W, $\pm$ 1%		

## 封装描述

### SOT23-5L 引脚封装尺寸



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.050	1.250	0.041	0.049
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.050	1.150	0.041	0.045
b	0.300	0.500	0.012	0.020
c	0.100	0.200	0.004	0.008
D	2.820	3.020	0.111	0.119
E	1.500	1.700	0.059	0.067
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950(BSC)		0.037(BSC)	
e1	1.800	2.000	0.071	0.079
L	0.300	0.600	0.012	0.024
theta	0°	8°	0°	8°

## 版本历史

日期	版本说明	版本
2013.5.14		Rev1.1
2013.12.11	1、修改芯片搭配 TP1550 时 FB 端反馈电阻电容的值。 即：5V2A 原理图中的 R4 与 C5 值。 2、修改 FB 上拉电流值。	Rev1.2