

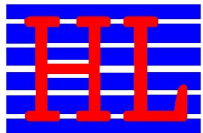
## 原边控制高精度恒压/恒流 PFM 控制器

### 概述：

HL1066 是一款专为 15W 以内大功率 LED 灯具驱动电源量身设计的 AC/DC 高性能隔离式 PFM 控制器。其利用原边反馈工作原理。因此，TL431 和光耦可以被省去，并可直接驱动 13003 三极管，可更大的发挥成本优势。在恒流控制当中，电流和输出功率设置可以通过 CS 引脚的感应电阻进行外部检测。此外还可以通过输出线压降补偿达到良好的负荷调节，器件工作在 PFM 下恒流模式的大负荷状态以及在轻/中型负载中 PFM 脉宽调制频率会减少。可较好的兼容由 LED 不同 VF 值引起的电流差异性，恒流更精确，批量一致性更好。HL1066 提供电源的软启动控制和保护范围内的自动修复功能包括逐周期电流限制，VDD OVP 保护功能，VDD 电压钳位功能和欠压保护等。专有的频率抖动技术使得良好的 EMI 性能得以实现。所以 HL1066 可以达到高精度的恒压和恒流。

### 特性：

- ◆ 3%以内的恒流精度。
- ◆ 原边反馈省去 TL431 和光耦以降低成本。
- ◆ 可调 CC 电流及输出功率
- ◆ 可调恒流输出电源设置
- ◆ 内置的二次恒定电流控制与初级反馈
- ◆ 内置的自适应电流调峰
- ◆ 内置原边绕组电感补偿
- ◆ 内置输出线压降补偿
- ◆ 内置软启动功能
- ◆ 内置前沿消隐电路 (LEB)
- ◆ 逐周期电流限制
- ◆ 欠压保护 (UVLO)
- ◆ VDD OVP 保护功能
- ◆ VDD 电压钳位功能
- ◆ 超低功耗无负载时低于 30mW，可满足能耗要求。
- ◆ 拥有独特的抖频技术，EMI 更好处理。

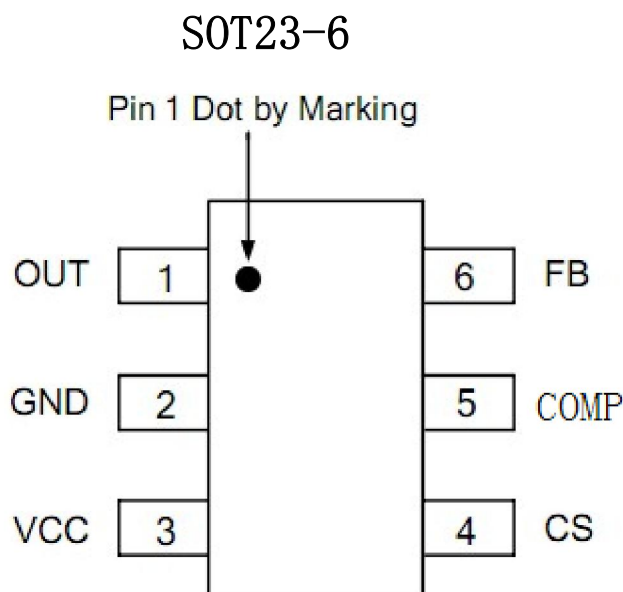


### 应用范围：

- ◆ 大功率 LED 射灯如 GU10、E27/26、PAR20、PAR30 等射灯。1X1W、3X1W、5X1W、3X2W、1X3W
- ◆ 大功率 LED 球泡灯如 E27/26、G50、G60、G80 等球泡灯。3X1W、5X1W、7X1W、9X1W、3X2W、5X2W
- ◆ 大功率 LED 筒灯如吸顶灯、天花板灯、壁灯等灯具。3X1W、5X1W、7X1W、9X1W、12X1W、15X1W、3X2W、5X2W、7X2W
- ◆ 其它各式大功率 LED 灯具驱动电源。

HL1066 采用 SOT23-6 封装。

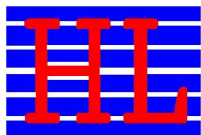
### 管脚分布图



### 封装耗散等级

封装	R θ JA (/W) °C
SOT23-6	200

### 最大额定值



参数	范围
电源电压	-0.3 到 36V
齐纳电压钳位连续电流	10 mA
补偿电压	-0.3 to 7V
FB 输入电压	-40 to 10V
CS 输入电压	-0.3 to 7V
最高工作结温度 T	150 °C
最小/最大存储温度 Tstg	-65 to 150 °C
焊接温度(焊锡, 10secs )	300 °C
ESD	2000V

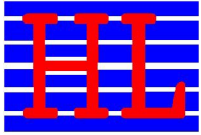
**注意：** 超出 “绝对最大额定值” 可能损毁器件。推荐工作范围内器件可以工作，但不保证其特性。运行在绝对最大额定条件下长时间可能会影响器件的可靠性。

## 管脚描述：

管脚号	管脚名	I/O	功能描述
1	OUT	O	驱动功率三极管 13003
2	GND	P	直接接地
3	VCC	P	电源输入
4	CS	I	电流检测输入，连接到 13003 的电流检测的电阻结点。
5	COMP	I	环路补偿用于提高恒压/恒流精度，也可悬空或接地。
6	FB	I	辅助绕组进行电压反馈。连接电阻分压器和辅助绕组反映输出电压。PFM 占空比周期由 EA 输出和引脚 4 的电流检测信号决定。

## 使用说明：

HL1066 是一款专为 15W 以内大功率 LED 灯具驱动电源量身设计的 AC/DC 高性能隔离式 PFM 控制器。其利用原边反馈工作原理。因此，TL431 和光耦可以被省去，并可直接驱动 13003 三极管，可更大的发挥成本优势。在恒流控制当中，电流和输出功率设置可以通过 CS 引脚的感应电阻进行外部检测。此外还可以通过输出线压降补偿达到良好的负荷调节，器件工作在 PFM 下恒流模式的大负荷状



态以及在轻/中型负载中 PFM 脉宽调制频率会减少。可较好的兼容由 LED 不同 VF 值引起的电流差异性，恒流更精确，批量一致性更好。

### ●启动电流和启动控制

HL1066 的启动电流设计的非常低，使 VDD 充电电压高于 UVLO 阈值，并开始迅速增加。较大的启动值电阻可以尽可能的减少在应用中的功率损耗。

### ●工作电流

HL1066 的工作电流低至 2.5mA.，低工作电流实现了多模式控制功能的良好效率。

### ●软启动

HL1066 采用了内部软启动以尽量减少在电源启动时的部分电气过应力。当 VDD 电压达到 UVLO 欠压保护时，控制算法将使峰值电压阈值逐渐从几乎为零的值上升到正常设置的 0.90V。而且每次重新启动都是一个软启动。

### ●恒压/恒流工作

HL1066 设计可以对恒流/恒压进行更好的控制，在恒流模式中，同批大功率 LED 的 VF 值也不尽相同，但 HL1066 都将对其 VF 值及串联电压的总差异很好的处理好，都将调节输出电流使其恒定。在恒压模式中，在充电器应用中，放电的电池在恒流曲线时开始充电直到充电结束，顺利开关运行至恒压曲线部分。只有在 AC/DC 适配器正常工作时才会出现恒压曲线。恒流控制会对输出电流进行限制。在恒压模式运行中，则主要体现在原边控制器通过对输出电压的调节进行控制。

### ●工作原理

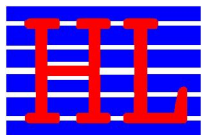
为了实现 HL1066 对于恒流/恒压的控制，系统需要设计在 DCM 模式，反激式系统(参照典型应用图)。DCM 的反激变换器，可使输出电压通过辅助绕组进行检测。在 13003 的导通期间，负载电流由滤波电容器供应。原边绕组电流逐渐上升。当 13003 关闭时，原边电流转换为副绕组电流：

$$I_S = \frac{N_P}{N_S} \cdot I_P$$

辅助电压反映了输出电压，它是由

$$V_{AUX} = \frac{N_{AUX}}{N_S} \cdot (V_O + \Delta V)$$

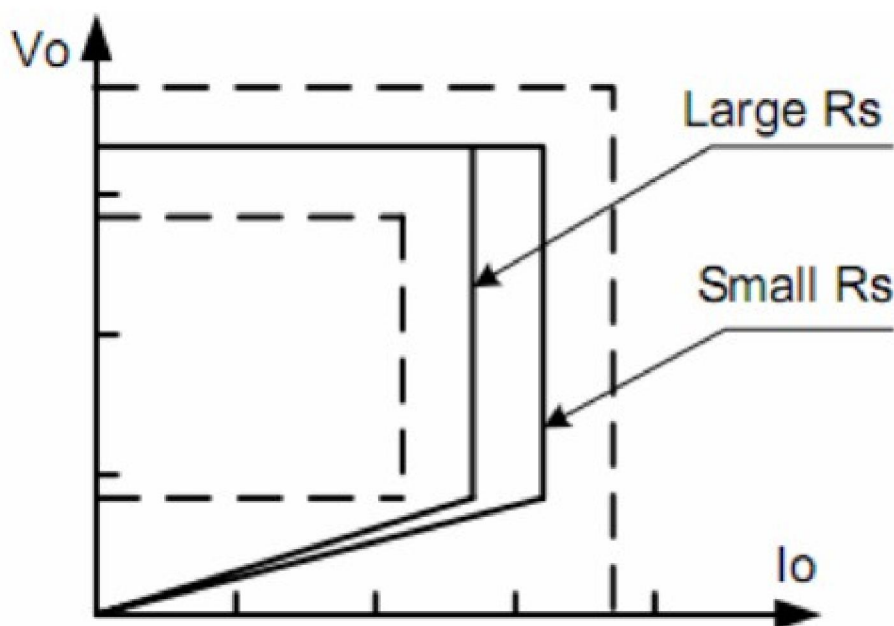
$\Delta V$  表示输出二极管的压降。



通过一个电阻分压器将辅助绕组和 FB（引脚 6）连接起来，辅助电压取样结束，去磁化后将它搁置，直到下一次采样。取样电压和 VREF（2.0V）相比较后误差放大。误差放大器输出补偿反映了负荷状态和控制 PFM 开关频率调节的输出电压。这样才可以实现恒定的输出电压。当取样电压低于 VREF 和误差放大器输出补偿达到的最大值时，取样电压控制开关频率通过调节输出电压来调节输出电流，从而实现恒定的输出电流。

### ●可调恒流点和输出功率

HL1066, 外部电流检测电阻通过 CS 引脚上的 Rs 可以从外部调整恒流点和最大输出功率如图所示典型应用图。通过恒流点的变化调节输出功率，较大的 Rs 输入，较小的恒流点，产生较小的输出功率，反之则如下图所示。



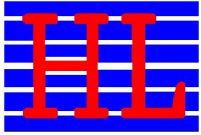
如图所示：改变 RS 调节输出功率

### ●工作开关频率

HL1066 的开关频率根据负载条件和运作模式可以进行自调控制，并且无需对外部元件的频率进行设置。在最大的输出功率情况下，工作频率通常设置在 60KHz。工作在 DCM 的反激式系统，最大输出功率由下式给出：

$$P_{O\ MAX} = \frac{1}{2} L_P F_{SW} I_P^2$$

LP 是原边绕组的电感，并且 IP 是原边绕组的峰值电流。原边绕组的电感变化导致最大输出功率的变化，并且使输出电流工作在恒流模式。原边绕组电感的变化引起补偿的变化，开关频率



被内部循环锁定，开关频率为：

$$F_{SW} = \frac{1}{2T_{Demag}}$$

由于  $T_{Demag}$  和电感成反比，所以， $L_p$  和开关频率的乘积表现为一个恒定的常数，因此，最大输出功率和恒流模式不会随着初级绕组的电感变化而变化。高达  $\pm 10\%$  的变化通过主绕组电感可以得到补偿。

### ● 频率抖动改善 EMI

HL1066 采用了频率抖动的方案（调节开关频率），通过频率抖动调制可以将能源分散，扩频减小导带电磁干扰，因而简化了系统设计。

### ● 电流检测和前沿消隐

HL1066 提供了冲裁逐周期电流限制，CS 引脚的感应电阻对开关电流进行侦测。内部前沿消隐电路将 MOSFET 导通时刻的电压尖峰消隐，这样就不再需要外部 RC 滤波器输入检测。PFM 的占空比是电流检测输入电压和 EA 输入电压决定的。

### ● 输出线压降补偿

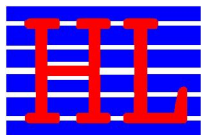
HL1066 的输出线压降补偿是为了实现良好的负载调节，内部电流流入电阻分压器并在 INV 引脚产生偏置电压。并与 COMP 的引脚产生的电压成反比。结果，产生反比的输出负载电流。因此，减少由于线压降可以得到赔偿。由于负载电流有满负荷状态下降到无负载状态，将会增加 INV 引脚的抵消电压，通过调整电阻分压器来弥补下降的线电压以达到补偿的目的。

### ● 控制保护

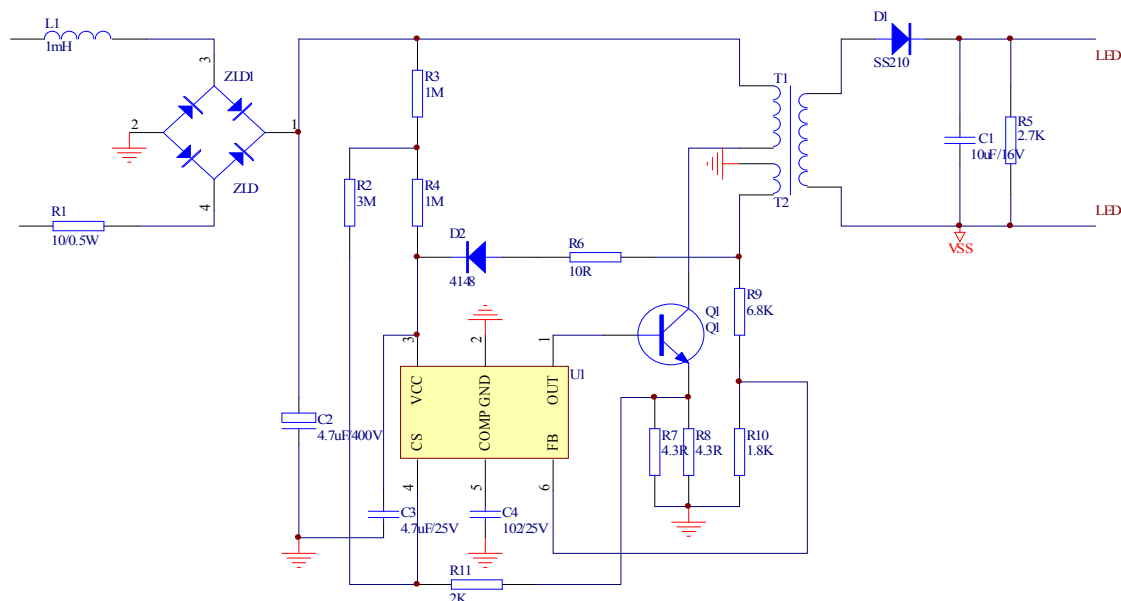
良好的电源供应系统的可靠性是由其丰富的保护功能实现的。包括逐周期电流限制(OCP)，VDD 电压钳位功能，软启动电源和欠压保护等特性。电源输出由变压器辅助绕组提供。当电源电压低于 UVLO(ON)时 HL1066 的输出自动关闭，而电源转换器输入，电源启动。

### ● 典型应用原理

HL1066 可应用于 15W 以内的大功率 LED 灯具。下面以 3X1W 大功率 LED 电源为设计实例，通常可用以下 3 种常用电路形式。

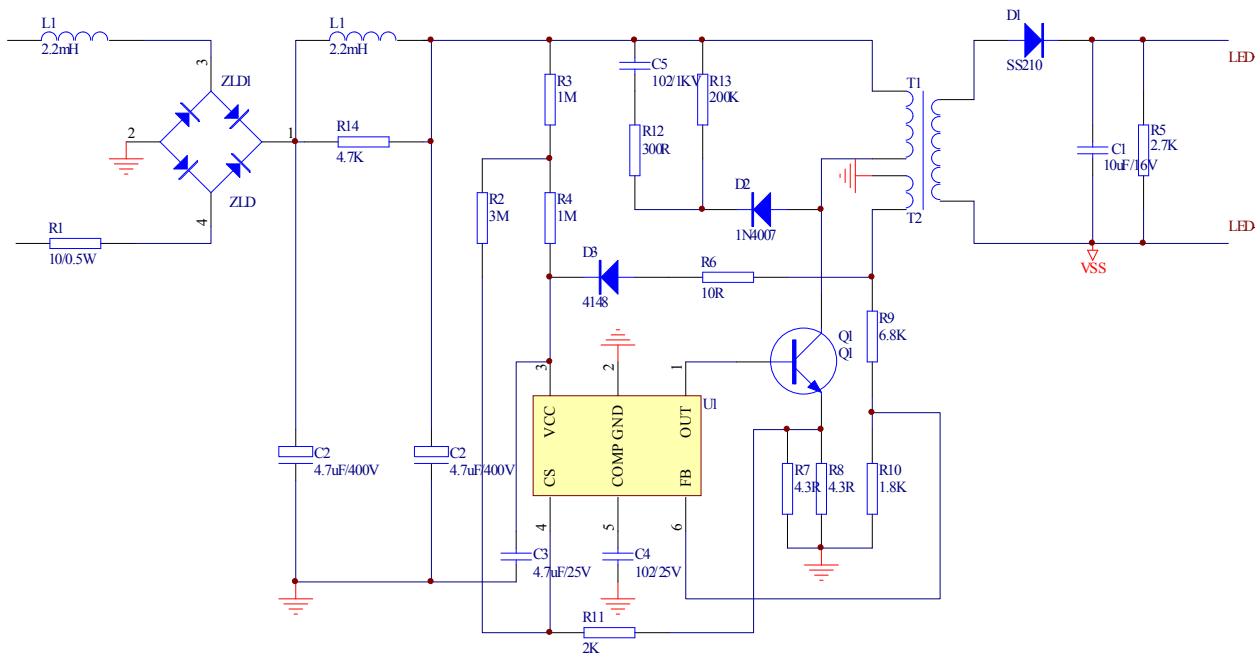


应用原理图 1:



常规普通应用原理图

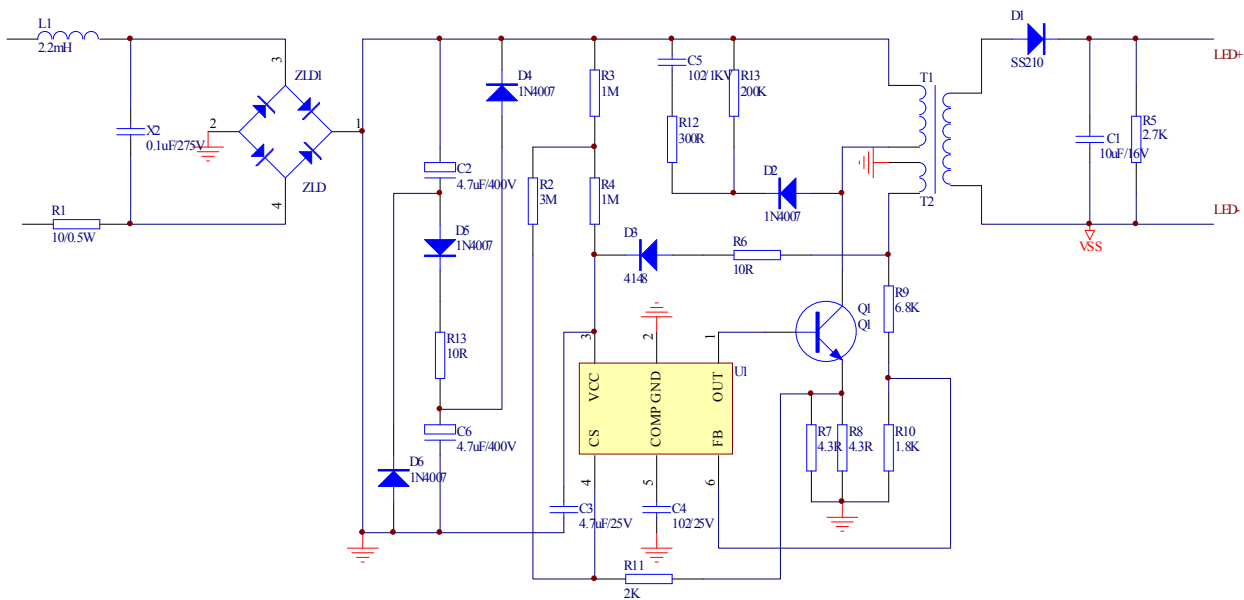
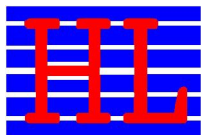
应用原理图 2:



符合安规 EMI 要求应用原理图

应用原理图 3:



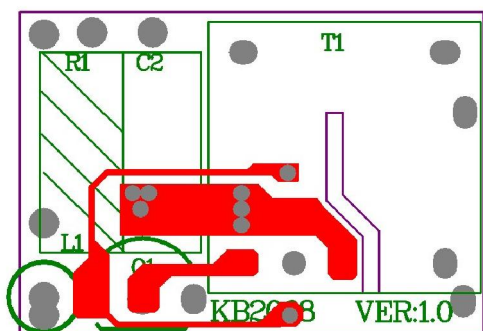


符合安规 EMI 要求高功率因数应用原理图

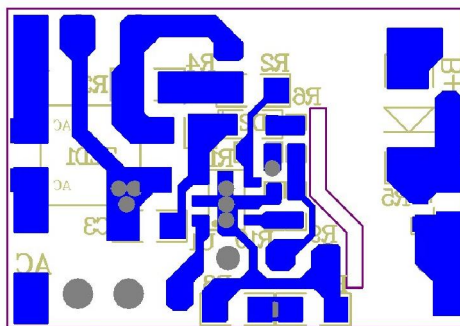
● 应用实例 1

普通 EPC-13 3X1W 电流 320mA

1. 原理图参考图 1
2. PCB 设计 (尺寸 26mm \* 16mm)



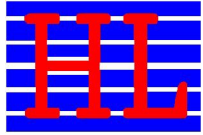
顶层 layer out 图



底层 layer out 图

3. PCB 特点 此款 PCB 设计不但考虑了批量生产时生产工艺, 由于是单面贴片可以节省很多工时, 便于生产加工。而且在很小的空间内加大了输入对输出的电气隔离, 可轻松通过 3750V 以上 HI-POT 测试。让你的产品更安全符合 CLSS-II 的欧洲标准。





## 4. BOM 清单

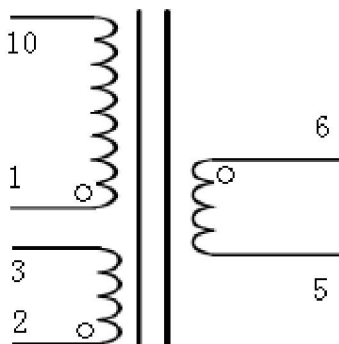
1	电路板	双面板/1 盎司 FR4 16*23*1.0mm		Y	块	1.0000	
2	NC			Y	个	0.0000	R1
3	SMD 电阻	3M $\pm 5\%$ 0805		Y	个	1.0000	R2
4	SMD 电阻	1M $\pm 5\%$ 0805		Y	个	2.0000	R3、R4
5	SMD 电阻	2.7K $\Omega$ $\pm 5\%$ 0603		Y	个	1.0000	R5
6	SMD 电阻	10 $\Omega$ $\pm 5\%$ 0603		Y	个	1.0000	R6
7	SMD 电阻	4.3 $\Omega$ $\pm 1\%$ 0805		Y	个	2.0000	R7、R8
8	SMD 电阻	6.8K $\Omega$ $\pm 1\%$ 0603		Y	个	1.0000	R9
9	SMD 电阻	1.8K $\Omega$ $\pm 1\%$ 0603		Y	个	1.0000	R10
10	SMD 电阻	2K $\Omega$ $\pm 5\%$ 0603		Y	个	1.0000	R11
11	SMD 电容	10 $\mu$ F $\pm 10\%$ 16V X7R 0805 106K		Y	个	1.0000	C1
12	SMD 电容	4.7 $\mu$ F $\pm 10\%$ 25V X7R 0805 475K		Y	个	1.0000	C3
13	IC	HL1066 SOT23-6			个	1.0000	U1
14	电解电容	4.7 $\mu$ F 400V 105 $^{\circ}$ C $\Phi 8*12.5$ mm PIN 距 3.5mm			个	1.0000	C2
15	三极管	13003 92 封装			个	1.0000	Q1
16	整流桥	MB6F			个	1.0000	ZLD
17	开关二极管	0.2A 100V SOD-323 1N4148			个	1.0000	D2
18	肖特基二极管	2A 100V SMA SS210			个	1.0000	D1
19	色环电感	1mH $\pm 10\%$ $\Phi 4.0$ mm 80mA CKL0408-102K			个	1.0000	L1
20	高频变压器				个	1.0000	T1
21	套管	热缩套管 $\Phi 4.50$ 套管壁厚 0.10 黑色			米	0.0150	FOR FR1

## 5. 变压器设计

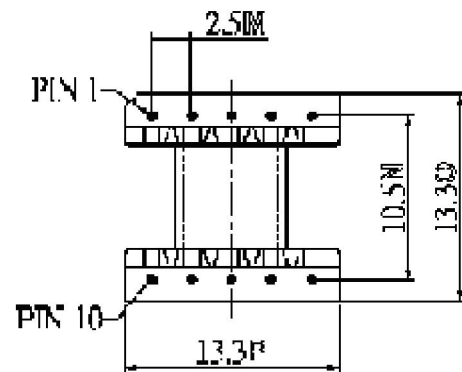
## 变压器规格 (12V/320mA)

骨架: EPC13 5+5Pin

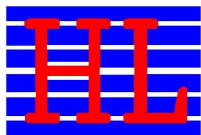
磁芯材料: PC40



原理图



骨架仰视图



- 1、原边电感量 (Pin10-Pin1) : $L_p=1.8\text{mH}$ ,  $\pm 8\%$  (@1Khz)
- 2、原边漏感 (其它 PIN 短路, 测 Pin10-Pin1 电感量)  $L_k < 50\mu\text{H}$  (@10kHz)
- 3、原边绕组匝数 (Pin10-Pin1):  $N_p = 130\text{Ts}$
- 4、辅助绕组匝数 (Pin3-Pin2):  $N_{\text{AUX}} = 39\text{Ts}$
- 5、副边绕组匝数 (Pin5-Pin6):  $N_s = 25\text{Ts}$

**绕制方法:** (从骨架向外)

顺序	绕组名称	绕制说明
1	辅助绕组 $N_{\text{AUX}}$ (1层)	Pin3-Pin2, $\Phi 0.15 \times 1$ , 39Ts 单根 $\Phi 0.15$ 漆包线, 由 3 脚起绕, 收于 2 脚
2	绝缘胶带	加一层绝缘胶带
3	原边绕组 $N_p$ (3层)	Pin10-Pin1, $\Phi 0.13 \times 1$ , 130Ts 单根 $\Phi 0.13$ 漆包线, 由 10 脚起绕, 三层 130 圈, 收于 1 脚
4	绝缘胶带	加一层绝缘胶带
5	屏蔽 (1层)	厚 0.05mm, 宽 6mm 铜皮屏蔽, 1.2Ts, 接 3 脚, 铜皮首尾不相接 (用胶带绝缘)。出线为 $\Phi 0.15$ 漆包线, 从铜皮中点引出。
6	副边绕组 $N_s$ (2层)	Pin5-Pin6, $\Phi 0.25 \times 1$ , 25Ts 单根 $\Phi 0.25$ 三重绝缘线, 两层 25 圈, 由 5 脚起绕, 收于 6 脚
7	绝缘胶带	加三层绝缘胶带
注: 严格控制每个绕组层数, 输出反包三层绝缘胶带, 飞线长 40mm, 浸锡 5mm。		