

## 离线式开关电源开关芯片

## SM8502

### 一、 概述：

SM8502 是一款工作于交流宽电压输入的离线式 AC/DC 控制芯片，用于手机/电池充电器、电源适配器及 LED 家用照明。SM8502 在反激拓扑电源结构中工作于不连续模式(DCM)，并且只需要很少的外围器件就能实现非常精确的原边控制，而且应用方案达到了全球节能标准。

SM8502 内置了多种保护电路，包括：输出短路保护、输入欠压保护、输出过压保护和过温保护等，保证其安全工作。

SM8502 应用于低成本电源方案，采用原边反馈方式，无需光耦和其它相关控制器件就能实现精确的恒压和恒流控制。并且芯片通过集成原边电感补偿电路，保证其在交流输入电压和原边电感在一定范围内波动时，也能实现精确的恒流电流输出。而且 SM8502 集成输出线电阻补偿，可以提高输出电压的精确度。这些内置功能使芯片实现高效的控制与瞬态响应，并且使待机功耗小于 300mW。

SM8502 适合用于 2.5W~5W 方案(比如 5V/500mA 至 5V/1A 的恒压/恒流充电器)。

### 二、 特色说明：

1. 成本低，只需很少的外围器件；
2. 原边控制技术，无需光耦、431 等控制器件；
3. 精确的恒压、恒流输出，恒压(CV)精度达 5%，恒流(CC)精度达 10%；
4. 内部集成原边电感补偿、输出线电阻补偿等功能简化设计电路，提高输出精度与瞬态响应；
5. 集成输入欠压保护，过温保护，输出短路保护，输出过压保护保证安全工作；
6. 达到全球节能要求(0.3W 待机功耗)和 CEC 平均效率；

### 三、 应用：

1. 手机、PDA、MP3、便携式多媒体播放器以及其它便携设备的 CV/CC 充电器
2. LED 家用照明
3. 可替换 RCC 适配器
4. 备用或辅助供电电源



### 七、 元件参数

极限参数 (T<sub>A</sub>=25°C)

符号	说明	范围	单位
V <sub>DRAIN</sub>	芯片 DRAIN 输入电压	700	V
I <sub>Vstart</sub>	芯片 Vstart 输入电流	25~750	mA
V <sub>DD-GND</sub>	芯片 VDD 对地电压	-0.3—23.5	V
I <sub>DD</sub>	芯片 VDD 输入电流	20	mA
V <sub>FB-GND</sub>	芯片 FB 对地输入电压	-0.3—6	V
V <sub>SW-GND</sub>	芯片 SW 对地输出电压	-0.3—23.5	V
P <sub>DIS</sub>	芯片最大损耗功率	0.5	W
R <sub>θJA</sub>	芯片热阻	200	°C/W
T <sub>OP</sub>	芯片工作温度	-40—150	°C
T <sub>stg</sub>	芯片存储温度	-55—150	°C
T <sub>LEAD</sub>	芯片焊接温度	300	°C

### 八、 电气工作参数

(除非特殊说明, 下列条件均为T<sub>A</sub>=25°C)

符号	说明	条件	范围			单位
			最小	典型	最大	
芯片 VDD 工作部分						
I <sub>DDstart</sub>	芯片启动电流	V <sub>DD</sub> =15V		18		μA
I <sub>DDop</sub>	芯片工作电流	V <sub>DD</sub> =19.9V		1.1	1.5	mA
V <sub>DDON</sub>	VDD 低压锁定电压		18.7	19.7	22	V
V <sub>DDOFF</sub>	VDD 低压锁定恢复电压		7.5	7.8	8	V
V <sub>DDOVP</sub>	VDD 过压保护电平		20	21.4	22.9	V
FB 输入部分						
V <sub>FB</sub>	FB 恒压模式反馈电压		3.415	3.465	3.520	V
SW 驱动输出部分						
f <sub>osc</sub>	SW 开关频率		63	65	68	KHz
I <sub>LIM</sub>	限制电流			400		mA
R <sub>DS-ON</sub>	SW 导通电阻	I <sub>SW</sub> =400mA		3	5	Ω
t <sub>R</sub>	SW 上升时间			200		ns
t <sub>F</sub>	SW 下降时间			100		ns
I <sub>LEAK</sub>	SW 关闭漏电流	V <sub>SW</sub> =33.2V		1	10	μA

### 九、 简单应用电路原理图

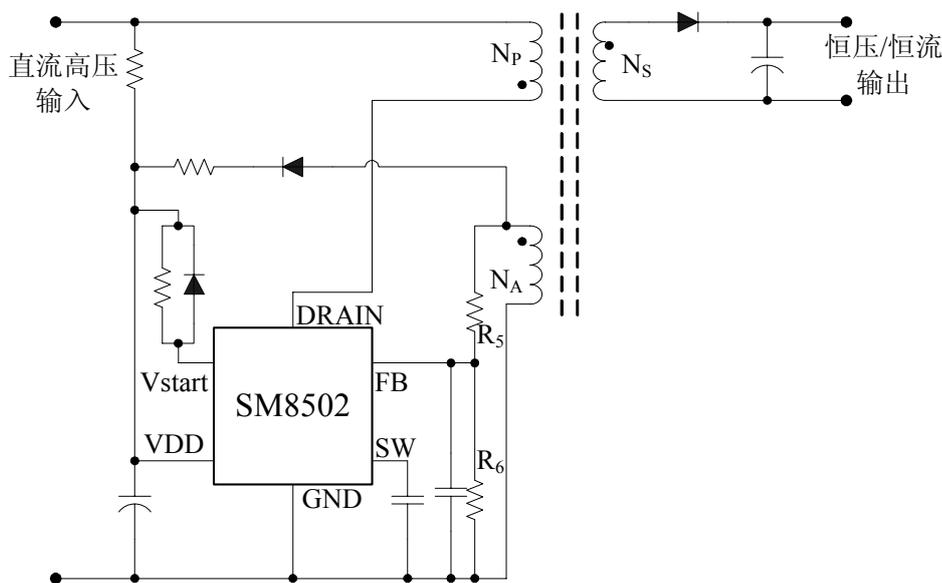


图3 简单应用电路原理图

### 十、 功能表述

SM8502 是应用于无光耦的原边反馈控制低成本方案的控制芯片。芯片通过采样辅助绕组的电压来控制系统输出，实现其恒压、恒流的输出特性。芯片根据系统负载的大小情况，随负载的增大，控制系统从恒压(CV)输出转换到恒流(CC)输出。并且芯片集成的补偿电路保证系统在多变环境下保持精确的输出电压与输出电流。

#### ● 启动模式

VDD 是芯片的电源输入脚。在芯片启动过程中，芯片由整流后的直流高压通过启动电阻提供 VDD 启动电流，使 VDD 电压上升到 19.6V 的开启阈值电压。当 VDD 电压达到 19.6V 的开启阈值电压后，芯片开始工作，此时芯片 SW 产生使能电压，驱动输入高压电压，并使输出电压逐步上升。随着输出电压的上升，辅助绕组电压也随之上升，并通过辅助绕组给芯片提供工作电流。当辅助绕组电压不能保证芯片的工作电流时，VDD 的旁路电容必须提供芯片 VDD 和 Vstart 的工作电流。由于芯片的关闭阈值电压是 7.7V，因此在输出满载时，VDD 旁路电容提供芯片的工作电压不能低于 11V。

#### ● 恒压模式

在恒压输出状态下，芯片通过FB的分压电阻R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub>来接收辅助绕组的反馈信号。然后将反馈信号与内部基准电压进行比较，并提取出有效的误差信号，再由误差信号控制芯片的开关瞬态。

当二次侧的输出电压高于调节电压值时，芯片通过反馈脚 FB 检测到误差电压，并减小开关导通时间，使二次侧的输出电压降低到调节的值；反之则增大开关导通时间来提高输出电压。输出电压由下列关系式决定：

$$V_{\text{OUTCV}} = V_{\text{R}} \times \left(1 + \frac{R_5}{R_6}\right) \left(\frac{N_S}{N_A}\right) - V_{\text{F}} \quad (1)$$

上式中 $V_{\text{R}}$ 是反馈脚FB的有效电压，SM8502 取为 3.8V； $R_5$ 和 $R_6$ 分别是反馈脚FB上端和下端的反馈电阻； $N_S$ 和 $N_A$ 是变压器的辅助侧及二次侧的匝数； $V_{\text{F}}$ 是输出整流二极管在流过 0.1A 电流时的正向压降。SM8502 芯片内部包括了反馈回路补偿，简化了应用电路的设计。

### ● 恒流模式

当二次侧的输出电流达到了系统设定的恒流点电流时，芯片进入电流限制状态，并导致二次侧的输出电压随负载的加大而下降。由于输出电压降低，反馈的反激电压也会随输出电压成比例的下降。芯片内部的控制电路会根据反馈电压来调节开关频率，使系统传输的功率与输出电压保持正比，从而实现二次侧输出恒定电流的特性。

在每个开关周期，系统传输的能量为  $1/2(L_P \times I_{\text{LIM}}^2) \times \eta$ ，其中 $L_P$ 是变压器初级电感量， $I_{\text{LIM}}$ 是流过变压器初级的峰值电流， $\eta$ 是传输效率。根据这个公式，可以推导出恒定输出电流：

$$I_{\text{OUTCC}} = \frac{1}{2} L_P \times I_{\text{LIM}}^2 \left(\frac{\eta \times f_{\text{SW}}}{V_{\text{OUTCV}}}\right) \quad (2)$$

上式中的 $f_{\text{SW}}$ 是系统满载时额定的开关频率； $V_{\text{OUTCV}}$ 是额定的输出电压。通常系统输出电压从额定电压降低到 40% 额定电压这段范围内，芯片工作在恒流输出状态下。

### ● 轻载模式

当二次侧的输出电流低于芯片内部设定轻负载水平时，芯片会降低开关频率以降低系统的损耗。这使得应用方案能够达到目前所有的绿色能源标准。应用方案实际的最低开关频率可以通过假负载来调整(同时还能满足待机功耗的要求)。

### ● 短路模式

当二次侧输出被短路时，芯片进入打嗝工作状态。在这种情况下，辅助侧的供电电压降低，并且VDD电压低于芯片的关闭阈值电压 $V_{\text{DDOFF}}$ ，这样使得芯片被关闭并导致重启。芯片的打嗝状态会一直持续，直到输出不再短路。

### ● 环路补偿

SM8502 内部集成了环路补偿电路，可以简化应用方案的设计，优化瞬态响应，并且减少了外部元件数量。

### ● 初级电感量补偿

SM8502 内置了初级电感补偿电路，可以在因为生产变压器而导致变压器之间存在一定差异时，也能保证恒定输出电流。

### ● 电感电流限制补偿

SM8502 内置电感峰值电流限制补偿电路，可以在宽电压输入和宽负载输出时，也能实现恒定的输入功率。

● 输出线电阻补偿

SM8502 在恒压工作模式下，芯片内置的补偿电路会自动对输出线电阻进行补偿，使输出电压修正量随输出电流的增大而升高。在系统输出达到满负荷时，修正值达到 3.1%。此功能能够补偿由于输出线电阻产生的电压降，从而提高输出电压的精度。

十一、 系统特性曲线

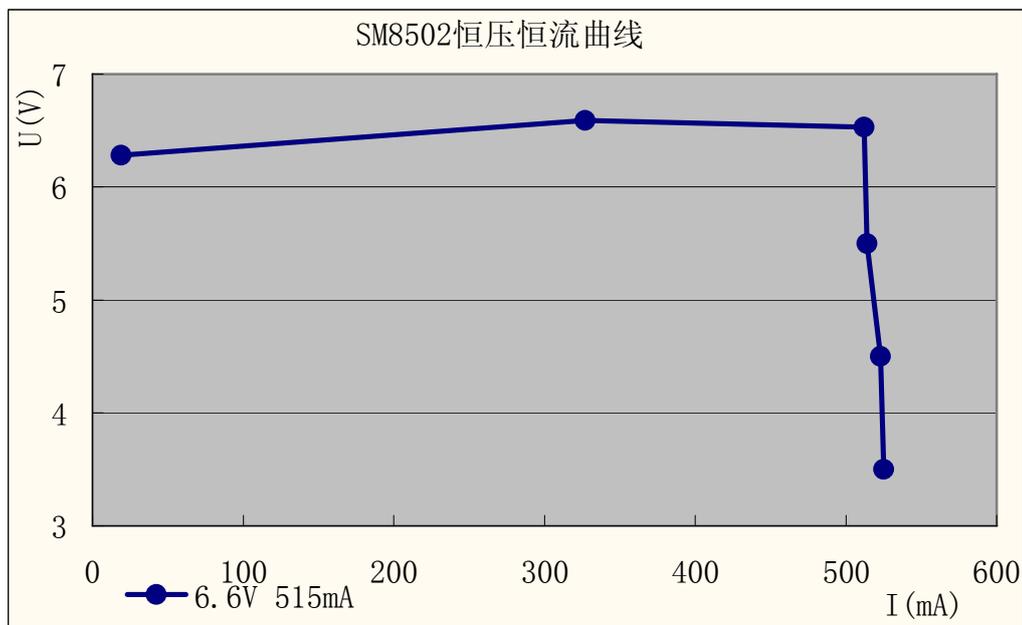


图 4 SM8502 恒压-恒流输出特性曲线

十二、 典型应用方案

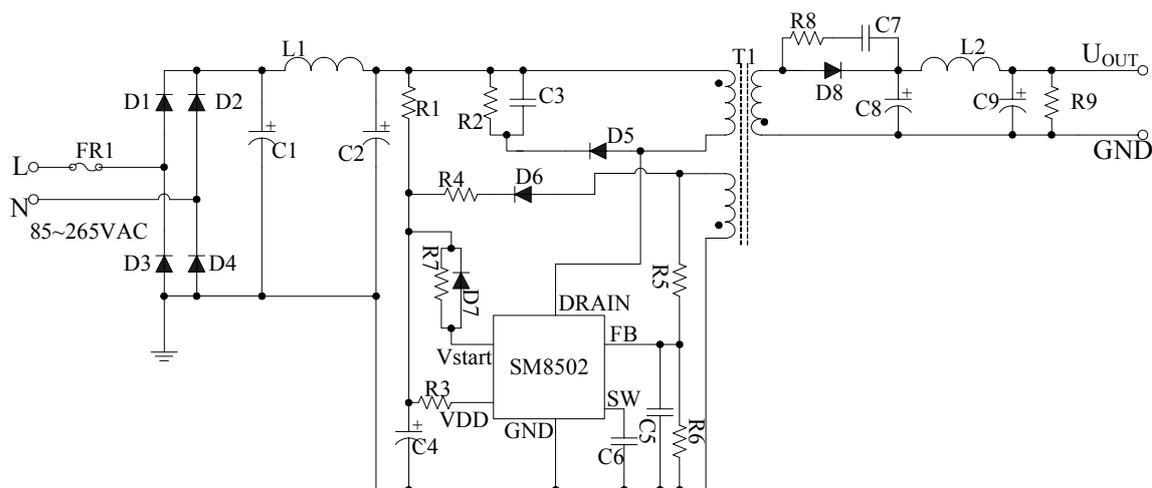
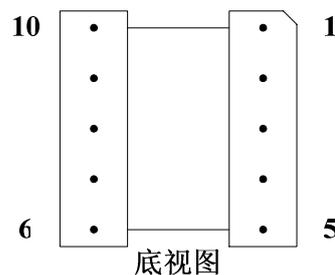
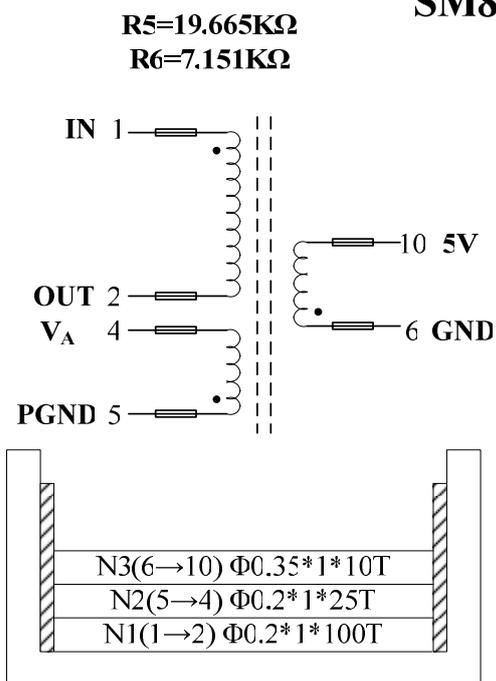


图 5 SM8502 典型应用方案原理图

C1,C2	4.7μF/400V	FR1	250V/1A
C3	4.7nF/1KV	L1	2mH
C4	10μF/25V	L2	10μH
C5	30pF/50V	R1	1MΩ
C6	470pF/50V	R2	56KΩ
C7	1nF/50V	R3	100Ω
C8,C9	470μF	R4	100Ω
D1~D4	1N4007	R5,R6	输出电流、电压调整
D5	FR107	R7	300Ω
D6	FR104	R8	10Ω
D7	1N4148	R9	500Ω
D8	SR260	T1	输出功率调整

### SM8502 5V/500mA变压器



#### 制作说明:

1. 骨架EE16(5+5) 普通磁芯
2. 电感量:  $L_P=1.2mH$
3. 初级对次级打3500VAC漏电流 $<2mA/60s$
4. 初级对磁芯打1500VAC漏电流 $<2mA/60s$
5. 次级对磁芯打1500VAC漏电流 $<2mA/60s$
6. DC500V绕组与磁芯之间1min大于100m $\Omega$
7. DC500V绕组与绕组之间1min大于100m $\Omega$

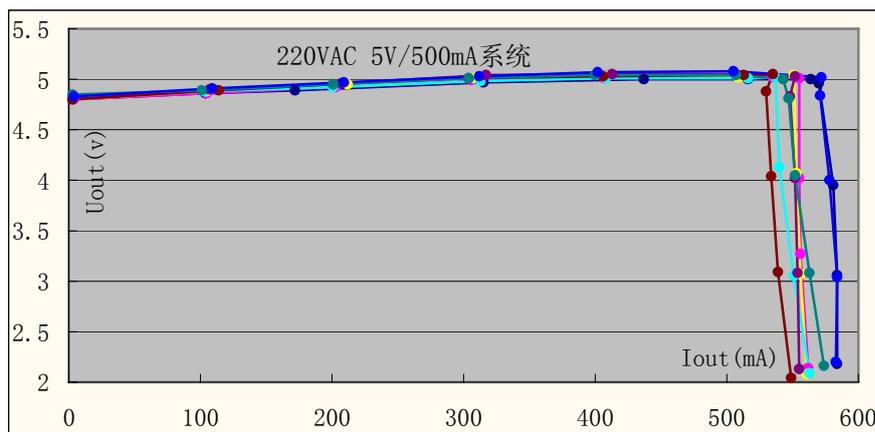


图 6 220VAC 5V/500mA 系统输出曲线

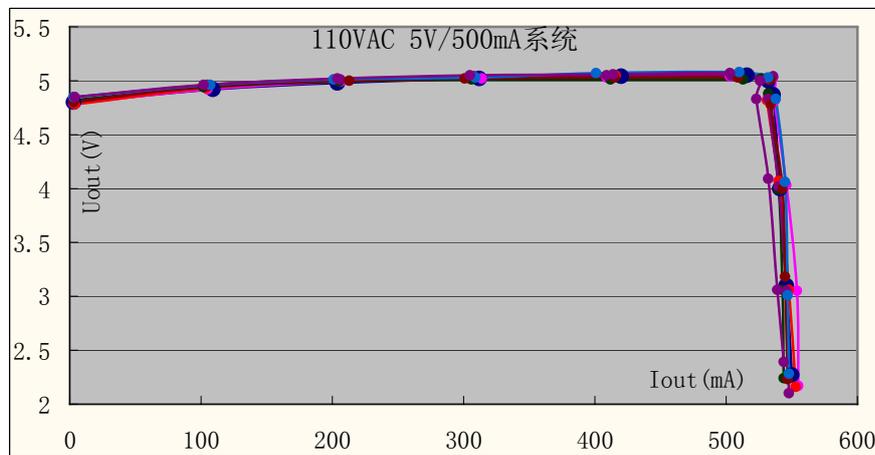
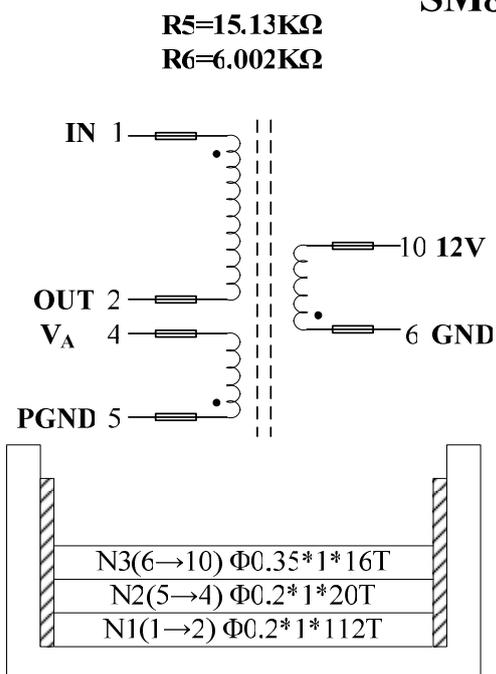
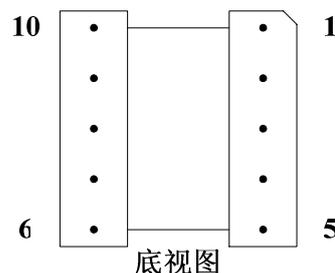


图 7 110VAC 5V/500mA 系统输出曲线

### SM8502 12V/300mA变压器



- 进线
- 铁氟龙套管
- ▨ 2mm挡墙胶带



#### 制作说明:

1. 骨架EE16(5+5) 普通磁芯
2. 电感量:  $L_P=1.66mH$
3. 初级对次级打3500VAC漏电流 $<2mA/60s$
4. 初级对磁芯打1500VAC漏电流 $<2mA/60s$
5. 次级对磁芯打1500VAC漏电流 $<2mA/60s$
6. DC500V绕组与磁芯之间1min大于100m $\Omega$
7. DC500V绕组与绕组之间1min大于100m $\Omega$

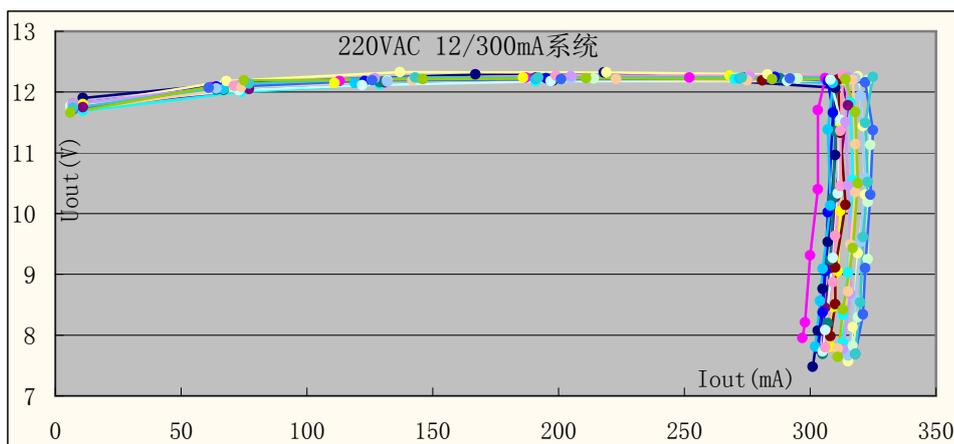


图 8 220VAC 12V/300mA 系统输出曲线

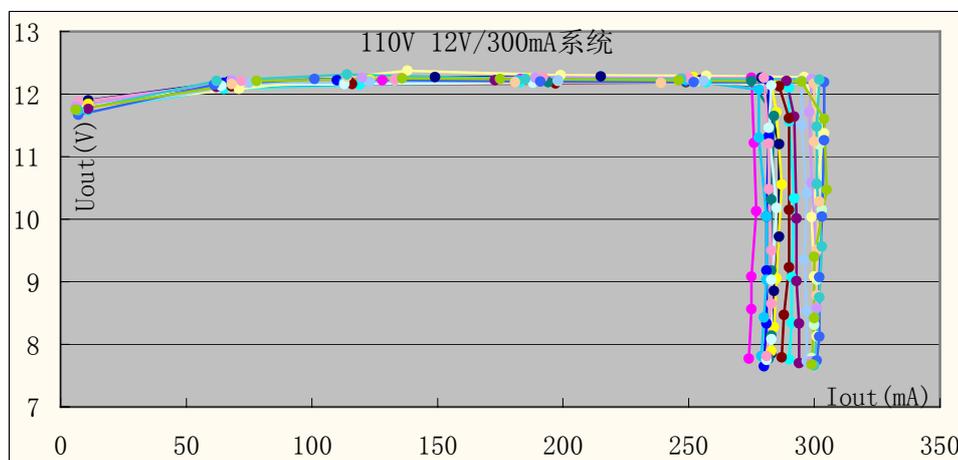


图 9 110VAC 12V/300mA 系统输出曲线

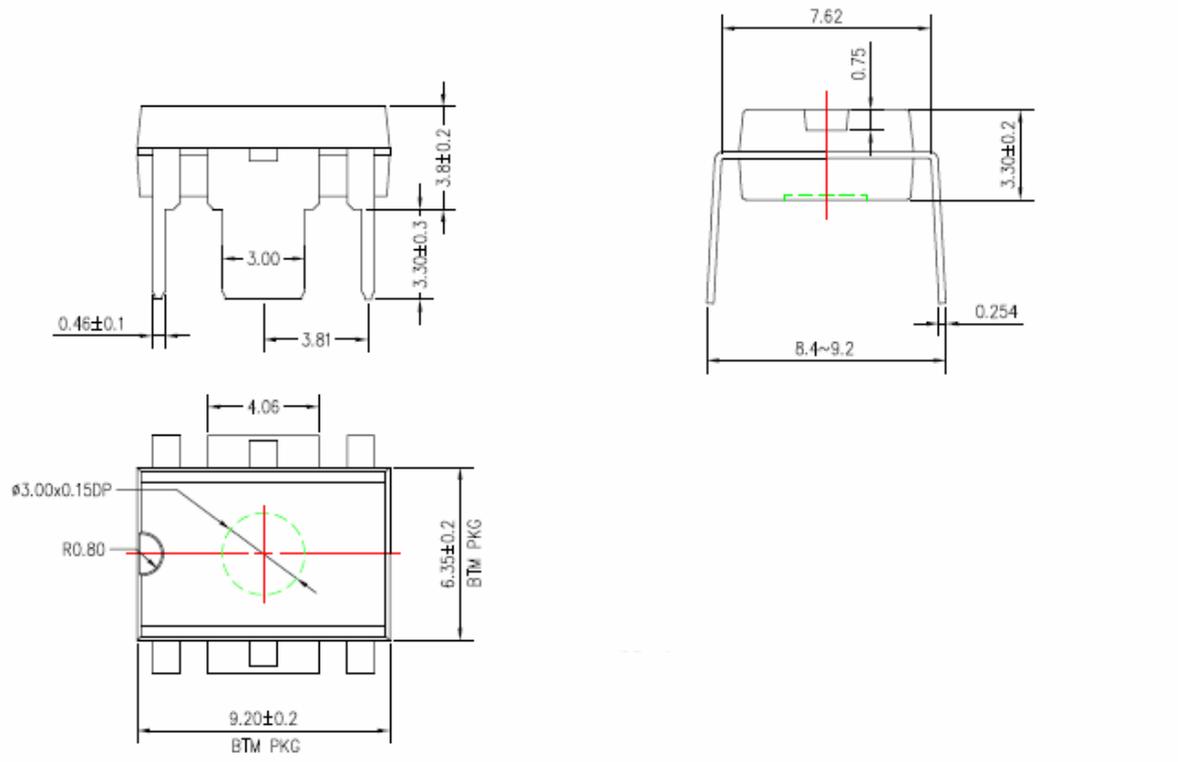
十三、 封装形式

HDIP4 封装图 (单位: mm) :

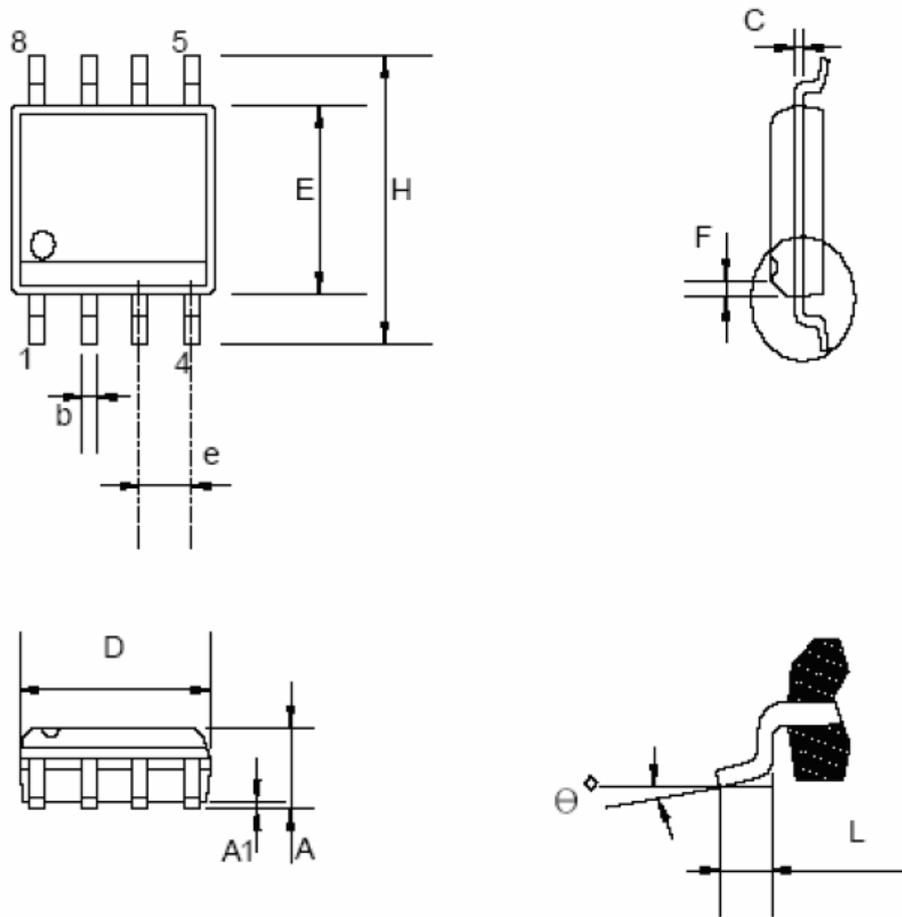
HDIP4L

Package Outline Dimensions

units: mm



SOP8



Dimensions DISCLAIMERS

Symbol	Millimeter			Inch		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A	1.346		1.752	0.053		0.069
A1	0.101		0.254	0.004		0.010
b		0.406			0.016	
c		0.203			0.008	
D	4.648		4.978	0.183		0.196
E	3.810		3.987	0.150		0.157
e	1.016	1.270	1.524	0.040	0.050	0.060
F		0.381X45			0.015X45	
H	5.791		6.197	0.228		0.244
L	0.406		1.270	0.016		0.050
θ°	0°		8°	0°		8°