



Silan 士兰微电子

诚信
Faith

忍耐
Endurance

探索
Exploration

热情
Enthusiasm

SD6900 使用手册

Silan Power Group
May 2012





内容

- 一. 芯片功能简介
- 二. 典型应用原理图
- 三. 系统设计应用笔记
- 四. **14W**球泡灯驱动设计实例



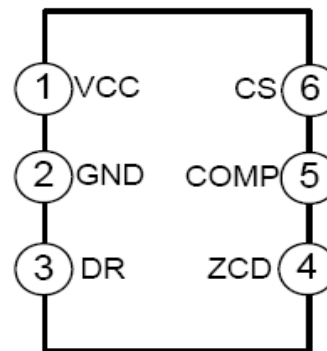


一 芯片简介

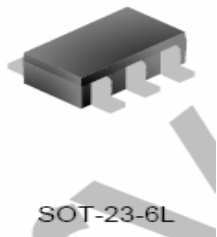
主要特点：

- ◆ 非隔离降压（BUCK）型电路结构
- ◆ 带有源功率因数校正功能
- ◆ 较高的电源转换效率（>93%@18W）
- ◆ 超低IC启动电流，系统快速启动
- ◆ VCC过压保护，VCC欠压保护
- ◆ LED开路保护，LED短路保护
- ◆ 内置过热保护

管脚排列：



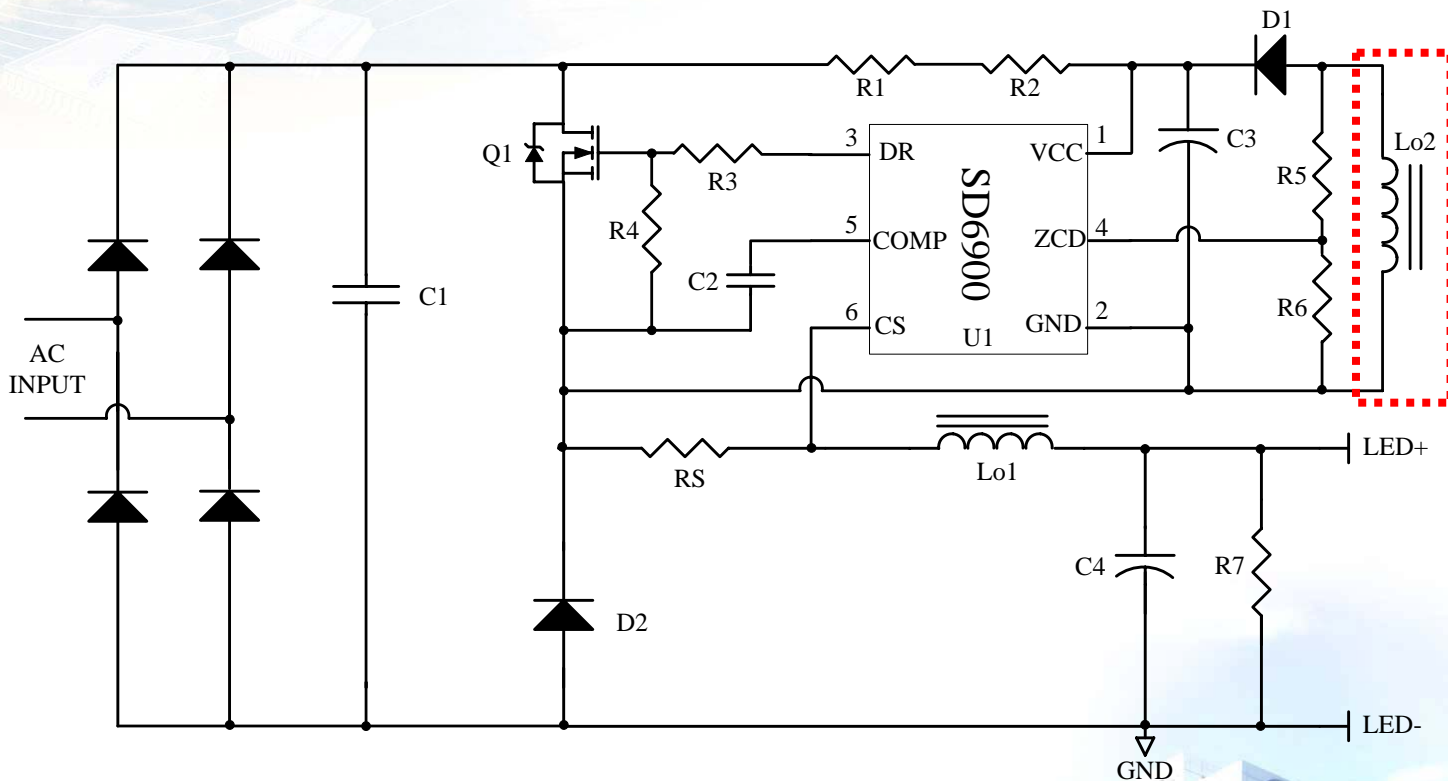
封装形式：SOT-23-6



管脚编号	名称	功能描述
1	VCC	IC供电电源
2	GND	IC地
3	DR	驱动输出，外接功率管栅极
4	ZCD	过零检测输入
5	COMP	跨导放大器输出，外接补偿网络
6	CS	电流采样输入



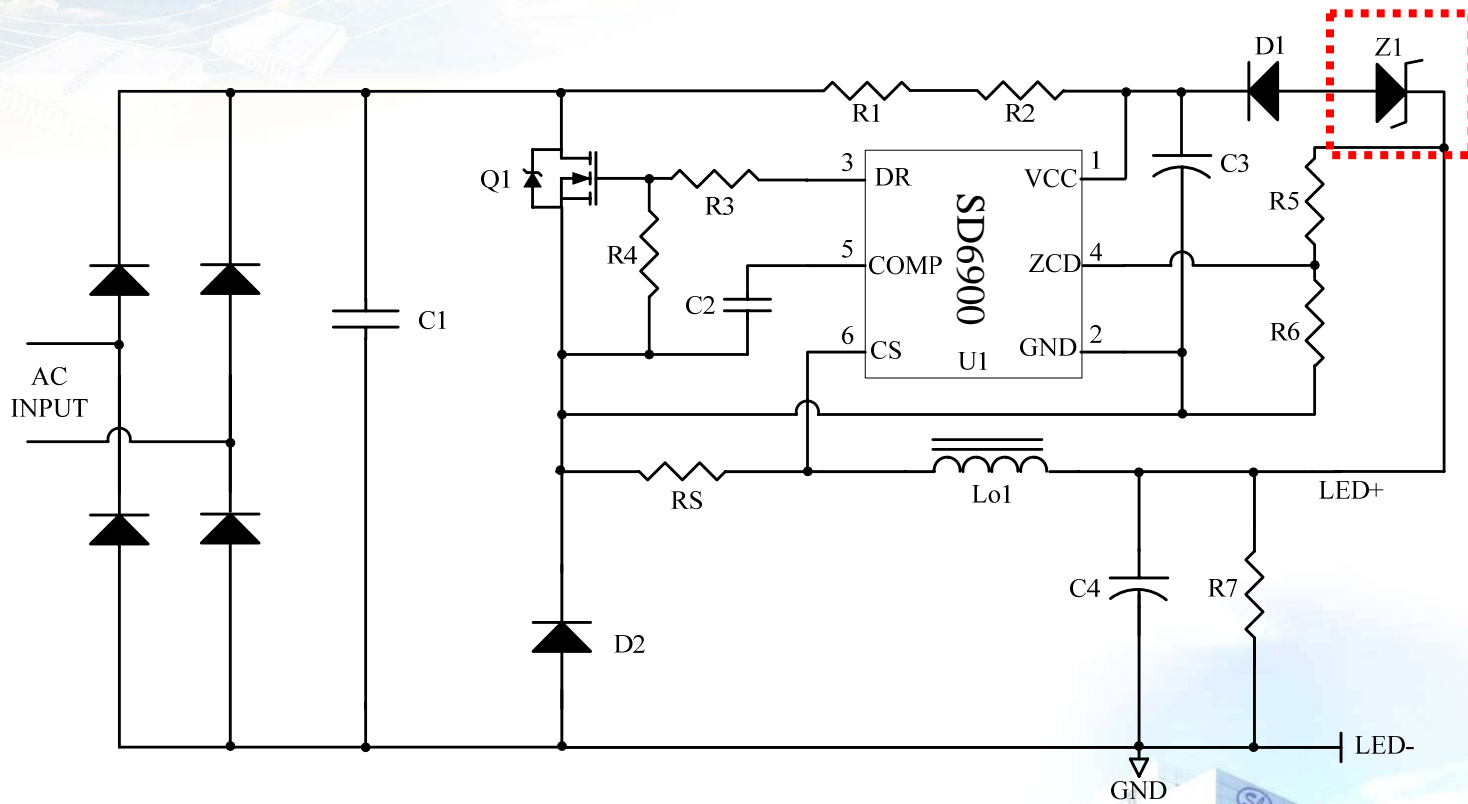
二 典型应用原理图1



Note: VCC供电由输出滤波电感耦合绕组提供，可应用于输出电压变化范围较宽的驱动电源中。



二 典型应用原理图2



Note: VCC供电由输出电压提供，电路简单，可应用于输出电压变化范围较窄的驱动电源中。



三 系统设计应用笔记

1. VCC设计

Vcc脚是给IC供电脚，在设计时要注意以下几点：

- (1) R1,R2为启动之前给C2充电电阻，取值越小，启动延迟时间越短；一般取200K到500K（每颗），过小会影响系统效率
- (2) C2为VCC电容，它起到滤波和储能两个作用。一般取10uF~22uF即可取值越大，启动时间越长；取值不能过小，否则启动易发生UVLO
- (3) 当VCC达到16V时，系统开始工作；当VCC下降到8V时，系统停止工作；VCC过压保护点为22V(注意VCC电压纹波)。正常工作时，建议把VCC电压设定在16V左右
- (4) VCC可由电感辅助绕组供电，也可由输出端直接供电；辅助绕组供电时，系统启动较快，且输出电压变化范围较宽；由输出直接供电，系统设计简单，但效率有所下降且输出电压变化范围不宽



三 系统设计应用笔记

2. ZCD脚设计

- (1) ZCD脚为零电流开通检输入，当此脚电位低于0.3V时，IC内部将驱动输出（DR脚）置高，MOS管导通，使系统工作在临界连续模式。
- (2) LED开路保护，当ZCD电压高于内部基准时，则认定为输出处于开路状态并保护，且可以自动恢复。
- (3) LED短路保护，当ZCD电压低于内部基准及超出内部设定时间，IC就会认为输出处于短路状态。关闭系统，等待VCC重起。
- (4) ZCD开路保护，当ZCD电压低于内部基准192个开关周期，IC会认为ZCD脚处于开路状态。关闭系统，等待VCC重起。
- (5) 以“典型应用原理图1”为例,建议满足下面公式（且R6取值小于100K）

$$3.5 \leq \frac{R5}{R6} \leq 4$$



三 系统设计应用笔记

3. COMP脚设计

(1) **COMP**脚为内部跨导放大器输出端，外接电容器作补偿。如果需要改善系统动态问题，可以将补偿改为**RC**串联方式。

(2) 电容值一般可取 $1\mu\text{F}\sim 2.2\mu\text{F}$ ，电阻值（若用到）一般建议取 $1\text{K}\sim 3.3\text{K}$ 之间。电容越大系统功率因数（**PF**）越高，电阻越大系统**PF**越低。

4. DR脚设计

(1) 此为**IC**驱动输出脚，外接**MOSFET**门极。外围电路可参考“典型应用原理图1”。门极驱动电阻**R3**一般取几十到一百欧姆之间，要根据系统系统和**EMI**要求来选择。门极对地电阻**R4**一般取 $10\text{K}\sim 20\text{K}$ 即可。





三 系统设计应用笔记

5. CS脚设计

(1) CS为电感电流采样输入脚，用于控制输出LED电流，典型输出电流计算公式，参考下面：

$$I_o = \frac{0.2}{R_s}$$

若输出电流值已经确定，同样可以根据公式求出需要的采样电阻值（Rs）

6. GND脚设计

(1) GND为芯片接地脚，应用时接到MOS管的源极和二极管的阴极。





三 系统设计应用笔记

7. 输出滤波电感设计

输出滤波电感的设计，请参考下面简单设计流程：

已知条件：

输入电压范围： V_{in_min} , V_{in_max}

输出电压范围： V_{o_min} , V_{o_max}

输出电流： I_o 效率： η

电感最大峰值电流（MOS管最大峰值电流，二极管最大正向电流），可表示为：

$$I_{pk} := \frac{P_o \cdot \pi (\sqrt{2} V_{ac} - V_o)}{\eta \cdot \left[\sqrt{2} \cdot V_{ac} \cdot V_o \cdot \cos(\theta) - V_o^2 \cdot \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) \right]} \quad \text{(公式1)}$$

$$P_o = V_{o_max} \cdot I_o \quad \theta := \arcsin \left[\frac{V_o}{(\sqrt{2} V_{ac})} \right]$$





三 系统设计应用笔记

一般设计时，建议在输入低压时（90VAC），设定fs在40K左右。此时可以确定输出电感的感量为：

$$L_o = \frac{\eta \cdot V_o \cdot \left[\sqrt{2} \cdot 90 \cdot V_o \cdot \cos(\theta) - V_o^2 \cdot \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) \right]}{f_s \cdot P_o \cdot \pi \cdot \sqrt{2} \cdot 90} \quad (\text{公式2})$$

在Vin峰值处的系统开关频率，可参考下面公式：

$$f_s = \frac{\eta \cdot V_o \cdot \left[\sqrt{2} \cdot V_{ac} \cdot V_o \cdot \cos(\theta) - V_o^2 \cdot \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) \right]}{L_o \cdot P_o \cdot \pi \cdot \sqrt{2} \cdot V_{ac}}$$





三 系统设计应用笔记

根据最大峰值电流(I_{pk})，磁芯有效面积(A_e)以及最大磁通密度 B_{max} ，
可以确定输出电感线圈匝数：

$$N_P = \frac{L_O \cdot I_{PK}}{A_e \cdot B_{max}}$$

线径选择考虑两个因素，其一是电感电流大小，其二是按最大 $5A/mm^2$ 来设计

根据前面计算得到的数据，以及按 $V_{CC}=16V$ 来设计的话，电感辅助绕组匝数可按下面公式计算：

$$N_S = \frac{V_{CC} \cdot N_P}{V_O} \quad \text{或} \quad N_S = \frac{16 \cdot N_P}{V_O}$$





三 系统设计应用笔记

7. 其它设计注意事项

(1) MOS管以及续流二极管都建议选用600V耐压，因为在高压输入时(265VAC)，开机或输入打火时，都会造成电压尖峰。

(2) 输出滤波电容在选用时，除了考虑耐压之外，还要考虑输出电流的纹波要求;若要求输出电流纹波小，则需要的电容值就大。主要根据不要的应用场合来确定。

(3) 由于为有源功率因数校正控制，输入电容容量较小。一般选取68nF~220nF之间（根据输出功率确定）。

(4) 输出电感的辅助绕组尽可能与主电感耦合好。

(5) 输出端可并联一较大电阻，比如100K~200K





三 系统设计应用笔记

8. PCB LAYOUT注意事项

- (1) CS采样电阻要靠近IC采样脚，同时采样路径要尽可能的短
- (2) MOS管源极，整流二极管阴极以及输出电感连接端面积或走线要尽可能的小
- (3) 主功率回路路径要尽可能短，LAY板时，可以将整流桥后电容靠近MOS管及二极管侧放置





四 14W球泡灯驱动设计实例

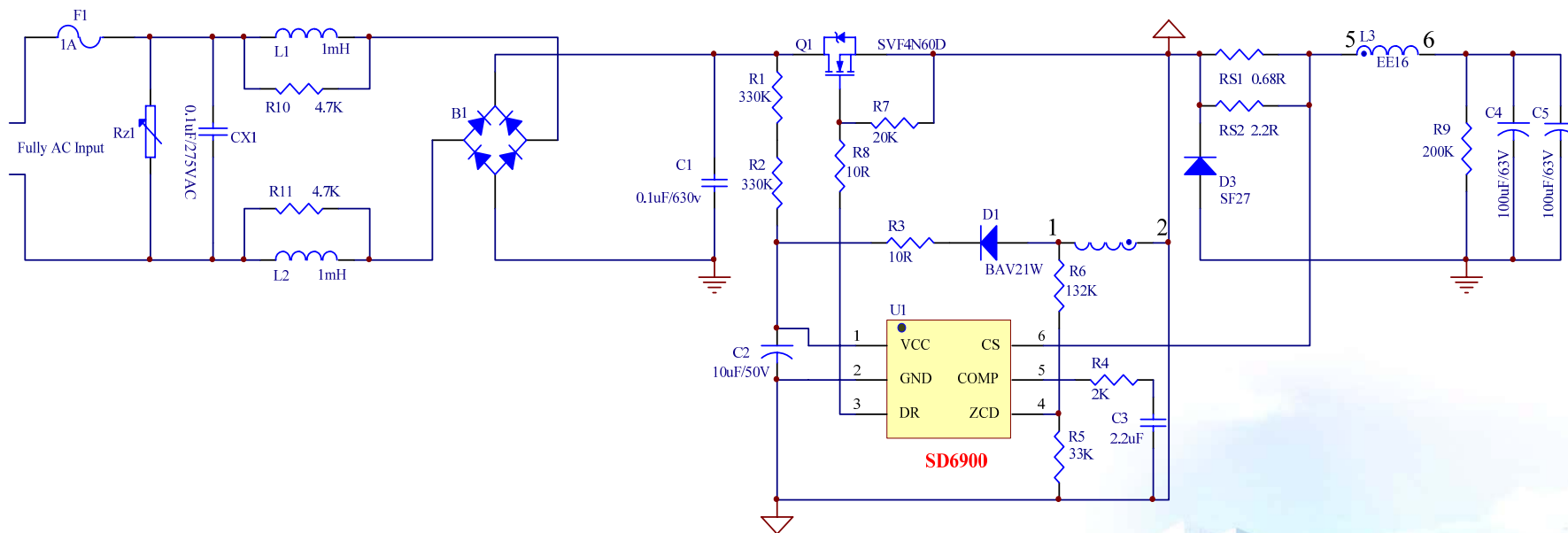
1. 驱动电源规格

	Min	典型值	Max	注意事项
输入电压 (V)	90	110-220	265	
输出: 电压 (V) 电流 (mA) 功率 (W)	21	42 0.32 13.44	43	
PF (110Vac, 满载) (220Vac, 满载)	>0.90	0.98 0.933		
效率 (110V, 满载) (220V, 满载)	>90 %	92.15 91.45		
保护 输出开路保护 输出短路保护		YES YES		



四 14W球泡灯驱动设计实例

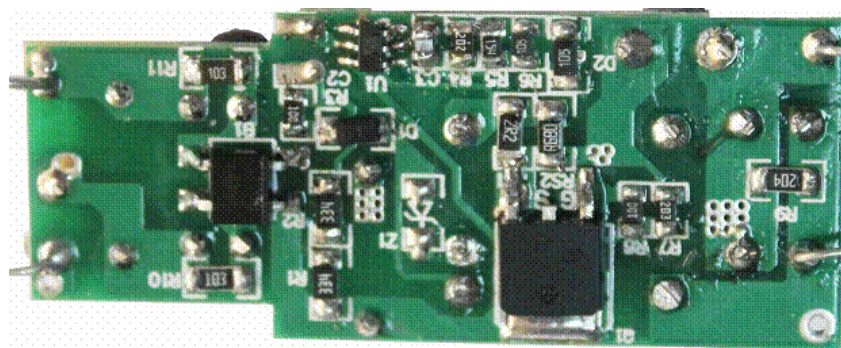
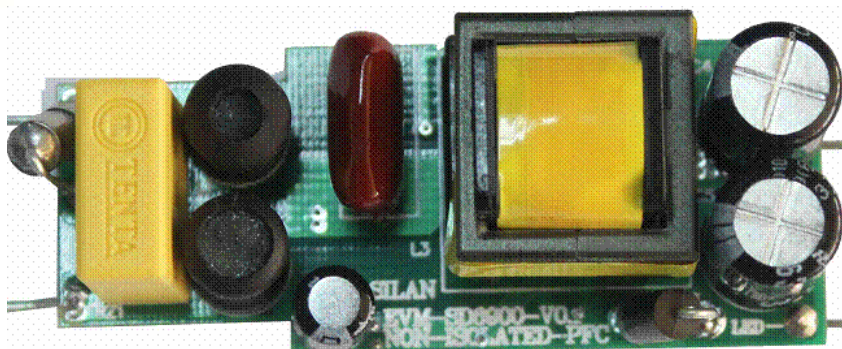
2. 系统原理图





四 14W球泡灯驱动设计实例

3. 电源外观图





四 14W球泡灯驱动设计实例

4. BOM表

No.	Symbol	Qty.	Description	Vendor
1	R1,R2	2	330K 1206 0.25W	
2	R3	1	10R 0805 0.125W	
3	R4	1	2K 0805 0.125W	
4	R5	1	33K 0805 0.125W	
5	R6	1	132K 0805 0.125W	
6	R7	1	20K 0805 0.125W	
7	R8	1	10R 0805 0.125W	
8	R9	1	200K 1206 0.25W	
9	R10,R11	2	4.7K 1206 0.25W	
10	RS1	1	2.2R 1206 0.25W	
11	RS2	1	0.68R 1206 0.25W	
13	RZ1	1	N/A	
14	C1	1	100nF 400V Film	
15	C2	1	10 μ F 50V Aluminum Electrolytic Capacitor	
16	C3	1	2.2 μ F X7R 0805	



四 14W球泡灯驱动设计实例

4. BOM表

17	C4,C5	2	100 μ F 63V Aluminum Electrolytic Capacitor	
18	CX1	1	0.1uF 275Vac Film	
19	DB1	1	MD6S Rectifier Bridge	
20	D1	1	BAV21W	
21	D3	1	SF27	GOODARK
22	Z1	1	N/A	
23	L1,L2	2	1mH 0.5A inductor	
24	L3	1	EE16	
25	U1	1	SD6900 PFC Controller	SILAN
26	Q1	1	High-voltage MOSFET SVF4N60D	SILAN
27	F1	1	1A FUSE	N/A



四 14W球泡灯驱动设计实例

5. 输出电感设计(Lo)

电感峰值电流:

根据公式1, 可以算出低压90V输入时的电感最大峰值
电流为:

$$I_{pk} = 1.35(A)$$

电感感量 (最低开关频率 $f_{min}=40K$):

根据公式2, 可以算出低压90V输入时的电感感量为:

$$L_o = 0.52(mH)$$

电感线圈匝数 ($B_{max}=0.3T, A_e=19.2mm^2(EE16)$):

$$N_p = \frac{L_o \cdot I_{pk}}{B_{max} \cdot A_e} = 122(\text{匝})$$

辅助绕组匝数 ($V_{cc}=16V$):

$$N_s = \frac{V_{CC}}{V_o} \cdot N_p = 46(\text{匝})$$



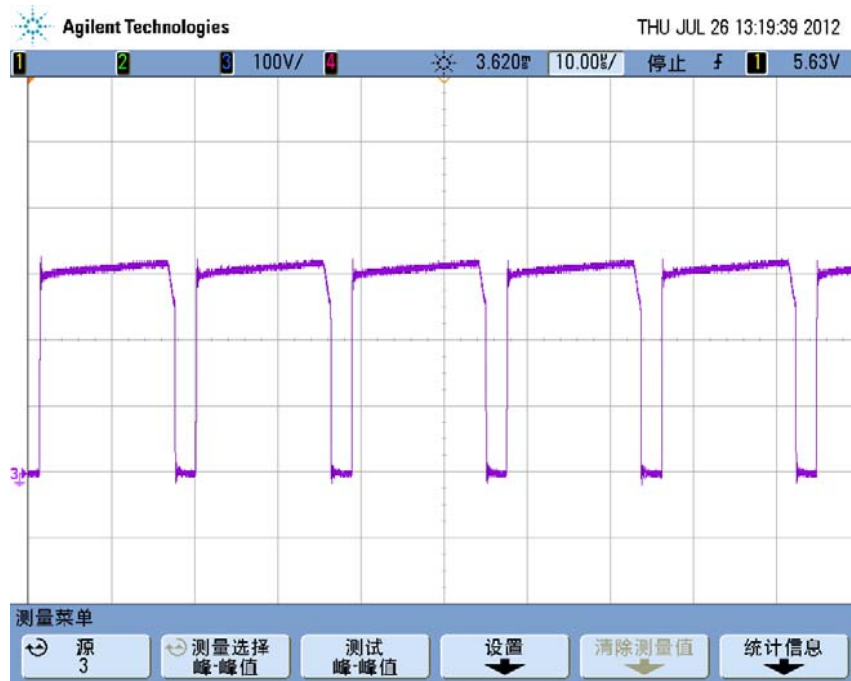


四 14W球泡灯驱动设计实例

6. 关键波形测试



Vds @ Vin=110Vac

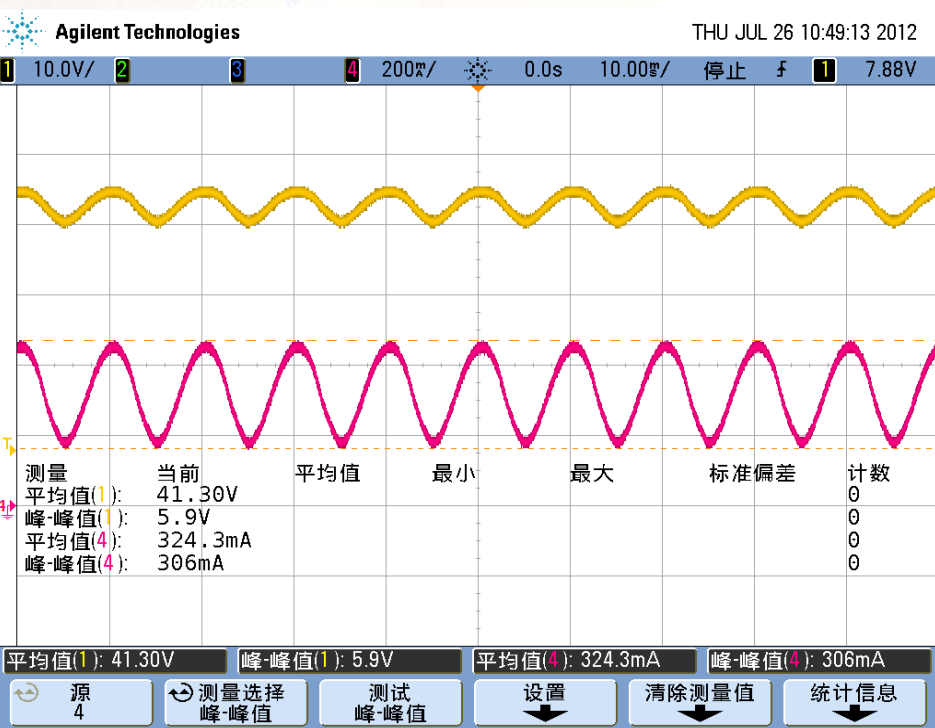


Vds @ Vin=220Vac

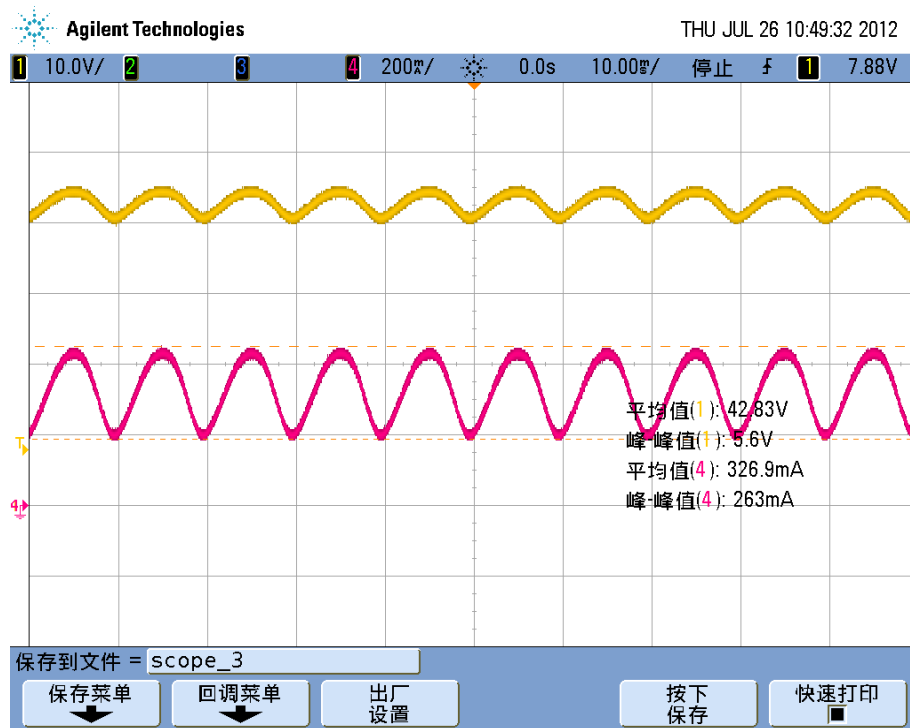


四 14W球泡灯驱动设计实例

6. 关键波形测试



Io & Vo @ Vin=110Vac(满载)

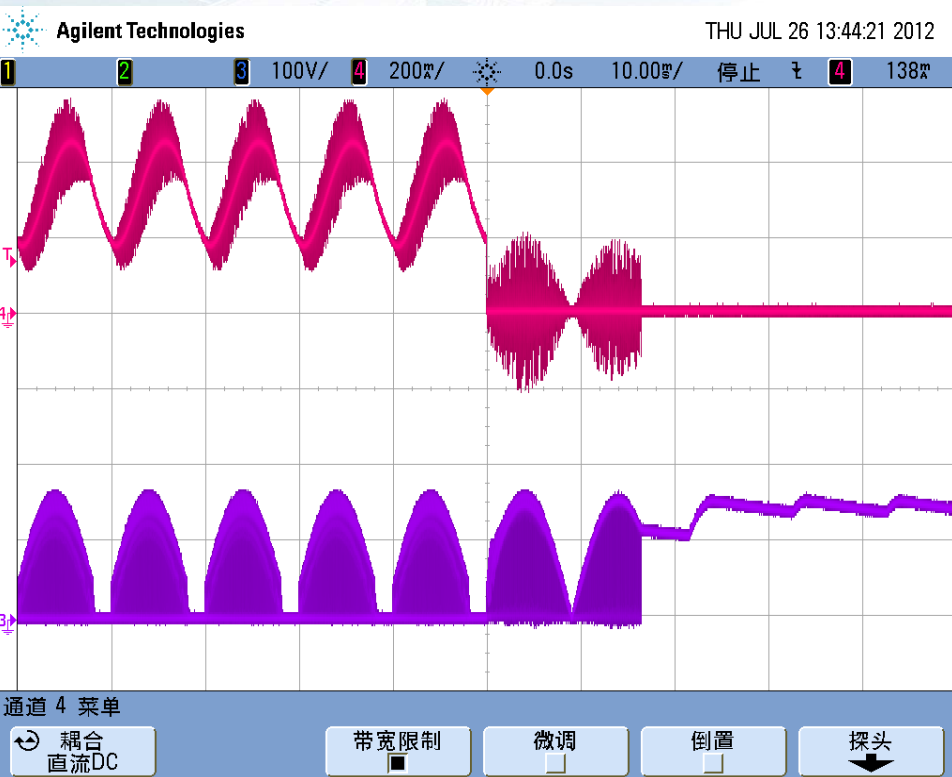


Io & Vo @ Vin=220Vac(满载)

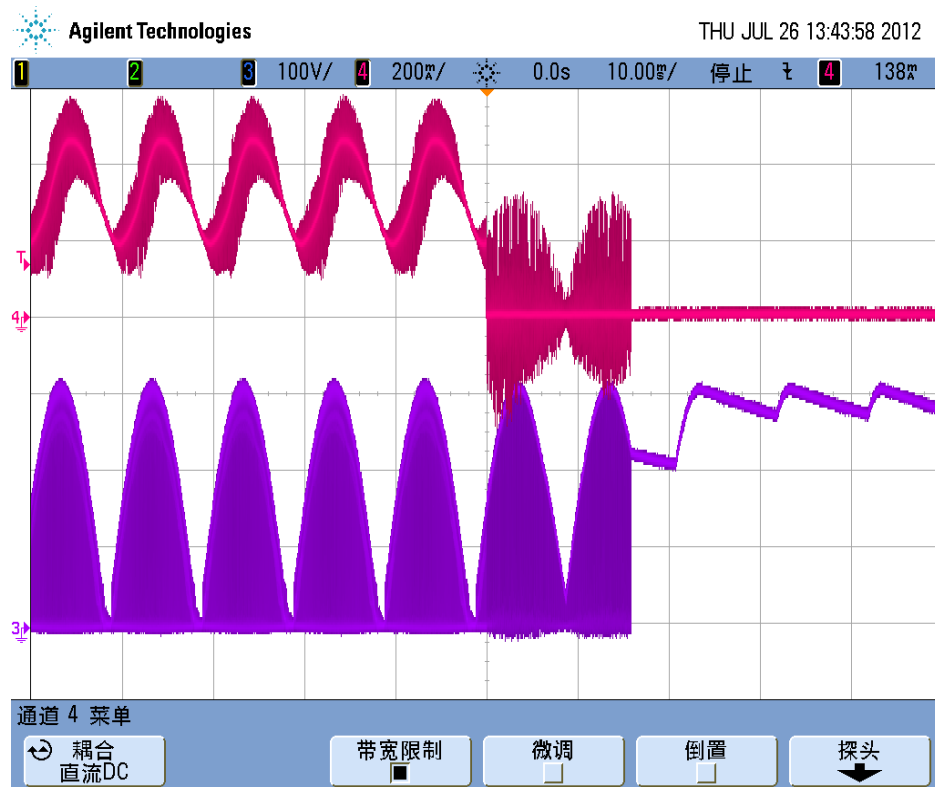


四 14W球泡灯驱动设计实例

6. 关键波形测试



I_{Lo} & V_{ds} @ $V_{in}=110V_{ac}$ (输出短路)

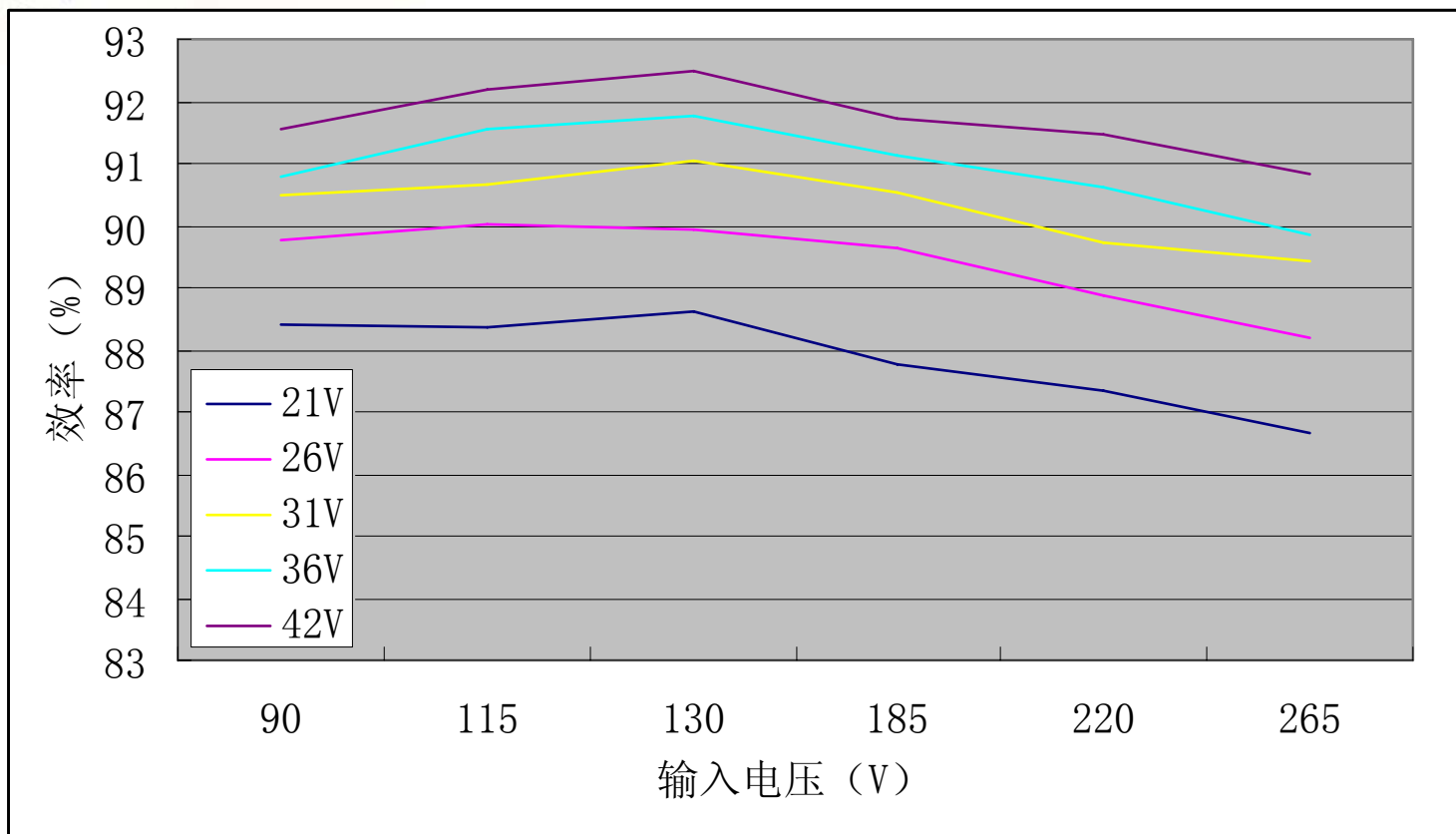


I_{Lo} & V_{ds} @ $V_{in}=220V_{ac}$ (输出短路)



四 14W球泡灯驱动设计实例

7. 效率测试

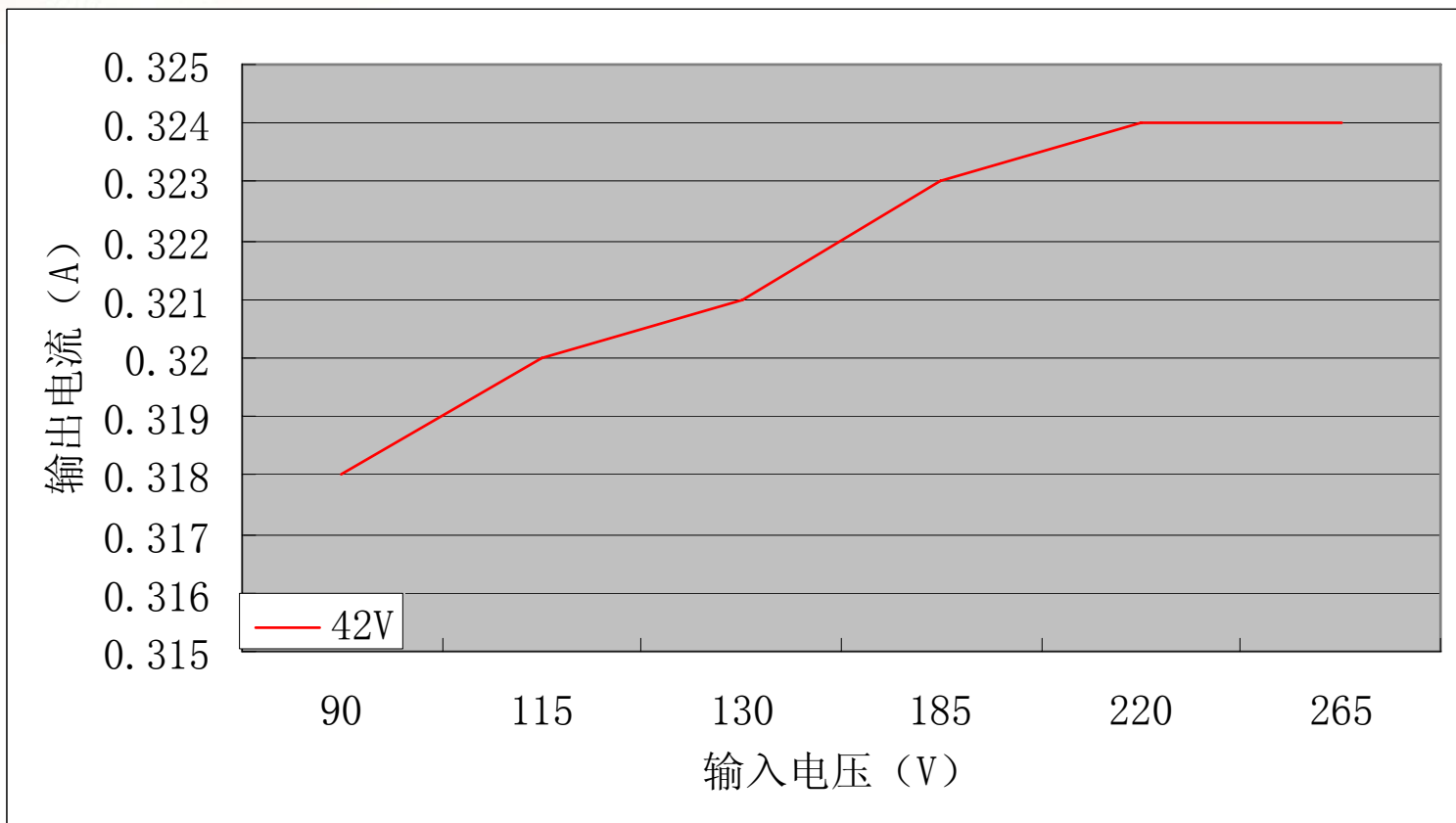


不同负载时的效率曲线图



四 14W球泡灯驱动设计实例

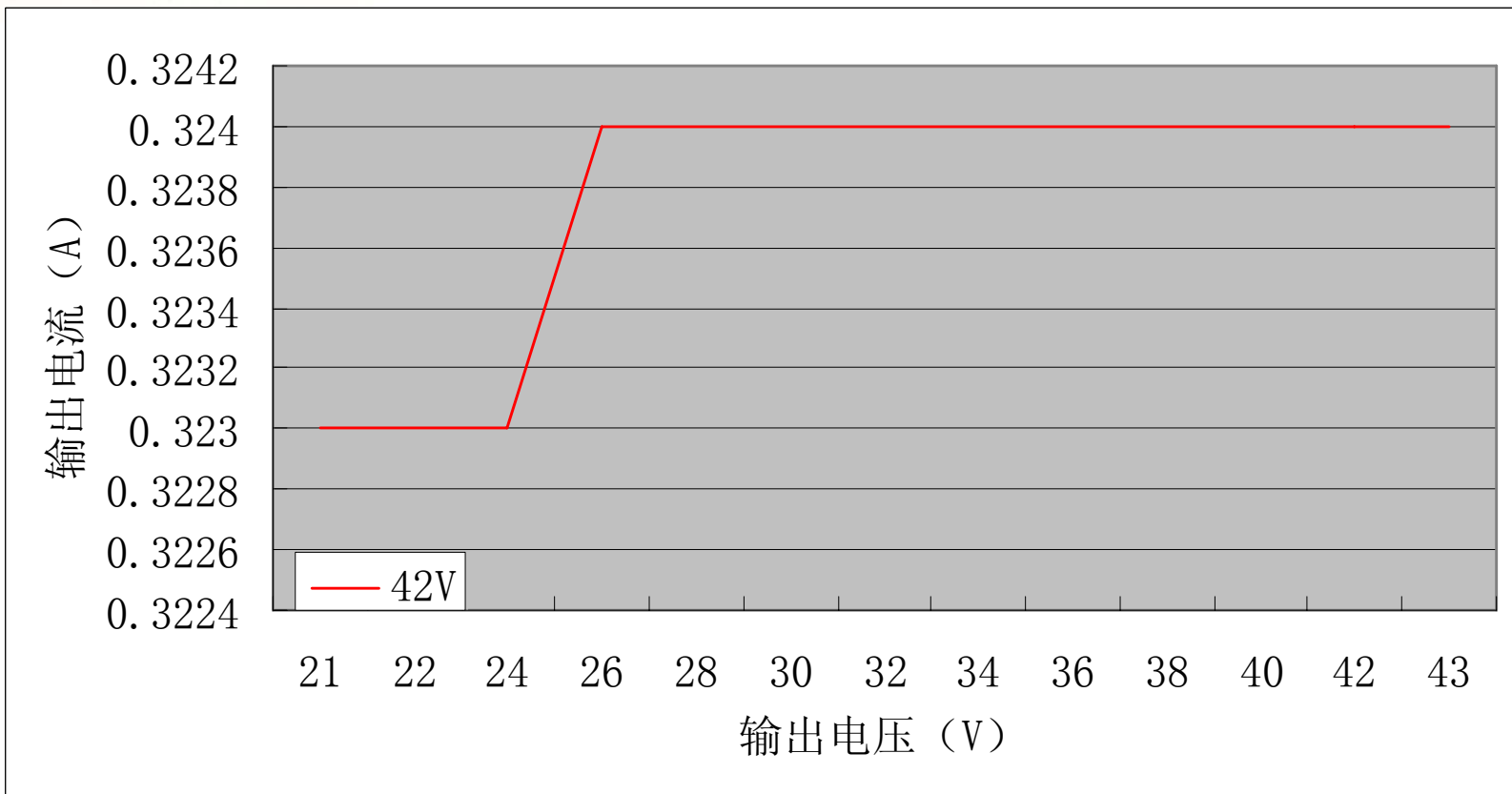
8. 线性调整率测试曲线





四 14W球泡灯驱动设计实例

9. 负载调整率测试曲线





四 14W球泡灯驱动设计实例

10. 功率因数测试

