



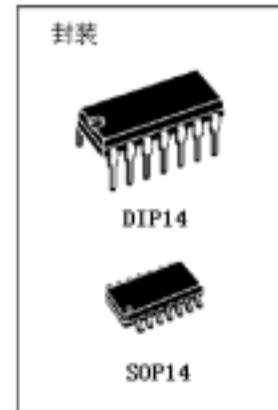
## BL8301 电子镇流器专用驱动电路

### 主要特点

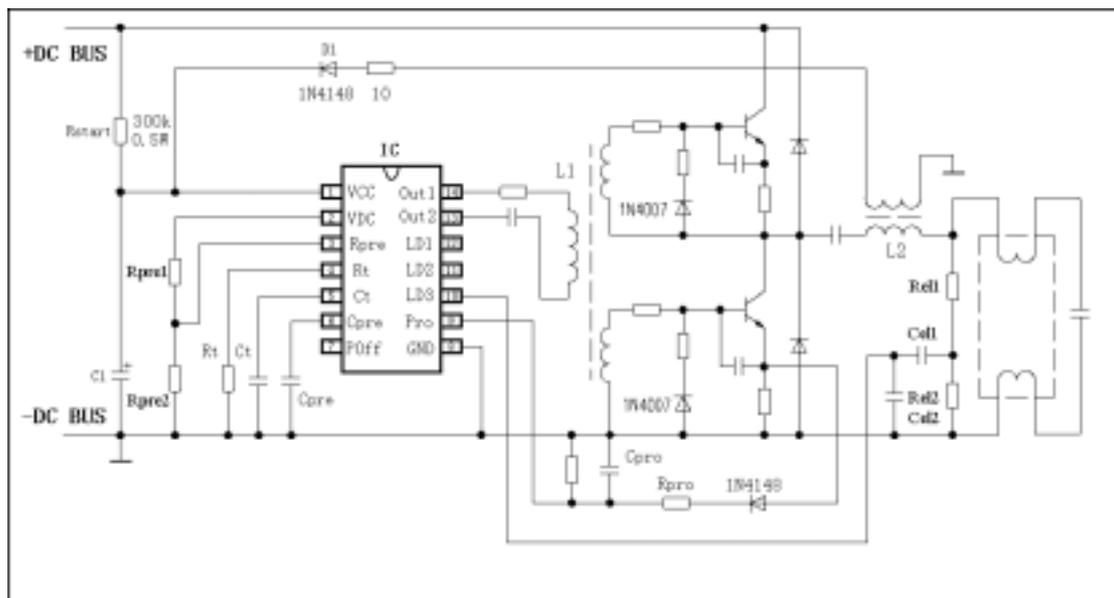
- 驱动由双极型晶体管组成的半桥
- 具有上电预热和点火功能
- 提供完善的故障保护
- 微功耗启动
- 引脚 ESD 保护

### 功能简介

1. BL8301 是一电子镇流器专用驱动集成电路，可驱动由双极型晶体管组成的半桥，系统自动产生死区时间（约为 1 $\mu$ S）。
2. BL8301 提供上电预热和点火功能。预热频率、预热时间以及正常工作频率都可通过外部元件进行调整。
3. BL8301 提供完善的故障保护，主要有：半桥过流保护以及三路的灯管开路保护、上下灯丝烧断保护、点火失败保护、灯寿结束检测，充分考虑了对推动多灯管的电子镇流器的支持。
4. BL8301 内建 11.4V 稳压电源，并且提供微功耗启动功能，启动电流 < 600  $\mu$ A（暂定）。
5. BL8301 的外围线路简单，元件数量少，成本低廉。
6. BL8301 的封装形式为 14 脚 DIP 或 SOP 封装，所有引脚均提供 ESD 保护，可靠性高。

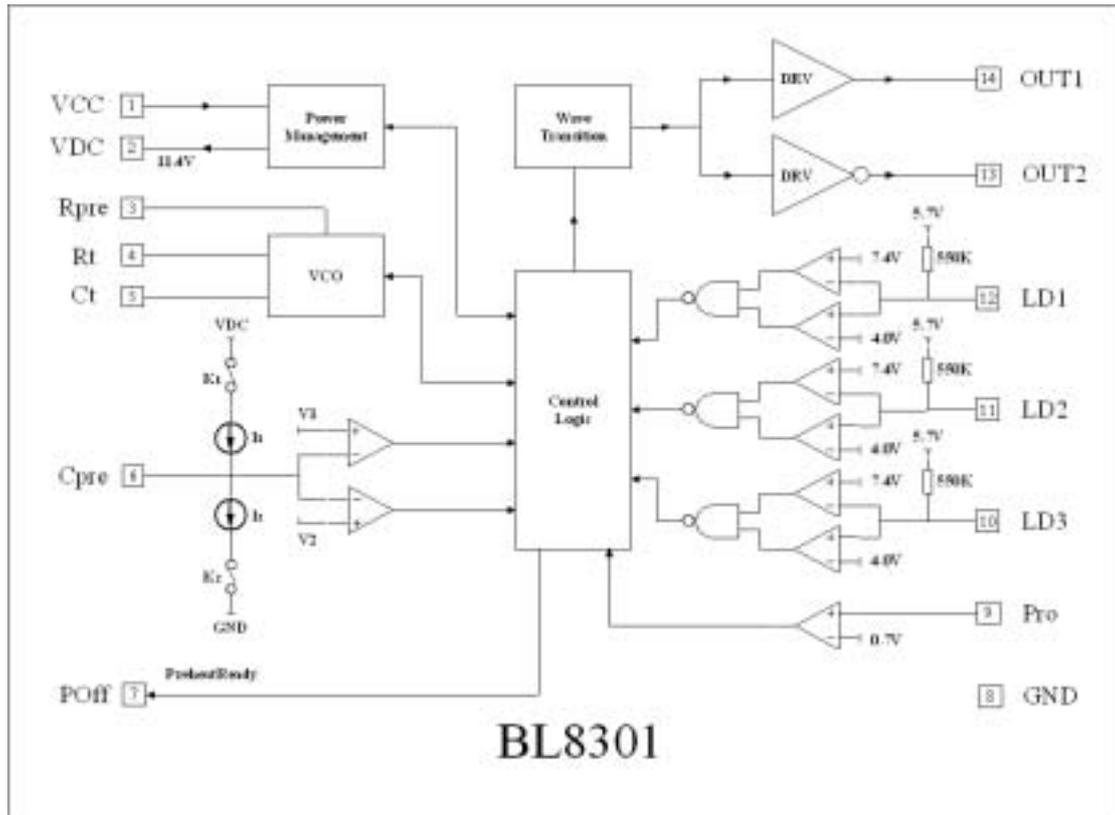


### 典型连接



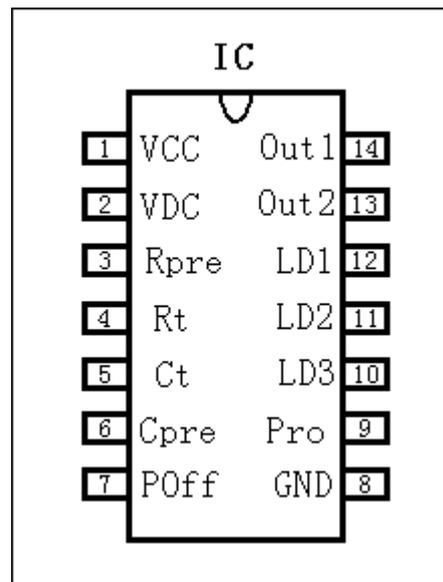


## 内部功能框图



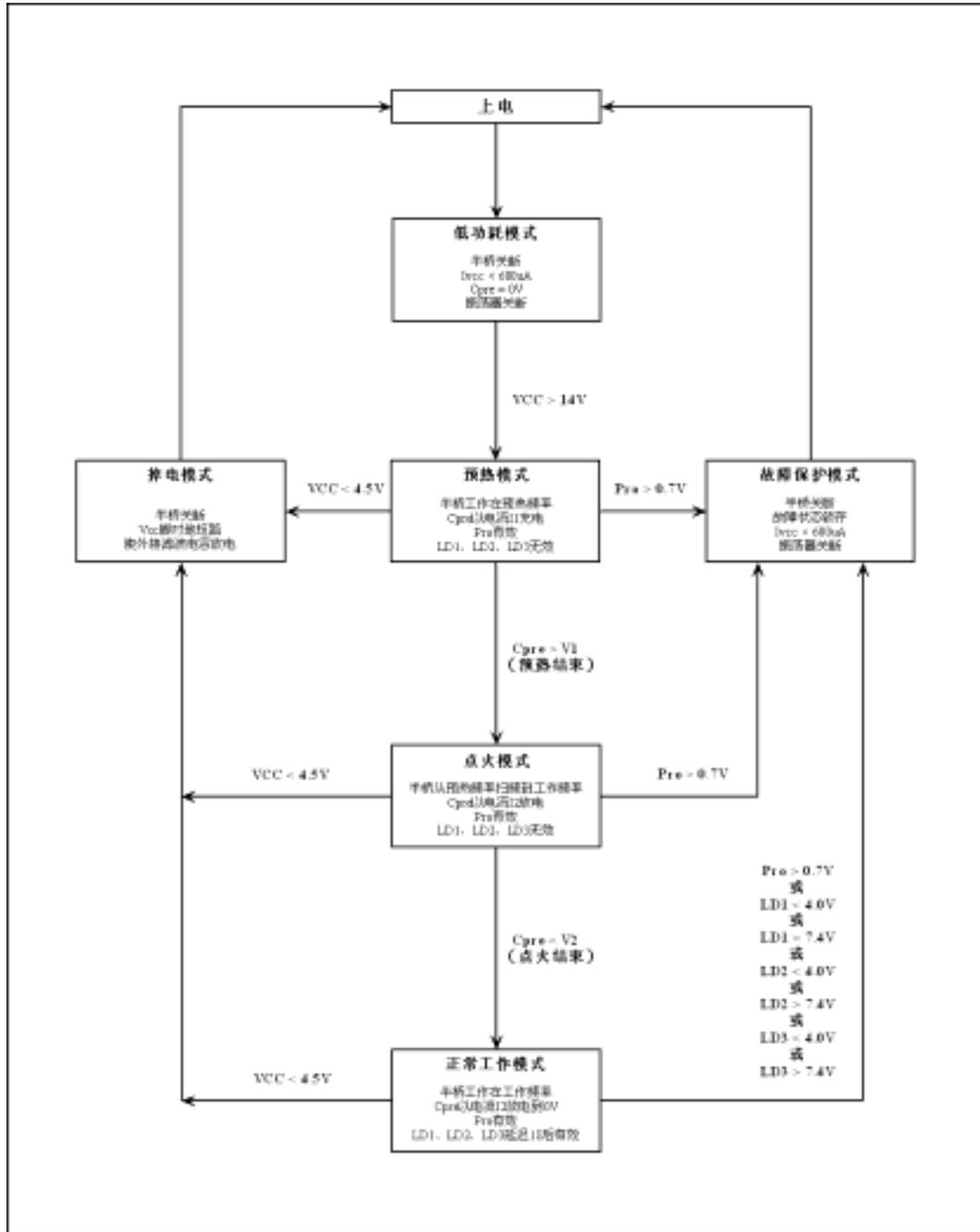
## 引脚描述

引脚	符号	功能说明
1	VCC	电源输入
2	VDC	11.4V 稳压输出
3	Rpre	预热频率设定
4	Rt	振荡器输出
5	Ct	振荡器输入
6	Cpre	预热时间设定
7	POff	预热结束信号
8	GND	电源地
9	Pro	电流检测输入
10	LD3	窗口检测输入 3
11	LD2	窗口检测输入 2
12	LD1	窗口检测输入 1
13	OUT2	驱动输出 2
14	OUT1	驱动输出 1





### 状态框图





## 极限参数

超过给出的极限参数有可能损坏器件或者造成非正常工作。所有电压参考 GND，(GND=0V)，所有电流为流入管脚的绝对值。

参数		最小值	最大值	单位
符号	定义			
Vcc	供电电压	---	30	V
Ivcc	供电电流	---	200	mA
Vout1	Out1 脚输出电压	0	Vcc	V
Iout1	Out1 脚输出电流	---	200	mA
Vout2	Out2 脚输出电压	0	Vcc	V
Iout2	Out2 脚输出电流	---	200	mA
VRpre	预热频率设定脚电压	1	8	V
IRt	振荡器输出脚电流	---	1	mA
VPro	电流检测输入脚电压	-0.3	Vcc	V
VLD1	窗口检测输入 1 脚电压	-0.3	Vcc	V
VLD2	窗口检测输入 2 脚电压	-0.3	Vcc	V
Tj	结温	-55	150	
Ts	储藏温度	-55	150	
TL	管脚温度 (焊接, 10 秒)	---	300	

## 推荐工作条件

参数		最小值	最大值	单位
符号	定义			
Vcc	供电电压	15	25	V
VRpre	预热频率设定脚电压	4	7	V
IRt	振荡器输出脚电流	20	200	uA
VPro	电流检测输入脚电压	0	Vcc	V
VLD1	窗口检测输入 1 脚电压	0	Vcc	V
VLD2	窗口检测输入 2 脚电压	0	Vcc	V
Tj	结温	-40	125	

## 电特性

TA=25℃，VCC=15V，Rpre1=10K，Rpre2=100K，Rt=100K，Ct=510pF，Cpre=0.047uF，Vpro=0.6V，VLD1=5.7V，VLD2=5.7V，VLD3=5.7V。

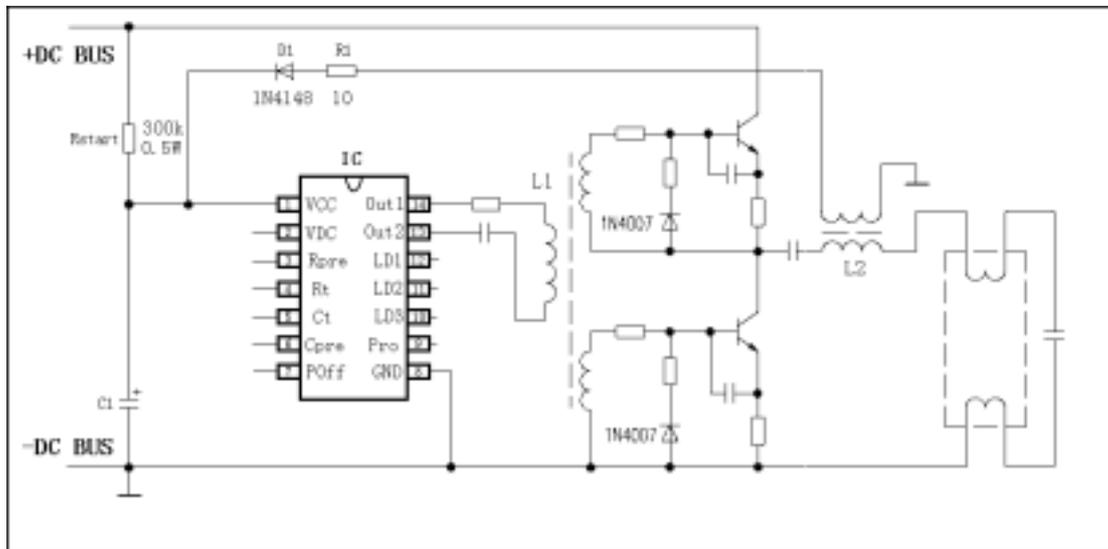
参数		最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
符号	定义					
<b>供电特性</b>						
VCCon	上电开启电压	13	14	15	V	VCC 从 0V 上升
VCCoff	掉电关断电压	4	4.5	5	V	VCC 从 15V 下降
VDC	内建稳压电源输出电压	11.0	11.4	11.8	V	VCC=15-30V
IvDC	内建稳压电源输出电流			10	mA	VCC=15-30V
IQstart	低功耗启动模式 静态工作电流	---	---	600	uA	VCC<VCCon



I <sub>QFault</sub>	故障保护模式 静态工作电流	---	---	600	uA	Pro > 0.7V 或 LD1 < 4.0V 或 LD1 > 7.4V 或 LD2 < 4.0V 或 LD2 > 7.4V 或 LD3 < 4.0V 或 LD3 > 7.4V
I <sub>QVCC</sub>	静态工作电流	---	2.5	---	mA	Out1、Out2 开路
V <sub>VCCoff</sub>	掉电模式锁存电压	---	2	---	V	VCC 从 15V 下降
<b>振荡器特性</b>						
f <sub>osc</sub>	振荡器工作频率	40	---	80	KHz	R <sub>t</sub> =100K, C <sub>t</sub> =510pF
		---	45	---	KHz	
V <sub>CT</sub>	振荡电容的电压	4.5		6.9	V	f <sub>osc</sub> = 45 KHz
df/dv <sub>cc</sub>	频率/电压稳定度	---	0.05	---	%/V	15V < VCC < 25V
df/dt	频率/时间稳定度	---	0.02	---	%/	-40 < T <sub>j</sub> < 125
<b>预热特性</b>						
I <sub>CpreCharge</sub>	C <sub>pre</sub> 脚充电电流	---	0.4	---	uA	
I <sub>CpreDischarge</sub>	C <sub>pre</sub> 脚放电电流	---	5	---	uA	
V <sub>CpreIgn</sub>	C <sub>pre</sub> 脚触发门限电压	---	6	---	V	
T <sub>pre</sub>	预热时间		1		S	C <sub>pre</sub> = 0.047uF
T <sub>ign</sub>	点火扫频时间		100		mS	C <sub>pre</sub> = 0.047uF
V <sub>CpreFault</sub>	故障保护模式 C <sub>pre</sub> 脚电压	---	0	---	V	
f <sub>pre</sub> /f <sub>ing</sub>	预热/工作频率比	1.1	---	1.8	---	R <sub>pre1</sub> =R <sub>pre2</sub> =100K
		---	1.5	---	---	
<b>输出驱动特性</b>						
V <sub>out1p-p</sub>	Out1 脚输出电压 (峰—峰值)	9	---	---	V	I <sub>ou1</sub> > 200mA
I <sub>out1</sub>	Out1 脚输出电流 (有效值)	200	---	---	mA	V <sub>out1p-p</sub> > 9V
V <sub>out2p-p</sub>	Out2 脚输出电压 (峰—峰值)	9	---	---	V	I <sub>ou2</sub> > 200mA
I <sub>out2</sub>	Out2 脚输出电流 (有效值)	200	---	---	mA	V <sub>out2p-p</sub> > 9V
<b>保护触发特性</b>						
V <sub>Pro</sub>	过流检测门限电压	0.65	0.7	0.75	V	
V <sub>LD1up</sub>	窗口检测 1 上门限电压	7.3	7.4	7.5	V	
V <sub>LD1dn</sub>	窗口检测 1 下门限电压	3.9	4.0	4.1	V	
V <sub>LD2up</sub>	窗口检测 2 上门限电压	7.3	7.4	7.5	V	
V <sub>LD2dn</sub>	窗口检测 2 下门限电压	3.9	4.0	4.1	V	
V <sub>LD3up</sub>	窗口检测 3 上门限电压	7.3	7.4	7.5	V	
V <sub>LD3dn</sub>	窗口检测 3 下门限电压	3.9	4.0	4.1	V	

# BL8301 电子镇流器专用驱动电路应用手册

## 功能描述



### 1、上电启动

图 1 典型的上电启动电路

如图 1，上电时，IC 处于低功耗模式，此时振荡器以及半桥都关断，+DC BUS 通过启动电阻 Rstart 给电容 C1 充电，同时电容 Cpre 被放电至 0V。通过电阻 Rstart 的电流减去 IC 的静态工作电流 IQstart 就是给电容 C1 充电的电流。所以启动电阻 Rstart 的选择依据是：在最恶劣的情况下，保证通过 Rstart 的电流至少是两倍的 IQstart。

当电容 C1 上的电压充到大于 IC 的上电开启电压 VCCon 时，IC 开始工作，进入预热模式。从此 IC 的电源依靠灯管限流电感 L2 的副绕组经二极管 D1 (1N4148) 半波整流后提供，图中电阻 R1 (10 欧姆) 主要起抗冲击电流的作用，电容 C1 的推荐值为 10uF。

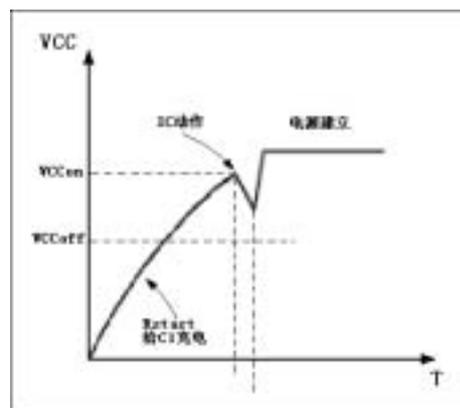


图 2 上电时 VCC 脚的电压

### 2、预热模式

在预热模式下 振荡器和半桥工作在预热频率 fpre 下 ,预热电容 Cpre 被以电流 ICpreCharge 充电，当电容 Cpre 上的电压达到 VcpreIgn 时，IC 进入点火模式。

预热时间 Tpre 由电容 Cpre 决定：



$$T_{pre} = V_{cpreIgn} * C_{pre} / I_{CpreCharg}$$

此时，预热频率  $f_{pre}$  由电阻  $R_{pre1}$  和  $R_{pre2}$  的比值决定：

$$f_{pre} = N * f_{ing} * \frac{R_{pre2}}{R_{pre1}}$$

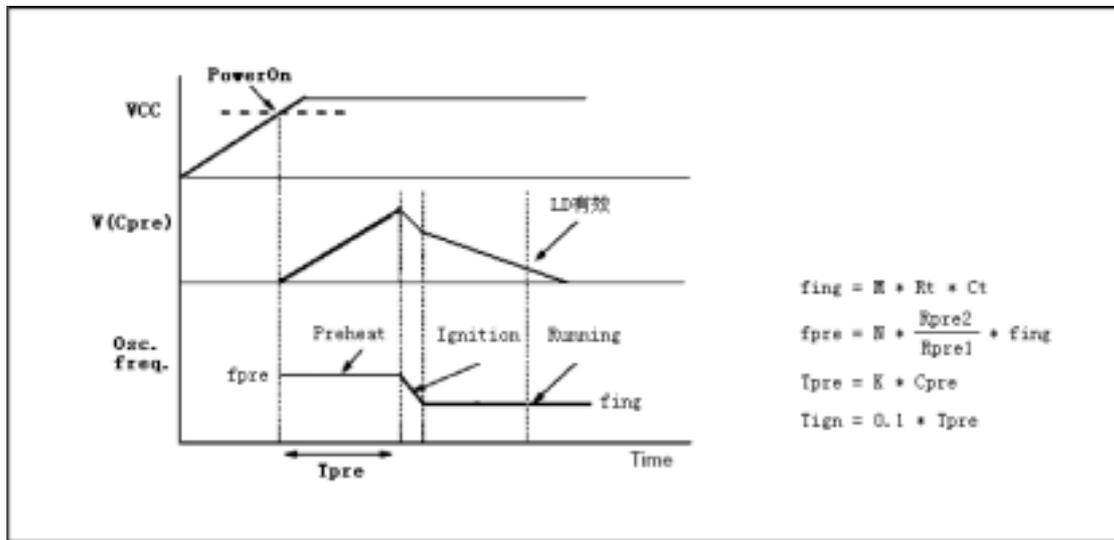


图 3 上电工作时序图

### 3、点火模式

进入点火模式后，预热电容  $C_{pre}$  被以电流  $I_{CpreDischarge}$  放电，同时振荡器和半桥开始从预热频率  $f_{pre}$  向工作频率  $f_{ing}$  扫频。

$$\text{点火时间 } T_{ign} = 0.1 * T_{pre}$$

### 4、工作模式

当振荡器和半桥从预热频率  $f_{pre}$  扫频到工作频率  $f_{ing}$  时，IC 转入工作模式，振荡器和半桥工作在工作频率  $f_{ing}$ 。

工作频率  $f_{ing}$  由电阻  $R_t$  和电容  $C_t$  决定：

$$f_{ing} = M * R_t * C_t$$

### 5、故障保护模式

IC 提供的故障检测引脚有 Pro (9 脚)、LD1(12 脚)、LD2(11 脚)、LD3(10 脚)。

其中 Pro 脚从 IC 上电完毕开始有效，一旦 Pro 脚的电压高于其门限电压  $V_{pro}$  (0.7V)，IC 进入故障保护模式。

LD1、LD2、LD3 为窗口电平检测，窗口的上门限为 7.4V，下门限为 4.0V。这三个脚完全等效，其内部分别通过 550K 电阻提供 5.7V 的直流偏置，点火模式结束后经过约 1S 的延迟后这三个脚有效 (1S 的延迟是为了避开点火的毛刺)。当任何一个脚的电压超出窗口 (高于 7.4V 或者低于 4.0V) 时，IC 进入故障保护模式。



IC 进入故障保护模式后会将故障状态锁存，直到 IC 掉电。如果要做有自恢复功能的镇流器，可以利用 VCC 脚（1 脚）作为控制信号。IC 进入故障保护模式后，如果+DC BUS 电压正常的话，VCC 脚电压会由于电阻 Rstart 充电而升高，并且钳位到 30V 以上，可以用这个信号延迟一段时间后控制一个开关将 VCC 脚对地放电，从而让 IC 进入下一次上电启动过程。

### 6、如何在工作时关断灯丝电流

IC 提供了一个关断灯丝电流的控制信号（Poff 脚），当点火结束转入正常工作状态后，经过约 1S 的延迟，Poff 脚输出一个高电平（驱动能力 15mA），这个信号可以控制开关 K 闭合，从而关断灯丝电流。

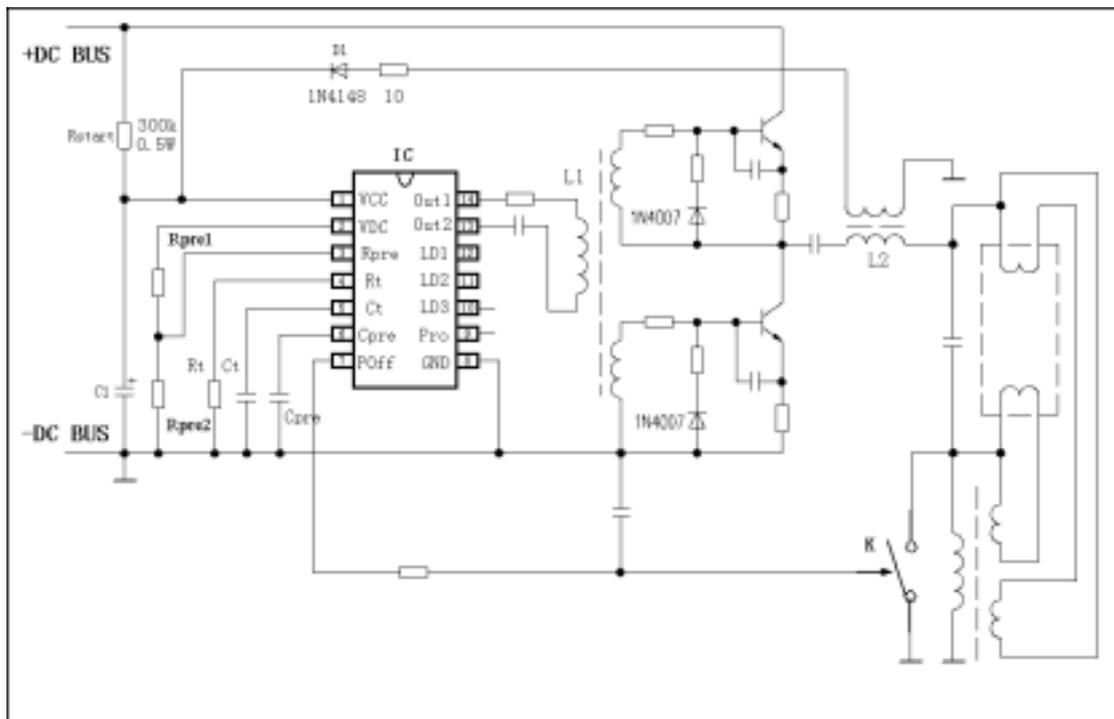


图 6 利用 Poff 信号关断灯丝电流

## 参考设计和调试说明

### 采用 BL8301 的双管电子镇流器电路

#### 一、驱动两根 TL5 28W 荧光灯管的镇流器设计

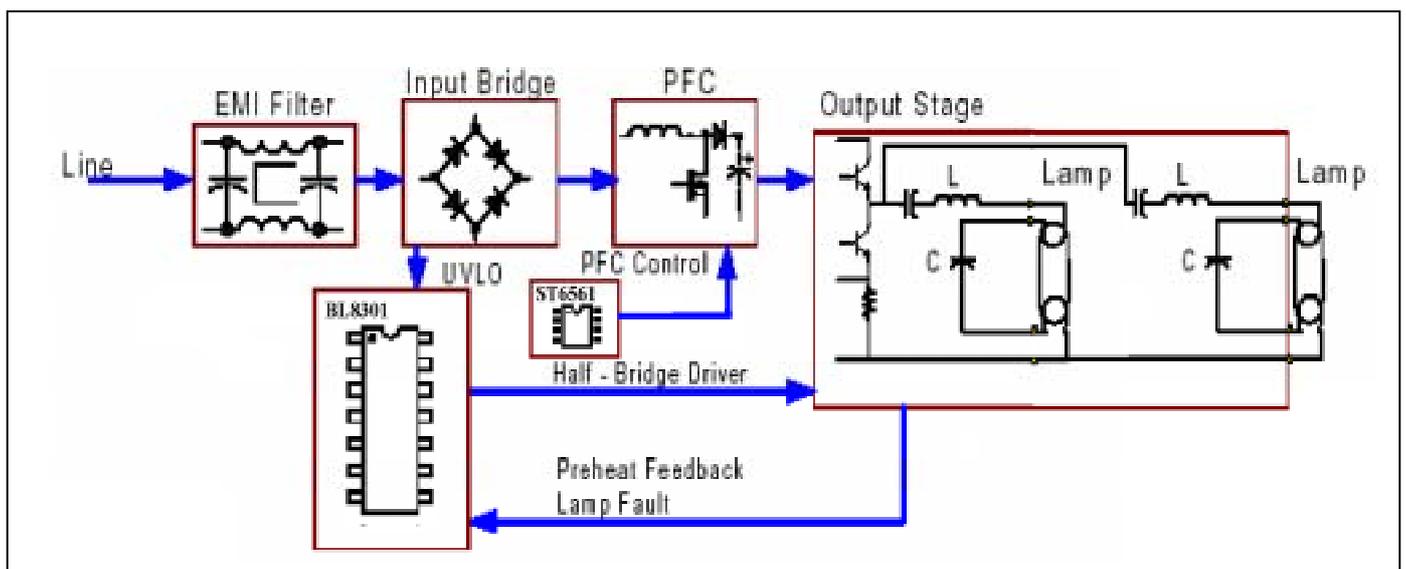
特点：

- 驱动两根 TL5 28W 荧光灯
- 高功率因素/低 THD
- 高频工作
- 灯丝预热
- 灯故障保护
- 灯寿结束关闭
- 采用 BL8301 电子镇流器专用驱动电路驱动

介绍：

BL8301 双 TL5 演示板是一个高效率、高功率因素的电子镇流器，用于驱动两根 TL5 28W 荧光灯。设计中包括有 EMI 滤波电路、有源功率因素校正和镇流器控制电路。其中，有源功率因素校正由 ST6561 实现，镇流器驱动和控制电路由 BL8301 实现。本演示板主要用于指导使用 BL8301 的镇流器产品开发。

镇流器原理框图：





电特性

参数	单位	值
灯类型	W	2 × 28W TL5
输入功率	W	
正常工作时工作频率	KHz	45
预热时工作频率	KHz	68
预热时间	S	1
输入交流电压范围	VAC <sub>rms</sub>	
功率因素		
总谐波失真	%	

故障保护类型：

上灯丝烧断、下灯丝烧断、触发失败、开路（无灯）、灯管漏气、灯寿结束

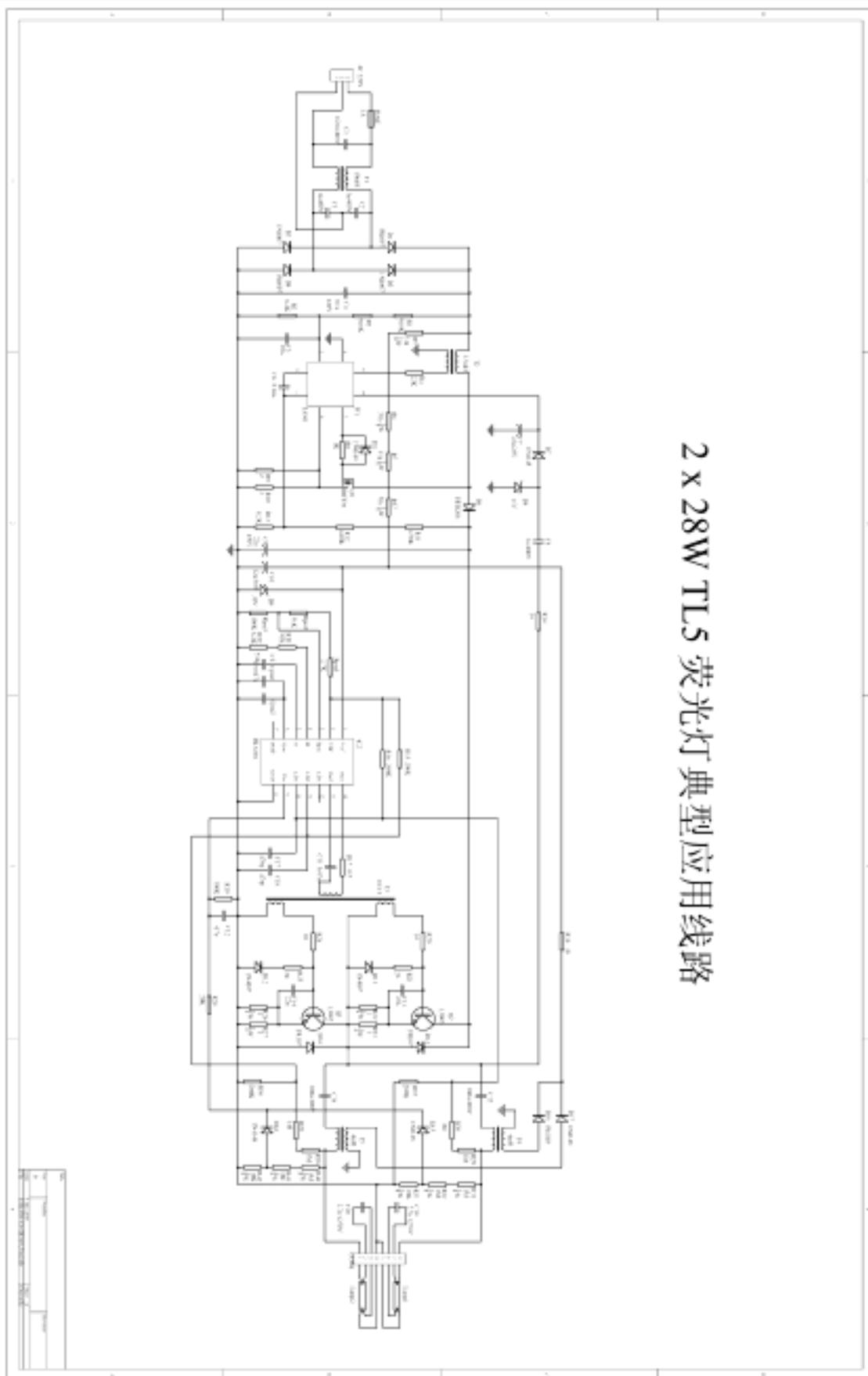
电路原理图和元件表：

电原理图见下页，图中元件参数如下表

元件名称	描述	值	元件名称	描述	值
R1	电阻	910K	RT1	1%精密电阻	91K
R2	电阻	910K	RT2	1%精密电阻	8.2K
R3	电阻	8.2K	R15	电阻	200K
R4	电阻	22K	R16	电阻	200K
R5	1/8W 启动电阻	51K	R17	电阻	0.5
R6	1/8W 启动电阻	51K	R18	电阻	10
R7	1/8W 启动电阻	51K	R19	电阻	100K
R37	1/8W 启动电阻	51K	R20	电阻	10
R8	电阻	1K	R21	电阻	20
R9	电阻	2	R22	1/4W 电阻	1
R10	电阻	2	R23	1/4W 电阻	1
R11	电阻	670K	R24	电阻	10
R12	电阻	620K	R25	电阻	20
R13	电阻	8.2K	R26	1/4W 电阻	1
R14	电阻	10	R27	1/4W 电阻	1
R <sub>pre1</sub>	电阻	2.7K	R28	电阻	20K
R <sub>pre2</sub>	电阻	91K	R29	1/8W 电阻	1M
R <sub>pre3</sub>	电阻	100K	R30	1/8W 电阻	1M



元件名称	描述	值	元件名称	描述	值
R31	1/8W 电阻	1M	D1	二极管	1N4007
R32	1/8W 电阻	1M	D2	二极管	1N4007
R33	1/8W 电阻	10K	D3	二极管	1N4007
R35	1/8W 电阻	200K	D4	二极管	1N4007
R36	1/8W 电阻	200K	D5	二极管	1N4148
R38	1/8W 电阻	1M	D6	二极管	HER206
R39	1/8W 电阻	1M	D7	二极管	1N4148
R40	1/8W 电阻	1M	D8	稳压管	15V
R41	1/8W 电阻	1M	D9	稳压管	30V
R42	1/8W 电阻	10K	D11	二极管	1N4007
C1	电容(400V)	0.22uF	D12	二极管	1N4007
C2	电容(400V)	1nF	D13	二极管	FR107
C3	电容(400V)	1nF	D14	二极管	FR107
C4	电容(630V)	0.1uF	D15	二极管	1N4148
C5	电容	10nF	D16	二极管	1N4148
C6	电容	0.68uF	D17	二极管	1N4148
C7	电容(25V)	22uF	D18	二极管	1N4148
C8	电容(400V)	1nF	T1	EMI 电感	10mH
C9	电容(450V)	22uF	T2	PFC 电感	1.5mH
C10	电容(50V)	22uF	T3	磁环变压器	18 : 3 : 3
C11	电容	0.47uF	T4	谐振电感	3.9mH
C12	电容	4.7uF	T5	谐振电感	3.9mH
C13	电容	22nF	Q1	MOSFET	IRF830
C14	电容	22nF	Q2	功率晶体管	13005
C15	电容(400V)	100nF	Q3	功率晶体管	13005
C16	电容(400V)	100nF	FUSE	保险丝	1A
C17	电容	470pF			
C18	电容	470pF			
C19	电容(1250V)	2.7nF			
C20	电容(1250V)	2.7nF			
CT	1%精密电容	510pF			
Cpre1	1%精密电容	0.047uF			
Cpre2	NC	F			





## 演示板组成部分及工作过程简述

演示板主要由功率因素校正部分和镇流器控制驱动部分组成。

功率因素校正部分采用 ST6561 及其外围电路作为 APFC 升压型变换器。

镇流器控制部分包括由 BL8301 及其外围电路构成的功率管驱动电路、高压半桥驱动和灯故障保护电路（原理图和框图可以参看前文）

### 工作过程简述：

#### 启动

当镇流器通电后，BL8301 处于低功耗模式，此时振荡器以及半桥都关断，+DC BUS 通过启动电阻 Rstart (R5、R6、R7、R37) 给电容 C10 充电，同时电容 Cpre 被放电至 0V。通过电阻 Rstart 的电流减去 IC 的静态工作电流 IQstart 就是给电容 C10 充电的电流。当电容 C10 上的电压充到大于 IC 的上电开启电压 VCCon 时，IC 开始工作，同时开始驱动半桥。从此 IC 的电源依靠灯管限流电感 T4、T5 的副绕组经二极管 D17、D18 (1N4148) 全波整流后提供（图中电阻 R18 主要起抗冲击电流的作用）。

#### 预热

镇流器结束低功耗预热模式后，进入预热模式，这时 BL8301 控制振荡器开始工作，并通过半桥电路输出驱动谐振负载（灯）电路。预热模式下，振荡器和半桥工作在预热频率 fpre 下（fpre 由电阻 Rpre1+ Rpre2 和 Rpre3 的比值决定，演示板的预热频率为 68KHz），预热电容 Cpre 被以电流 ICpreCharge 充电，当电容 Cpre 上的电压达到 VcpreIgn 时，IC 进入点火模式。

预热、触发和正常工作的灯丝电流、灯丝电压如图 1、2 所示。

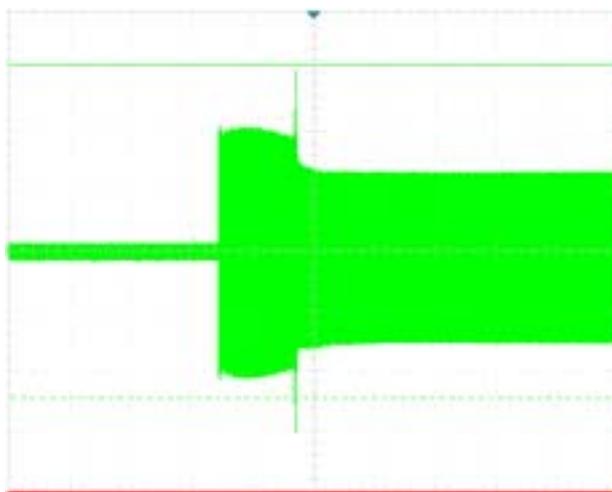


图 1 预热、点火和正常工作的灯丝电流

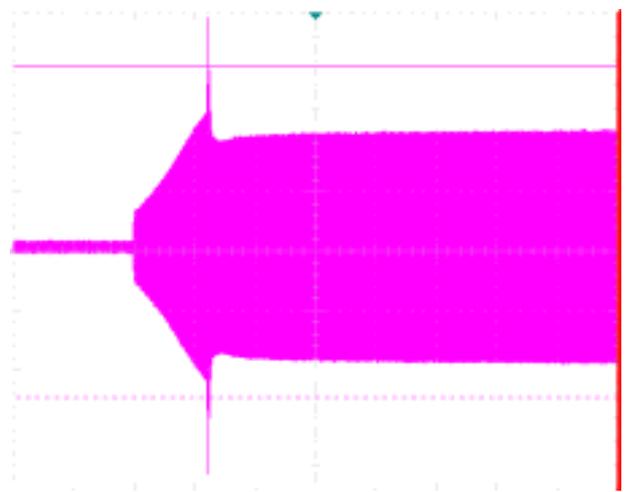


图 2 预热、点火和正常工作的灯丝电压



## 点火

点火模式下，预热电容  $C_{pre}$  被以电流  $I_{C_{pre}Discharge}$  放电，同时振荡器和半桥开始从预热频率  $f_{pre}$  向工作频率  $f_{ing}$  扫频。演示板点火时间约 0.1S。

## 正常工作

当振荡器和半桥从预热频率  $f_{pre}$  扫频到工作频率  $f_{ing}$  时，IC 转入工作模式，振荡器和半桥工作在工作频率  $f_{ing}$ 。工作频率  $f_{ing}$  由电阻  $R_T$  和电容  $C_T$  决定。演示板工作频率为 45KHz。

图 3 是灯在预热、点火和正常工作过程中  $R_T$  脚上的电压变化。

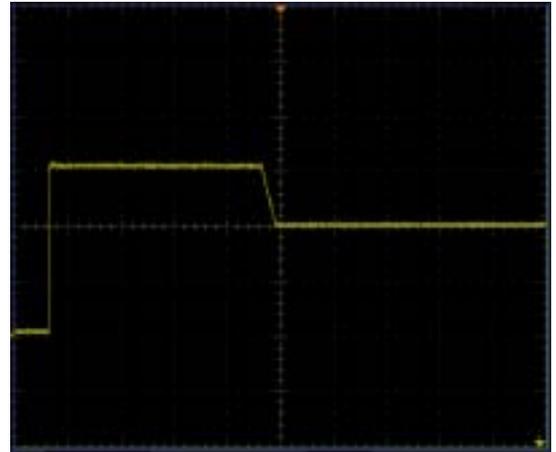


图 3  $R_T$  脚上的电压变化

## 故障保护

演示板中 BL8301 在检测到灯出现故障后立即停止驱动半桥，使镇流器停止工作。同时 BL8301 进入低功耗模式，这时 BL8301 依靠+DC BUS 通过启动电阻  $R_{start}$  ( $R_5$ 、 $R_6$ 、 $R_7$ 、 $R_{37}$ ) 供电。只有当演示板系统掉电时，BL8301 才复位为初始状态（上电模式）。

演示板上， $R_{31}$ 、 $R_{32}$ 、 $R_{33}$ 、 $D_{15}$  ( $R_{40}$ 、 $R_{41}$ 、 $R_{42}$ 、 $D_{16}$ ) 对灯管电压采样。芯片在结束上电模式后，Pro 端的比较器开始工作，当采样信号幅度大于 0.7V 时，Pro 被触发，镇流器进入故障保护模式。

$R_{29}$ 、 $R_{30}$ 、 $R_{35}$ 、 $R_{15}$ 、 $C_{17}$  和  $R_{38}$ 、 $R_{39}$ 、 $R_{36}$ 、 $R_{16}$ 、 $C_{18}$  分别组成两组灯寿检测电路，芯片点火模式结束后约 1S，灯寿比较器开始工作。一旦，有任一灯管的寿命结束，BL8301 的 LD 脚电压将超出内部比较器窗口，使镇流器进入故障保护模式。



### 调试说明：

本说明主要讲述基于上述演示板（BL8301 构成的  $2 \times 28W$  TL5 荧光灯镇流器）的调试过程和方法，以供对 BL8301 其它应用的参考和借鉴。

1. 确定按照电路原理图安装和连接好各元件。
2. 在 BL8301 芯片 1 脚（VCC）和 8 脚（GND）间加一 +15V 直流电源。用示波器观察功率晶体管 Q2、Q3 的  $V_{BE}$  信号，调节振荡器电阻 RT，确定  $V_{BE}$  的信号频率为 45KHz（此时的  $V_{BE}$  波形如图 4）。关闭电源。
3. 短接预热电容  $C_{pre}$  到地，打开 +15V 直流电源，这时芯片将一直工作在预热状态。观测  $V_{BE}$ ，调节预热电阻  $(R_{pre1} + R_{pre2}) / R_{pre3}$  的比值，确定  $V_{BE}$  的信号频率为 73KHz（此时的  $V_{BE}$  波形如图 5）。关闭电源。



图 4 直流电源供电时正常工作状态时的  $V_{BE}$



图 5 直流电源供电时预热状态时的  $V_{BE}$

4. 释放预热电容，打开 +15V 直流电源，观测功率管基极电阻 R20、R24 两端电压波形，调节电阻 R17 使基极注入电流适当。 $2 \times 28W$  TL5 所需的基极注入电流峰值约 85mA。R20 两端电压波形如图 6。关闭电源。
5. 打开 +15V 直流电源，再次观测  $V_{BE}$ ，确定预热频率为 73KHz，工作频率为 45 KHz，并且能够清晰看到扫频过程。预热时间调节可以通过调整  $C_{pre}$  实现。图 7 包含了预热、扫频、正常工作的  $V_{BE}$  波形。

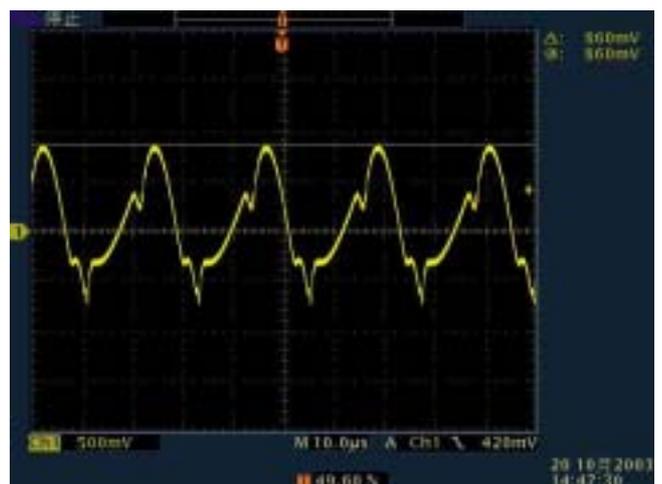


图 6 直流电源供电，正常工作状态时的基极注入

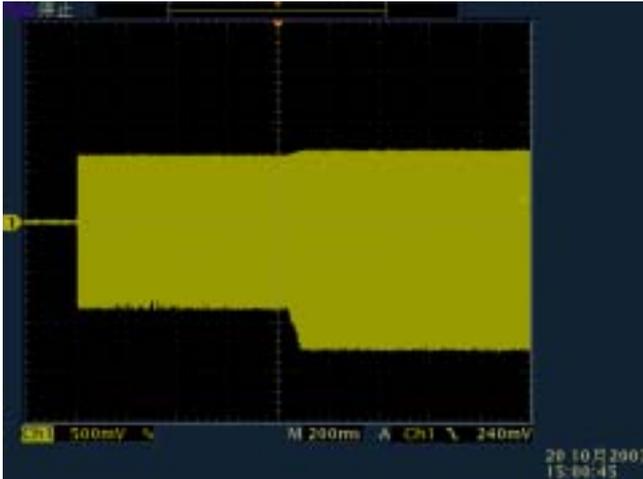


图 7 预热、扫频、正常工作时的  $V_{BE}$

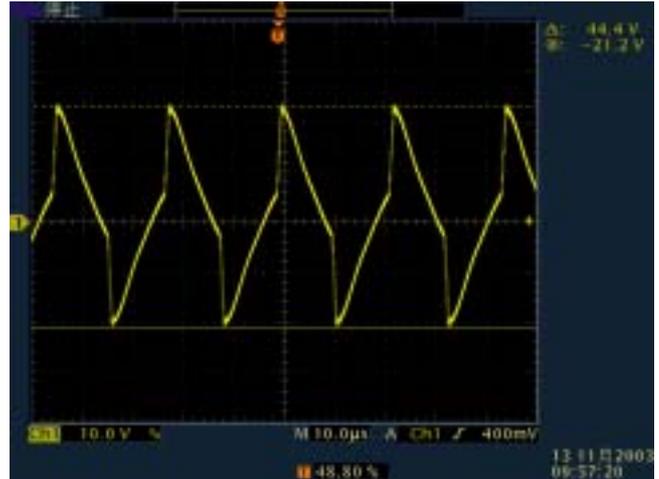


图 8 谐振电感次级的感应电压

- 调整馈电电压。首先断开镇流器的馈电回路（T4、T5 的副边经 D17、D18、R18 到 BL8301 的供电回路）并准备用示波器观测 T4 副边电压，然后将芯片的 VCC 端接 +15V 直流电源正端，GND 端接直流电源和交流电源负端（共地）。同时开启交流电源和直流电源，可以看到荧光灯将预热后点亮，观测荧光灯正常工作时 T4 的副边电压（如图 8），调整谐振电感 T4、T5 的次级匝数使两个电感次级的感应电压峰值都在 20V 左右。调整完毕后去掉直流电源，恢复镇流器的馈电回路。

- 再次短接预热电容  $C_{pre}$  到地，用示波器准备观测  $V_{BE}$ ，打开交流电源开关，此时可以看到镇流器在预热时的波形如图 9，1 - 2S 后关断电源。

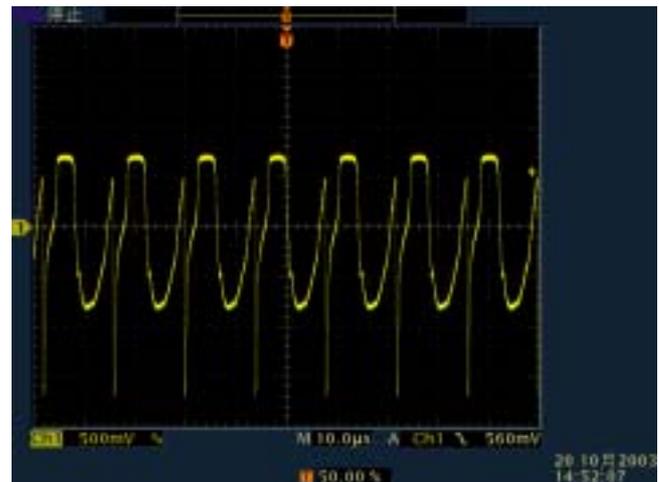


图 9 交流电源供电，预热时的  $V_{BE}$

- 释放预热电容，用示波器准备观测  $V_{BE}$ ，打开交流电源开关，荧光灯将在预热后点亮。进入正常工作模式后的荧光灯  $V_{BE}$  波形如图 10。预热、扫频、正常工作时芯片 1 脚（VCC）波形如图 11。

- 保护电路的调试可分别调试各采样点的电阻实现。（详见应用手册）

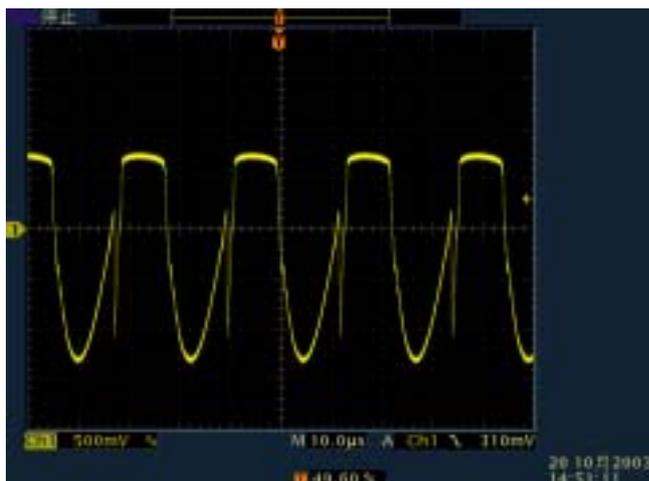


图 10 交流电源供电，正常工作时的  $V_{BE}$

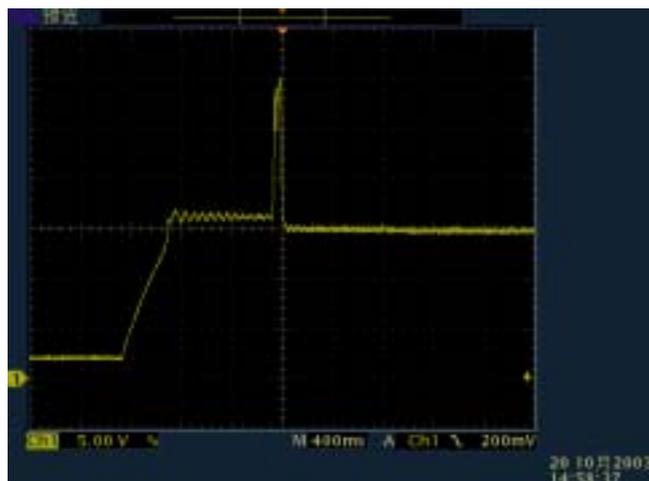


图 11 预热、扫频、正常工作时的  $V_{CC}$



附：

下面一些实测波形仅供应用时参考

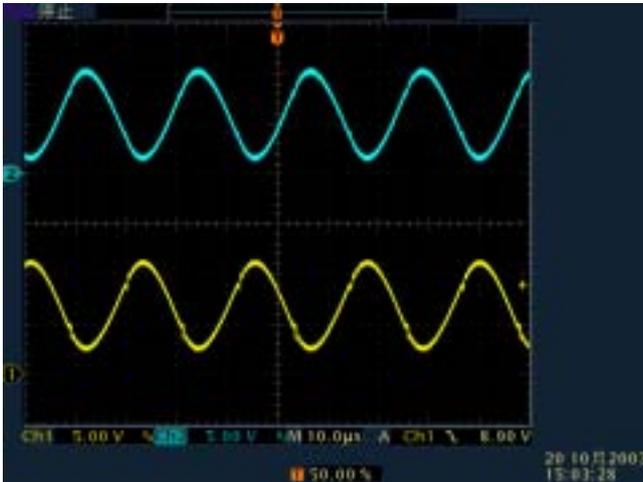


图 12 直流电源供电 ,正常工作时的芯片的 OUT1、OUT2



图 13 直流电源供电 ,正常工作时的 OUT1 - OUT2

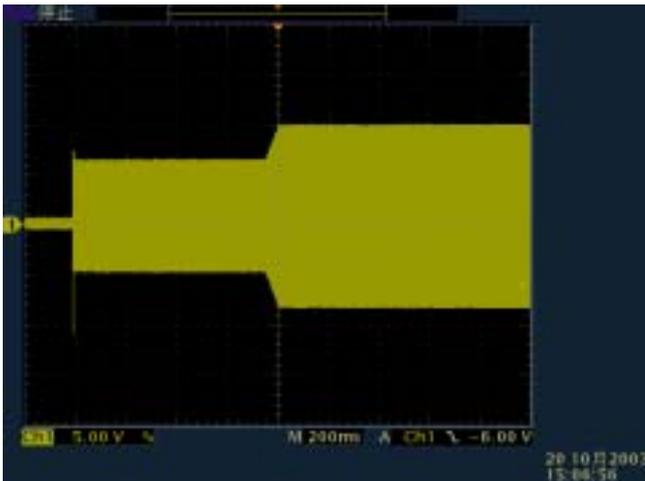


图 14 直流电源供电 ,  
包含预热、扫频、正常工作时的 OUT1 - OUT2

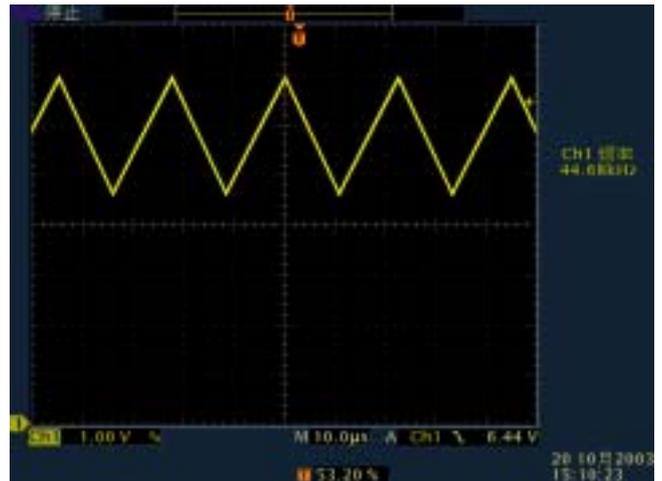


图 15 正常工作时的芯片的 CT 脚上的波形