

## 高性能冷阴极荧光灯控制器—DF6106

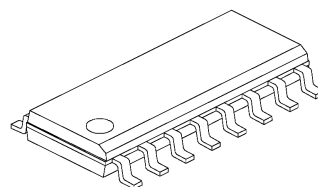
### 规格说明书 (V3.1)

#### ● 简介

DF6106 是一颗采用半桥输出架构的 LCD 背光电源控制 IC，它采用了先进的集成电路工艺，融和最新的冷阴极荧光灯控制技术，因而具有电路方案简单、可靠性高、转化效率高等优点；可广泛应用于单灯管到多灯管控制电路中，如便携式娱乐设备、GPS 导航仪、LCD 显示器、液晶电视等。DF6106 由于采用了独特的专利技术和创新整合技术方案，其中包括多重启动 (Multiple Strike Start) 技术，开路、短路保护缓冲电路技术，因此在实现优良控制特性的同时，不会与其他公司的专利技术形成冲突，简洁的外围电路不但有助于客户降低成本，而且使方案的设计和验证更加方便、快捷。

#### ● 技术特点

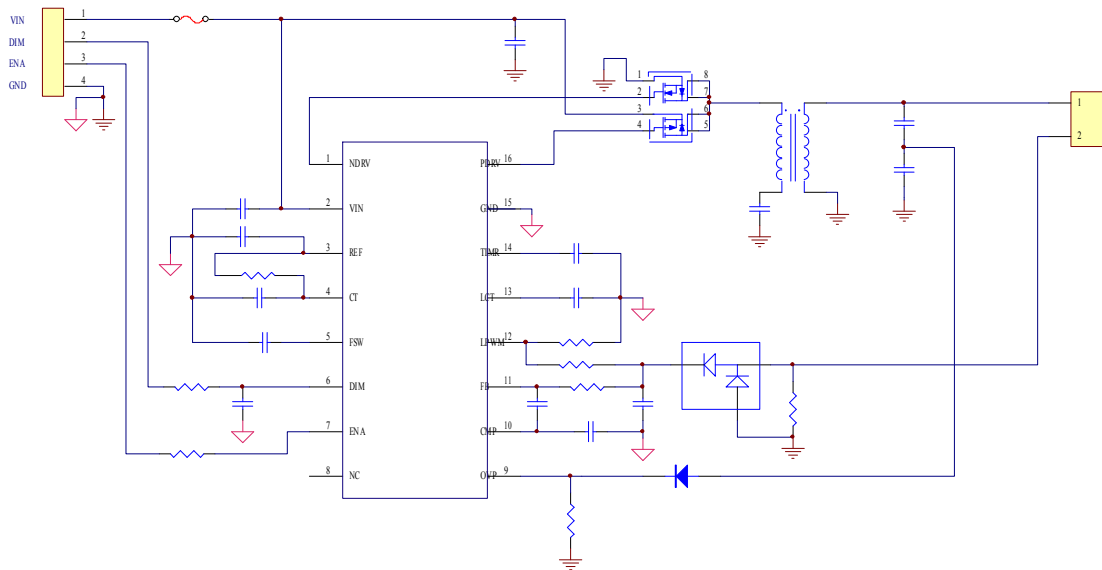
- ◆ IC 工作电压范围宽：4.5V---18V
- ◆ 内置电源管理电路
- ◆ IC 待机电流极小 ( $<2\mu\text{A}$ )
- ◆ N&P-MOS 直接驱动
- ◆ 高精度工作频率控制 ( $\pm 1\%$ )
- ◆ 跳频启动+固定频率工作模式
- ◆ 内置过电压调节、保护电路
- ◆ 采用保护电路缓冲技术，实现稳定可靠控制
- ◆ 更高的输出驱动电平，带来更低的 MOS 导通损耗
- ◆ SOP16 标准封装
- ◆ MSS 多重启动技术，确保灯管启动
- ◆ 内置灯管开路、短路保护电路



#### ● 应用范围

- ◆ 桌上型 LCD 平面显示器
- ◆ 便携式娱乐显示设备
- ◆ 液晶电视、监视器

## ● 典型电路原理图



器件型号	封装形式	温度范围	其他
<b>DF6106</b>	<b>SOP16</b>	<b>-20℃~+85℃</b>	符合 RoHS

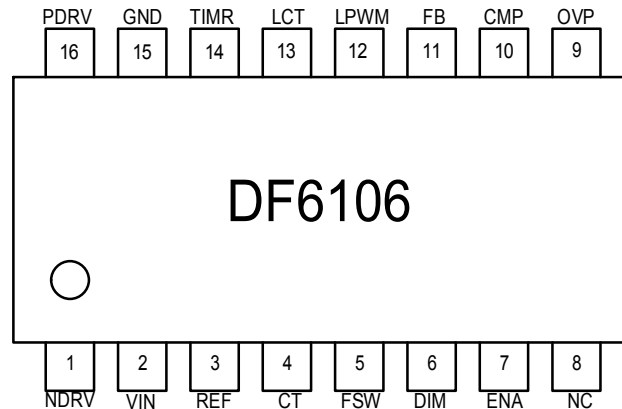
## ● 极限工作条件

输入电压 VIN	20V
结温 Tj	150℃
功耗 Pd	1.0W
工作频率 Fop	150KHz
存储温度	-55℃~+150℃

## ● 推荐工作条件

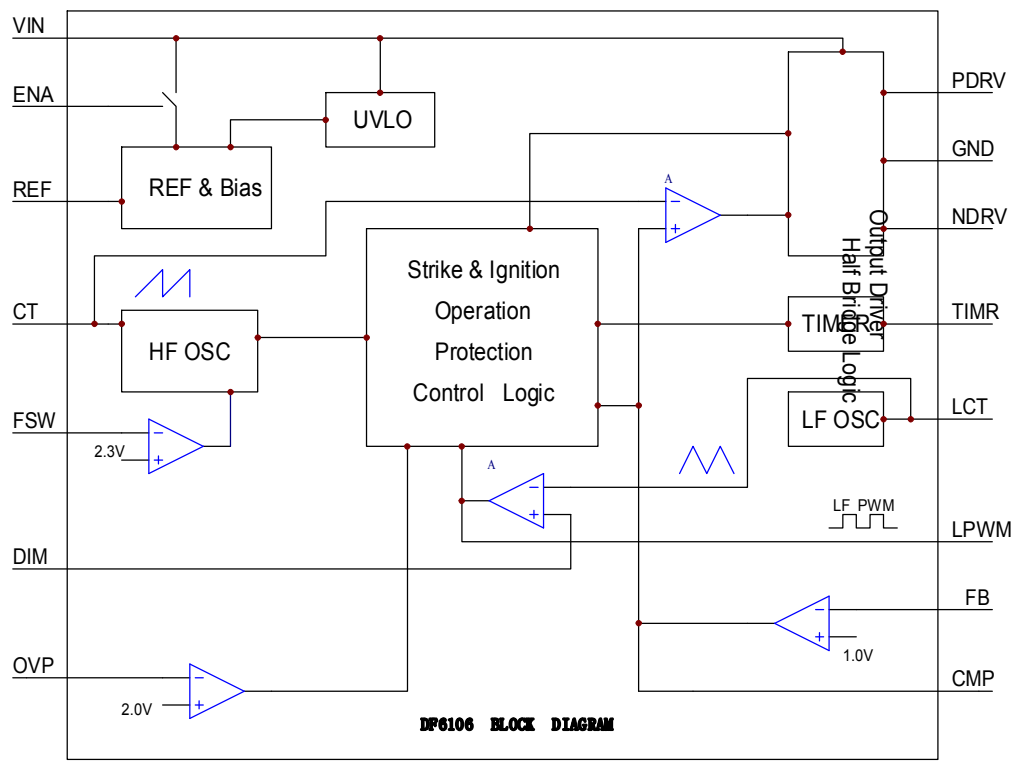
输入电压 VIN	<b>4.5~18V</b>
开关电压 ENA	<b>0~5V</b>
调光电压 DIM	<b>0~5V</b>
工作频率 Fop	<b>20~100KHz</b>
工作温度 Top	<b>-20℃~+85℃</b>
热阻 $\theta_{JA}$	<b>88℃/W</b>

- 引脚说明



编号	符 号	功 能 说 明
1	NDRV	N- MOS 驱动功能
2	VIN	IC 电源输入, 输入电压范围 +4.5----18V.
3	REF	IC 内部产生的 3.5V 参考电压输出.
4	CT	外接 RC 构成振荡器, 产生正常工作频率.
5	FSW	频率切换开关, 灯管启动后, 使频率从启动频率切换到正常工作频率, 开关电压为 2.3V, 小于 2.3V 输出为启动频率;大于 2.3V 输出为灯管正常工作频率.
6	DIM	PWM 调光模式, 输入电压范围 0---2V, 0V 最亮 100%; 2V 最暗 0%, DIM 接 GND 时, PWM 调光模式不起作用.
7	ENA	IC ON/OFF 输入, OFF: 0---1V; ON: 2---5V (ENA 输入电压最高不得超过电源电压)
8	NC	空
9	OVP	过电压保护放大器输入端, 门限电压为 2.0V, 当输入电压接近 2V 时,便开始使输出推动占空比减小,抑制变压器输出的高压, 使其达到设定的电压范围.
10	CMP	灯管电流误差放大器输出补偿端子, 也提供软启动 (Soft-Start) 功能; 外接电容构成了多重扫描波形, 形成了特有的多重启动 (Multiple Strike Start) 技术.
11	FB	灯管电流反馈取样输入端, 门限电压为 0.96V
12	LPWM	内部为低频开关, PWM 调光模式补偿用.
13	LCT	外接电容构成低频(100-300Hz)振荡器,提供 PWM 调光频率和比较电压,与 PIN6 -DIM、PIN12—LPWM 共同实现 PWM 调光.
14	TIMR	外接电容后提供了多种功能包括电路启动时间、异常保护时间设置功能, 异常保护锁定功能
15	GND	接地端子
16	PDRV	P- MOS 驱动功能

- 内部原理逻辑图



● 电气规格参数

(未作特别说明, 均在 VIN=12.0V, 环境温度 Ta= 25℃下测试)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>参考电压 REF</b>						
输出电压	VREF	IREF =3mA	3.45	3.55	3.65	V
线性调整		4.5V<VIN<18V			30	mV
负载调整		0< IREF <3mA			30	mV
<b>工作电流</b>						
待机电流	I <sub>OFF</sub>	ENA=0V		1.0	5.0	μ A
工作电流	I <sub>op</sub>	ENA=3V, PIN1\PIN16 输出各接一个 2nF 模拟负载	10.0	11.0	12.0	mA
<b>开关电压 ENA</b>						
开启电压	ON			2---5	VIN	V
关闭电压	OFF		0		1.2	V
<b>过压保护 OVP</b>						
比较器输入电压	V <sub>ovp</sub>	使两个输出脉冲关闭	1.9	2.0	2.1	V
参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位

高频振荡器 HF OSC						
波峰值		VIN=12V, ENA=3V (正常工作)	940	960	980	mV
波谷值		VIN=12V, ENA=3V (正常工作)	220	240	260	mV
启动频率	Fstr	VIN=12V, ENA=3V, FSW<1.5V Rt=75K $\Omega$ , Ct=470PF Rt 为 PIN3 与 PIN4 之间的定时电阻, Ct 为 PIN4 到地的之间的定时电容。	67.5	69.5	71.5	KHz
工作频率	Fop	VIN=12V, ENA=3V, FSW>2.5V	54.6	55.6	56.6	KHz
频率转换 FSW						
转换电压		VIN=12V, ENA=3V, FSW 从 0→3.0V	2.20	2.30	2.40	V
低频振荡器 LF OSC						
波峰值		VIN=12V, ENA=3V (正常工作)	1.85	1.90	1.95	V
波谷值		VIN=12V, ENA=3V (正常工作)	270	280	290	mV
PWM 调光频率	FLOsc	VIN=12V, ENA=3V, <b>CL=33nF</b> CL 为 PIN13 到地的之间的定时电容。	180	200	220	Hz
PWM 调光 DIM						
最大亮度输入电压		PWM 调光 DUTY=100%			150	mV
最小亮度输入电压		PWM 调光 DUTY=0%	2.00	2.10	2.50	V
50%亮度输入电压		PWM 调光 DUTY=50%		1.10		
PWM 调光频率	FLOsc	VIN=12V, ENA=3V, <b>CL=33nF</b> CL 为 PIN13 到地的之间的定时电容。	180	200	220	Hz
电流误差放大器						
FB 参考基准电压			0.980	0.995	1.010	V
放大器补偿 CMP			0		3.1	V
多功能定时器 TIMR						
启动时间设置		外接 680nF 电容	2.0	2.2	2.4	s
正常工作电压		输出正常		0.6		V
保护锁定后电压		异常状态下输出关闭		2.6		V
输出驱动 NDRV						
高电平		VIN=4.5----18V	VIN-1.0V		12.0	V
低电平		VIN=4.5----18V		200	300	mV
输出阻抗	Ron	VIN=12.0V		10		$\Omega$
占空比		正常工作	10%		45%	%
上升/下降时间		采用 2000PF 模拟负载	100	150	200	ns
输出驱动 PDRV						
高电平		VIN=4.5----18V	VIN-1.2V	VIN-1.0V	VIN	V
低电平		VIN=4.5----18V	0.6		8.0	V
输出阻抗	Ron	VIN=12.0V		10		$\Omega$
占空比		正常工作	10%		45%	%
上升/下降时间		采用 2000PF 模拟负载	100	150	200	ns

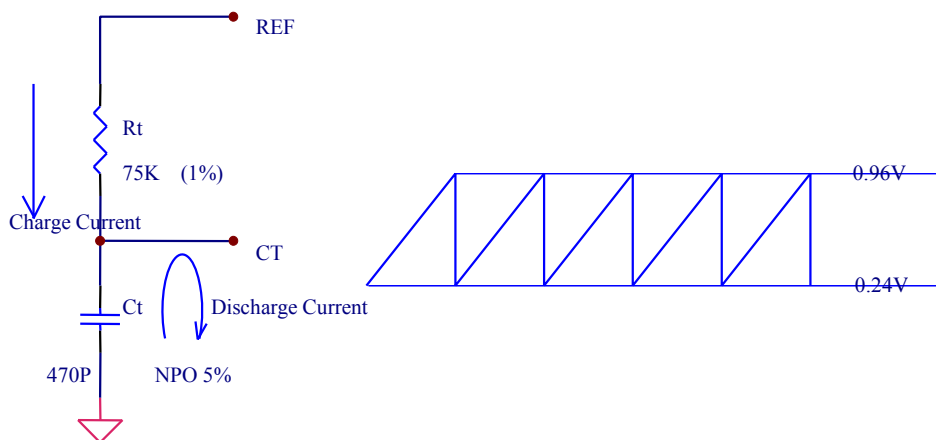
## ● 功能特点说明

DF6106 冷阴极荧光灯控制器是采用准谐振单级(Single-Stage)半桥方式的开关电源控制器，具有转换效率高、电路简单可靠的特点，并符合节能、绿色环保的要求。由于采用了先进的集成电路工艺，IC 内部具有电源管理电路，因此 4.5V---20V 的外部电压可以直接输入,不再需要多个外围分立元件组成的电源管理电路； DF6106 还提供对 P-MOS 的直接驱动,而不需要变换电路。与其他的同类芯片相比,该芯片在工作电压范围内还具有极低的待机电流( $<2\mu\text{A}$ )。以下分别就本芯片的主要控制特点作详细说明：

### ◆ 高精度频率控制

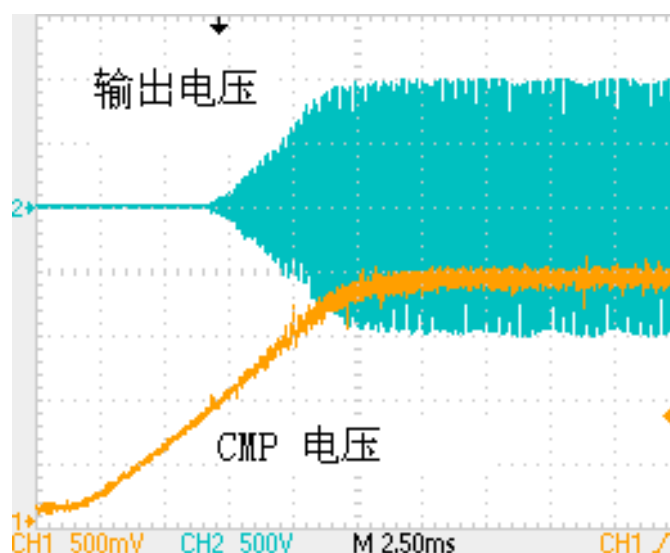
由于新一代的冷阴极荧光灯控制器均采用了准谐振式设计，而频率的控制又是准谐振式工作模式的关键所在，工作频率控制精度的高低直接影响产品发热状态即转换效率、批量产品一致性、合格率等。因此，频率控制精度成为冷阴极荧光灯控制器的关键指标之一。

DF6106 的频率控制由 IC 内部的高频振荡器 HF OSC 来实现， HF OSC 的频率经过 1/2 分频产生输出驱动频率，也就是最终灯管的工作频率。这里 HF OSC 采用了外接电阻和电容构成的振荡器，其原理为电流经过外接电阻为电容不断充电，而芯片内部的则按照设置的电压点不断的放电和停止放电。基于该振荡器的工作原理，由于芯片内部提供了高精度的电压控制，因此外部定时电阻  $R_t$  和定时电容  $C_t$  成为影响频率的主要因素。DF6106 的实际频率误差为  $\pm 1\%$ ，选取适当的外部元件，可改善批量产品工作频率的一致性。



### ◆ 软启动

为了降低启动瞬间的大电流冲击，DF6106 提供了很好的软启动功能，在芯片 ENA 为高后，CMP 由于外接电容的存在，产生了一个由 0V 到 3V 逐渐上升的斜波，当达到一定电压（0.8V）时，两个驱动脉冲宽度开始展开，并随着 CMP 电压上升而逐渐变大。灯电流取样负反馈形成后，CMP 电压就稳定在某一个值,同时对应一组驱动脉宽。



由于软启动的存在，变压器的输出电压（CH2）也随着 CMP 电压的逐渐上升也呈现出一定的上升梯度。

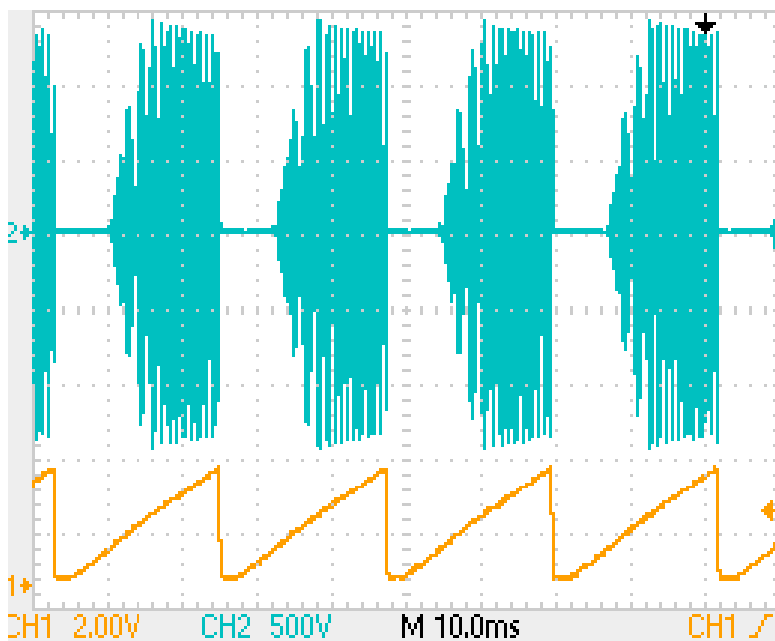
#### ◆ MSS 多重启动技术

众所周知，在冷阴极荧光灯管工作中，除了正常的点亮工作状态之外，由于灯管特性和驱动电路特性差异造成一些特殊状态，包括灯管老化导致启动电压高、输入直流电压偏低导致输出电压不足、点亮后工作状态不稳定等。采用一般的控制技术，对于这些一次不能迅速顺利点亮灯管的状态，一般会视为异常状态而保护，给电路的稳定性和设计都带来很大的麻烦。

DF6106 采用了独特的 **MSS (Multiple Strike Start)** 多重启动技术，来实现对特殊工作状态判断和控制，大大提高了系统的稳定性和可靠性。具体工作原理为：启动开始后，当 CMP 电压完成一次从 0V 到 3V 逐渐上升的斜波（对应一次输出脉宽从零到最大，输出电压逐渐达到最大的状态），也就是对应一次完整的启动过程，如果还没有足够的电流反馈的使 CMP 稳定在 3V 以下某个电压，即进入正常的灯管点亮并稳定工作状态话，芯片内部将 CMP 电压拉低到 0V，之后 CMP 电压由于外接电容的存在，其电压再次逐渐上升，实现又一次启动过程，如此循环反复，这样就在灯管上施加了多次从低到高的启动高电压脉冲群，形成对灯管的多次持续不断



的高电压脉冲“**打击**” (Multiple Strike), 见下图, 直至灯管点亮, 产生稳定的灯电流负反馈控制信号。因此, 如果电路开始启动后, 灯管不能顺利点亮, 电路将会施加持续不断的高电压脉冲群给灯管, 灯管会受到了多次的高压冲击, 大大增加了成功启动的几率。



图中通道 1--CH1 (下) 为多重启动下的 0—3V 的 CMP 电压, 通道 2--CH2 (上) 为在 CMP 控制下构成多重启动技术独有的——持续的变压器输出高压脉冲群。

完成上述这样一次小启动的周期约为 25ms。电路启动的同时, PIN14 TIMR 内部的定时器也开始定时, 如果在内部的定时器设定的时间 (一般为 2 秒钟左右) 之内, 经过多次启动后灯管还没有正常点亮, 即存在灯管开路等故障, 保护电路便关闭两个驱动脉冲, 使电路功率部分完全关闭, 整个电路处于保护锁定状态, 再次启动需要将 VIN 或 ENA 完全复位。

#### ◆ 跳频启动 (可选)

DF6106 采用固定频率工作模式, 但在灯管启动阶段也提供了可供选择的跳频启动功能, 启动频率为工作频率的 1.2~1.3 倍, 灯管点亮后, 通过 PIN5 FSW 的频率切换功能, 转到正常工作频率。

跳频启动最初的目的是提供更高的灯管击穿电压, 但由于需要变压器、高压匹配电容、灯管的参数配合, 实际中有些电路状态下跳频不一定会提供更高的灯管击穿电压, 因此为了使电路设计、调试更加简单, **推荐采用定频模式工作, 在定频模**

**式下 DF6106 由于采用 MSS 技术，能够保障对灯管的可靠击穿和点亮。**

PIN5 FSW 启动采用跳频模式时，可通过灯管电流取样信号的配合来实现，具体电路参考相关电路图。

PIN5 FSW 接 REF（或悬空），可实现固定频率工作模式。

#### ◆ 正常工作

一般状态下，电路经过瞬间（数十毫秒）一次启动便进入正常工作模式，灯管电流负反馈闭环控制达到平衡状态，灯管电流在设置的数值上保持恒电流工作，以便使液晶显示器背光亮度维持恒定亮度。

#### ◆ 灯管工作异常保护

灯管工作状态的异常主要表现为灯管电流的变化和异常，DF6106 也是主要通过灯管电流异常来判断电路状态，并控制异常状态下的保护动作。如果正常工作中灯管被移走或灯管损坏，将导致灯管开路，那么灯电流反馈信号会严重不足，导致 CMP 电压上升，如果上升到 3V，灯电流反馈还没有使 CMP 电压稳定的话，IC 再次使电路进入多重启动状态来对故障进行充分判断，同时启动了故障延时定时器，同样，在设定的时间内还不能正常工作的话，IC 将关闭两个输出脉冲，使电路进入保护性锁定状态。

同样道理，如果由于某种原因使灯管电流反馈不能达到正常设定值，比如变压器升压比不足、灯管高压端接地短路、低压端接地短路、高压打火等，都会引起电路进入保护性锁定状态，这样就起到了对异常工作状态的保护，而且该保护功能具有一定的延时判断的特点，减少了电路误动作的可能性。

#### ◆ 过电压保护

DF6106 的过电压保护功能通过 PIN9 OVP 信号来实现，灯管正常工作时，OVP 收到电压信号一般在 1.5V 以下，当电压取样信号达到 OVP 内部基准电压 2V 左右时，IC 内部过电压比较器开始动作，即将 CMP 电压降低，CMP 电压降低导致输出占空比减小，最终使得变压器输出电压减小，这样就使变压器输出电压维持在一个设定的范围里，通过取样电路的参数调整可以方便的调整变压器输出最高电压的大小。

当电压取样信号达到 OVP 内部基准电压 2V 左右时，IC 内部过电压比较器开始工作的同时，也启动了故障延时定时器，与灯管电流异常状态保护机理类似，在设定的时间之后，OVP 收到的信号还维持在 2V 左右时，没有降低的话，IC 将关

闭两个输出脉冲，使电路进入保护性锁定状态。

只有当 OVP 上的电压取样信号接近 2V 左右时，过压保护功能才开始起作用，正常的灯管工作状态下，过压保护电路处于休眠状态。

### ◆ 保护电路缓冲技术

从以上的保护电路工作原理可以看出，在灯管开路、短路、灯电流异常、过电压等异常情况下，DF6106 的保护性停机前都具有一个延时判断过程，具有良好的缓冲功能，这一技术的采用，正好适应了冷阴极灯管在冷启动、老化、输入直流电压不足等非最佳工作条件下的工作特性，能够充分实现高度可靠的启动和工作，而不会出现非最佳工作条件下的误动作。

### ◆ PWM 调光

DF6106 通过内置电路实现间歇 (Burst) 调光模式，PIN6 DIM 是调光电压输入端，其电压从 0 到 2.5V 变化时可实现从最大亮度到完全变暗的调节；PIN13 LCT 内部构成低频振荡器，通过外接电容大小可调整 PWM 调光频率。

## ● 电路应用说明

### PIN2 VIN 电源输入

由于采用了电源电压直接输入的方法，为了防止功率电路对 IC 自身工作的干扰，电路中可采用阻容滤波的方法，电源输入电阻 10 $\Omega$ ，滤波电容采用 2.2 $\mu$ F 陶瓷电容，电容耐压大于最高工作电压，滤波电容尽量靠近该引脚。

### PIN1、PIN16 输出驱动

为了降低在直接推动 NMOS、PMOS 时产生的冲放电干扰，改善 MOS 的驱动波



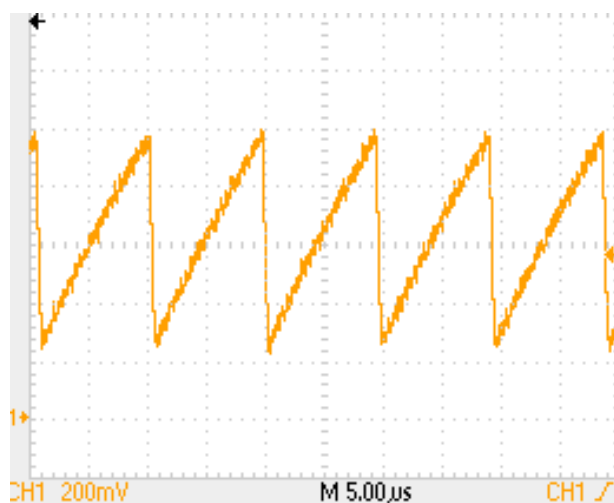
形，推荐采用 27 $\Omega$  的电阻串联在 PIN1 (NDRV)，10 $\Omega$  的电阻串联在 PIN16 (PDRV) 和相应的 MOS 驱动引脚之间进行缓冲隔离，以提高系统的稳定性。12V 时的两个输出驱动波形如图所示。

### PIN3 REF 基准输出

REF 提供了 IC 内外的电压基准，对保障芯片正常稳定工作起着重要作用，因此也需要良好的稳定性，滤波电容最好采用  $1.0\mu\text{F}$  以上陶瓷电容，尽量靠近该引脚。

### PIN4 CT 工作频率设定

为了获得良好的频率稳定性并降低频率误差，定时电阻采用 1%精度的，定时电容采用 NP0（COG）型容量误差 5%的陶瓷电容，这样最终产品的工作频率误差可以控制在 5%左右。定时电阻取值范围 51K—120K，定时电容取值范围 330P—680P。振荡器的实际波形如下图，注意振荡器的频率为灯管工作频率的两倍。



工作频率和电阻、电容之间具有如下关系：

$$R_t [\text{k}\Omega] \times C_t [\text{pf}] \times F_{\text{op}} [\text{kHz}] \approx 1.96 \times 10^6$$

$R=75\text{K}$ ,  $C=470\text{PF}$ , 可获得大约 55.6KHz 的工作频率。

\*\* 跳频启动时，为了获得 1.2—1.3 倍工作频率的启动频率，电阻值最好取 75K 左右。

### PIN5 FSW 频率切换

PIN5 FSW 引脚电压大于 2.3V 时，电路以正常频率工作；1.5V 以下，电路以 1.2—1.3 倍的正常频率工作，来提供启动瞬间的高压。

定频工作时，可将该引脚接 PIN3 REF；

跳频启动时，需将灯管电流信号经过处理后施加到该引脚，来实现频率平滑变化，具体电路参考应用电路图。

### PIN6 DIM 调光输入

PIN6 是 PWM 调光模式的调光电压输入端，其电压从 0 到 2.5V 变化时可实现从最大亮度 100%到完全变暗的调节；

当不使用 PWM 调光模式时，需将该引脚拉低或接地。

#### PIN7 ENA 开关功能

内置输入电阻，可实现稳定可靠的开关控制，推荐的电压输入范围为 0—5V，最大可达到 IC 输入电压，但不得超过 IC 输入电压。

#### PIN9 OVP 过压保护

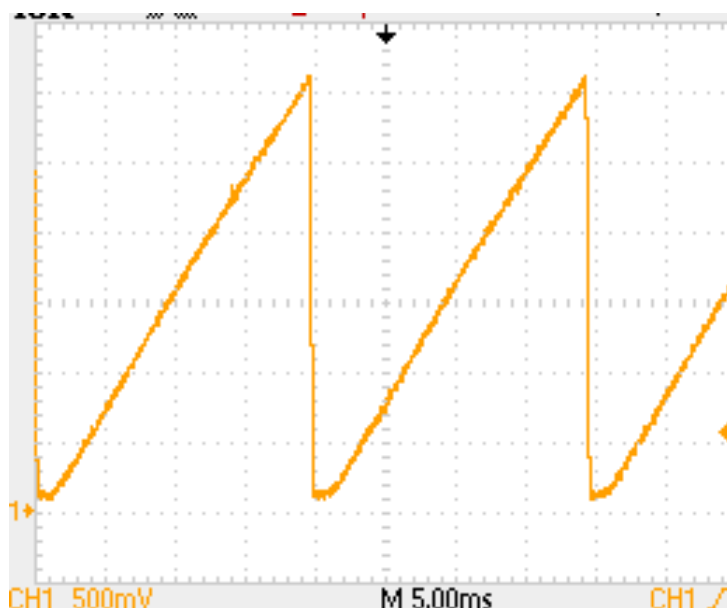
OVP 的保护动作电压为 2.0V，需要调整分压电路使得灯管正常工作时该引脚的电压保持在 1.2-1.4V 左右；分压太小，不能够起到过压保护作用，分压太大，会影响正常启动功能。

外接 2.2nF 电容和 1M 电阻对输入的电压信号起着消除高频干扰的作用。

#### PIN10 CMP

PIN10 CMP 具有多种功能，包括软启动、多重启动，反馈回路补偿，典型的应用条件下，PIN10 对地接 22nF 电容，与 PIN11 间接 68nF 电容。

正常工作时，PIN10 CMP 维持在 1.0V 到 2.6V 之间的某一个电压上；当电路处于多重启动或保护锁定状态时，CMP 为一个 50Hz 左右的 0-3V 的锯齿波，如下图所示。



#### PIN11 FB

**PIN11 FB** 为灯管电流反馈信号输入端，通过反馈信号输入 IC 内部的误差放大器反向输入端，再由误差放大器输出来控制驱动占空比，形成闭环负反馈控制，最终来调整灯管电流，使灯管电流维持恒定。

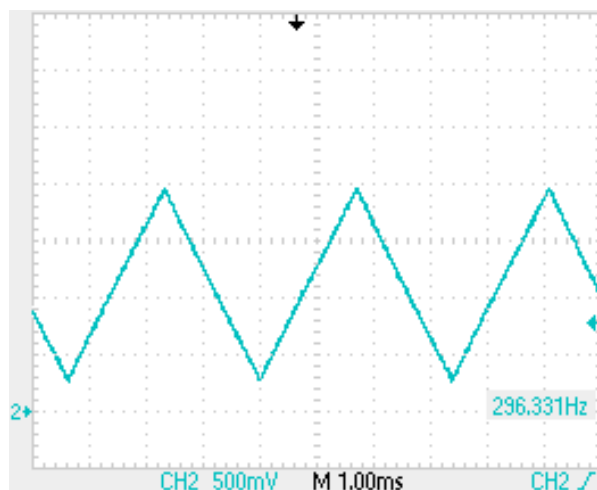
PIN11 FB 的内部基准为 1V。

#### **PIN12 LPWM**

PIN12 LPWM 内部是一个对地的开关信号，开关频率为 PWM 调光频率，因此可用来配合 PWM 调光功能的实现，不使用 PWM 调光功能时，可将该引脚悬空。

#### **PIN13 LCT**

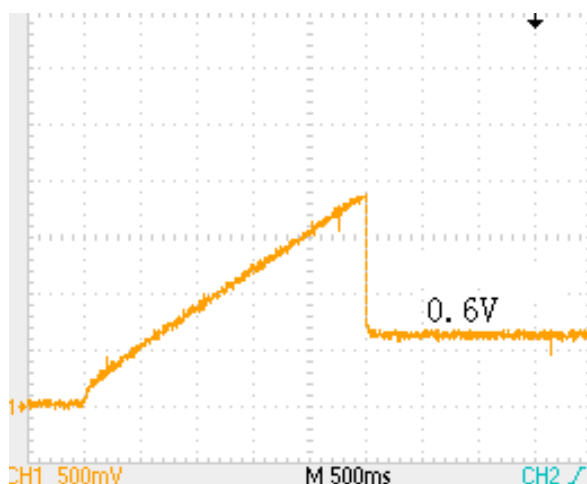
PIN13 LCT 为 PWM 调光频率设置端，其内部为低频振荡器，通过外接一个 22nF 电容可获得 300Hz 左右的振荡三角波，其频率为调光频率，该波形与 PIN6 在 IC 内部通过比较器进行比较，共同完成 PWM 调光功能，PIN13 LCT 波形如下：



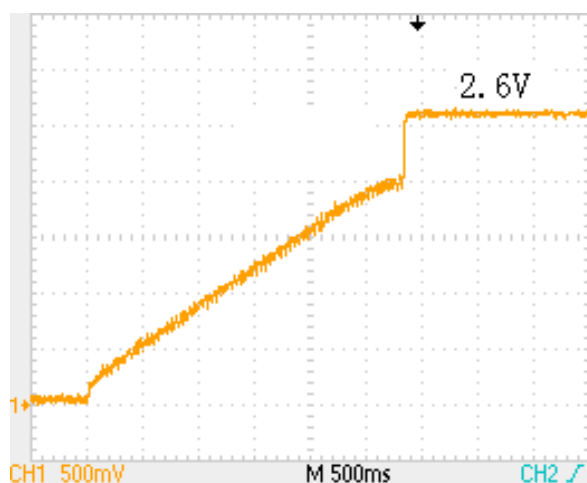
#### **PIN14 TIMR**

PIN14 TIMR 为异常保护时间设置端，该引脚对外具有充电功能，外接电容充电时间决定了各种保护功能所需时间的长短。该电容推荐采用 680nF 左右，可获得 2s 左右的启动保护时间，电容减小，时间变短；电容增加，时间延长。

同时 PIN14 还具有工作状态指示和控制功能，电路启动后，PIN14 上面的电容开始充电，该点电压开始升高，如果电路启动成功后转入正常工作，PIN14 电压变为 0.6V；如果电路不能顺利启动或进入多重启动阶段，PIN14 上面的电容将继续充电，电压升高，如果到设定的时间后电路依然不能正常工作，PIN14 的电压将锁定为 2.6V，同时使电路输出关闭，电路进入保护关闭状态；再次开启电路，需要将 IC 的 VIN 或 ENA 重新复位一次。启动后转入正常工作状态时，PIN14 TIMR 启动前后的波形变化如下，



启动后不能正常工作，导致电路最终进入保护状态，PIN14 TIMR 启动前后的波形变化如下：



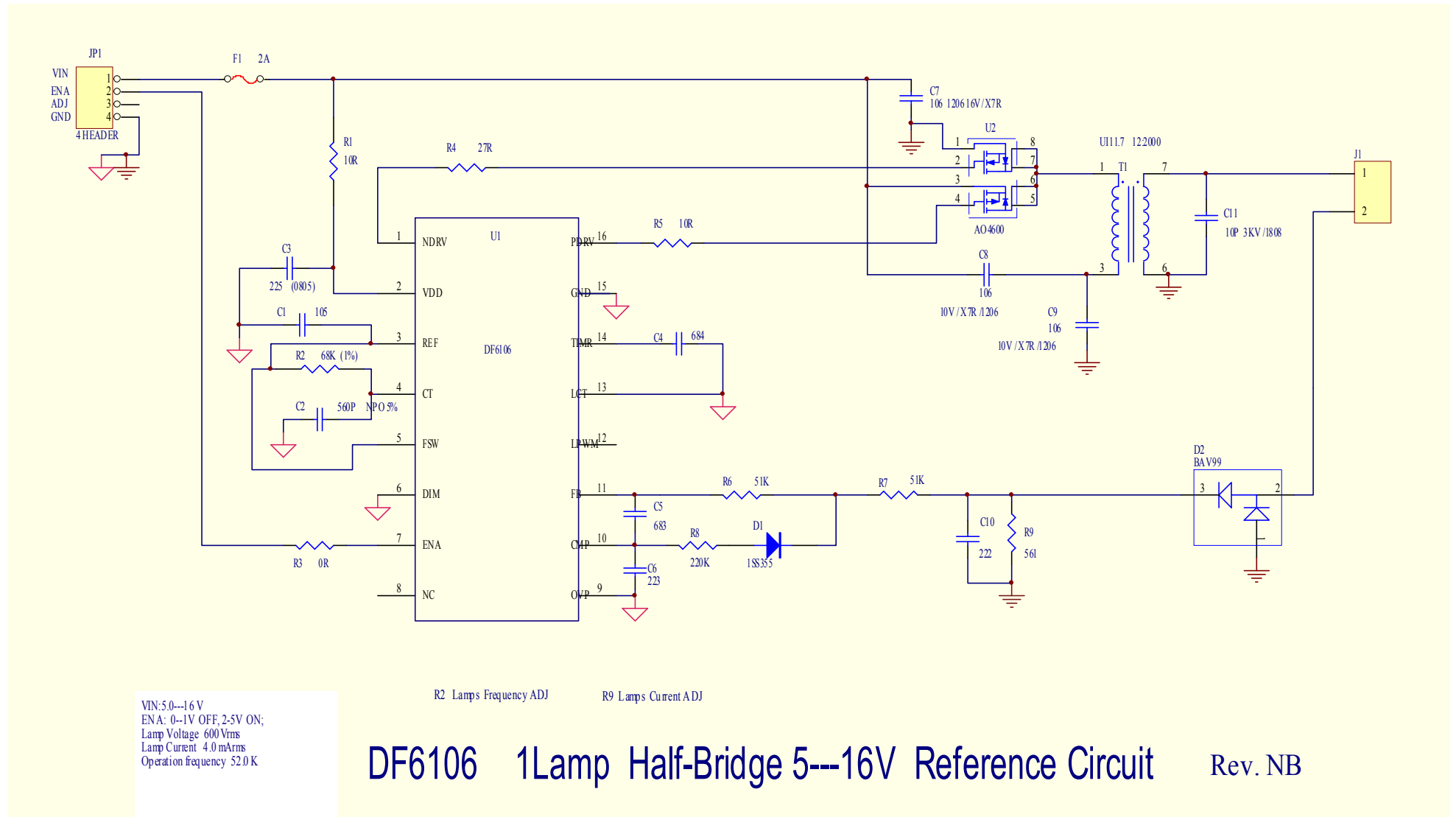
正常工作中，如果出现异常如灯管移去失去灯电流、OVP 产生过电压信号等，都会使得 PIN14 上的电容重新开始充电，导致电压从 0.6V 开始升高，如果电路在一定时间里恢复了正常工作状态，PIN14 电压将回到 0.6V，反之，电容的持续充电导致 PIN14 电压再次升高，直至电路的保护性关闭，原理同上。

因此可以看出，**PIN14 TIMR** 上面的电容在不同工作状态下的反复充放电过程，实际上构成了 DF6106 独特的保护电路缓冲技术。

### PIN15 GND

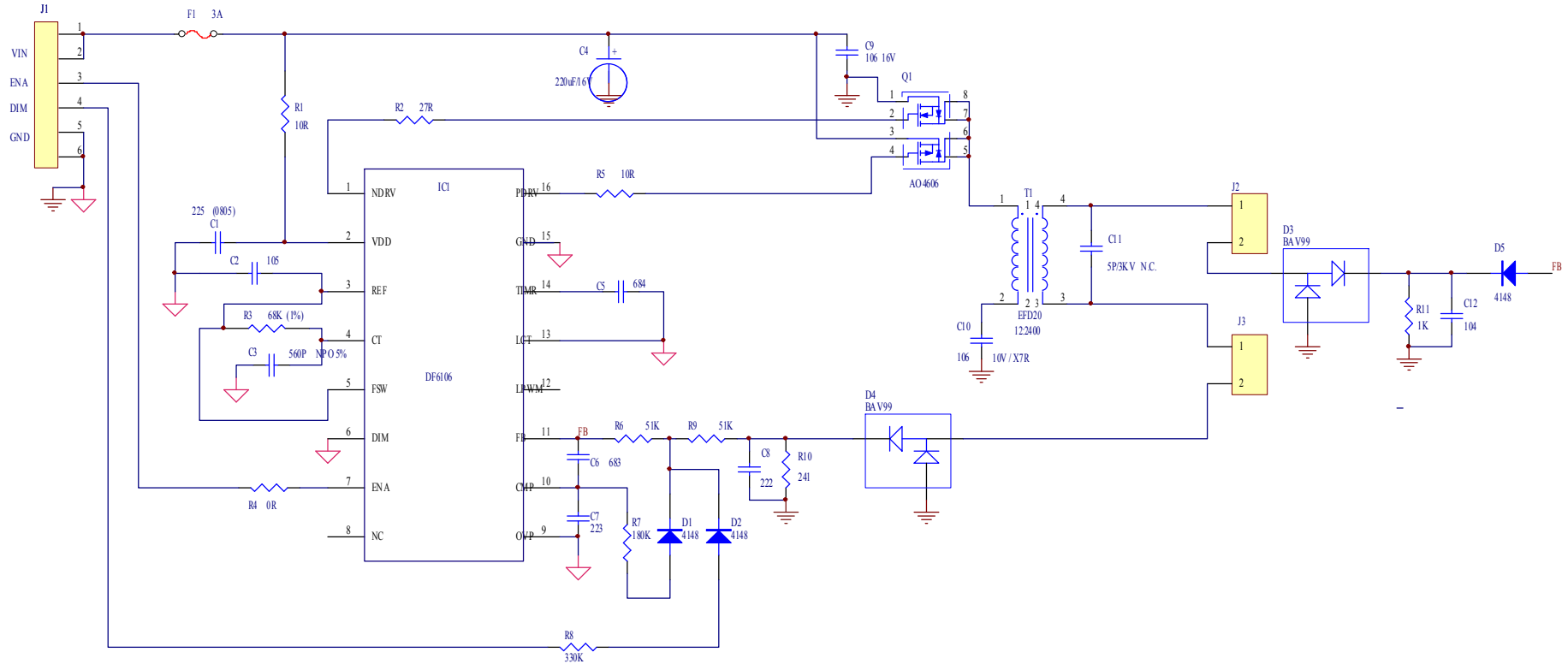
为了获得稳定可靠的控制特性，在 PCB 布线时推荐采用信号地和功率地分开走线的方式。

● 单灯管电路图





● 双灯管应用电路图



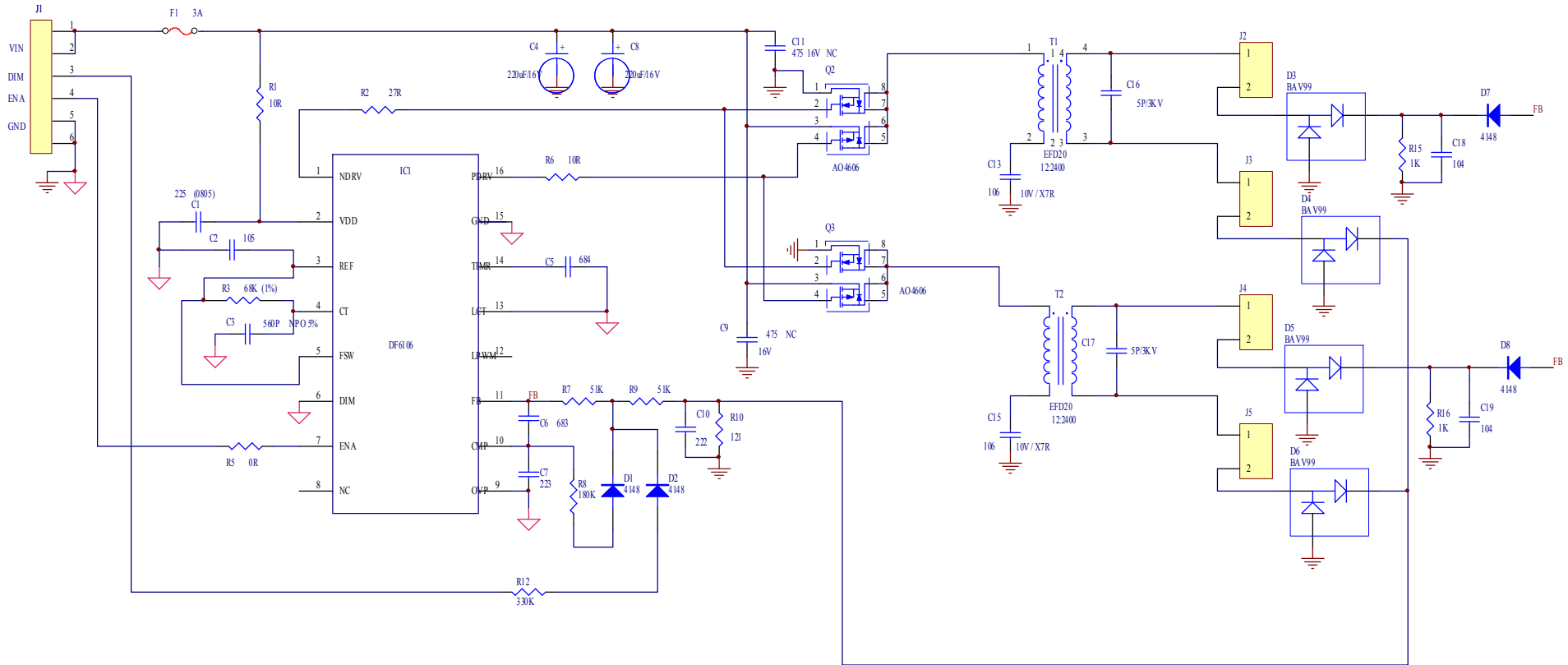
VIN: 10.8~132V  
 ENA: 0~1V OFF, 2~5V ON;  
 DIM: 0~5V Analog Mode,  
 0V MAX, 5V MIN  
 Lamp Voltage 6.50 Vrms  
 Lamp Current 6.5 mA rms  
 Operation Frequency 52.0 KHz  
 Test Panel: 19' Hanstar HSD 190ME13

R3 Lamps Frequency ADJ  
 R10 Lamps Current ADJ

DF6106 2 Lamps Half-Bridge Reference Circuit

Rev. NB

● 四灯管应用电路图



VIN: 10.8~13.2V  
 ENA: 0~1V OFF, 2~5V ON;  
 DIM: 0~5V Analog Mode,  
 0V MAX, 3V MIN  
 Lamp Voltage: 650Vrms  
 Lamp Current: 6.5 mArms  
 Operation frequency: 52.0 KHz  
 Test Panel: 19 Hanstar HSD190ME13

R3 Lamps Frequency ADJ  
 R10 Lamps Current ADJ

DF6106 4 Lamps Half-Bridge Reference Circuit

Rev. NB

## SOP16 封装尺寸

