

---

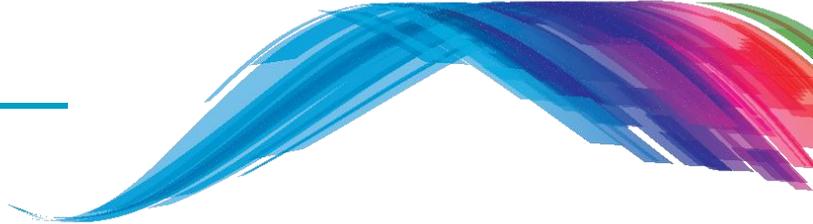
# iW3689 application note



...personal  
...portable  
...connected

2016.03.23

# IW3689控制芯片简介



- 单级可调光控制芯片，使用SOIC-8封装
- 支持buck-boost（非隔离方案）或 flyback 拓扑结构（隔离方案）
- 支持无调光器，前切，后切调光器运作（可控硅调光器 / 电子低压调光器）
- 无调光器时高功率因数（PF>0.9）以及低 THD（<20%）
- 大多数调光器可支持1% 到 100% 的宽调光范围

## 典型应用

- 100V, 120V 或 230V 交流市电输入，兼容传统家用调光器
- 25W以下LED灯泡或灯具（相当于100W白炽灯）。应用范围如蜡烛灯，GU10，PAR灯，BR灯，R灯，球泡灯等

※ For output power above 12W designs, care should be taken to verify the thermal and reliability constraints on the IC. IC temperature below 120° C is recommended for proper IC operation.

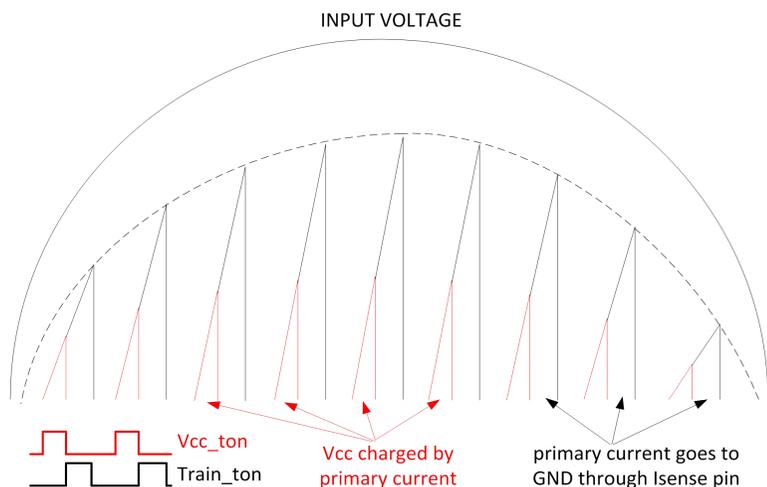






# 无 dimmer 工作模式

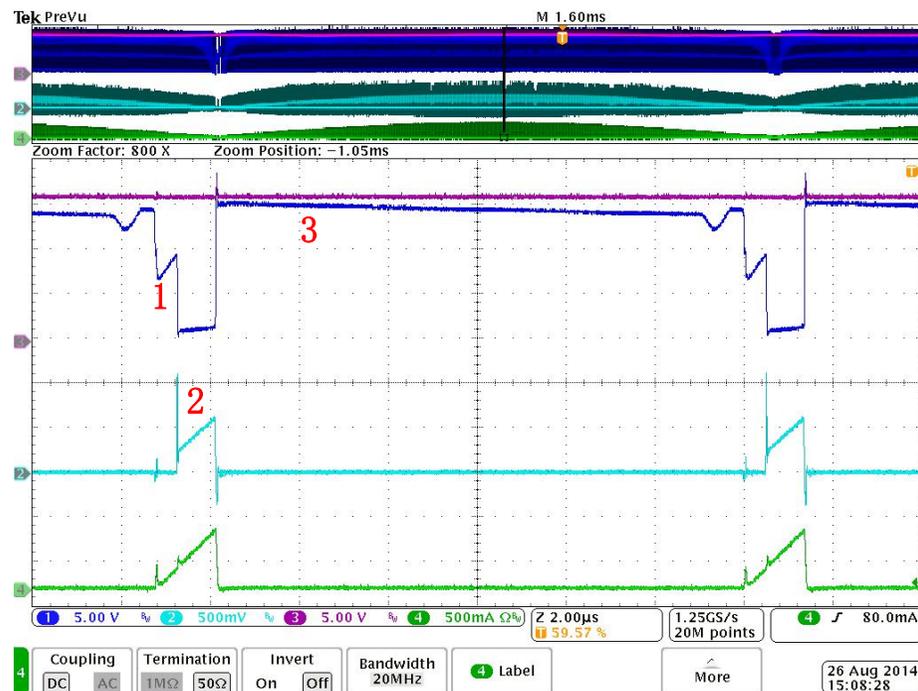
- ❑ 主电感峰值电流与输入电压同步。实现高功率因数和低THD。等同于iW3608/iW3609
- ❑ 采用valley-mode-switching最大程度减少MOS管的开关损耗，并优化EMI
- ❑ 最高开关频率给限制在90kHz，即周期需大于11us
- ❑ 使用刚开始的一段给主电感充电时间来同时来充Vcc。而这段充电时间的长短由芯片根据检测到的Vcc电压高低自动调节。芯片会把Vcc电压稳在5V左右
- ❑ 芯片实时计算所得输出电流，精准的控制主电感的峰值电流。实现了不同线电压输入下<3%的LED电流变化，以及不同LED电压下小于<5%的LED电流变化



*Ivcc equation for every switching cycle:*

- $V_{in} * I_{pri} * \eta = P_{out}$
- $I_{vcc} = I_{pri} * V_{cc\_ton} / (V_{cc\_ton} + Train\_ton)$
- $I_{vcc} = P_{out} / (V_{in} * \eta) * (V_{cc\_ton} / (V_{cc\_ton} + Train\_ton))$

CH1: Vs; CH2: Isense; CH3: Vg; CH4: Isource

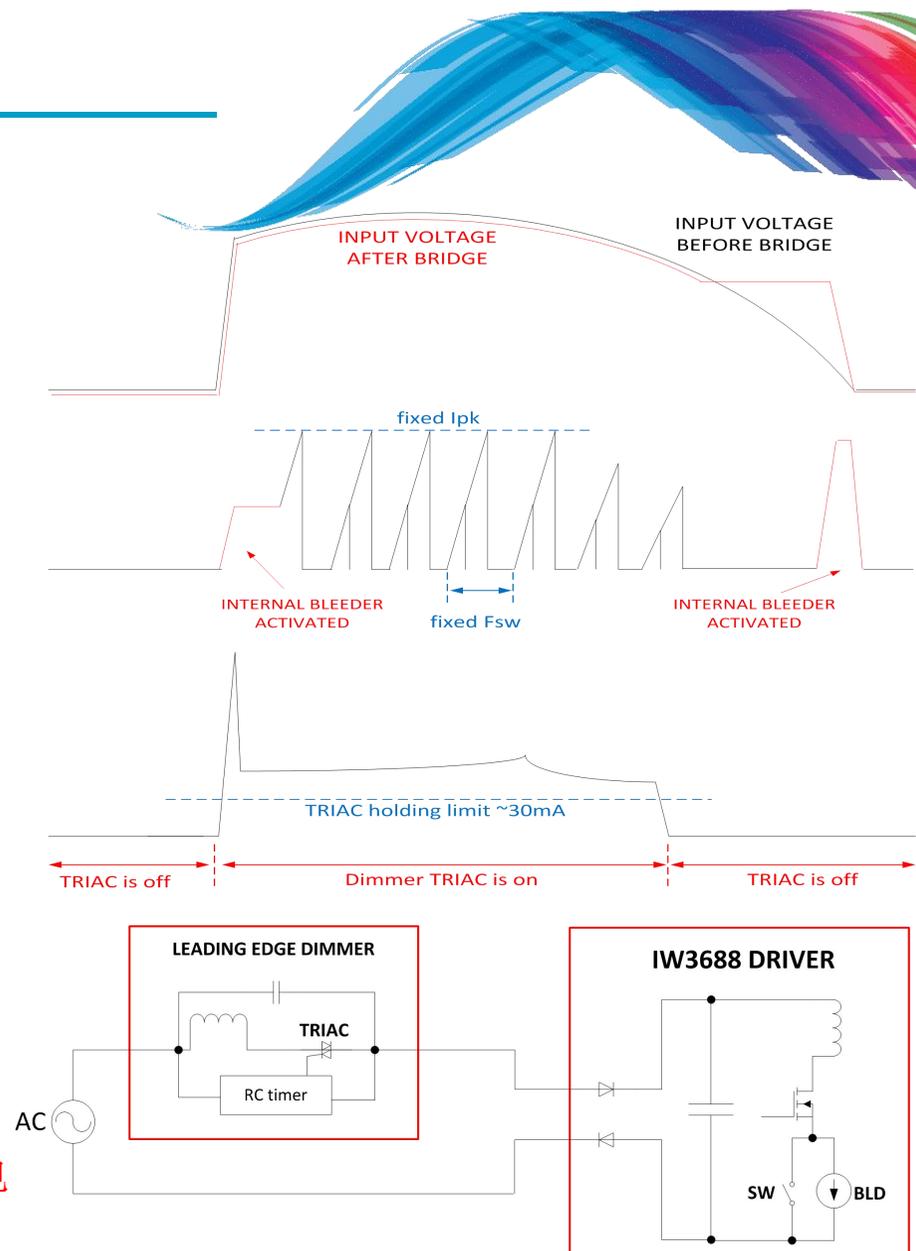


1. **Vcc\_ton**: 主电感电流上升充Vcc的一段时间。
2. **Train\_ton**: Vcc充电完毕后，外部MOS管依然打开，而主电感电流进一步上升，直至达到目标电流后MOS管被关断。
3. 主电感放电，能量通过整流二极管被释放到LED。

# 前切dimmer 工作模式

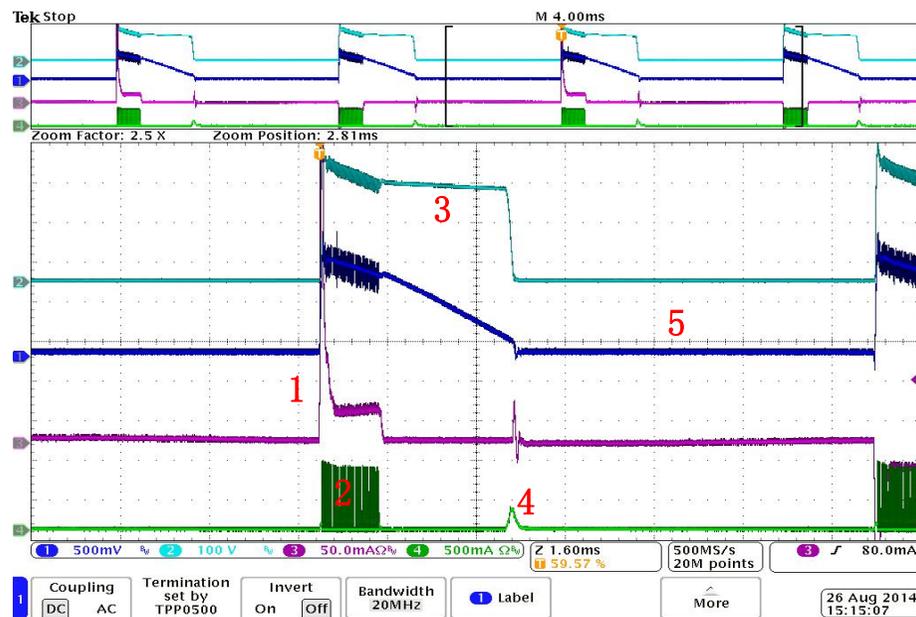
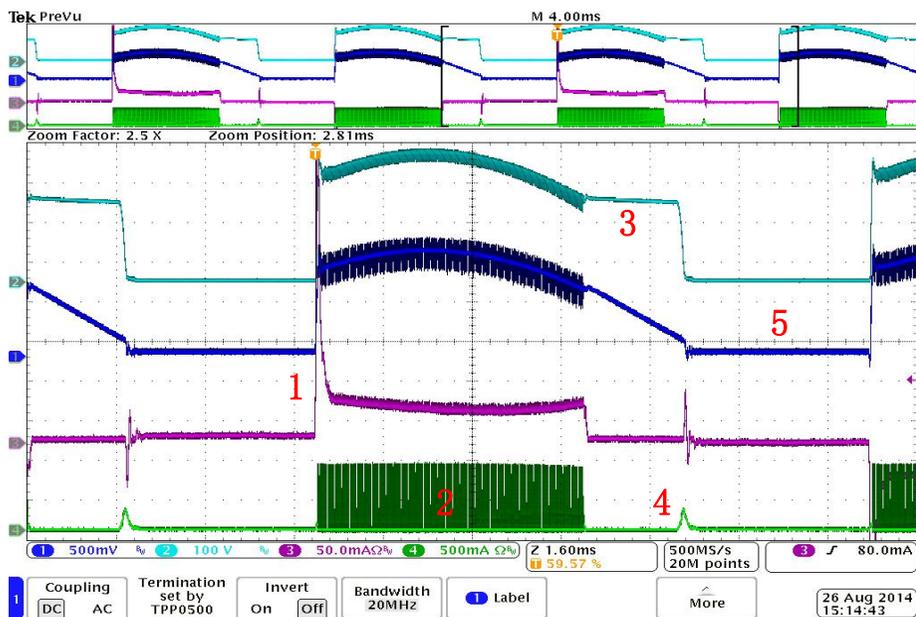
- ❑ 使用固定的电感峰值电流( $I_{pk}$ ) 以及固定的开关频率 ( $f_{sw}$ ) 实现每次开关转换相同的能量。控制LED平均电流尽可能的平稳, 消除了低光情况下的闪烁或微颤。
- ❑ 可以通过SDA脚的下拉电阻阻值来选择固定的电感峰值电流 (详情见25页)。当导通角 > 75%时, IC 会在线电压较低处降低峰值电流, 以避免  $T_{on} + T_{reset} > T_p$ 。
- ❑ 可以通过SCL脚的下拉电阻阻值来选择固定的开关频率 (详情见25页)。如果  $T_{on} + T_{reset} > T_p$ , IC会自动增加  $T_p$  以避免进入CCM。但是应用设计应选择合适的开关频率以尽量避免该情况发生。
- ❑ 突破性的在单级方案上使用“可控硅部分导通”控制。换句话说, “导通角”并非真的全部导通。芯片有意让可控硅在中间关段, 而不要求其持续导通。因此实现了较高的导通电流和很低的bleeder损耗。
- ❑ Bleeder电路降低了LED驱动器在相切(可控硅导通前输入电压几乎为零)时的输入阻抗, 大大增强了给智能调光器充电的能力。
- ❑ 输出LED电流的百分比与导通角占整个AC半波周期的百分比相关, 而并非和平均输入电压相关。因此在不同线电压下, 调光曲线几乎是一致的。

在DCM模式下,  $P_{LED} = \frac{1}{2} * L_m * (I_{pk})^2 * f_{sw}$   
只要每个AC半波周期的开关次数一定, 固定的峰值电流和固定频率能够提供最稳定的输出



# 前切dimmer 工作模式

CH1: rectified AC before bridge; CH2: rectified AC after bridge; CH3: Input current; CH4: Isource



1.AC相切处输入浪涌电流以及RC snubber电流

2.Buck-boost开关采用固定频率和固定峰值电流转换能量至LED。输入电流相对高而平稳，很好的满足了可控硅保持导通的电流要求

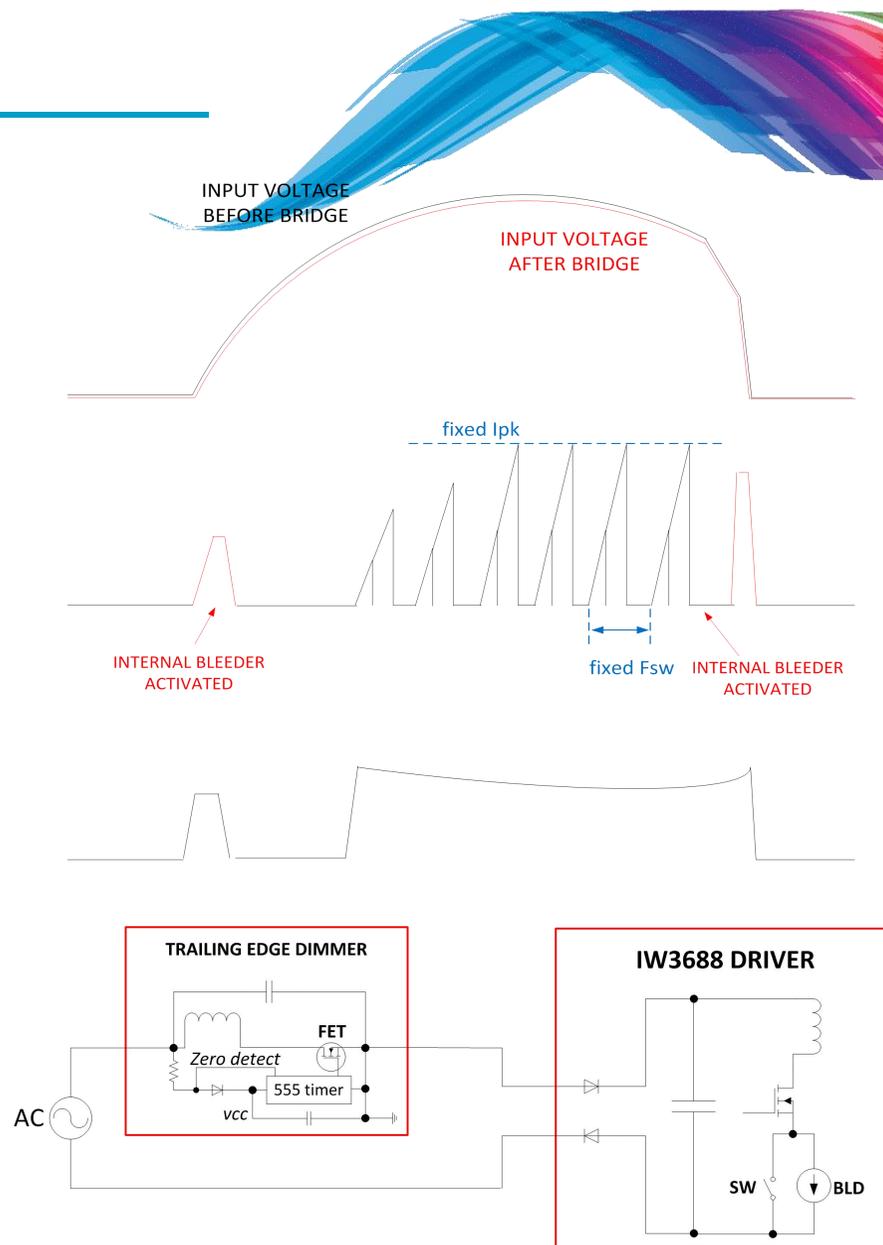
3.在足够的能量输出到LED后，开关停止且不使用bleeder。可控硅自然关断。电桥后的电压由于没有下拉电流因此悬浮。但电桥前电压被调光器内部跨接在可控硅两端的电容所影响，继续跟随AC线电压下降

4.使用电桥前的电压检测到过零点；用bleeder把电桥后电容上的电压释放掉，并保持bleeder最大打开

5.Bleeder电流设定到最高，输入阻抗最小。由于相切时没有输入电压，因此几乎没有损耗。低输入阻抗保证了调光器RC时序可以正常运作

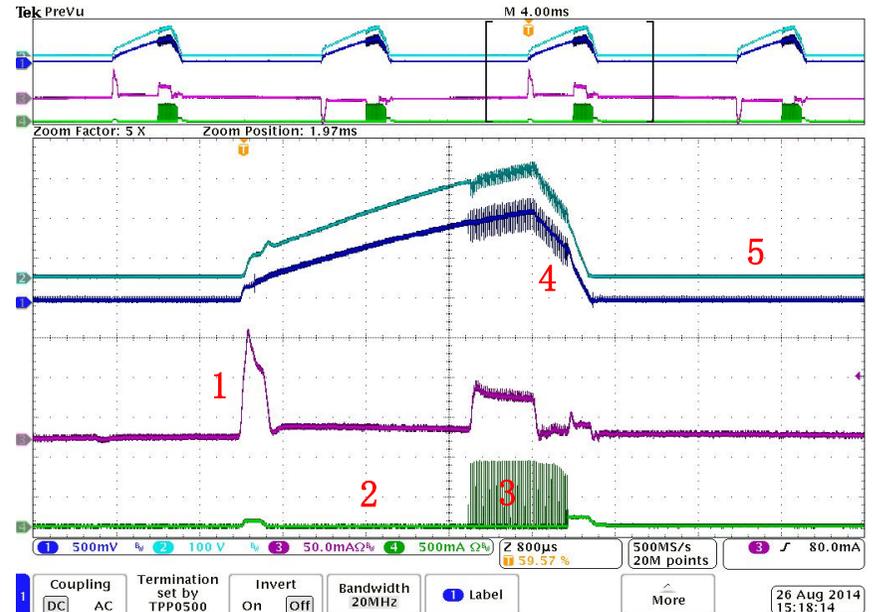
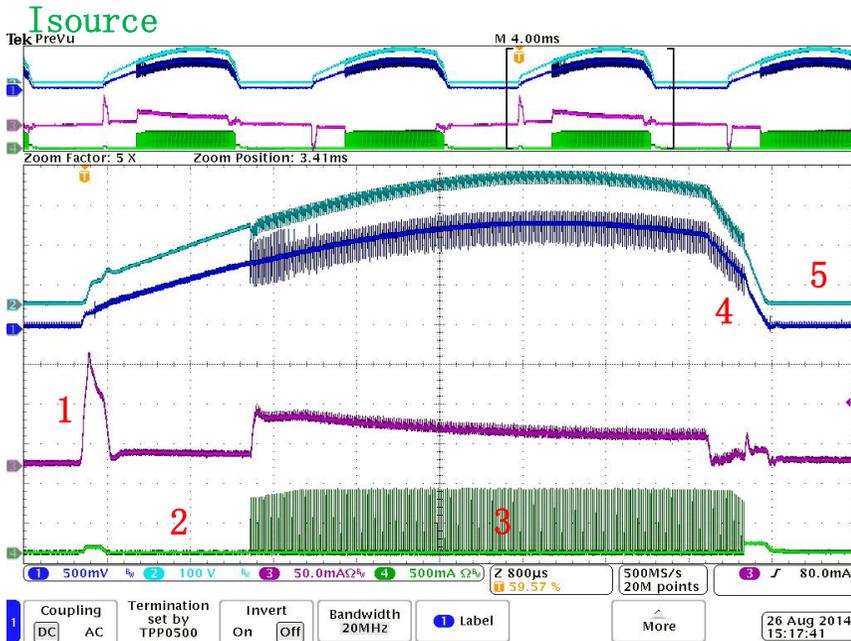
# 后切dimmer 工作模式

- ❑ 使用固定的电感峰值电流( $I_{pk}$ ) 以及固定的开关频率 ( $f_{sw}$ ) 实现每次开关转换相同的能量。控制LED平均电流尽可能的平稳, 消除了低光情况下的闪烁或微颤
- ❑ 可以通过SDA脚的下拉电阻阻值来选择固定的电感峰值电流 (详情见25页)。当导通角 $> 75\%$ 时, IC会在线电压较低处降低峰值电流, 以避免 $T_{on} + T_{reset} > T_p$
- ❑ 可以通过SCL脚的下拉电阻阻值来选择固定的开关频率 (详情见25页)。如果 $T_{on} + T_{reset} > T_p$ , IC会自动增加 $T_p$ 以避免进入CCM。但是应用设计应选择合适的开关频率以尽量避免该情况发生。
- ❑ 在相切处, 使用输送给LED的能量来给驱动器的输入电容放电, 同时也给调关器的跨接电容放电。直到线电压低到一定程度, 才使用bleeder继续放电, 最大程度的降低了bleeder的损耗
- ❑ 仅仅在“导通角”的一部分时间内给LED输送能量, 而非整个导通角。这样使调光范围变得相对较宽。
- ❑ 输出LED电流的百分比与导通角占整个AC半波周期的百分比相关, 而并非和平均输入电压相关。因此在不同线电压下, 调光曲线几乎是一致的。



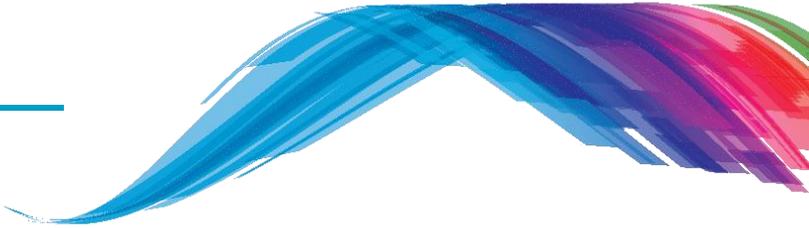
# 后切dimmer 工作模式

CH1: rectified AC before bridge; CH2: rectified AC after bridge; CH3: Input current; CH4:



1. 在检测到线电压升高后立刻关闭bleeder
2. IC沉默直到预测的buck-boost开关启动点
3. Buck-boost开关采用固定频率和固定峰值电流转换能量至LED。输入电流相对高而平稳。
4. 在相切处，使用开关电流以及bleeder电流来给输入电容和调光器电容放电，使bleeder损耗尽量降低
5. Bleeder电流设定到最高，输入阻抗最小。由于相切处由于几乎没有输入电压，因此几乎没有损耗。同时低输入阻抗保证了调光器内部的时序和内部的过零检测可以正常运作

---

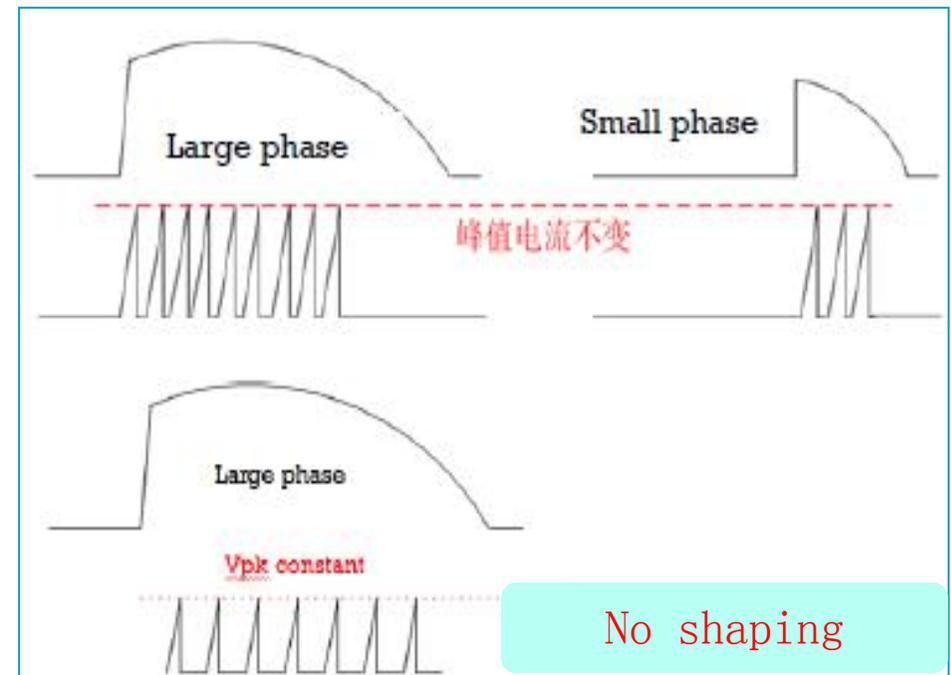
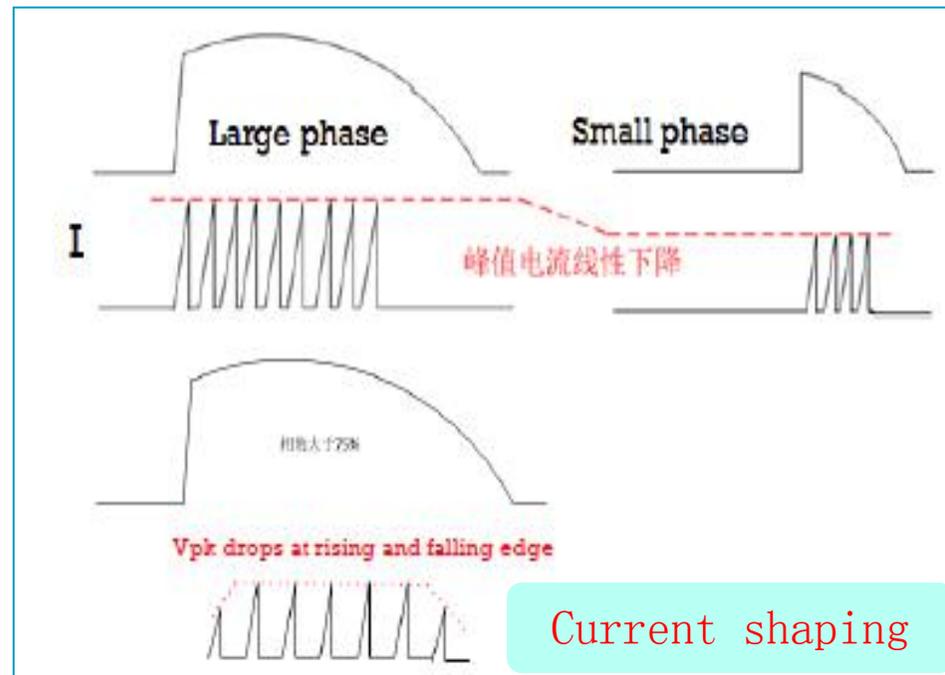


# IC 选择



# IC option

Part Number	Option
IW3689-00	120Vac input, standard product
IW3681-10	120Vac, optimized for filament lamp , disable peak current shaping
IW3689-11	230Vac, optimized for low wattage design, disable peak current shaping
IW3689-01	230Vac input, standard product
IW3689-31	230Vac, optimized for filament lamp , disable peak current shaping



# CFG Pin Value

IW3689-01、IW3689-00, IW3689-11

CFG Pin Resistor (R17 in Fig. 11.1)			No CFG Capacitor		CFG Capacitor (2.2nF)	
Min Value (kΩ)	Typical Value (kΩ)	Max Value (kΩ)	OTP Starting Point (°C)	V <sub>PK</sub> at Dimmer Mode (V)	OTP Starting Point (°C)	V <sub>PK</sub> at Dimmer Mode (V)
17.82	18.0		disabled	1.05	105	1.05
	0.40	0.69	105	0.95	105	0.95
1.39	1.65	1.91	105	0.85	105	0.85
2.78	3.0	3.22	105	0.75	105	0.75
4.28	4.45	4.62	115	1.05	125	1.05
5.88	6.05	6.22	115	0.95	125	0.95
7.70	7.85	8.00	115	0.85	125	0.85
9.74	9.88	10.01	115	0.75	125	0.75
12.04	12.18	12.31	135	0.95	135	1.05
14.67	14.85	15.03	135	0.75	135	0.85

Table 9.1 CFG Pin Configuration Resistor Values

IW3689-31、IW3681-10

CFG Pin Resistor (R17 in Fig. 11.1)			No CFG Capacitor		CFG Capacitor (2.2nF)	
Min Value (kΩ)	Typical Value (kΩ)	Max Value (kΩ)	OTP Starting Point (°C)	V <sub>PK</sub> at Dimmer Mode (V)/V <sub>IN</sub> Rising Edge V <sub>PK</sub> Clamp Value at No Dimmer Mode	OTP Starting Point (°C)	V <sub>PK</sub> at Dimmer Mode (V)/V <sub>IN</sub> Rising Edge V <sub>PK</sub> Clamp Value at No Dimmer Mode
17.82	18.0		disabled	1.05/0.45	105	1.05/0.45
	0.40	0.69	105	0.95/0.4	105	0.95/0.4
1.39	1.65	1.91	105	0.85/0.35	105	0.85/0.35
2.78	3.0	3.22	105	0.75/0.3	105	0.75/0.3
4.28	4.45	4.62	115	1.05/0.45	125	1.05/0.45
5.88	6.05	6.22	115	0.95/0.4	125	0.95/0.4
7.70	7.85	8.00	115	0.85/0.35	125	0.85/0.35
9.74	9.88	10.01	115	0.75/0.3	125	0.75/0.3
12.04	12.18	12.31	135	0.95/0.4	135	1.05/0.45
14.67	14.85	15.03	135	0.75/0.3	135	0.85/0.35

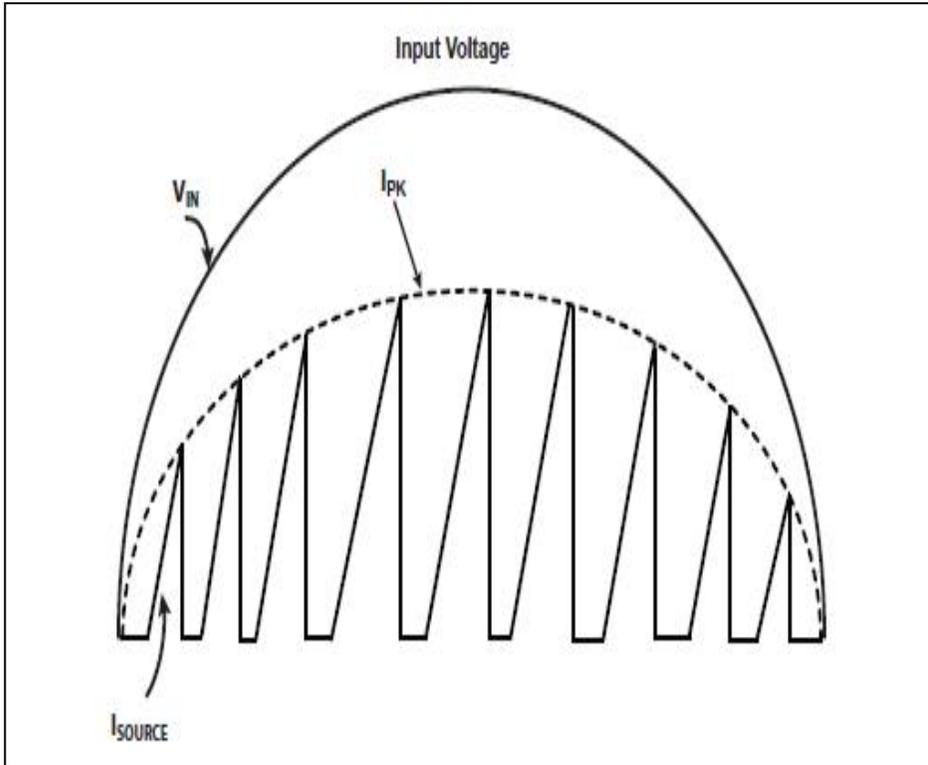
Table 9.1 CFG Pin Configuration Resistor Values

CFG 的值决定了起机钳位电压、V<sub>pk</sub> 及 OTP 降额点；对于IW3681-10 低压大功率设计，请注意CFG 的配置，确保输入电流不会钳制，如果配置不合理，会导致 Bleeder 工作周期与开关工作周期连在一起，调光过程中会产生once flicker 现象。

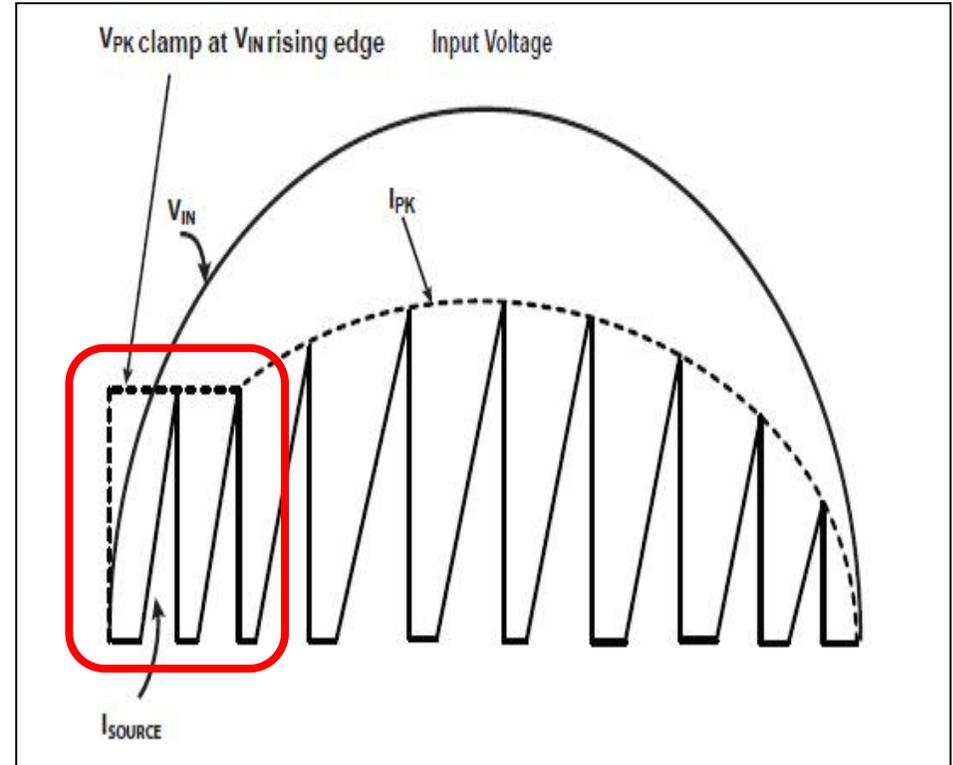


# Peak Current Regulation in No-Dimmer Mode

IW3689-01、IW3689-00, IW3689-11



IW3689-31、IW3681-10



No dimmer 状态下，起机电流波形的差异。



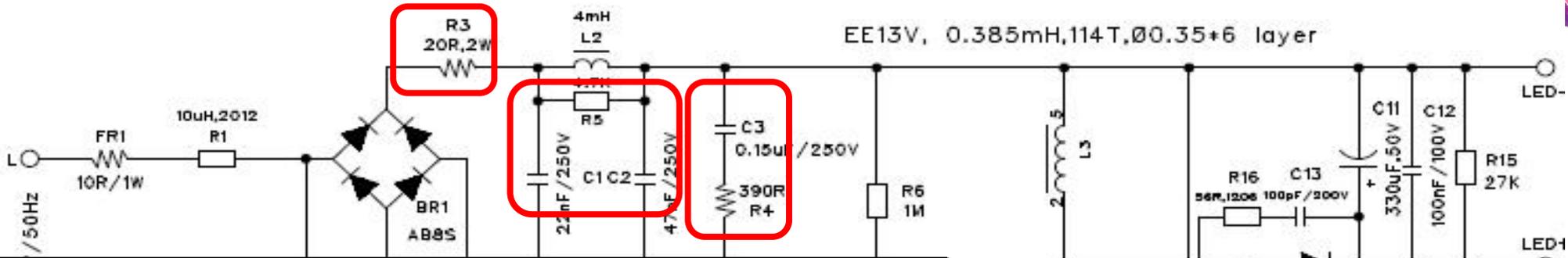
---

# 应用注意事项





# Π型电容、inrush、RC damping 关联



应用	C1+C2	R13 (No potting)
3W-6W, 230Vac	10nF + 22nF	120R / 2W
6W-12W, 230Vac	10nF + 33nF	100R / 2W
12W-20W, 230Vac	22nF + 68nF	68R / 2W
3W-6W, 120Vac	22nF + 33nF	33R / 2W
6W-12W, 120Vac	22nF + 68nF	22R / 2W
12W-20W, 120Vac	22nF + 100nF	10R / 2W

应用	C3	R4
120V	0.15~0.22uF	390R / 2W
230V	0.1uF~0.15uF	390R~680R / 2W

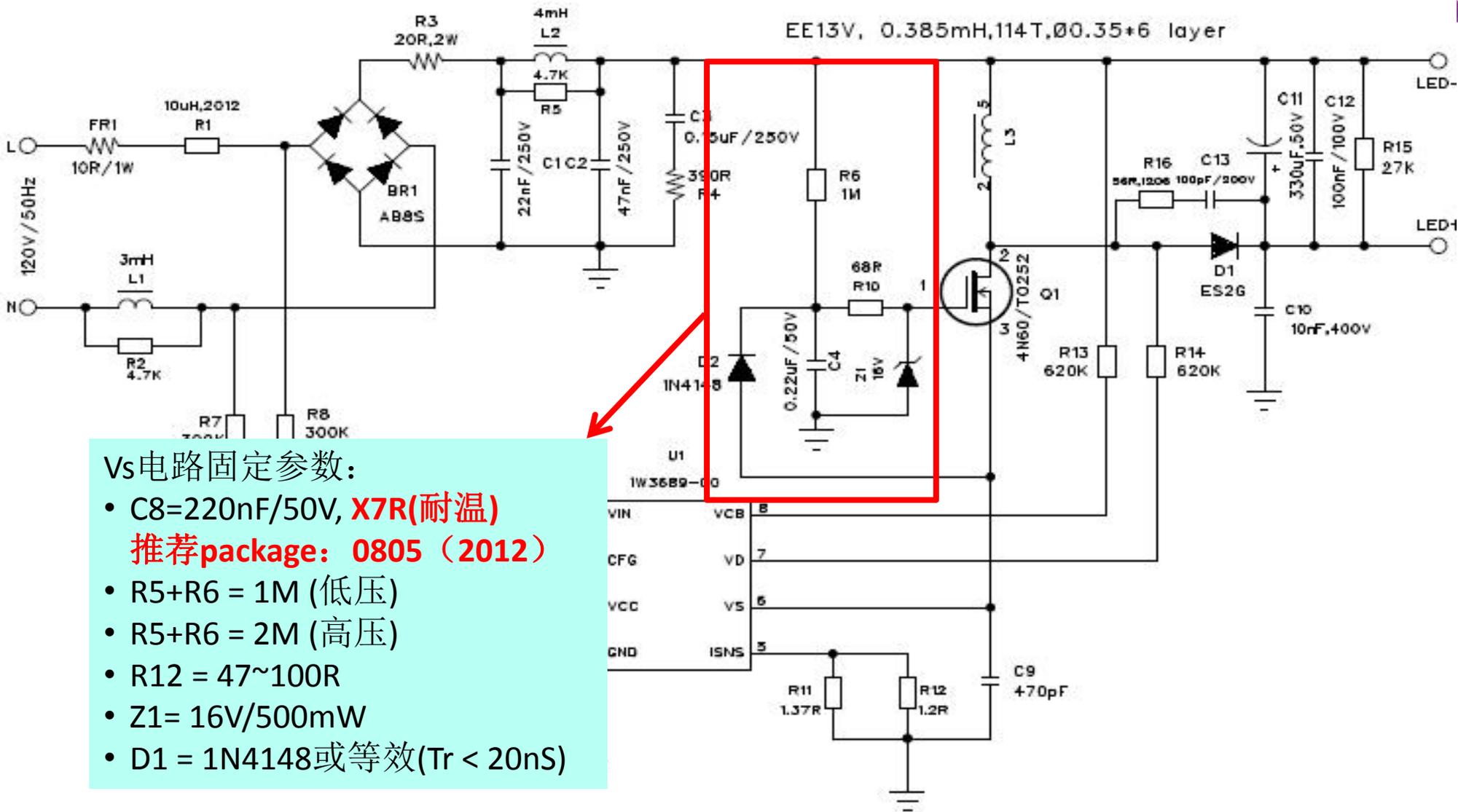
**外置20W 左右设计**，R3、R4 采用3W电阻，且需靠近散热架，本体与散热架间增加散热膏。考虑R3、R4温度，高压输出**功率大于8W**设计，C3可以考虑使用0.1uF。

**对于GU10 设计**，为了达到较好的dimmer特性，高压使用150nF。

C1与C2容值越大，dimmer mode下IC及MOSFET温度会越高。请根据实际情况进行调整。



# Vg 关联



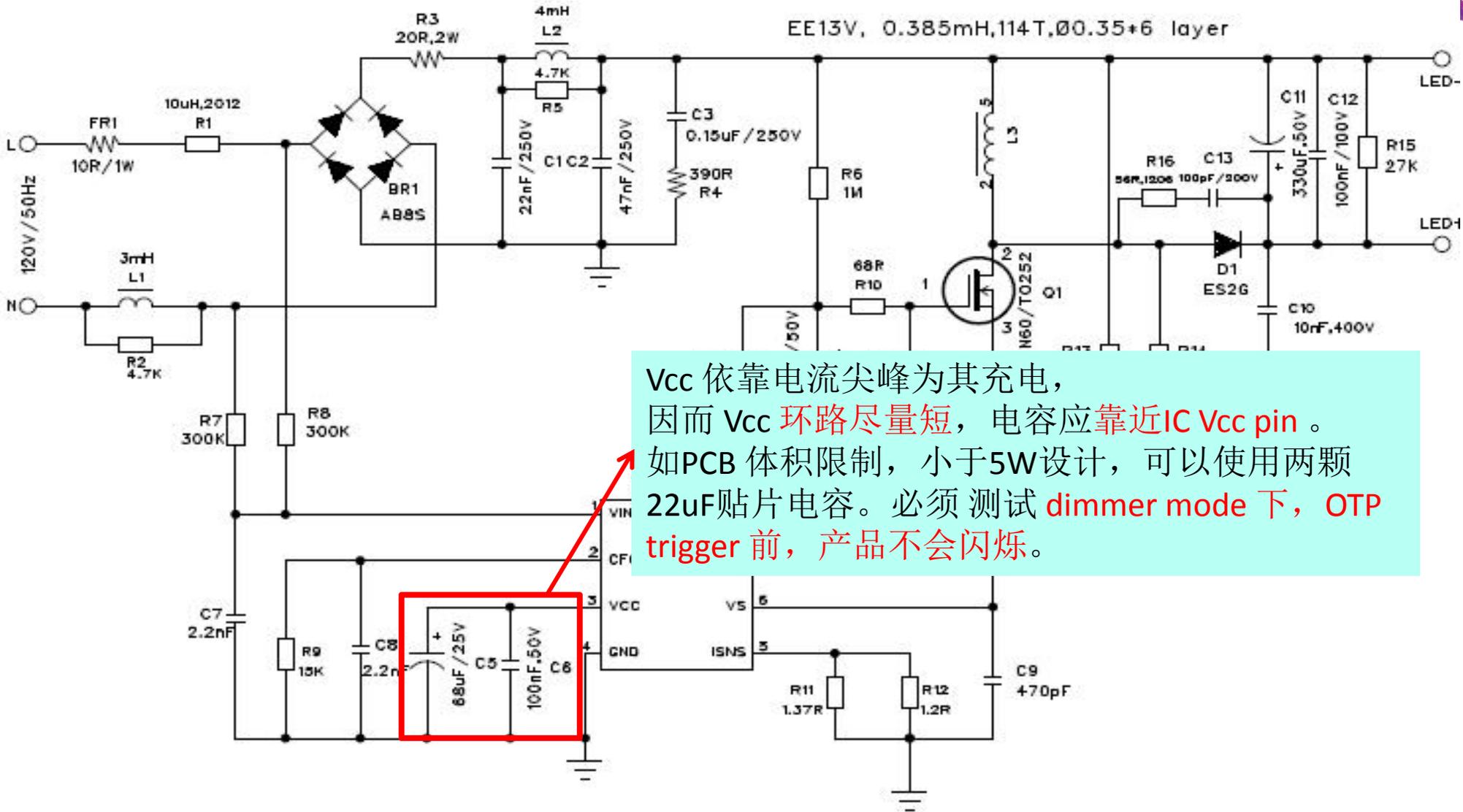
Vs电路固定参数:

- C8=220nF/50V, **X7R(耐温)**  
**推荐package: 0805 (2012)**
- R5+R6 = 1M (低压)
- R5+R6 = 2M (高压)
- R12 = 47~100R
- Z1= 16V/500mW
- D1 = 1N4148或等效(Tr < 20nS)

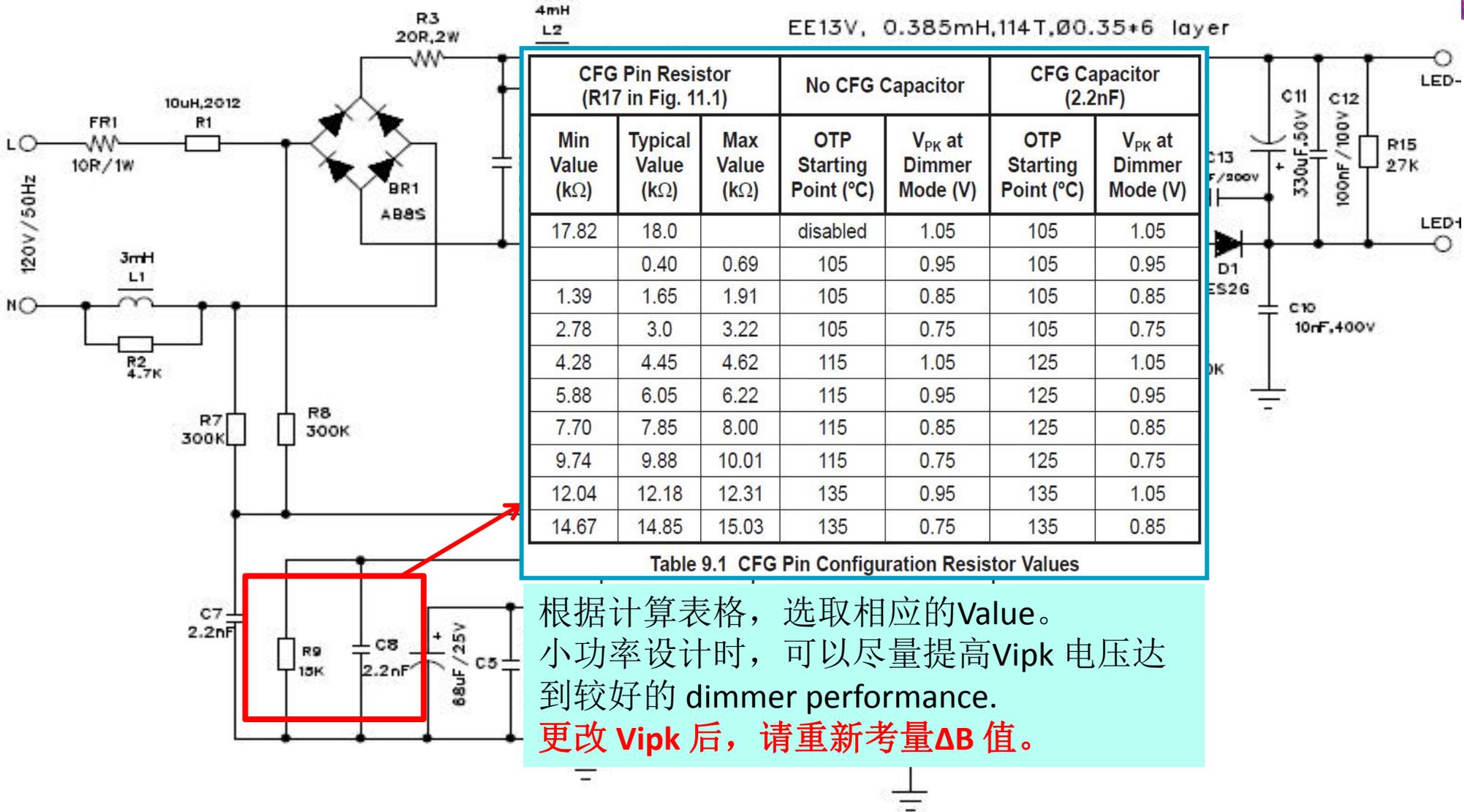




# Vcc 关联



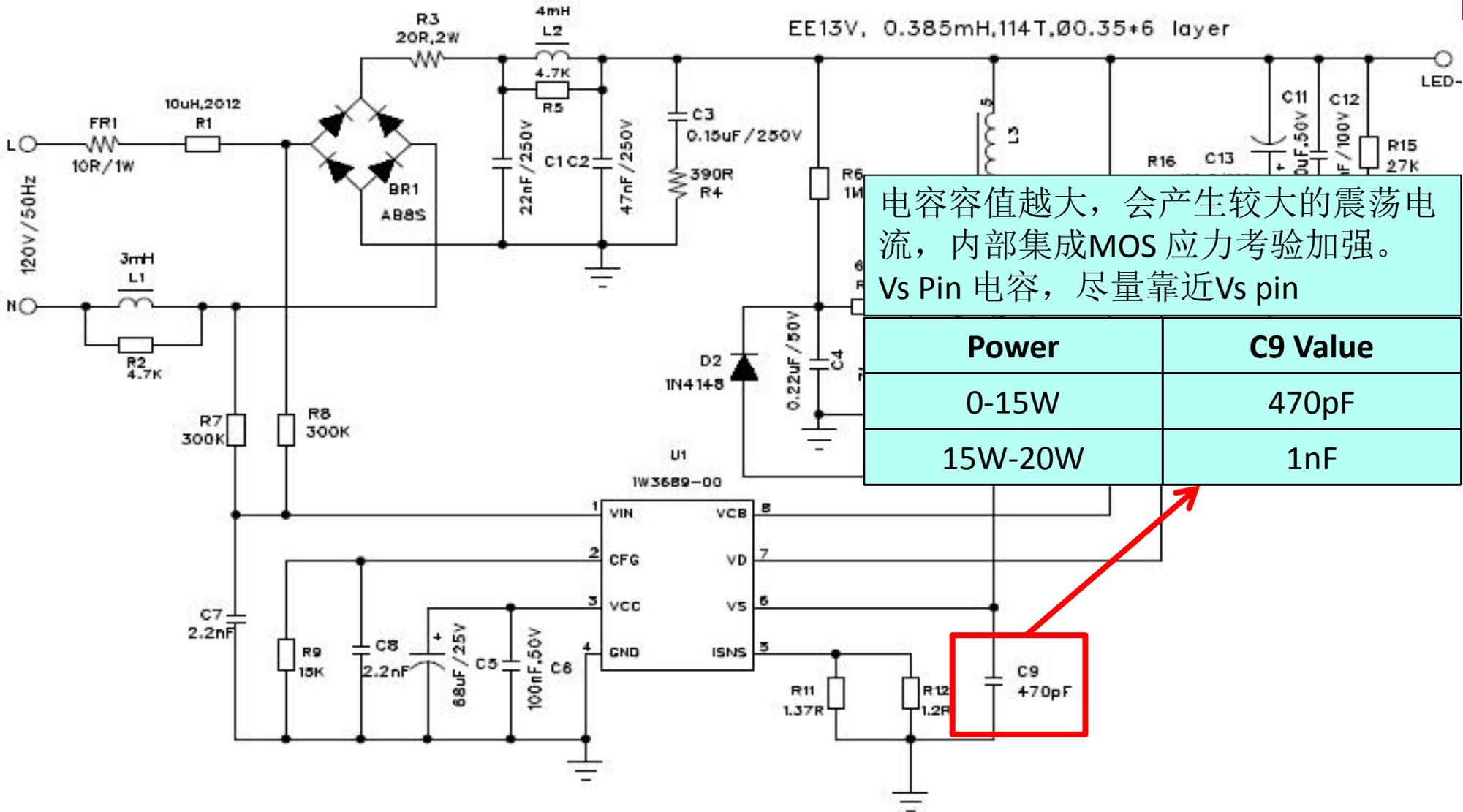
# CFG 关联



根据计算表格，选取相应的Value。  
 小功率设计时，可以尽量提高Vipk 电压达到较好的 dimmer performance。  
 更改 V<sub>ipk</sub> 后，请重新考量ΔB 值。



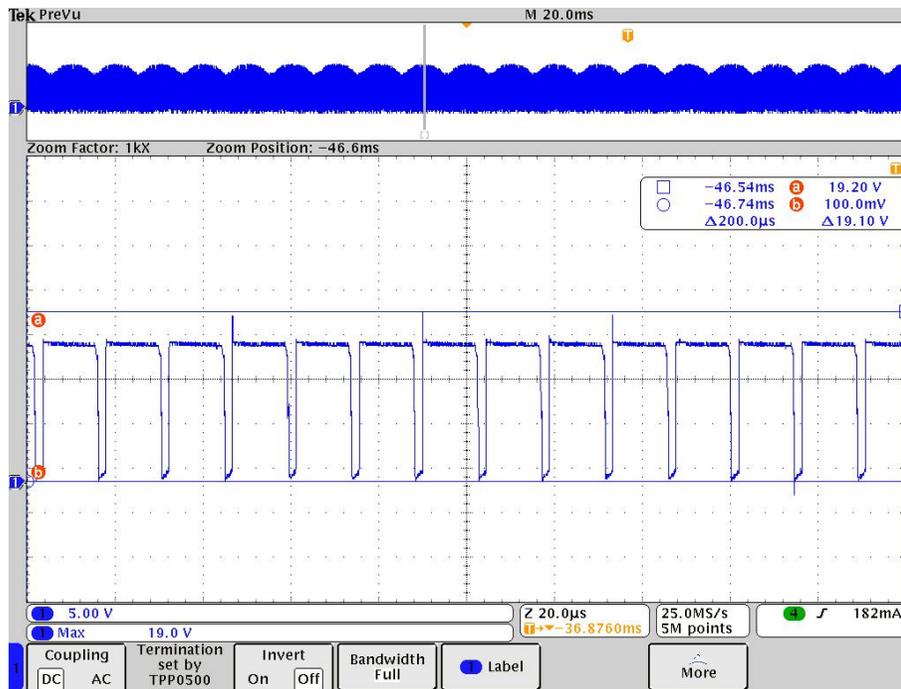
# Vs Pin 并联电容



# Vs Pin 电压

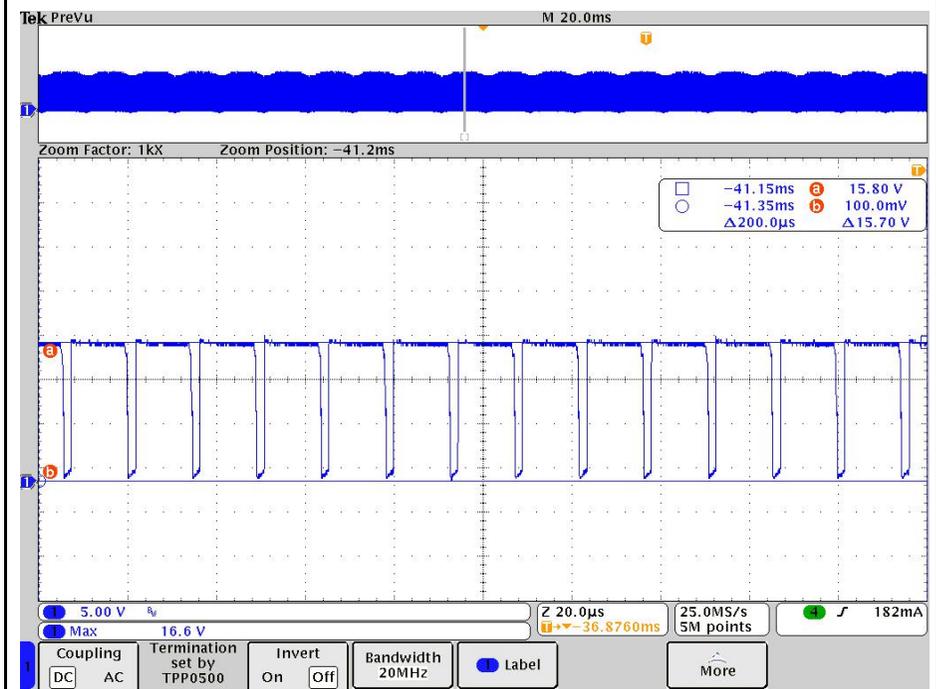
测试电压时，使用示波器 **全带宽** 测试。不同厂家MOSFET，会导致测试结果不同，请确保**Vs Pin 电压越低越好**！推荐使用 华晶 MOSFET.

## Full bandwidth



Vs voltage: 19V

## 20M bandwidth



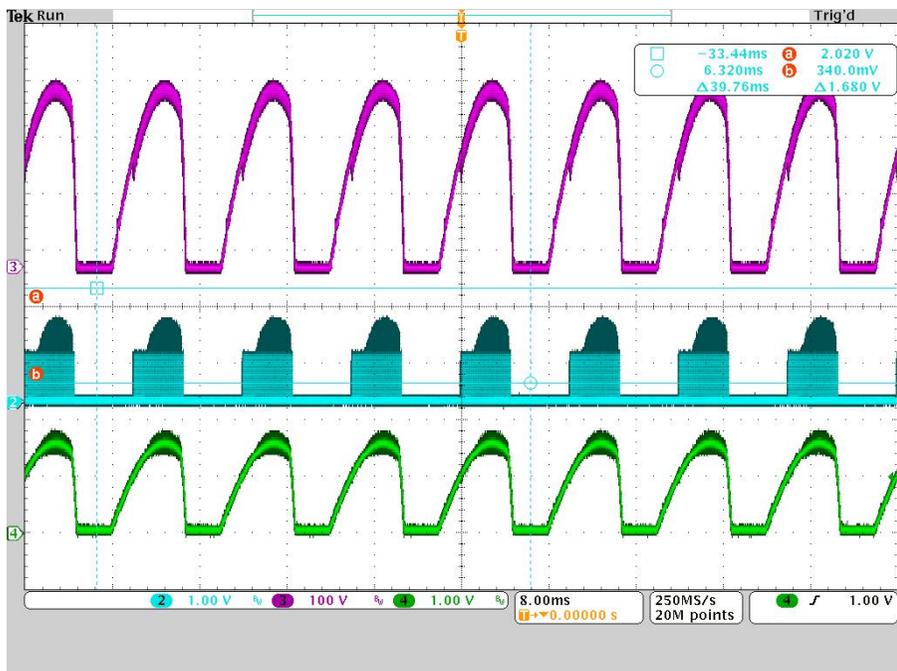
Vs voltage: 16.6V



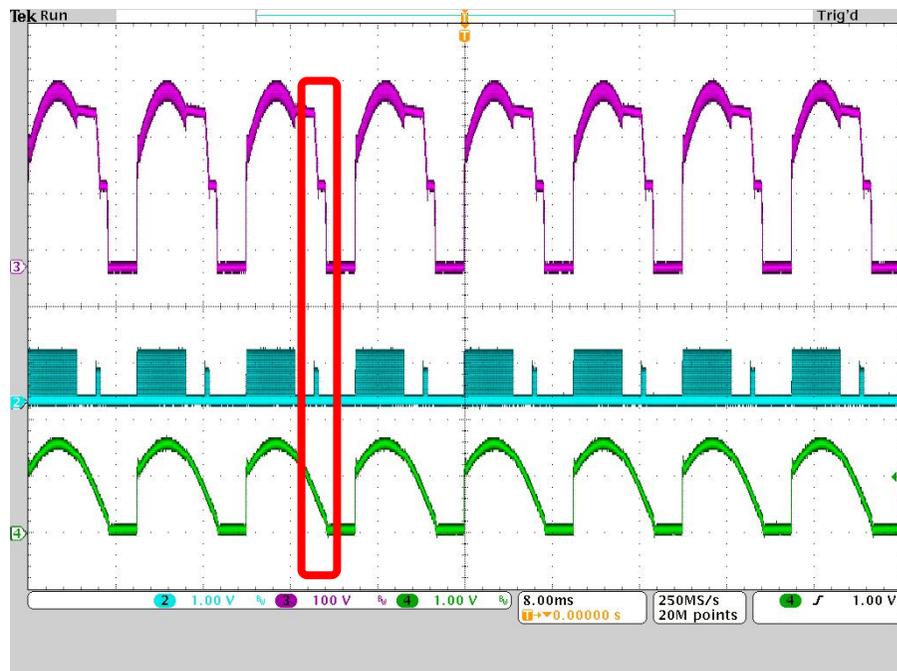
# Thermal 关联

同状态下，请测试 **前切** 调光器状态下，产品的温度。  
前切dimmer 工作模式，在工作周期结束后，CBB 电容上还存在较高的电压，即使light chopping后，bleeder 工作需要将此部分能量泄放，会导致MOSFET 及 IC 温度升高。

CH2 → Visens  
CH3 → Vbulk  
CH4 → Vin

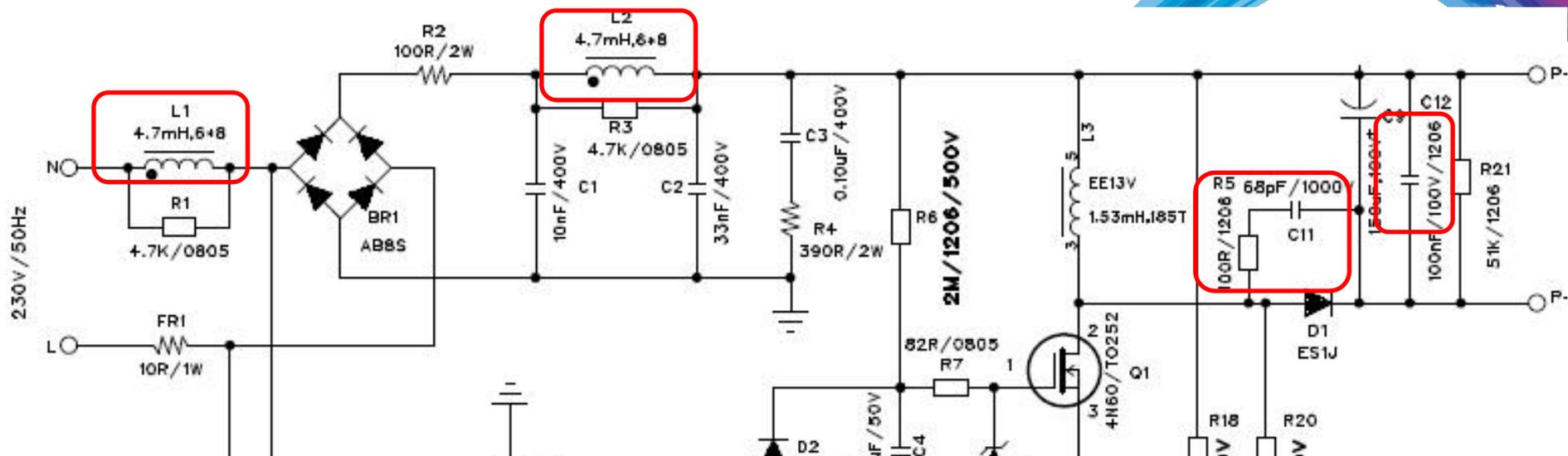


后切dimmer，Vbulk 在工作结束后归零



前切dimmer，工作结束，经过light chopping后，bleeder 放电。

# EMI 关联



对于CE, 可以加大 差模电感的感量, 如果空间大, 成本不严格, 可以使用三颗差模电感。

对于RE, 非隔离 设计可以在LED+ 与 LED- 之间 并联  $100\text{nF} \sim 200\text{nF}$  左右的 MLCC chip(考虑耐压, 选择合适的耐压); 或在 LED+ 与 主地之间 增加一颗电容, 容值  $1 \sim 4.7\text{nF}$ .

输出二极管 可以并联 RC 吸收。

其余尝试 变压器 屏蔽 及 磁芯 接地处理。

测试时, 请使用**配套的外壳和灯具**。

# Isolate design--- Vds

为确保IC 准确取样，保证变压器频率低于500ns.

在隔离设计中，RCD 线路串接R26，阻值可以根据测试结果适当调整阻值。确保在极限条件下，有足够的余量。

