

**XLSEMI**

上海芯龙半导体技术股份有限公司

专业 专注 务实 创新 高效 沟通

# XL800X高压降压恒流系列产品设计指南



V1.3

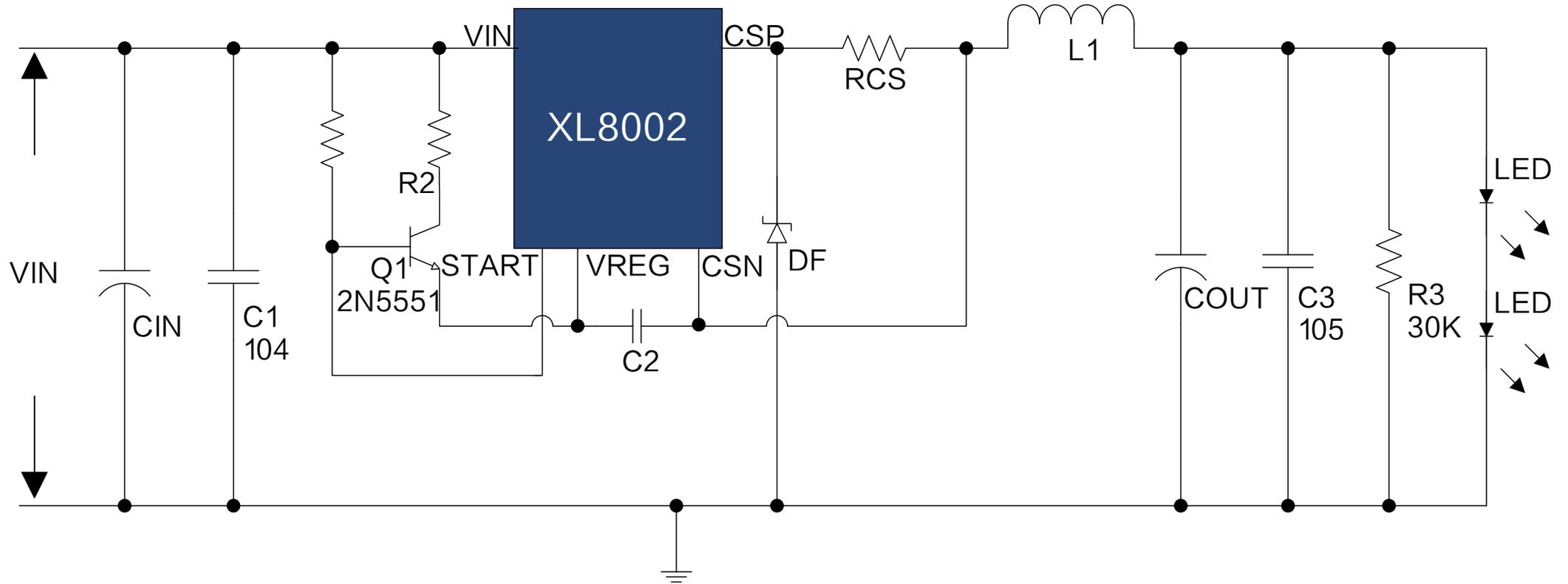
# XL800X系列快速选择表

**XLSEMI**

专业 专注 务实 创新 高效 沟通

产品型号	输入电压范围	开关电流	开关频率	输出LED灯串	效率(Max)	封装类型	功率
XL8002	12V~100V	1A	PFM	1~18	98%	TO263-5L	≤50W
XL8005	24~100V	0.5A	PFM	3~8	96%	SOP8	≤8W

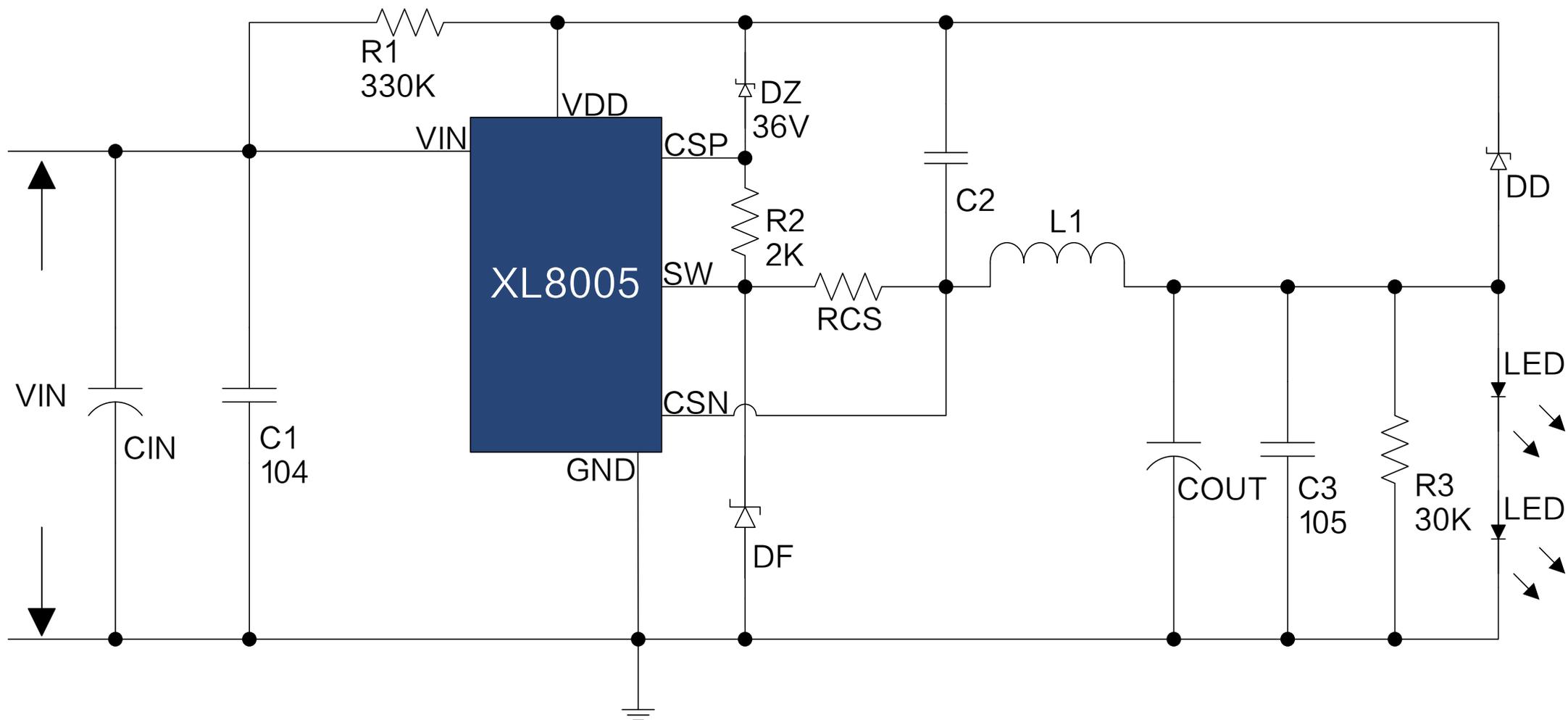
# 典型应用电路图



# 典型应用电路图

**XLSEMI**

专业 专注 务实 创新 高效 沟通



## 输入电容

➤ 降压转换器的非持续输入电流会在输入电容上产生较大的纹波电流，输入电容最大RMS电流计算如下：

$$I_{RMS} = I_{OUT} \times \sqrt{\frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{(V_{IN})^2}}$$

➤ 输入电容起到储能、滤波与提供瞬态电流作用，在连续模式中，转换器的输入电流是一组占空比约为 $V_{OUT}/V_{IN}$ 的方波。为了防止大的瞬态电压，必须采用针对最大RMS电流要求而选择低ESR(等效串联电阻)输入电容器。

$$C_{IN} = \frac{I_{OUT_{MAX}} \times V_{OUT}}{\Delta V_{IN} \times F_{SW} \times V_{IN_{MIN}}}$$

$\Delta V_{IN}$ 为输入电压纹波， $F_{SW}$ 为开关频率；

➤ 输入电容耐压按照 $1.2 \times V_{IN_{MAX}}$ 进行选择；

➤ 在未使用陶瓷电容时，建议在输入电容上并联一个 $0.1\mu F \sim 1\mu F$ 的高频贴片陶瓷电容进行高频去耦。

## C2电容

➤ C2陶瓷电容是芯片内部逻辑电路供电电容，芯片工作过程中电容不断的充放电以维持芯片正常工作。

## 输出电流设计

➤ CSP为芯片内部基准误差放大器输入端，内部基准稳定在0.2V；

➤ CSP通过外部电阻采样网络，检测输出电流进行调整，输出电流计算公式为：

$$I_{OUT} = \frac{0.2}{RCS}$$

RCS电阻取值可以采取多并的方式；

➤ 输出电流精度取决于芯片CSP精度、RCS精度，选择精度更高的电阻可以获得精度更高的输出电压，RCS精度需要控制在±1%以内。

备注：XL8002内部基准电压为0.1V。

## 电感选择

➤电感的选择不取决于VIN与VOUT压差、所需输出电流与芯片开关频率，电感最小值计算公式如下：

$$L = \frac{(VIN - VOUT) \times D_{MIN}}{0.3 \times IOUT_{MAX} \times F_{SW}} \quad D = \frac{VOUT}{VIN}$$

➤电感饱和电流最小为 $1.5 \times IOUT_{MAX}$ ；选用低直流电阻的电感可获得更高的转换效率。

## 续流二极管选择

➤续流二极管在开关管关闭时有电流通过，形成续流通路；需要选择肖特基二极管，肖特基二极管VF值越低，转换效率越高；

➤续流二极管的额定电流至少要大于最大负载电流的50%：

$$I_D = 1.5 \times IOUT_{MAX}$$

➤续流二极管的额定电压至少要比最大输入电压大30%：

$$V_D = 1.3 \times VIN_{MAX}$$

## 输出电容选择

➤在输出端应选择低ESR电容以减小输出纹波电压，一般来说，一旦电容ESR得到满足，电容就足以满足需求。任何电容器的ESR连同其自身容量将为系统产生一个零点，ESR值越大，零点位于的频率段越低，而陶瓷电容的零点处于一个较高的频率上，通常可以忽略，是一种上佳的选择，但与电解电容相比，大容量、高耐压陶瓷电容会体积较大，成本较高，因此使用0.1uF至1uF的陶瓷电容与低ESR电解电容结合使用是不错的选择。

➤输出电压纹波由下式决定：

$$\Delta V_{OUT} \approx \Delta I_L \times \left( ESR + \frac{1}{8 \times F_{SW} \times C_{OUT}} \right)$$

$$\Delta I_L = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT}}{V_{IN} \times F_{SW} \times L}$$

$$ESR_{MAX} = \frac{\Delta V_{OUT} \times L \times F_{SW}}{V_{OUT} \times \left( 1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN_{MAX}}} \right)}$$

➤ $V_{COUT} \geq 1.5 \times V_{OUT}$

## PCB设计

- VIN、GND、CSP、LED+，LED-是大电流途径，注意走线宽度，减小寄生参数对系统性能影响；
- 输入电容靠近芯片VIN与GND放置，电解电容+贴片陶瓷电容组合使用；
- CSN走线远离电感与肖特基等有开关信号地方，CSN走线使用地线包围更佳；
- 芯片、电感、肖特基为主要发热器件，注意PCB热量均匀分配，避免局部温升高。

## XL8005系统输入输出规格参数

- 输入电压：VIN=48V~72V，典型值为60V；
- 输出功率：VOUT=24V，IOUT=0.3A；
- 设计开关频率：F<sub>SW</sub>=60KHz；
- 输出纹波电压：0.5%\*VOUT。

### 计算输入电容：

$$I_{RMS} = I_{OUT} \times \sqrt{\frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{(V_{IN})^2}} = 0.3 \times \sqrt{\frac{24 \times (72 - 24)}{(72)^2}} = 140.7mA$$

$$C_{IN} = \frac{I_{OUT_{MAX}} \times V_{OUT}}{\Delta V_{IN} \times F_{SW} \times V_{IN_{MIN}}} = \frac{0.3 \times 24}{0.2 \times 60K \times 48} \approx 12.5\mu F$$

$$V_{CIN} = 1.2 \times V_{IN_{MAX}} = 1.2 \times 72 = 86.4V$$

选择CIN为陶瓷电容时，选取容量等于10uF，耐压大于等于100V的陶瓷电容。

选择CIN为电解电容时，选取耐压等于100V，IRMS电流大于140mA，容量大于等于33uF的电解电容。

## C2电容选择:

选择电容容量为2.2uF，耐压50V。

## 计算限流电阻:

$$R_{CS} = \frac{0.2}{I_{OUT}} = \frac{0.2}{0.3} = 0.67\Omega \quad P_{RCS} = I^2 \times R = 0.3^2 \times 0.68 = 0.06W$$

选择RCS=0.68Ω，1206封装，1%精度。计算出来输出电流中心值为294mA。

## 电感选择:

$$L = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times D_{MIN}}{0.3 \times I_{OUT_{MAX}} \times F_{SW}} = \frac{(60 - 24) \times \frac{24}{72}}{0.3 \times 0.3 \times 60K} = 2.2mH$$

电感最小饱和电流  $I_L = 1.5 \times I_{OUT_{MAX}} = 1.5 \times 0.3 = 0.45A$

选择电感量2.2mH，饱和电流0.6A。

## 输出电容选择:

$$\Delta IL = \frac{(VIN - VOUT) \times VOUT}{VIN \times F_{SW} \times L} = \frac{(60 - 24) \times 24}{60 \times 60K \times 2.2mH} = 0.109A$$

$$ESR_{MAX} = \frac{\Delta VOUT \times L \times F_{SW}}{VOUT \times (1 - \frac{VOUT}{VIN_{MAX}})} = \frac{0.1 \times 2.2mH \times 60K}{24 \times (1 - \frac{24}{72})} = 0.366\Omega$$

$$V_{COUT} = 1.5 \times V_{LED} = 1.5 \times 24 = 36V$$

$$\Delta VOUT \approx \Delta IL * (ESR + \frac{1}{8 * F_{SW} * COUT})$$

$$COUT_{MIN} = \frac{\Delta IL}{8 \times F_{SW} \times (\Delta VOUT - ESR \times \Delta IL)}$$
$$= \frac{0.109}{8 \times 60K \times (0.005 * 24 - 0.366 \times 0.109)} \approx 2.84\mu F$$

选择输出电容容量大于等于10uF，ESR小于0.366Ω，耐压大于等于36V。

## 续流二极管选择：

- 续流二极管的额定电流至少要大于最大负载电流的50%。

$$I_D = 1.5 \times I_{OUT_{MAX}} = 1.5 \times 0.3 = 0.45A$$

- 续流二极管的额定电压至少要比最恶劣条件大30%。

$$V_D = 1.3 \times V_{IN_{MAX}} = 1.3 \times 72 = 93.6V$$

- 选择反向耐压100V、电流2A、SMB封装的肖特基，如S210。

# 常见问题与解决方案

## ➤ Q1. 输入正负极接反芯片损坏

➤ 解决方案：添加防反接电路(右图蓝色虚线框中电路)。

Q1:  $V_{DS} \geq 1.5 * V_{IN_{MAX}}$ ;

DZ:  $V_{DZ} = 10V, 500mW$ ;

R3: 100K, R4: 20K。

## ➤ Q2. 输入尖峰电压损坏芯片

➤ 解决方案一：输入添加瞬态尖峰电压吸收电路(右图蓝色虚线框中电路)；

D2:  $V_{D2} = 1.2 * V_{IN_{MAX}} \leq 80V$ 。

➤ 解决方案二：输入添加过压保护电路(右图红色虚线框中电路)。

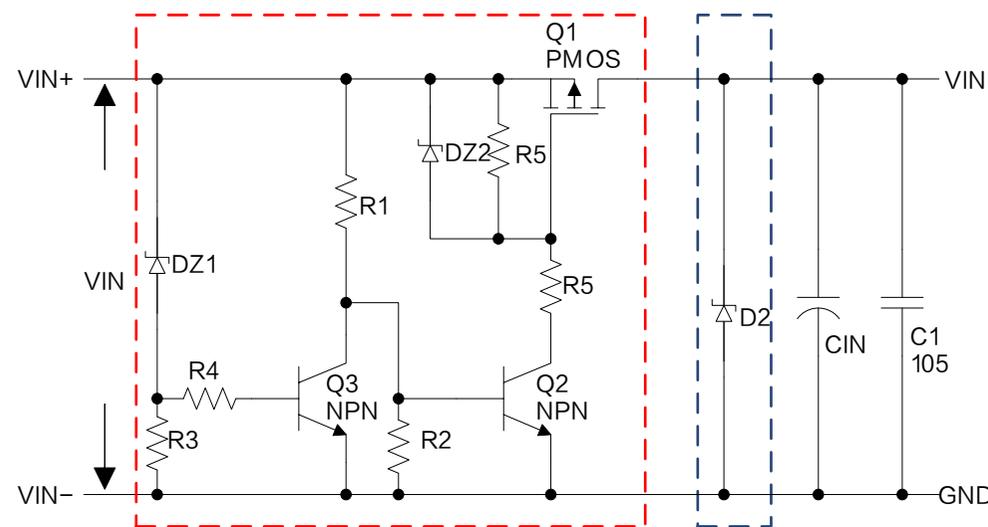
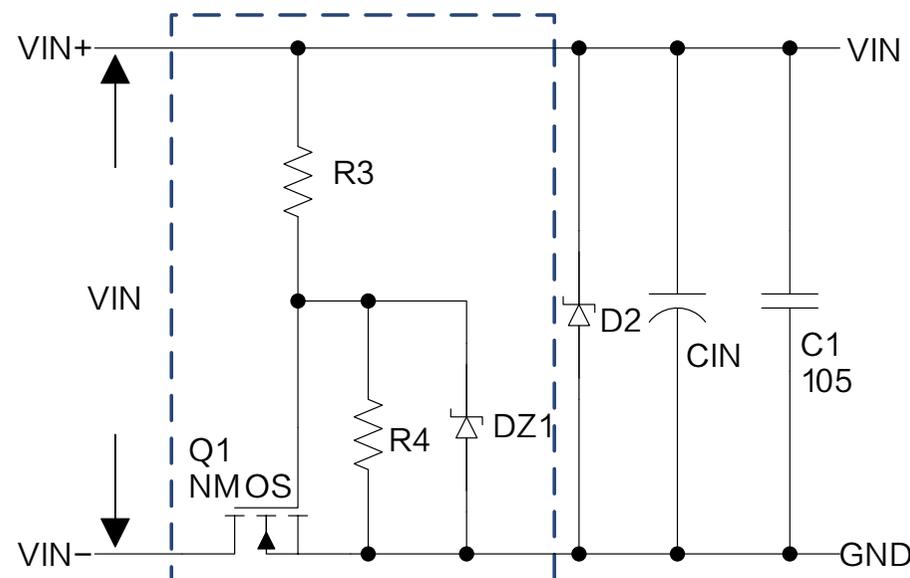
Q1:  $V_{DS} \geq 1.5 * V_{IN_{MAX}}$ ;

DZ1:  $V_{DZ1} = 1.2 * V_{IN_{MAX}}, 500mW$ ;

DZ2:  $V_{DZ2} = 10V, 500mW$ ;

R1, R3, R4, R6: 60K, R2, R5: 20K;

Q2, Q3:  $V_{CE} \geq 1.5 * V_{IN_{MAX}}$ 。



# 常见问题与解决方案

## ➤Q3.输出短路后芯片是什么工作状态

芯片是上端采样结构，短路后RCS上电压升高，芯片基准CSP检测到高压后，关闭功率管，降低输出功率。

## ➤Q4.输出电流怎么调整

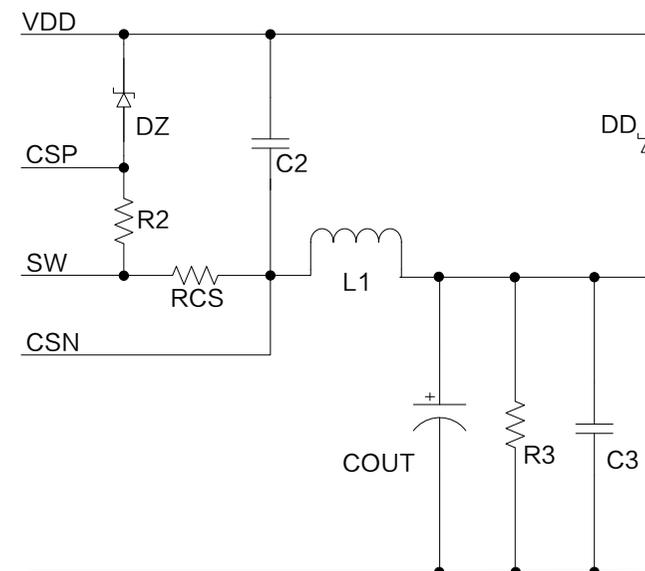
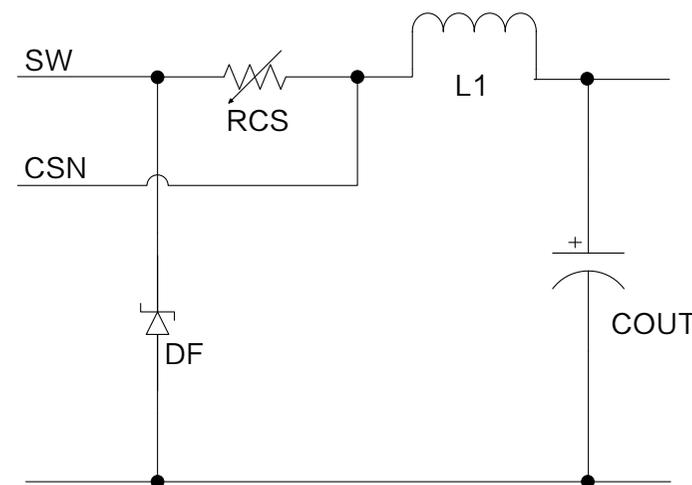
调节RCS限流电阻，如右上图所示。

## ➤Q5.芯片输入输出压差为什么要大于8V

由芯片本身供电方式和拓扑结构决定。

## ➤Q6.输出LED开路保护如何实现

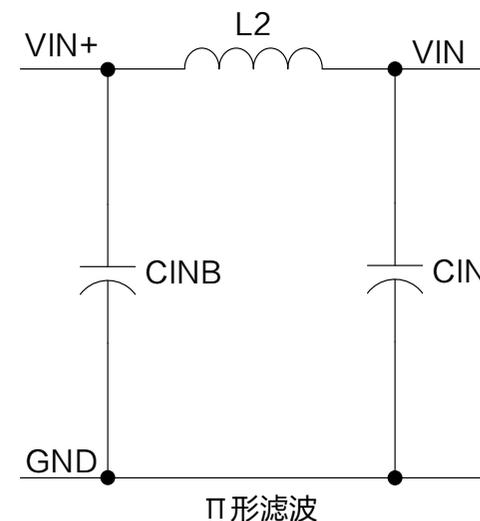
解决方案：如右下图所示(DZ,R2)。



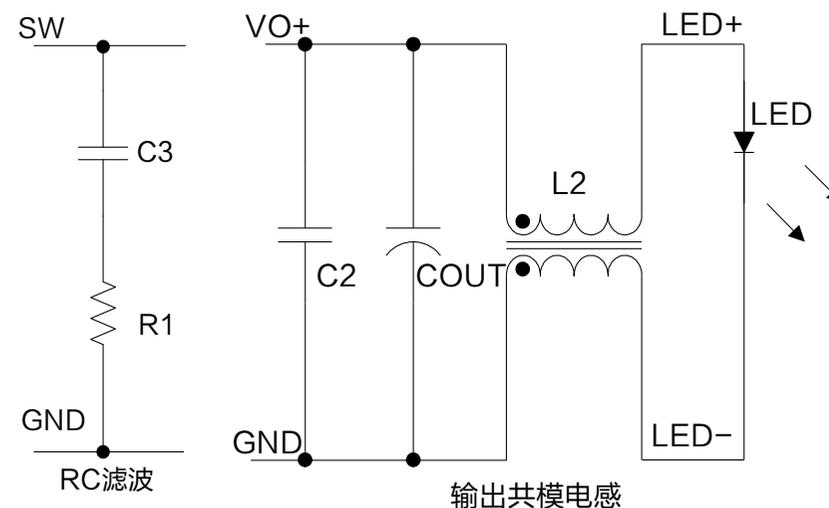
# 常见问题与解决方案

## ➤Q7.EMC电路

传导：输入端加 $\pi$ 形滤波；电路参考右上图  
辐射：SW加RC吸收电路，输出加共模电感。  
电路参考右下图。



➤Q8.芯片输入输出大容量电容是否可以不要  
不能，输入输出电容有平滑滤波和吸收毛刺  
的作用，同时还为后级提供瞬态大电流。



- Q9. 芯片的输入输出105陶瓷电容是否可以不要  
不能，陶瓷电容器可以进行高频去耦，有利于提高系统的稳定性。
- Q10. 芯片在交流输入为什么要使用肖特基做整流桥  
肖特基管压降低同时流过的电流更大，损耗更小，如果使用普通二极管会造成整流桥部分损耗过大。
- Q11. 芯片在交流输入为什么要使用大容量电容滤波  
整流滤波后输入电压波形波谷电压会偏低很多，在小电容情况下可能会导致芯片输入平均电压低于输出电压导致芯片工作状态不正常。
- Q12. 芯片实际功率超过推荐功率会如何  
芯片在考虑效率和封装热阻的情况下，推荐了最大应用功率，超过该功率无法保证系统正常工作。

## ➤Q13.同样是1mH电感量为什么使用效果差很多

由于电感磁芯材质和线材的影响，有部分电感在高温的情况下，电感量下降，容易发生饱和，造成芯片损坏。

## ➤Q14.恒流精度低

检查输出电容容量是否过小；

检查电感量是否过小，或者发生磁饱和；

RCS电阻精度是否过低；

PCB走线对CSN造成干扰；

样板散热不足，单位面积功率过大，芯片发生过温保护。

## ➤ Q15. 系统先上电再接LED负载发生损坏

系统应先接上LED负载再通电测试，开路接LED需要添加开路保护电路。

## ➤ Q16. 芯片SW点开关波形有较高的毛刺和负压

芯片SW点负压毛刺容易造成芯片失效；

注意肖特基处的走线，减少寄生参数。