

**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

# XL70XX高压降压恒压系列产品设计指南



V1.8

# XL70XX系列快速选择表

**XLSEMI**

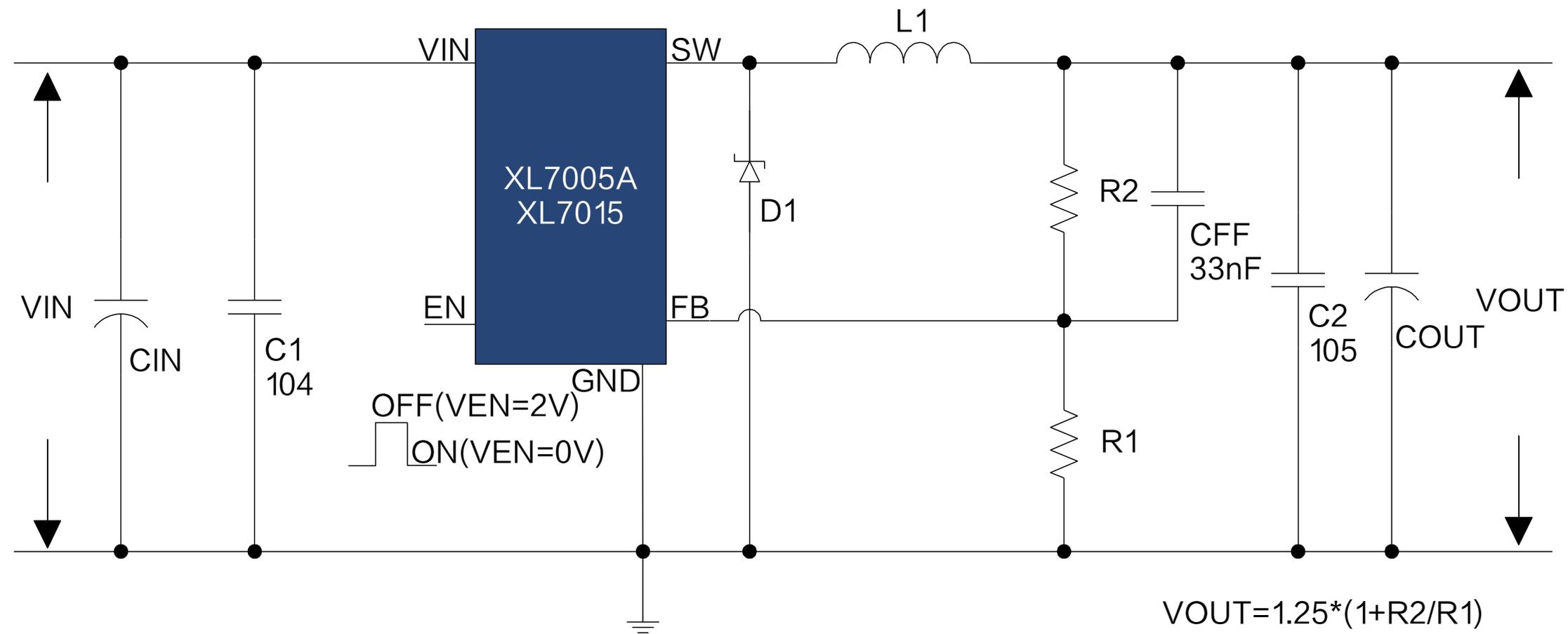
专业 专注 务实 创新 高效 沟通

产品型号	输入电压范围	开关电流	开关频率	基准电压	典型应用	效率(Max)	封装类型	功率
XL7005A	5V~100V	0.4A	150KHz	1.25V	5V/300mA 15V/200mA	85%	SOP8-EP	≤5W
XL7015	5V~100V	0.8A	150KHz	1.25V	5V/700mA 15V/500mA	86%	TO252-5L	≤8W
XL7025	10V~100V	0.6A	150KHz	1.25V	5V/600mA 15V/300mA	86%	TO252-5L	≤5W
XL7026	12V~100V	0.6A	150KHz	1.25V	5V/600mA 15V/300mA	93%	SOP8-EP	≤5W
XL7035	10V~100V	1.0A	150KHz	1.25V	5V/1000mA 15V/600mA	86%	TO263-5L	≤20W
XL7045	10V~100V	0.3A	100KHz	1.25V	5V/300mA 15V/200mA	84%	SOP8-EP	≤3W
XL7046	8V~100V	1.0A	100KHz	1.25V	5V/1000mA 15V/500mA	95%	SOP8-EP	≤8W
XL7056	8V~100V	2.1A	100KHz	1.25V	5V/2100mA 15V/1200mA	95%	TO263-7L	≤20W

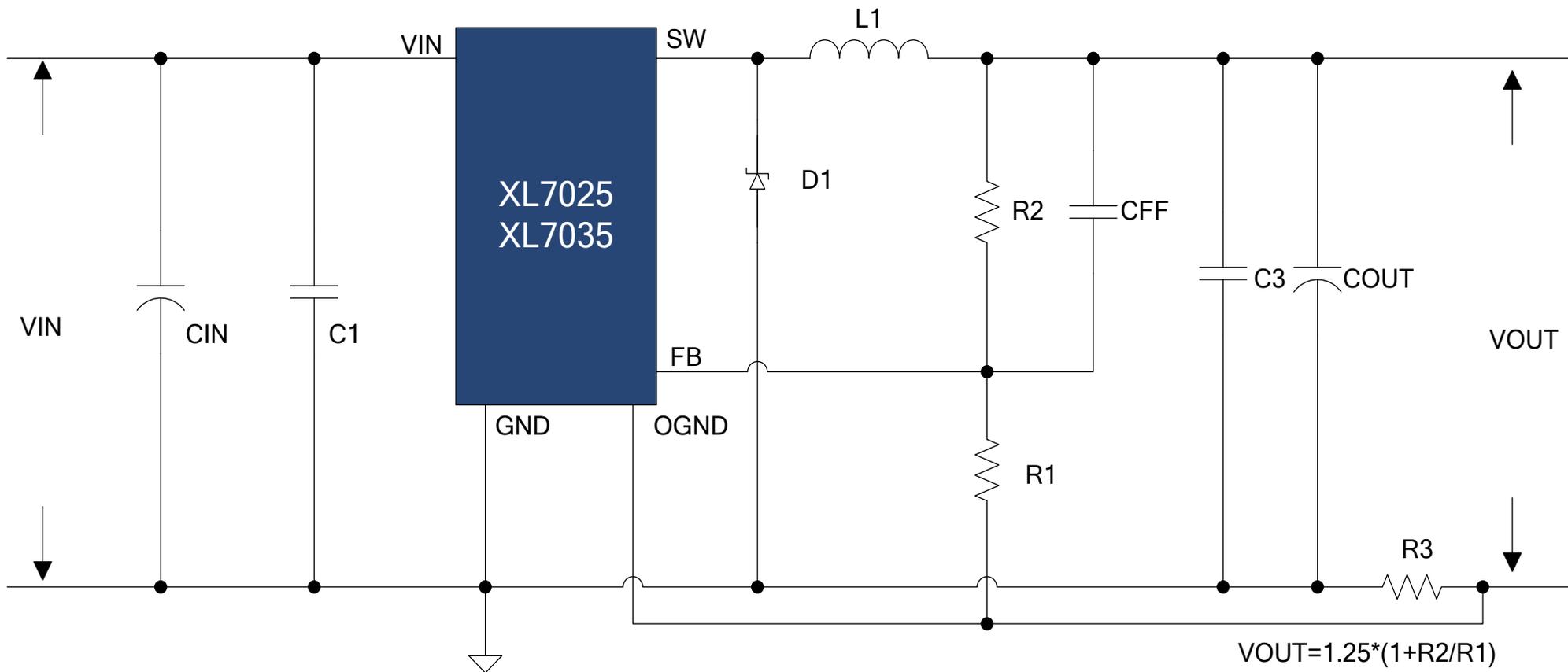
# 典型应用电路图

**XLSEMI**

专业 专注 务实 创新 高效 沟通



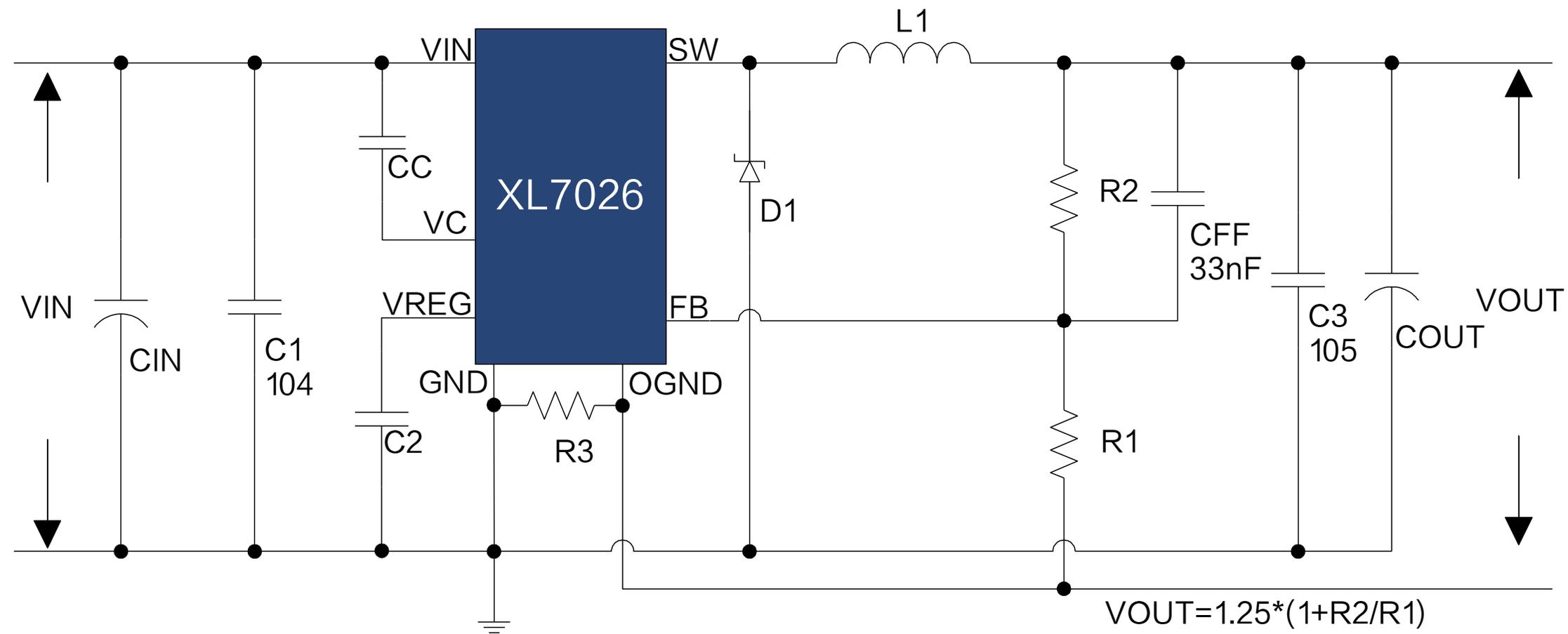
# 典型应用电路图



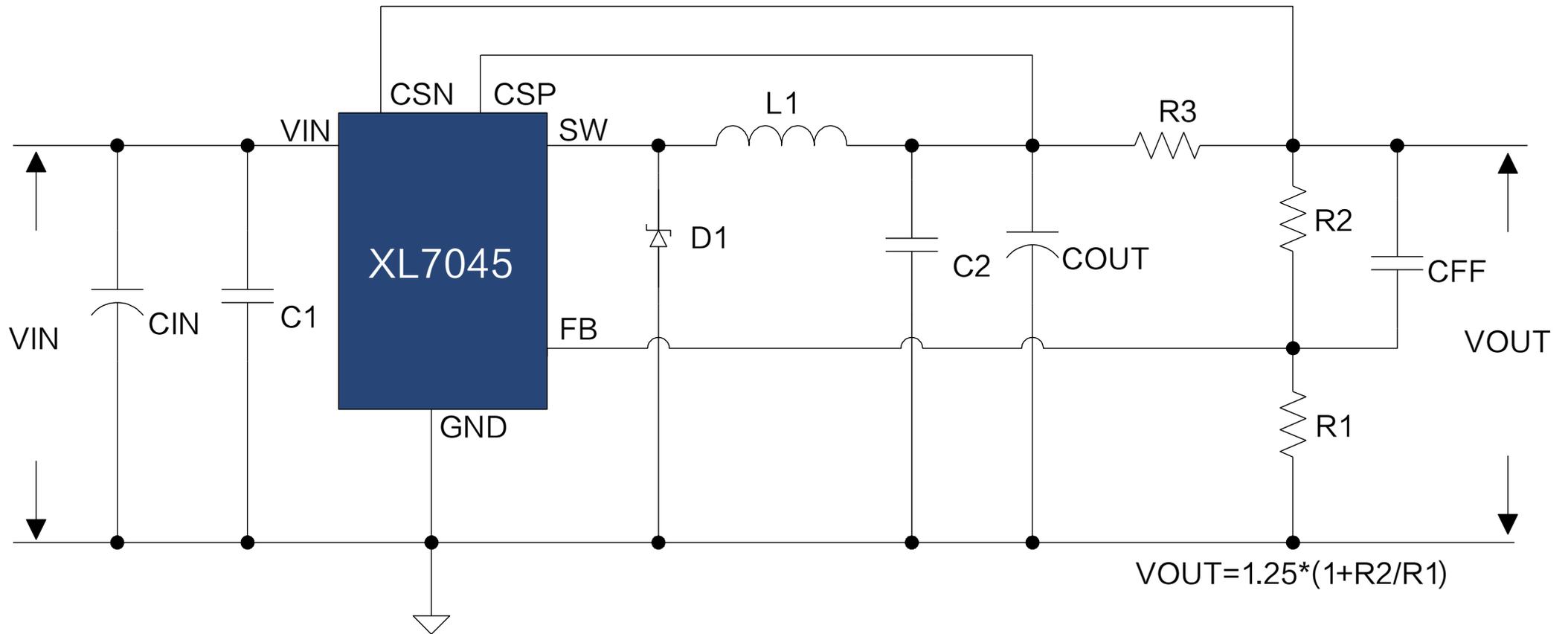
# 典型应用电路图

**XLSEMI**

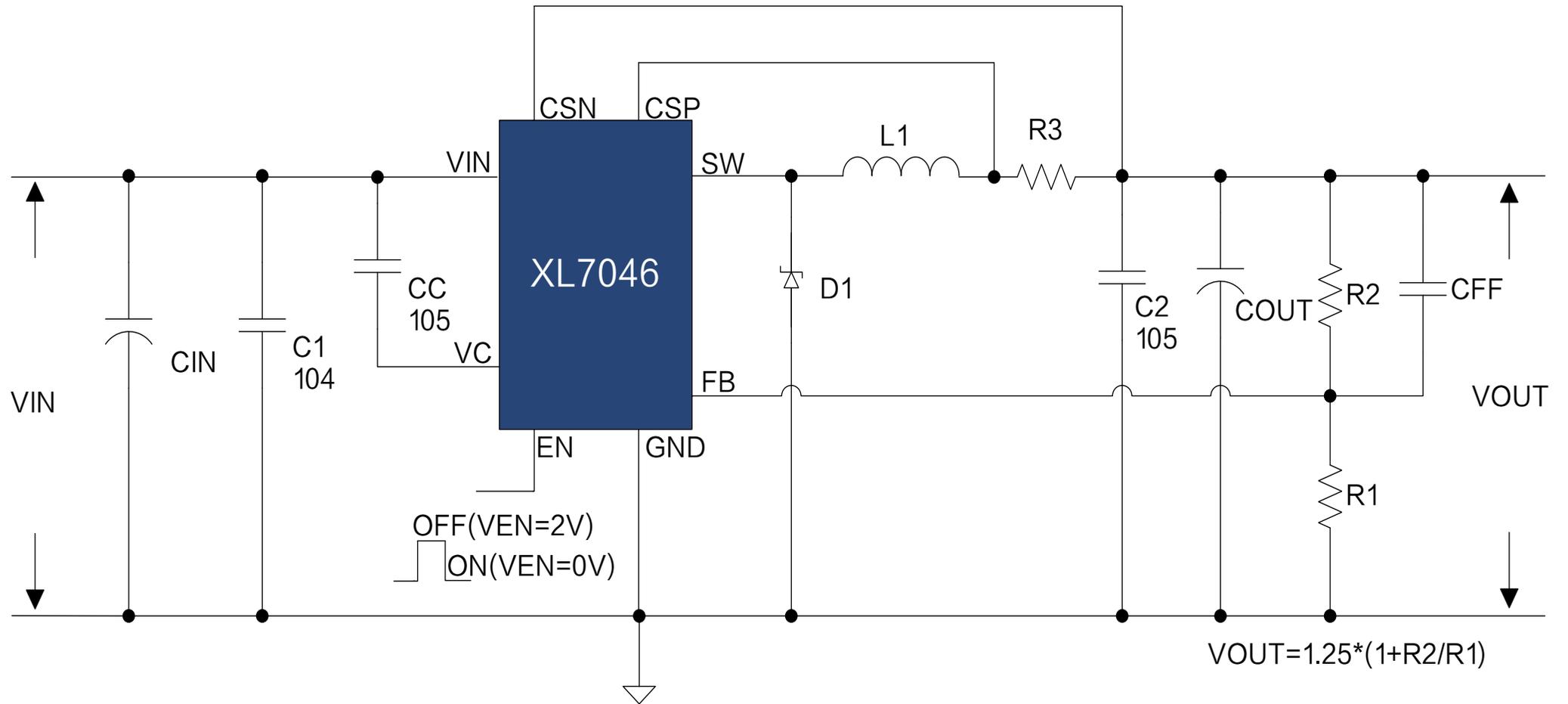
专业 专注 务实 创新 高效 沟通



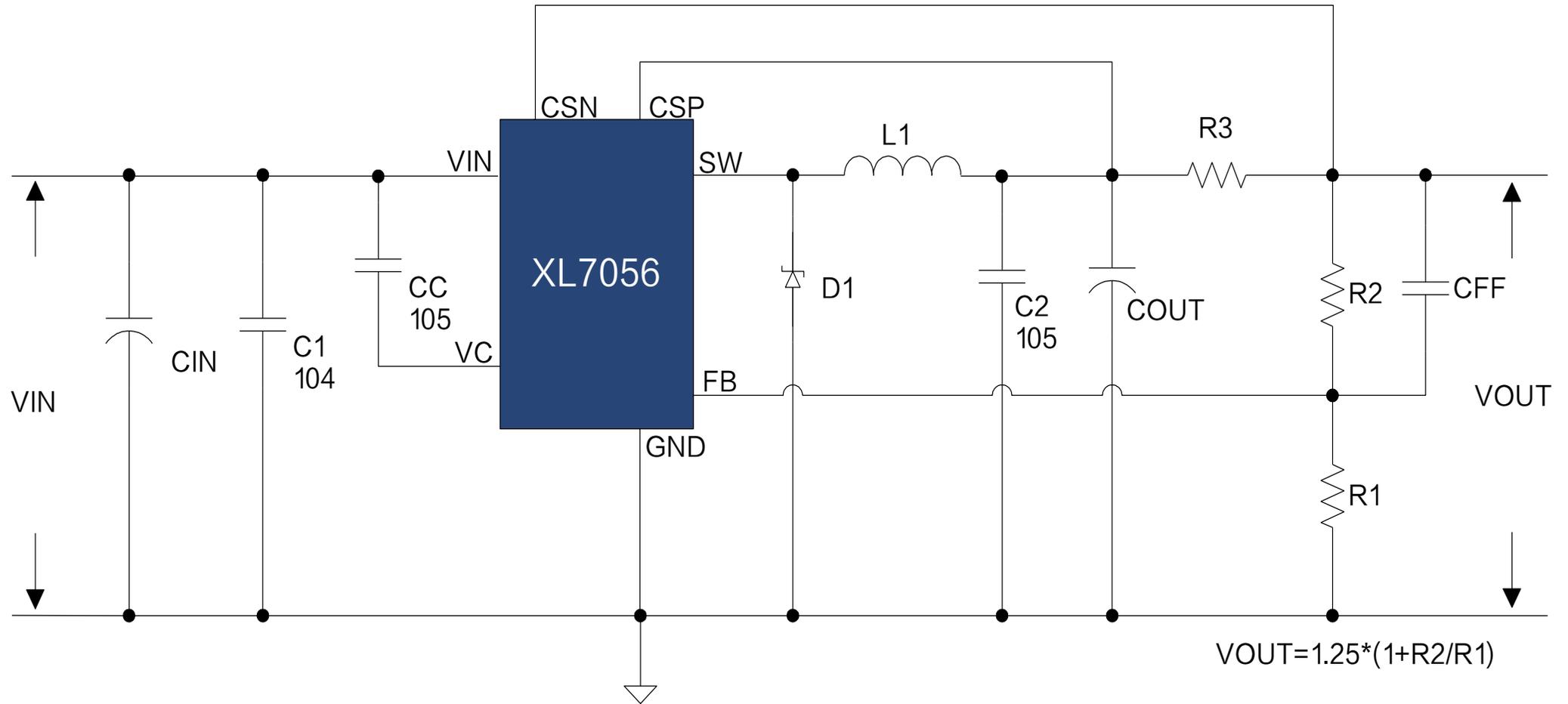
# 典型应用电路图



# 典型应用电路图



# 典型应用电路图



## 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 $1.2 * V_{IN_{MAX}}$ 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。

## CC电容(仅针对XL7026&XL7046&XL7056)

- VC是芯片内部电压调节旁路电容，需要在VC与VIN之间并联1uF电容。

## C2电容(仅针对XL7026)

- VREG是芯片内部电压供电电容，需要在VREG与GND之间并联10uF电容。

## 输出电压设计

- FB为芯片内部基准误差放大器输入端，内部基准稳定在1.25V；
- FB通过外部电阻分压网络，检测输出电压进行调整，输出电压计算公式为：

$$V_{OUT} = 1.25V * (1 + \frac{R2}{R1})$$

R1取值范围1KΩ~10KΩ；

- 输出电压精度取决于芯片VFB精度、R1与R2精度，选择精度更高的电阻可以获得精度更高的输出电压，R1、R2精度需要控制在±1%以内。

## 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：

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

➤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高输入电压大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：

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

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

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

➤  $C_{OUT} \geq 1.5 \times V_{OUT}$

限流电阻R3选择(仅针对XL7025&XL7035&XL7026)

$$R3 = \frac{0.1}{I_{OUT} + 0.05}$$

$$P_{R3} > 2 \times 0.1 \times I_{OUT}$$

## PCB设计

- VIN、GND、SW、VOUT+，VOUT-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；
- FB走线远离电感与肖特基等有开关信号地方，哪里需要稳定就反馈哪里，FB走线使用地线包围较佳；
- 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。

## XL7025系统输入输出规格参数

- 输入电压：VIN=40V~56V，典型值为48V；
- 输出功率：VOUT=15V，IOUT=0.3A；
- 开关频率：F<sub>SW</sub>=150KHz；
- 输出纹波电压：100mV。

### 计算输入电容：

$$I_{RMS} = I_{OUT} \times \sqrt{\frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{(V_{IN})^2}} = 0.3 \times \sqrt{\frac{15 \times (48 - 15)}{(48)^2}} = 139mA$$

$$C_{IN} = \frac{I_{OUT_{MAX}} \times V_{OUT}}{\Delta V_{IN} \times F_{SW} \times V_{IN_{MIN}}} = \frac{0.5 \times 15}{0.2 \times 150K \times 40} = 6.25\mu F$$

$$V_{CIN} = 1.2 \times V_{IN_{MAX}} = 1.2 \times 56 = 67.2V$$

选择CIN为陶瓷电容时，容量大于等于10uF，耐压大于等于80V的陶瓷电容。

选择CIN为电解电容时，选取耐压大于等于80V，IRMS电流大于139mA、容量大于等于33uF的电解电容。

## 计算分压电阻:

假定 $R1=2.7K$ ;

$$V_{OUT} = 1.25 * \left(1 + \frac{R2}{R1}\right)$$
$$\Rightarrow R2 = \frac{(V_{OUT} - 1.25) * R1}{1.25} = \frac{(15 - 1.25) * 2.7}{1.25} = 29.7K$$

$R1$ 取值范围 $1K\Omega \sim 10K\Omega$ ;

选择 $R1=2.7K$ ,  $R2=30K$ , 1%精度; 计算出来输出电压中心值为 $15.13V$ 。

## 电感选择:

$$L_{MIN} = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times D_{MIN}}{0.3 \times I_{OUT\_MAX} \times F_{SW}} = \frac{(48 - 15) \times \frac{15}{56}}{0.3 \times 0.3 \times 150K} = 655\mu H$$

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 $100\mu H$ , 饱和电流 $1A$ 。

备注: 芯片内置频率补偿功能,故可以采用感量较小的电感。

## 输出电容选择:

$$\Delta IL = \frac{(VIN - VOUT) \times VOUT}{VIN \times F_{SW} \times L} = \frac{(48 - 15) \times 15}{48 \times 150K \times 100\mu H} = 0.687A$$

$$ESR_{MAX} = \frac{\Delta VOUT \times L \times F_{SW}}{VOUT \times (1 - \frac{VOUT}{VIN_{MAX}})} = \frac{0.1 \times 100\mu H \times 150K}{15 \times (1 - \frac{15}{56})} = 0.136 \Omega$$

$$VCOUT = 1.5 \times VOUT = 1.5 \times 15 = 22.5V$$

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

$$COUT = \frac{\Delta IL}{8 * F_{SW} * (\Delta VOUT - ESR * \Delta IL)} = \frac{0.687}{8 * 150K * (0.1 - 0.136 * 0.687)} \approx 87\mu F$$

选择输出电容容量大于等于100uF，ESR小于0.136Ω，耐压大于等于25V。

## 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%。

$$V_D = 1.3 \times V_{IN_{MAX}} = 1.3 \times 56 = 72.8V$$

- 选择反向耐压100V、电流2A、SMB封装的肖特基，如S210。

## ➤限流电阻R3选择

$$R3 = \frac{0.1}{I_{OUT} + 0.05} = \frac{0.1}{0.3 + 0.05} = 0.286 \Omega$$

$$P_{R3} > 2 * 0.1 * I_{OUT} = 2 * 0.1 * 0.3 = 0.06W$$

选择0.28Ω, 1%精度, 1206贴片封装电阻。

# 常见问题与解决方案

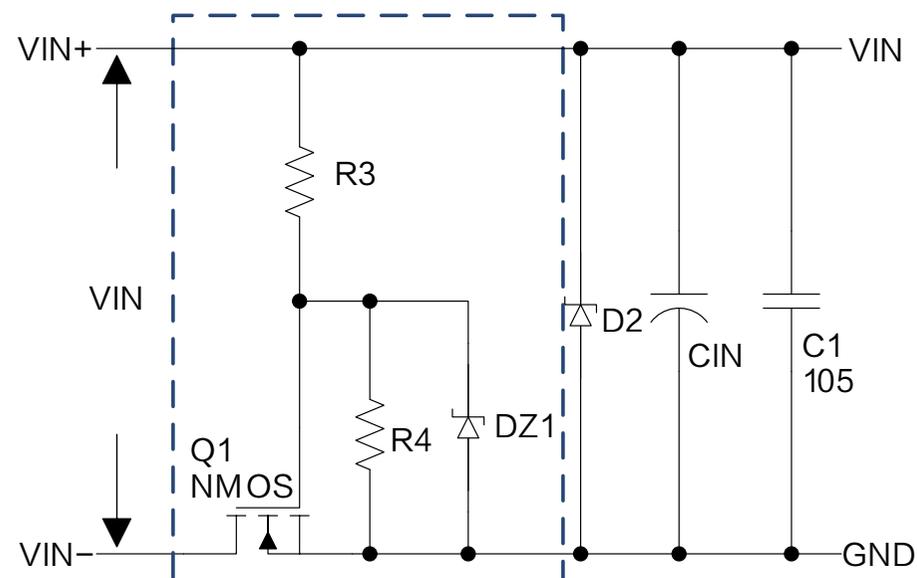
## ➤ Q1. 输入正负极接反芯片损坏

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: 30K。



## ➤ 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:  $V_{D2} = 1.2 * V_{IN_{MAX}} \leq 80V$  (XL7026 小于 90V)。

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)。

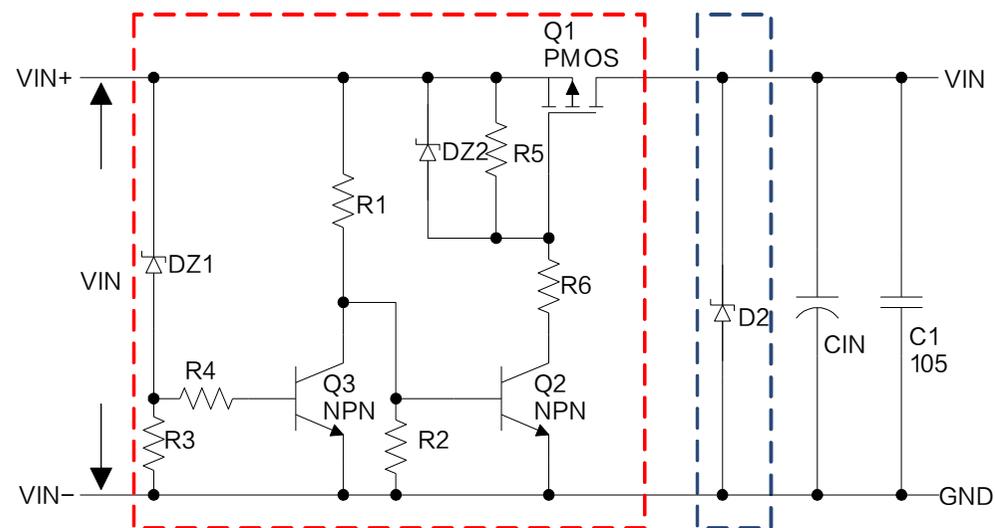
Q1:  $V_{DS} \geq 1.5 * V_{IN_{MAX}}$ ;

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

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

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

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



说明：高电压输入热插拔上电时的浪涌电流容易产生尖峰电压，需要增大输入电容容量进行吸收，或者串联小阻值功率电阻抑制浪涌电流。

# 常见问题与解决方案

## ➤Q3.输出短路时芯片工作状态

FB检测输出电压降低至设定值的50%以下后，芯片频率降低，输出电压降低，输出能量降低，以保证不会损坏芯片和后续设备。

## ➤Q4.外部输出短路时，关闭输出怎么实现

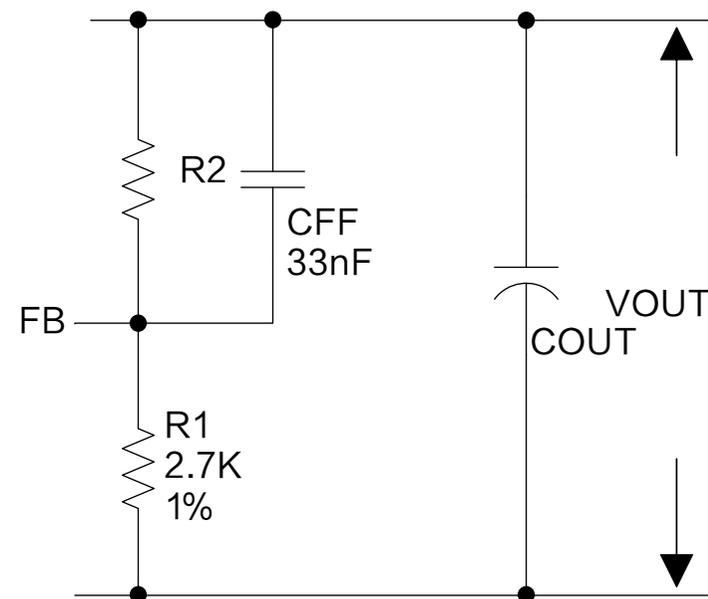
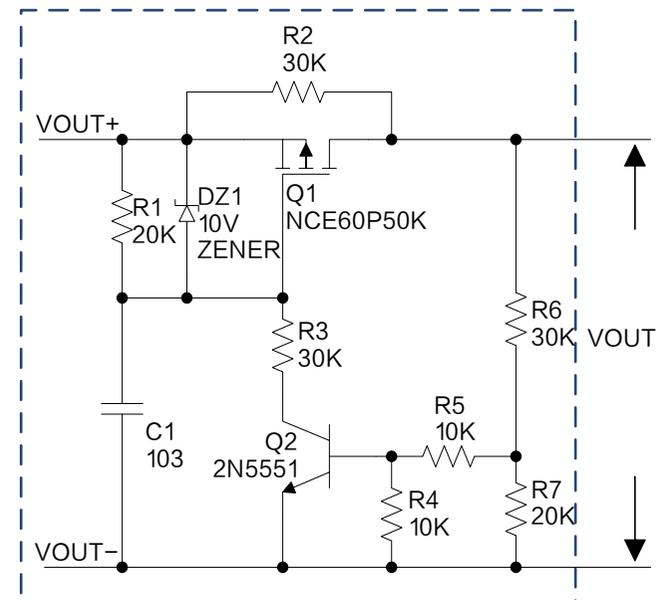
解决方案：输出添加短路保护电路(右上图蓝色虚线框中电路)

Q1: $V_{DS} \geq 1.5 * V_{OUT}$ ;  $I_D \geq 2 * I_{OUT}$

RDS越小损耗越小，Q1发热量越低。

## ➤Q5.输出电压有过冲

解决方案：添加CFF电容可以解决过冲的问题；电路如右下图所示。



➤ Q6. 系统开关波形不是正常的方波，有振铃现象

解决方案：芯片输出电流可能较小，芯片工作在断续模式，可以增大负载或者增大电感量。

➤ 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。

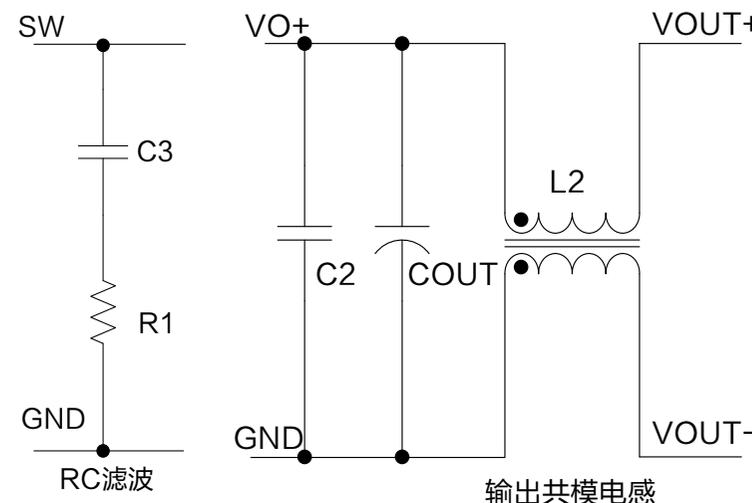
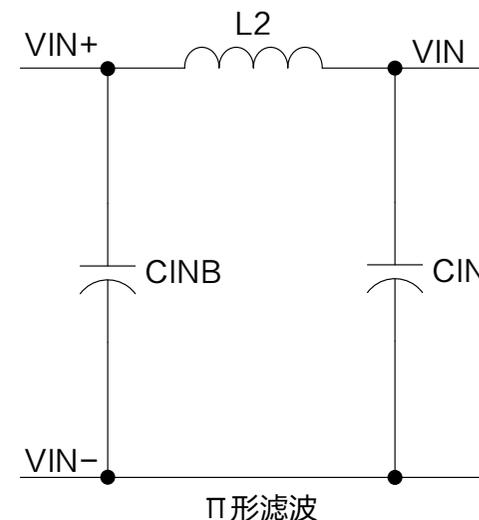
电路参考右下图。

➤ Q8. 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. 输入输出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。

## ➤Q11.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长期可靠工作。

## ➤Q12.系统电子负载CC模式上电，输出电压无法建立(XL7005A&XL7015)

芯片上电后低频率启动，输出电压从0升高至设定电压，此时需要给输出电容充电，若使用CC恒定电流模式持续拉取电流，二者电流相叠加很容易触发芯片的限流点，同时芯片输出无法建立，芯片进入限流保护状态；

解决方案：采用CV模式测试，实际物理负载不会有CC模式的情况。

## ➤Q13.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。

## ➤Q14. 输出电压与设定值差异较大

确认分压电阻R1、R2是否虚焊或者漏焊；

输入电容是否靠近芯片VIN与GND放置，或者输入电容偏小；

大电流途径PCB走线宽度是否足够，FB走线受到干扰；

电感是否为功率电感，电感量与电流能力是否足够，是否高温发生磁饱和；

续流二极管是否选择为肖特基，封装规格是否满足当前功率。