



Silan 士兰微电子

诚信  
Faith

忍耐  
Endurance

探索  
Exploration

热情  
Enthusiasm

# SD670X 系统设计参考

Silan Power Group  
Oct. 2013  
V0.3





# 内容

1. 芯片简介
2. 典型应用原理图
3. 系统参数设计参考
4. 芯片应用笔记





# 1 SD670X合封系列产品简介

## 1.1, 主要特点:

- ◆ 非隔离降压式电路结构 (BUCK)
- ◆ 内置高压MOS管(500V)
- ◆ 无需辅助绕组供电, 系统极简单, 成本极低
- ◆ 较高的电源转换效率(>93% 典型值)
- ◆ 超低IC启动电流, 系统快速启动
- ◆ VCC过压保护, VCC欠压保护
- ◆ LED开路保护, LED短路保护
- ◆ 内置过热降额及OTP

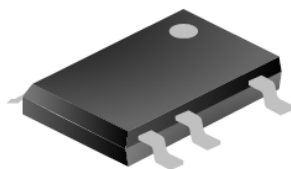
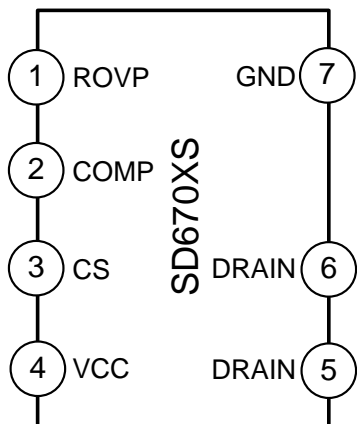




## 1.2, SD670X管脚排列及定义

管脚编号	名称	功能描述
1	ROVP	空载电压设定脚，外接电阻
2	COMP	内部跨导输出脚（悬空）
3	CS	电流采样输入脚
4	VCC	芯片供电脚
5,6	DRAIN	内置MOS管漏极(D)
7	GND	芯片地

芯片名	导通电阻	MOS耐压
SD6701S	8Ω	>500V
SD6702S	3Ω	>500V
SD6704S	1.5Ω	>500V



SOP-7-225-1.27





## 2 SD670XS典型应用原理

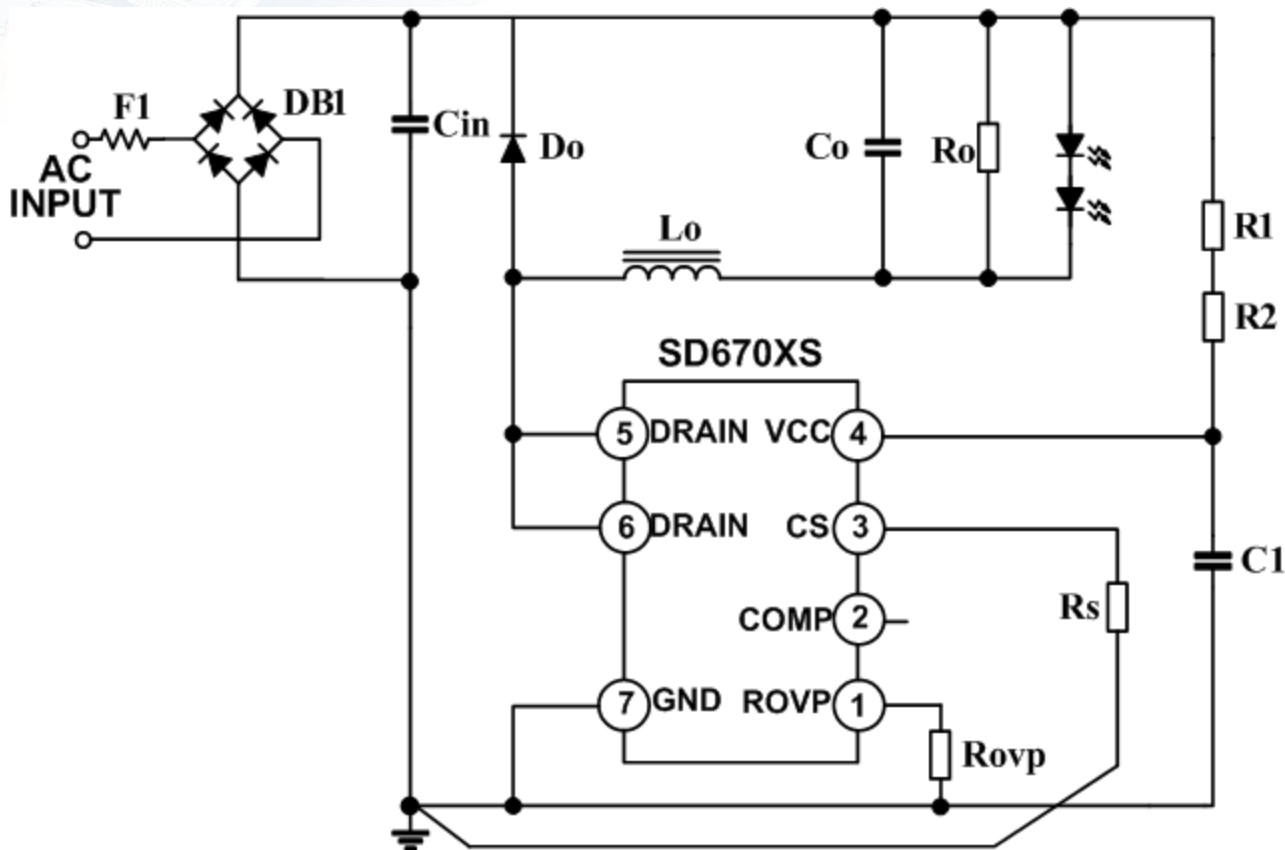


图1 典型应用原理图



### 3 系统参数设计参考

#### 3.1. VCC设计

SD670X系列芯片，采用MOS管源极控制原理实现高频的PWM开关动作，其目的在于可以降压芯片的功耗，无需利于辅助绕组进行VCC供电，进一步简化系统，降低成本。

#### R1,R2设计

如图2所示，在tc期间内，高压母线电压通过电阻R1,R2对Vcc电容进行充电，当Vcc电压达到芯片开启电压Vst时，芯片内部产生PWM脉冲开通内部功率管，系统开始工作。R1,R2取值越大，tc时间越长。

如图2所示，在tst期间内，由于芯片开始工作Vcc快速下降，直到输出电压基本建立，Vcc最终会稳定在某个电位。所以R1,R2的取值依据是：流过其电流大于芯片工作电流，即：

$$I_{VCC} < \frac{V_{min} - V_{st}}{R1 + R2}$$

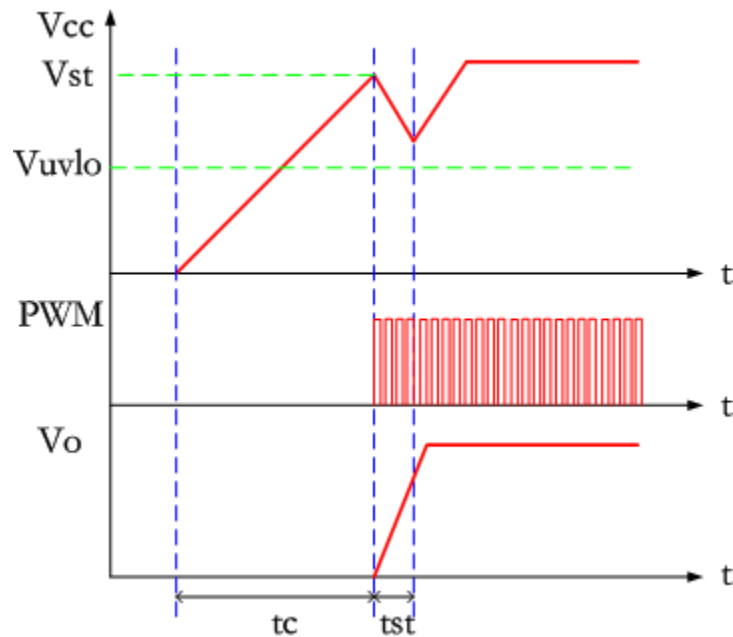


图2 系统启动VCC示意图



其中， $V_{min}$ 为最低输入电压； $I_{vcc}$ ，为芯片工作电流； $V_{st}$ ，为芯片开启电压；  
举例说明， $V_{min}=176AC$ ， $I_{vcc}=180\mu A$ ， $V_{st}=13V$

$$R1 + R2 < \frac{V_{min} - V_{st}}{I_{vcc}} = \frac{176 * 1.414 - 13}{180 \mu A} = 1.3 M$$

系统在正常工作期间，芯片供电所需能量由两部分提供，其一由母线电压经由R1,R2提供；其二是由内部MOS管寄生参数耦合能量提供，这部分能量会随着开关频率，输出规格，输入电压，电感量等不同而变化。因此，考虑到寄生参数耦合能量的参与，R1,R2阻值可以相应增大。

## VCC电容 (C1)设计

由于SD670X的工作电流较小，启动期间 ( $t_{st}$ )不需要较大的电容去维持，所以一般系统设计时，基于上述R1,R2电阻之上，C1取值在 $1\mu F \sim 2.2\mu F$ 即可 (0805)

PS：当VCC达到13V时，系统开始工作；当VCC下降到8V时，系统停止工作；  
VCC钳位电压为16V；





### 3.2. 输入及输出电容

(1) 如图1典型应用中所示， $C_{in}$ 为输入滤波电容；在实际应用中使用电解电容；电容耐压取400V或450V，容值大小根据输出功率及电压确定，下表给出了参考范围(176VAC~265VAC输入)，使用时可以根据实际情况做调整。

输出功率	输入电容值
5W	1uF~2.2uF
10W	3.3uF~6.8uF
15W	6.8uF~15uF

(2) 如图1典型应用原理图所示， $C_o$ 为输出滤波电容；一般可使用CBB电容或电解电容；由于芯片具有空载保护功能，所以可以根据设定的值选择电容的耐压或建议用400V；容值根据纹波要求选取；同时输出电容两端需要并联电阻用作假负载，一般取值范围从100K到1M之间

(3) 最大占空比为90%（理论值），所以考虑到产品本身应有的偏差，建议设定 $D_{MAX}=85\%$ ，设计时要考虑输入最低电压与输出电压之差值。







## 3.3. 输出电流及采样电阻

SD670X系统工作在临界连续模式 (BCM) ; 芯片采样MOS管电流, 经过特有的采样技术处理后, 进入内部跨导放大器, 和内部基准电压进行误差放大, 从而得到高恒流精度, 最好负载调整率, 最好的线性调整率。

CS采样电压和CS基准电压进入跨导放大器进行误差放大, 并通过内部Comp电容积分。Comp端电压控制外部功率管开通时间来调节占空比, 调整输出电流。Comp端悬空, 不需要外接补偿电路。

输出电流计算公式为:

$$I_o = \frac{CS_{REF}}{2 * R_s}$$

同样, 可以根据输出电流选择采样电阻:

$$R_s = \frac{CS_{REF}}{2 * I_o}$$

CS<sub>REF</sub>为IC内部设定的基准电压值, 为0.44V





## 3.4. 空载电压及输出OVP设计

SD670X具有输出OVP保护及设定功能，如图1典型应用原理图所示。ROVP脚外接电阻进行输出空载时的OVP电压设定。

$$V_{ovp} := \frac{0.76 + \sqrt{0.76^2 + R_{ovp} \times C_{SREF} \times 2.5 \times 10^{-6}}}{37.9 \times R_{ovp} \times R_{cs}} \times L_o \times 10^{12}$$

输出OVP保护，是通过判断输出滤电感(Lo)的复位时间(TOFF)实现，当TOFF小于内部设定值后，即关闭系统。图3给出了外置电阻与输出空载电压关系曲线图(L=2mH,Rcs=1.2, CSREF=0.44)。由于空载时的OVP电压影响因素较多，特别在输出电容较小的情况下，空载电压难以控制精准，因此公式或曲线图只提供了大概的参考范围，以实际调试为准。

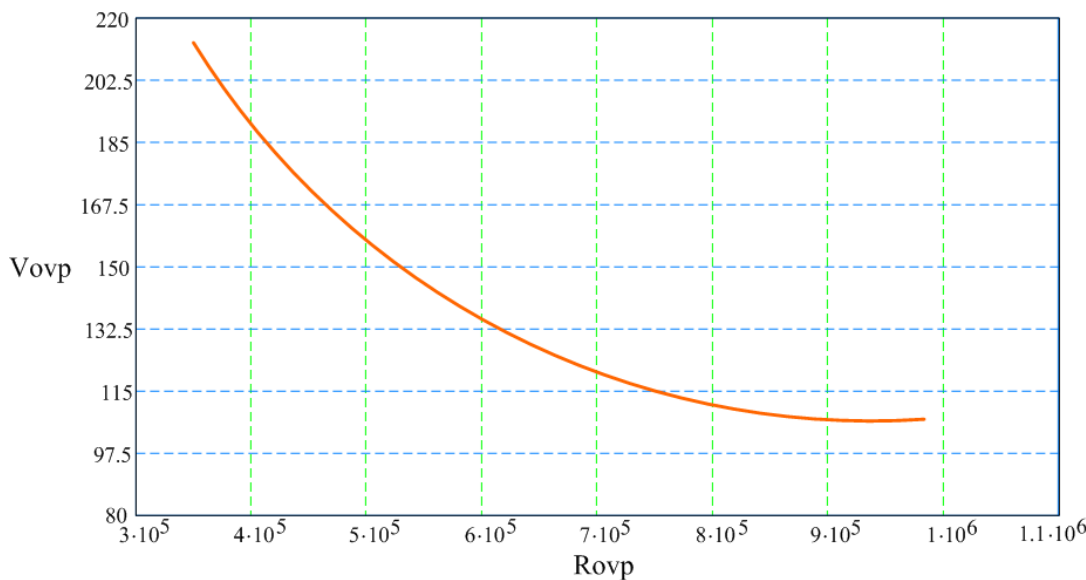


图3 ROVP电阻与空载电压关系曲线



## 3.5. GND脚设计

GND为芯片接地脚，如图 1 典型应用原理图所示，与ROVP电阻地以及VCC电容地相连接。PCB走线时，采样电阻 $R_s$ 地线建议与上述地线分开走线，并接到整流桥后滤波电容（C1）地。

另外，采用SOP-7封装形式，将GND与DRAIN端距离加大，不但是出于对安规的考虑，还有一个重要原因是：可以有效防止系统板受潮后，由于高压漏电到GND或CS脚而影响系统工作，严重时可能造成无法开机。





### 3.6. 输出滤波电感设计

输出滤波电感的设计，请参考下面简单设计流程：

电感峰值电流计算：

$$I_{PK} \approx 2 \times I_o = \frac{CS_{REF}}{R_S}$$

MOS管导通时间计算：

$$T_{ON} = \frac{L_o \times I_{PK}}{V_{in} - V_o}$$

MOS管关断时间计算：

$$T_{OFF} = \frac{L_o \times I_{PK}}{V_o}$$

输出电流： $I_o$

效率：

最低开关频率： $fs\_min$





可以确定输出电感的感量为：

$$L_o = \frac{V_o \times (V_{in} - V_o)}{f_s \times I_{PK} \times V_{in}}$$

一般情况下，先假设好系统最低工作开关频率 $f_{s\_min}$ （比如45K），所以，电感量的公式最终确定为：

$$L_o < \frac{V_o \times (V_{in\_min} - V_o) \times R_s}{f_{s\_min} \times CS_{REF} \times V_{in\_min}}$$

- 说明：
- (1) 上述公式，计算时最低输入电压取理想情况下的 $V_{AC\_min} \times 1.414$ ，但是实际应用中，由于输入电解容上的纹波存在，在谷底时，工作频度会较低；
  - (2) 上述公式，计算时分别把最大输出电压和最小输出电压代入，取 $L_o$ 较小值；
  - (3) 实际应用中，如果用到输出OVP限制的情况，需要将电感量折衷考虑
  - (4) 系统工作频率过高，会影响高压输入时的效率；



最后选择磁芯并确认线圈匝数，参考以下公式：

$$B_{\max} > \frac{L_o \times I_{PK}}{n \times A_e}$$

一般情况下， $B_{\max}$ 取0.2~0.28；对于SD670X系统，使用工字型电感或EE10磁芯即可，所以有效截面积 $A_e$ 是已知数，所以最终的线圈匝数 $n$ 可以根据下面公式得到：

$$n > \frac{L_o \times I_{PK}}{B_{\max} \times A_e}$$





## 4 芯片应用笔记

### 4.1. 功率因数 (PF) 以及恒流问题

SD670X系列LED驱动产品，是具备主动PFC功能的，此产品的定位是低成本，简单外围，高恒流性能应用场合。根据最新欧盟EU\_1194标准，功率在5W~25W之间的LED灯具，PF在0.5以上。

设计者在设计时，只需要将输入电容容值减小，即可以满足上述标准要求。而对于高压输出，低压输入的应用场合，由于输入电容的减小，输入纹波加大，当谷底电压接近输出电压时，输入无法提供足够的能量去维持输出电流的稳定，此时会出现电流下降现象；同时，由于输入电容减小可能会导致系统在低压输入时（176VAC），出现闪灯，那是因为VCC能量不够，此时需要减小R1,R1阻值。

若对功率因素有更高要求，建议在整流桥后端加上“填谷式”被动PFC电路；若要求功率因数在0.9以上，建议使用SD690X系列高端LED驱动器。





## 4.2. 输出短路保护

SD670X系列LED驱动产品，具备输出短路保护功能。通过两方面实现保护。

其一，当输出处于短路状态时，由于输出电压基本不存在，滤波电感的复位时间 ( $T_{OFF}$ ) 加长，当 $T_{OFF}$ 大于内部设定时间 $T_{OFF\_MAX}$ 时，内部开始计算，16个开关周期后关闭系统，进入打嗝模式；

其二，芯片采用闭环控制模式，当CS脚电压升高后与基准比较经由跨导将COMP脚电位置低，通过内部比较器将峰值电流限制。 $TON\_MIN$ 由于内部LED时间决定，大约500nS。

考虑到极其恶劣的极端情况，内部还配有最大CS峰值关断比较点







## 4.3. 关机闪灯

SD670X系列LED驱动产品，由于实现了无辅助绕组供电技术，所以芯片的功耗要降到较低水平。如果电源系统设计不合理就可能带来另外一个问题：关机后，LED灯会重新点亮一次，甚至是多次，造成闪烁。如图4所示，在 $t_2 \sim t_3$ 期间内，系统启动，呈现出LED闪灯现象（容易出现在高压输出系统）。

原因是由于输入电容较大，关机后电没有完全放完，会在 $t_1$ 时刻对VCC充电，造成系统二次重启。从这个角度出发，有以下几点解决方案：

方案	备注
(1) 调节R1,R2阻值	首先方案；使VCC难以充到 $V_{st}$ ，同时也限制了最大电流
(2) VCC并联电阻	备选方案；

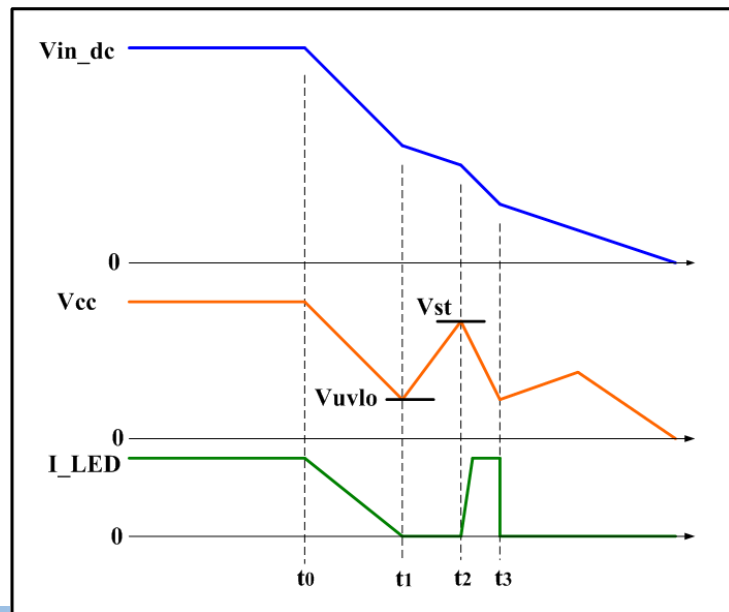
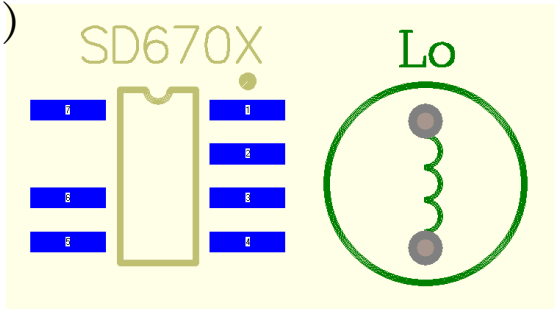


图4 关机过程示意图

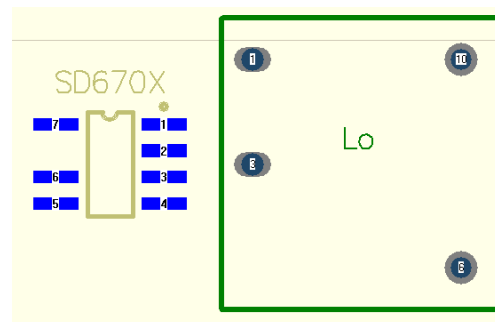


## 4.4. 输出滤波电感位置

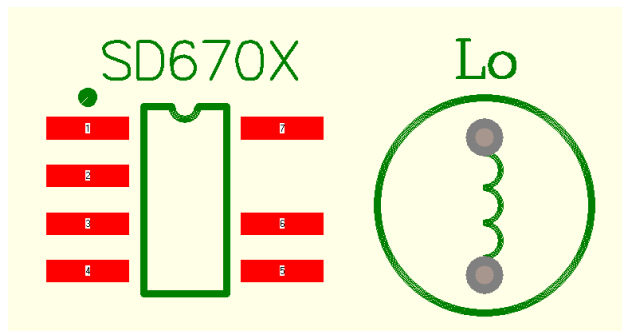
SD670X在实际应用中，可用工字型电感或是E型电感。E型电感在选用时，建议使用立式；同时，电感与芯片在垂直位置上无交叠。请参考下图示例。（用工字型电感，可能会造成在装配到灯具内后，输出电流发生变化，需要根据实际情况确定）



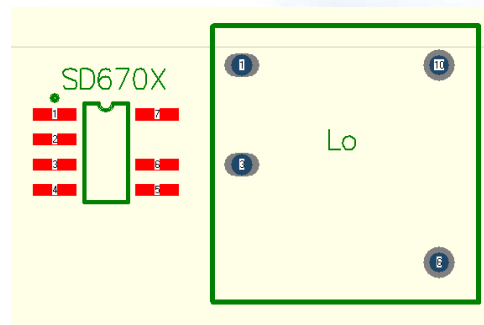
工字型电感位置（IC放底层）



EE型电感位置（IC放底层）



工字型电感位置（IC放顶层）



EE型电感位置（IC放顶层）



## 4.5. PCB布板及EMI注意事项

- (1) CS采样电阻要靠近IC采样脚，同时采样路径要尽可能的短，且与控制部分地分开接到整流桥输出地；
- (2) VCC电容靠近IC放置，且控制器件走线与高压高 $dv/dt$ ， $di/dt$ 线远离；比如 $R_s$ 以及 $R_{ovp}$ 连接回路不要与DRAIN端以及输入正端走线太近。
- (3) Drain端铺铜面积要大（考虑散热，要根据功率情况而定）；但同时要注意对EMI辐射的影响；
- (4) 要注意和防止输入浪涌电流对系统输入级的伤害；
- (5) 主功率回路(图5中蓝色与红色回路)路径要尽可能短，有利于EMI辐射；

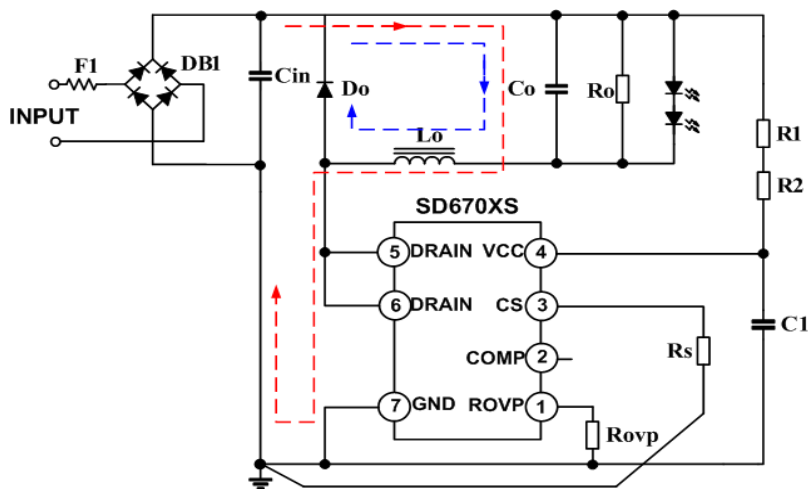


图5 EMI优化走线图





## 销售联系方式

中国 浙江杭州 市黄姑山路4号

电话: 0571-88210880

传真: 0571-88212533

EMAIL: [shanwei@silan.com.cn](mailto:shanwei@silan.com.cn)

中国 深圳 福田区天安数码城时代大厦A座2003室

电话: 0755-83476269

传真: 0755-83476058

EMAIL: [zhangwei@silan.com.cn](mailto:zhangwei@silan.com.cn)

台湾 台北市内湖区行善路56号5楼

电话: 02-8791-2482

传真: 02-8791-4431

EMAIL: [ericcheng@silan.com.cn](mailto:ericcheng@silan.com.cn)

韩国 京畿道, **Anshan-City, Sangrok-Gu, Il-dong, Anshan-1 College, Venture B/D, Room #311**

电话: +82-31-409-6858 / +82-70-8671-7415

传真: +82-31-409-6857

H/P : +82-10-5572-2227

EMAIL: [hankcui@silan.com.cn](mailto:hankcui@silan.com.cn)

## Notifications

SILAN reserves the right to corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its documents, products and services at any time without notice. Purchasers are suggested to get the latest information and are solely responsible for the choice, selection and use of SILAN products and information described herein, SILAN assumes no liability whatsoever relating to the choice, selection and use of SILAN products and information described herein.

