



SD660X 应用说明书

原边反馈 LED 恒流驱动芯片



杭州士兰微电子股份有限公司
地址：杭州市黄姑山路 4 号
邮编：310012
主页：www.silan.com.cn



声明:

- ◆ 士兰保留本文档的更改权, 恕不另行通知!
- ◆ 产品提升永无止境, 我公司将竭诚为客户提供更优秀的产品!

目 录

1. 概述	2
2. SD660X 控制芯片内部框图.....	2
3. SD660X 内部功能电路介绍.....	2
3.1 启动和欠压锁定.....	2
3.2 峰值电流检测	2
3.3 原边恒流原理	3
3.4 输出开路和短路保护.....	3
3.5 过温保护	3
4. 反激系统设计流程.....	4
4.1 确定输入电容和直流输入电压范围	4
4.2 确定原副边匝比.....	4
4.3 确定变压器原边峰值电流	4
4.4 确定变压器原边电感量	4
4.5 确定变压器原副边绕组匝数.....	4
4.6 确定原边采样电阻	5
5. 关键器件选择.....	5
5.1 副边输出二极管选择.....	5
5.2 启动电阻与启动电容选择	5
5.3 输出电容与输出假负载选择.....	5
6. SD660X LED 驱动典型应用.....	6
6.1 LED 驱动典型应用原理图.....	6
6.2 LED 驱动元器件列表(BOM).....	6
6.3 变压器绕制方法.....	7
7. 设计应用相关	8
1.1. 7.1 整机线性调整率差的问题.....	8
1.2. 7.2 整机效率偏低的问题.....	8
1.3. 7.3 PCB 布线.....	8

1. 概述

SD660X 系列 IC 是一款高精度、低成本的原边反馈 LED 恒流驱动芯片，此芯片采用特有的恒流控制技术，不需要光隔离器、次级反馈控制、环路补偿及变压器辅助绕组等，降低系统成本和体积，具有非常高的稳定性和平均效率。

此芯片工作于断续模式，通过峰值电流采样电阻设定输出电流。SD660X 为内置 650V 高压 MOS 管，适用于输出功率 15W 以下，其中 SD6601S，输出功率为 1-5W，SOP-7 封装。

2. SD660X 控制芯片内部框图

SD660X 内部包括过压保护、过流保护、过温保护、原边逐周期限流保护、CS 开路/短路保护等功能电路。

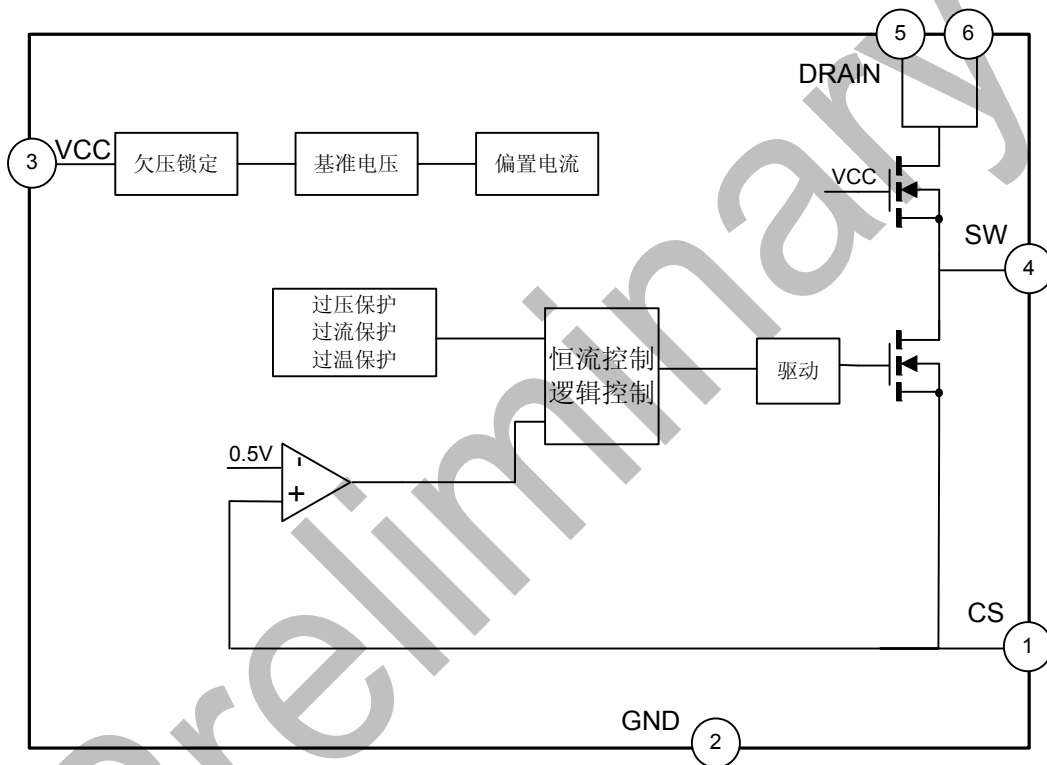


图 1. SD660X 控制芯片内部图

3. SD660X 内部功能电路介绍

3.1. 启动和欠压锁定

系统上电，电路由高压直流母线通过启动电阻对 VCC 管脚外置的电容充电，当 VCC 电压上升到 14.5V 时，电路开始工作。由于 IC 在正常工作下的电流极小，所以在正常工作时，主要通过高压启动电阻给 IC 供电，无需再通过外加辅助绕组。如果当 VCC 电压下降到 7V 进入欠压锁定状态，等待 IC 重新启动。

3.2. 峰值电流检测

当功率开关管导通时，通过检测 CS 端的外接采样电阻电压，来控制变压器初级电流的峰值，当达到设定的电流限制值，功率开关管关断。

在功率开关管导通时，会产生一个瞬间的毛刺尖峰干扰，如果该毛刺的幅度超过峰值电流阈值 V_{PK} ，即会导致驱动关断。因此芯片内部增加前沿消隐，消除由该毛刺带来的可能的误动作，同时也可以省去 CS 端的外围 RC 滤波电路，节省系统成本。

3.3. 原边恒流原理

反激工作于断续模式的主要波形由图 2 可见，原边恒流控制，主要是控制输出二极管的导通时间 T_{OFF1} 与周期 T 的比值为固定值 0.5，则副边的占空比 D_s ：

$$D_s = \frac{T_{OFF1}}{T_{OFF1} + T_{OFF2} + T_{ON}} = \frac{T_{OFF1}}{T} = 0.5$$

输出电流 I_o ，即变压器次级线圈的平均电流：

$$I_o = \frac{I_{pks}}{2} \times D_s = \frac{n \times I_{pk}}{4} = \frac{n}{4} \times \frac{V_{cs}}{R_{cs}}$$

I_{pks} 为次级线圈的峰值电流， I_{pk} 为原级线圈的峰值电流， n 为原次级线圈的匝比， V_{cs} 为峰值电流比较点 0.5V， R_{cs} 为采样电阻。

因此，在设定的匝比 n ， R_{cs} 条件下，即可实现输出电流保持不变。

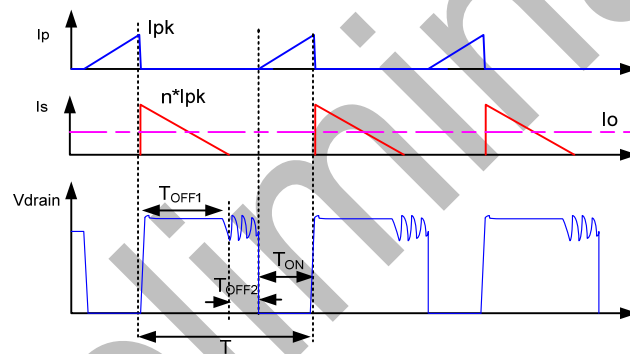


图 2. 反激原边恒流主要波形

3.4. 输出开路 and 短路保护

一旦系统输出端开路时，系统会进入输出过压保护，IC 将会自动关闭内部驱动信号，系统处于不断打隔模式，如果输出端从开路恢复到带载状态，系统将会自动恢复正常工作状态。

一旦系统输出端短路时，系统会进入峰值限流保护，系统工作频率在 4KHZ，所以短路功耗非常小，如果输出短路恢复到带载状态，系统将会自动恢复正常工作状态。

3.5. 过温保护

当电路处于过温保护状态，输出关断以防止电路由于过热而导致损坏。过温保护的温点为 165°C，过温保护的恢复具有迟滞特性以避免过温保护与正常工作状态的反复来回变化。迟滞区间为 25°C，即要等电路温度下降到 140°C，电路才能恢复正常工作。

4. 反激系统设计流程

4.1. 确定输入电容和直流输入电压范围

典型的选择如输入电容范围为 90Vac-264Vac，输入电容大小为 2~3uF/W。当输入电容已经选择，就可以根据以下确定直流母线输入电压的最小值：

$$V_{DC_min} = \sqrt{2 \times (V_{ac_min})^2 - \frac{Po(1-D_{ch})}{C_{in} \times f_L \times \eta}}$$

这里： V_{ac_min} 为输入电压最小有效值， P_o 为输出功率， C_{in} 为输入电容， f_L 为输入交流频率， η 为转换效率， D_{ch} 为输入电容充电比率(一般取 0.3 左右)。

4.2. 确定原副边匝比

由于整机系统要工作于电感电流断续模式，如果进入连续工作模式整机系统恒流将会不稳定，所以原副边匝比 n 的大小可以通过以下公式确定：

$$n \leq \frac{V_{DC_min}}{V_o}$$

这里： V_{DC_min} 为直流母线输入电压的最小值， V_o 为输出电压。

4.3. 确定变压器原边峰值电流

变压器副边绕组峰值电流 I_{pks} ：

$$I_{pks} = 4 \times I_o$$

这里： I_o 为输出电流，所以变压器原边峰值电流 I_{pk} ：

$$I_{pk} = \frac{I_{pks}}{n} = \frac{4 \times I_o}{n}$$

4.4. 确定变压器原边电感量

原边电感量一般可根据计算公式：

$$L_m = \frac{2Po}{I_{pk}^2 \times f_s \times \eta}$$

P_o 为整机输出功率， I_{pk} 为原边峰值电流， f_s 为整机开关频率(一般取值在 40kHz~70kHz 左右)。 η 为整机转换效率。

4.5. 确定变压器原副边绕组匝数

根据整机系统的输出功率、PCB 尺寸大小等参数，选择适当大小的磁芯，对于 5W 以下的输出功率，一般可以选择 EE10、EPC13、EE13 等型号磁芯。

原边变压器绕组匝数 N_p 可通过以下公式：

$$N_P = \frac{L_m \times I_{pk}}{A_e \times B_{max}}$$

这里： A_e 为磁芯截面积， B_{max} 为最大磁通密度(最好小于 0.25T)。

则原边变压器绕组匝数 N_s

$$N_s = \frac{N_P}{n}$$

4.6. 确定原边采样电阻

采样电阻大小决定输出电流大小，采样电阻 R_s 可以通过以下公式：

$$R_s = \frac{V_{CS}}{I_{pk}}$$

这里： V_{CS} 为内部基准 0.5V，采样电阻计算值可能与实际值存在微小的差别，需要进行调试。

5. 关键器件选择

5.1. 副边输出二极管选择

最高输入电压 $V_{ac_max}=264Vac$ ，经整流桥后得到：

$$V_{DC_max} = V_{ac_max} \times \sqrt{2} \approx 375V$$

由于变压器漏感引起的电压尖峰裕量为：

$$\Delta V = 20V$$

那么输出二极管最大反向耐压值：

$$V_{rrm} = \frac{V_{DC_max}}{n} + V_O + \Delta V$$

5.2. 启动电阻与启动电容选择

启动电阻和启动电容的大小决定整机的启动时间、效率和能否正常工作等因素，SD660X 系列的芯片启动电流和正常工作电流很小，对于宽范围输入电压，基本上可采用电阻 660K~800K 左右，启动电容一般可选择 0.1uF~1uF 左右。

5.3. 输出电容与输出假负载选择

输出电容的大小决定输出电压纹波的大小，同时也会对系统效率有所影响。

假负载主要影响输出端开路空载电压；如果不加入假负载或者选择太小，在系统开路时，输出电压很高，会毁坏整机，所以整机系统应用时，一定要加入适当大小的假负载。

6. SD660X LED 驱动典型应用

SD660X 系列为控制芯片与高压 MOS 管合封产品，主要应用于 LED 驱动。根据不同的输出功率选择不同的产品型号。

6.1. LED驱动典型应用原理图

如图 3 为 SD6601S 在 3*1W LED 驱动典型应用。

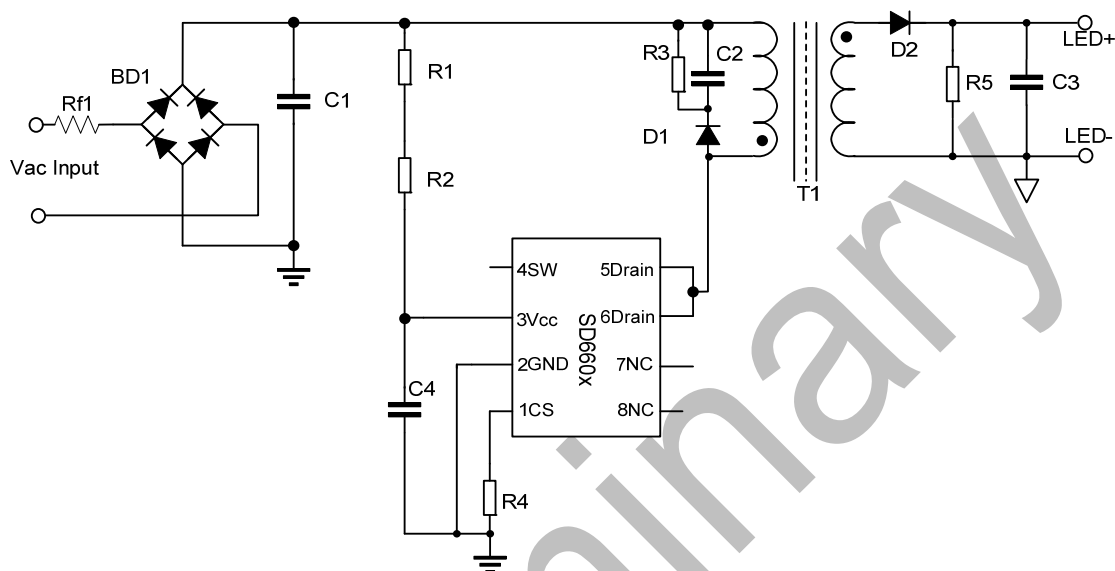


图 3. SD660X 3*1W LED 驱动原理图

6.2. LED驱动元器件列表(BOM)

下表为 SD6601S 3*1W LED 驱动元器件列表

编号	符号	数量	描述	供应商
1	Rf1	1	10Ω/1W 保险丝电阻	SEI
2	R1、R2	2	330K ±5%-1206 表贴	SEI
3	R3	1	200K ±5%-1206 表贴	SEI
4	R4	1	2.2Ω ±1%-1206 表贴	SEI
5	R5	1	20K ±1%-0805 表贴	SEI
6	C1	1	4.7μF/400V 105°C 铝电解	SANCON
7	C2	1	1nF/1kV ±10%-1206 表贴	Panasonic
8	C3	1	10μF/16V ±10%-1206 表贴	Panasonic
9	C4	1	0.1μF/25V ±10%-0805 表贴	Panasonic
10	D1	1	M7 1A/1000V 整流二极管	DIODES
11	D2	1	SS110 100V/1A 肖特基二极管	DIODES
12	U1	1	SD660X, 控制芯片, SOP-7	Silan
13	DB1	1	MB6S, 整流桥	N/A
14	T1	1	变压器, EPC13-5+5P	N/A

6.3. 变压器绕制方法

如图 4 为 SD6601S 3*1W LED 驱动变压器 EPC13 结构

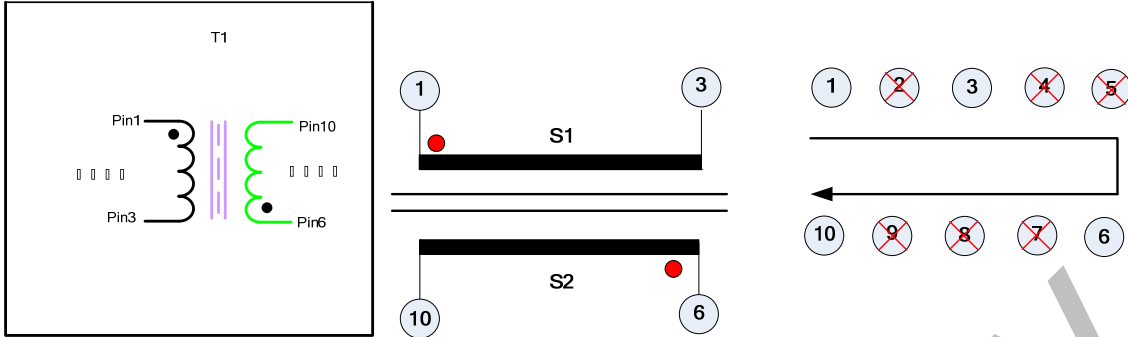


图 4. SD660X 3*1W LED 驱动变压器结构

如图 5 为 SD6601S 3*1W 变压器详细绕制方法

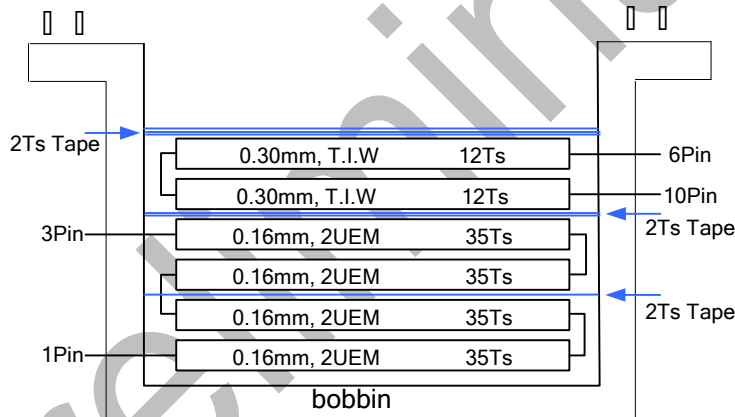


图 5. SD660X 3*1W 变压器详细绕制方法

NO	起点	终点	线径	匝数	绕制方法	绝缘胶带层数
S1	1 脚	3 脚	0.16mm, 2UEW	138Ts	密绕	2
S2	6 脚	10 脚	0.30mm, T.I.W	23Ts	密绕	2

原边电感量	2.0mH±5%	测试变压器原边 1、3 脚电感量, 其他脚悬空, 10KHZ, 0.5Vrms
原边漏感量	100µH(max)	测试变压器原边 1、3 脚电感量, 其他脚短路

7. 设计应用相关

7.1. 整机线性调整率差的问题

- 1). 整流桥后输入电容太小, 引起输入低压时, 进入连续工作模式, 导致恒流不稳定;
- 2). 整机系统工作频率太高或者变压器电感量过小, 电流补偿范围超出 IC 内部线性补偿能力;

7.2. 整机效率偏低的问题

- 1). 变压器设计不合理, 比如线径太细、匝数太多、漏感偏大等等因素;
- 2). 整机系统工作频率太高, 导致开关损耗增加;
- 3). 启动电阻太小, 造成高压输入时, 损耗加大;
- 4). 输出整流二极管的选择不当, 也会造成效率偏低;
- 5). 输出滤波电容选择不当, 会造成输出损耗偏大, 而引起效率偏低;

7.3. PCB 布线

- 1). 尽量减小功率环路的面积, 减少 EMI 辐射;
- 2). 尽量加大 IC 的 DRAIN 引脚覆铜面积, 用于增加芯片散热面积; 但 DRAIN 太大也会影响 EMI 辐射, 请做的适当考虑;
- 3). 尽量将 VCC 的旁路电容靠近芯片引脚;
- 4). 尽量减小采样电阻的地线与功率地的长度;

全世界销售机构联系方式

中国

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

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

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.com

韩国

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

邮编: 426701

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

DISCLAIMER

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.

产品名称:	SD660X	文档类型:	应用说明书
版 权:	杭州士兰微电子股份有限公司	公司主页:	http://www.silan.com.cn

版 本:	0.1	日 期:	2013-07-10	作 者:	林继认/蔡拥军
------	-----	------	------------	------	---------

修改记录:

1. 初稿
-

Preliminary