

高精度原边反馈 LED 驱动芯片

➤ 特性

- 内部集成 600V 高压功率管
- 原边反馈恒流控制，无需次级反馈电路
- 输出电流精度 $\pm 3\%$
- 逐周期峰值电流控制
- 内置负载变化和输入线电压变化补偿
- 芯片超低工作电流，功耗低
- LED 短路/开路保护
- 内置 VDD 欠压保护，过压保护和电压钳位
- FB 对地保护
- CS 采样电阻开路保护
- 芯片过温保护 OTP

➤ 应用领域

- LED GU10 / E27 球泡灯、射灯
- LED PAR30 / PAR38 灯

➤ 概述

CRM6112 是一款高性价比、高集成度的 DCM（电感电流断续模式）原边反馈驱动芯片，主要用于隔离式 LED 照明驱动，具有很高的恒流精度。适用于输入电压 85~264 Vac 全电压范围的 12W 以内隔离 LED 驱动电源。

CRM6112 内部集成 600V 的高压功率管，工作在 DCM 模式。采用原边反馈模式，无需次级反馈电路和外部补偿电路，这极大地减少了外部器件的数量和降低系统成本。芯片内部集成了恒流补偿电路，能取得优异的负载调整率和线性调整率。

CRM6112 集成了多种保护功能，包括 LED 开路保护、LED 短路保护、芯片过温保护、过压保护、欠压保护、FB 短路保护和 CS 开路保护。

在交流 85~264 V 范围内，CRM6112 可以驱动 12W 以内的 LED 阵列，广泛应用于 GU10/E14 / E27 / PAR30 / PAR38 等 LED 驱动电源方案中。

CRM6112 采用 SOP8 封装。

➤ 典型应用

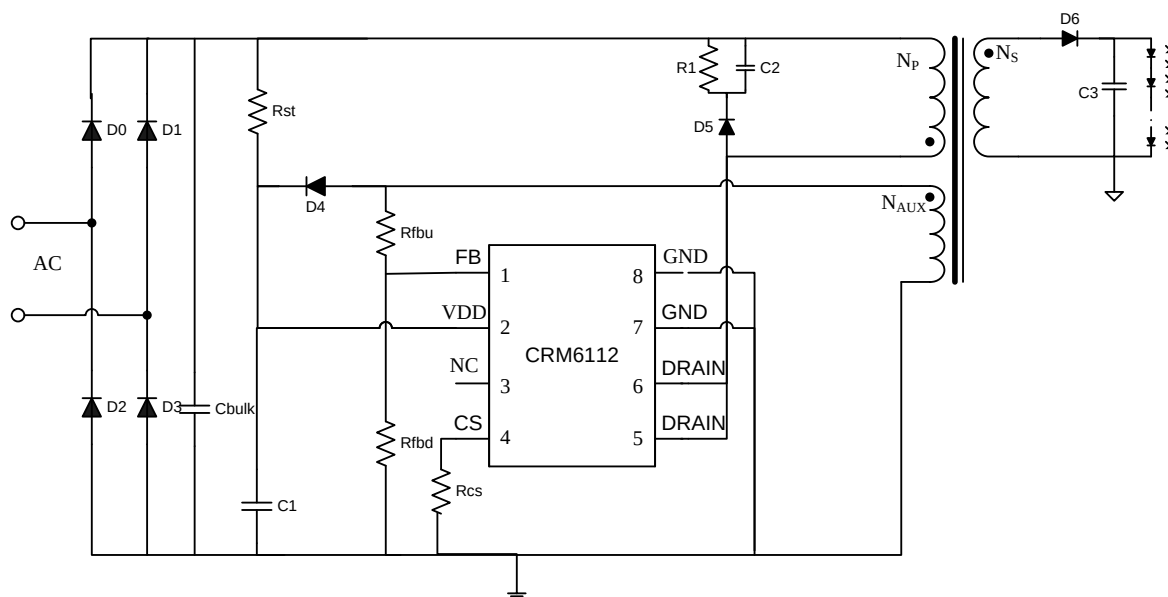
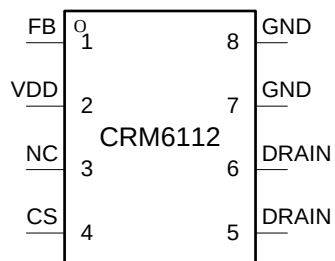


图 1 典型应用电路

➤ 管脚及封装信息



CRM:ChipRisingMicro.
6112:part number
YY:Year
WW:Week
XXX:serial number

图 2 封装与管脚分布图

➤ 管脚描述

序号	符号	功能描述
1	FB	辅助线圈的反馈端
2	VDD	电源端

3	NC	无连接
4	CS	电流采样端，采样电阻接在 CS 和地之间
5, 6	DRAIN	内部功率管漏极
7, 8	GND	地

➤ 订购信息

芯片型号	封装	工作温度	包装形式
CRM6112	SOP8	-40℃~85℃	盘装 2500 颗/盘

➤ 极限参数描述

符号	名称	极限值	单位
V_{DD}	电源电压	-0.3 ~ 24	V
I_{VDD_CLAMP}	电源钳位电流	20	mA
$DRAIN$	内部功率管漏极	-0.3 ~ 600	V
FB	辅助绕组的反馈端	-0.3 ~ 6	V
CS	电流采样端	-0.3 ~ 6	V
P_{D-MAX}	功耗	0.5	W
θ_{JA}	芯片到环境的热阻	180	℃ /W
T_J	工作结温范围	-40 ~ 150	℃
T_{stg}	储存温度范围	-55 ~ 150	℃
ESD	人体模式, 100pF 电容通过 1.5KΩ 的电阻放电	5000	V
	Latch up	+/-200	mA

➤ 推荐工作范围

符号	名称	范围	单位
V_{DD}	电源电压	7.5 ~ 14	V
T_{OPT}	工作温度	-40 ~ 85	°C

➤ 电气参数

(除特殊注明外, $V_{DD} = 12\text{ V}$, $T_A = 25\text{ °C}$)

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
电源电压 (VDD)						
I_{ST}	开启电流	$V_{DD} = V_{DD_ON} - 1\text{ V}$		25	50	μA
I_{OP}	工作电流	$f_{OP} = 40\text{ kHz}$		1.0		mA
V_{DD_ON}	VDD 上电启动电压		13.5	14	14.5	V
V_{DD_OFF}	VDD 掉电保护电压		7	7.5	8	V
V_{DD_OVP}	VDD 过压保护阈值		15.75	16.5	17.25	V
V_{DD_Clamp}	VDD 钳位电压			18		V
电流采样 (CS)						
V_{CS_TH}	电流检测阈值		495	500	505	mV
T_{LEB}	前沿消隐时间			500		ns
T_{DELAY}	芯片关断延迟			200		ns
反馈输入 (FB)						
V_{FB}	FB 反馈电压阈值			1		V
T_{DEMG_MIN}	最小退磁时间			4		μs
$\Delta V_{CS} / \Delta I_{FB_up}$	线电压补偿比例			1.0		mV/μA
过温保护 (OTP)						
T_{SD}	过温保护关断点			150		°C
T_{SD_HYS}	过温保护迟滞			30		°C
功率管						
$R_{DS(on)}$	功率管导通阻抗			7.8		Ω
BV_{DSS}	功率管击穿电压	$V_{GS}=0\text{V}$, $I_{DS}=250\mu\text{A}$	600			V
I_{DSS}	功率管漏电流	$V_{DS}=650\text{V}$, $V_{GS}=0\text{V}$			10	μA

➤ 内部框图

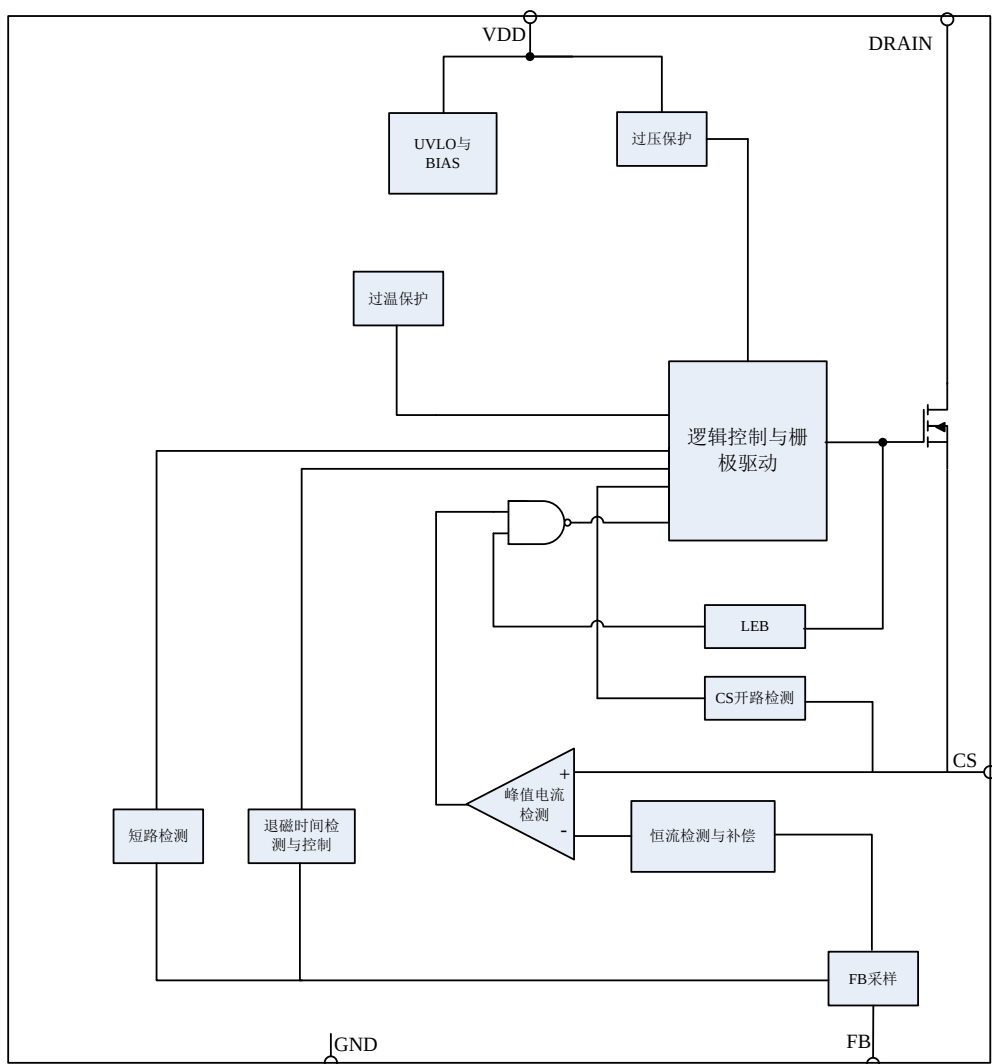


图 3 芯片系统框图

➤ 功能描述

CRM6112 是一款高性价比、高集成度的电感电流断续模式原边反馈控制器，芯片内建高精度的恒流控制电路。CRM6112 内置 600V 高压功率管，无需光耦与次级反馈，能以很少的外围器件就能实现优异的恒流特性，非常适合隔离式的 LED 照明应用。

1. 电源部分

系统上电后启动电阻 R_{st} 对 VDD 的电容 C1 进行充电，当 VDD 电压达到芯片开启阈值时，芯片开始工作。系统启动后，当辅助线圈的电压升到足够高，VDD 由辅助线圈进行供电。

当 VDD 低于 7.5V，芯片将自动关机。

2. PSR 恒流控制设置

当系统工作于电感电流断续模式时，功率传送函数由下所示：

$$P = \frac{1}{2} \times \eta \times L_m \times I_{pk_p}^2 \times f_s = V_O \times I_O \quad (1)$$

式中：

P 为输出功率，

V_O 和 I_O 分别是系统输出电压和输出电流，

η 为系统转换效率，

L_m 为变压器原边电感，

f_s 为系统开关频率，

I_{pk_p} 为原边的峰值电流。

图 4 说明了一个开关周期的波形。

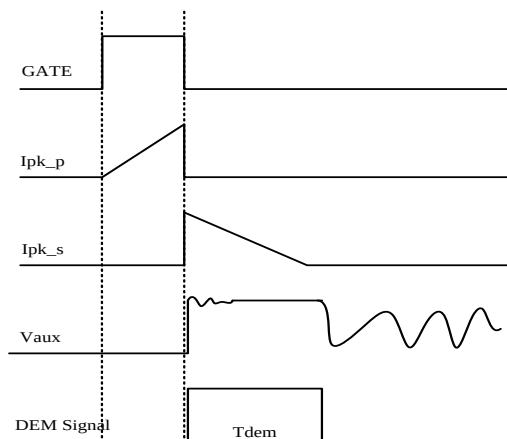


图 4 DCM 模式工作波形图

在所示上图 4 中，芯片通过辅助线圈在每个开关周期内产生一个退磁信号 DEM。 T_{dem} 就是环路控制中的退磁时间。在 DCM 模式下， T_{dem} 可以表示为：

$$\frac{V_O}{L_m} \times T_{dem} = \frac{N_s}{N_p} \times I_{pk_p} \quad (2)$$

上式中， N_p 和 N_s 分布初级线圈和次级线圈的匝数。

从 (1) 式和 (2) 知，输出电流 I_O 为：

$$I_O = \frac{1}{2} \times \eta \times I_{pk_p} \times \frac{N_p}{N_s} \times f_s \times T_{dem} \quad (3)$$

从式（3）知，恒流控制的方法有 2 种，一种是 PFM（Pulse Frequency Modulation）脉冲频率调制，这种方法保持峰值电流 I_{pk_p} 为常数，同时使 f_s 与 T_{dem} 乘积也保持为常数，实现输出电流恒定，使输出电流与输出电压 V_O ，输入电压和原边电感 L_m 无关。另一种实现方法是 PWM 控制，这种方法保持开关频率 f_s 为常数，通过调整系统的占空比来实现输出电流与输出电压 V_O ，输入电压和原边电感 L_m 无关。

CRM6112 为脉冲频率调整方法实现恒流，设定 f_s 与 T_{dem} 的乘积恒定为：

$$f_s \times T_{dem} = 0.5 \quad (4)$$

如果假定系统转换效率为 100%，则输出电流 I_O 可以表示为：

$$I_O = \frac{1}{4} \times I_{pk_p} \times \frac{N_P}{N_S} \quad (5)$$

其中初级峰值电流的表达式为：

$$I_{pk_p} = \frac{500}{R_{CS}} \text{ (mA)} \quad (6)$$

3. 线性调整率和负载调整率补偿

在传统的 PSR 电路中，输出电流会随负载电压和输入 AC 电压的变化而变化。CRM6112 内部集成了线性调整率和负载调整率补偿电路，消除两者的影响。

如图 3 所示，CRM6112 通过反馈电压管脚（FB）检测辅助线圈的电压变化和输出电流的状态来调整 V_{CS} 阈值来恒定输出电流值。 V_{CS} 的补偿系数与辅助线圈的上分压电阻 R_{fbu} 有关，其系数为：

$$\Delta V_{CS} = -1.0 \times 10^6 \times \frac{V_{aux}}{R_{fbu}} \text{ (mV)}$$

其中 V_{aux} 是辅助绕组的电压。

4. 工作频率

芯片的工作频率可以表示为：

$$f = \frac{N_P^2 \times V_O}{8 \times N_S^2 \times L_m \times I_O}$$

从上式知，在设定好输出电流后，芯片工作频率是由外围器件参数决定的。

通常将芯片的工作频率设置于约 50KHz，建议最大工作频率小于 75KHz，最小工作频率大于 20KHz。

5. 保护功能

CRM6112 内部集成多种保护功能。

✧ VDD 过压保护

当 VDD 电压高于 V_{DD_OVP} 时，芯片关断功率管，自动重启直到外部过压状态消除；VDD 内部集成 18V 钳位电路，防止 VDD 异常上升损坏芯片。

✧ 芯片过温保护

如果结温上升到 150°C ，CRM6112 则关闭内部功率管，直到结温下降约 30°C ，芯片才重新使能，驱动内部功率 MOS 管。

✧ LED 开路保护和短路保护

芯片能自动检测负载状态。当 LED 开路时，芯片将自动关闭输出驱动，同时芯片不断检测负载状态，当 LED 恢复正常工作时，系统自动恢复正常工作

当 LED 短路时，芯片将自动掉电重启，直到故障解除。

✧ 其他保护功能

此外，芯片还有其他保护模式，比如 CS 管脚采样电路开路保护和 FB 管脚对地短路保护等功能。

芯片的这些保护功能均具备自我恢复功能。

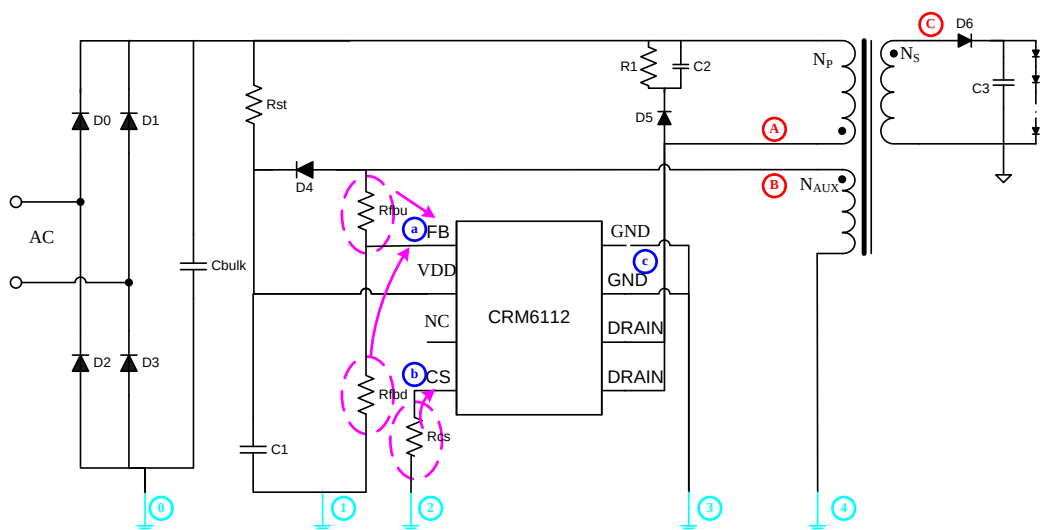


图 5 PCB 布局说明

6. PCB 设计

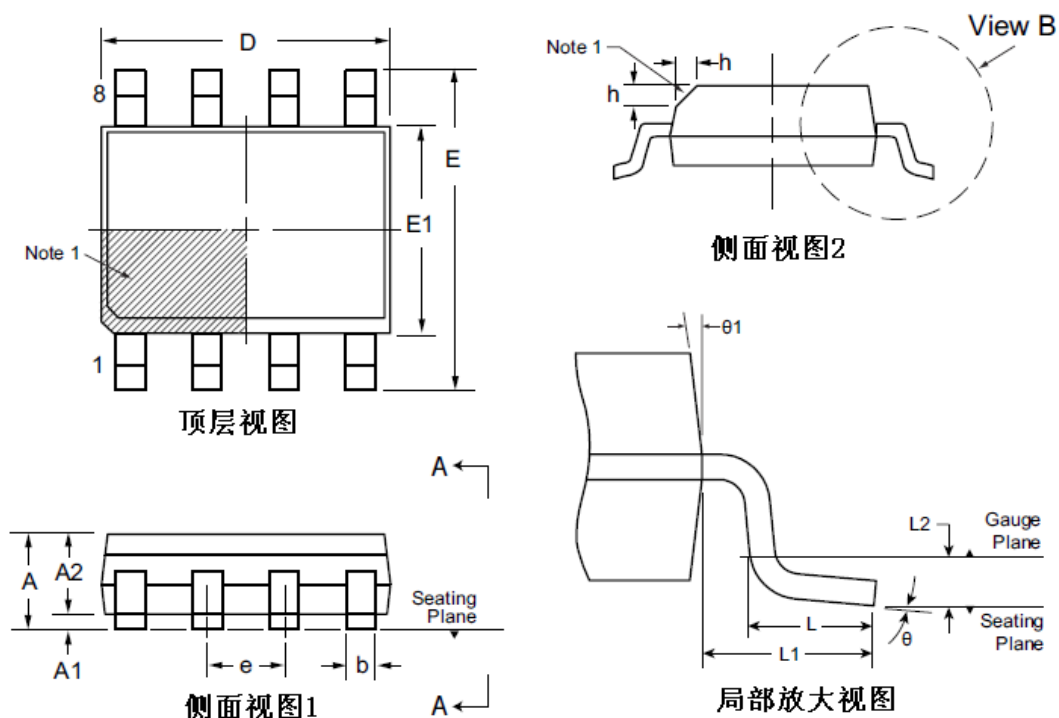
结合图 5 说明 PCB 布版注意事项：

- ✧ 芯片的干扰源主要有图 5 中红色 A、B、C 三处，即 MOS 管漏极、VDD 供电二极管正极和输出整流二极管正极与变压器线包；
- ✧ 芯片的敏感源主要有图 5 中蓝色 a、b、c 三处，即芯片的 FB 管脚，CS 管脚和 GND 管脚；
- ✧ 干扰源的 PCB 铺铜面积尽量小，并远离芯片的敏感源；
- ✧ VDD 的旁路电容 C1 需要靠近芯片的 VDD 管脚；
- ✧ FB 管脚的分压电阻 Rfbu 和 Rfbd 必须靠近 FB 管脚，且 FB 节点远离 PCB 的干扰源；
- ✧ 减小功率环路的面积，如变压器主级、功率管及缓冲网络的环路面积以及次级二极管、变压器次级、输出电容的环路面积，以减小 EMI 辐射；
- ✧ 采样电阻 Rcs 尽量靠近 CS 管脚，其功率地线要尽可能短，且要和芯片的地线及其它小信号的地线分头接到母线电容 Cbulk 的地端，从而减小噪声耦合，提高采样精度；
- ✧ PCB 地线采用“一点接地”的布局，即图 5 中的蓝色 1、2、3、4 四个地分头接到母线电容 Cbulk 的地 0，参考图 6 左侧示意图；如 PCB 空间限制，可以参考图 6 右侧示意图；



图 6 地线布局示意图

➤ 封装与尺寸



符号	单位：毫米			单位：英寸		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
A	1.35		1.75	0.053		0.069
A1	0.10		0.25	0.004		0.010
A2	1.25		1.65	0.049		0.065
b	0.31		0.51	0.012		0.020
D	4.80	4.90	5.00	0.189	0.193	0.197
E	5.80	6.00	6.20	0.228	0.236	0.244
E1	3.80	3.90	4.00	0.150	0.154	0.157
e		1.27			0.050	
h	0.25		0.50	0.010		0.020
L	0.40		1.27	0.016		0.050
L1		1.04			0.041	
L2		0.25			0.010	
θ	0°		8°	0°		8°
$\theta 1$	5°		15°	5°		15°

Note1: 引脚 1 标识符, 可以为模压标志或者印刷标志