

非隔离降压型 PFC 恒流 LED 驱动器

特点

- Buck PFC 恒流控制
- 准谐振软开关（谷底导通）
- 内置 600V MOS，输出电流高达 260mA
- 全电压低功耗设计
- 自动线电压补偿
- 线性过渡过压保护和温度保护
- 欠压保护、短路保护、静电保护
- SOP7 封装
- 环境温度：-40 ~ 85°C

概述

R8138S 系列为内置 MOS 的非隔离降压型（Buck）恒流 LED 驱动设计的 PFC 控制器，芯片全程工作在准谐振软开关（谷底导通临界）模式，因此具有 PF 高、效率高、EMI 低、电感利用率高且自适应电感量变化的特性。芯片采用低功耗设计，典型启动电流 100uA，典型工作电流 200uA，因此可快速启动和简化 VDD 供电电路。芯片采用了包括自动线电压补偿（无需线电压采样）技术在内的高精度恒流控制技术，在保证 PFC 控制的前提下，即使输入电压和输出电压大幅度变化仍然能保证极高的恒流精度。

除常规的欠压保护、短路保护、静电保护外，芯片还采用了线性过渡的过压保护和温度保护，在过压或超温临界点前，均会自动减少输出电流，直到零输出。由此大大提高了可靠性。

芯片支持浮地工作方式，仅需极少的外围元件，也无需辅助绕组，甚至无需 VDD 供电（单电压）电路即可稳定工作。

型号规格

型号	内置 MOS 规格	适用功率范围			
R8138S	2A/600V	全电压 (85-264V)	12W	单电压(176-264V)	22W

应用范围

LED 驱动电源。

典型电路一：双线圈

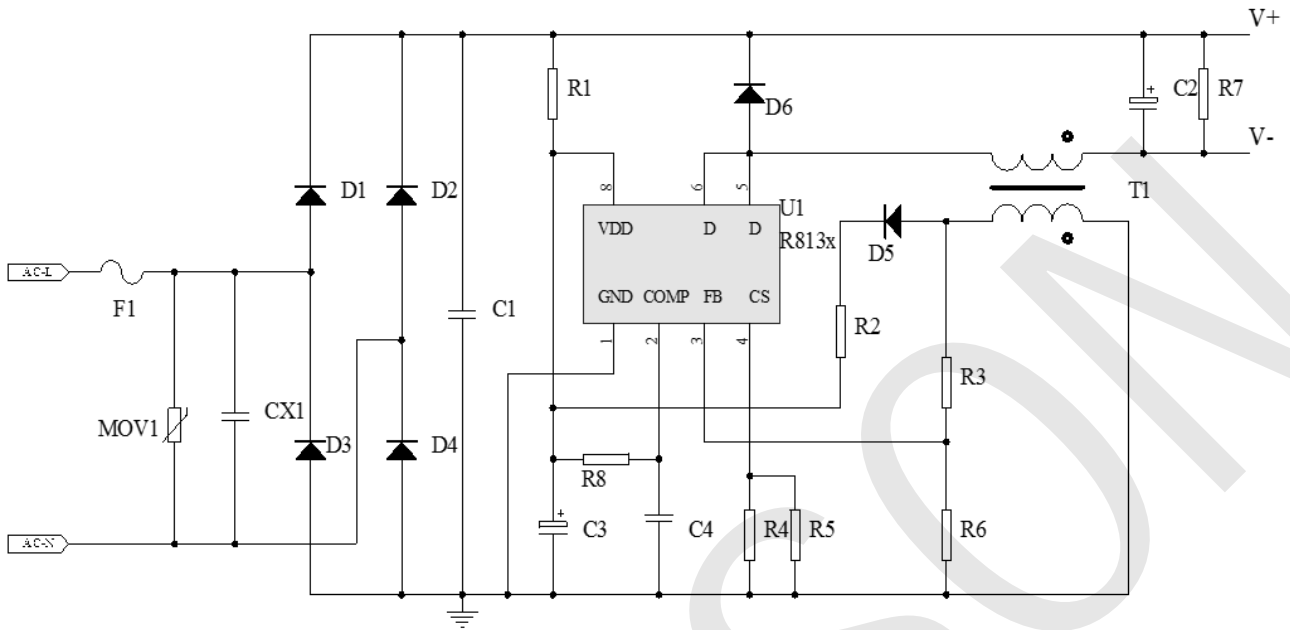


图1 R813x 双线圈应用

典型电路二：单线圈

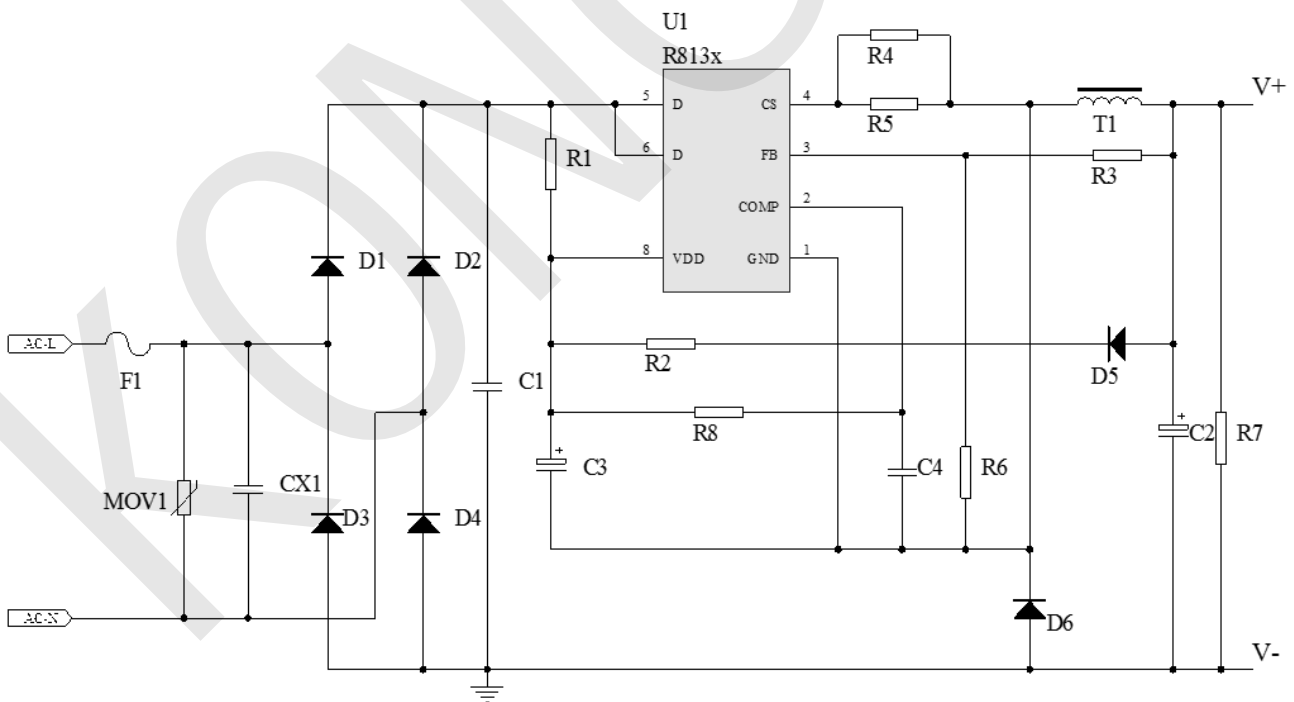


图2 R813x 单线圈应用

管脚排列

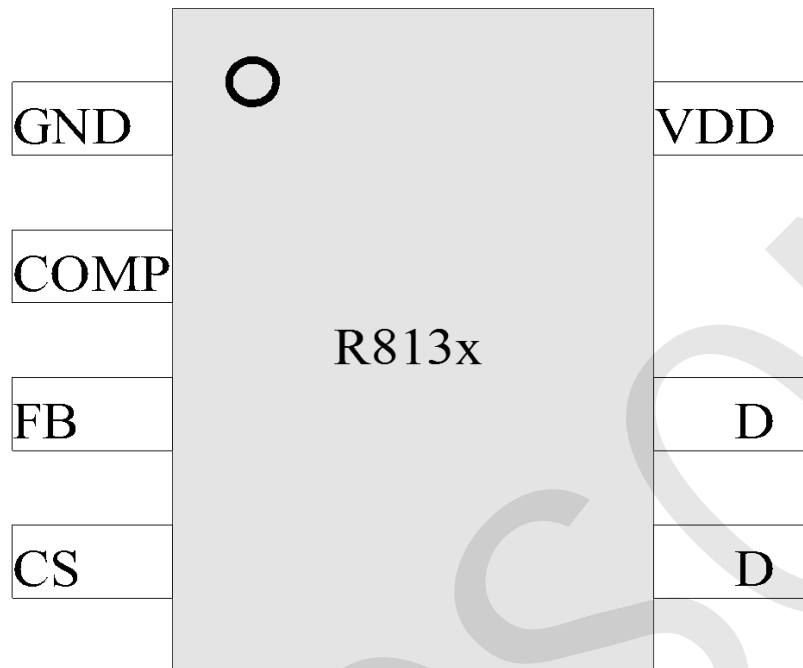


图 3 R813x 管脚图

管脚描述

管脚号	引脚名称	I/O	引脚功能描述
1	GND	POWER	芯片地
2	COMP	I	环路补偿脚，该引脚需要连接一个适当的电容到 GND 以获得必要的低带宽 PFC 环路补偿参数的控制
3	FB	I	反馈信号输入，该引脚需要输入一个正确相位的主电感端电压信号的分压值，以获得对准谐振谷底以及过压保护阈值的控制
4	CS	I/O	电流检测脚，也是内置 MOS 源级
5	D	I	内置 MOS 管漏极
6	D	I	内置 MOS 管漏极
8	VDD	POWER	芯片电源端。

电气参数 (除非特别注明, TA=25°C)

参数名称	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VDD 供电						
内置稳压器电压	V _{DD}	VDD 灌入 1mA 电流	6.1	6.8	7.5	V
VDD 最大灌入电流	I _{VDD}	VDD 灌入电流			20	mA
最低 VDD 电压	V _{UVLO}	VDD 上升, Hys=0.3V	5.5	5.8	6.1	V
启动电流	I _{ST}	VDD 灌入电流		85	120	uA
芯片正常工作电流	I	不含驱动所需电流		200		uA
CS 检测						
CS 阈值电压	V _{CS}	TA=-45°C~85°C	410	420	430	mV
前消隐时间						
最小 on time	T _{ON(min)}	设计电感值不要低于最大值	500		800	nS
FB 检测						
恒压拐点电压	V _{FBc}	高于此电压进入恒压模式	1.35	1.35	1.4	V
OV 保护电压	V _{FB0}	高于此电压进入打嗝模式	1.45	1.5	1.55	V
过温保护						
热关断保护温度	T _{SD}			140		°C
温度保护迟滞				20		°C

极限参数

参数名称	符号	最大工作范围	单位
电源电压	V _{DD}	-0.3~8.0	V
输入端电压	V _I	-0.3~V _{DD} +0.3	V
输出端电压	V _O	-0.3~V _{DD} +0.3	V
允许功耗(25°C时)	CF (SOP7)	PD	630
热阻(在 25°C时)	CF (SOP7)	θ _{JA}	150
ESD 保护 (人体模式)	ESD	2000	V
环境温度			
储存温度	T _{STG}	-55~150	°C
最高结温		150	°C
焊接温度 (锡焊, 10 秒)		300	°C

注: 超出所列的极限参数可能导致器件的永久性损坏。以上给出的仅仅是极限范围, 在这样的极限条件下工作, 器件的技术指标将得不到保证, 长期在这样的工作条件下还会影响可靠性。

内部框图

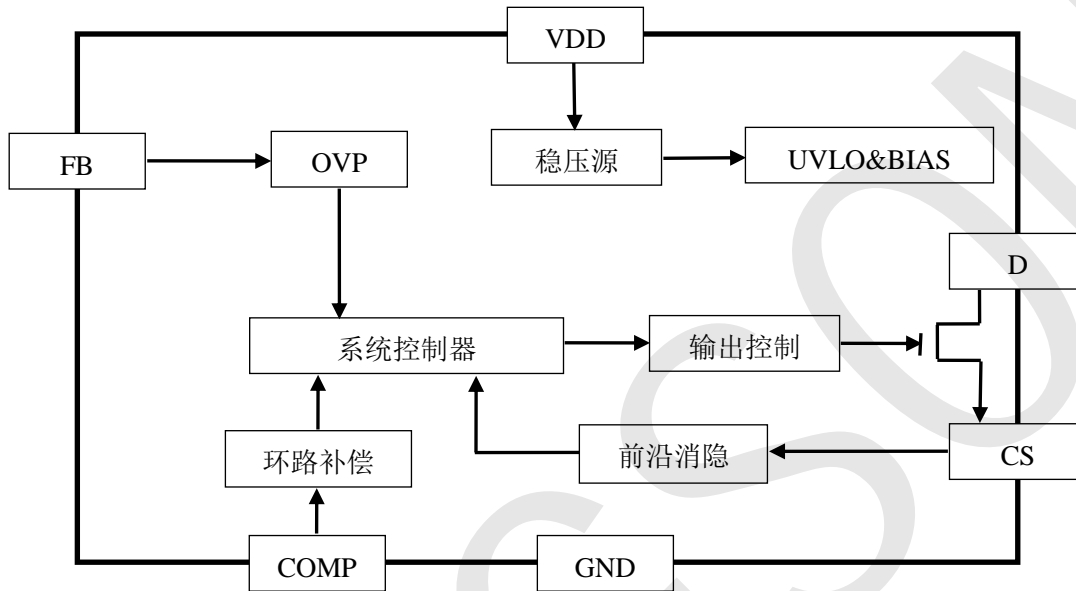


图4 R813x 内部框图

应用信息

R813X系列为内置MOS的非隔离降压型（Buck）恒流LED驱动设计的PFC控制器，芯片全程工作在准谐振软开关（谷底导通临界）模式，因此具有PF高、效率高、EMI低、电感利用率高且自适应电感量变化的特性。

启动电阻计算

R813x 启动电流低，典型启动电流为：100uA，当输入电压为 85Vac，启动电阻(R2)计算公式如下：

$$\frac{85\sqrt{2}}{100} * 10^6 = 1.2M$$

芯片供电

R813x可由辅助线圈供电或者直接由输出电压供电。

辅助线圈供电时，设计辅助线圈（ N_a ）和主线圈匝数（ N_p ），应遵循以下规则： $\frac{N_p}{N_a} = \frac{V_{out}}{9}$ ，例如输

出电压为90V，则 $\frac{N_p}{N_a} = \frac{90}{9} = 10$ ；

由输出电压给芯片供电时，整流二极管D6需选用快恢复二极管。

两种供电方式都必须选择合适的限流电阻以保证芯片VDD电压不低于7.0V，工作电流不低于0.5mA（批量时考虑到离散型问题应不低于0.75mA）。

电流采样电阻

CS脚用来检测电感峰值电流。在一个交流周期内检测电感上的峰值电流，CS端连接芯片内部，并与内部420mV的电压基准进行比较，当CS达到内部阈值时，系统会关掉外部功率管。

峰值电流计算：

$$I_{pk} = \frac{420}{R_{cs}} (mA); \quad (1)$$

R_{cs} 为电流采样检测电阻。

输出电流计算：

$$I_{out} = 0.45 * \frac{I_{pk}}{\sqrt{2}} (mA) ; \quad (2)$$

采样电阻计算：

$$R_{cs} = \frac{0.45 * 0.42}{\sqrt{2} * I_{out}} ; \quad (3)$$

主电感设计

R813x采用谷底开关， Ton 固定的模式，系统上电后功率管导通，续流电感电流逐渐上升，当导通时间达到 Ton 时，外部功率管关断。

因为 Ton 固定，故 Ton 可按下式计算：

$$Ton = Ton_{Ipk} = \frac{L * Ipk}{Vin(max) - Vout} \quad (4)$$

其中 Ton_{Ipk} 中为电感电流达到峰值 Ipk 时的导通时间， L 为续流电感的电感量， $Vin(max)$ 是输入交流整流后的峰值电压， $Vout$ 是输出电压， Ipk 为峰值电流，由公式（1）得到；

当外部功率管关断后，电感上电流开始逐渐下降，当电感上电流下降到0时，外部功率管开启。外部功率管的关断时间如下：

$$Toff = \frac{L * I}{Vout} \quad (5)$$

其中， I 是电感电流瞬时值；

由上式可知，在一个交流周期内， I 越大， $Toff$ 越长，当电流达到峰值 Ipk 时， $Toff$ 最长，所以周期最长，工作频率最低。

电感电流达到峰值时的 $Toff$ 如下：

$$Toff_{Ipk} = \frac{L * Ipk}{Vout} \quad (6)$$

$$此时工作频率 f_{Ipk} = \frac{1}{Ton + Toff_{Ipk}} = \frac{(Vin(max) - Vout) * Vout}{L * Vin(max) * Ipk} \quad (7)$$

f_{Ipk} 为电感电流达到峰值 Ipk 时的工作频率，也是在一个交流周期内的最低工作频率。

电感的计算公式如下：

$$L = \frac{(Vin(max) - Vout) * Vout}{f_{Ipk} * Vin(max) * Ipk} \quad (8)$$

当 L ， $Vout$ ， Ipk 一定时，工作频率随 Vin 的升高而升高。所以设计系统工作频率，在最小 Vin 时，不能让系统进入音频范围内(一般不要低于20k~25k)；在最高 Vin 时又不能使系统的工作频率太高，不要高于60k（频率太高，功率管功耗太大）。

FB 检测

FB端的电压决定了系统的工作状态，当FB端电压低于1.35V（典型值）时为正常工作状态，当FB上升到1.35V（典型值）时，R813x会自动进入恒压模式，输出所接灯串越多，输出电流越小，当FB电压上升到1.5V（典型值），R813x会自动判断为输出过压保护，系统会进入极为省电的打嗝模式。

1) 当采用辅助线圈供电的情况下，输出过压保护电压如下：

$$Voutovp = \frac{N_p}{Na} * \frac{R_3 + R_6}{R_6} * 1.5V \quad (9)$$

其中 N_p 为主线圈匝数， N_a 为辅助线圈匝数；

2) 直接输出电压供电的情况下，输出过压保护电压如下：

$$V_{outovp} = \frac{R_3 + R_6}{R_6} * 1.5V \quad (10)$$

选取 R_3 应按以下公式计算：

当采用辅助线圈供电的情况下，有：

$$V_{out(max)} = \frac{N_p}{N_a} * \frac{R_3 + R_6}{R_6} * 1.35V \quad (11)$$

当由输出电压供电的情况下，有：

$$V_{out(max)} = \frac{R_3 + R_6}{R_6} * 1.35V \quad (12)$$

其中 $V_{out(max)}$ 为最大输出电压， R_6 通常取 10K，式中常数 1.35 可取更小以免进入恒压范围。

R813x 在进入打嗝模式后，自动检测输出电压，当输出电压低于 V_{outovp} 时，系统会重新进入正常工作状态。

开路保护

R813x 内部集成了开路保护功能，一旦检测到输出开路，系统会自动进入打嗝模式，开路状态移除后会重新进入正常工作状态。

过温保护

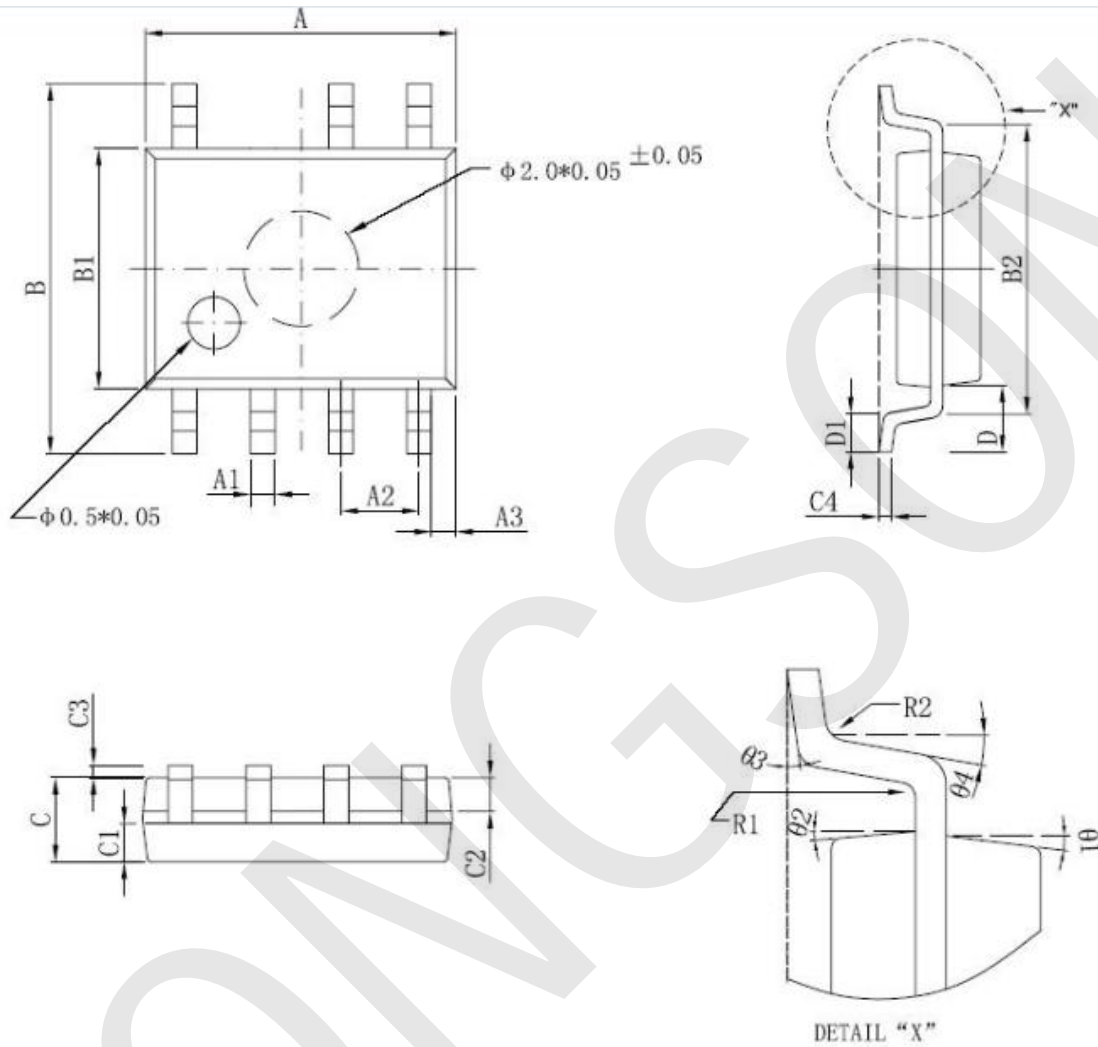
R813x 内部集成了过热保护功能，触发过热保护温度为典型 140℃，当 R813x 被触发过热保护后，芯片只有降到 120℃ 之后，才能重新正常工作。

PCB 设计

- 1、充电回路及放电回路环路面积尽量小；
- 2、芯片滤波电容尽量靠近芯片 GND；
- 3、FB 脚接地端电阻要靠近 VDD 滤波电容地端；

封装尺寸

SOP7 封装外形图及尺寸



尺寸 标注	最小 (mm)	最大 (mm)	尺寸 标注	最小 (mm)	最大 (mm)
A	4.95	5.15	C3	0.05	0.20
A1	0.37	0.47	C4	0.20TYP	
A2	1.27TYP		D	1.05TYP	
A3	0.41TYP		D1	0.40	0.60
B	5.80	6.20	R1	0.07TYP	
B1	3.80	4.00	R2	0.07TYP	
B2	5.0TYP		θ1	17° TYP	
C	1.30	1.50	θ2	13° TYP	
C1	0.55	0.65	θ3	0° ~8°	
C2	0.55	0.65	θ4	12° TYP	