



-3 ~ -12V 宽电压输入，3A 抗辐射 LDO 稳压器

对标 RHFL7913A

## 1. 产品特性

- 输入电压：-3V ~ -12V
- 3A 最大输出电流
- 高电压精度：±1.25%
- 超低压降：120mV@1A ( $V_O = -2.5 \sim -9V$ )
- 超低噪声：20 $\mu$ VRMS ( $V_O = -3.3V$ )
- 高电源抑制比：70dB@120Hz
- TTL 可控使能
- 超快瞬态响应速度
- 可实现与 RHFL7913A PIN TO PIN 替代
- 总剂量 (TID) 耐受：≥100k rad(si)
- 单粒子锁定及烧毁对线性能量传输 (LET) 的抗干扰度：≥75MeV\*cm<sup>2</sup>/mg

## 2. 功能描述

C41313RHF 是一款采用 N 型金属氧化物半导体 (NMOS) 导通元件配置的辐射加固型负压线性稳压器。该器件可以工作在 -3V ~ -12V 的宽输入电压范围内，提供高达 3A 的额定输出电流，优异的 PSRR 和噪声性能，满足多种卫星载荷供电需求，器件可提供 CFP16 封装形式。

## 3. 产品应用

- 航天器 FPGA、微处理器、ASIC 等负载点芯片供电
- 低噪声系统：A/D、D/A、高速 Serdes 等
- 射频、VCO、接收机、运放等应用

## 4. 裸芯片/封装简介

- 本产品可提供耐热增强型 CFP-16 陶瓷扁平封装。



## 5. 绝对最大额定值

表 1 C41313RHF 绝对最大额定值

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	$V_I$	-18	-	0.3	V
输入正电压	$V_{PLMS}$	-0.3	-	5.5	V
输出电压	$V_O$	$V_I + 1$	-	-1.22	V
最大工作结温 $T_J$	-	-55	-	150	°C
储藏温度	-	-65	-	150	°C
ESD (HBM)	-	-2000	-	2000	V

## 6. 推荐工作条件

- 1) 输入电压  $V_I$ : -3V ~ -12V
- 2) 使能  $I_{NH}$ : 0V
- 3) 工作环境温度: -55°C ~ 125°C

## 7. 主要电参数

表 2 C41313RHF 电性能参数表

除非特别说明,  $-12V \leq V_I \leq -3V$ ,  $C_O = 10\mu F$ ,  $T_A = -55^\circ C \sim 125^\circ C$ 。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_I$ 输入电压		-12	-	-3	V
$V_{ADJ}$ 反馈电压	$0A \leq I_O \leq 3A$ , $-12V \leq V_I \leq -3V$	-1.270	-1.245	-1.220	V
$V_O$ 输出范围 <sup>(1)</sup>		-1.22	-	$V_I - 0.6$	V
线性调整率	$-12V \leq V_I \leq -3V$ , $I_O = 5mA$	-0.2	0.05	0.2	%/V
负载调整率	$V_I = V_O - 2.5V$ , $I_O = 5mA \sim 400mA$	-	-	0.5	%/A
	$V_I = V_O - 2.5V$ , $I_O = 5mA \sim 1A$	-	0.08	0.5	%/A
$I_{q(on)}$ 静态电流	$V_I = V_O - 2.5V$ , $I_O = 30mA$	-	2	5	mA
	$V_I = V_O - 2.5V$ , $I_O = 1A$	-	3	8	mA
$I_{q(off)}$ 关机电流	$V_I = V_O - 2V$ , $V_{INH} = 2.3V$	-	-	300	$\mu A$
$V_d$ 漏失电压	$T_A = 25^\circ C$ , $I_O = 3A$ , $V_O = -9V \sim -2.5V$ <sup>(1)</sup>	-450	-330	-	mV
	$T_A = 25^\circ C$ , $I_O = 1A$ , $V_O = -9V \sim -2.5V$	-150	-110	-	mV



I <sub>PLMS</sub> V <sub>PLMS</sub> 输入 电流	$V_I = -5.5V, V_{PLMS} = 5V, V_{INH} = 5V$	-	100	200	$\mu A$	
I <sub>INH</sub> 输入电流	$V_{INH} = 5V$	-	3	5	$\mu A$	
V <sub>INHB</sub> (ON) 使能低	$I_O = 5mA$	-	-	0.8	V	
V <sub>INHB</sub> (OFF) 使能高	$I_O = 5mA$	2.3	-	-	V	
V <sub>OCM</sub> OCM 电压值	灌电流 $I_{OCM} = 10mA$	-	0.15	0.3	V	
t <sub>PLH</sub> 使能关闭延时 <sup>(1)</sup>	$V_I = -7V, V_{PLMS} = 5V, I_O = 400mA,$ $V_{INH} > 2.4V, V_O = -6V$	-	-	20	$\mu s$	
t <sub>PHL</sub> 使能开启延时 <sup>(1)</sup>	$V_I = -7V, V_{PLMS} = 5V, I_O = 400mA,$ $V_{INH} < 0.8V, V_O = -6V$	-	-	100	$\mu s$	
PSRR <sup>(1)</sup> 电源抑制比	$V_I = -5.5V \pm 0.5V,$ $V_O = -3.3V, I_O = 5mA$ $C_O = 10\mu F$	120Hz	60	70	-	dB
		33kHz	28	33	-	dB
eN, 输出噪声 <sup>(1)</sup>	$BW = 10Hz - 100kHz,$ $I_O = 5mA \sim 2A$	-	40	-	$\mu VRMS$	
TSD 过温保护 <sup>(1)</sup>		-	175	-	$^{\circ}C$	
(1)设计保证						

## 8. 芯片框图和引脚说明

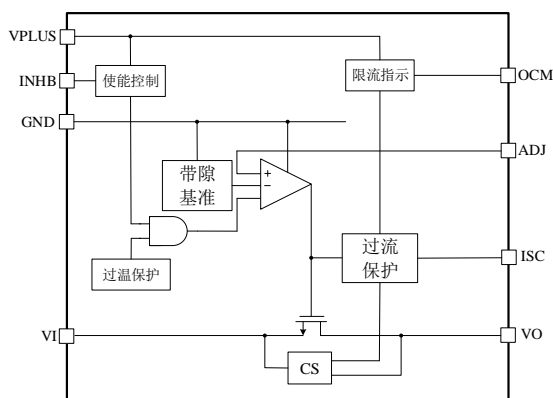


图 1 芯片框图



C41313RHF 器件功能框图如上图所示，该器件为一款抗辐照高压低压差线性稳压器产品。输出电压 VO 通过 ADJ 端口反馈回器件，再经过误差放大器放大控制功率管栅极电压以稳定输出电压值。VPLMS 端口给使能输入及 OCM 指示模块提供正压供电，从而实现正压使能控制和正压限流指示输出功能。

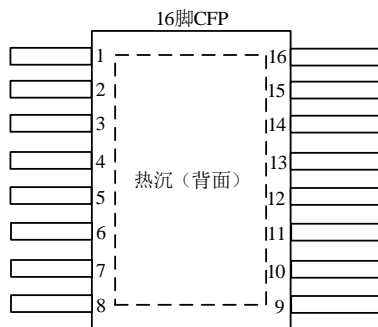


图 2 C41313RHF 封装图(顶视图)

表 3 引脚功能说明表

CFP16	引脚介绍	引脚功能描述
1, 2, 3	VI	功率输入。建议输入加有滤波电容可以有更好的模拟性能。
4	ISC	可编程限流点。通过连接电阻到 VI 设定限流点。电阻阻值 10kΩ 到 270kΩ。不用可悬空，悬空时限流点约 3.5A。
5	OCM	过流保护指示端。当器件处于过流状态时输出低信号，否则输出高信号。可灌高达 10mA 电流。不用可悬空。
6	VPLMS	正压供电输入，建议输入电压范围 3V~5V，给使能控制及 OCM 指示模块供电。
7	GND	地线。
8, 9	NC	不连接。
10	GND	地线。
11	INHB	使能信号脚。输入逻辑低用来开启器件，输入逻辑高用于关闭器件。内部已下拉至地。不用可悬空。
12	ADJ	反馈电压端。
13	NC	不连接。
14, 15, 16	VO	功率输出。

## 9. 功能详细说明

### 9.1 综述

C41313RHF 产品为负压高压线性稳压器，最大输出电流 3A，主要应用于宇航器件中。该器件具有低压差、低噪声、高 PSRR 等优点。器件内部集成有可编程限流、过流保护、过温保护等功能。器件采用正压输入使能控制，同时可输出正压过流异常指示。



该器件 VPLMS、INHB、ISC、OCM 引脚可悬空不用，悬空后器件可以正常工作，只是不能使能开启，无限流指示，不能调节限流点。

## 9.2 可调输出电压

输出电压通过设置 VO 到 ADJ 端口的分压电阻实现，可以实现-1.22V 至-11V 输出电压范围。建议使用 1%精度或者更高精度的电阻实现。具体计算公式如下：

$$V_{\text{OMT}} = \frac{(R_T + R_B)}{R_B} \cdot V_{\text{ADJ}}$$

其中， $V_{\text{ADJ}} = -1.245\text{V}$ 。

为了在无负载时具有同样稳定的输出电压值，建议 RB 电阻值不超过 20kΩ。

## 9.3 正压输入（VPLMS）

内部使能控制及 OCM 指示模块均工作在 VPLMS 和 GND 直接，因此如果需要使用使能控制功能则需要给该端口施加 3V 以上供电电压，最大不超过 5.5V。如果不用使能控制及 OCM 功能，则悬空该引脚。

## 9.4 使能（INHB）

通过给 INHB 引脚输入 TTL 电平可以控制器件开启和关断，使能输入为正压输入。INHB 引脚输入低电平开启器件，输入高电平关闭器件。INHB 引脚内部已下拉，所以如果不需要使能关闭器件可以悬空此引脚。使用使能功能时必须给 VPLMS 端口供电。

## 9.5 可编程限流点（ISC）

通过改动 ISC 电阻来改变器件限流点，ISC 电阻范围为 10kΩ 至 270kΩ，限流范围为 600mA 至 3.5A。ISC 电阻越小，限流点越低，如需 3A 以上限流点，建议悬空该引脚。器件最大限流点  $I_{\text{SHORT}} > 3.8\text{A}$ 。如不用可悬空。

## 9.6 过流指示（OCM）

当器件处于限流保护时 OCM 引脚置低，否则 OCM 引脚置高。该引脚最大可灌 10mA 电流。OCM 引脚内部有 50kΩ 电阻上拉。如不用可悬空。

## 9.7 输出电容

输出建议至少有 10μF 的钽电容以保证器件的稳定性，当负载存在快速瞬态变化时，建议增大输出端电容。当输出负载快速变化，器件内部环路来不及变化，变化负载完全由输出电容承担，此时输出电容应足够大，以保证输出电压变化在可接受的范围内。可以用以下公式计算该容值：

$$C_o \geq \frac{\Delta I_o \cdot \Delta t}{\Delta V_o}$$

其中， $\Delta I_o$  表示输出电流变化量， $\Delta V_o$  为允许输出电压变化量， $\Delta t$  表示电流变化时间。如： $\Delta I_o = 0.5\text{A}$ ，



$\Delta V_O = 5\% \times 3.3 = 0.165$ ,  $\Delta t = 10\mu s$ , 计算可得出所需最小电容为  $30\mu F$ 。

## 9.8 PCB 建议

当给 FPGA 等器件进行供电时，需要非常注意 PCB 设计，尤其当器件的使能功能时，会在电路线路板上产生较大的  $di/dt$ ，如在输入、输出路径上产生较大的寄生电感，则会产生大幅度噪声电压，超过器件及 FPGA 的最大耐受电压，则可能导致器件及 FPGA 损坏。另外还需考虑器件自身的功耗采取相应的散热措施。建议按照以下方法对 PCB 进行设计。

- 1) 所有引脚连线尽量短，以减小寄生电感。
- 2) 加粗 VI、VO、GND 引脚的连接宽度，减小输入、输出的环路面积，如果采用多层板设计，最好能提供完整的 GND 平面。
- 3) 输入输出电容尽可能靠近器件的 VI、VO 引脚，防止出现“外挂”电容设计。

器件的功耗=压差×输出电流，当器件功耗大于 0.3W 以上时，必须采取相应的散热措施。器件底部需要加热沉，且热沉通过孔与 GND 平面相连，过孔数量尽量多，以减少散热路径的热阻。

## 10. 应用说明

### 10.1 C41313RHF 推荐工作电路

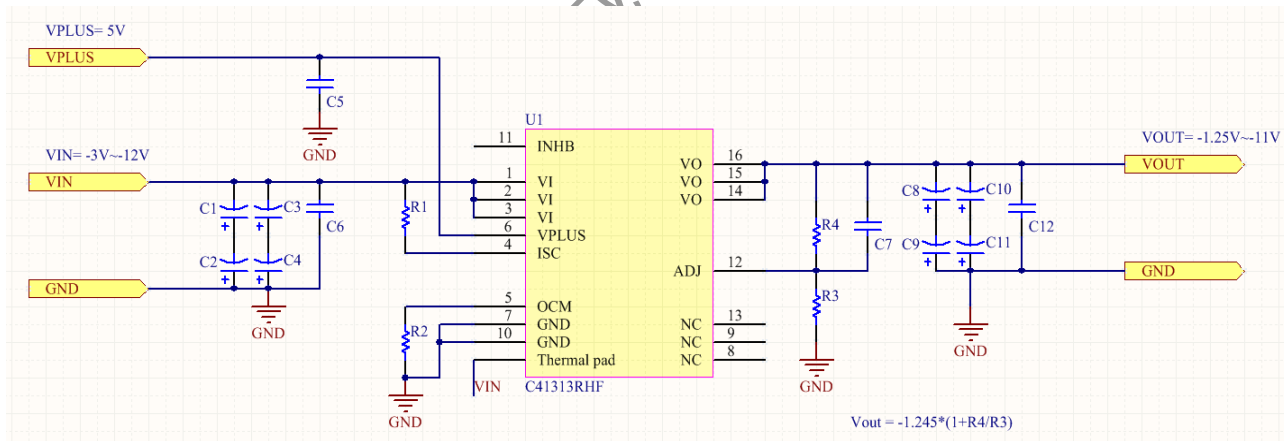


图 3 C41313RHF 推荐工作电路图

- 1) 输出电压计算公式如下：

$$R3 = \frac{-1.245}{V_{OUT} + 1.245} R4$$



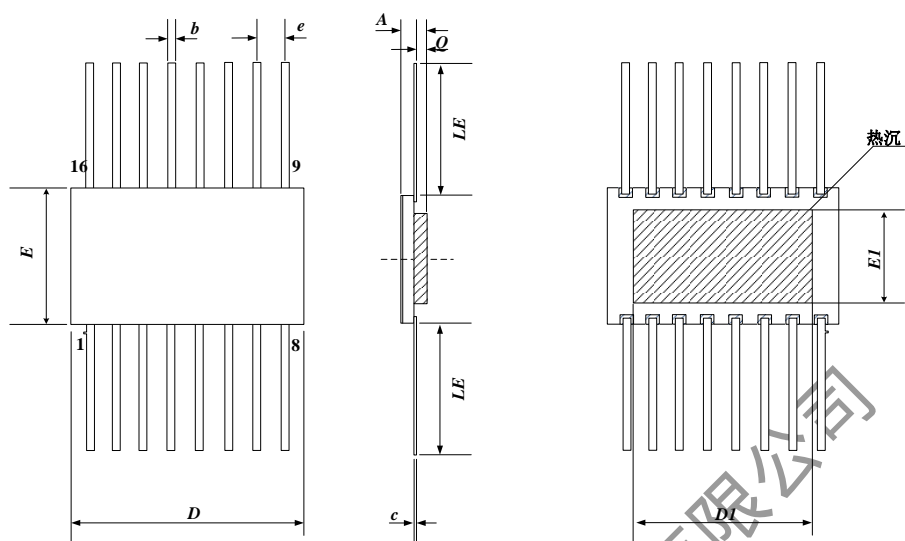
2) 器件清单如下:

表 4 C41313RHF 推荐工作电路图器件清单

标注	描述	规格	数量
M1		C41313RHF	1
C1	100 $\mu$ F/25V-CAK45E	220 $\mu$ F	1
C2	100 $\mu$ F/25V-CAK45E	220 $\mu$ F	1
C3	100 $\mu$ F/25V-CAK45E	220 $\mu$ F	1
C4	100 $\mu$ F/25V-CAK45E	220 $\mu$ F	1
C5	Capacitor	4.7 $\mu$ F	1
C6	Capacitor	4.7 $\mu$ F	1
C7	Capacitor	OPT	1
C8	100 $\mu$ F/25V-CAK45E	220 $\mu$ F	1
C9	100 $\mu$ F/25V-CAK45E	220 $\mu$ F	1
C10	100 $\mu$ F/25V-CAK45E	220 $\mu$ F	1
C11	100 $\mu$ F/25V-CAK45E	220 $\mu$ F	1
C12	Capacitor	4.7 $\mu$ F	1
R1	Resistor	270k $\Omega$	1
R2	Resistor	NC	1
R3	Resistor	4.99k $\Omega$	1
R4	Resistor	1k $\Omega$ 输出 1.5V	1
	Resistor	2.2k $\Omega$ 输出 1.8V	1
	Resistor	5k $\Omega$ 输出 2.5V	1
	Resistor	8.2k $\Omega$ 输出 3.3V	1
	Resistor	15k $\Omega$ 输出 5V	1
	Resistor	27k $\Omega$ 输出 8V	1
	Resistor	39k $\Omega$ 输出 11V	1



## 11. 裸芯片外形及封装信息



尺寸符号	数值, 单位 mm		
	最小	公称	最大
A	2.15	2.55	2.95
b	0.35	0.40	0.45
c	0.10	0.15	0.20
D	9.72	9.90	10.08
D <sub>1</sub>	7.75	7.90	8.05
E	6.72	6.90	7.08
E <sub>1</sub>	2.85	3.00	3.15
e	1.22	1.27	1.32
L <sub>E</sub>	5.00	—	8.74
Q	—	0.85	—

图 4 C41313RHF 封装外形尺寸

## 12. 热阻数据

表 5 热阻数据

符号	含义	数值	单位
R <sub>thJC</sub>	器件结壳热阻	3.2	°C/W
T <sub>SOLD</sub>	引脚最高焊接温度, 10秒	300	°C





### 13. 版本说明

产品型号	编制时间	版本编号	修订记录
C41313RHF	2021.10.14	Rev.1	初始版本
C41313RHF	2022.04.11	Rev.2	统一修正

浙江航芯源集成电路科技有限公司