



-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 $\mu$ V<sub>RMS</sub> ( $V_O = -3.3V$ )
- 高电源抑制比：70dB@120Hz
- TTL 可控使能
- 超快瞬态响应速度
- 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

C41313RHU 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。

## 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 SMD5C 封装。



## 5. 绝对最大额定值

表 1 C41313RHU 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  $I_{NHB}$ : 0V
- 3) 工作环境温度: -55°C ~ 125°C

## 7. 主要电参数

表 2 C41313RHU 电性能参数表

除非特别标明,  $-12V \leq V_I \leq -3V$ ,  $C_O = 10\mu F$ , 工作温度:  $-55^\circ C \sim 125^\circ C$ 。

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	$T_A = 25^\circ C$ , $I_O = 3A$ , $V_O = -9V \sim -2.5V^{(1)}$	-450	-330	-	mV
	$T_A = 25^\circ C$ , $I_O = 1A$ , $V_O = -9V \sim -2.5V$	-150	-110	-	mV
$I_{INH}$ 输入电流	$V_{INH} = 5V$	-	3	5	$\mu A$
$V_{INH(ON)}$ 使能低	$I_O = 5mA$	-	-	0.8	V
$V_{INH(OFF)}$ 使能高	$I_O = 5mA$	2.3	-	-	V



$t_{PLH}$ 使能关闭延时 <sup>(1)</sup>	$V_I = -7V, V_{PLUS} = 5V, I_O = 400mA,$ $V_{INH} > 2.4V, V_O = -6V$	-	-	20	$\mu s$	
$t_{PHL}$ 使能开启延时 <sup>(1)</sup>	$V_I = -7V, V_{PLUS} = 5V, I_O = 400mA,$ $V_{INH} < 0.8V, V_O = -6V$	-	-	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	-	$^{\circ}C$	

## 8. 芯片框图和引脚说明

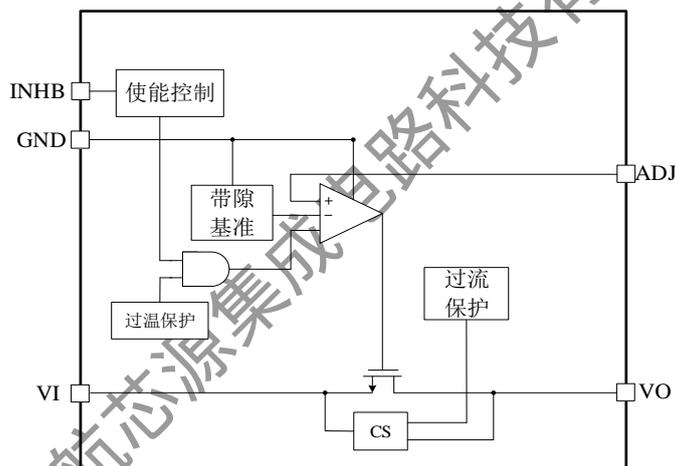


图 1 芯片框图

C41313RHU 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。

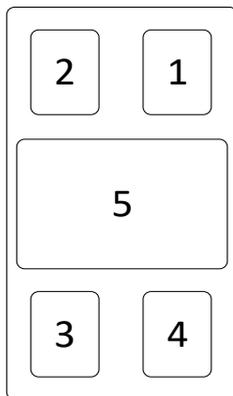


图 2 C41313RHU 封装图表(底视图)



3 引脚功能说明表

引脚序号	引脚介绍	引脚功能描述
1	VO	功率输出。
2	ADJ	反馈电压端。
3	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。
4	GND	地线。
5	VI	功率输入。

## 9. 功能详细说明

### 9.1 综述

C41313RHU 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 INHB 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：

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

其中， $V_{ADJ} = -1.245V$ 。

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 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。

### 9.4 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： $\Delta I_o = 0.5A$ ， $\Delta V_o = 5\% \times 3.3 = 0.165$ ， $\Delta t = 10\mu s$ ，计算可得出所需最小电容为  $30\mu F$ 。

## 9.5 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 C41313RHU推荐工作电路

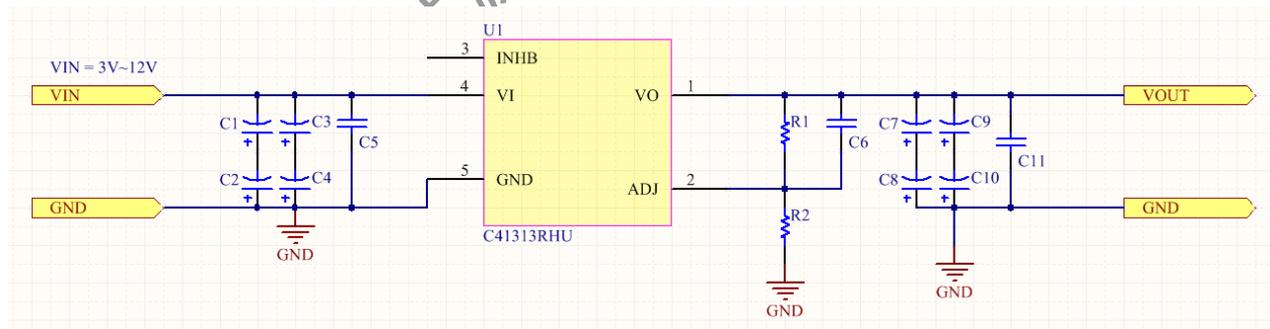


图 3 C41313RHU 推荐工作电路图

#### 1) 器件清单如下：

表 4 C41313RHU 推荐工作电路图器件清单

标注	描述	规格	数量
C1	100μF/25V-CAK45E	100μF	1
C2	100μF/25V-CAK45E	100μF	1
C3	100μF/25V-CAK45E	100μF	1
C4	100μF/25V-CAK45E	100μF	1



C5	Capacitor	4.7 $\mu$ F	1
C6	Capacitor	OPT	1
C7	100 $\mu$ F/25V-CAK45E	100 $\mu$ F	1
C8	100 $\mu$ F/25V-CAK45E	100 $\mu$ F	1
C9	100 $\mu$ F/25V-CAK45E	100 $\mu$ F	1
C10	100 $\mu$ F/25V-CAK45E	100 $\mu$ F	1
C11	Capacitor	4.7 $\mu$ F	1
R1	Resistor	4.99k $\Omega$	1
R2	Resistor	1.02k $\Omega$ 输出-1.5V	1
	Resistor	5.03k $\Omega$ 输出-2.5V	1
	Resistor	8.24k $\Omega$ 输出-3.3V	1
	Resistor	15k $\Omega$ 输出-5.0V	1

## 11. 裸芯片外形及封装信息

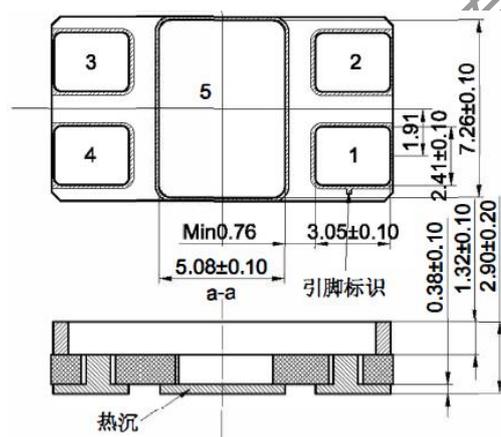


图 4 C41313RHU 封装外形尺寸

## 12. 热阻数据

表 5 热阻数据

符号	含义	数值	单位
$R_{thJC}$	器件结壳热阻	1.5	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
$T_{SOLD}$	引脚最高焊接温度, 10秒	300	$^{\circ}\text{C}$



### 13. 版本说明

产品型号	编制时间	版本编号	修订记录
C41313RHU	2021.10.14	Rev.1	初始版本
C41313RHU	2022.04.11	Rev.2	统一修正

浙江航芯源集成电路科技有限公司