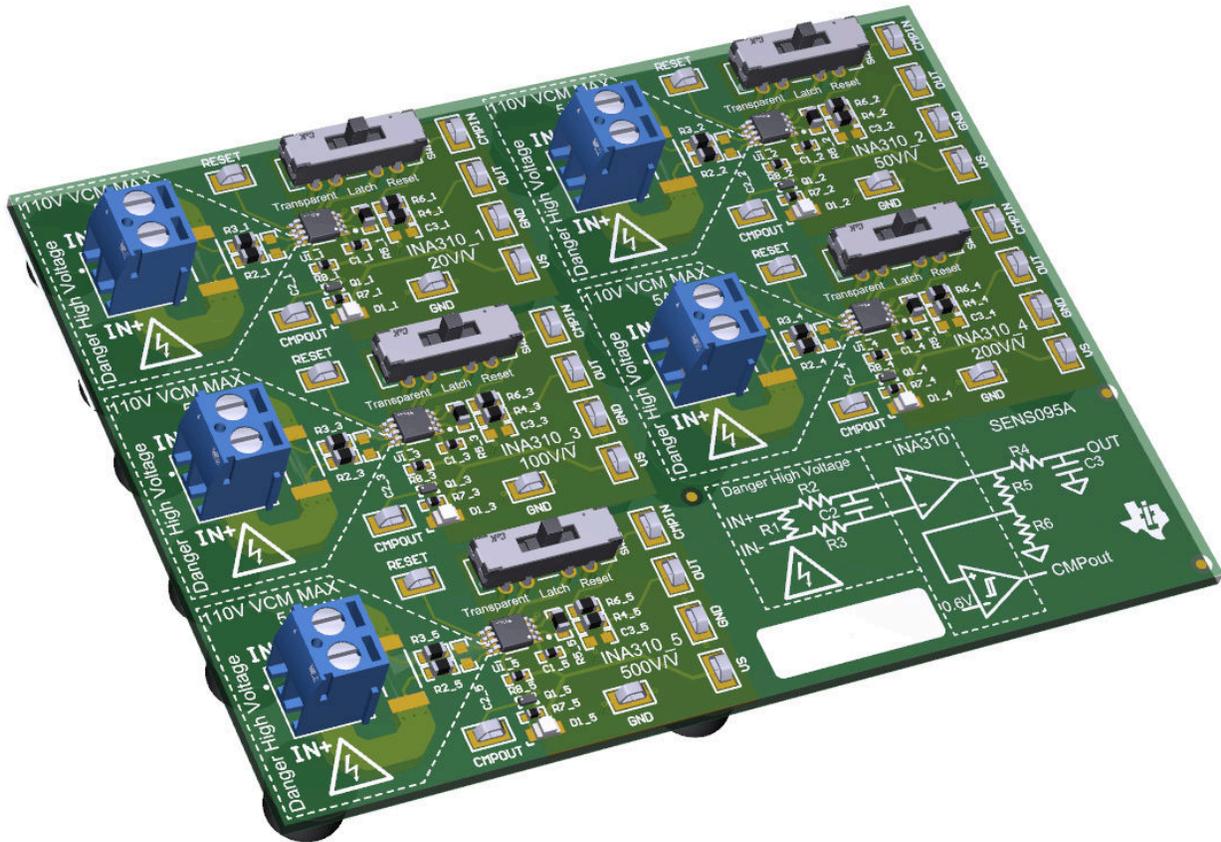


## 摘要

本用户指南介绍了 INA310EVM 的特性、操作和使用情况。该 EVM 用于评估 INA310x 的性能。本文档中的评估板、评估模块和 EVM 等所有术语与 INA310EVM 具有相同的含义。本文档包括原理图、参考印刷电路板 (PCB) 布局和完整的物料清单 (BOM)。



## 内容

通用德州仪器 (TI) 高压评估模块 (TI HV EVM) 用户安全指南.....	3
<b>1 概述</b> .....	5
1.1 套件内容.....	5
1.2 德州仪器 (TI) 提供的相关文档.....	6
<b>2 硬件</b> .....	6
2.1 特性.....	6
<b>3 操作</b> .....	7
3.1 快速启动设置.....	7
3.2 测量.....	7
3.3 比较器.....	7
<b>4 电路</b> .....	8
4.1 电流检测 IC.....	8
4.2 输入信号路径.....	8
4.3 器件输出和比较器.....	8
<b>5 原理图、PCB 布局和物料清单</b> .....	9
5.1 原理图.....	9
5.2 PCB 布局.....	11
5.3 物料清单.....	12

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 通用德州仪器 (TI) 高压评估模块 (TI HV EVM) 用户安全指南



务必遵循 TI 的设置和应用说明，包括在建议的电气额定电压和功率限制范围内使用所有接口元件。务必采取电气安全防护措施，这样有助于确保自身和周围人员的人身安全。如需了解更多信息，请联系 TI 的产品信息中心，网址为 <http://ti.com/customer support>。

保存所有警告和说明以供将来参考。

### WARNING

务必遵循警告和说明，否则可能引发电击和灼伤危险，进而造成财产损失或人员伤亡。

TI HV EVM 一词是指通常以开放式框架、敞开式印刷电路板装配形式提供的电子器件。该器件严格用于开发实验室环境，仅供了解开发和应用高压电路相关电气安全风险且接受过专门培训、具有专业知识背景的合格专业用户使用。德州仪器 (TI) 严禁任何其他不合规的使用和/或应用。如果不满足合格要求，应立即停止进一步使用 HV EVM。

#### 1. 工作区安全：

- a. 保持工作区整洁有序。
- b. 每次电路通电时，必须有合格的观察员在场监督。
- c. TI HV EVM 及其接口电子元件通电区域必须设有有效的防护栏和标识，指示可能存在高压作业，以避免意外接触。
- d. 开发环境中使用的所有接口电路、电源、评估模块、仪器、仪表、示波器和其他相关装置如果超过 50Vrms/75VDC，则必须置于紧急断电 EPO 保护电源板内。
- e. 使用稳定且不导电的工作台。
- f. 使用充分绝缘的夹钳和导线来连接测量探针和仪器。尽量不要徒手进行测试。

#### 2. 电气安全：

- a. 作为预防措施，假设整个 EVM 可能具有完全可接触和有效的高电压始终良好的工程实践。
- b. 执行任何电气测量或其他诊断测量之前，需将 TI HV EVM 及其全部输入、输出和电气负载断电。再次确认 TI HV EVM 已安全断电。
- c. 确认 EVM 断电后，根据所需的电路配置、接线、测量设备连接和其他应用需求执行进一步操作，同时仍假定 EVM 电路和测量仪器均带电。
- d. EVM 准备就绪后，根据需要将 EVM 通电。

**WARNING**

**EVM 通电后，请勿触摸 EVM 或其电路，因为其可能存在高压，会造成电击危险。**

3. 人身安全

- a. 穿戴个人防护设备（例如乳胶手套或具有侧护板的安全眼镜）或者用带有互锁机构的透明塑料箱装好 EVM，避免意外接触。

**安全使用限制条件：**

勿将 EVM 作为整体或部分生产单元使用。

## 1 概述

INA310x 是一款超精密电流检测放大器，可不依赖于具有集成式比较器的电源电压，在 -4V 至 110V 的宽共模范围内测量分流电阻器上的压降。该器件在 20 $\mu$ V (最大值) 的低失调电压、0.15% (最大值) 的小增益误差和 160dB (典型值) 的高直流 CMRR 等特性的综合作用下，可实现高精度电流测量。INA310x 具有 1.3MHz 的高信号带宽，专为高压直流电流测量和快速过流保护等高速应用而设计。

INA310x 包含一个开漏比较器和提供 0.6V 阈值的内部基准。一个外部电阻分压器设定电流跳变点。比较器具有锁存功能，可通过将 RESET 引脚接地 (或悬空) 进入透明状态。

INA310x 由 2.7V 至 20V 的单电源供电，电源电流为 1.6mA。INA310x 有五个增益选项：20V/V、50V/V、100V/V、200V/V 和 500V/V。这些增益选项可以满足宽动态范围电流检测应用。

INA310x 的额定工作温度范围为 -40°C 至 +125°C，并且采用节省空间的 8 引脚 VSSOP 封装。

表 1-1. 器件概要

可订购 EVM	产品	增益	最大增益误差	最大失调电压
INA310AEVM	INA310A1	20 V/V	0.15%	$\pm 20\mu$ V
	INA310A2	50 V/V		
	INA310A3	100 V/V		
	INA310A4	200 V/V		
	INA310A5	500V/V		
INA310BEVM	INA310B1	20 V/V	0.5%	$\pm 150\mu$ V
	INA310B2	50 V/V		
	INA310B3	100 V/V		
	INA310B4	200 V/V		
	INA310B5	500V/V		

### 1.1 套件内容

表 1-2 列出了 EVM 套件的内含物。如果缺少任何元件，请与 [德州仪器 \(TI\) 客户支持中心](#) 联系。

表 1-2. 套件内容

品类	数量
INA310AEVM 或 INA310BEVM 测试板	1

## 1.2 德州仪器 (TI) 提供的相关文档

本用户指南可从 TI 网站获得，文献编号为 [SBOU284](#)。附加到文献编号的任何字母对应于撰写本文档时已有的最新文档修订版。订购时，可通过文档标题或文献编号识别文档。[表 1-3](#) 列出了与 EVM 相关的文档。可以通过点击 [表 1-3](#) 中的链接来获取更多信息。器件名称链接至 [www.ti.com](http://www.ti.com) 上的产品网络文件夹。文献编号链接到 PDF 文档。

**表 1-3. 相关文档**

文档标题	文档文献编号
<a href="#">INA310 数据表</a>	<a href="#">SBOSA86</a>

## 2 硬件

该 EVM 旨在对 INA310x 的基本功能进行评估。此布局并不用作目标电路的模型，也不作为针对电磁兼容性 (EMC) 测试的布局。该 EVM 包含一个印刷电路板 (PCB)，其中具有多个可选的 PCB 拆分模块，可用于[表 1-1](#) 中列出的五个增益选项 (1 至 5) 中的每一个。每个 PCB 拆分模块都有一个 INA310xn 器件 (其中 x 为版本 A 或 B，而 n 为 1、2、3、4 或 5)、用于外部硬件连接的测试点和插座以及用于焊接可选电路的焊盘。该 EVM 支持通过 PCB 进行高达 5A 的电流测量。

### 2.1 特性

- 通过提供的器件板评估所有增益选项
- 通过测试点轻松连接设备引脚
- 借助焊盘和插座，在输入引脚和输出引脚处实现可选的滤波
- 提供多个输入信号选项，包括焊接分流电阻器 (2512) 和安全测量高达 5A 的电流的方法

## 3 操作

### 3.1 快速启动设置

以下说明介绍了如何设置和使用 EVM。对于这些说明，当引用器件标识符时，器件版本 (A 或 B) 和增益选项 (1、2、3、4 或 5) 将被忽略。例如，R1\_A3 将简称为 R1。

1. 选择所需的增益选项面板型号。
2. 将外部直流电源电压 (2.7V 至 20V) 连接到一个 VS 测试点，然后将该电源的接地基准连接到同一面板上的 GND 测试点。
3. 按照 [测量](#) 中的说明，通过将信号引线连接到 EVM 上的端子 J1 的相应引脚，向 IN+ 和 IN- 节点提供差分输入电压信号。

### 3.2 测量

该 EVM 可以与板载或外部分流电阻器搭配使用。要使用板载分流电阻器，请将 2512 表面贴装技术 (SMT) 分流电阻器焊接在 R1 的焊盘上，并通过 J1 将其与外部系统和负载电流串联起来。外部分流电阻器可以直接连接到 J1 的端子上。

#### 3.2.1 详细设置

若要配置测量评估，请按以下步骤操作：

1. 通过以下方式连接分流电阻器：
  - a. 将 2512 电阻器焊接在连接 IN+ 和 IN- 输入的 R1 焊盘上。
  - b. 在 J1 的 IN+ 和 IN- 端子之间连接一个外部分流器。
2. 在断电时，将 IN+ 和 IN- 端子与负载串联。
  - a. 测量 5A 以上的电流时，确保高电流路径不会穿过 EVM (包括端子块 J1)。
  - b. 将 5 A 或更小电流与板载或外部分流器搭配使用时，电流路径可以穿过 EVM。

#### WARNING

测量电流时，首先确保设备 (分流电阻器、导线、连接器等) 可以承受相应的电流和功耗。其次，确保流经 J1 的电流不超过 5 A。否则，会导致 EVM 损坏或人身伤害。

请勿触摸高压端子。

EVM 可能变热。

3. 打开系统电源并在 OUT 测试点测量输出电压
  - a.  $V_{out}$  等于器件增益乘以直接在器件输入引脚上测得的差分电压

### 3.3 比较器

INA310 包含一个开漏高电平有效比较器和提供 0.6V 阈值的内部基准。一个外部电阻分压器设定电流跳变点，当 CMPin 引脚上预设的电压大于 0.6V 时，比较器输出将置为高电平。开关 SW1 可用于将比较器置于锁存或透明模式。当处于锁存模式时，可以将 SW1 移动至复位位置以清除警报。然后，该开关将自动返回到锁存位置。当达到比较器阈值时，LED D1 将点亮。

## 4 电路

本部分总结了 EVM 子系统及其元件。对于这些说明，当引用器件标识符时，器件版本 (A 或 B) 和增益选项 (1、2、3、4 或 5) 将被忽略。例如，R1\_A3 将简称为 R1。

### 4.1 电流检测 IC

本部分介绍了主要的 INA 器件和配套元件。

U1 是 INA310x 电流检测器件 (任何增益或型号)。C1 是一个旁路电容器，放置在传感器附近，有助于降低电源噪声并在需要时快速为器件提供电流。

非输入器件引脚可直接通过测试点 TP1 - TP7 进行监测。请注意，为方便起见，GND 上还有一个额外的测试点。输入引脚可通过端子 J1 进行监测，也可通过探测 C2 的焊盘进行监测。

### 4.2 输入信号路径

本部分介绍了输入信号路径的电路。

J1 用于连接 IN+ 和 IN-。

R1 可用于外形尺寸为 2512 的可选板载分流电阻。分流器也可以置于 J1 的 IN+ 和 IN- 端子上。如有需要，可直接在测量测试中施加差分电压。

C2、R2 和 R3 组合成一个可选的输入滤波器。R2 和 R3 默认装配了  $0\ \Omega$  电阻。使用输入滤波时，要考虑器件的输入偏置电流。有关输入滤波的更多信息，请参阅数据表。

### 4.3 器件输出和比较器

本部分介绍了器件输出和比较器周围的电路。

R4 和 C3 用于可选输出滤波器。默认情况下，C3 未安装，并且 R4 是一个  $0\ \Omega$  电阻器。

R5 和 R6 用作分压器来设定 CMPin 上的阈值。默认情况下，这些电阻器设置为  $R5 = 10.2\text{k}\ \Omega$  和  $R6 = 3.4\text{k}\ \Omega$ ，以便 CMPin 上的电压是 OUT 电压的  $1/4$ ，从而导致比较器在输出电压为 2.4V 时跳闸。

R8 是高电平有效比较器警报引脚 CMPout 的上拉电阻器。LED D1 和限流电阻器 R7 与 N 沟道 MOSFET Q1 搭配使用，以指示何时触发 ALERT 引脚。

开关 SW1 用于将比较器置于锁存或透明模式。当处于锁存模式时，可以将 SW1 移动至复位位置以清除警报。然后，该开关将自动返回到锁存位置。

## 5 原理图、PCB 布局和物料清单

### 备注

电路板布局未按比例显示。这些图旨在显示电路板的布局。而不用于制造 EVM PCB。

### 5.1 原理图

图 5-1 和图 5-2 显示了 EVM 的原理图。图 5-1 显示了 INA310AEM 上的 A1 子板电路。这里仅显示了 A1 版本的原理图，因为所有型号都使用相同的原理图。对于不同型号和增益版本，原理图之间的唯一区别是 U1 会发生变化以匹配器件，并且附加到以下每个元件的“\_1”会发生变化，以匹配器件的增益编号。图 5-2 显示了原理图中不会在每个子板上重复的硬件部分。

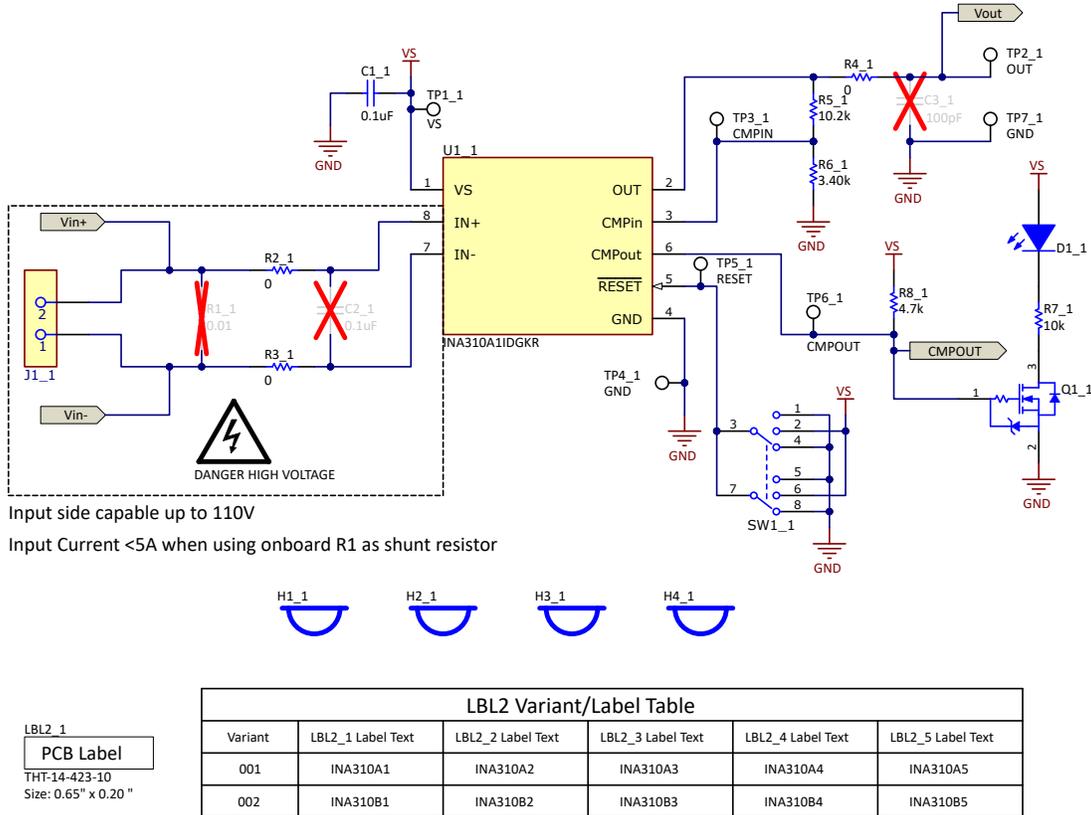


图 5-1. INA310 原理图

LBL1  
PCB Label  
THT-14-423-10  
Size: 0.65" x 0.20 "

LBL1 Variant/Label Table	
Variant	LBL1 Label Text
001	INA310AEVM
002	INA310BEVM

 HD1
  HD2
  HD3
  DANGER HIGH VOLTAGE
 PCB LOGO  
Texas Instruments

PCB Number: SENS095  
PCB Rev: A
  CE Mark
 PCB LOGO  
FCC disclaimer
 PCB LOGO  
WEEE logo

Z22

**Assembly Note**

These assemblies are ESD sensitive, ESD precautions shall be observed.

Z23

**Assembly Note**

These assemblies must be clean and free from flux and all contaminants. Use of no clean flux is not acceptable.

Z24

**Assembly Note**

These assemblies must comply with workmanship standards IPC-A-610 Class 2, unless otherwise specified.

图 5-2. INA310 硬件原理图

## 5.2 PCB 布局

图 5-3 至图 5-6 显示了 EVM 的各 PCB 层。

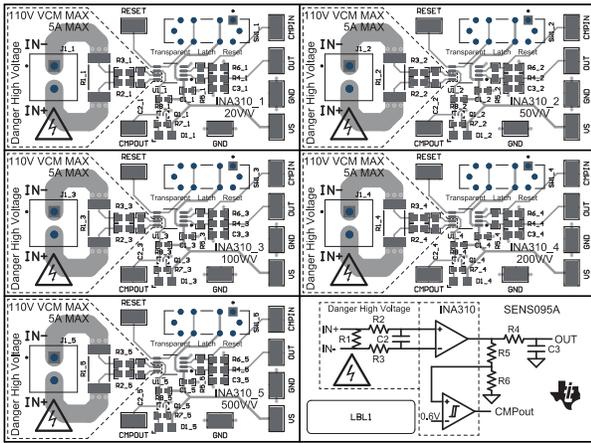


图 5-3. SENS095 顶视图

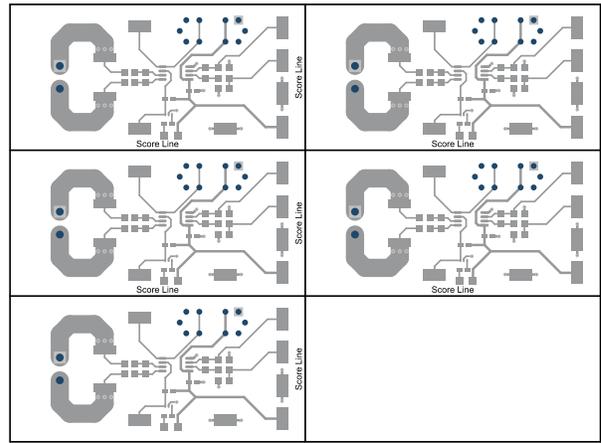


图 5-4. SENS095 顶层

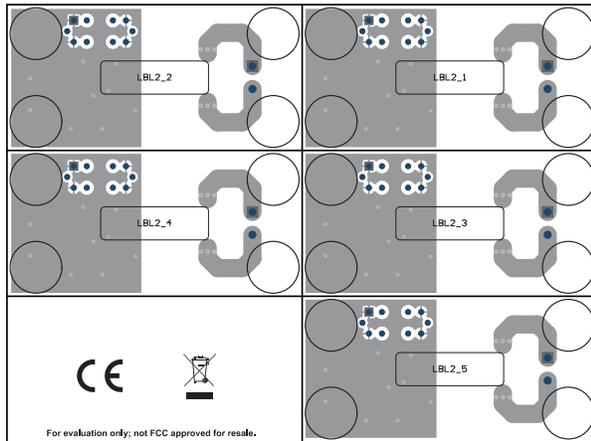


图 5-5. SENS095 底视图

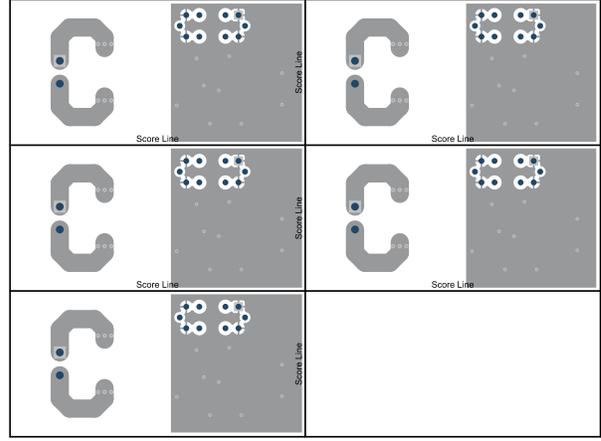


图 5-6. SENS095 底层

### 5.3 物料清单

本部分展示 SENS095 的物料清单。

表 5-1 提供了 EVM 的器件清单。

**表 5-1. SENS095 物料清单**

名称	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
!PCB	1		印刷电路板		SENS095	不限
C1_1、C1_2、 C1_3、C1_4、 C1_5	5	0.1uF	电容，陶瓷，0.1μF，50V，+/-20%， X7R，0402	0402	GRM155R71H104 ME14D	MuRata (村田)
D1_1、D1_2、 D1_3、D1_4、 D1_5	5	白色	LED，白色，SMD	0805	VAOL-S8WR4	Visual Communications Company, LLC
H1_1、H1_2、 H1_3、H1_4、 H1_5、H2_1、 H2_2、H2_3、 H2_4、H2_5、 H3_1、H3_2、 H3_3、H3_4、 H3_5、H4_1、 H4_2、H4_3、 H4_4、H4_5	20		缓冲垫，圆柱形，0.312 X 0.200，黑 色	黑色缓冲垫	SJ61A1	3M
J1_1、J1_2、 J1_3、J1_4、J1_5	5		2 位，线至板，端子块，与板齐平， 0.138" (3.50mm)，通孔	CONN_TERM_POS2	691103110002	Wurth
LBL1、LBL2_1、 LBL2_2、 LBL2_3、 LBL2_4、LBL2_5	6		热转印打印标签，0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/卷	PCB 标签，0.650 x 0.200 英 寸	THT-14-423-10	Brady
Q1_1、Q1_2、 Q1_3、Q1_4、 Q1_5	5	30V	MOSFET，N 沟道，30V，5.9A， YJK0003A (PICOSTAR-3)	YJK0003A	CSD17585F5T	德州仪器 (TI)
R2_1、R2_2、 R2_3、R2_4、 R2_5、R3_1、 R3_2、R3_3、 R3_4、R3_5、 R4_1、R4_2、 R4_3、R4_4、 R4_5	15	0	电阻，0，5%，0.1W，AEC-Q200 0 级，0603	0603	ERJ-3GEY0R00V	Panasonic
R5_1、R5_2、 R5_3、R5_4、 R5_5	5	10.2k	电阻，10.2kΩ，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-0710K 2L	Yageo (国巨)
R6_1、R6_2、 R6_3、R6_4、 R6_5	5	3.40k	电阻，3.40kΩ，1%，0.1W，0603	0603	RC0603FR-073K4 L	Yageo
R7_1、R7_2、 R7_3、R7_4、 R7_5	5	10k	电阻，10k，5%，0.063W，AEC- Q200 0 级，0402	0402	CRCW040210K0J NED	Vishay-Dale (威世 达勒)

表 5-1. SENS095 物料清单 (continued)

名称	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R8_1、R8_2、 R8_3、R8_4、 R8_5	5	4.7k	电阻，4.7k，5%，0.063W，AEC-Q200 0 级，0402	0402	CRCW04024K70J NED	Vishay-Dale ( 威世 达勒 )
SW1_1、SW1_2、 SW1_3、SW1_4、 SW1_5	5		开关，滑动，开-开，Mom，DP3T， 顶部滑动，0.3A，6VDC，PC 引脚， 穿孔大容量	SW_13MM00_3MM60	JS207011CQNR	C&K
TP1_1、TP1_2、 TP1_3、TP1_4、 TP1_5、TP2_1、 TP2_2、TP2_3、 TP2_4、TP2_5、 TP3_1、TP3_2、 TP3_3、TP3_4、 TP3_5、TP4_1、 TP4_2、TP4_3、 TP4_4、TP4_5、 TP5_1、TP5_2、 TP5_3、TP5_4、 TP5_5、TP6_1、 TP6_2、TP6_3、 TP6_4、TP6_5	35		测试点，微型，SMT	Testpoint_Keystone_Miniatur e	5015	Keystone
U1_1	1		具有开漏比较器和基准的 -4V 至 110V、1.3MHz、超精密电流检测放 大器	SSOP8	INA310A1IDGKR	德州仪器 (TI)
U1_2	1		具有开漏比较器和基准的 -4V 至 110V、1.3MHz、超精密电流检测放 大器	VSSOP8	INA310A2IDGKR	德州仪器 (TI)
U1_3	1		具有开漏比较器和基准的 -4V 至 110V、1.3MHz、超精密电流检测放 大器	VSSOP8	INA310A3IDGKR	德州仪器 (TI)
U1_4	1		具有开漏比较器和基准的 -4V 至 110V、1.3MHz、超精密电流检测放 大器	VSSOP8	INA310A4IDGKR	德州仪器 (TI)
U1_5	1		具有开漏比较器和基准的 -4V 至 110V、1.3MHz、超精密电流检测放 大器	VSSOP8	INA310A5IDGKR	德州仪器 (TI)
C2_1、C2_2、 C2_3、C2_4、 C2_5	0	0.1 $\mu$ F	电容，陶瓷，0.1 $\mu$ F，100V， +/-10%，X7R，0603	0603	GRM188R72A104 KA35D	MuRata
C3_1、C3_2、 C3_3、C3_4、 C3_5	0	100pF	电容，陶瓷，100pF，50V， +/-10%，X7R，0603	0603	CL10B101KB8NN NC	Samsung Electro- Mechanics
FID1，FID2，FID3	0		基准标记。没有需要购买或安装的元 件。	不适用	不适用	不适用
R1_1、R1_2、 R1_3、R1_4、 R1_5	0	0.01	电阻，0.01，1%，3W，2512	2512	CRA2512-FZ- R010ELF	Bourns

## 重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2023，德州仪器 (TI) 公司