

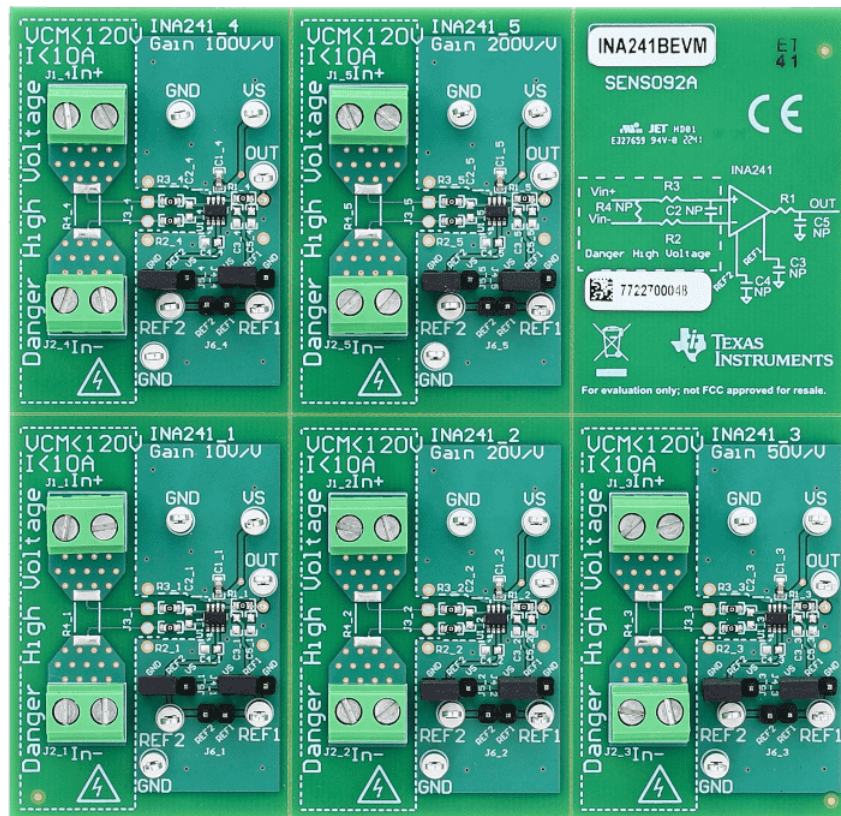
# User's Guide

## INA241EVM



### 摘要

本用户指南介绍了 INA241x 评估模块 (EVM) 的特性、操作和使用。该 EVM 旨在评估各种配置下 INA241A 或 INA241B 电压输出、电流分流监控器的性能。本文档中的评估板、评估模块和 EVM 等术语指的是 INA241EVM。本文档还包含原理图、参考印刷电路板 (PCB) 布局和完整的物料清单 (BOM)。



## 内容

<b>1 通用德州仪器 (TI) 高压评估 (TI HV EVM) 用户安全指南</b> .....	<b>3</b>
<b>2 概述</b> .....	<b>4</b>
2.1 EVM 套件内容.....	4
2.2 德州仪器 (TI) 提供的相关文档.....	4
<b>3 硬件</b> .....	<b>5</b>
3.1 特性.....	5
<b>4 操作</b> .....	<b>6</b>
4.1 快速启动设置.....	6
4.2 测量.....	6
<b>5 EVM 元件</b> .....	<b>7</b>
5.1 R1_n、R2_n、R3_n、C2_n、C5_n.....	7
5.2 C1_n.....	7
5.3 R4_n.....	7
5.4 U1_n (INA241x).....	7
<b>6 原理图、PCB 布局和物料清单</b> .....	<b>8</b>
6.1 原理图.....	8
6.2 PCB 布局.....	9
6.3 物料清单.....	11
<b>7 修订历史记录</b> .....	<b>13</b>

## 插图清单

图 6-1. INA241EVM 原理图：增益选项 1 面板.....	8
图 6-2. INA241EVM 顶部覆盖层.....	9
图 6-3. INA241EVM 底部覆盖层.....	9
图 6-4. INA241EVM 顶层.....	9
图 6-5. INA241EVM 底层.....	9
图 6-6. INA241EVM 顶部阻焊层.....	10
图 6-7. INA241EVM 底部阻焊层.....	10
图 6-8. INA241EVM 钻孔图.....	10

## 表格清单

表 2-1. INA241x 增益选项汇总.....	4
表 2-2. INA241EVM 套件内容.....	4
表 2-3. 相关文档.....	4
表 6-1. 标识符.....	11

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

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



务必遵循 TI 的安装和应用说明，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。如需更多信息，请联系 TI 产品信息中心，网址为 <http://support/ti.com>。

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，合格观察员都必须在场监督。
- 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

作为一项预防措施，工程实践中通常需假定整个 EVM 可能存在用户完全可接触到的高电压。

- a. 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。
- b. 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。
- c. EVM 准备就绪后，根据需要 will EVM 通电。

### WARNING

EVM 通电后，请勿触摸 EVM 或其电路，它们可能存在高压，会造成电击危险。

#### 3. 人身安全

- a. 穿戴人员防护装备（例如乳胶手套或具有侧护板的安全眼镜）或将 EVM 放置于带有联锁装置的透明塑料箱中，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。

## 2 概述

INA241x 器件是一款电压输出、高侧电流感测放大器，采用小型 SOT-23 (8) 封装，并且为所有增益选项提供增强的共模 PWM 抑制和 1MHz 带宽。如表 2-1 所示，INA241x 的增益范围为 10V/V 至 200V/V，具体增益值取决于所选的增益选项。INA241AEVM 和 INA241BEVM 选项之间的唯一区别是器件上安装的软件版本：“A”或“B”器件输入端产生的电压以特定器件的相应增益进行放大，并呈现在输出引脚上。该器件可以在 -4V 至 +110V 共模电压下准确感测分流器上的压降。该器件可承受 -20V 至 +120V 的共模电压，其工作电源电压介于 2.7V 和 20V 之间，在室温下的典型电流为 2.5mA。

表 2-1. INA241x 增益选项汇总

产品	增益 (V/V)
INA241A1 , INA241B1	10
INA241A2 , INA241B2	20
INA241A3 , INA241B3	50
INA241A4 , INA241B4	100
INA241A5 , INA241B5	200

### 2.1 EVM 套件内容

表 2-2 汇总了 INA241EVM 套件内容。如果缺少任何元件，请与离您最近的德州仪器 (TI) 产品信息中心联系。TI 还建议查看 [www.ti.com](http://www.ti.com) 上的器件产品文件夹，以了解有关该产品的任何更多信息。

表 2-2. INA241EVM 套件内容

条目	物品器件型号	数量
INA241EVM 测试板	<a href="#">INA241AEVM</a> 或 <a href="#">INA241BEVM</a>	1

### 2.2 德州仪器 (TI) 提供的相关文档

该文档提供了有关 INA241EVM 装配件中所用德州仪器 (TI) 集成电路的信息。

表 2-3. 相关文档

文档	文献编号
<a href="#">INA241A</a> 和 <a href="#">INA241B</a> 产品数据表	<a href="#">SBOSA30</a>

## 3 硬件

INA241EVM 提供了 INA241x 的基本功能评估。此固定布局并不作为目标电路的模型使用，也不针对电磁兼容性 (EMC) 测试进行布局。INA241EVM 是一个具有五个可选 PCB 拆分模块的 PCB，工程师可以使用这些拆分模块来测试表 2-1 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 INA241xn 器件 (其中  $n$  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。

### 3.1 特性

INA241EVM PCB 具有以下功能：

- 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 10A 的电流的方法。

有关 INA241EVM 和可用增益选项的全面信息，请参阅器件数据表。

## 4 操作

### 4.1 快速启动设置

可以按照以下步骤来设置和使用 INA241EVM 面板之一。在以下说明中，n 是增益选项 1、2、3、4 或 5。

1. 选择所需的变化性增益选项面板。
2. 将外部直流电源电压（介于 2.7V 和 20V 之间）连接到 VS 测试点。将该电源的接地基准连接到同一面板上的 GND 测试点。
3. 按照节 4.2 中的说明，通过将信号引线连接到 EVM 上的 J1\_n 和 J2\_n，向 Vin+ 和 Vin- 节点提供差分输入电压信号。INA241x 是具有基准引脚的双向电流感测器件。使用此基准引脚，该器件可以测量两个方向的电流。若要使用 1/2 的电源电压 (VS) 作为基准，请在跳线 J4 上放置短路棒，将 REF1 连接到 VS 和 J5，并将 REF2 连接到 GND。如果您只需要测量单向电流，请注意不要将 VS 短接至 GND。在 J6 上放置跳线之前，拆下 J4 和 J5 上的跳线。在 J6 将 Ref1 短接至 Ref2 后，在 J4 或 J5 上放置一根跳线或驱动 Ref 1 和 Ref 2 引脚以生成所需基准电压。

### 4.2 测量

用户可以根据 INA241EVM 的一组给定系统条件来模拟感测电阻上产生的电压，或者将器件输入连接到外部分流器。用户还可以将表面贴装技术 (SMT) 分流电阻器焊接在 In+ 和 In- 焊盘上，这些输入可以与外部系统和负载串联在一起。

若要在不使用分流电阻器的情况下配置测量评估，请执行以下步骤：

1. 在 In+ (J1\_n) 和 In- (J2\_n) 凸舌上连接差分电压。
2. 如果差分电压电源是浮动电源，则将 2.7V 至 110V 共模电压连接到输入端。将外部电压源的正极引线连接到 In- (J1\_n) 凸舌，并将源极接地端连接到 GND 测试点。最小共模电压应 > -4V。该操作可有效提高输入引脚的绝对共模电压。
3. 测量 Vout 测试点相对于 GND 的输出电压。

若要使用分流电阻器配置测量评估，请执行以下步骤：

1. 将一个 2512 电阻器焊接在连接 In+ (J1\_n) 和 In- (J1\_n) 输入端的 R1\_n 焊盘上。
2. 在断电时，将 In+ (J1\_n) 和 In- (J2\_n) 凸舌与负载和总线电压源串联。

#### WARNING

在测量电流之前，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率耗散。此外，确保流经 J1 的电流不超过 10A。否则，可能导致高温表面 (> 55°C)、EVM 损坏或人身伤害。

3. 打开系统电源并在 Vout 测试点测量输出电压。Vout 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。如果是双向的，则使用电压以 VS/2 为基准。如果是单向的，则输出电压以施加在 Ref1 和 Ref2 上的电压为基准。

## 5 EVM 元件

本节总结了 INA241EVM 元件。在以下说明中，n 是增益选项 1、2、3、4 或 5。

### 5.1 R1\_n、R2\_n、R3\_n、C2\_n、C5\_n

R1\_n、R2\_n 和 R3\_n 是出厂时已安装的 0Ω 0603 电阻器。

C2\_n 和 C5\_n 未填充。

总的来说，这些焊盘允许用户为 INA241x 的输入引脚 (IN+ 和 IN-) 和输出引脚 (OUT) 定义滤波器。如果需要使用滤波器，请移除这些电阻器并用阻值大于 0Ω 的 SMT 电阻器替换它们，然后使用电容器填充电容器焊盘。使用输入滤波时应考虑器件的输入偏置电流。

### 5.2 C1\_n

C1\_n 是 0.1μF 电源旁路电容器。

### 5.3 R4\_n

R4\_n 未填充，但允许用户在由 IN+ 和 IN- 输入引脚感测的 In+ 和 In- 焊盘之间焊接一个表面贴装分流电阻器。如果使用了 R4\_n，请确保其具有适合所选电流负载的功率耗散。所选电阻器必须具有 2512 尺寸。

### 5.4 U1\_n (INA241x)

U1\_n 是 INA241xn 测试器件的位置。

在选择合适的器件增益时请考虑以下因素：

- 差分输入电压施加在输入端上或根据流经分流电阻器的负载电流生成。
- 确保输出电压不超过电源电压。该限制因素要求仔细选择器件。
- 在相应的器件增益使生成的输入电压被放大后，所选器件必须使输出电压保持在可接受的范围之内。输出电压必须保持在器件指定的摆幅限制范围之内，这样才能在线性范围内进行响应。
- 低于最小允许输出的输出需要使用具有更高增益的器件。同样，高于最大允许输出的输出需要使用具有更低增益的器件。



## 6 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，它们不用于 INA241EVM PCB 制造。

### 6.1 原理图

图 6-1 显示了 INA241EVM PCB 上其中一个增益面板的原理图。所有其他面板具有包含下标 “\_x” 的参考符号，其中 “x” 是增益选项。

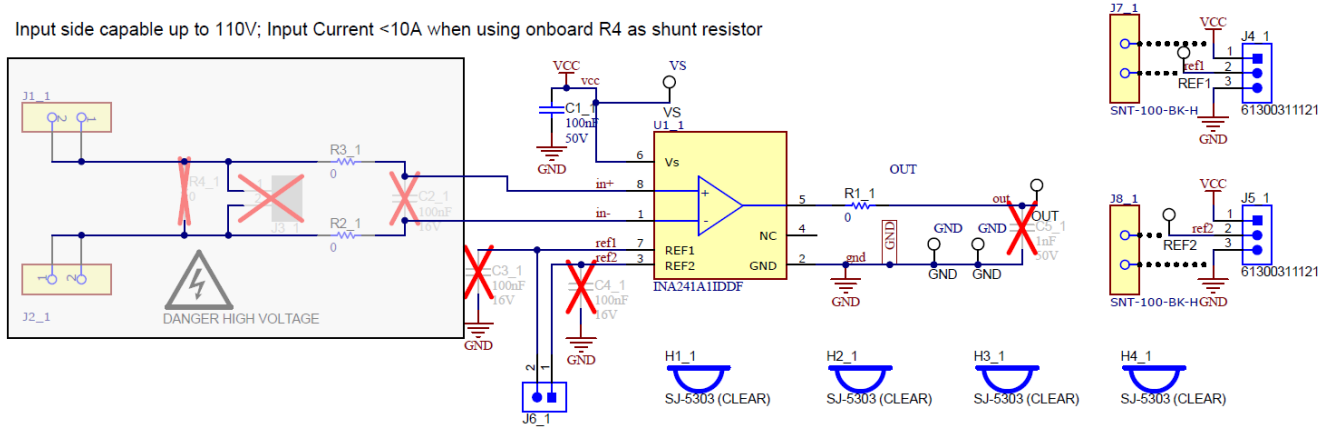


图 6-1. INA241EVM 原理图：增益选项 1 面板



## 6.2 PCB 布局

图 6-2 至图 6-8 显示了 INA241EVM 的 PCB 布局。

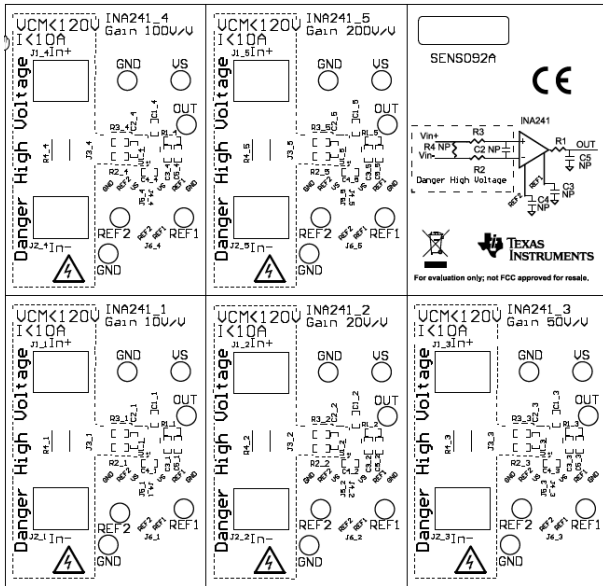


图 6-2. INA241EVM 顶部覆盖层

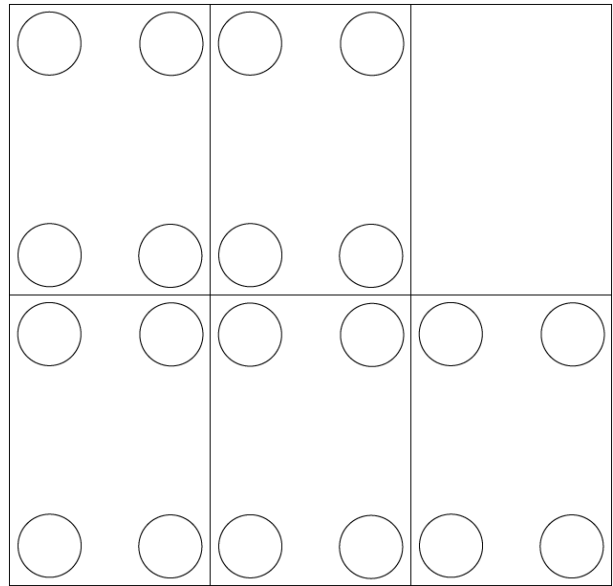


图 6-3. INA241EVM 底部覆盖层

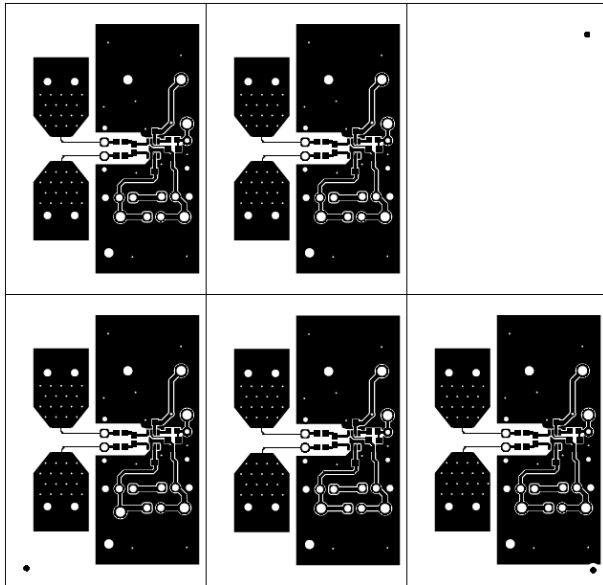


图 6-4. INA241EVM 顶层

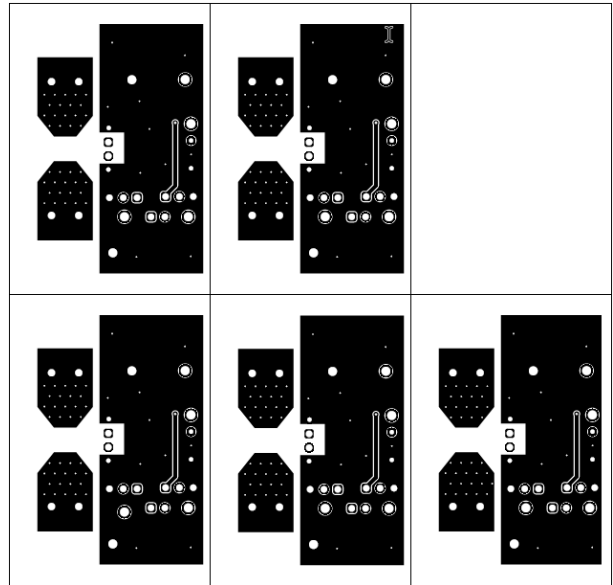


图 6-5. INA241EVM 底层

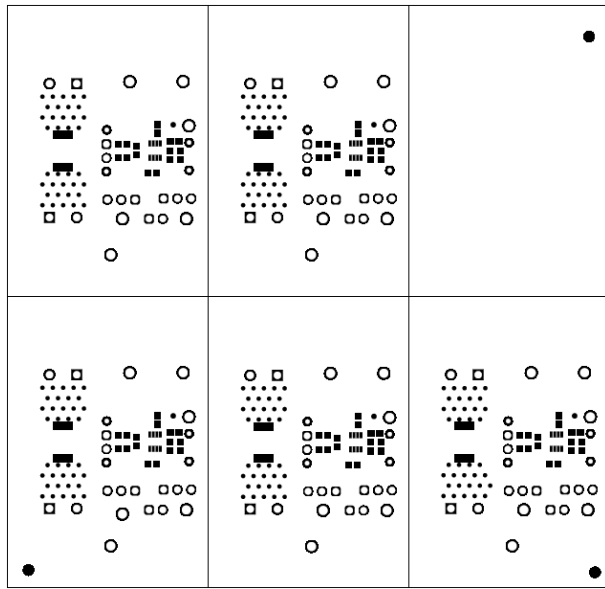


图 6-6. INA241EVM 顶部阻焊层

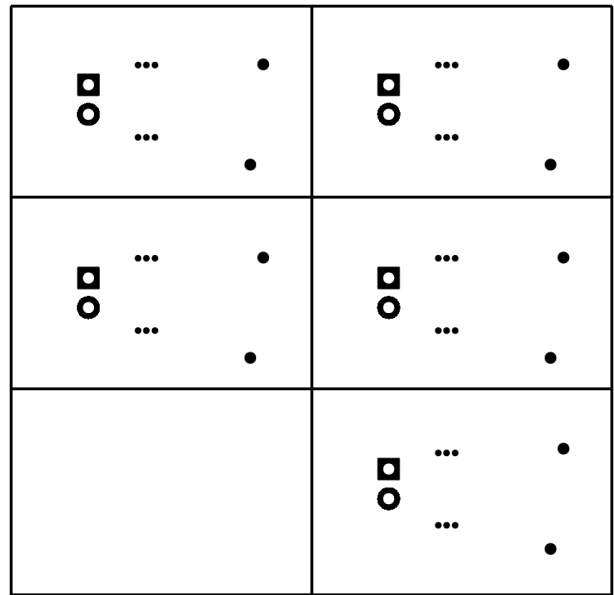
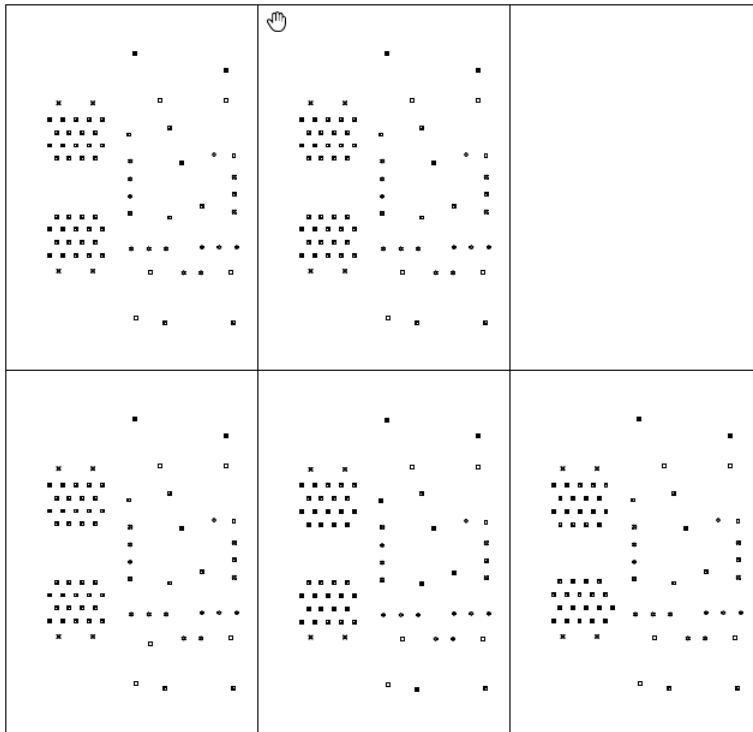


图 6-7. INA241EVM 底部阻焊层





Symbol	Quantity	Finished Hole Size	Plated	Hole Type	Drill Layer Pair	Hole Tolerance
	231	10.00mil (0.254mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
	5	16.00mil (0.406mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
	20	30.00mil (0.762mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
	50	45.28mil (1.150mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
	30	51.18mil (1.300mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
	30	63.00mil (1.600mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
	356 Total					

图 6-8. INA241EVM 钻孔图

## 6.3 物料清单

表 6-1 提供了 INA241EVM 的器件清单。

表 6-1. 标识符

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C1_1、C1_2、C1_3、C1_4、 C1_5	5	0.1uF	电容，陶瓷，0.1μF，50V，+/-10%，X7R，AEC-Q200 1 级，0603	603	C0603C104K5RACAUTO	Kemet ( 基美 )
FID1，FID2，FID3	3		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
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		Bumpon，半球形，0.44 X 0.20，透明	透明 Bumpon	SJ-5303 (CLEAR)	3M
J1_1、J1_2、J1_3、J1_4、 J1_5、J2_1、J2_2、J2_3、 J2_4、J2_5	10		端子块 2POS 侧面插入 5MM PCB	HDR2	6.91138E+11	Würth Elektronik ( 伍尔特电子 )
J4_1、J4_2、J4_3、J4_4、 J4_5、J5_1、J5_2、J5_3、 J5_4、J5_5	10		接头，2.54mm，3x1，金，TH	接头，2.54mm，3x1，TH	61300311121	Würth Elektronik ( 伍尔特电子 )
J6_1、J6_2、J6_3、J6_4、J6_5	5		接头，2.54mm，2x1，金，TH	接头，2.54mm，2x1，TH	61300211121	Würth Elektronik
J7_1、J7_2、J7_3、J7_4、 J7_5、J8_1、J8_2、J8_3、 J8_4、J8_5	10			CONN_JUMPER	SNT-100-BK-H	Samtec ( 申泰 )
LBL1	1		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 ( 布雷迪 )
R1_1、R1_2、R1_3、R1_4、 R1_5、R2_1、R2_2、R2_3、 R2_4、R2_5、R3_1、R3_2、 R3_3、R3_4、R3_5	15	0	电阻，0，5%，0.1W，0603	603	RC0603JR-070RL	Yageo

表 6-1. 标识符 (continued)

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
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	30		测试点，多用途，白色，TH	白色通用测试点	5012	Keystone Electronics (泰科电子元件)
U1_1	1		具有增强型 PWM 抑制功能的 -4V 至 110V、双向、超精密电流感测放大器	SOT-23-8	INA241A1IDDF 或 INA241B1IDDF	德州仪器 (TI)
U1_2	1		具有增强型 PWM 抑制功能的 -4V 至 110V、双向、超精密电流感测放大器	SOT-23-8	INA241A2IDDF 或 INA241B2IDDF	德州仪器 (TI)
U1_3	1		具有增强型 PWM 抑制功能的 -4V 至 110V 双向、超精密电流感测放大器	SOT23-8	INA241A3IDDF 或 INA241B3IDDF	德州仪器 (TI)
U1_4	1		具有增强型 PWM 抑制功能的 -4V 至 110V 双向、超精密电流感测放大器	SOT-23-8	INA241A4IDDF 或 INA241B4IDDF	德州仪器 (TI)
U1_5	1		具有增强型 PWM 抑制功能的 -4V 至 110V 双向、超精密电流感测放大器	SOT-23-8	INA241A5IDDF 或 INA241B5IDDF	德州仪器 (TI)
C2_1、C2_2、C2_3、C2_4、 C2_5、C3_1、C3_2、C3_3、 C3_4、C3_5、C4_1、C4_2、 C4_3、C4_4、C4_5	0	0.1 $\mu$ F	电容，陶瓷，0.1 $\mu$ F，16V，+/-5%，X7R，0603	603	0603YC104JAT2A	AVX
C5_1、C5_2、C5_3、C5_4、 C5_5	0	1000pF	电容，陶瓷，1000pF，50V，+/-10%，X7R，0603	603	C0603X102K5RACTU	Kemet
J3_1、J3_2、J3_3、J3_4、J3_5	0		接头，2.54mm，2x1，金，TH	接头，2.54mm，2x1，TH	61300211121	Würth Elektronik
R4_1、R4_2、R4_3、R4_4、 R4_5	0	0	电阻，0，0.05%，2W，AEC-Q200 0 级，2512	2512	HCJ2512ZT0R00	Stackpole Electronics Inc (斯塔克波尔电子公司)

## 7 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

<b>Changes from Revision * (March 2022) to Revision A (November 2022)</b>	<b>Page</b>
• 添加了 INA241EVM 器件选项：INA241AEVM 和 INA241BEVM.....	1
• 更改了表 2-1 .....	4
• 更改了表 2-2 .....	4
• 删除了节 3 中的“仅填充了增益选项 A1、A2 和 A3”语句.....	5
• 更改了图 6-2 .....	9
• 更改了表 6-1 .....	11

## 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 © 2022，德州仪器 (TI) 公司