

EVM User's Guide: 通用差分放大器评估模块



说明

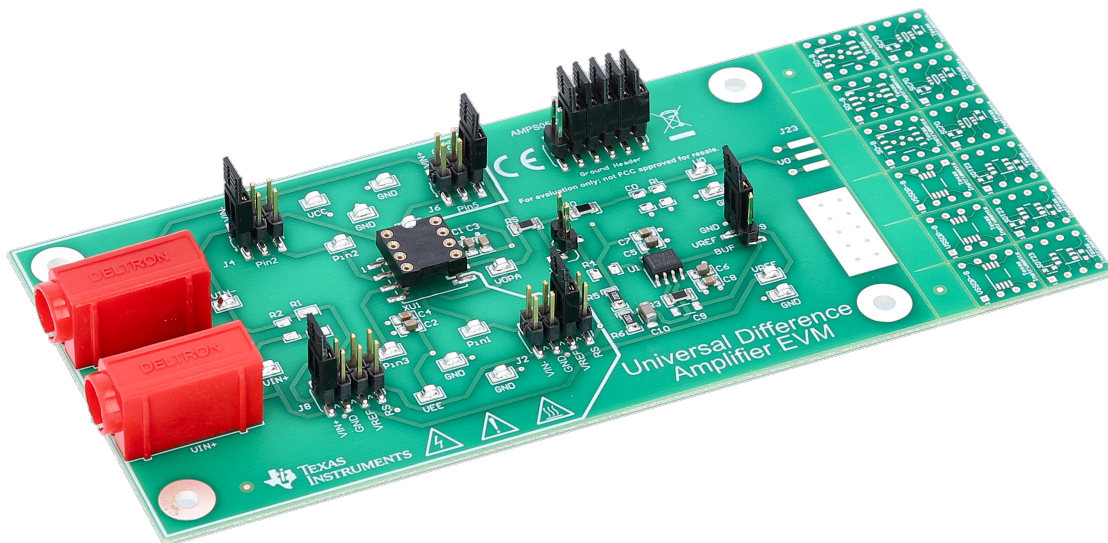
通过 DIFFAMP-EVM，终端用户可快速评估采用各种封装的多个差分放大器。此模块支持多种配置，可以根据您需要的应用进行定制，以实现可靠的评估。其提供了 DIP 适配器部件，无论对于哪种 IC 封装都能够进行评估。

开始使用

1. 订购 EVM。
2. 下载全面的参考设计文件。
3. 订购您希望评估的差分放大器的样片。
4. 请按照用户指南中的说明，与差分放大器配合使用。

特性

- 直观的跳线配置可用作差分放大器、精密增益放大器或电流源
- 插槽式 IC 连接，可用于多封装评估以及轻松比较不同器件
- 12 个 DIP 适配器板，支持 SOIC、MSOP、SOT23-6 和 SOT-SC70-6 封装
- 板载基准缓冲器，可实现单电源运行



1 评估模块概述

1.1 简介

本用户指南介绍通用差分放大器评估模块 (EVM) 的特性和操作，该模块与所有标准引脚输出的差分放大器兼容。此 EVM 旨在评估这些器件在各种常见配置下的性能、并支持单电源和双电源运行。放大器通过 DIP 插座与评估板连接，可使用 DIP 转接板评估任何放大器封装。包含分离式 DIP 适配器部分，以适应 SOIC-8、VSSOP-8、SOT23-6 和 SOT-SC70-6 型封装。本文档包含原理图、印刷电路板 (PCB) 布局和物料清单 (BOM)。本文档中的评估板、评估模块，和 EVM 等术语指的是通用差分放大器评估模块。请注意，此 EVM 与全差分放大器不兼容。

1.2 通用德州仪器 (TI) 高压评估模块 (TI HV EMV) 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。

警告

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。如果不满足资格要求，则需要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，都必须由具有资质的观察员在场监督。
- c. TI HV EVM 及接口电子元件通电区域必须设有有效的防护栏和标识；指示可能存在高压操作，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. 作为一项预防措施，假设整个 EVM 可能具有完全可接触和有效的高电压是良好的工程实践。
- b. 执行任何电气测量或其他诊断测量之前，需切断 TI HV EVM 及其全部输入、输出和电气负载的电源。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。

警告

EVM 通电后，请勿触摸 EVM 或电路，因为电路和 EVM 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。

1.3 特性

该 EVM 旨在对表 1-1 中所示的放大器提供基础功能评估，其引脚排列如图 1-1 所示。EVM 具有以下功能：

- 分离式 DIP 适配器板，用于评估多种封装和轻松比较器件
- 直观布局，便于设置跳线
- 通过表面贴装测试点，可轻松访问节点

- 基准电压源灵活性
- 支持多种配置，可用作差分放大器、电流源或精密反相/非反相放大器

1.4 差分放大器引脚排列

该 EVM 用于评估引脚排列如 图 1-1 所示的差分放大器。SOIC-8 和 VSSOP-8 封装的引脚 8 通常是无连接引脚，但某些器件在该引脚上提供额外的基准输入。引脚 8 在 EVM 上接地，因此也可以测试这些器件，但不支持额外基准。若要评估引脚排列与 图 1-1 不同的放大器，需要使用定制的 DIP 适配器板。

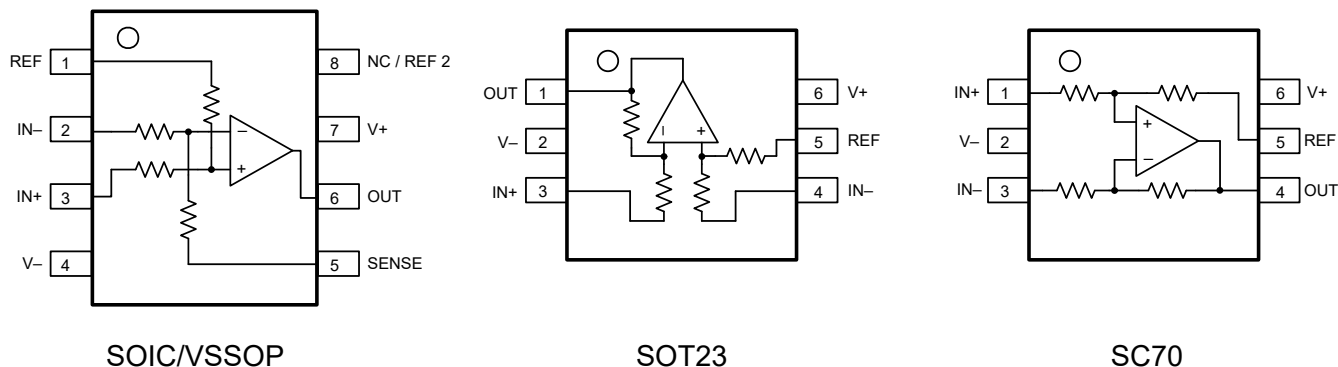


图 1-1. 支持的差分放大器引脚排列

1.5 兼容器件

与该 EVM 兼容的器件如 表 1-1 所示。

表 1-1. 兼容器件

器件	说明
INA600	小尺寸、高输入阻抗固定增益差分放大器
INA500	小尺寸、低电压、高输入阻抗固定增益差分放大器
INA592	高带宽 e-Trim 差分放大器
INA597	高带宽 e-Trim 差分放大器
INA105	精密单位增益差分放大器
INA106	精密增益 = 10 差分放大器
INA132	低功耗单电源差分放大器
INA133	高速精密差分放大器
INA134	音频差分线路接收器，0dB (G=1)
INA137	音频差分线路接收器，±6dB (G=1/2 或 2)
INA143	高速精密 G=10 或 G=0.1 差分放大器
INA152	单电源差动放大器
INA154	高速精密差分放大器 (G = 1)
INA157	高速精密差分放大器
INA159	高速 0.2 级精密增益差动放大器

2 硬件

2.1 电源

通过测试点 VCC 和 VEE 为器件供电。这些测试点为插槽式差分放大器和板载基准放大器供电。该评估板最初装在 U1 上，并使用 OPA207 作为基准放大器。但如果使用不同的器件，需要确保新器件能够与差分放大器使用相同的电源。

2.2 输入

使用测试点 VIN+ 和 VIN-，向器件施加输入。或者，输入信号可以施加在高电压香蕉插孔 J3 和 J5 上。如果预期输入电流较大，建议使用此方法；在使用高压输入时，则必须采用此方法。该评估板在设计时考虑了输入引脚上 ±125V 信号的间隙规则。如果用户需要测试用于电流检测应用的放大器，则在输入端提供两个分流电阻 R1 和 R2 的封装。

2.3 输出

可以通过测试点 VO 或在 J23 处添加 SMA 连接器来访问该电路的输出。

2.3.1 输出滤波

RO 和 CO 提供应用单极 RC 输出滤波器的功能。注意不要使输出过载过多的电容，避免导致稳定性问题。使用 [方程式 1](#) 计算输出滤波器的截止频率：

$$f_{c-o} = \frac{1}{2\pi \times RO \times CO} \quad (1)$$

2.4 参考

可通过多种方法对器件施加基准电压。基准电压由 J9 设置，其将基准接地，或将基准连接到基准缓冲器的输出。基准缓冲器最初配置为生成中间供电电压的轨电压，以实现单电源运行。或者，该跳线可保持不连接状态，且所需电压可直接施加到 VREF 测试点。也可以连接 J7，并将基准缓冲器配置为积分器，以实现输出交流耦合，如 [图 2-3](#) 所示。

2.5 其他

C1、C2、C3 和 C4 是该器件的电源旁路电容器、预装 0.1μF 和 0.01μF 电容器、通常为 U1 提供足够的电源旁路。详见差分放大器数据表。同样，C5、C6、C7 和 C8 为 U2 提供电源旁路。详见缓冲放大器数据表。

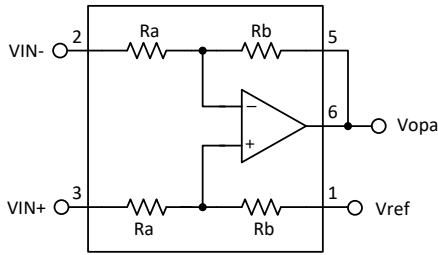
2.6 配置

2.6.1 差分放大器 (SOIC-8 和 VSSOP-8)

该 EVM 支持多种跳线可选配置。放大器的引脚 1、2、3 和 5 路由到接头，用户可以定义与内部电阻器的连接。请注意，引脚 2 或引脚 5 始终需要路由到输出，以确保带有负反馈的闭环操作。[图 2-1](#) 展示配置跳线及相关传递函数的几种方法。精确的增益取决于所选差分放大器中使用的电阻器比例。如果差分放大器中的电阻值不完全相等，则在前两个图中所示的每种配置中都可以实现互为倒数的增益。

Precision Diff-Amp

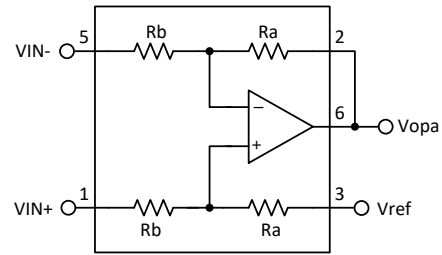
Pin1 (J2) – Vref
Pin2 (J4) – VIN-
Pin3 (J8) – VIN+
Pin5 (J6) – Vopa



$$V_{opa} = \left(\frac{R_b}{R_a} \right) * (V_{IN+} - V_{IN-}) + V_{REF}$$

Precision Diff-Amp
(Reciprocal Gain)

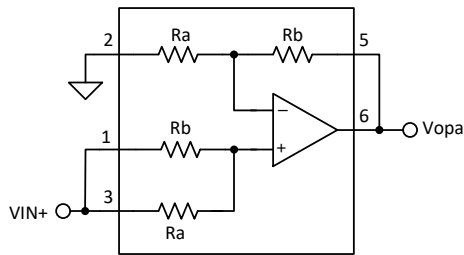
Pin1 (J2) – VIN+
Pin2 (J4) – Vopa
Pin3 (J8) – Vref
Pin5 (J6) – VIN-



$$V_{opa} = \left(\frac{R_a}{R_b} \right) * (V_{IN+} - V_{IN-}) + V_{REF}$$

Precision Non-inverting Amplifier

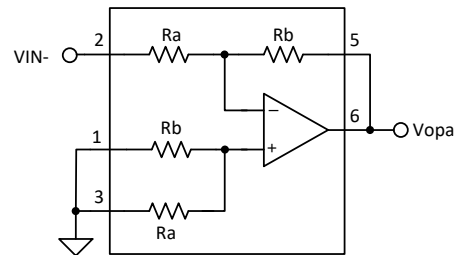
Pin1 (J2) – VIN+
Pin2 (J4) – GND
Pin3 (J8) – VIN+
Pin5 (J6) – Vopa



$$V_{opa} = \left(1 + \frac{R_b}{R_a} \right) * V_{IN+}$$

Precision Inverting Amplifier

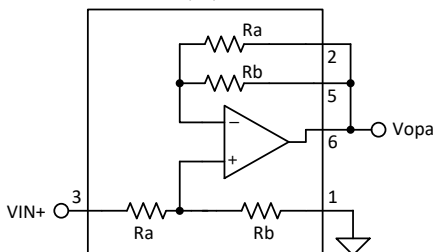
Pin1 (J2) – GND
Pin2 (J4) – VIN-
Pin3 (J8) – GND
Pin5 (J6) – Vopa



$$V_{opa} = \left(-\frac{R_b}{R_a} \right) * V_{IN-}$$

Precision Divider

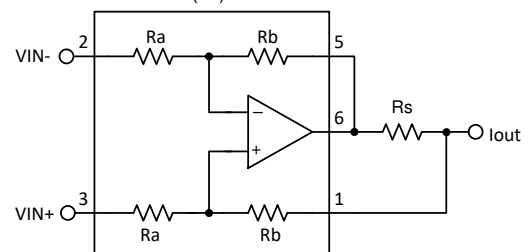
Pin1 (J2) – Vref
Pin2 (J4) – VIN-
Pin3 (J8) – VIN+
Pin5 (J6) – Vout



$$V_{opa} = \left(\frac{R_b}{R_b + R_a} \right) * V_{IN+}$$

Improved Howland
Current Source

Pin1 (J2) – RS
Pin2 (J4) – VIN-
Pin3 (J8) – VIN+
Pin5 (J6) – Vout



$$I_{out} \approx \frac{\left(\frac{R_b}{R_a} \right) * (V_{IN+} - V_{IN-})}{R_s}$$

图 2-1. 差分放大器通用配置

2.6.2 差分放大器 (SOT23 和 SOT-SC70)

评估板支持使用较小的 SOT23 和 SOT-SC70 封装差分放大器，并配有相应的 DIP 适配器板。“SOT23 和 SOT-SC70 差分放大器配置”图 2-2 显示如何配置跳线及其相关的传递函数。精确的增益取决于所选差分放大器中使用的电阻器比例。

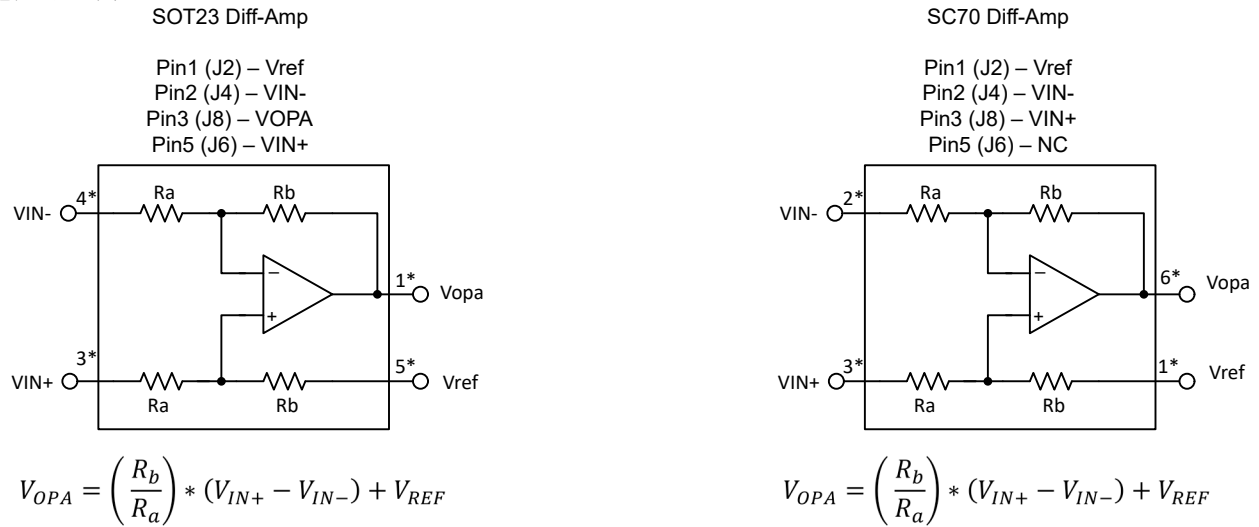


图 2-2. SOT23 和 SOT-SC70 差分放大器配置

2.6.3 基准放大器

板载放大器可提供灵活的基准配置。在默认配置下，放大器作为电源分配器工作，将正电源电压平分，并为单电源操作提供缓冲电压。

2.6.3.1 缓冲基准电压连接

当源阻抗较高（例如，分压器），缓冲基准配置很有用。使用运算放大器缓冲高阻抗源可提供低阻抗源，并保持共模抑制。基准放大器电压来自正电源、可通过更改 **R5** 和 **R6** 进行调整。

2.6.3.2 交流耦合输出

通过积分器将差分的输出反馈回基准引脚，可以生成交流耦合输出。积分器的输出驱动基准电压，使得差动放大器输出电压与施加在基准放大器同相端的电压相匹配。如果用户希望在双电源供电模式下将放大器的输入端接地，可以移除 **R5**。截止频率由积分器的 **RC** 时间常数设置。与在输入端使用交流耦合电容相比，这种方式有时更可取，电容的容差范围通常较宽，这些电容的不匹配可能会降低放大器的共模抑制比。这可以通过在 **J7** 上放置跳线，移除 **R3**，并安装 **R4** 和 **C9** 实现，如 **图 2-3** 所示。

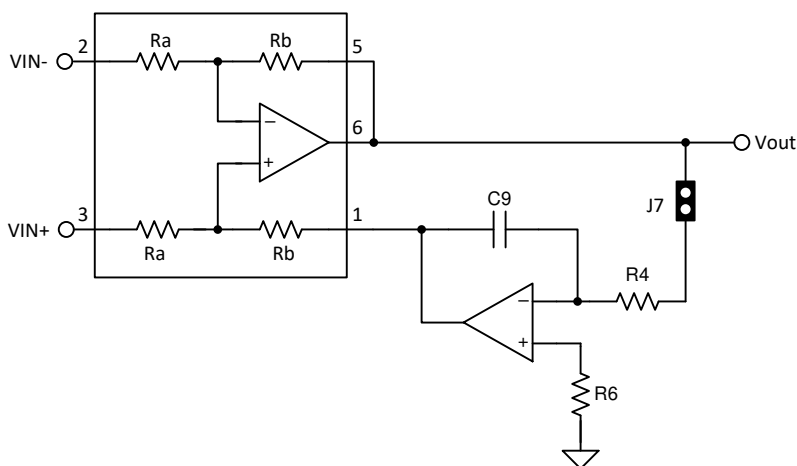


图 2-3. 带输出积分器的交流耦合

3 硬件设计文件

3.1 原理图

图 3-1 展示了 PCB 的原理图。

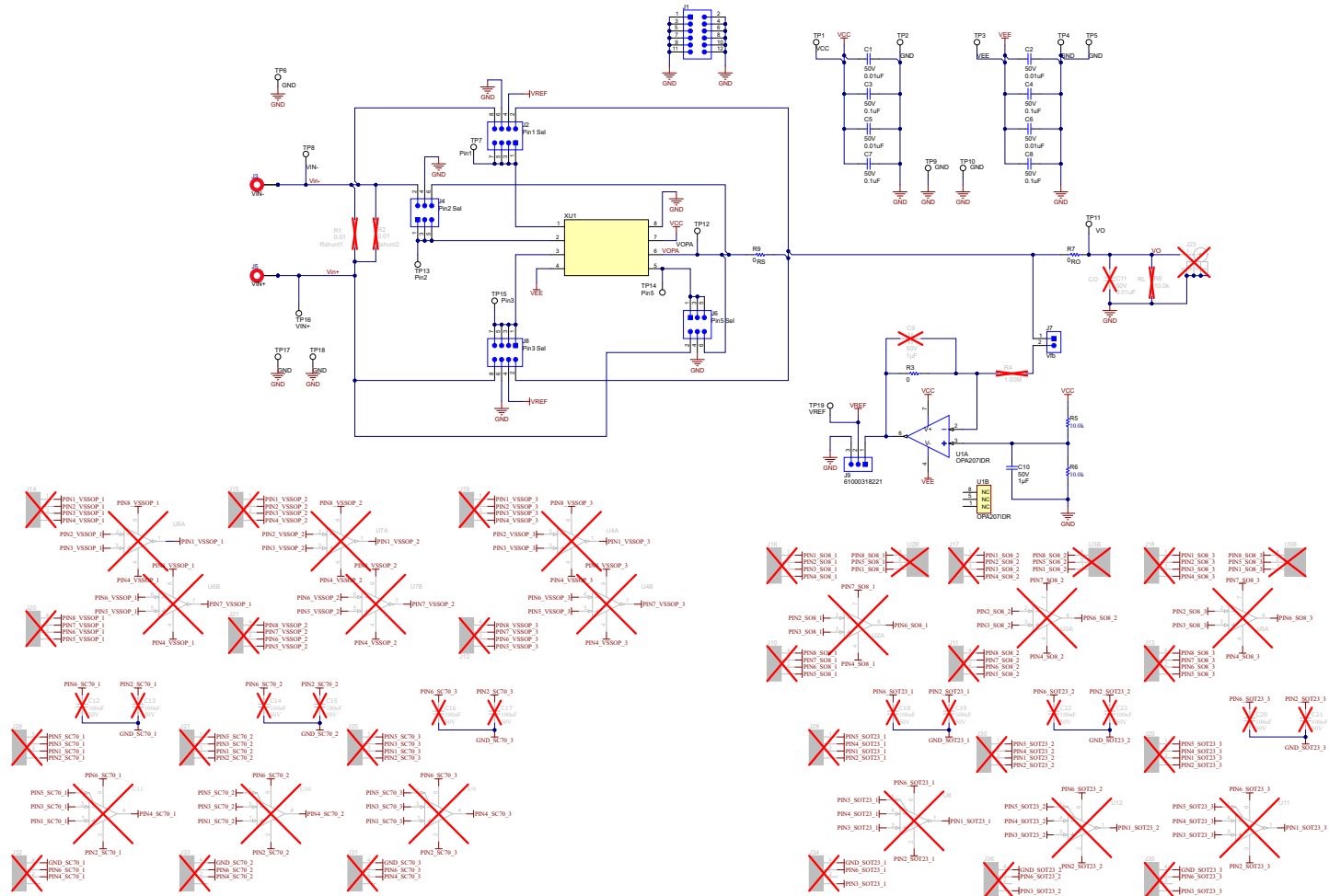


图 3-1. DIFFAMP-EVM 原理图

3.2 PCB 布局

EVM 的顶面和底面分别如 图 3-2 和 图 3-3 所示。

备注

电路板布局布线未按比例显示。这些图旨在展示电路板的布局方式，并不用于制造 PCB。

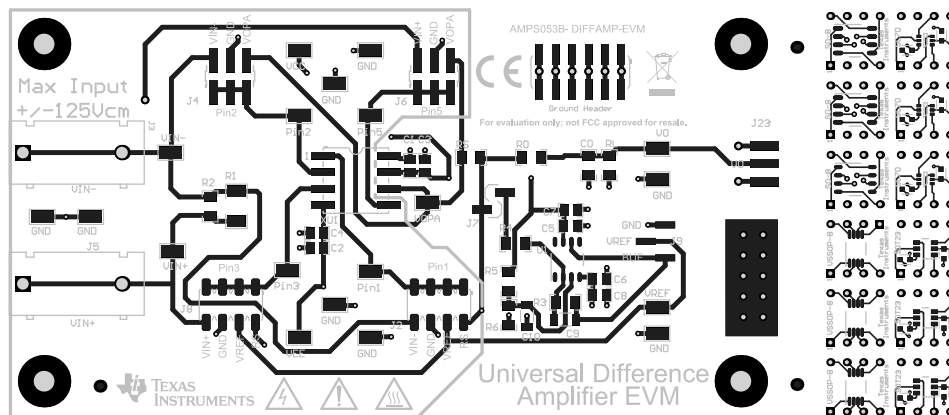


图 3-2. DIFFAMP-EVM 顶面

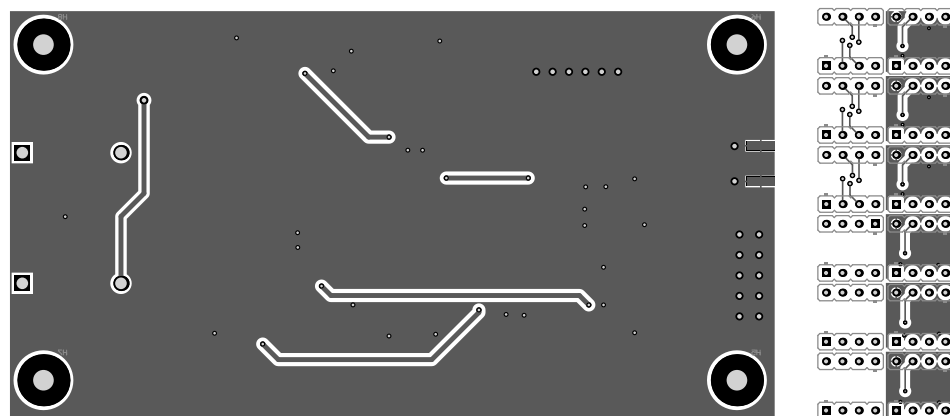


图 3-3. DIFFAMP-EVM 底面

3.3 物料清单 (BOM)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C1、C2、C5、C6	4	0.01uF	电容, 陶瓷, 0.01μF, 50V, +/- 10%, X7R, 0805	805	C0805C103K5RACTU	Kemet
C3、C4、C7、C8	4	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, +/-10%, X7R, 0805	805	C0805C104K5RACTU	Kemet
C10	1	1μF	电容, 陶瓷, 1μF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1206	1206	UMK316B7105KLHT	Taiyo Yuden
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、H2、H3、H4	4		机械螺钉, 圆头, #4-40 x 1/4, 尼龙, 飞利浦盘形头	螺钉	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
H5、H6、H7、H8	4		六角螺柱, 1"L #4-40, 尼龙	螺柱	1902E	Keystone
J1	1		接头, 2.54mm, 6x2, 金, SMT	接头, 2.54mm, 6x2, 金, TH	61031221121	Würth Elektronik
J2、J8	2		接头, 2.54mm, 4x2, 金, SMT	接头, 2.54mm, 4x2, SMT	95278-801A08LF	FCI
J3、J5	2		标准香蕉插孔, 绝缘, 10A, 红色	571-0500	571-0500	DEM Manufacturing
J4、J6	2		接头, 2.54mm, 3x2, 金, SMT	接头, 2.54mm, 3x2, SMT	TSM-103-01-L-DV	Samtec
J7	1		插头, 2.54mm, 2x1, 镀金, R/A, SMT	插头, 2.54mm, 2x1, R/A, SMT	878980204	Molex
J9	1		接头, 2.54mm, 3x1, 金, SMT	接头, 2.54mm, 3x1, SMT	61000318221	Würth Elektronik
R3、R7、R9	3	0	电阻, 0, 5%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	CRCW12060000Z0EA	Vishay-Dale
R5、R6	2	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.25W, 1206	1206	RC1206FR-0710KL	Yageo America

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5、SH-J6、SH-J7、SH-J8、SH-J9、SH-J10	10		分流器，100mil，镀金，黑色	分流器，2 位，100mil	881545-2	TE Connectivity
TP1、TP2、TP3、TP4、TP5、TP6、TP7、TP8、TP9、TP10、TP11、TP12、TP13、TP14、TP15、TP16、TP17、TP18、TP19	19		测试点，微型，SMT	Testpoint_Keystone_Minature	5015	Keystone
U1	1		高精度、低噪声、低功耗运算放大器，D0008A（SOIC-8 封装）	D0008A	OPA207IDR	德州仪器 (TI)
XU1	1		插座，DIP-8，2.54mm 间距，SMT	插座，DIP-8，2.54mm 间距	110-87-308-41-105191	Preci-Dip
C9	0	1 μ F	电容，陶瓷，1 μ F，50V，+/-10%，X7R，AEC-Q200 1 级，1206	1206	UMK316B7105KLHT	Taiyo Yuden
C11	0	0.01uF	电容，陶瓷，0.01 μ F，50V，+/- 10%，X7R，1206	1206	C1206C103K5RACTU	Kemet
C12、C13、C14、C15、C16、C17、C18、C19、C20、C21、C22、C23	0	100nF	0.1 μ F \pm 10% 50V 陶瓷电容器 X7R 0603 (公制 1608)	603	KGF15AR71H104KT	KYOCERA AVX
J10、J11、J12、J13、J14、J15、J16、J17、J18、J19、J20、J21、J25、J26、J27、J28、J29、J30、J31、J32、J33、J34、J35、J36	0		接头，2.54mm，4x1，金，黑色，TH	接头，2.54mm，4x1，TH	TS-104-G-AA	Samtec
J23	0		SMA(F) 插孔，50 Ω ，SMT	SMA(F) 插孔，SMT	EMPCB.SMAFSTJ.B.HT	陶格拉斯天线解决方案
R1	0	0.01	电阻，0.01，1%，1W，2010	2010	PMR50HZPFU10L0	Rohm

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R2	0	0.01	电阻, 0.01, 1%, 0.5W, 1206	1206	CSR1206FK10L0	Stackpole Electronics Inc
R4	0	1.00Meg	电阻, 1.00M, 1%, 0.25W, 1206	1206	MCR18EZHF1004	Rohm
R8	0	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	ERJ-8ENF1002V	Panasonic

4 其他信息

4.1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

4.2 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器，[OPA207 低功耗、高精度、低噪声轨到轨放大器数据表](#)

5 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

Changes from Revision * (October 2018) to Revision A (July 2025)	Page
• 添加了 功能说明、评估模块概述、硬件、硬件设计文件和其他信息部分.....	1
• 在 简介中增加了 SOT23-6 和 SOT-SC70-6 型封装.....	2
• 增加了 高电压警告.....	3
• 更新了 差分放大器引脚排列部分.....	4
• 更新了 输入部分.....	5

重要通知和免责声明

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、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月