

EVM User's Guide: TRF1305x1-D2D-EVM

TRF1305x1-D2D 评估模块

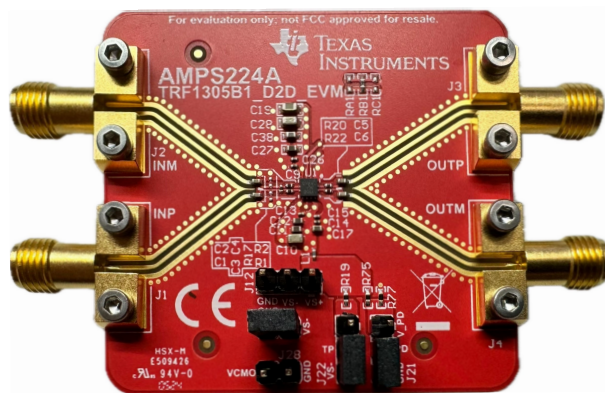


说明

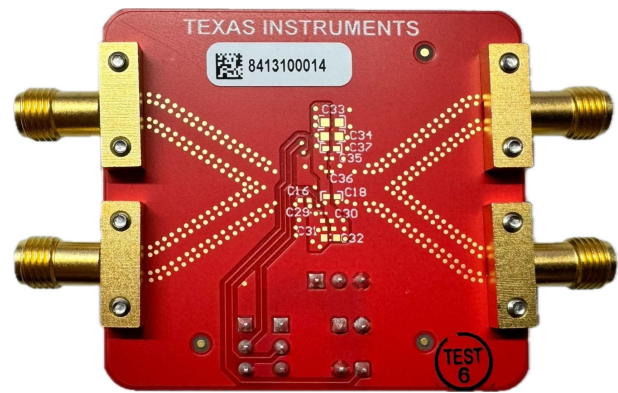
TRF1305x1-D2D-EVM 旨在提供快速设置来评估 TRF1305 系列固定增益全差分放大器 (FDA)，该系列放大器具有高线性度和从真直流至 6.5GHz 以上的工作带宽。TRF1305 放大器采用单通道和双通道封装，每种封装具有三种不同的固定增益。这些放大器使用两个灵活的电源轨，可进行直流耦合，并支持宽共模电压范围。有四种类型的 EVM 涵盖采用相应配置的所有器件型号。

特性

- 配置为双电源供电并可轻松修改为单电源
- 单端或差分输入信号
- 专为轻松连接至标准 50 Ω 输入和输出阻抗测试设备而设计
- 借助跳线连接器，电路板可提供断电选项



TRF1305B1-D2D-EVM 电路板 (顶视图)



TRF1305B1-D2D-EVM 电路板 (底视图)

1 评估模块概述

1.1 引言

本文档是评估板 (EVM) 的用户指南，用于测试采用 D2D 配置的单通道 TRF1305 系列放大器。表 1-1 列出了四种类型的 TRF1305 EVM，这些 EVM 用于测试采用不同 I/O 配置的所有器件型号。

表 1-1. TRF1305 EVM

EVM 用户指南	器件	可订购器件型号	I/O 配置	备注
TRF1305x2-D2D	TRF1305A2	TRF1305A2-D2D-EVM	D2D、S2D ⁽¹⁾	双通道放大器 - D2D (差分输入、差分输出) EVM
	TRF1305B2	TRF1305B2-D2D-EVM		
	TRF1305C2	TRF1305C2-D2D-EVM		
TRF1305x1-D2D	TRF1305A1	TRF1305A1-D2D-EVM	D2D、S2D	单通道放大器 - D2D (差分输入、差分输出) EVM
	TRF1305B1	TRF1305B1-D2D-EVM		
	TRF1305C1	TRF1305C1-D2D-EVM		
TRF1305x2-S2D	TRF1305A2	TRF1305A2-S2D-EVM	S2D	双通道放大器 - S2D (单端输入、差分输出) EVM
	TRF1305B2	TRF1305B2-S2D-EVM		
	TRF1305C2	TRF1305C2-S2D-EVM		
TRF1305x1-S2D	TRF1305A1	TRF1305A1-S2D-EVM	S2D	单通道放大器 - S2D (差分输入、差分输出) EVM
	TRF1305B1	TRF1305B1-S2D-EVM		
	TRF1305C1	TRF1305C1-S2D-EVM		

(1) 通过在其中一个输入端使用 50 Ω SMA 端接器，可以将 D2D EVM 配置为 S2D。为了获得理想性能，请使用 S2D EVM。

本文档包含原理图、物料清单 (BOM)、印刷电路板 (PCB) 布局 and 测试方框图。在本文档中，缩写词 **EVM**、**TRF1305x1-D2D-EVM** 或术语 **评估模块** 表示之前列出的四个 EVM 中的任何一个。本用户指南介绍了正确运行和快速设置 TRF1305x1-D2D-EVM 所需的基本步骤和功能。本用户指南中的许多章节对所有 TRF1305EVM 都是通用的。在本文档中，TRF1305 或 TRF1305x1 是指 TRF1305A1、TRF1305B1 或 TRF1305C1。

1.2 套件内容

下表列出了每个 EVM 套件的内容。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 强烈建议用户查看 [TI 网站](#)，验证是否使用了相关软件的最新版本。

表 1-2. TRF1305A1-D2D-EVM 套件内容

条目	数量
TRF1305A1-D2D-EVM	1

表 1-3. TRF1305B1-D2D-EVM 套件内容

条目	数量
TRF1305B1-D2D-EVM	1

表 1-4. TRF1305C1-D2D-EVM 套件内容

条目	数量
TRF1305C1-D2D-EVM	1

1.3 规格

表 1-5. 主要系统规格

连接器	参数	值
J1	射频输入 INP1	20dBm 最大值
J2	射频输入 INM1	20dBm 最大值
J3	射频输出 OUTP1	
J4	射频输出 OUTM1	
J5	J11.1 VS - J11.2 GND	双电源运行时开路 单电源运行时短接
J12	J12.1 VS+ J12.2 VS - J12.3 GND	$VS+ \leq 5V$ $VS- \geq -2.5V$ $(VS+) - (VS-) = 5V$
J21	PD1 选择	短接 1、2 (V_PD) 以禁用通道 1。 短接 2、3 (GND) 以启用通道 1
J22	模式选择	开路 (默认) 有关输入共模范围扩展, 请参阅数据表中的第 7.4.1 节
J28	J23.1 VCMO J23.2 GND	开路 (默认) 施加外部电压以设置所需的输出共模

1.4 器件信息

TRF1305 是一款超高性能闭环双通道射频放大器, 工作带宽从真直流到 6.5GHz 以上。该器件具有出色的性能, 可通过直流或交流耦合接口驱动高速、高性能 ADC, 例如 ADC12DJ5200RF 和 ADC32RF5x。该器件在预设增益配置下针对性能进行了优化。如果需要低于预设的增益, 则使用外部电阻。TRF1305 具有一个 VOCM 引脚, 允许设置不同的输出共模电压和输入共模电压 (例如, 用于电平转换或大多数具有不同直流共模电压的 IQ 降压转换器 ADC 接口应用)。该器件采用双轨浮动电源供电 (可选择双电源或单电源配置), 并且具有 MODE 引脚, 可将输入共模范围扩展至更接近电源。该器件具有较高的通道间隔离特性, 因此可用于复杂的 IQ 发送或接收信号链, 而不会丧失信号完整性。

2 硬件

2.1 一般使用信息

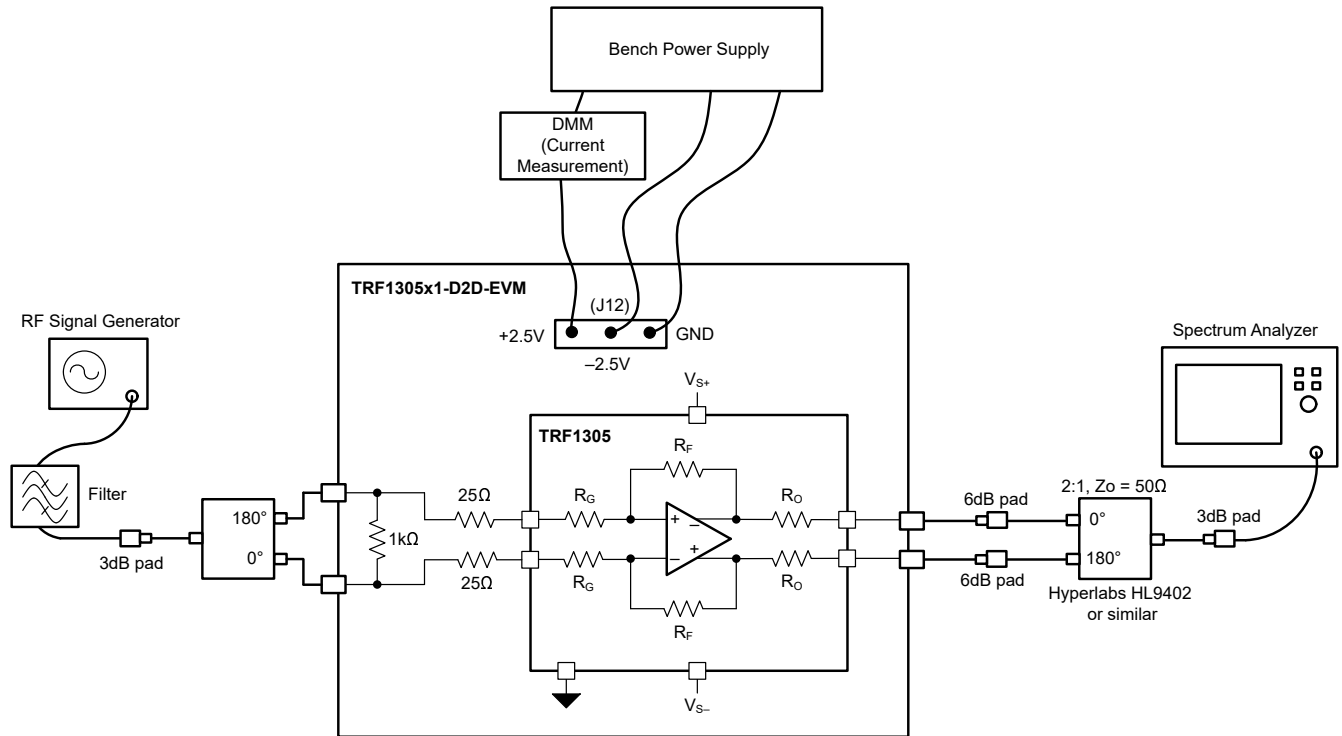


图 2-1. 增益和输出 P1dB 的单音设置

本节提供 TRF1305x1-D2D-EVM 的一般使用信息。有关作为后续说明基准点的一般单音设置图，请参阅图 2-1（为清晰起见，省略了某些元件，如电源旁路电容器）：

1. 建议的加电序列：

- 双电源供电：
 - a. 要以双电源供电，请将正电源电压施加到 $VS+$ ，将负电源电压施加到 $VS-$ ，并将电源的接地基准施加到 GND (J12)。只要总电源电压为 5V，正负电源电压的任何组合都是可接受的，电源电压就不需要是对称的。当输出共模电压必须设置为特定值时，通常会使用此功能。为了获得出色性能，电源电压必须围绕所需的输出共模电压对称。
 - b. 将直流输出电源的电流限制设置为 200mA。
 - c. 确保关闭电源，将电源电缆连接到 EVM 的 J12 连接器。
 - d. 现在，打开 $VS+ = 2.5V$ 和 $VS- = -2.5V$ 的直流电源。从电源汲取的电源电流 (I_Q) 约为 100mA。
 - e. 如果电源电流较低，请验证器件是否通过 PD 引脚 (J21) 禁用。
- 单电源运行：
 - a. 要使用单电源供电运行，请将跳线 $VS-$ 连接到 GND (J5)，并将正电源电压施加到 $VS+$ (J12)。输入和输出必须按照 TRF1305 数据表规格进行偏置才能正常运行。

2. 断电选项：

- 连接 PD 引脚上的 1.8V（逻辑 1）可将芯片 (J21) 断电。将 PD 引脚接地可启用芯片。
- 当器件被禁用时，从电源汲取的电源电流 (I_Q) 约为 25mA。

3. CM (输出共模电压) 输入 :

- TRF1305 器件具有一个可设置输出共模电压的输出共模控制引脚。当 VOCM 引脚悬空时, 输出引脚 OUTPx 和 OUTMx 的输出共模电压默认为 LDO 输出电压 $V_S - +2.5V$ 。
- 如果指定了不同的输出共模电压, 则可以使用 J28 跳线连接外部低阻抗电压源。有关性能曲线, 请参阅 TRF1305 数据表, 这些曲线显示了非 $1/2 V_S$ 电压的输出共模电压如何影响性能。

4. 单频测量设置建议 :

- a. 使用外部无源平衡-非平衡变压器将来自射频信号发生器的单端信号转换为差分信号, 如图 2-1 所示。差分信号馈送到输入 SMA 连接器 J1、J2。
测量单音失真时, 请使用射频带通滤波器, 如图 2-1 所示。
- b. 要测试 TRF1305x1-D2D-EVM EVM, 使用的射频信号发生器必须支持高达 10GHz 的信号频率。
- c. TRF1305x1-D2D-EVM 器件输入在通带内为 $50\ \Omega$ 。为了尽可能减少阻抗不匹配导致的信号反射, 请在源和 J4 SMA 输入之间使用约 3dB 至 6dB 的衰减器垫。
- d. J3 和 J4 SMA 连接器处的 EVM 输出为全差分 (或 180° 异相) 输出。
TRF1305x1-D2D-EVM 器件在直流和低频下具有低输出阻抗。
- e. 当连接到频谱分析仪时, 必须使用外部无源平衡-非平衡变压器将 EVM 发出的差分信号转换为单端信号, 如图 2-1 所示。建议在无源平衡-非平衡变压器的三个端子上使用约 3dB 至 6dB 的衰减器垫, 以尽可能减少反射。
- f. 最后, 正确表征和补偿射频同轴电缆、衰减器垫和无源平衡-非平衡变压器的插入损耗, 以便准确测量器件的增益和功率等级。

3 硬件设计文件

3.1 原理图

图 3-1 展示了 TRF1305x1-D2D-EVM EVM 原理图。

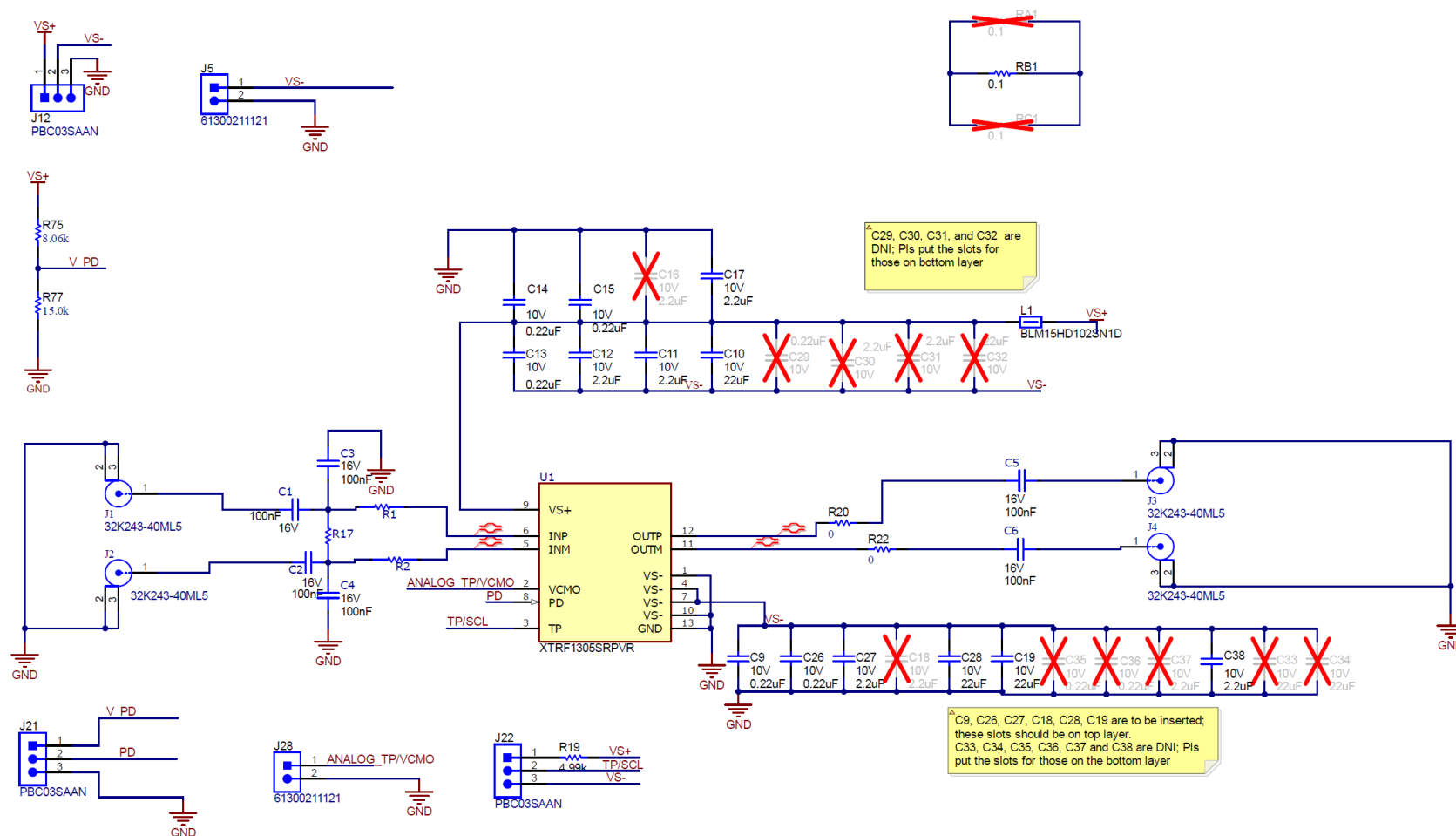


图 3-1. TRF1305x1-D2D-EVM 原理图

3.2 PCB 布局

图 3-2 至图 3-5 显示了此 EVM 的 PCB 板层。

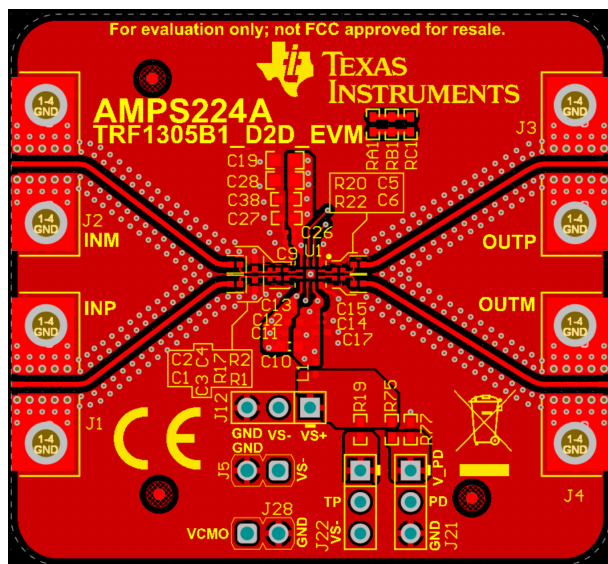


图 3-2. 顶层

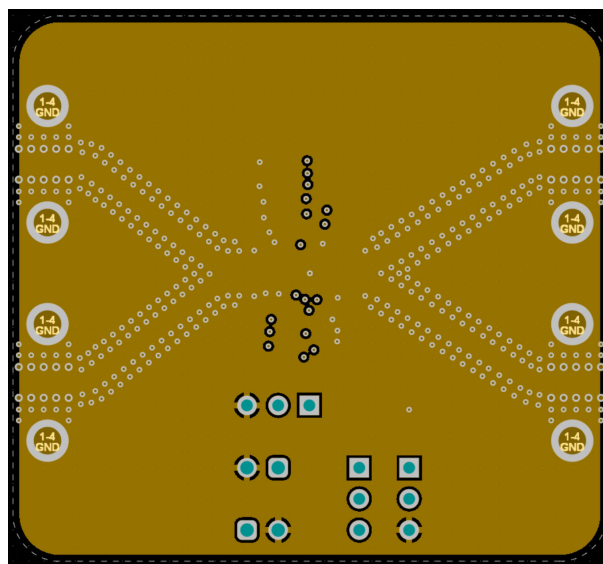


图 3-3. 第 2 层

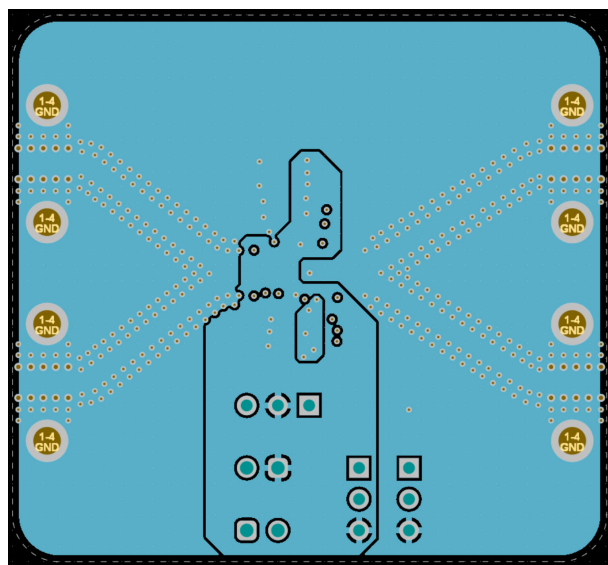


图 3-4. 第 3 层

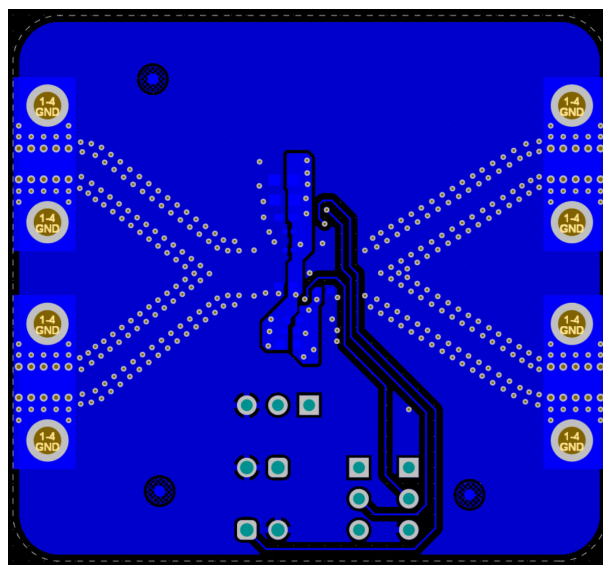


图 3-5. 底层

3.2.1 堆疊和材料

TRF1305x1-D2D-EVM 是一款 67mil 4 层电路板，材料类型为 Isola® 370HR。顶层是电源布线、接地布线以及 SMA 连接器与器件之间的信号布线。第二层是参考射频接地层。信号布线阻抗目标为 50Ω。底部 3 层是接地层。

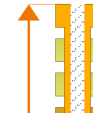
Layer	Stack up					Supplier	Supplier Description	Description	Base Thickness	Processed Thickness	εr	
1						GOULD	COPPER FOIL	12+35 m	1.850	2.559		
						ISOLA	185HR	#2116	5.000	4.966	4.320	
						ISOLA	185HR	#2116	5.000	4.966	4.320	
2										1.378	1.378	
3						ISOLA	185HR	1.00 1.0/1.0	39.370	39.370	4.420	
										1.378	1.378	
						ISOLA	185HR	#2116	5.000	4.966	4.320	
						ISOLA	185HR	#2116	5.000	4.966	4.320	
4						GOULD	COPPER FOIL	12+35 m	1.850	2.559		

图 3-6. TRF1305x1-D2D-EVM 堆叠 (以 mil 为单位)

3.3 物料清单 (BOM)

表 3-1. TRF1305A1-D2D-EVM 物料清单

项目编号	位号	数量	值	器件型号	制造商	说明	封装参考
1	!PCB	1		AMPS224	不限	印刷电路板	
2	C1、C2、 C5、C6	4	100nF	ATC530L104KT16T	American Technical Ceramics	0.1 μ F $\pm$ 10% 16V 陶瓷电容器 X7R 0402 (公制 1005)	0402
3	C9、C13、 C14、 C15、C26	5	0.22 μ F	LMK063BJ224MP-F	Taiyo Yuden	电容, 陶瓷, 0.22 μ F, 10V, $\pm$ 20%, X5R, 0201	0201
4	C10、 C19、C28	3	22 μ F	CL10A226MP8NUNE	Samsung Electro-Mechanics	电容, 陶瓷, 22 μ F, 10V, $\pm$ 20%, X5R, 0603	0603
5	C11、 C12、 C17、 C27、C38	5	2.2 μ F	C1005X7S1A225K050BC	TDK	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 10V, $\pm$ 10%, X7S, 0402	0402
6	J1、J2、 J3、J4	4		32K243-40ML5	Rosenberger	SMA 插孔 50 Ω , R/A, SMT	SMA 插孔, R/A, SMT
7	J5、J28	2		61300211121	Würth Elektronik	接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 2x1, TH
8	J12、J21、 J22	3		PBC03SAAN	Sullins Connector Solutions	接头, 100mil, 3x1, 金, TH	PBC03SAAN
9	L1	1	1000 Ω	BLM15HD102SN1D	MuRata	铁氧体磁珠, 1000 Ω @ 100MHz, 0.25A, 0402	0402
10	R1、R2	2	24.9	ERJ-1GNF24R9C	Panasonic Electronic Components	24.9 Ω $\pm$ 1% 0.05W, 1/20W 片上电阻, 0201 (公制 0603), 厚膜	0201
11	R17	1	1k	ERJ-1GNF1001C	Panasonic Electronic Components	1k Ω $\pm$ 1% 0.05W, 1/20W 片上电阻 0201 (公制 0603), 汽车级 AEC-Q200 厚膜	0201
12	R19	1	4.99k	RC0402FR-074K99L	Yageo America	电阻, 4.99k, 1%, 0.063W, 0402	0402
13	R20、R22	2	0	ERJ-1GN0R00C	Panasonic	电阻, 0, 5%, 0.05W, AEC-Q200 0 级, 0201	0201
14	R75	1	8.06k	CRCW04028K06FKED	Vishay-Dale	电阻, 8.06k Ω , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402
15	R77	1	15.0k	CRCW040215K0FKED	Vishay-Dale	电阻, 15.0k, 1%, 0.063W, 0402	0402
16	RB1	1	0.1	ERJ2BWFR100X	Panasonic	电阻, 0.1, 1%, 0.25W, 0402	0402

表 3-1. TRF1305A1-D2D-EVM 物料清单 (续)

项目编号	位号	数量	值	器件型号	制造商	说明	封装参考
17	U1	1		TRF1305A1RPVR	德州仪器 (TI)	TRF1305A1RPVR	WQFN-FCRLF12
18	C3、C4	0	100nF	ATC530L104KT16T	American Technical Ceramics	0.1 μ F $\pm$ 10% 16V 陶瓷电容器 X7R 0402 (公制 1005)	0402
19	C16、 C18、 C30、 C31、C37	0	2.2 μ F	C1005X7S1A225K050BC	TDK	电容，陶瓷，2.2 μ F，10V， $\pm$ 10%，X7S，0402	0402
20	C29、 C35、C36	0	0.22 μ F	LMK063BJ224MP-F	Taiyo Yuden	电容，陶瓷，0.22 μ F，10V， $\pm$ 20%，X5R，0201	0201
21	C32、 C33、C34	0	22 μ F	CL10A226MP8NUNE	Samsung Electro-Mechanics	电容，陶瓷，22 μ F，10V， $\pm$ 20%，X5R，0603	0603
22	FID1、 FID2、 FID3、 FID4、 FID5、 FID6	0		不适用	不适用	基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用
23	RA1、RC1	0	0.1	ERJ2BWFR100X	Panasonic	电阻，0.1，1%，0.25W，0402	0402

表 3-2. TRF1305B1-D2D-EVM 物料清单

项目编号	位号	数量	值	器件型号	制造商	说明	封装参考
1	!PCB	1		AMPS224	不限	印刷电路板	
2	C1、C2、 C5、C6	4	100nF	ATC530L104KT16T	American Technical Ceramics	0.1μF ±10% 16V 陶瓷电容器 X7R 0402 (公制 1005)	0402
3	C9、C13、 C14、 C15、C26	5	0.22uF	LMK063BJ224MP-F	Taiyo Yuden	电容, 陶瓷, 0.22μF, 10V, ± 20%, X5R, 0201	0201
4	C10、 C19、C28	3	22uF	CL10A226MP8NUNE	Samsung Electro-Mechanics	电容, 陶瓷, 22μF, 10V, ± 20%, X5R, 0603	0603
5	C11、 C12、 C17、 C27、C38	5	2.2uF	C1005X7S1A225K050BC	TDK	电容, 陶瓷, 2.2μF, 10V, ± 10%, X7S, 0402	0402
6	J1、J2、 J3、J4	4		32K243-40ML5	Rosenberger	SMA 插孔 50 Ω, R/A, SMT	SMA 插孔, R/A, SMT
7	J5、J28	2		61300211121	Würth Elektronik	接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 2x1, TH
8	J12、J21、 J22	3		PBC03SAAN	Sullins Connector Solutions	接头, 100mil, 3x1, 金, TH	PBC03SAAN
9	L1	1	1000 Ω	BLM15HD102SN1D	MuRata	铁氧体磁珠, 1000 Ω @ 100MHz, 0.25A, 0402	0402
10	R1、R2	2	24.9	ERJ-1GNF24R9C	Panasonic Electronic Components	24.9 Ω ±1% 0.05W, 1/20W 片上电阻, 0201 (公制 0603), 厚膜	0201
11	R17	1	1k	ERJ-1GNF1001C	Panasonic Electronic Components	1k Ω ±1% 0.05W, 1/20W 片上电阻 0201 (公制 0603), 汽车级 AEC-Q200 厚膜	0201
12	R19	1	4.99k	RC0402FR-074K99L	Yageo America	电阻, 4.99k, 1%, 0.063W, 0402	0402
13	R20、R22	2	0	ERJ-1GN0R00C	Panasonic	电阻, 0, 5%, 0.05W, AEC-Q200 0 级, 0201	0201
14	R75	1	8.06k	CRCW04028K06FKED	Vishay-Dale	电阻, 8.06k Ω, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402
15	R77	1	15.0k	CRCW040215K0FKED	Vishay-Dale	电阻, 15.0k, 1%, 0.063W, 0402	0402
16	RB1	1	0.1	ERJ2BWFR100X	Panasonic	电阻, 0.1, 1%, 0.25W, 0402	0402

表 3-2. TRF1305B1-D2D-EVM 物料清单 (续)

项目编号	位号	数量	值	器件型号	制造商	说明	封装参考
17	U1	1		TRF1305B1RPVR	德州仪器 (TI)	PTRF1305B1RPVR	WQFN-FCRLF12
18	C3、C4	0	100nF	ATC530L104KT16T	American Technical Ceramics	0.1μF ±10% 16V 陶瓷电容器 X7R 0402 (公制 1005)	0402
19	C16、 C18、 C30、 C31、C37	0	2.2uF	C1005X7S1A225K050BC	TDK	电容，陶瓷，2.2μF，10V，± 10%，X7S，0402	0402
20	C29、 C35、C36	0	0.22uF	LMK063BJ224MP-F	Taiyo Yuden	电容，陶瓷，0.22μF，10V，± 20%，X5R，0201	0201
21	C32、 C33、C34	0	22uF	CL10A226MP8NUNE	Samsung Electro-Mechanics	电容，陶瓷，22μF，10V，± 20%，X5R，0603	0603
22	FID1、 FID2、 FID3、 FID4、 FID5、 FID6	0		不适用	不适用	基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用
23	RA1、RC1	0	0.1	ERJ2BWFR100X	Panasonic	电阻，0.1，1%，0.25W，0402	0402

表 3-3. TRF1305C1-D2D-EVM 物料清单

项目编号	位号	数量	值	器件型号	制造商	说明	封装参考
1	!PCB	1		AMPS224	不限	印刷电路板	
2	C1、C2、 C5、C6	4	100nF	ATC530L104KT16T	American Technical Ceramics	0.1μF ±10% 16V 陶瓷电容器 X7R 0402 (公制 1005)	0402
3	C9、C13、 C14、 C15、C26	5	0.22uF	LMK063BJ224MP-F	Taiyo Yuden	电容, 陶瓷, 0.22μF, 10V, ± 20%, X5R, 0201	0201
4	C10、 C19、C28	3	22uF	CL10A226MP8NUNE	Samsung Electro-Mechanics	电容, 陶瓷, 22μF, 10V, ± 20%, X5R, 0603	0603
5	C11、 C12、 C17、 C27、C38	5	2.2uF	C1005X7S1A225K050BC	TDK	电容, 陶瓷, 2.2μF, 10V, ± 10%, X7S, 0402	0402
6	J1、J2、 J3、J4	4		32K243-40ML5	Rosenberger	SMA 插孔 50 Ω, R/A, SMT	SMA 插孔, R/A, SMT
7	J5、J28	2		61300211121	Würth Elektronik	接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 2x1, TH
8	J12、J21、 J22	3		PBC03SAAN	Sullins Connector Solutions	接头, 100mil, 3x1, 金, TH	PBC03SAAN
9	L1	1	1000 Ω	BLM15HD102SN1D	MuRata	铁氧体磁珠, 1000 Ω @ 100MHz, 0.25A, 0402	0402
10	R1、R2	2	24.9	ERJ-1GNF24R9C	Panasonic Electronic Components	24.9 Ω ±1% 0.05W, 1/20W 片上电阻, 0201 (公制 0603), 厚膜	0201
11	R17	1	1k	ERJ-1GNF1001C	Panasonic Electronic Components	1k Ω ±1% 0.05W, 1/20W 片上电阻 0201 (公制 0603), 汽车级 AEC-Q200 厚膜	0201
12	R19	1	4.99k	RC0402FR-074K99L	Yageo America	电阻, 4.99k, 1%, 0.063W, 0402	0402
13	R20、R22	2	0	ERJ-1GN0R00C	Panasonic	电阻, 0, 5%, 0.05W, AEC-Q200 0 级, 0201	0201
14	R75	1	8.06k	CRCW04028K06FKED	Vishay-Dale	电阻, 8.06k Ω, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402
15	R77	1	15.0k	CRCW040215K0FKED	Vishay-Dale	电阻, 15.0k, 1%, 0.063W, 0402	0402
16	RB1	1	0.1	ERJ2BWFR100X	Panasonic	电阻, 0.1, 1%, 0.25W, 0402	0402

表 3-3. TRF1305C1-D2D-EVM 物料清单 (续)

项目编号	位号	数量	值	器件型号	制造商	说明	封装参考
17	U1	1		TRF1305C1RPVR	德州仪器 (TI)	TRF1305C1RPVR	WQFN-FCRLF12
18	C3、C4	0	100nF	ATC530L104KT16T	American Technical Ceramics	0.1μF ±10% 16V 陶瓷电容器 X7R 0402 (公制 1005)	0402
19	C16、C18、C30、C31、C37	0	2.2uF	C1005X7S1A225K050BC	TDK	电容，陶瓷，2.2μF，10V，± 10%，X7S，0402	0402
20	C29、C35、C36	0	0.22uF	LMK063BJ224MP-F	Taiyo Yuden	电容，陶瓷，0.22μF，10V，± 20%，X5R，0201	0201
21	C32、C33、C34	0	22uF	CL10A226MP8NUNE	Samsung Electro-Mechanics	电容，陶瓷，22μF，10V，± 20%，X5R，0603	0603
22	FID1、FID2、FID3、FID4、FID5、FID6	0		不适用	不适用	基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用
23	RA1、RC1	0	0.1	ERJ2BWFR100X	Panasonic	电阻，0.1，1%，0.25W，0402	0402

4 其他信息

4.1 商标

Isola® is a registered trademark of Isola USA Corporation.

所有商标均为其各自所有者的财产。

5 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI) , [TRF1305B1 单通道、直流至大于 6.5GHz、3dB 带宽、全差分放大器](#) 数据表

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、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。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司