

# EVM User's Guide: THVD4431EVM THVD4431 THVD4431EVM



## 说明

THVD4431 是德州仪器 (TI) 的第一款 RS-485 和 RS-232 多协议收发器。此配置允许 RS-232 和 RS-485 进行 3T5R RS-232 通信、半双工 RS-485 通信、全双工 RS-485 通信及使用环回模式，以允许进行片上诊断测试。

## 开始使用

1. 在 TI.com ( [此处](#) ) 上订购 EVM
2. 请参阅 THVD4431 的最新产品信息和数据表 (SLLSFS1)

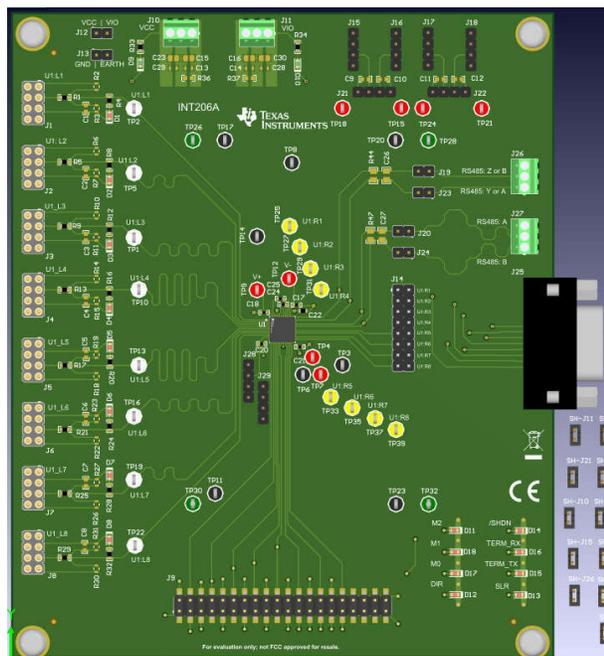
## 特性

- THVD4431RHA 预安装到评估模块上。
- 用于 VCC 和 VIO 连接的 8 个附加电源去耦电容器焊盘。

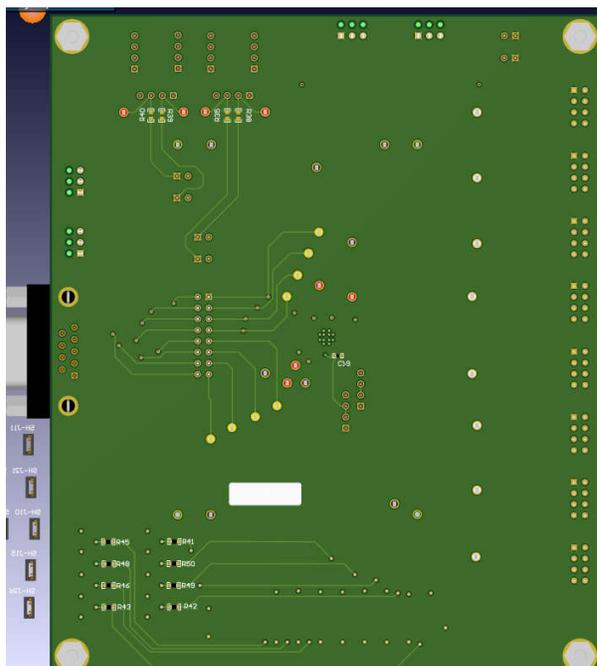
- 0603 电阻焊盘可用于在 VIO 和 VCC 端子的 GND 和 EARTH 之间建立电阻链路。
- 通过端子和接头引脚访问 RS-232 和 RS-485 总线信号。
- 控制信号和数据信号的 LED 指示灯 ( 仅限 VIO >= 3.3V 的情况 )

## 应用

- 工业 PC
- 工厂自动化和控制
- HVAC 系统
- 楼宇自动化
- 销售点终端
- 电网基础设施
- 工业运输



THVD4431EVM ( 顶面 )

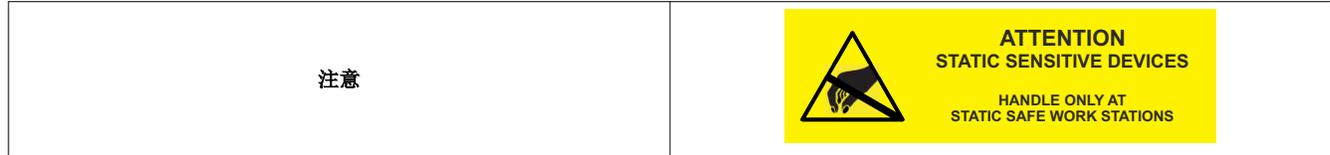


THVD4431EVM ( 底面 )

## 1 评估模块概述

### 1.1 引言

本文档是 THVD4431EVM 的 EVM 用户指南，提供了评估 TI 的 THVD4431EVM 的快速方法。本用户指南介绍了 THVD4431EVM 及其预期用途。警告声明中提供的信息是为了保护人身安全，注意事项中提供的信息是为了保护设备免受损坏。请仔细阅读每条注意事项和警告声明。



此 EVM 包含可能因静电放电而受损的元件。不使用时，请务必将 EVM 置于随附的 ESD 袋中进行运输和贮存。使用防静电腕带处理。在防静电工作台上操作。更多有关正确处理的信息，请参阅静电放电 (ESD)。

### 1.2 套件内容

- 装有 THVD4431 的 THVD4431EVM。
- 用于连接 EVM 接头的 30 个分流器。

要详细了解 EVM 上默认安装了哪些元件，请参阅节 2.3。

### 1.3 器件信息

THVD4431 是一款高度集成且稳健的多协议收发器，支持 RS-232、RS-422 和 RS-485 物理层。该器件具有三个发送器和五个接收器，支持 3T5R RS-232 端口。此外，器件还集成了一个发送器和一个接收器，可支持半双工和全双工 RS-485 端口。模式选择引脚支持共享总线和逻辑引脚，以便这些协议共享单个通用连接器。适用于 RS-485 总线引脚和 RS-232 接收器输入的集成端接证实了无需外部元件即可实现全功能通信端口。这些器件具有压摆率选择功能，因此可在两种最大速度（基于 SLR 引脚设置）下使用这些器件。

这些器件具有集成的 4 级 IEC ESD 保护，无需外部系统级保护元件。为 RS-232 和 RS-485 提供的诊断环回模式检查逻辑到总线和总线到逻辑路径的功能完整性，并检查电缆和连接器是否短路。此外，当总线输入均处于开路或短路状态或总线空闲时，RS-485 接收器失效防护功能会将接收到的逻辑输出驱动为逻辑高电平。关断模式消耗超低电流（典型值为 10uA），是功耗敏感型应用的理想选择。该器件需要由 3V 至 5.5V 电源为 RS-232 的电荷泵以及 RS-232 和 RS-485 的驱动器/接收器供电。单独的逻辑电源 VIO（1.65V 至 5.5V）使得此器件能够与低电平微控制器连接。

有关更具体的器件信息，请参阅数据表 (SLLSFS1)。

## 2 硬件

### 2.1 电源要求

#### THVD4431 IC 型号注意事项

IC THVD4431RHA 引脚 9 的最新型号为 VIO。引脚 16 是无连接的；不过，此 EVM 包括 THVD4431RHA 的原始引脚排列，而该引脚排列略有不同。原始引脚排列的引脚 9 连接到 VCC，而引脚 16 是 VIO 连接。为了解决这个问题，必须在运行前配置跳线 J28 和 J29。J12 和 J13 位于电路板的左上角，而 J28 和 J29 位于 U1 的垂直下方。

元件 ID	备注
J28 - 原始引脚排列 THVD4431	将底部引脚分流至第 3 个引脚以连接 VCC
J28 - 电流引脚排列 THVD4431	将顶部引脚分流至第 2 个引脚以连接 VIO
J29 - 原始引脚排列 THVD4431	将顶部引脚分流至第 2 个引脚以连接 VIO
J29 - 电流引脚排列 THVD4431	让跳线保持断开状态以使引脚 16 保持不连接

#### 单电源运行 ( 逻辑电源等于主电压电源 )

TI 采用 RHA (QFN) 封装的 THVD4431 收发器有一个额外的逻辑电源引脚 VIO。该引脚用于为器件内部的内部数字逻辑电路供电。在 THVD4431RHA 的单电源运行模式下，必须通过短接 J12 的接头引脚来将 VIO 引脚短接至 VCC，从而正确地数字电路供电。

元件 ID	备注
J10	VCC 电源端子 - 将 3V 至 5.5V 的电压源连接到端子块。
J11	VIO 电源端子 - 保持断开状态以实现单电源运行。
J12	分流以实现单电源运行。
J13	分流以用于 EARTH 和 GND 之间没有隔离的应用。

为了给电路板供电，需要通过 J10 端子施加 VCC。如图 2-1 所示，当电路板的方向为 J12 位于电路板的左上角时，信号从右向左依次是 VCC、GND 和 EARTH。区分 EARTH 和 GND 是为了帮助最终用户确定相对于接地电势差的运行质量。如果要测试降低接地环路电流的方法，则在焊盘 R16 上安装一个电阻器。

#### 双电源运行 ( 独立的数字逻辑电源和驱动器电源 )

TI 采用 RHA (QFN) 封装的 THVD4431 收发器有一个额外的逻辑电源引脚 VIO。该引脚用于为器件内部的内部数字逻辑电路供电。在双电源运行中，数字电路电源 VIO 为逻辑信号引脚 (L1 - L8) 和控制信号引脚 (SLR、DIR、M2、M0、M1、TERM\_TX、TERM\_RX 和 /SHDN) 供电。此电源可在 1.65V 至 5.5V 的电压范围内运行，从而允许控制器以 2.5V 和 1.8V 逻辑电平与收发器进行通信。J12 必须保持断开才能实现双电源运行。

元件 ID	备注
J10	VCC 电源端子 - 将 3V 至 5.5V 的电压源连接到端子块。
J11	VIO 电源端子 - 将 1.65V 至 5.5V 的电压源连接到端子块。
J12	保持断开以实现双电源运行。
J13	分流以用于 EARTH 和 GND 之间没有隔离的应用。

为电路板供电类似于单电源运行。按**单电源运行 (逻辑电源等于主电压电源)** 中所述为 J10 供电。使用与之前相同的方向 (J12 和 J13 位于电路板的左上角)，VIO 电源端子 (J11) 的输入与 VCC (J10) 相反 - 从左到右，依次为 EARTH、GND 和 VIO。如果需要更多的去耦电容，可以为 VIO 端子块提供额外的电源去耦焊盘。

## 2.2 设置

### 运行模式和控制信号

配置 THVD4431EVM 的电源后，设置电路板以开始运行。在电路板发生任何操作之前，必须先配置运行模式和控制引脚。图 2-1 展示了与 J9 接头引脚的映射。假设电路板的方向为 J12 和 J13 位于 EVM 的左上角。编号框对应于原理图中所示的 J9 的引脚编号。

2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
GND	SLR	GND	DIR	GND	M2	GND	M0	GND	M1	GND	TERM TX	GND	TERM RX	GND	/SHDN	GND	GND	GND	GND
VIO	SLR	VIO	DIR	VIO	M2	VIO	M0	VIO	M1	VIO	TERM TX	VIO	TERM RX	VIO	/SHDN	VIO	VIO	VIO	VIO
1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39

图 2-1. THVD4431EVM : IC 控制接头 (J9) 映射

要选择配置选项，请根据图 2-1 在 J9 上找到相关的信号。如果需要较低的值，则将连接到相关信号的顶行接头引脚分流到左侧的引脚。如果需要高电平分流器，则将底行的接头引脚连接到左侧引脚的相关信号。如果 VIO >= 3.3V，则指示灯电路板通过 LED 指示每条控制线所处的状态。接下来，需要确定运行模式。运行模式由分别通过 J9-15/16、J9-19/20 和 J9-11/12 连接到 U1 的 M0、M1 和 M2 控制。

表 2-1. 模式选择

M2 ( J9-11 ; J9-12 )	M1 ( J9-19 ; J9-20 )	M0 ( J9-15 ; J9-16 )	模式	注释
0	0	0	RS-232 环回	U1 的内部短路： U1:R3 - R1 U1:R4 - R2 U1:R6 - R5 U1:R6 - R7 U1:R6 - R8
0	0	1	RS-232	3T5R RS-232 模式
0	1	0	半双工 RS-485	2 线 RS-485
0	1	1	RS-485 全双工	4 线 RS-485
1	0	0	未使用	不适用
1	0	1	未使用	不适用
1	1	0	未使用	不适用
1	1	1	RS-485 环回	U1 的内部短路： U1:R1 - R4 U1:R2 - R3

选择模式后，可以配置其他功能和控制信号，或将它们连接到 DIR 和 /SHDN 信号的信号源。

表 2-2. 控制信号

信号	信号跳线 + 引脚 ID	关联的 GND 引脚	逻辑“0”操作	关联的 VIO 引脚	逻辑“1”操作
SLR	J9-3 ; J9-4	J9-2	RS485 : 20Mbps RS232 : 1Mbps	J9-1	RS485 : 500kbps RS232 : 250kbps
DIR	J9-7 ; J9-8	J9-6	RS485 : RX 模式	J9-5	RS485 : TX 模式
TERM_TX	J9-23 ; J9-24	J9-22	RS485 TX : 末端接	J9-21	RS485 TX : 使用 120 Ω 进行端接
TERM_RX	J9-27 ; J9-28	J9-26	RS485 RX : 末端接	J9-25	RS485 RX : 使用 120 Ω 进行端接
/SHDN	J9-31 ; J9-32	J9-30	器件处于关断模式	J9-29	器件运行

为确保正常运行，必须在通信开始前配置模式引脚以及 TERM\_TX 和 TERM\_RX 引脚。

### THVD4431 的逻辑引脚和总线引脚

THVD4431 的所有不同模式都共用逻辑引脚（用前缀“L”表示）和总线引脚（用前缀“R”表示）。

逻辑引脚用于 THVD4431 与控制器的接口连接。逻辑引脚由 VIO 电压供电并受此电压限制 - 这意味着这些引脚可接受 GND 至 VIO 输入电压，并可输出 GND 至 VIO 电压。当引脚方向为 J12 和 J13 位于左上角时，所有逻辑引脚 L1 - L8 都可以通过填充电路板左侧的 4x2 接头 J1 - J8 进行访问。图 2-2 展示了接头引脚排列。

Board Orientation – J12 and J13 at top left corner of board

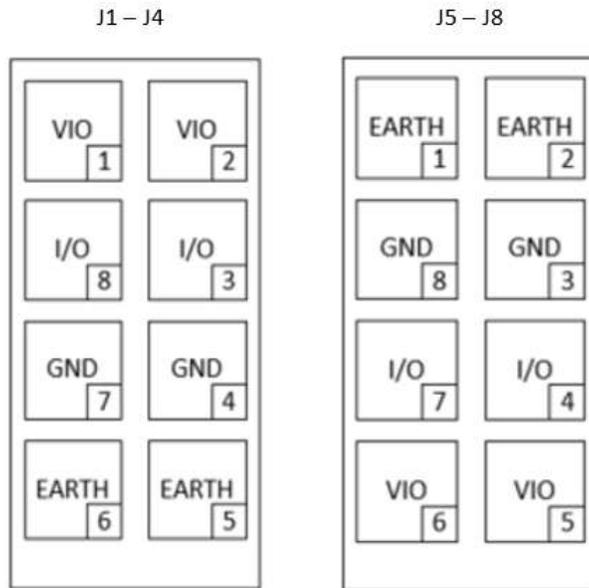


图 2-2. THVD4431EVM 的“L”引脚接头映射

每个单独“L”引脚的功能取决于 THVD4431 的运行模式。

另一方面，总线引脚是可耐受更高电压的引脚，可与 RS-485 或 RS-232 配合使用，具体取决于所选的运行模式。根据使用模式，可以通过几种不同的方式访问总线引脚。RS-232 和 RS-485 模式均将所有“R”引脚信号路由至 8x2 接头 J14。如果接头 J19 和 J23 分流，则端子块 J26 上的 R1 和 R2 信号可用。如果接头 J20 和 J24 分流，则端子块 J27 上的 R3 和 R4 信号可用。如果接头 J14 的每一行均分流，则所有信号 R1-R8 在 D-SUB 连接器 J25 上均可用。表 2-3 给出了简要总结。

表 2-3. 输出配置

U1 引脚	输出选项 1	输出选项 2	输出选项 3	输出选项 4
R1	J14 ; 第 1 行 ; 第 1 列	J19 ; 第 1 列	J26 ( 如果 J19 分流 )	J25 ( 如果 J14 第 1 行分流 )

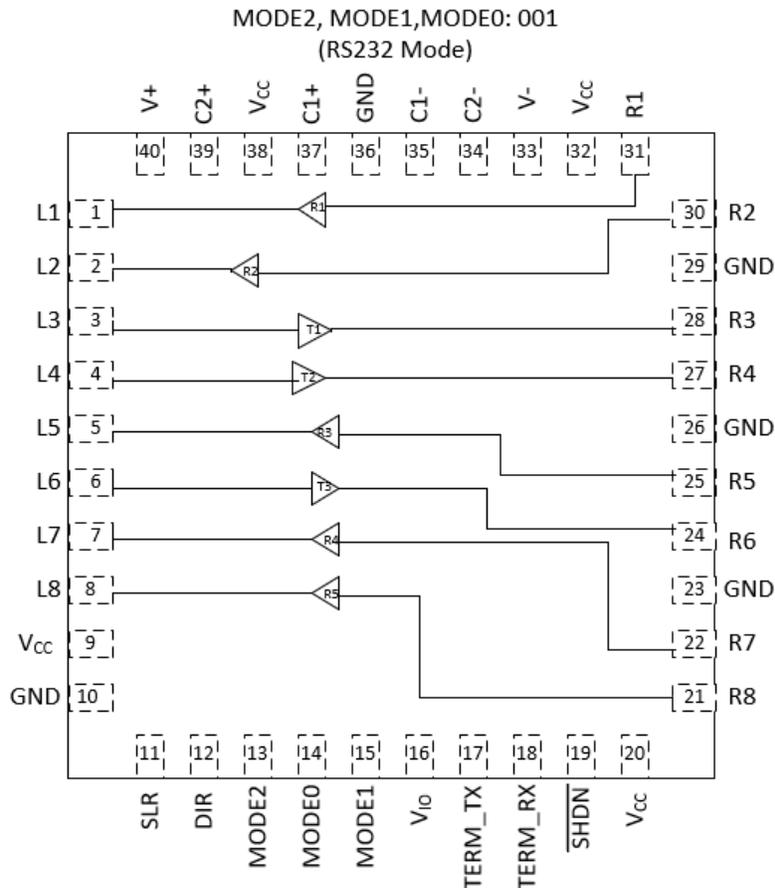
**表 2-3. 输出配置 (continued)**

U1 引脚	输出选项 1	输出选项 2	输出选项 3	输出选项 4
R2	J14 ; 第 2 行 ; 第 1 列	J23 ; 第 1 列	J26 ( 如果 J23 分流 )	J25 ( 如果 J14 第 2 行分流 )
R3	J14 ; 第 3 行 ; 第 1 列	J20 ; 第 1 列	J27 ( 如果 J20 分流 )	J25 ( 如果 J14 第 3 行分流 )
R4	J14 ; 第 4 行 ; 第 1 列	J24 ; 第 1 列	J27 ( 如果 J24 分流 )	J25 ( 如果 J14 第 4 行分流 )
R5	J14 ; 第 5 行 ; 第 1 列	J25 ( 如果 J14 第 5 行分流 )	不适用	不适用
R6	J14 ; 第 6 行 ; 第 1 列	J25 ( 如果 J14 第 6 行分流 )	不适用	不适用
R7	J14 ; 第 7 行 ; 第 1 列	J25 ( 如果 J14 第 7 行分流 )	不适用	不适用
R8	J14 ; 第 8 行 ; 第 1 列	J25 ( 如果 J14 第 8 行分流 )	不适用	不适用

这些引脚的连接方式取决于最终用户所选择的运行模式和个人偏好。

### RS-232 运行

了解器件和 EVM 的总体架构后，更全面地了解 RS-232 运行模式非常重要。当分别进入 M2、M1 和 M0 的模式 001 时，器件进入 RS-232 模式，该模式具有如图 2-3 所示的收发器设置。


**图 2-3. THVD4431EVM : 模式 001 ( RS232 模式 )**

这通常称为 3T5R 设置，因为它有 3 个发送器和 5 个接收器。在单独的收发器级别，发送或接收的 RS-232 信号类型对于收发器来说并不重要，因为无论 RS-232 信号类型如何，PHY 层特性都是相同的。但是，此特定配置通常与以下 RS-232 信号一起使用：TX、RX、TRS、CTS、DSR、DTR、RI 和 DCD。虽然不严格要求这种信号配置，但大多数 3T5R RS-232 应用使用这些信号并要求使用这种配置，如果使用 J25 ( DSUB 连接器 )，则连接器的引脚排列模拟上述 RS-232 电缆的标准放置 - 表 2-4 对此进行了总结。

表 2-4. RS-232 电路助记符

U1 引脚	标准 RS-232 电路助记符	J25 引脚
R1	DCD	1
R2	RX	2
R3	TX	3
R4	DTR	4
R5	DSR	6
R6	RTS	7
R7	CTS	8
R8	RI	9

许多 RS-232 测试计划通常还需要环回测试。THVD4431 集成了 RS-232 环回模式，使测试变得快速而简单。当分别针对 M2、M1 和 M0 将器件置于模式 000 时，逻辑图如图 2-4 所示。

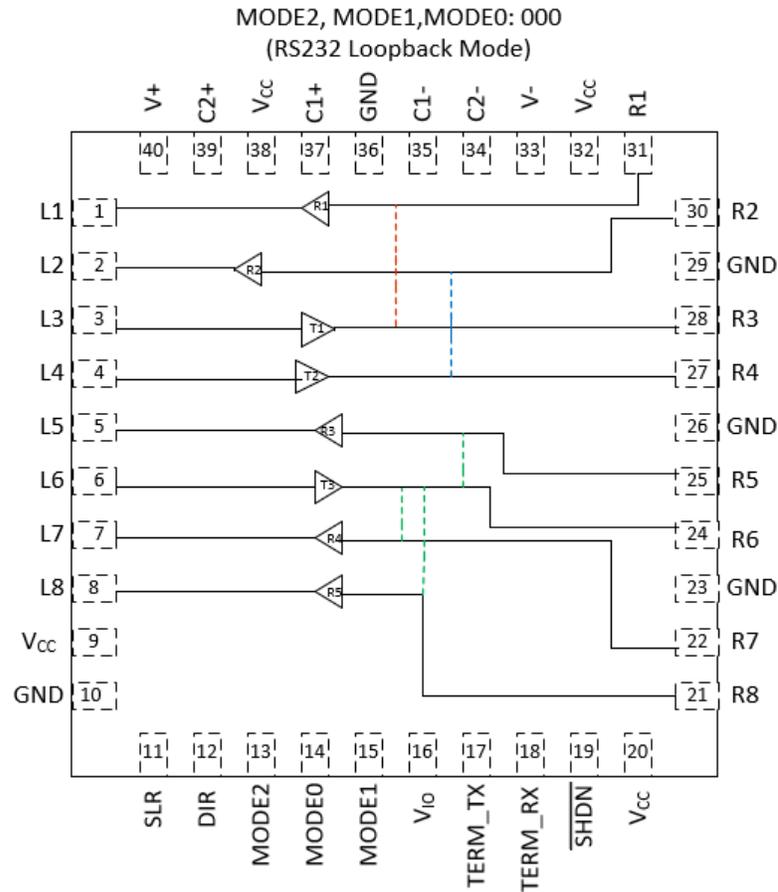


图 2-4. THVD4431EVM 模式 000 (RS232 环回模式)

## RS-485 运行

本节简要概述 RS-485 运行模式。收发器的 RS-485 部分有三种不同的运行模式：半双工、全双工和 RS-485 环回模式。

半双工运行是 RS-485 的一种非常常见的实现方式，当 M2、M1、M0 的模式分别为 010 时，就进入此运行模式。在半双工运行中，收发器共用接收引脚和发送引脚，这允许在两根线上进行异步双向通信，但代价是总线一次只能有一个驱动器，而器件无法同时接收和发送数据。图 2-5 展示了半双工 RS-485 模式下 THVD4431 的内部配置。

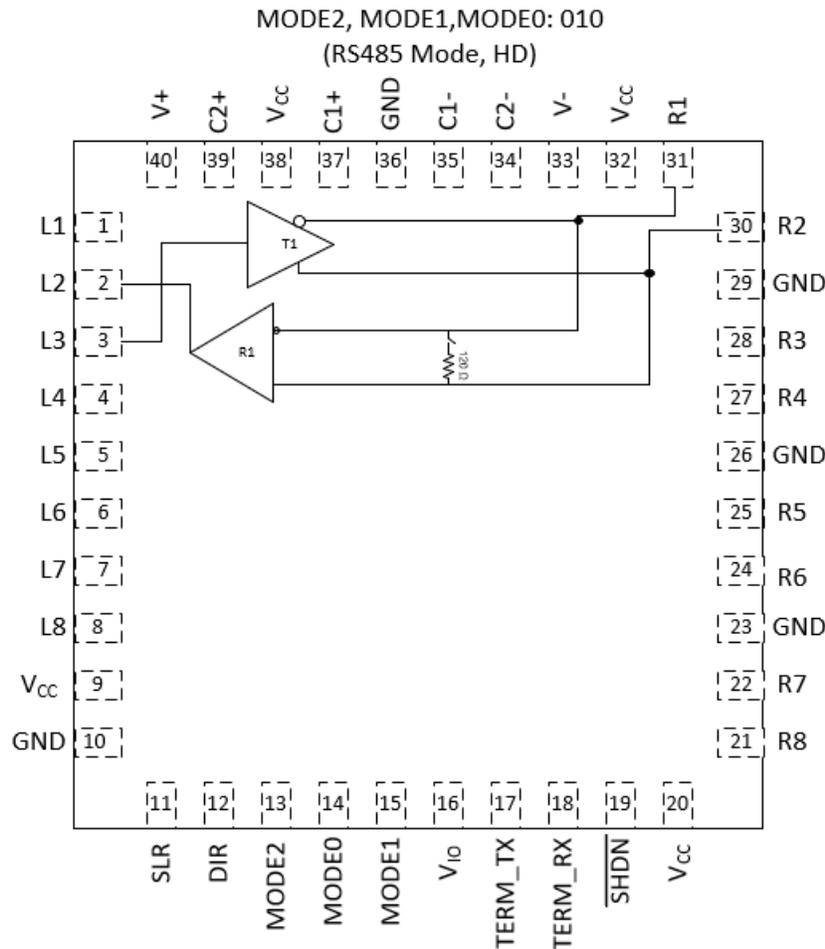


图 2-5. THVD4431EVM : 模式 010 ( RS485 半双工模式 )

默认情况下，禁用所示的端接电阻器。在半双工模式下，TERM\_RX 是一个无关紧要的值，集成的端接仅由 TERM\_TX 控制。驱动器输入连接到 L3，而 RS-485 控制台侧输出为 L2。

下一个运行模式是全双工运行，分别是 M2、M1、M0 的模式 011。这种运行模式将 RS-485 收发器的驱动器和接收器分开，从而形成 4 信号线接口。图 2-6 展示了这种情况。

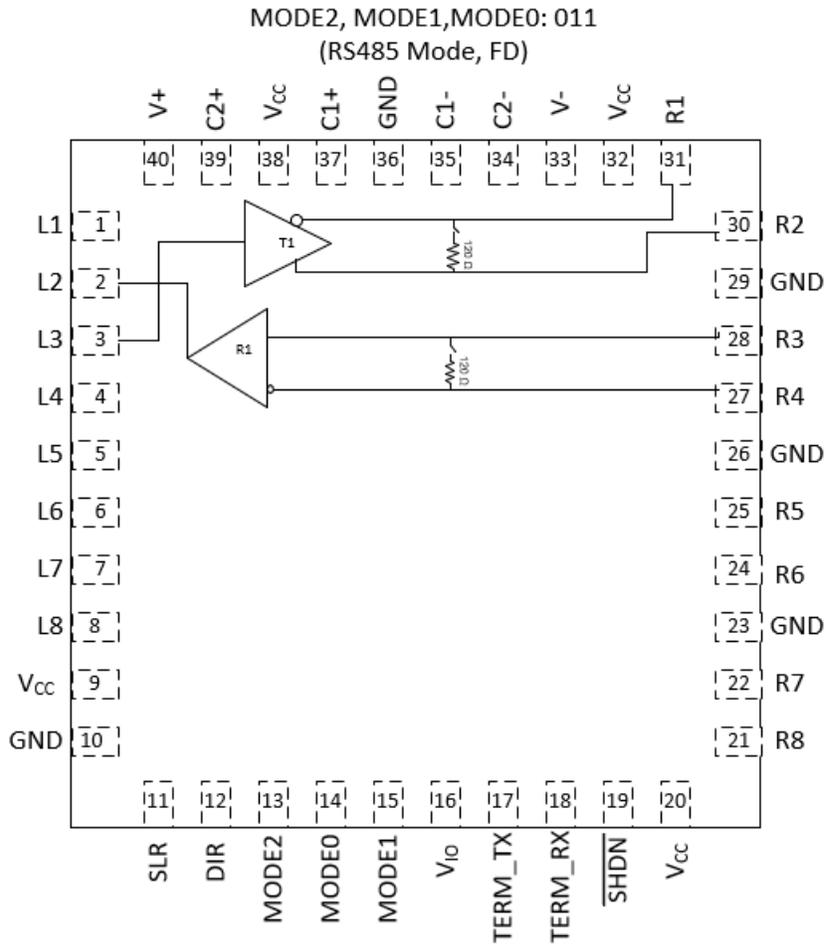


图 2-6. THVD4431EVM : 模式 011 ( RS485 全双工模式 )

最后，所支持的最后一种 RS-485 运行模式是 RS-485 环回，分别由 M2、M1、M0 的模式 111 进入。该模式将驱动器输出短接至接收器输入，以便对 THVD4431 进行诊断测试，如图 2-7 所示。

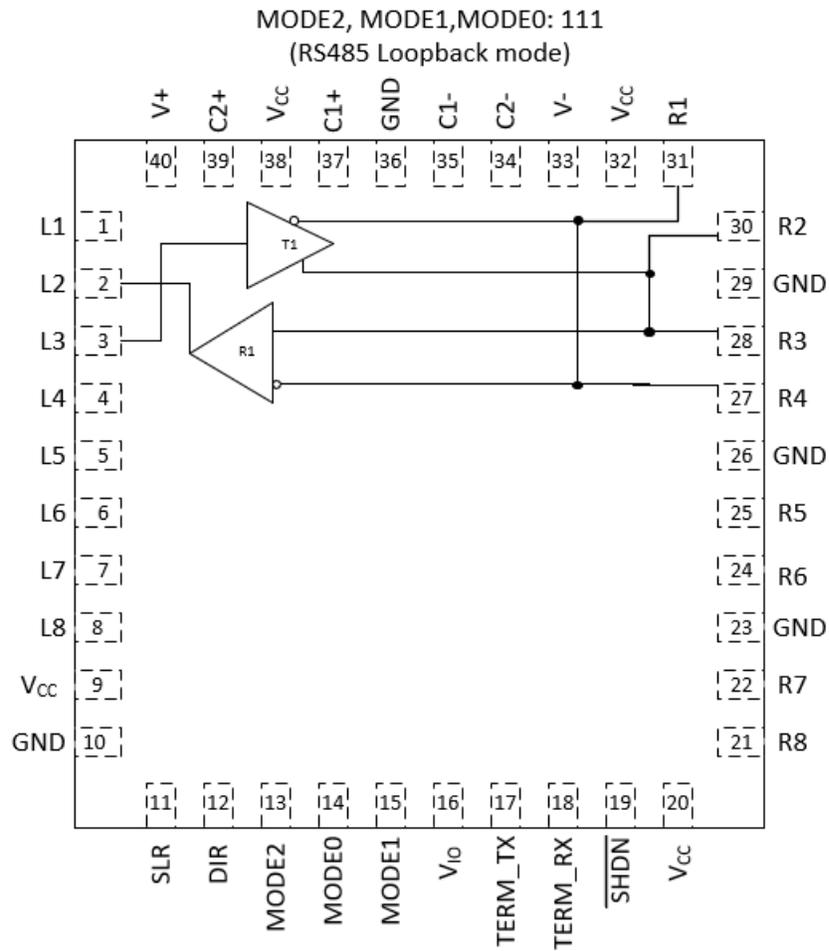


图 2-7. THVD4431EVM : 模式 111 ( RS485 环回模式 )

## 2.3 组件信息

THVD4431EVM 附带预安装在 U1 上的 THVD4431RHA。所有信号、信号跳线和 IO 连接 (J1 - J29) 均预安装在电路板上。请参阅表 2-5，了解电路板上每个焊盘的描述以及焊盘是否默认预安装。

**表 2-5. 接头、跳线和接口**

跳线 ID	功能	封装	说明	已安装
J1	L1 I/O	4x2 接头	U1 上的 L1 引脚	是
J2	L2 I/O	4x2 接头	U1 上的 L2 引脚	是
J3	L3 I/O	4x2 接头	U1 上的 L3 引脚	是
J4	L4 I/O	4x2 接头	U1 上的 L4 引脚	是
J5	L5 I/O	4x2 接头	U1 上的 L5 引脚	是
J6	L6 I/O	4x2 接头	U1 上的 L6 引脚	是
J7	L7 I/O	4x2 接头	U1 上的 L7 引脚	是
J8	L8 I/O	4x2 接头	U1 上的 L8 引脚	是
J9	控制信号输入	2x20 接头	THVD4431 控制信号访问	是
J10	VCC 输入	3 引脚端子块	电源、GND 和 EARTH 连接	是
J11	VIO 输入	3 引脚端子块	电源、GND 和 EARTH 连接	是
J12	VCC 至 VIO 跳线	1x2 接头	用于单电源应用 ( 分流跳线 )	是
J13	GND 至 EARTH 跳线	1x2 接头	当没有 Earth 时使用 ( 分流跳线 )	是
J14	RS-232 总线信号跳线	8x2 接头	分流每一行以连接到 D-SUB	是
J15	RS-485 “A” 共模输入	4x1 接头	不适用	是
J16	RS-485 “B” 共模输入	4x1 接头	不适用	是
J17	RS-485 “Y” 共模输入	4x1 接头	不适用	是
J18	RS-485 “Z” 共模输入	4x1 接头	不适用	是
J19	RS-485 “Z” 跳线	1x2 接头	连接至端子块的分流跳线	是
J20	RS-485 “A” 跳线	1x2 接头	连接至端子块的分流跳线	是
J21	RS-485 “A、B” 共模输入	4x1 接头	不适用	是
J22	RS-485 “Y、Z” 共模输入	4x1 接头	不适用	是
J23	RS-485 “Y” 跳线	1x2 接头	连接至端子块的分流跳线	是
J24	RS-485 “B” 跳线	1x2 接头	连接至端子块的分流跳线	是
J25	RS-232 D-Sub 连接	D-sub 连接器	分流 J14 以使用 D-sub 连接	是
J26	RS-485 “Z” 和 “Y” 连接	3 引脚端子块	分流 J19 和 J23 以使用端子块	是
J27	RS-485 “A” 和 “B” 连接	3 引脚端子块	分流 J20 和 J24 以使用端子块	是
J28	引脚 9 型号跳线	4x1 接头	检查数据表以了解当前引脚分配 - 引脚 9 可以是 VIO 或 VCC	是
J29	引脚 16 型号跳线	4x1 接头	检查数据表以了解当前引脚分配 - 引脚 16 可以是 VIO 或无连接	是

表 2-6. 电阻器

R1	0 Ω 电阻	0603	J1 至 U1:L1	是
电阻器 ID	功能	封装	说明	已安装?
R2	上拉电阻	0603	U1:L1	否
R3	下拉电阻	0603	U1:L1	否
R4	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D1	是
R5	0 Ω 电阻	0603	J2 至 U1:L2	是
R6	上拉电阻	0603	U1:L2	否
R7	下拉电阻	0603	U1:L2	否
R8	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D2	是
R9	0 Ω 电阻	0603	J3 至 U1:L3	是
R10	上拉电阻	0603	U1:L3	否
R11	下拉电阻	0603	U1:L3	否
R12	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D3	是
R13	0 Ω 电阻	0603	J4 至 U1:L4	是
R14	上拉电阻	0603	U1:L4	否
R15	下拉电阻	0603	U1:L4	否
R16	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D4	是
R17	0 Ω 电阻	0603	J5 至 U1:L5	是
R18	上拉电阻	0603	U1:L5	否
R19	下拉电阻	0603	U1:L5	否
R20	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D5	是
R21	0 Ω 电阻	0603	J6 至 U1:L6	是
R22	上拉电阻	0603	U1:L6	否
R23	下拉电阻	0603	U1:L6	否
R24	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D6	是
R25	0 Ω 电阻	0603	J7 至 U1:L7	是
R26	上拉电阻	0603	U1:L7	否
R27	下拉电阻	0603	U1:L7	否
R28	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D7	是
R29	0 Ω 电阻	0603	J8 至 U1:L8	是
R30	上拉电阻	0603	U1:L8	否
R31	下拉电阻	0603	U1:L8	否
R32	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D8	是
R33	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D9	是
R34	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D10	是
R35	RS-485 “B” 共模阻抗焊盘	0603	共模阻抗最小值 = 375 Ω	否
R36	GND 至 EARTH 电阻器	0603	不适用	否
R37	GND 至 EARTH 电阻器	0603	不适用	否
R38	RS-485 “A” 共模阻抗焊盘	0603	共模阻抗最小值 = 375 Ω	否
R39	RS-485 “Y” 共模阻抗焊盘	0603	共模阻抗最小值 = 375 Ω	否
R40	RS-485 “Z” 共模阻抗焊盘	0603	共模阻抗最小值 = 375 Ω	否
R41	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D11	是
R42	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D12	是
R43	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D13	是
R44	RS-485 “Z、Y” 端接电阻器	0805	120 Ω 端接电阻器焊盘	否
R45	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D14	是

表 2-6. 电阻器 (continued)

R1	0 Ω 电阻	0603	J1 至 U1:L1	是
R46	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D15	是
R47	RS-485 “A、B” 端接电阻器	0805	120 Ω 端接电阻器焊盘	否
R48	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D16	是
R49	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D17	是
R50	LED 限流电阻	0603	将电流限制到 D18	是

表 2-7. 电容器

电容器 ID	功能	封装	说明	已安装？
C1	U1:L1 的负载电容	0603	不适用	否
C2	U1:L2 的负载电容	0603	不适用	否
C3	U1:L3 的负载电容	0603	不适用	否
C4	U1:L4 的负载电容	0603	不适用	否
C5	U1:L5 的负载电容	0603	不适用	否
C6	U1:L6 的负载电容	0603	不适用	否
C7	U1:L7 的负载电容	0603	不适用	否
C8	U1:L8 的负载电容	0603	不适用	否
C9	100nF   25V 去耦电容器	0603	RS-485 “A” 线路共模去耦电容器	否
C10	100nF   25V 去耦电容器	0603	RS-485 “B” 线路共模去耦电容器	否
C11	100nF   25V 去耦电容器	0603	RS-485 “Y” 线路共模去耦电容器	否
C12	100nF   25V 去耦电容器	0603	RS-485 “Z” 线路共模去耦电容器	否
C13	1uF   25V 去耦电容器	0603	GND 至 EARTH 电容器	否
C14	1uF   25V 去耦电容器	0603	GND 至 EARTH 电容器	否
C15	4.7uF   25V 去耦电容器	0805	GND 至 EARTH 电容器	否
C16	4.7uF   25V 去耦电容器	0805	GND 至 EARTH 电容器	否
C17	100nF   25V 去耦电容器	0603	负电荷泵输出去耦电容器	是
C18	100nF   25V 去耦电容器	0603	正电荷泵输出去耦电容器	是
C19	100nF   25V 去耦电容器	0603	U1：引脚 16 去耦电容器	是
C20	100nF   25V 去耦电容器	0603	U1：引脚 9 去耦电容器	是
C21	100nF   25V 去耦电容器	0603	VCC 去耦电容器	是
C22	1uF   25V 去耦电容器	0603	VCC 去耦电容器	是
C23	4.7uF   25V 去耦电容器	0805	VCC 去耦电容器	否
C24	100nF   25V 电荷泵电容器	0603	电荷泵电容器	是
C25	100nF   25V 电荷泵电容器	0603	电荷泵电容器	是
C26	用于 RS-485 总线的 100nF   25V 端接电容器	0805	不适用	否
C27	用于 RS-485 总线的 100nF   25V 端接电容器	0805	不适用	否
C28	1uF   25V 去耦电容器	0603	VIO 电源去耦电容器	否
C29	1uF   25V 去耦电容器	0603	VIO 电源去耦电容器	否
C30	4.7uF   25V 去耦电容器	0805	VIO 电源去耦电容器	否

表 2-8. LED

LED ID	功能	封装	说明	已安装？
D1	U1:L1 信号 LED (红色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是
D2	U1:L2 信号 LED (红色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是

表 2-8. LED (continued)

LED ID	功能	封装	说明	已安装？
D3	U1:L3 信号 LED (红色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是
D4	U1:L4 信号 LED (红色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是
D5	U1:L5 信号 LED (红色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是
D6	U1:L6 信号 LED (红色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是
D7	U1:L7 信号 LED (红色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是
D8	U1:L8 信号 LED (红色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是
D9	U1 VCC 指示灯二极管 (绿色)	非标准	不适用	是
D10	U1 VIO 指示灯二极管 (绿色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是
D11	U1 : M2 指示灯二极管 (红色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是
D12	U1 : DIR 指示灯二极管 (红色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是
D13	U1 : SLR 指示灯二极管 (红色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是
D14	U1 : /SHDN 指示灯二极管 (红色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是
D15	U1 : TERM_TX 指示灯二极管 (红色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是
D16	U1 : TERM_RX 指示灯二极管 (红色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是
D18	U1 : M0 指示灯二极管 (红色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是
D18	U1 : M1 指示灯二极管 (红色)	非标准	当 VIO < 3.3V 时，可能不会亮起	是

表 2-9. IC

IC ID	功能	封装	说明	已安装？
U1	THVD4431 - RS-485 和 RS-232 多协议收发器	RHA	预安装了 THVD4431RHA	是

表 2-10. 测试点

测试点 ID	颜色	信号
TP1	白色	L3
TP2	白色	L1
TP3	黑色	GND
TP4	红色	VCC
TP5	白色	L2
TP6	黑色	GND
TP7	红色	VIO
TP8	黑色	GND
TP9	红色	V+
TP10	白色	L4
TP11	黑色	GND
TP12	红色	V-

表 2-10. 测试点 (continued)

测试点 ID	颜色	信号
TP13	白色	L5
TP14	黑色	GND
TP15	红色	共模 R4
TP16	白色	L6
TP17	黑色	GND
TP18	红色	共模 R3
TP19	白色	L7
TP20	黑色	GND
TP21	红色	共模 R1
TP22	白色	L8
TP23	黑色	GND
TP24	红色	共模 R2
TP25	黄色	R1
TP26	绿色	EARTH
TP27	黄色	R2
TP28	绿色	EARTH
TP29	黄色	R3
TP30	绿色	EARTH
TP31	黄色	R4
TP32	绿色	EARTH
TP33	黄色	R5
TP35	黄色	R6
TP37	黄色	R7
TP39	黄色	R8

### 3 硬件设计文件

#### 3.1 原理图

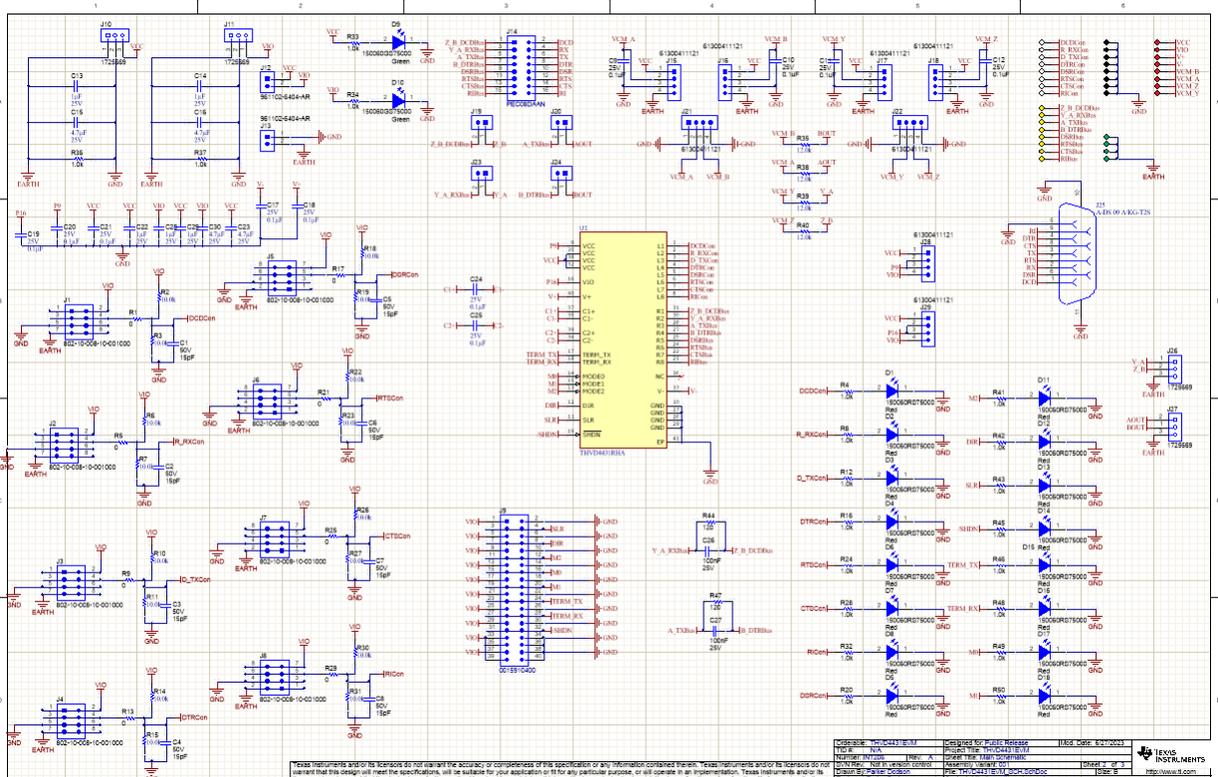


图 3-1. THVD4431EVM - 通用原理图 (未显示型号)

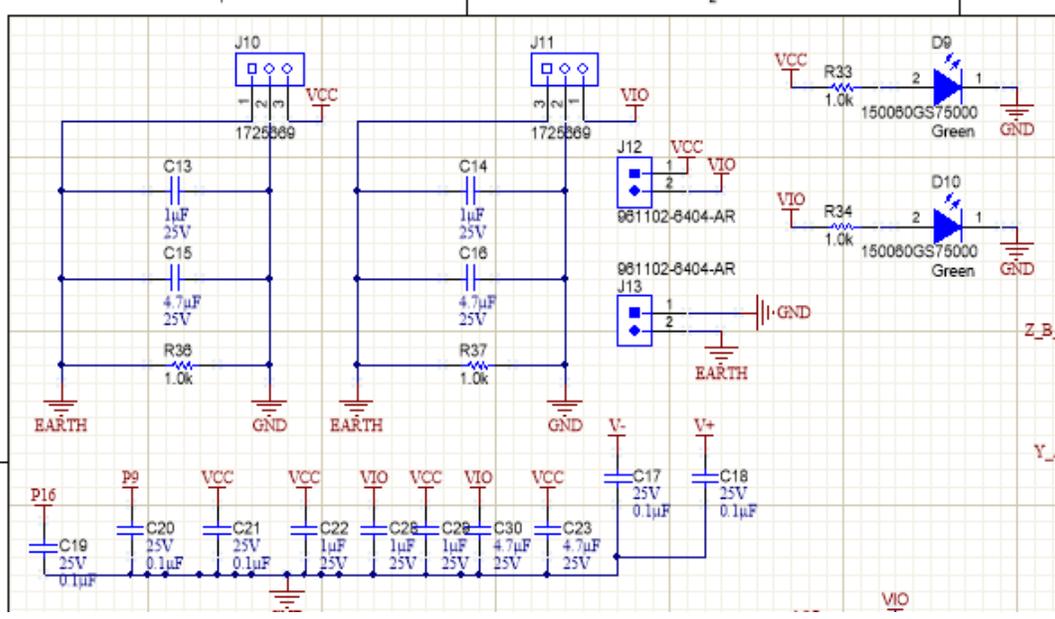


图 3-2. THVD4431EVM : 原理图特写 - 电源输入

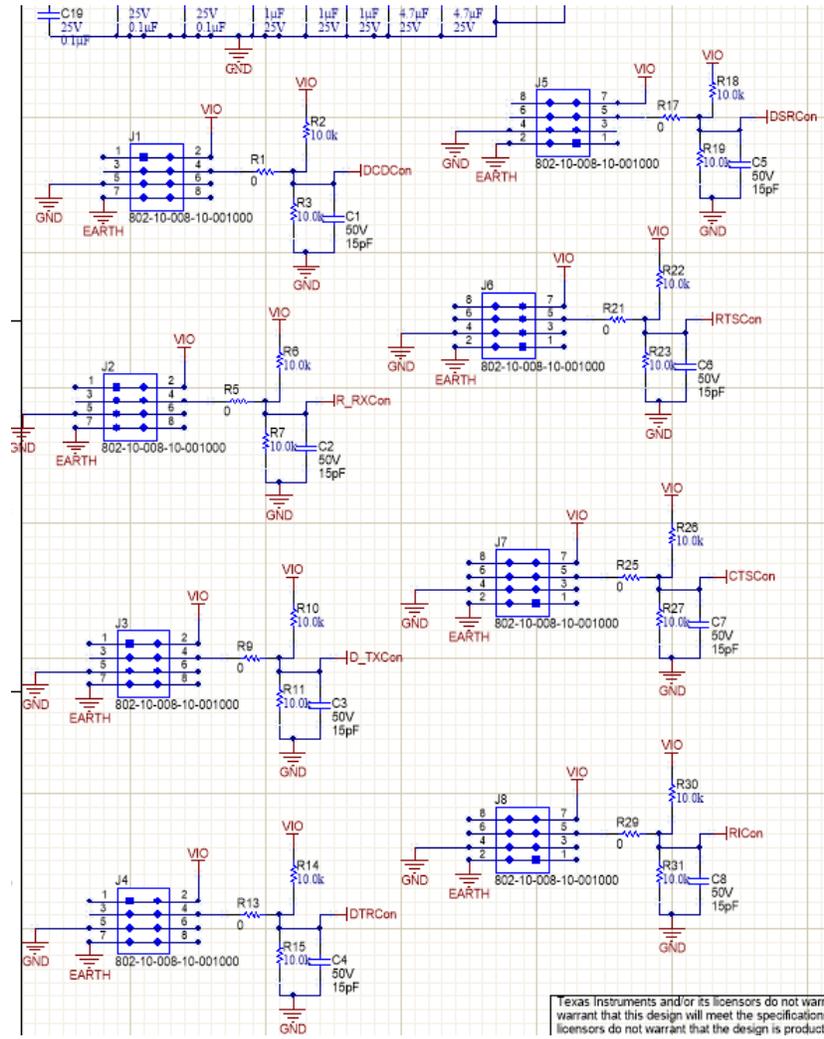


图 3-3. THVD4431EVM : 原理图特写 - “L” 引脚接头

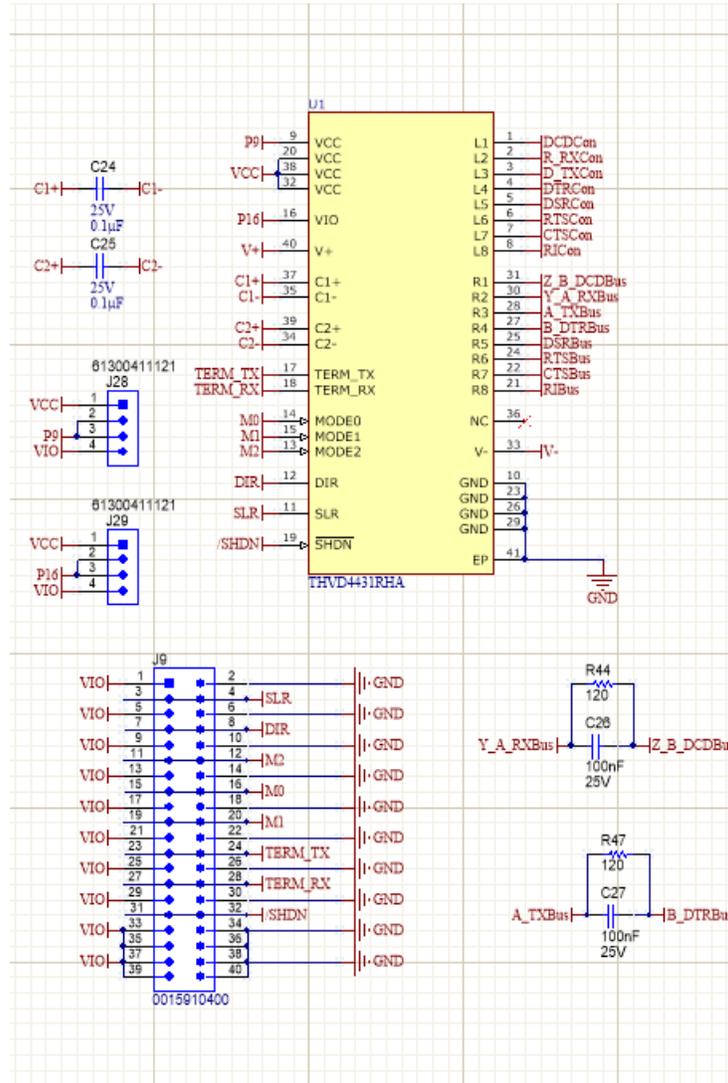


图 3-4. THVD4431EVM : 原理图特写 - 主 IC + 控制块

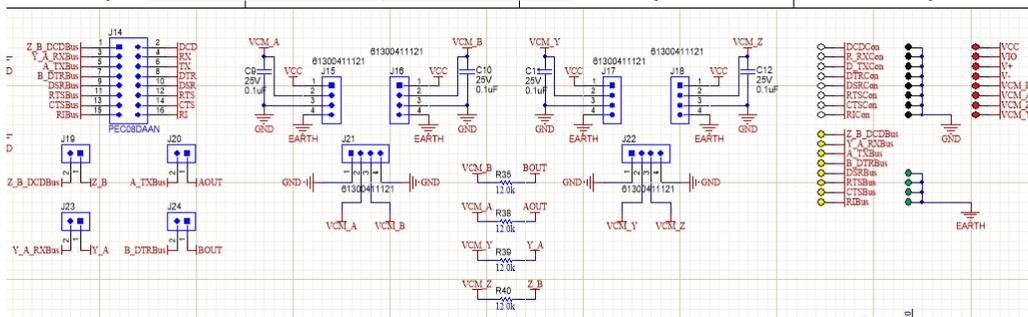


图 3-5. THVD4431EVM : 原理图特写 - 接口选择和共模输入

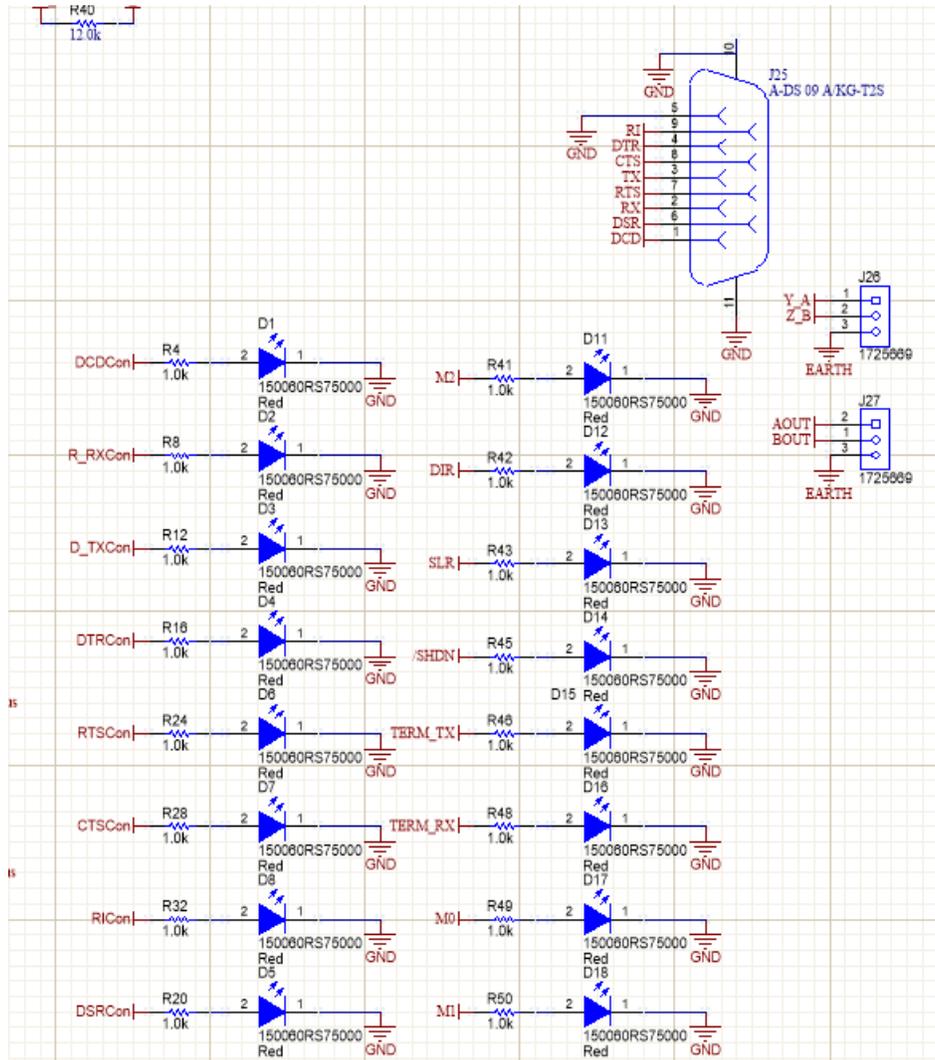


图 3-6. THVD4431EVM : 原理图特写 - 信号输出和 LED 指示灯

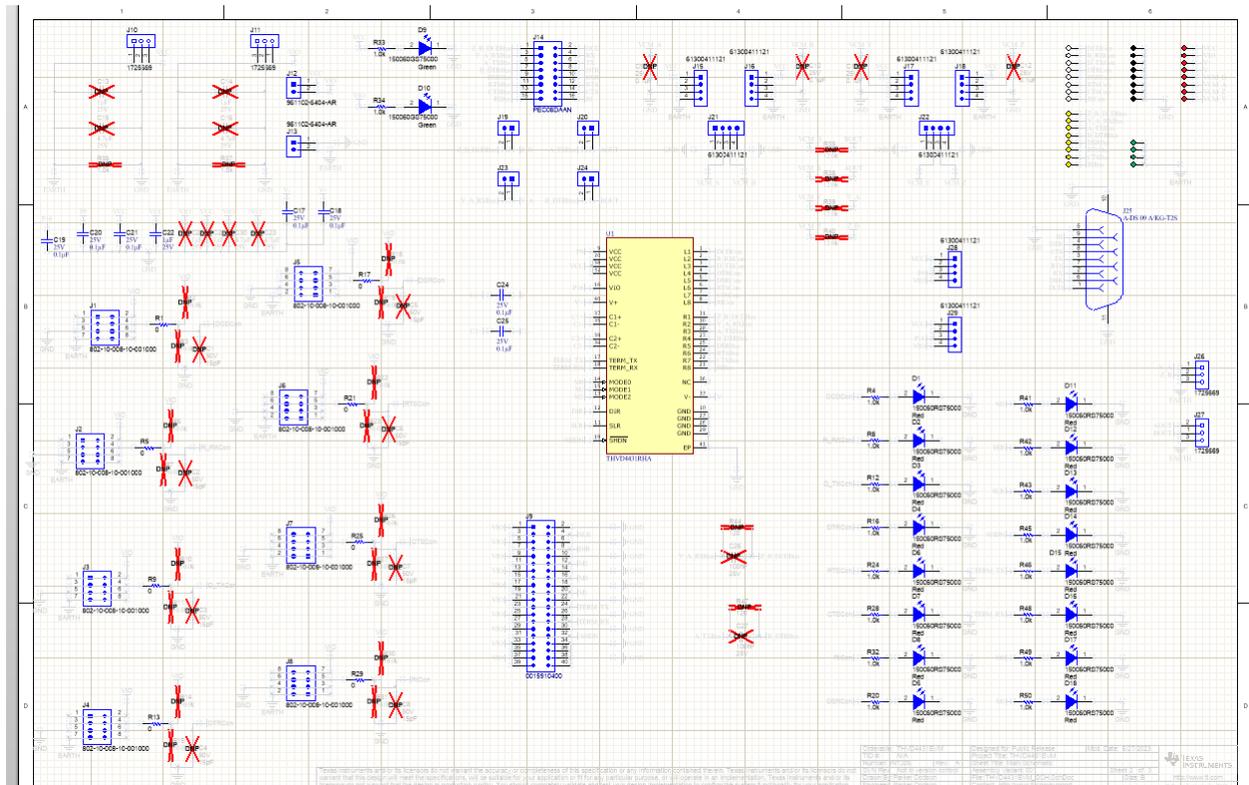


图 3-7. THVD4431EVM : 原理图 - 默认型号

### 3.2 PCB 布局

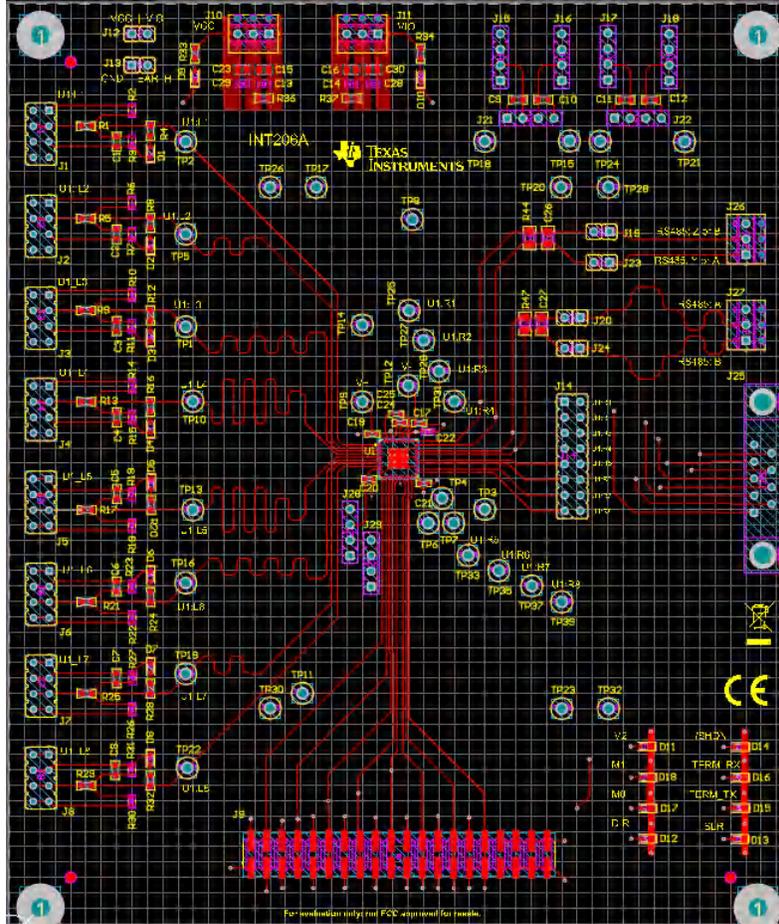


图 3-8. THVD4431EVM : 布局 - 顶层

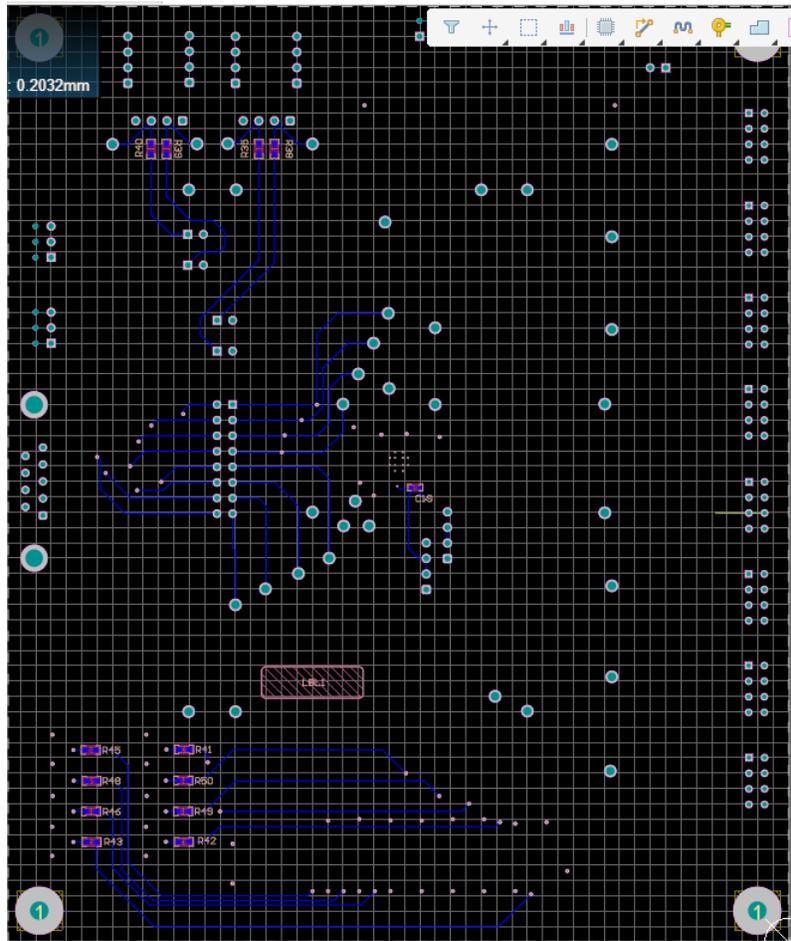


图 3-9. THVD4431EVM : 布局底层

Layer Name	Type	Material	Thickness (mm)	Dielectric Material	Dielectric Constant	Pullback (mm)	Orientation	Coverlay Expansion
Top Overlay	Overlay							
Top Solder	Solder Mask/...	Surface Mat...	0.01016	Solder Resist	3.5			0
1 Top Layer	Signal	Copper	0.03556				Top	
Dielectric 2	Dielectric	Core	1.143		4.2			
2 GND	Internal Plane	Copper	0.03599			0.508		
Dielectric 3	Dielectric	Prepreg	0.254		4.2			
3 EARTH	Internal Plane	Copper	0.03599			0.508		
Dielectric 4	Dielectric	Core	0.254		4.2			
4 VCC	Internal Plane	Copper	0.03599			0.508		
Dielectric1	Dielectric	Prepreg	0.254	FR-4	4.2			
5 VIO	Internal Plane	Copper	0.03599			0.508		
Dielectric 5	Dielectric	Core	1.143		4.2			
6 Bottom Layer	Signal	Copper	0.03556				Bottom	
Bottom Solder	Solder Mask/...	Surface Mat...	0.01016	Solder Resist	3.5			0
Bottom Over...	Overlay							

图 3-10. THVD4431EVM : 布局 - 层堆叠

### 3.3 物料清单 (BOM)

表 3-1 列出了物料清单。

表 3-1. 物料清单

数量	器件型号	标识符	制造商
7	CGA2B3X7R1E104K050BB	C17、C18、C19、C20、C21、C24、C25	TDK
1	CGA3E1X7R1E105K080AC	C22	TDK
16	150060RS75000	D1、D2、D3、D4、D5、D6、D7、D8、D11、D12、D13、D14、D15、D16、D17、D18	Würth Elektronik
2	150060GS75000	D9、D10	Würth Elektronik
4	NY PMS 440 0025 PH	H1、H2、H3、H4	B&F Fastener Supply
4	1902C	H5、H6、H7、H8	Keystone
8	802-10-008-10-001000	J1、J2、J3、J4、J5、J6、J7、J8	Mill-Max
1	0015910400	J9	Molex
4	1725669	J10、J11、J26、J27	Phoenix Contact
6	961102-6404-AR	J12、J13、J19、J20、J23、J24	3M
1	PEC08DAAN	J14	Sullins Connector Solutions ( 赛凌思科技有限公司 )
8	61300411121	J15、J16、J17、J18、J21、J22、J28、J29	Würth Elektronik
1	A-DS 09 A/KG-T2S	J25	Assman WSW
1	THT-14-423-10	LBL1	Brady
8	RCS06030000Z0EA	R1、R5、R9、R13、R17、R21、R25、R29	Vishay-Dale
18	CRCW06031K00JNEA	R4、R8、R12、R16、R20、R24、R28、R32、R33、R34、R41、R42、R43、R45、R46、R48、R49、R50	Vishay-Dale
30	QPC02SXGN-RC	SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5、SH-J6、SH-J7、SH-J8、SH-J9、SH-J10、SH-J11、SH-J12、SH-J13、SH-J14、SH-J15、SH-J16、SH-J17、SH-J18、SH-J19、SH-J20、SH-J21、SH-J22、SH-J23、SH-J24、SH-J25、SH-J26、SH-J27、SH-J28、SH-J29、SH-J30	Sullins
8	5012	TP1、TP2、TP5、TP10、TP13、TP16、TP19、TP22	Keystone
8	5011	TP3、TP6、TP8、TP11、TP14、TP17、TP20、TP23	Keystone Electronics
8	5010	TP4、TP7、TP9、TP12、TP15、TP18、TP21、TP24	Keystone Electronics
8	5014	TP25、TP27、TP29、TP31、TP33、TP35、TP37、TP39	Keystone Electronics
4	5126	TP26、TP28、TP30、TP32	Keystone
1	THVD4431RHA	U1	德州仪器 (TI)

## 4 其他信息

### 4.1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 5 参考文献

THVD4431 数据表：[SLLSFS1](#)

## 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