

# EVM User's Guide: AMC-AMP-200A-EVM

## AMC-AMP-200A-EVM



### 说明

AMC-AMP-200A-EVM 是一款用于  $\pm 200\text{A}$  分流式电流检测的隔离式电流检测评估模块。该 EVM 可让用户通过外部总线分流电阻器检测不超过  $\pm 200\text{A}$  的峰值电流，同时可通过 AMC3302 隔离屏障测量隔离输出。AMC3302 是一款精密的隔离式放大器，专门针对分流式电流测量进行优化，能够与 Vishay™ WSBS8518 总线分流电阻器配合使用。该 EVM 采用过孔拼接工艺，有助于在大电流条件下散热，能够在  $\pm 5\%$ （典型值）的精度范围内执行检测。

### 开始使用

1. 在 [ti.com](https://ti.com) 上订购 AMC-AMP-200A-EVM。
2. 下载全面的参考设计文件。
3. 在工作台上评估性能。

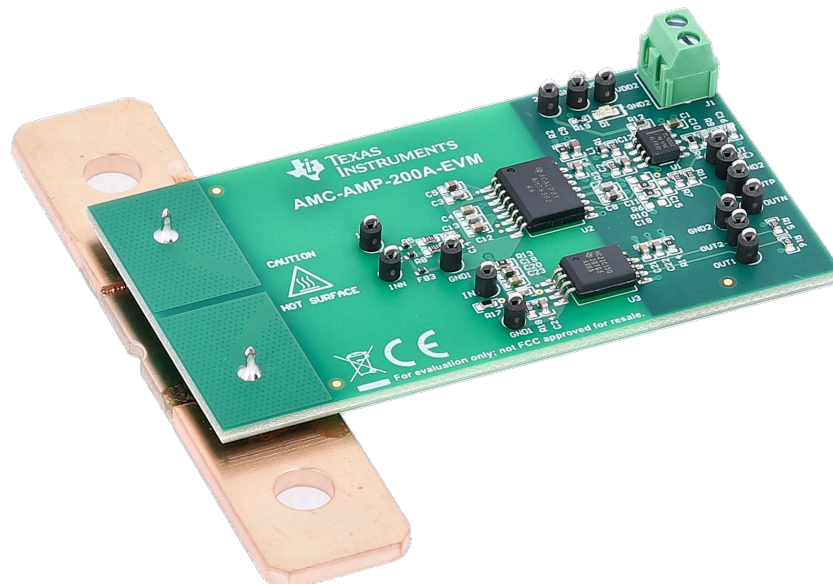
### 特性

- $\pm 200\text{A}$  隔离式电流检测

- $250\mu\Omega$  总线分流电阻器
- 接线片连接兼容性
- 能够承受两分钟高达  $180^\circ\text{C}$  的散热设计
- 便于评估的测试点
- 差分到单端信号链

### 应用

- [电机驱动器](#)
- [电力输送](#)
- [车载充电器 \(OBC\)](#)
- [牵引逆变器](#)
- [直流/直流转换器](#)
- [能量存储系统 \(ESS\)](#)
- [电动汽车充电](#)
- [光伏逆变器](#)



# 1 评估模块概述

## 1.1 简介

本文档中的缩写词 *EVM* 和术语 *评估模块* 与 AMC-AMP-200A-EVM 具有相同的含义。本文档介绍了 EVM 的设置和评估方法、印刷电路板 (PCB) 布局、原理图以及物料清单 (BOM)。

## 1.2 套件内容

表 1-1 详细说明了 AMC-AMP-200A-EVM 套件的内容。

**表 1-1. 套件内容**

| 条目               | 说明  | 数量 |
|------------------|-----|----|
| AMC-AMP-200A-EVM | PCB | 1  |

## 1.3 规格

AMC-AMP-200A-EVM 能够评估高达  $\pm 200\text{A}$  的高电流。有关详细的器件规格，请参阅 [AMC3302](#)、[AMC23C15](#)、[TLV9002IDR](#) 和 [WSBS8518](#) 的数据表。

## 1.4 器件信息

AMC-AMP-200A-EVM 旨在为大型电流应用场景实现易用性和高精度方面的需求。电流检测器件 AMC3302 是一款隔离式放大器，用于具有增强型隔离和集成式直流/直流转换器的分流式电流检测。过流检测可使用 AMC23C15（增强型可调阈值隔离式比较器）进行配置。两种隔离式电流检测产品都可以在 WSBS8518 分流电阻器上进行检测。EVM 采用了另一个并联的未组装分流电阻器封装，可灵活扩展电流检测范围。如需了解详细信息，请参阅 [节 2.7](#)。

## 2 硬件

本节总结了 AMC-AMP-200A-EVM 元件、组装说明、接口、电源要求和测试点信息。

### 2.1 硬件概述

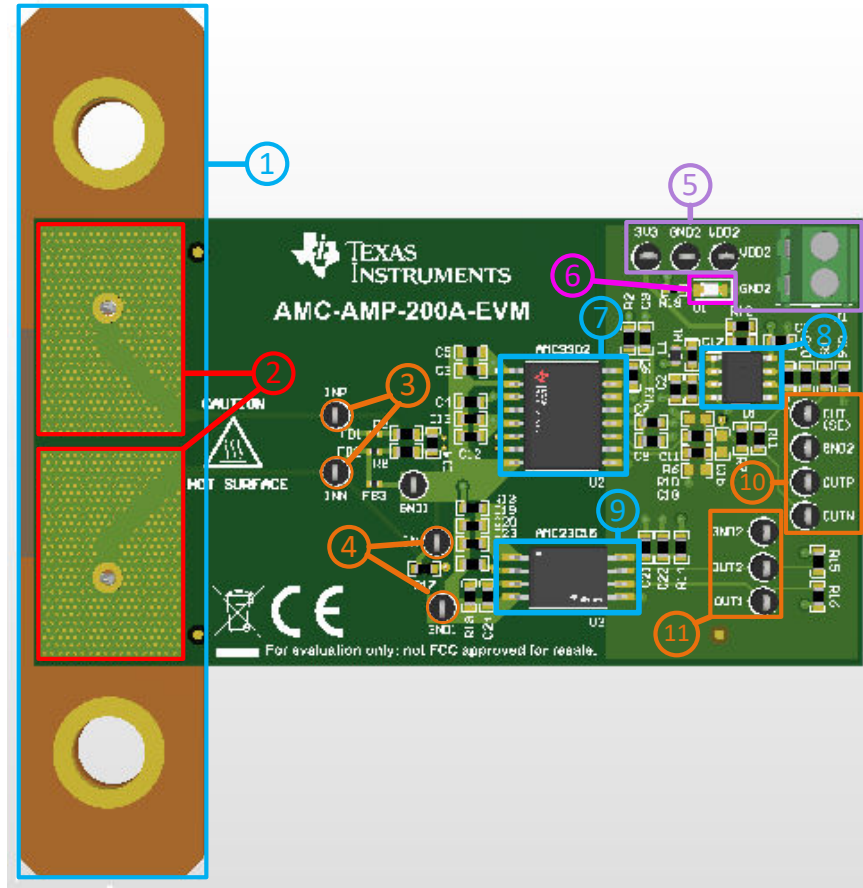


图 2-1. AMC-AMP-200A-EVM 硬件标签

AMC-AMP-200A-EVM 具有许多硬件功能，能让用户从信号链中的许多点访问和评估 EVM。默认配置是列为 R20 的一个 250 $\mu\Omega$  分流器，用于检测  $\pm 200A$  应用场景。

#### 备注

此 EVM 是一个高电流检测设计示例，可以根据系统要求进一步修改设计。定义表中的注意事项。

#### 1. Vishay WSBS8518 总线分流电阻器

- 用于实现精确电流检测的容差为  $\pm 5\%$  的 250 $\mu\Omega$  分流电阻器。PCB 的设计电流不超过  $\pm 200A$ 。如果需要备选电流检测范围，请考虑备选分流电阻器值。
- [隔离式电流检测的设计注意事项](#)
- [隔离式数据转换器的分流电阻器选型](#)

#### 2. 过孔拼接

过孔拼接可提供通风以进一步散热。

#### 3. AMC3302 输入

AMC3302 差分模拟输入。

#### 4. AMC23C15 输入

AMC23C15 模拟输入。

#### 5. 低压侧电源

低压侧电源连接器：端子块 J6 或测试点连接。

#### 6. LED

LED 灯亮起，代表器件已通电。

#### 7. AMC3302

具有集成直流/直流转换器的隔离式电流检测放大器。如果需要更小的封装或应用场景中有高侧电源（例如栅极驱动器或其他变压器绕组），请考虑 [AMC1302](#) 隔离式电流检测放大器。

#### 8. TLV9002

用于差分到单端转换的运算放大器。

- 9. AMC23C15**
- 具有可调阈值的隔离式比较器，适用于过流检测；传播延迟为 280ns（典型值）。如果不需要低于  $3\mu\text{s}$  的延迟，可考虑不使用隔离式比较器。
  - 隔离式过流保护电路**
- 10. AMC3302 输出** AMC3302 差分转单端输出。
- 11. AMC23C15 输出** AMC23C15 模拟输出。

## 2.2 组装说明

本节提供了关于如何组装该 AMC-AMP-200A-EVM 的分步说明。未包括接线片。如果用户希望在评估过程中使用接线片，请执行步骤一。

- 使用螺钉和六角螺母将高电流输入接线片连接到 R20。
  - 拧紧时，接线片不得相互接触。
  - 确保接线片的位置正确，以便接线片能够最大程度地接触分流器的表面。
  - 连接器必须紧固在载流电缆上，确保用手无法移动连接器。建议使用扭矩扳手实现对称连接。建议扭矩约为 40in-lbs。
- 根据需要修改隔离式比较器可调节脱扣阈值电阻器 (R18)。默认脱扣电压为  $\pm 288\text{A}$ 。更多信息，请参阅 [AMC23C15](#) 数据表。

## 2.3 接口

AMC-AMP-200A-EVM 具有连接至隔离式放大器 AMC3302 和隔离式比较器 AMC23C15 的模拟输入电路。EVM 输出包含两个输出部分：隔离式放大器 (AMC3302) 模拟输出电路和隔离式比较器 (AMC23C15) 模拟输出电路。

### 2.3.1 模拟输入

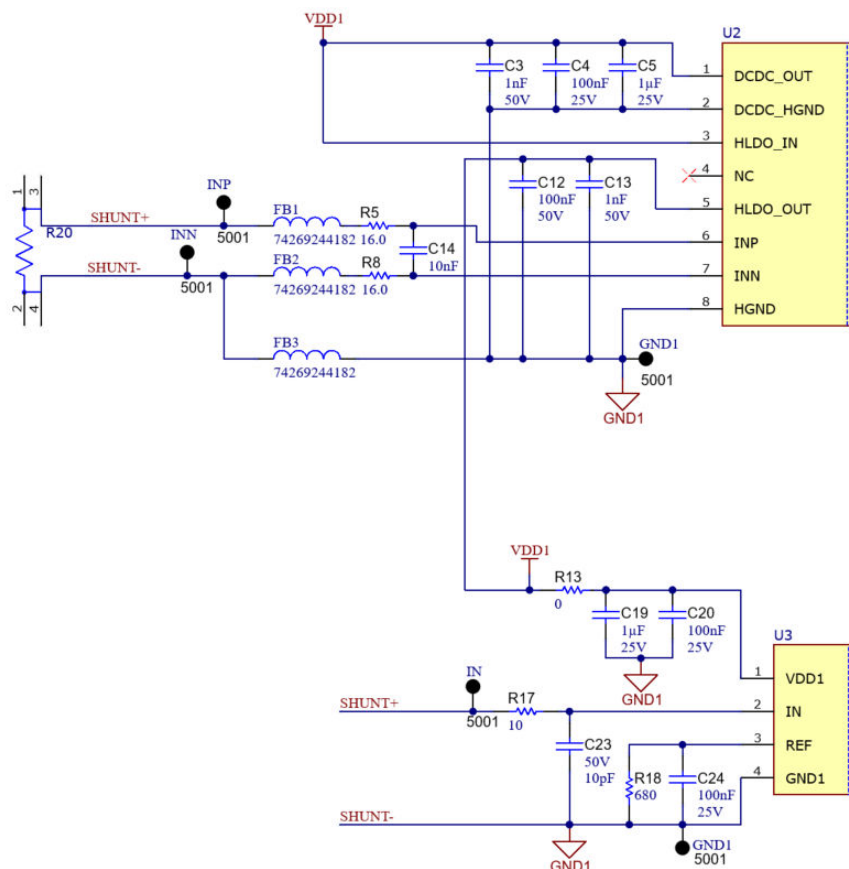


图 2-2. AMC-AMP-200A-EVM 模拟输入

图 2-2 显示了 AMC-AMP-200A-EVM 的模拟输入电路。

输入通过连接到 R20 任一端的高电流输入接线片供电。输入电流通过总线分流电阻器 R20 进行检测，并传送到 AMC3302 的模拟输入端以及 AMC23C15 的模拟输入端。用户可以通过测试点 INP 和 INN 访问 AMC3302 输入。用户可以通过测试点 IN 和 REF 访问 AMC23C15 输入。

对于 AMC3302 输入，无源元件 R5、R8 和 C14 构成一个截止频率为 497kHz 的差分抗混叠滤波器。铁氧体磁珠 FB1、FB2 和 FB3 有助于抑制信号线上的高频信号。有关更多信息，请参阅 [衰减 AMC3302 系列辐射发射 EMI 的最佳实践 应用手册](#)。电容器 C3、C4、C5、C12 和 C13 用作去耦电容器。

对于 AMC23C15 输入，无源元件 R17 和 C23 构成一个截止频率为 1.59GHz 的 RC 滤波器。无源元件 R18 和 C24 定义了由所需过流值确定的可调阈值电压。有关更多详细信息，请参阅 [AMC23C15](#) 数据表。电容器 C19 和 C20 是去耦电容器。

### 2.3.2 隔离式放大器 (AMC3302) 模拟输出

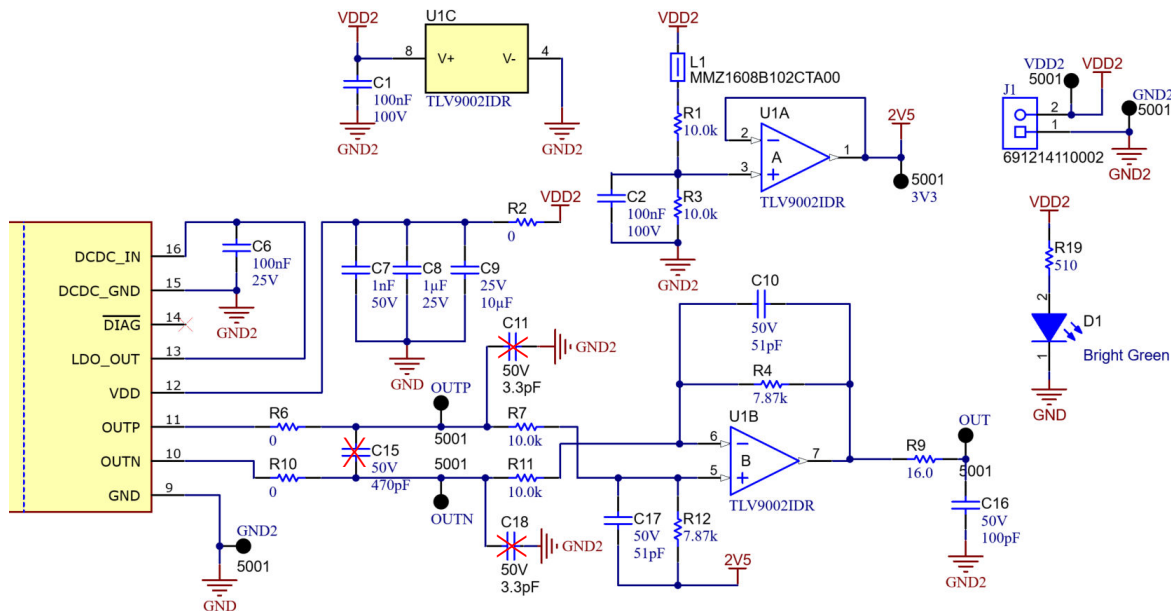


图 2-3. AMC-AMP-200A-EVM 隔离式放大器 (AMC3302) 模拟输出

图 2-3 显示了 AMC-AMP-200A-EVM AMC3302 信号链的模拟输出电路。

用户可通过测试点 OUTP 和 OUTN 访问 AMC3302 差分输出。无源元件 R6、R10 和 C15 为差分抗混叠滤波器提供了封装。R6 和 R10 默认配置为 0Ω，而 C15 默认未组装。

用户可通过以 GND 为参考的测试点 OUT(SE) 访问 AMC3302 单端输出。双通道运算放大器 TLV9002 用于将差分输出信号转换为单端信号。无源元件 R4、R7、R11、R12、C10 和 C17 用作差分到单端滤波器并可设置运算放大器的增益。默认配置下，C11 和 C18 未组装。有关差分到单端信号转换的更多信息，请参阅 [具有 ±250mV 输入范围和单端输出电压的隔离式电流检测电路应用手册](#)。

无源元件 R1、R3 和 C2 导出一个共模电压。该电压由 TLV9002 的第二个通道在电源的中间点进行缓冲，以防止共模转换。

无源元件 R9 和 C16 在单端输出上构成一个截止频率为 99.5MHz 的 RC 滤波器。

电容器 C7、C8 和 C9 是去耦电容器。电容器 C6 是集成式 DC/DC 转换器的反馈电容器。

### 2.3.3 隔离式比较器 (AMC23C15) 模拟输出

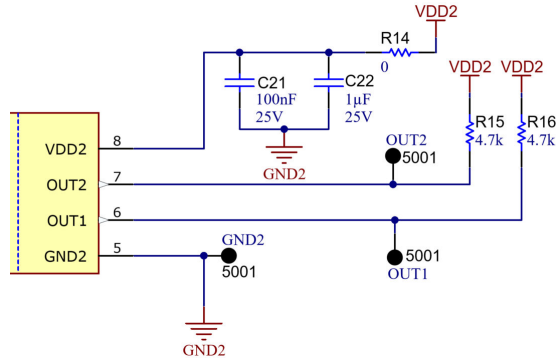


图 2-4. AMC-AMP-200A-EVM 隔离式比较器 (AMC23C15) 模拟输出

图 2-4 显示了 AMC-AMP-200A-EVM AMC23C15 信号链的模拟输出电路。

AMC23C15 的模拟输出提供电路过流保护响应。

用户可通过测试点 OUT1 和 OUT2 访问 AMC23C15 输出。OUT1 连接至窗口比较器 1 ( 可调阈值 )。OUT2 连接至窗口比较器 2 ( 固定阈值 )。在默认配置下，OUT1 在大约  $\pm 288\text{A}$  输入电流下从高电平转换为低电平。OUT2 在器件输入端电流为  $\pm 60\text{mV}$  时从高电平转换为低电平。电阻器 R15 和 R16 是上拉电阻器。电容器 C21 和 C22 是去耦电容器。

## 2.4 电源要求

该 EVM 需要一个用于 VDD2 的外部电源轨。VDD2 是低压侧电源。AMC3302 包括一个用作高压侧电源的集成式直流/直流转换器。该电源通过 AMC3302 HLDO\_OUT 引脚扩展到 AMC23C15 的高压侧。

### 2.4.1 VDD2 输入

该 EVM 通过端子块 J1 以及测试点 VDD2 和 GND2 提供对 VDD2 的访问。电源必须处于器件推荐的接地工作条件范围 (3.3V-5V) 内。通电后 LED 灯亮起。

## 2.5 测试点

AMC-AMP-200A-EVM 在整个 EVM 信号链中包含 12 个测试点。通过与这些点连接即可全面评估电流检测电路。电源和带挂钩的数字万用表 (DMM) 等外部设备应连接到表面贴装的测试点上，以便于评估。

## 2.6 接线片信息

标记为 IN+ 和 IN- 的输入连接器与 EVM 套件随附的高电流等级负载连接器接线片对应。要进行接触，请将这些元件牢固地拧到电路板上。对于直流和交流测量，所含连接器可接受的最大连续负载输入为  $\pm 200\text{A}$ 。容许的连续电流也受到分流电阻器最大工作条件的限制。

## 2.7 最佳实践

不要向此 EVM 施加超过  $\pm 200\text{A}$  的持续负载。AMC-AMP-200A-EVM 用于测量  $\pm 200\text{A}$  范围。为了使基于标准 FR4 的 PCB 实现最佳的可靠性，温度不得超过  $180^\circ\text{C}$ 。

### 3 实现结果

#### 3.1 评估过程

要评估电路板的功能，TI 建议运行测试程序——[节 3.1.2](#)。有关更深入的信号链评估，请参阅 [节 3.1.3](#)。

##### 3.1.1 设备设置

1. 一个 5V 电源限制为 50mA。
2. 高电流电子负载（例如 Agilent™ N3300A）。
3. 直流电流源。
4. 高电流载流电缆。
5. 一个（或多个）示波器或数字万用表（DMM），分辨率至少为 6.5 位。可选：使用五个 DMM 进行完整信号链评估。
6. 信号发生器或数据收集设备。
7. 可选：用于完整信号链评估的高电流电源控制分流器。

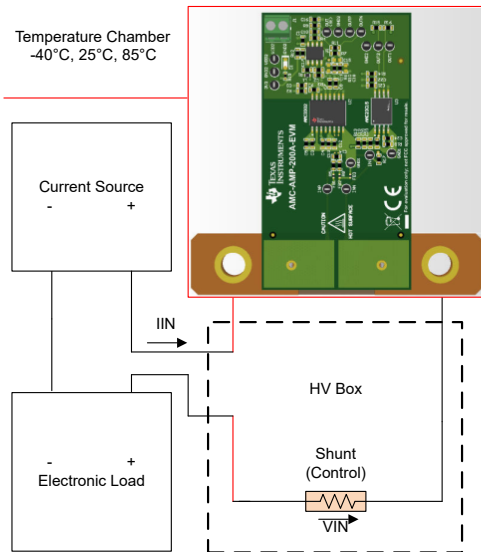


图 3-1. 正电流设备设置

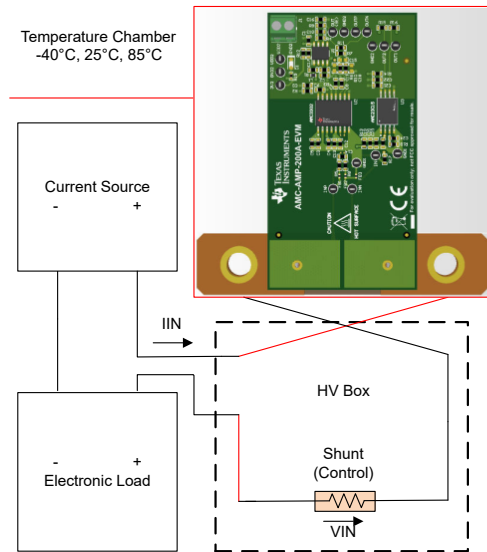


图 3-2. 负电流设备设置

##### 3.1.2 测试程序

###### 备注

确认在连接设备或断开设备连接之前已禁用已连接电源的输出。

1. 设置 5V (+10%) 电源并将电流限制为 50mA（如 [节 3.1.1](#) 所述）。将 EVM 电压源连接至以 GND2 为参考的连接器的 VDD 引脚上。打开电源，并确保电流不超过器件数据表中指定的电流限制。
2. 将输入连接在一起并接到 HGND 上。使用示波器或 DMM 验证两个电源上是否存在隔离式电源。测量以 GND 为基准的测试点 OUTP 和以 GND 为基准的测试点 OUTN。验证隔离电压是否为共模输出电压（典型值为 1.44V），以确认器件功能。
3. 将示波器或 DMM 连接到 AMC3302 差分输出端上。
4. 将高电流载流电缆连接到正极和负极接线片 IN+ 和 IN- 上。如果在正向电流的高侧测量，IN- 向电子负载提供电流；对于反向电流，IN+ 为负载提供电流。如果电源允许，设置电流限值。导通所有已连接的电源。
5. 施加适当的满量程线性输入信号： $\pm 200A$ 。
6. 使用示波器或 DMM 测量 AMC3302 差分输出。验证差分输出电压是否在器件数据表中指定的范围之内摆动： $\pm 2.05V$ 。

### 3.1.3 完整信号链评估程序

#### 备注

确认在连接设备或断开设备连接之前已禁用已连接电源的输出。

- 如上所述，设置 5V ( $\pm 10\%$ ) 电源并将电流限制为 50mA。将 EVM 电压源连接至以 GND2 为参考的连接器 VDD 引脚上。打开电源，并确认电流未超过 器件数据表中规定的电流限值。
- 将 DMM 连接到以下测试点。有关测试程序设置和连接映射，请参阅 图 3-1、图 3-2 和 图 2-1。
  - 高电流电源控制分流器： $V_{IN}$
  - AMC3302 输入，INP 和 INN： $V_{INP/INN}$
  - AMC3302 差分输出，OUTP 和 OUTN： $V_{OUT\_DIFF}$
  - AMC3302 单端输出，OUT(SE) 和 GND： $V_{OUT\_SE}$
  - AMC23C15 输出，OUT1 (或 OUT2) 和 GND： $V_{OUT1}$
- 将高电流载流电缆连接到正极和负极接线片 IN+ 和 IN- 上。如果在正向电流的高侧测量，IN- 向电子负载提供电流；对于反向电流，IN+ 为负载提供电流。如果电源允许，设置电流限值。导通所有已连接的电源。
- 采用相应的满量程线性输入扫描  $\pm 200A$  范围。每 0.2s 递增 0.5A 非常适合评估。
- 记录整个满量程线性输入扫描的五个 DMM 输出。
- 若要评估 EVM 的电流检测性能，请计算整个电流扫描中的以下误差。公式  $i$  计算给定输入电流下的误差，公式  $ii$  计算给定输入电流下指定电流范围内的误差。示例范围为  $\pm 50A$ 。

a. 默认值：

$$R_{IND} = 4.9k\Omega$$

$$I_B = 36\mu A$$

$$GAIN_{AMC3302} = 41$$

$$V_{OFFSET} = 2.5V$$

分流电阻器误差：

$$i. E_{SHUNT} = V_{IN} \times \frac{R_{IND}}{R_{IND} + R_5 + R_8} + I_B \times R_{20} - V_{INP/INN}$$

$$ii. E_{SHUNT} \% FS = \frac{E_{SHUNT}}{E_{SHUNT}(I_{IN} = -200A) - E_{SHUNT}(I_{IN} = 200A)} \times 100$$

b. AMC3302 误差：

$$i. E_{AMC3302} = V_{OUT\_DIFF} - V_{INP/INN} \times \frac{R_{IND}}{R_{IND} + R_5 + R_8} \times GAIN_{AMC3302}$$

$$ii. E_{AMC3302} \% FS = \frac{E_{AMC3302}}{E_{AMC3302}(I_{IN} = -200A) - E_{AMC3302}(I_{IN} = 200A)} \times 100$$

c. 差分到单端误差：

$$i. E_{DIFF \rightarrow SE} = V_{OUT\_SE} - V_{OUT\_DIFF} \times \frac{R_4}{R_7} + V_{OFFSET}$$

$$ii. E_{DIFF \rightarrow SE} \% FS = \frac{E_{DIFF \rightarrow SE}}{E_{DIFF \rightarrow SE}(I_{IN} = -200A) - E_{DIFF \rightarrow SE}(I_{IN} = 200A)} \times 100$$

d. 总误差：

$$i. E_{TOTAL} = V_{OUT\_SE} - V_{OFFSET} + \left( V_{IN} \times \frac{R_{IND}}{R_{IND} + R_5 + R_8} + I_B \times R_{20} \right) \times GAIN_{AMC3302} \times \frac{R_4}{R_7}$$

$$\text{ii. } E_{\text{TOTAL}} \% \text{FS} = \frac{E_{\text{TOTAL}}}{E_{\text{TOTAL}}(I_{\text{IN}} = -200\text{A}) - E_{\text{TOTAL}}(I_{\text{IN}} = 200\text{A})} \times 100$$

7. 绘制相对于输入电流  $I_{\text{IN}}$  的计算结果图。图 3-3 显示了在温度范围内从两个样本获取的结果。

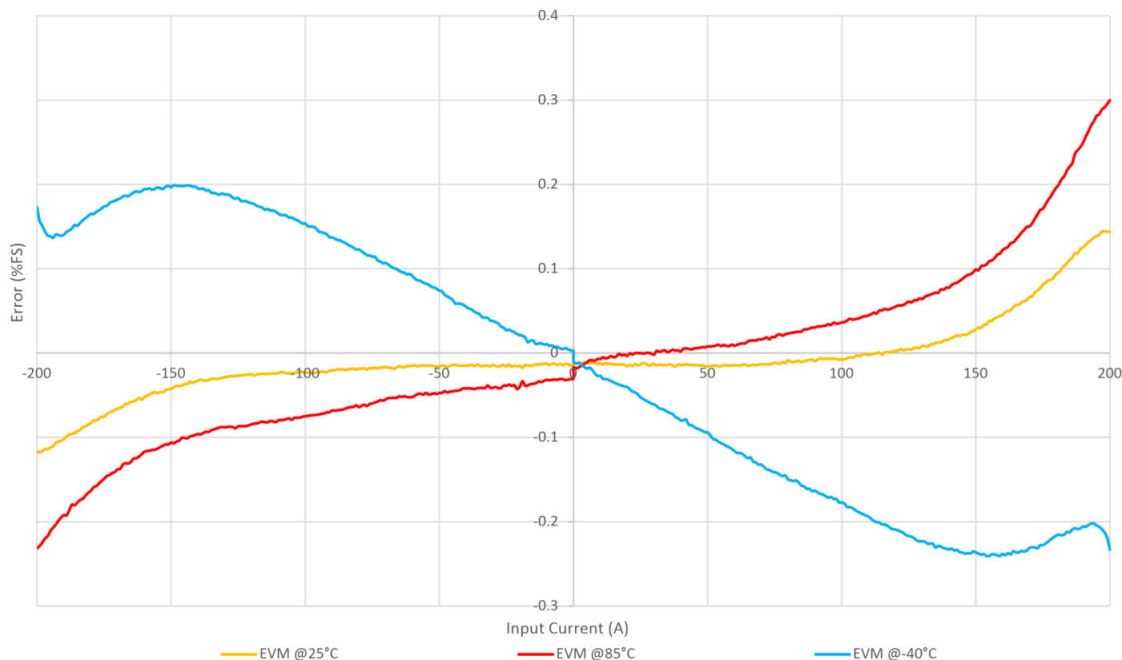


图 3-3. AMC-AMP-200A-EVM 总误差 %FS 结果

8. 要评估过流检测性能，请测量  $V_{\text{OUT1}}$  或  $V_{\text{OUT2}}$ 。默认情况下， $V_{\text{OUT1}}$  在  $I_{\text{IN}} = \pm 288\text{A}$  或  $V_{\text{IN}} = \pm 72\text{mV} \pm 2.5\text{mV}$  时处于低电平，而  $V_{\text{OUT2}}$  在  $V_{\text{IN}} = \pm 60\text{mV}$  时进行切换。
9. 在高温和低温温度下重复这些步骤。必要时进行校准。

## 3.2 性能数据和结果

### 3.2.1 分流器选型计算

为高电流应用场景选择分流电阻器时，请考虑所需的输入范围和功率耗散。

- 可通过以下公式计算理想的分流电阻：

$$R_{\text{SHUNT}} = \frac{V}{I} = \frac{50\text{mV}(\text{Input Range of AMC3302})}{200\text{A}(\text{Current Range})} = 250\mu\Omega$$

- 可通过以下公式计算耗散的功率：

$$P = I^2 R = 200\text{A}^2 \times 250\mu\Omega = 10\text{W}$$

由于在高电流下会发热，耗散的功率必须为分流电阻器额定功率的 1/3。有关详细信息，请参阅应用手册 [隔离式数模转换器的分流电阻器选型](#)。

### 3.2.2 滤波器选型

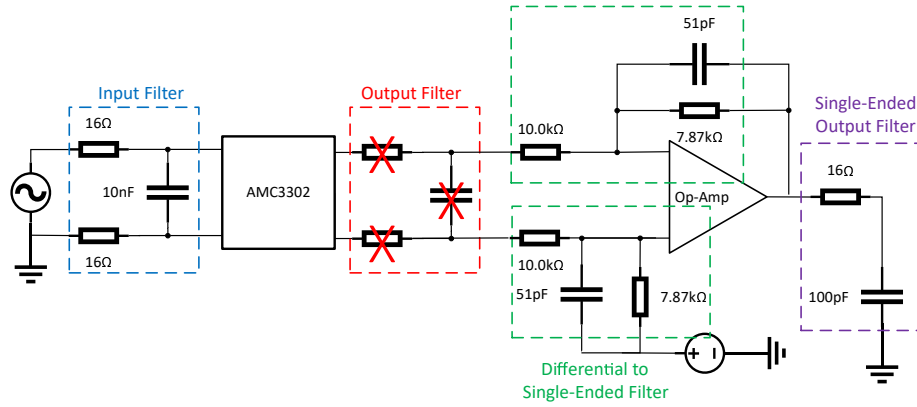


图 3-4. AMC-AMP-200A-EVM 滤波器示意图

AMC-AMP-200A-EVM 性能可在四个电路滤波器之间进行调节。对于每个滤波器，需要在噪声和传播延迟之间进行权衡。滤波器越弱，传播延迟越短。

- 输入滤波器：

$$F_C = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \times 32\Omega \times 10nF} = 497kHz$$

- 在测量高频信号时选择具有高电感的分流电阻器可能会导致交流测量中出现过冲现象。通过正确设计差分 RC 滤波器，补偿寄生电感引起的过冲。最佳的输入滤波器设计取决于电阻器的电感和 PCB 设计。以下显示了 TINA-TI 的实例模拟。

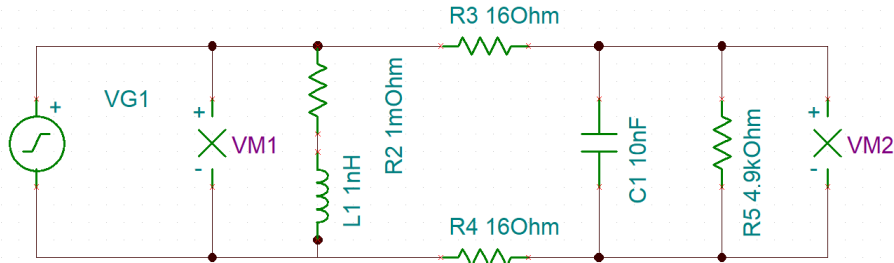


图 3-5. 输入滤波器 TINA-TI

- 输出滤波器（未组装）：

$$F_C = \frac{1}{2\pi RC}$$

- 根据需要确定尺寸以实现额外的滤波功能。

- 差分到单端滤波器：

$$F_C = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \times 7.87k\Omega \times 51pF} = 397kHz$$

- 其尺寸可实现 340kHz AMC3302 输出带宽。根据需要进行修改以符合带宽限制。

- 单端输出滤波器：

$$F_C = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \times 16\Omega \times 100pF} = 99.5MHz$$

- 根据需要对单端输出信号进行修改。

## 4 硬件设计文件

### 4.1 原理图

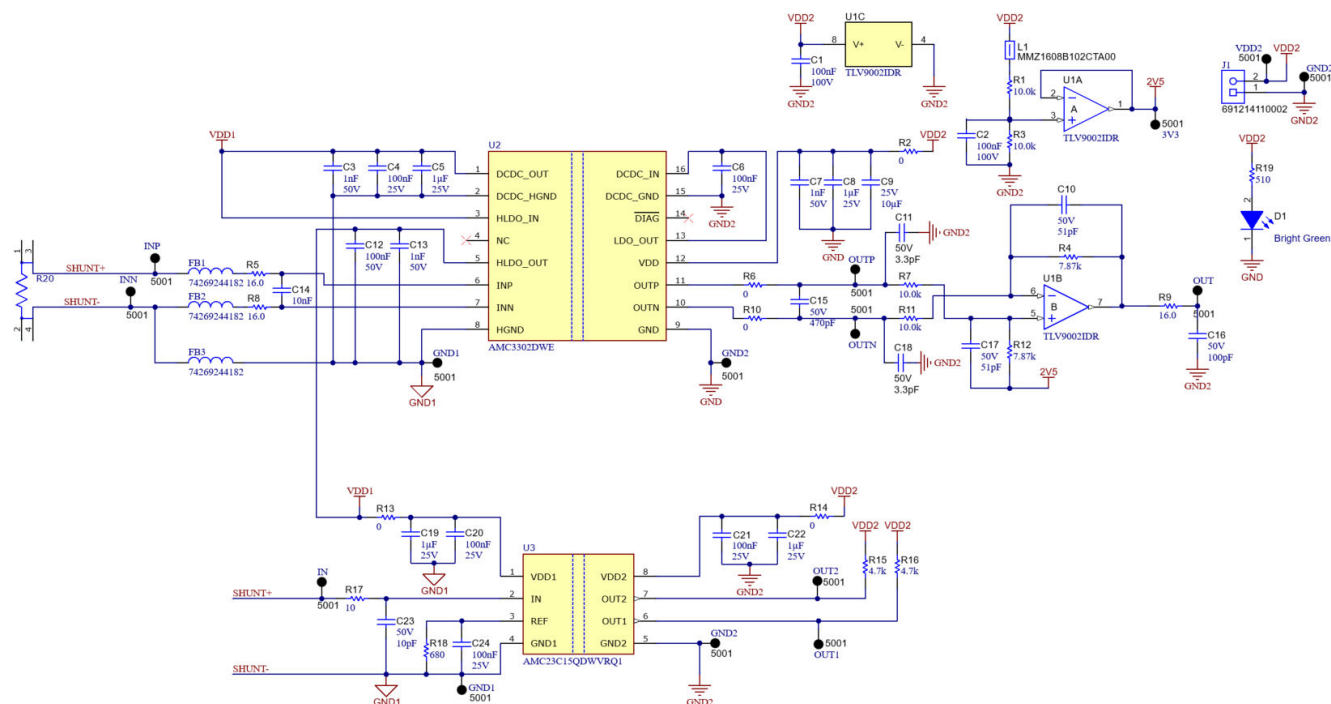


图 4-1. AMC-AMP-200A-EVM 原理图

### 4.2 PCB 布局

图 4-2 和 图 4-3 分别展示了 AMC-AMP-50A-EVM 的顶部和底部印刷电路板 (PCB) 图。

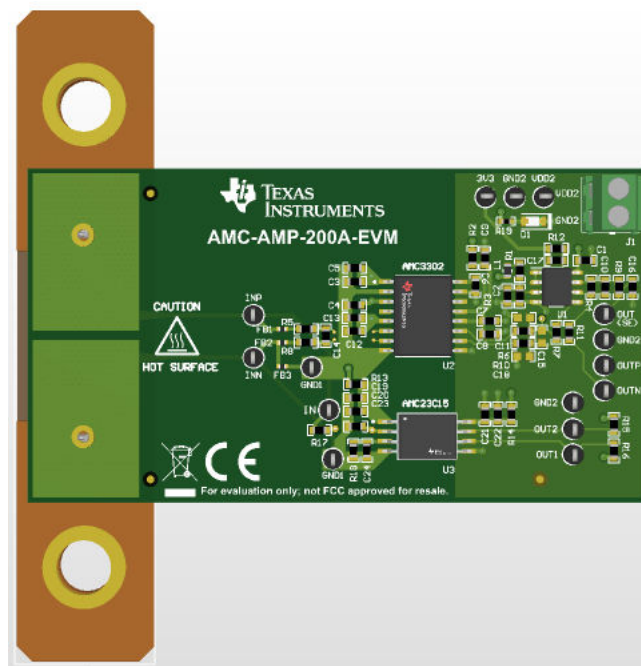


图 4-2. AMC-AMP-200A-EVM 顶部 PCB 图

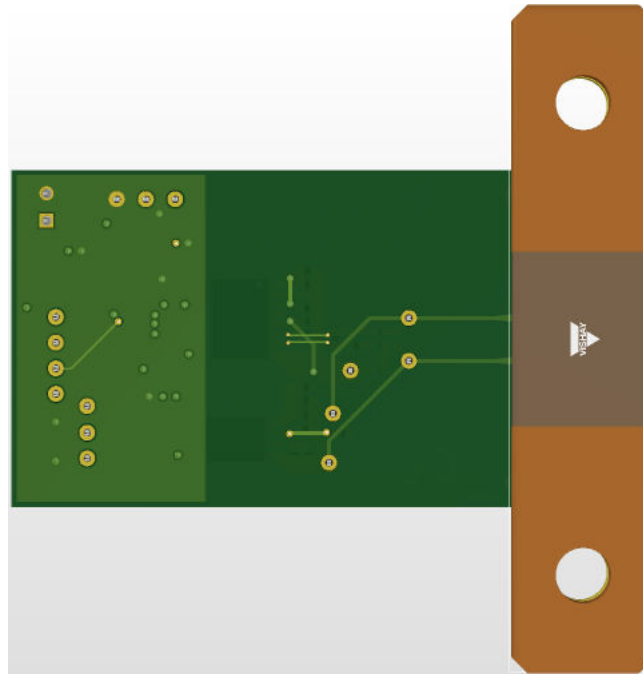


图 4-3. AMC-AMP-200A-EVM 底部 PCB 图

### 4.3 物料清单 (BOM)

| 位号                                                    | 说明                                                       | 制造商                  | 器件型号                        |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| 3V3、GND1、GND2、IN、INN、INP、OUT、OUT1、OUT2、OUTN、OUTP、VDD2 | 测试点, 微型, 黑色, TH                                          | Keystone Electronics | 5001                        |
| C1, C2                                                | 电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 100V, +/-10%, X7R, 0603             | MuRata               | GRM188R72A104KA35J          |
| C3、C7、C13                                             | 电容, 陶瓷, 1000pF, 50V, +/-10%, X7R, 0603                   | Kemet                | C0603C102K5RACTU            |
| C4、C6、C20、C21、C24                                     | 电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 25V, +/-10%, X7R, 0603              | AVX                  | 06033C104KAT2A              |
| C5、C8                                                 | 电容, 陶瓷, 1 $\mu$ F, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1级, 0603   | TDK                  | CGA3E1X7R1E105K080AC        |
| C9                                                    | 电容, 陶瓷, 10 $\mu$ F, 25V, +/-10%, X5R, 0603               | MuRata               | GRM188R61E106KA73D          |
| C10、C17                                               | 电容, 陶瓷, 51pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, AEC-Q200 1级, 0603     | MuRata               | GCM1885C1H510JA16D          |
| C12                                                   | 电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1级, 0603 | Kemet                | C0603C104K5RACAUTO          |
| C14                                                   | 电容, 陶瓷, 0.01 $\mu$ F, 25V, +/-10%, X7R, 0603             | Presidio 元件          | SR0603X7R103K1NT95(F)#M123A |
| C16                                                   | 电容, 陶瓷, 100pF, 50V, +/-1%, C0G/NP0, 0603                 | Kemet                | C0603C101F5GACTU            |
| C19、C22                                               | 电容, 陶瓷, 1 $\mu$ F, 25V, +/-10%, X7R, 0603                | AVX                  | 06033C105KAT2A              |
| C23                                                   | 电容, 陶瓷, 10pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0603                  | Kemet                | C0603C100J5GACTU            |
| D1                                                    | LED, 亮绿色, SMD                                            | Würth Elektronik     | 150080VS75000               |
| FB1、FB2、FB3                                           | WE-TMSB 微型多层抑制磁珠, 尺寸 0402, 1800Ohm, 0.21A                | Würth Elektronik     | 74269244182                 |
| J1                                                    | 端子块, 3.5mm, 2x1, 锡, TH                                   | Würth Elektronik     | 691214110002                |
| L1                                                    | 铁氧体磁珠, 1000 $\Omega$ @ 100MHz, 0.3A, 0603                | TDK                  | MMZ1608B102CTA00            |
| R1、R3、R7、R11                                          | 电阻, 10.0k, 0.1%, 0.1W, 0603                              | Yageo America        | RT0603BRD0710KL             |
| R2、R6、R10、R13、R14                                     | 电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603                                    | Yageo                | RC0603JR-070RL              |
| R4、R12                                                | 电阻, 7.87k, 0.1%, 0.1W, 0603                              | Yageo America        | RT0603BRD077K87L            |
| R5、R8、R9                                              | 电阻, 16.0, 0.5%, 0.1W, 0603                               | Yageo America        | RT0603DRE0716RL             |
| R15、R16                                               | 电阻, 4.7k, 5%, 0.1W, 0603                                 | Yageo                | RC0603JR-074K7L             |
| R17                                                   | 电阻, 10, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603                      | Vishay-Dale          | CRCW060310R0JNEA            |
| R18                                                   | 电阻, 680, 1%, 0.1W, 0603                                  | Yageo                | RC0603FR-07680RL            |

| 位号  | 说明                                                                                     | 制造商       | 器件型号                 |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------|
| R19 | 电阻, 510, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402                                                  | Panasonic | ERJ-2GEJ511X         |
| R20 | 250 $\mu\Omega$ $\pm$ 5% 36W 分流器, 电池专用电阻器金属元件 $\pm$ 110ppm/ $^{\circ}$ C 分流装置, 60mm 间距 | Vishay    | WSBS8518L2500JK20-ND |
| U1  | 适用于成本优化型系统的 2 通道、1MHz、RRIO、1.8V 至 5.5V 运算放大器, D0008A (SOIC-8)                          | 德州仪器 (TI) | TLV9002IDR           |
| U2  | 具有集成直流/直流转换器的高精度、 $\pm$ 50mV 输入、增强型隔离式放大器                                              | 德州仪器 (TI) | AMC3302DWE           |
| U3  | 具有可调节阈值的双路、快速响应、增强型隔离式窗口比较器, SOICW8                                                    | 德州仪器 (TI) | AMC23C15QDWVRQ1      |

## 5 其他信息

### 5.1 商标

Vishay™ is a trademark of Vishay Intertechnology, Inc.

Agilent™ is a trademark of Agilent Technologies, Inc.

ISA-WELD™ is a trademark of Isabellenhütte USA.

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 6 相关文档

- 德州仪器 (TI), [AMC3302 具有集成式直流/直流转换器的高精度、 \$\pm\$ 50mV 输入、增强型隔离式放大器](#), 数据表
- 德州仪器 (TI), [AMC23C15 具有可调节阈值的双路快速响应增强型隔离式窗口比较器](#), 数据表
- 德州仪器 (TI), [TLV900x 适用于成本敏感型系统的低功耗、RRIO、1MHz 运算放大器](#), 数据表
- 德州仪器 (TI), [衰减 AMC3301 系列辐射发射 EMI 的优秀实践](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [隔离式数据转换器的分流电阻器选型](#), 应用简介
- 德州仪器 (TI), [隔离式过流保护电路](#), 应用简介
- 德州仪器 (TI), [隔离式电流检测的设计注意事项](#), 模拟设计期刊
- 德州仪器 (TI), [具有  \$\pm\$ 250mV 输入范围和单端输出的隔离式电流检测电路](#) 模拟工程师电路手册。
- Isabellenhütte USA, [BVN \(1216\) ISA-WELD™ 精密电阻器](#), 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