

EVM User's Guide: XTR300EVM

XTR300 评估模块



说明

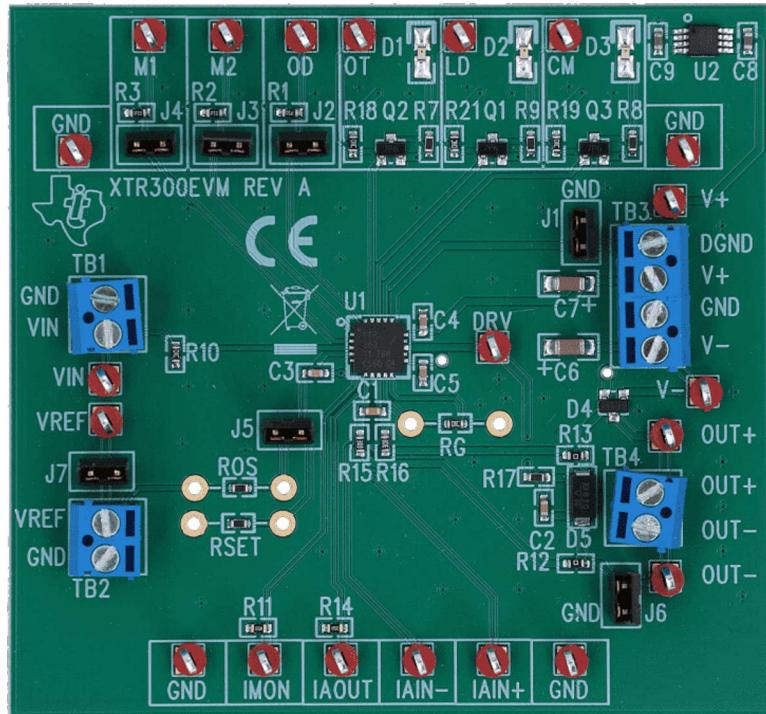
XTR300 评估模块 (EVM) 是用于评估 XTR300 的开发平台，XTR300 是一款适用于三线制电流或电压系统的精密输出驱动器。无需外部分流电阻。只需要外部增益设置电阻器和环路补偿电容器。

特性

- 小型 QFN 封装，易于处理。
 - 器件的所有引脚均易于接触。
 - 模式选择引脚易于配置，可在电压输出模式与电流输出模式之间切换。
 - 设有用于错误标志的 LED 指示灯。
 - 可选择使用 5V 稳压电源。
 - 具备输出保护和滤波电路。

应用

- 电机驱动模拟输出：4-20mA 和 $\pm 10V$
 - PLC 输出可编程驱动器
 - 工业高压 I/O
 - 三线传感器电流或电压输出
 - $\pm 10V$ 两线制和四线制电压输出



XTR300EVM

1 评估模块概述

1.1 简介

XTR300 是一款通用输出驱动器，适用于工业和过程控制应用。该器件可配置为电流输出或电压输出模式，且无需外部分流电阻。XTR300 所需外部电路极少，仅需几个增益设定电阻和一个环路补偿电容。XTR300 具备独立的驱动器和接收器通道，灵活性更高。在电压输出模式下，内置仪表放大器 (IA) 通常用于远程电压检测。此外，该仪表放大器也可作为高压、高阻抗测量通道使用。在电压输出模式下，器件会提供输出电流的副本，便于测试负载状态及最终计算负载电阻。在电流输出模式下，可对负载电压进行监测。

XTR300 器件通过错误标志引脚和数字控制引脚，实现配置与通知功能。利用数字输出选择功能，结合错误标志引脚与监测器引脚，可进行远程配置和故障排除。输出和 IA 输入的故障情况以及过热情况由错误标志指示。监测引脚 IMON 和 IAOUT 可提供关于负载功率或阻抗的持续反馈。为提供额外保护，器件内部限制了最大输出电流，并具备热保护功能。

XTR300EVM 重点展示了 XTR300 的多种配置方式。该 EVM 允许用户修改输入、配置引脚及辅助电路，以测试和评估预期性能。

本用户指南介绍了 XTR300 评估模块 (EVM) 的特性和运行状态。本文档还介绍了硬件的设置与配置方法，并综述了该器件运行作的各个方面。本文档中的评估板、评估模块和 EVM 等所有术语均指 XTR300EVM。本用户指南还包含有关操作过程、输入或输出连接、电气原理图、印刷电路板 (PCB) 布局图和 EVM 器件列表的信息。

1.2 XTR300EVM 套件内容

表 1-1 详细说明了 XTR300EVM 套件的内容。

表 1-1. XTR300EVM 套件的内容

条目	数量
XTR300EVM PCB 评估板	1

1.3 规格

XTR300EVM 提供以下功能：

- 可选输出模式
- 启用或禁用输出
- 轻松查看以下错误事件：
 - 在温度范围内
 - 负载错误
 - 输入放大器共模超限

1.4 器件信息

该 EVM 使用 XTR300 器件而构建，采用带散热焊盘的 20 引脚 VQFN 封装。

2 硬件

2.1 评估设置

如果要设置 XTR300EVM，请执行以下操作：

1. 根据输出模式配置设置跳线，详情请参阅 [节 2.4](#)。
2. 将电源 (V+、V- 和 GND) 连接至 TB3 或标记为 V+、V- 和 GND 的测试点。
3. 将输出负载连接至 TB4 或标记为 OUT+ 和 OUT- 的测试点。
4. 将输入信号连接至 TB1，或标记为 VIN 的测试点以及任意一个 GND 测试点。
5. 如有需要，将基准电压连接至 TB2 或标有 VREF 的测试点以及任意一个 GND 测试点。
 - a. 默认情况下，此基准由板载提供。
6. 打开电源。
7. 如有需要，打开基准电压电源。
8. 开启输入信号。
9. 测量输出。

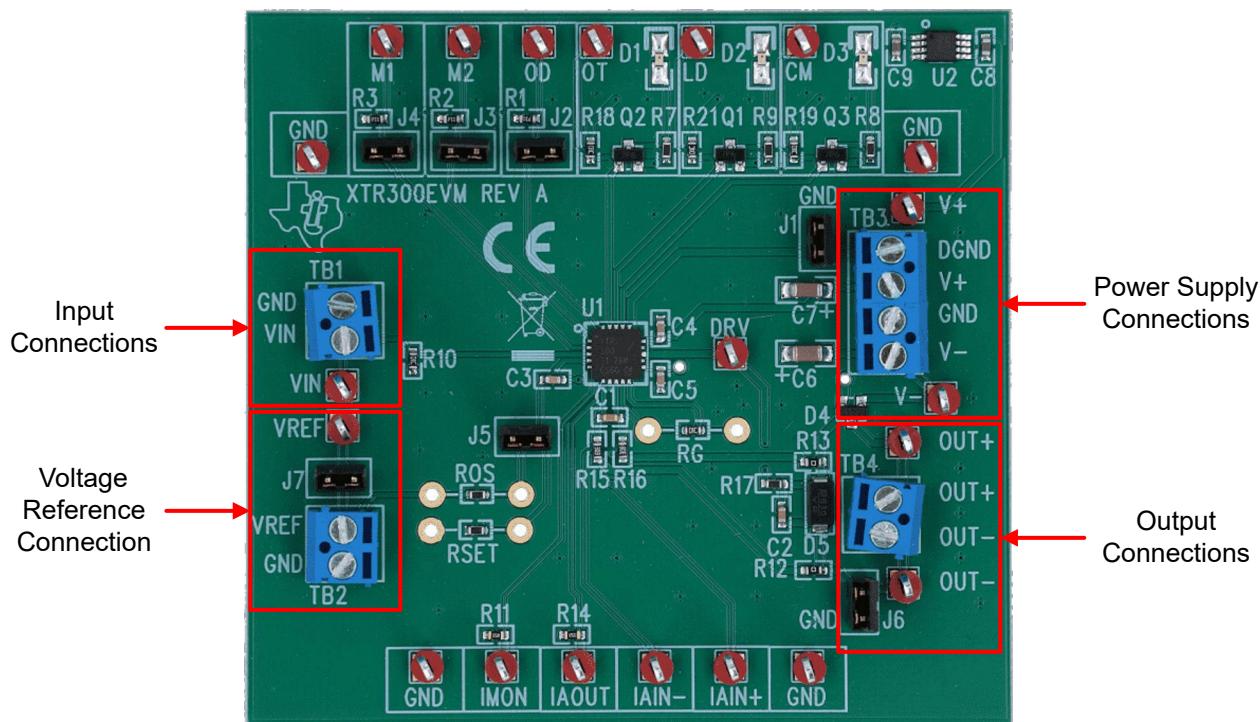


图 2-1. 电源、输入、输出及基准电压的连接位置

2.2 跳线配置设置

XTR300EVM 上有七个跳线。[表 2-1](#) 中描述了这些函数。

表 2-1. 跳线设置

跳线	功能
J1	将数字接地引脚 (DGND) 连接至 GND
J2	将输出禁用引脚 (OD) 拉高，启用输出
J3	将模式选择引脚 (M2) 拉高
J4	将模式选择引脚 (M1) 拉高
J5	为 VIN 信号施加偏移失调量。与 VREF 配合使用，以通过单端输入产生双向输出
J6	将 OUT- 接地
J7	将板载 5V 基准连接至 VREF

2.3 特性

2.3.1 输入信号

端子块 TB1 用于同相输入信号 VIN。有效输入范围为 -10V 至 +10V。但是 EVM 当前配置适用于 0V 至 5V 或 $\pm 5V$ 输入信号。连接至 VIN 的测试点位于 TB1 旁边。

2.3.2 基准电压

需要基准电压才能从单端源生成双向输出。XTR300EVM 支持使用外部或板载 5V 基准电压。要使用板载基准电压，需要短接 J7。

要使用外部基准电压，请将电压施加到端子块 TB2。在施加外部基准电压之前，请确保移除分路器 J7。

2.3.3 XTR300EVM 输出

XTR300EVM 的输出位于端子块 TB4 上。XTR300 的输出级由仪表放大器 (IA, 对应 IAIN- 和 IAIN+) 和独特的运算放大器 (DRV) 组成，二者组合在一起形成一个模拟输出，该输出可通过数字配置，以向 TB4 提供电流或电压输出。OUT+ 和 OUT- 也连接至 TB4 附近的测试点。

2.3.4 错误标志

XTR300 有三个错误标志来指示何时发生了特定的错误，如 [表 2-2](#) 中所述。

表 2-2. 错误标志

错误标志	说明
EF _{CM}	仪表放大器 (IA) 的共模过范围故障引脚：一旦 IA 的输入达到输入电压线性运行的限值，该引脚电平就会变为低电平。
EF _{LD}	负载错误标志故障引脚：用于指示向负载输出电压或电流时出现的故障状态。在电压输出模式下，该器件监测由短路或低负载电容引起的输出摆幅电压限制和电流限制情况。在电流输出模式下，该标识警报指示高负载电阻或开路负载导致电源轨饱和。
EF _{OT}	过温故障引脚：当芯片温度达到 140°C 时，该引脚电平变为低电平；当芯片冷却至 125°C 时，引脚电平立即复位。此标识不会自动关闭输出，而是允许用户系统针对该情况采取应对措施。如果有需要，可将该输出端连接至输出禁用端 (OD)，从而禁用输出并切断电源来源。此连接方式可实现类似自动关闭的功能，但需外接一个 2.2kΩ 的上拉电阻，以安全屏蔽内部电流源的影响。IA 通道不受影响，因此可持续监测输出端电压。

当 XTR300 出现过热故障、负载错误故障或 IA 共模过范围故障时，LED D1、D2、D3 会分别点亮。此外，也可在 LD、OT 和 CM 测试点监测各错误标志的电压状态。

2.3.5 IMON：电流监测器输出

电压模式下，IMON 引脚会产生一个电流镜像，生成输出电流的精确 1/10 副本，如 [方程式 1](#) 所示。

$$IMON = \frac{I_{DRV}}{10} \quad (1)$$

如需将 IMON 转换为电压信号，可使用一个电阻 (R11)，如 [方程式 2](#) 所示。默认情况下，R11 为 750Ω。

$$V_{IMON} = IMON \times R11 \quad (2)$$

标有 IMON 的测试点可方便读取 IMON 引脚的监测状态。

2.3.6 IAOUT：电压监控器

XTR300 内置仪表放大器，在电流模式工作时，可通过观察 IAOUT 引脚来监测输出电压。IAOUT 引脚具有传递功能，如 [方程式 3](#) 所示。

$$IA_{OUT} = 2 \times \frac{(I_{AIN+} - I_{AIN-})}{RG} \quad (3)$$

默认情况下，RG 电阻器设置为 10kΩ。

如需将 IAOUT 转换为电压信号，可使用一个电阻 (R14)，如 [方程式 4](#) 所示。默认情况下，R14 的阻值为 750Ω。

$$V_{IAOUT} = IAOUT \times R14 \quad (4)$$

标有 IAOUT 的测试点可方便读取 IAOUT 引脚的监测状态。

2.3.7 其他测试点

- M1 和 M2 分别连接至 XTR300 的 M1 和 M2 模式选择引脚。
- OD 连接至 XTR300 的输出禁用 (OD) 引脚。
- IAIN- 是 IA 的反相输入。
- IAIN+ 是 IA 的非反相输入。

2.4 输出模式配置

本节描述了 XTR300EVM 的四种配置，这些配置可用于评估 XTR300 的基本功能。

2.4.1 电流模式配置

2.4.1.1 单端电流输出

第一种电流模式配置可通过单端输入产生单端输出。此配置的跳线设置列于 [表 2-3](#) 中。电流输出可通过 [方程式 5](#) 中的传递函数计算得出：

$$I_{OUT} = \frac{10}{R_{SET}} \times V_{IN} \quad (5)$$

RSET 的默认 EVM 值为 $2.5\text{k}\Omega$ 。

表 2-3. 单端电流输出跳线设置

跳线	功能
J1	开启
J2	开启
J3	开启
J4	关闭
J5	关闭
J6	关闭
J7	关闭

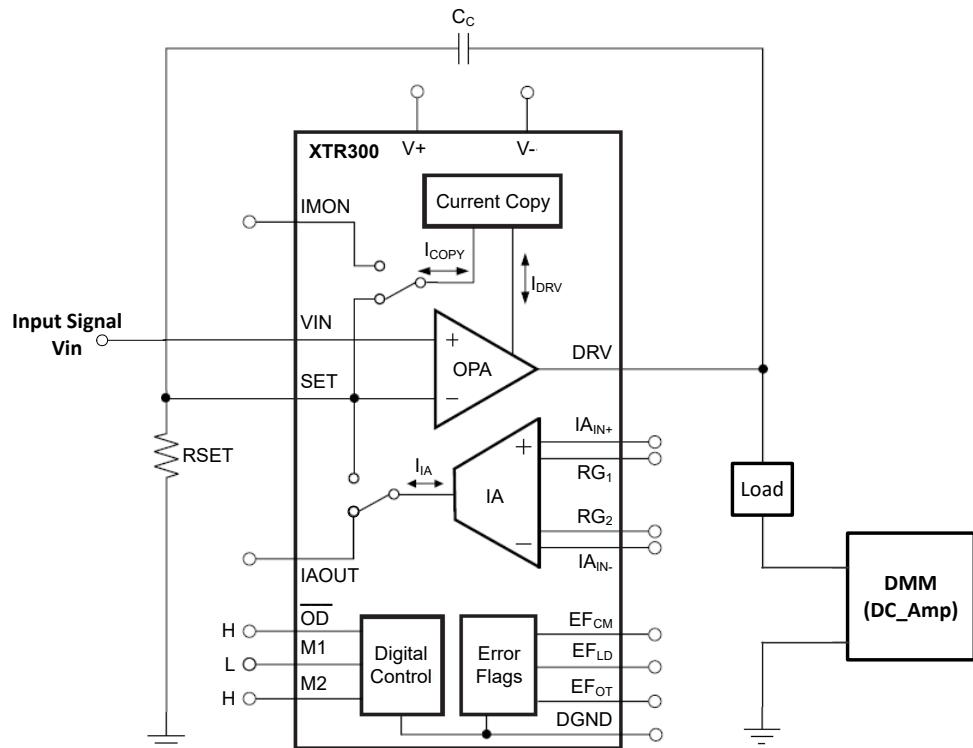


图 2-2. XTR300 单端电流输出配置电路图

图 2-3 显示了如何将 XTR300EVM 设置为单端电流输出模式。将负载连接至 TB4 的 OUT+ 和 GND 之间。对 V+ 和 V- 施加 $\pm 15V$ 电压。将 5V 信号连接至 VIN。将数字万用表 (DMM) 与负载串联，测量流经负载的电流。使用默认的电路板值时，流经负载的电流约为 20mA。

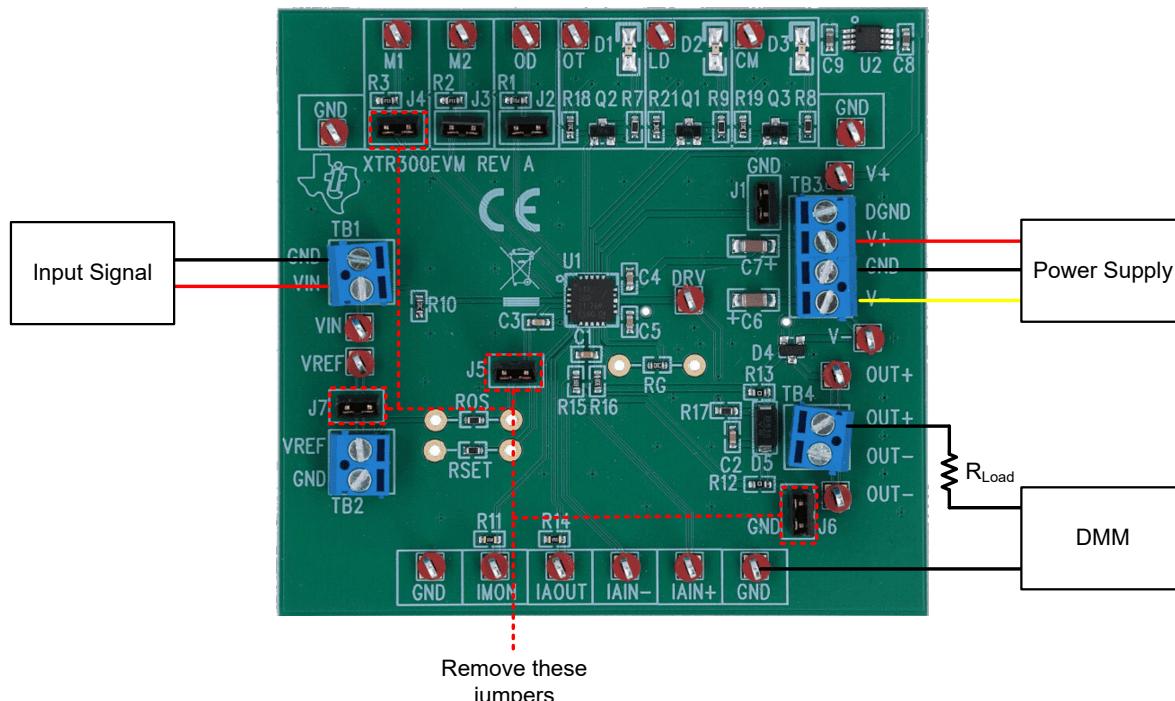


图 2-3. XTR300EVM 单端电流输出配置设置

2.4.1.2 双向电流输出

第二个电流输出配置通过单端输入产生双向输出。此配置的跳线设置列于 表 2-4 中。输出电流可通过 方程式 6 中的传递函数计算得出：

$$I_{OUT} = 10 \times \left(\frac{V_{IN}}{R_{SET}} + \frac{V_{IN} - V_{REF}}{R_{OS}} \right) \quad (6)$$

默认 EVM 配置将 R_{SET} 设置为 $2.5\text{k}\Omega$ ，将 R_{OS} 设置为 $2.5\text{k}\Omega$ 。

表 2-4. 双向电流输出跳线设置

跳线	功能
J1	开启
J2	开启
J3	开启
J4	关闭
J5	开启
J6	关闭
J7	断开或接通 ⁽¹⁾

(1) 如果使用外部基准，J7 必须处于断开状态；如果要使用内部基准，J7 必须处于接通状态。

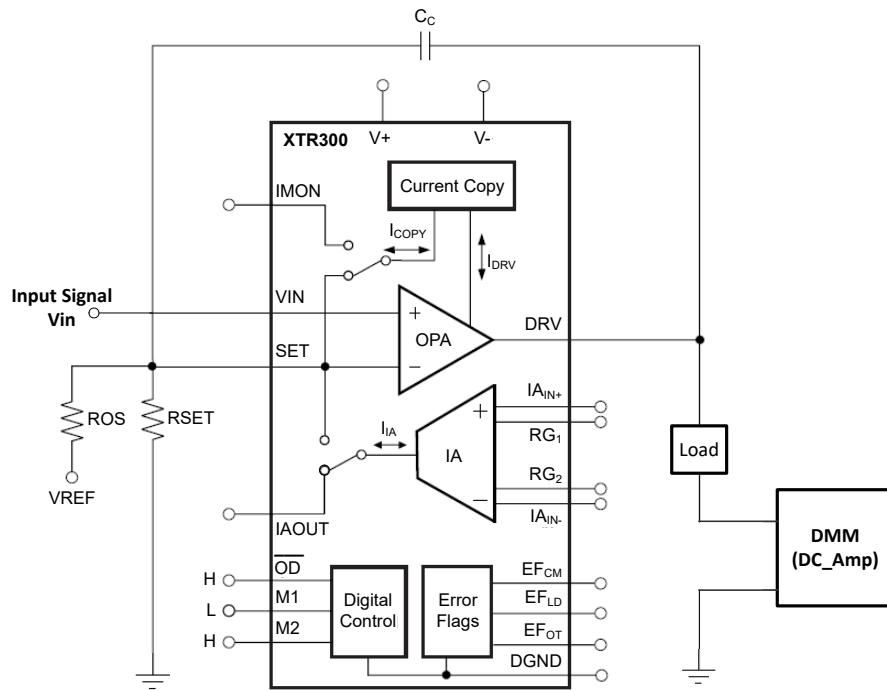


图 2-4. XTR300 双向电流输出配置电路图

图 2-5 显示了如何在电压输出模式下将 XTR300EVM 设置为双向电流输出模式。将负载连接至 TB4 的 OUT+ 和 GND 之间。对 V_+ 和 V_- 施加 $\pm 15\text{V}$ 电压。将 5V 信号连接至 V_{IN} 。将 5V 基准连接至 V_{REF} 。如果没有外部基准电压，可连接 J7 以施加 5V 的板载基准电压。将数字万用表 (DMM) 与负载串联，测量流经负载的电流。使用默认电路板值时，流经负载的电流约为 20mA 。如果向 V_{IN} 施加 0V 信号，则流经负载的电流约为 -20mA 。

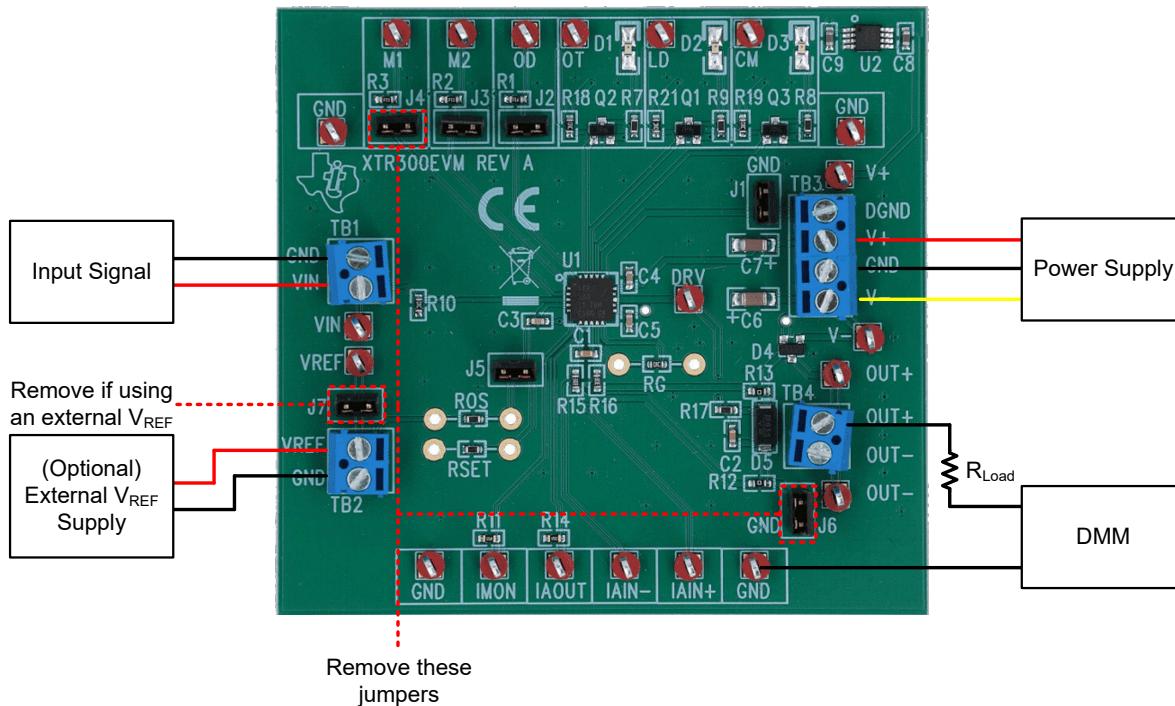


图 2-5. XTR300EVM 双向电流输出配置设置

2.4.1.3 验证电流模式下可接受的负载

验证 XTR300 是否能在特定应用中驱动电阻负载。要计算该值，需要考虑两个限值，即输出电压摆幅和输出电流限值。

输出电流限值由最小短路电流限值决定，该参数可在 的数据表中找到 $I_{SC\text{Min}} = \pm 24.5\text{mA}$ 。在电流模式下，输出电流由用户设置并可直接控制。其余计算均围绕输出电压摆幅限值展开。

输出电压摆幅限值与电源电压直接相关。如 [方程式 7](#) 所示，输出电压相对于电源轨的摆幅最大仅为 3V。

$$(V-) + 3 \leq V_{\text{OUT_LIMIT_RANGE}} \leq (V+) - 3 \quad (7)$$

在电流模式下，用户需验证：无论选择何种输出电流范围，接入系统负载后均不得超出输出电压限值。如 [方程式 8](#) 和 [方程式 9](#) 所示，可利用欧姆定律计算输出电流范围所需的最小及最大输出电压。

$$V_{\text{OUT_MIN}} = I_{\text{OUT_MIN}} \times R_{\text{LOAD}} \quad (8)$$

$$V_{\text{OUT_MAX}} = I_{\text{OUT_MAX}} \times R_{\text{LOAD}} \quad (9)$$

如果输出电压超出 [方程式 7](#) 设定的输出电压限值，则 XTR300 在这些条件下无法驱动该负载。

例如，在 $V+=15\text{V}$ 、 $V-= -15\text{V}$ 、 $R_{\text{LOAD}}=1\text{k}\Omega$ 并且需要从 0mA 到 20mA 的输出电流的系统中，为了验证输出是否不饱和，首先通过将电源轨插入 [方程式 7](#)，评估可接受的输出电压范围。在此示例中，输出可提供的电压范围为 $-12\text{V} \leq V_{\text{OUT_LIMIT_RANGE}} \leq 12\text{V}$ 。

将 0mA、20mA 和 $1\text{k}\Omega$ 插入 [方程式 10](#) 和 [方程式 11](#)，计算结果如下：

$$V_{\text{OUT_MIN}} = 0\text{V} \quad (10)$$

且

$$V_{\text{OUT_MAX}} = 20\text{V} \quad (11)$$

本示例中，所需的最大输出电压超出了 XTR300 的输出能力，因此最大输出电流降至 12mA。

2.4.2 电压模式配置

2.4.2.1 单端电压输出

第一种电压模式配置可通过单端输入产生单端输出。此配置的跳线设置列于 [表 2-5](#) 中。电压输出可通过 [方程式 12](#) 中所示的传递函数计算得出：

$$V_{OUT} = \frac{RG \times VIN}{2 \times RSET} \quad (12)$$

默认 EVM 配置将 RG 设置为 $10k\Omega$ ，将 RSET 设置为 $2.5k\Omega$ 。

表 2-5. 单端电压输出跳线设置

跳线	功能
J1	开启
J2	开启
J3	关闭
J4	关闭
J5	关闭
J6	开启
J7	关闭

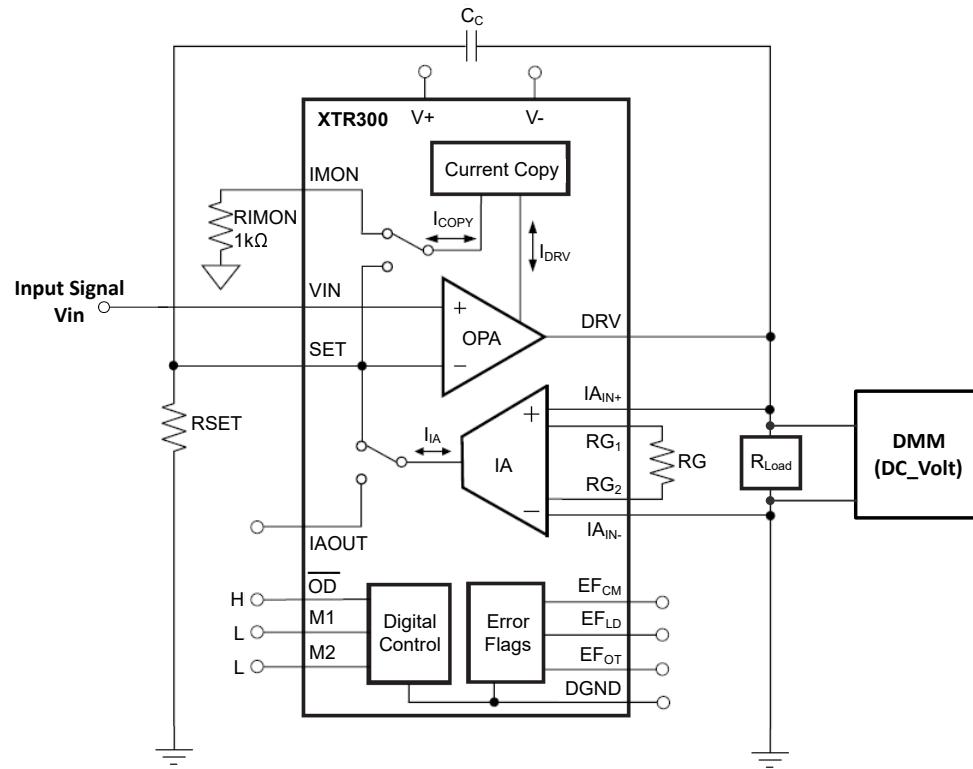


图 2-6. XTR300 单端电压输出配置电路图

[图 2-7](#) 显示了如何将 XTR300EVM 设置为单端电压输出模式。将负载连接至 TB4 的 OUT+ 和 OUT- 之间。对 V+ 和 V- 施加 $\pm 15V$ 电压。向 VIN 施加 5V 信号。在默认板载值情况下，TB4 两端的电压必须为 10V。

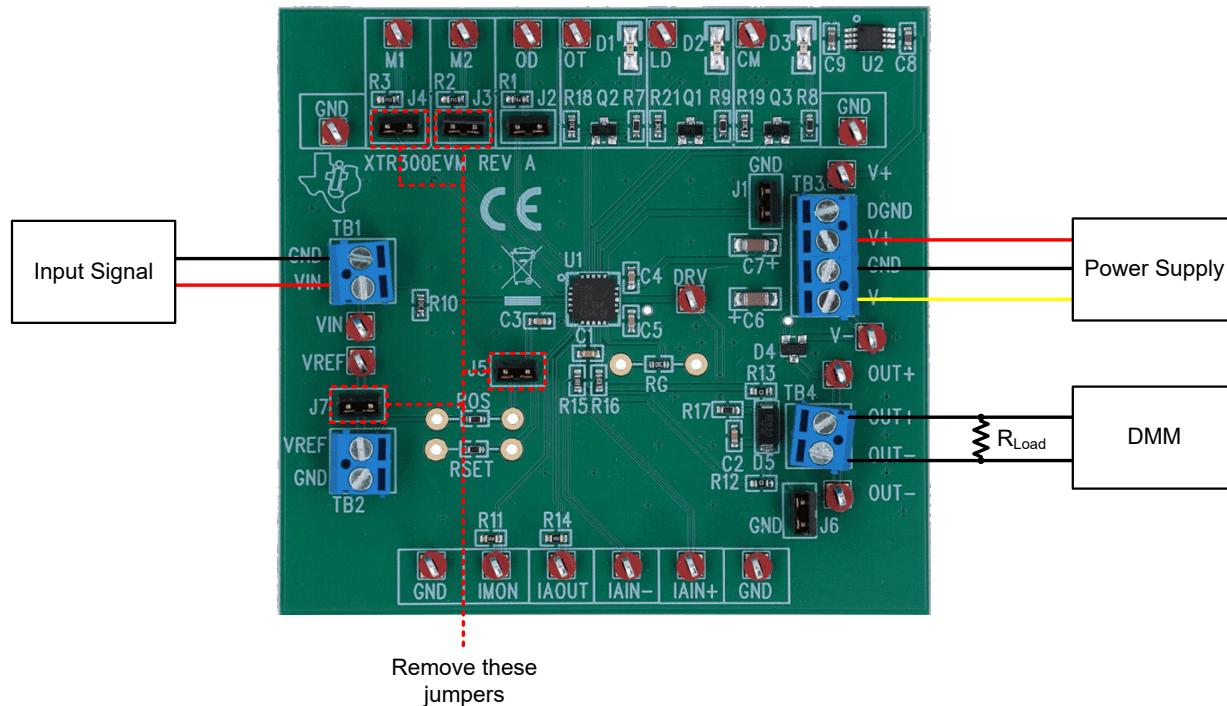


图 2-7. XTR300EVM 单端电压输出配置设置

2.4.2.2 双向电压输出

第二种电压模式配置可通过单端输入产生双向输出。此配置的跳线设置列于 表 2-6 中。电压输出可通过 方程式 13 中的传递函数计算得出：

$$V_{OUT} = \frac{RG}{2} \left(\frac{VIN}{RSET} + \frac{VIN - VREF}{ROS} \right) \quad (13)$$

默认 EVM 配置将 RG 设置为 $10k\Omega$ ，将 RSET 设置为 $2.5k\Omega$ ，将 ROS 设置为 $2.5k\Omega$ 。

表 2-6. 双向电压输出跳线设置

跳线	功能
J1	开启
J2	开启
J3	关闭
J4	关闭
J5	开启
J6	开启
J7	开启 ⁽¹⁾

(1) 如果使用外部基准，J7 必须处于断开状态；如果要使用内部基准，J7 必须处于接通状态。

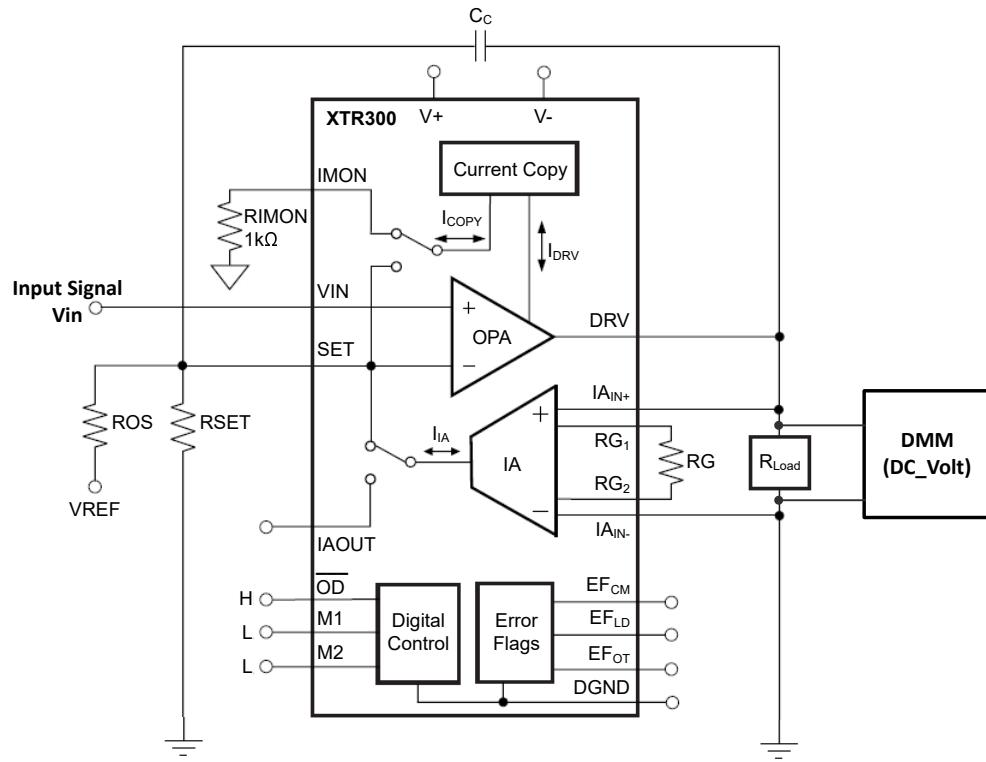


图 2-8. XTR300 双向电压输出配置电路图

图 2-9 显示了如何将 XTR300EVM 设置为双向电压输出模式。将负载连接至 TB4 的 OUT+ 和 OUT- 之间。将 $\pm 15V$ 电压连接至 V+ 和 V-。向 VIN 施加 5V 信号。将 5V 基准电压连接至 VREF。如果没有外部基准电压，则可以在 J7 上放置一个分路器，以施加 5V 的板载基准电压。在此配置和电路板默认值下，TB4 两端的电压为 10V。如果向 VIN 施加 0V 信号，TB4 两端的电压约为 -10V。

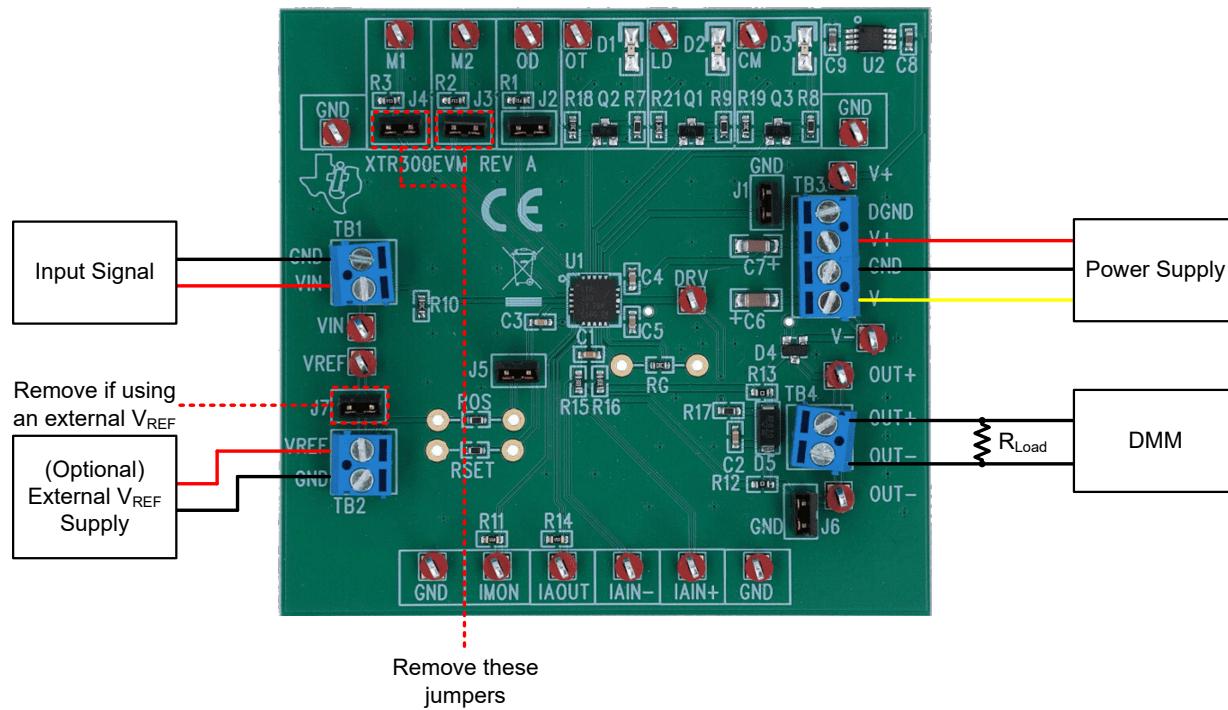


图 2-9. XTR300EVM 双向电压输出配置屏幕截图

2.4.2.3 验证电压模式下可接受的负载

验证 XTR300 是否能在特定应用中驱动电阻负载。要计算该值，需要考虑两个限值，即输出电压摆幅和输出电流限值。

输出电压摆幅限值与电源电压直接相关。如 [方程式 14](#) 所示，输出电压相对于电源轨的摆幅最大仅为 3V。

$$(V-) + 3 \leq V_{OUT_LIMIT_RANGE} \leq (V+) - 3 \quad (14)$$

在电压模式下，输出电压由用户设置并可直接控制。

输出电流摆幅限值由最小短路电流限值决定，该参数可在数据手册中查询：

$$I_{SC_{MIN}} = \pm 15\text{mA} \quad (15)$$

在电压模式下，用户需验证：无论选择何种输出电压范围，接入系统负载后均不得超出输出电流限值。如 [方程式 16](#) 和 [方程式 17](#) 所示，可利用欧姆定律计算输出电压范围所需的最小及最大输出电流。

$$I_{OUT_{MIN}} = \frac{V_{OUT_{MIN}}}{R_{LOAD}} \quad (16)$$

$$I_{OUT_{MAX}} = \frac{V_{OUT_{MAX}}}{R_{LOAD}} \quad (17)$$

如果输出电流超过 $\pm 15\text{mA}$ 的输出电流限制，则 XTR300 在这些条件下无法驱动负载。

例如，在 $V+=15\text{V}$ 、 $V-= -15\text{V}$ 、 $R_{LOAD}=200\Omega$ 并且需要从 0V 到 10V 输出电压的系统中，为了验证输出是否不饱和，首先通过将电源轨插入 [方程式 7](#)，评估可接受的输出电压范围。在此示例中，输出能够产生的电压范围...

$$-12\text{V} \leq V_{OUT_LIMIT_RANGE} \leq 12\text{V} \quad (18)$$

这可确认未超出输出电压限值。

将 0V、10V 和 200Ω 插入 [方程式 16](#) 和 [方程式 17](#)，计算结果如下：

$$I_{OUT_{MIN}} = 0\text{mA} \quad (19)$$

且

$$I_{OUT_{MAX}} = 50\text{mA} \quad (20)$$

本示例中，所需的最大输出电流超出了 XTR300 的输出能力，因此最大输出电压降至 3V。

2.5 电源要求

端子块 TB3 包含正负电源连接 $V+$ 和 $V-$ ，以及模拟接地 (GND) 和数字接地 (DGND) 连接。模拟电源电压的有效范围为 $\pm 10\text{V}$ 至 $\pm 20\text{V}$ 。电源通过器件附近的 $10\mu\text{F}$ 和 $0.1\mu\text{F}$ 陶瓷电容器实现去耦。XTR300EVM 还包含位于 TB3 旁边的正负电源以及 GND 连接的测试点。

3 硬件设计文件

3.1 原理图

图 3-1 显示了 XTR300EVM 测试板的原理图。

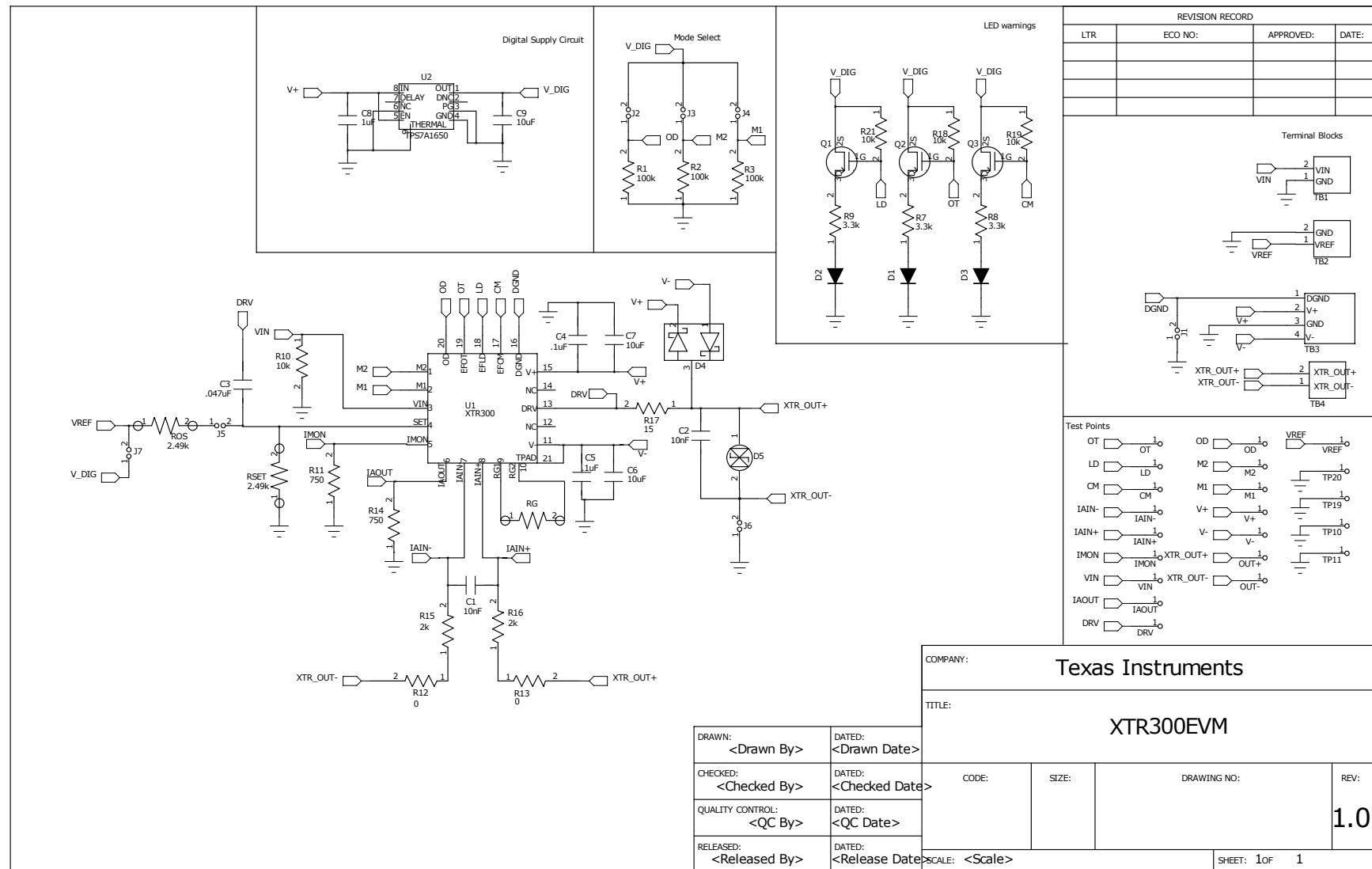


图 3-1. XTR300EVM 原理图

3.2 XTR300EVM 顶层丝印

图 3-2 显示了 XTR300EVM 的顶层丝印和焊料。

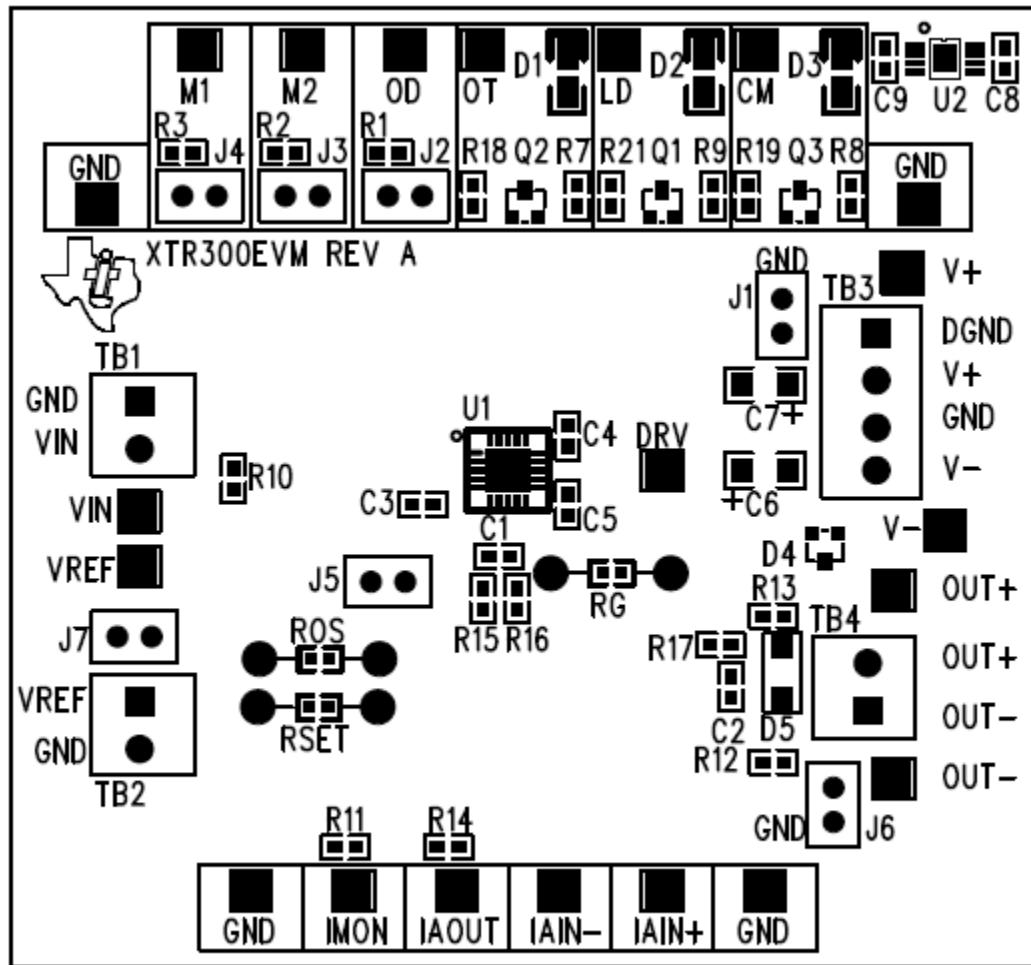


图 3-2. XTR300EVM 顶层丝印

3.3 物料清单

表 3-1 列出了 XTR300EVM 板的物料。

表 3-1. XTR300EVM 物料清单

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
!PCB1	1		印刷电路板		XTR300EVM 修订版 A	不限
C1、C2	2	10nF	电容, 陶瓷, 10000PF, 50V, 10% X7R 0603	0603	GRM188R71H103K A01D	Murata
C3	1	0.047μF	电容, 陶瓷, 0.047μF, 50V, 10% X7R 0603	0603	GRM188R71H473K A61D	Murata
C4、C5	2	0.1μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, 10% X7R 0603	0603	GRM188R71H104K A93D	Murata
C6、C7	2	10μF	电容, 陶瓷, 10μF, 50V, 10% X5R 1206	1206	C3216X5R1H106K1 60AB	TDK
C8	1	1μF	电容, 陶瓷, 1μF, 50V, 10% X5R 0603	0603	C1608X5R1H105K0 80AB	TDK
C9	1	10μF	电容, 陶瓷, 10μF, 10V, 10% X5R 0603	0603	C1608X5R1A106K0 80AC	TDK
CM、DRV、GND、 IAIN-、IAIN+、 IAOUT、IMON、 LD、M1、M2、 OD、OT、OUT-、 OUT+、VIN、 VREF、V-、V+	21		测试点 PC 紧凑型 0.063"D 红色	红色紧凑型测试点	5005	Keystone Electronics
D1、D2、D3	3	红色	LED 红色高亮度 ESS SMD	SMD	LNJ237W82RA	Panasonic Electronic
D5	1	40V	二极管 TVS 40V 400W BIDIR 5% SMA	SMA	SMAJ400CA	Littelfuse Inc
D4	1	40V	二极管阵列肖特基 40V SOT23	SOT23	BAS40-04-E3-08	Vishay Semiconductors
J1、J2、J3、J4、 J5、J6、J7	1		CONN HEADER 50POS 0.100" SGL 金色	CONN HEADER 50POS 0.100" SGL 金色	TSW-150-07-G-S	Samtec Inc
Q1、Q2、Q3	3	60V	MOSFET P 沟道 60V 900MA SOT23-3	SOT23-3	ZXMP6A13FTA	Diodes Inc
ROS、RSET	2	2.49k	电阻 2.49K OHM 1/10W 1% 0603 SMD	0603	ERJ-3EKF2491V	Panasonic Electronic
R11、R14	2	750	电阻 750 OHM 1/10W 1% 0603 SMD	0603	ERJ-3EKF7500V	Panasonic Electronic
R15、R16	2	2k	电阻 2.00K OHM 1/10W 1% 0603 SMD	0603	ERJ-3EKF2001V	Panasonic Electronic
R12、R13	2	0	电阻 0.0 OHM 1/10W 0603 SMD	0603	ERJ-3GEY0R00V	Panasonic Electronic
R17	1	15	电阻 15.0 OHM 1/10W 1% 0603 SMD	0603	ERJ-3EKF15R0V	Panasonic Electronic
R1、R2、R3	3	100k	电阻 100K OHM 1/10W 1% 0603 SMD	0603	ERJ-3EKF1003V	Panasonic Electronic
R7、R8、R9	3	3.3k	电阻 3.3K OHM 1/10W 1% 0603 SMD	0603	ERJ-3EKF3301V	Panasonic Electronic
R19、R18、R21、 RG	4	10k	电阻 10.0K OHM 1/10W 1% 0603 SMD	0603	ERJ-3EKF1002V	Panasonic Electronic
TB1、TB2、TB3、 TB4	5		端子块 2 位置侧 ENT 3.5MM	端子块 2 位置侧 ENT 3.5MM	1776275-2	TE Connectivity
不适用	7		带手柄 2 位置 30AU 的分路器 LP	带手柄 2 位置 30AU 的分路器 LP	881545-2	TE Connectivity
U1	1		IC 模拟电流/伏输出 DVR 20VQFN	RGW0020A	XTR300AIRGWT	德州仪器 (TI)
U2	1		IC REG LDO 5V 0.1A 8MSOP	DGN0008C	TPS7A1650DGNR	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 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI) , [XTR300 工业模拟电流或电压输出驱动器数据表](#)
- 德州仪器 (TI) , [XTR305 工业模拟电流或电压输出驱动器数据表](#)

6 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 A (February 2013) to Revision B (October 2025)	Page
• 更新了整个文档中的所有图.....	0
• 单输入已重命名为输入信号	4
• 添加了错误标志一节.....	4
• 添加了 <i>IMON</i> ：电流监测器输出部分.....	4
• 添加了 <i>IAOUT</i> ：电压监控器部分.....	4
• 添加了“验证电流模式下可接受的负载”一节.....	8
• 添加了“验证电压模式下可接受的负载”一节.....	12
• 已加载改正的 BOM.....	15

Changes from Revision * (February 2006) to Revision A (February 2013)	Page
• 将整个用户指南更新更改为新版本.....	1

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出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