



Karan Kotadia, Shreyas Rao

摘要

本应用报告讨论了 SPI、UART 和 JTAG 接口标准，还包括使用 2N7001T 和 AXC 系列转换器进行电压电平转换，以及在可视门铃和无线扬声器终端设备中的使用示例。

内容

1 引言.....	2
2 常见接口和 2N7001T 实现.....	3
3 串行外设接口 (SPI).....	3
4 通用异步接收发送 (UART).....	5
5 联合测试行动组 (JTAG).....	7
6 其他资源.....	8
7 修订历史记录.....	8

插图清单

图 1-1. 2N7001T DCK (SC-70) 封装.....	2
图 1-2. 2N7001T DPW (X2SON) 封装.....	2
图 2-1. 使用 2N7001T 进行电压转换以驱动 LED.....	3
图 3-1. 使用 SN74AXC4T245 和 2N7001T 器件的 SPI 接口.....	4
图 3-2. 可视门铃中的 SPI 接口.....	5
图 4-1. 使用 2N7001T 器件的双线制 UART 接口.....	5
图 4-2. 无线扬声器中的 UART 接口.....	6
图 5-1. 使用 2N7001T 器件的 JTAG 接口.....	7
图 5-2. 园区和分支交换机中的 JTAG 转换.....	8

表格清单

表 1-1. 2N7001T 特性.....	2
表 3-1. SPI 接口.....	3
表 5-1. JTAG 接口.....	7

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

2N7001T 是一款单位单向电平转换器器件，该电压信号转换器采用两个独立可配置的电源轨对单向信号进行升压/降压转换，可帮助系统设计人员构建单向电平转换解决方案，而且与分立电平转换实现方案相比，元件数量和布板空间有所减少。该器件的主要特性列于表 1-1 中：

表 1-1. 2N7001T 特性

参数	2N7001T
电压支持	1.65V 至 3.6V
数据速率	100Mbps
驱动强度	12mA
I _{CC} (AXC1T, 在 125°C 时)	14μA
ESD 等级	2kV HBM、1kV CDM
工作温度	-40°C 至 125°C
电源时序	不需要
I _{off} 局部断电	支持
封装	SC-70 (DCK) 和 X2SON (DPW)

对于在不同电压电平下运行的两个器件而言，如需在两者之间进行通信，信号电平转换是必不可少的步骤。一个常见的电平转换示例是 1.8V 处理器 I/O 与工作电压为 3.3V 的外设 I/O 之间的通信。由于 2N7001T 器件采用缓冲架构，该器件有助于实现出色的电平转换解决方案。请观看 [2N7001T 简介](#)，并参阅应用报告《[分立式 FET 电压转换的常见风险和 TI 集成式 2N7001T 电平转换器的优势](#)》。

该器件可用于通用通信接口标准，例如串行外设接口 (SPI)、通用异步接收发送 (UART)、联合测试行动组 (JTAG) 或通用输入输出 (GPIO) 引脚（例如使能或重启）。下面几个部分将讨论这些接口的基础知识以及具有这些标准接口的 2N7001T 电平转换器的工作原理，此外，还会介绍在楼宇自动化（如可视门铃）和个人电子产品应用（如无线扬声器）中进行的电平转换示例。图 1-1 和图 1-2 所示为 2N7001T 器件采用的引线式 SC-70 DCK 封装和无引线 X2SON DPW 封装。

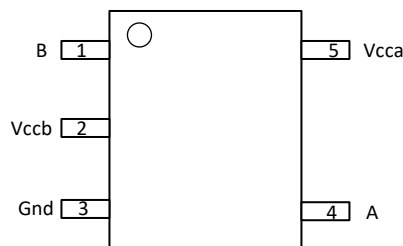


图 1-1. 2N7001T DCK (SC-70) 封装

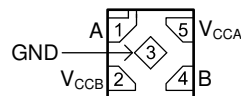


图 1-2. 2N7001T DPW (X2SON) 封装

2 常见接口和 2N7001T 实现

2.1 通用输入输出 (GPIO)

当信号从一个器件的输出端发送到接口器件的输入端时，两个器件之间便会发生通信；然而，核心器件和外设可能在不同的电压电平下工作，这便是需要在它们之间使用电平转换器来促进通信的原因。如果所需的信号没有转入核心器件的工作电压，则会影响通信的可靠性。2N7001T 为公共控制 I/O 信号（如使能或重启）电压转换提供了一种良好的解决方案。图 2-1 所示为时钟缓冲、电源正常状态、错误标志、复位、存储器错误、处理器过热、LED 和显示器驱动信号，它们是经常需要进行电平转换的其他常见信号类型。

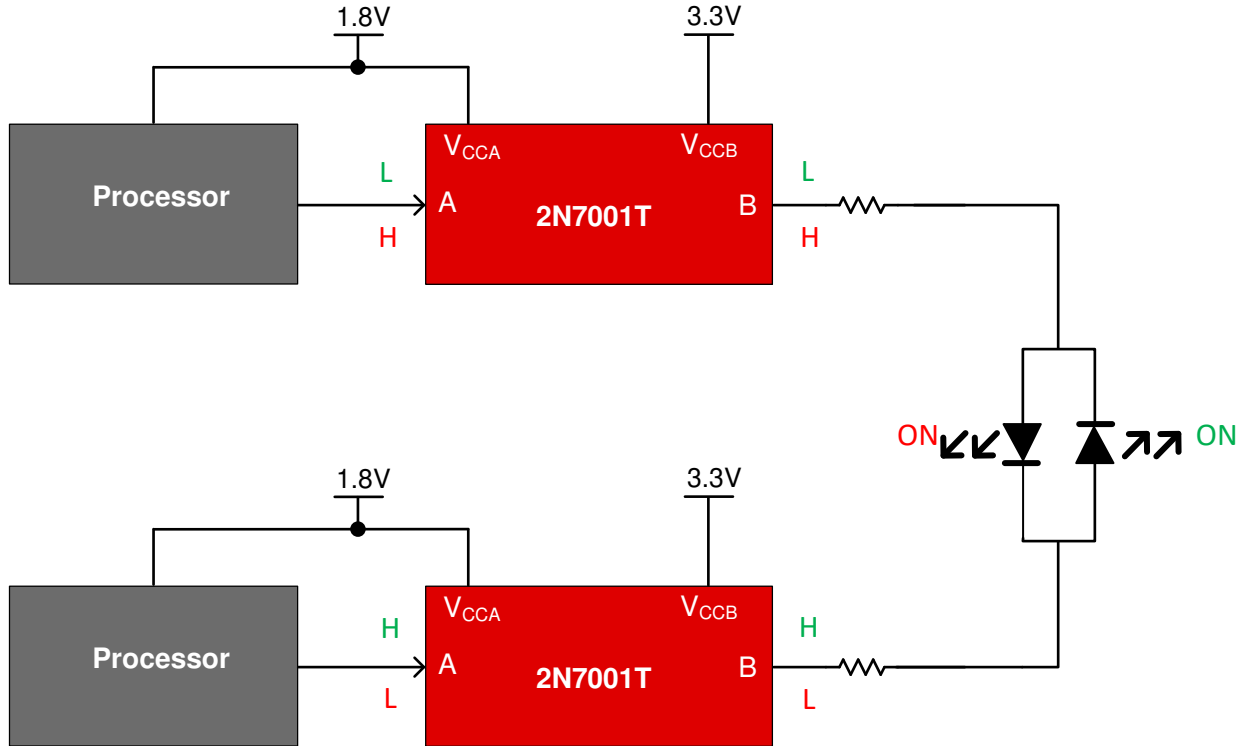


图 2-1. 使用 2N7001T 进行电压转换以驱动 LED

3 串行外设接口 (SPI)

SPI 可提供处理器与外设之间的同步通信。表 3-1 显示了 SPI 接口总共有四根信号线。

表 3-1. SPI 接口

信号	说明	方向
CLK	时钟信号	控制器到外设
CIPO	控制器输入/外设输出	外设到控制器
COPI	控制器输出/外设输入	控制器到外设
CS	外设选择	控制器到外设

第一个是时钟 (CLK)，只能通过控制器进行控制。控制器可在 CLK 的每个脉冲上发送一个数据位或从外设接收一个数据位。由于 SPI 是全双工的，它需要一根发送线 (COPI) 和一根数据接收线 (CIPO)，这意味着它可以同时进行接收和发送。最后，设有一条用于激活外设的外设选择线 (CS)。

当用于启动通信的外设选择线保持低电平时，通信发生，然后在每个时钟脉冲上发送或接收一个数据位。仅当外设和处理器在相同的电压电平下运行时，这种通信才有可能实现。由于通常情况并非如此，可使用 2N7001T 为 CIPO 线路提供单向电平转换。《具有可配置电压转换和三态输出的 SN74AXC4T245 四位总线收发器》数据表介绍了如何使用 SN74AXC4T245 (一款 4 位方向控制电平转换器) 对以相反方向运行的其他三条线路进行电平转换。2N7001T 可轻松以高达 100Mbps 的数据速率运行，这一速率通常在 SPI 接口的建议通信速度范围内。或者，SN74AXC4T774 或 TXB0104 器件也可用作单芯片解决方案。

3.1 应用 - SPI

SPI 能够支持高数据速率和全双工数据通信，同时还具有简单的硬件接口，并针对传输的位灵活使用各种协议。由于这些优势，许多应用用例中都采用了 SPI。[可视门铃](#) 便是 SPI 协议的一个使用示例。SPI 是传感器、控制器器件、相机镜头、存储器、LCD 和 SD 卡的优选通信方式。

另一个值得注意的用例涉及双向音频通信模块中的控制器件。SPI 通信协议常用于 ADC、DAC、编解码器和 DSP 处理器。在这些器件中使用 SPI 而不是 I²C 还有另一个重要优势：SPI 支持更快的数据速率。因此可实现更高的采样率，从而产生更好的音质。

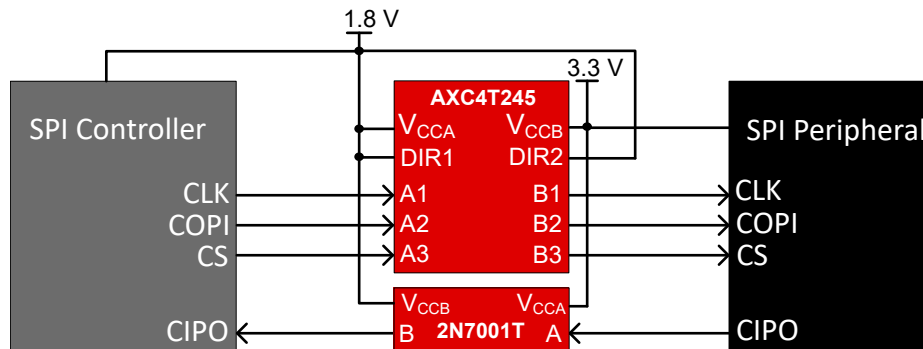


图 3-1. 使用 SN74AXC4T245 和 2N7001T 器件的 SPI 接口

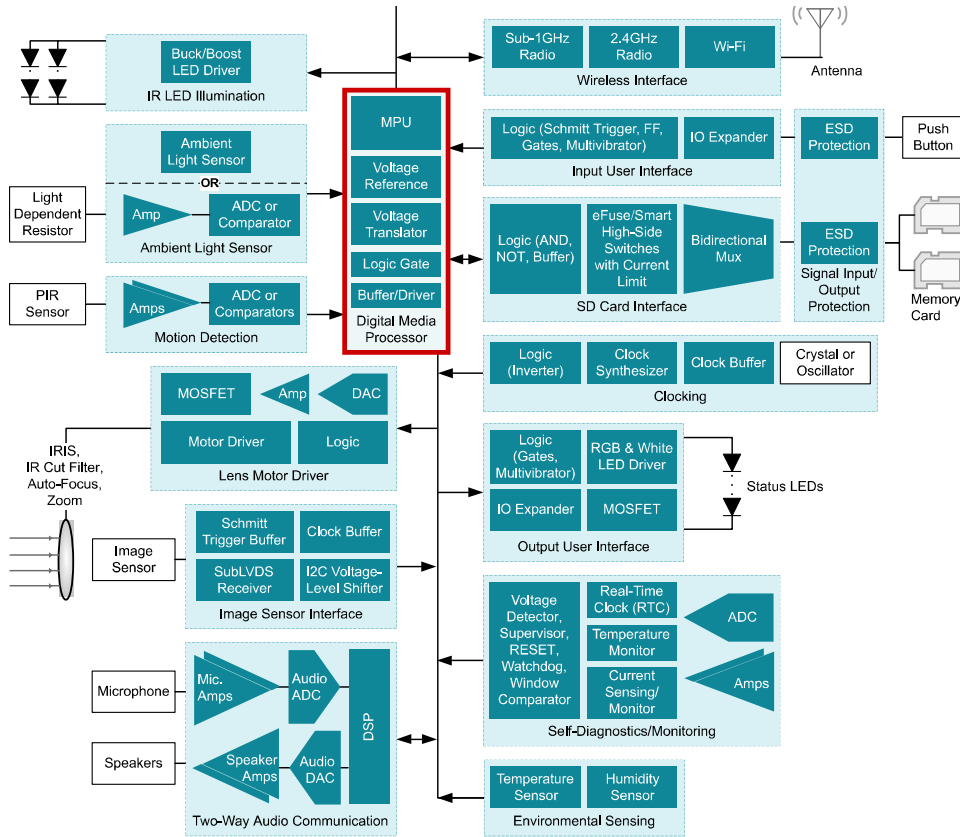


图 3-2. 可视门铃中的 SPI 接口

4 通用异步接收发送 (UART)

UART 是一种异步、中等速度、全双工通信接口，具有两个或四个通道：TX（发送）、RX（接收）或者是 RX、RTS、CTS 和 TX。

在发送起始位时开始通信，数据线在位周期的中间从高电平拉低到低电平。起始位之后是 8 个信息位和一个停止位，数据线在位周期的中间从逻辑低电平变为逻辑高电平。某些通信协议有时具有奇偶校验位，用于确认正确的信息已传输。UART 不依赖于时钟线，因为接收器和发送器将具有内部时钟，这些时钟可设置为选定的波特率或每秒位数（通常为 300bps 到 115kbps）以进行传输。

为了使 UART 接口在处于不同电压（例如 1.8V 至 3.3V）下的两个器件之间正确运行，可在每条信号线上使用两个 2N7001T 单向电平转换器。该器件可进行上行和下行电平转换，因此可用于接收和发送线路。

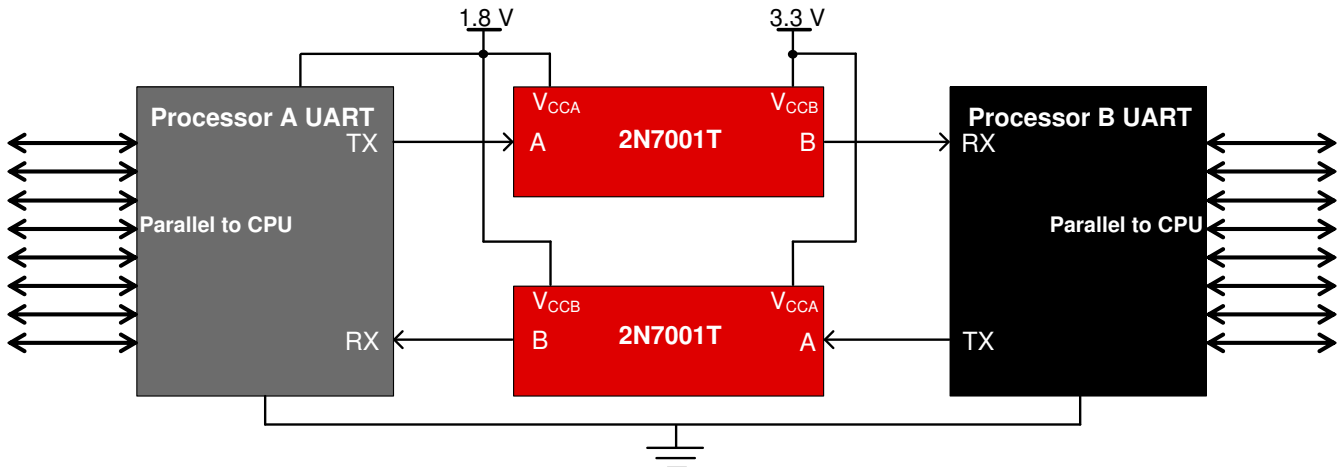


图 4-1. 使用 2N7001T 器件的双线制 UART 接口

4.1 应用 - UART

UART 接口的一个常见用例是用作器件之间的通信链路。

一个示例是 **无线扬声器** 电路之间的通信。2N7001T 为处理器和 MCU 之间的电压电平转换提供了一种简单的解决方案。图 4-2 所示为如何使用 UART 接口实现处理器和 Wi-Fi 模块之间的通信。

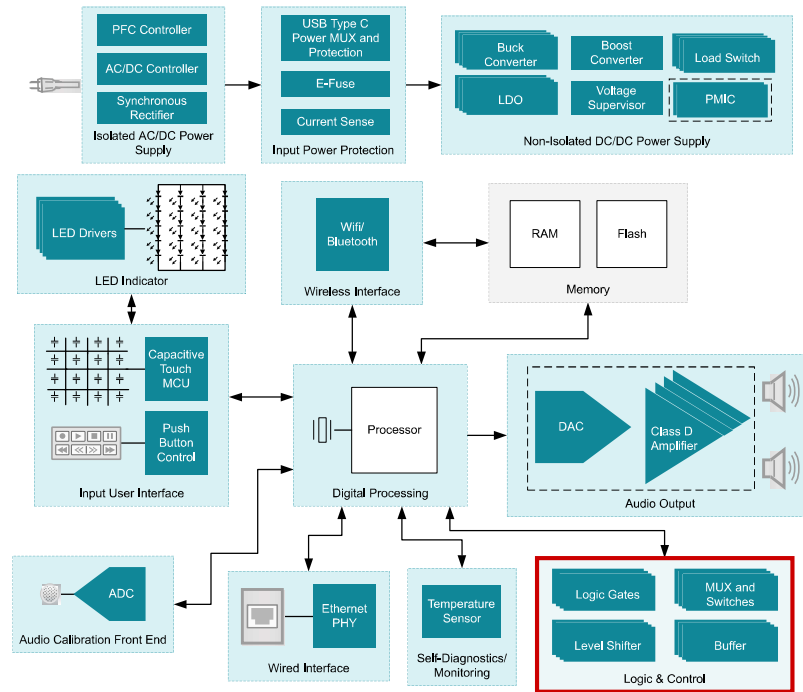


图 4-2. 无线扬声器中的 UART 接口

5 联合测试行动组 (JTAG)

联合测试行动组开发了一个硬件接口，用于对嵌入式器件进行调试、编程和测试。与 SPI 类似，JTAG 在工作时使用一组 (五个) JTAG 接口信号，如表 5-1 所示。

表 5-1. JTAG 接口

信号	说明	方向
TCK	测试时钟信号	控制器到调试器
TDI	测试数据输入	控制器到调试器
TDO	测试数据输出	调试器到控制器
TMS	测试模式选择	控制器到调试器
TRST (可选)	测试复位	控制器到调试器

测试时钟用于提供测试数据达到的稳定时序信号。“测试模式选择”允许用户选择要测试的部分或电路。JTAG 协议取决于所测试的器件。TDI 是用于执行测试的引脚，结果将通过 TDO 引脚返回。可选的测试复位引脚能够将 JTAG 复位到已知良好的状态。

通常，一块板上有多个器件需要通过 JTAG 接口进行测试。使用 JTAG，这些器件可通过 TDO 引脚以菊花链的方式相互连接，而 TDO 引脚可延伸到链中的最后一个器件之外。如果菊花链中的最后一个器件处于不同的电压电平下，可使用 2N7001T 进行电压转换。TDO 的信号流与其他引脚的方向相反，允许将 2N7001T 与 SN74AXC4T245 结合用于其余三个通道。

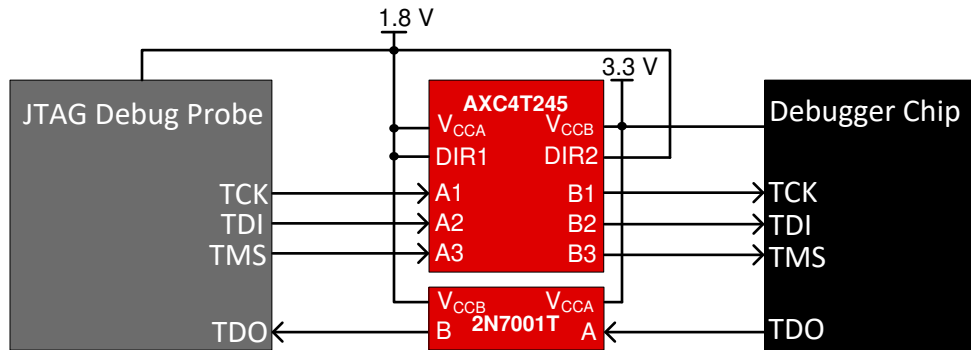


图 5-1. 使用 2N7001T 器件的 JTAG 接口

5.1 应用 - JTAG

在连接众多以不同电压电平运行的子系统时，需要使用电压电平转换器。在企业计算应用中，可在[园区和分支交换机](#)中找到 JTAG 接口，如图 5-2 所示。借助 JTAG 端口，可在服务器定期维护期间简化调试。

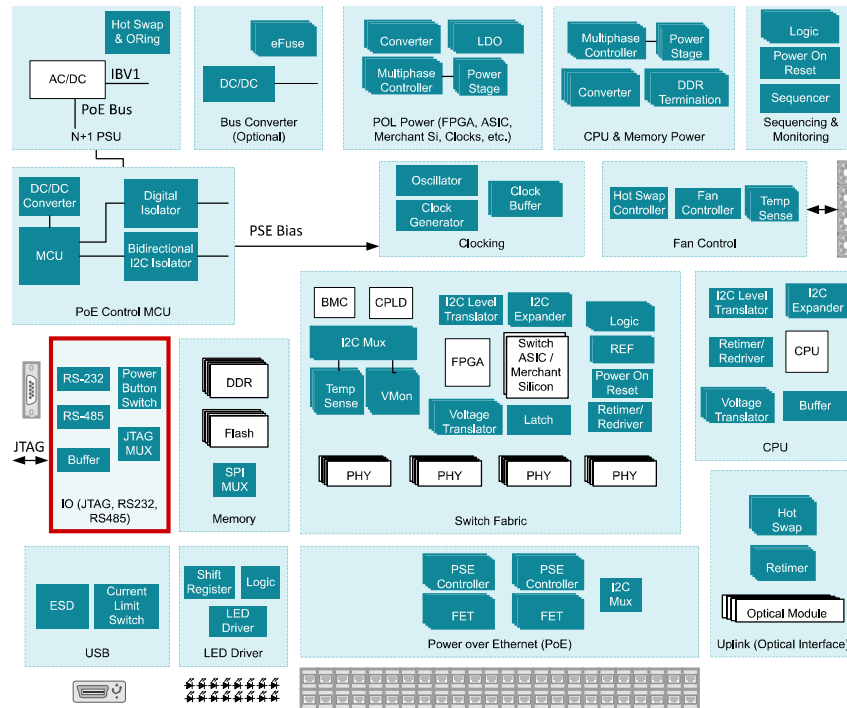


图 5-2. 园区和分支交换机中的 JTAG 转换

6 其他资源

- 德州仪器 (TI), 《2N7001T 评估模块》用户指南
- 德州仪器 (TI), 《分立式 FET 电压转换的常见风险和 TI 集成式 2N7001T 电平转换器的优势》应用报告
- 德州仪器 (TI), 《使用 AXC 电平转换器进行无干扰的电源时序控制》应用报告
- 德州仪器 (TI), 《可视门铃设计优化和通用逻辑用例》应用报告
- 德州仪器 (TI), 《具有可配置电压转换和三态输出的 SN74AXC4T245 四位总线收发器》数据表

7 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 * (June 2019) to Revision A (March 2021)	Page
更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	2
通篇更新了 SPI 术语.....	2

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 © 2022，德州仪器 (TI) 公司