

*Application Note***TAS2x20 : 在便携式音频应用中延长电池寿命**

Sydney Northcutt and Nayeem Mahmud

摘要

随着电池供电设备不断发展以包含更多功能，设计人员越来越多地寻求新方案来降低功耗。但是，每增加一项功能都会加重电池寿命的负担，因此高效的电源管理成为产品设计的关键方面。Texas Instruments (TI) 通过效率提升功能解决了这一挑战，提供了减少音频放大器功耗的设计。这些功能提高了能效，同时提供高品质音效，使 TI 产品成为 Bluetooth® 扬声器、手机、PC 和其他手持电子设备等现代便携式设备的理想选择。

内容

1 简介	2
2 内部和外部 H 类	2
3 音乐效率模式	3
4 噪声门	3
5 Y 桥	4
6 使用 PurePath™ Console 3 (PPC3) 软件进行器件配置	6
7 使用高级器件功能获得的效率结果	6
8 总结	7
9 参考资料	7

商标

PurePath™ is a trademark of Texas Instruments.

Bluetooth® is a registered trademark of Bluetooth SIG, INC.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

德州仪器 (TI) 凭借先进的功能和算法设定了效率和性能的新基准，不断突破音频放大器的界限。TAS2x20 系列集成了多种专有模式，可在不影响音频质量的情况下显著提高电源利用率。这些器件的核心在于一系列独特的效率提升技术：

- 内部 H 类
- 音乐效率模式
- 噪声门
- Y 桥

总之，这些功能可智能地适应操作条件，因此该放大器可提供最高效率，同时保证出色的音质。

本应用手册深入介绍了驱动这些技术的算法、外部系统接口，以及可简化评估和调优的 PurePath™ Console 3 (PPC3) 软件。本文档中包含的性能结果展示了这些效率提升技术的优势，这些优势使设计人员能够在不牺牲性能的前提下，打造体积更小、散热更快、续航更长的音频产品。

2 内部和外部 H 类

TAS2x20 集成了先进的 H 类升压控制算法，可通过实时跟踪音频信号电平，以 33mV 的最小步长动态调整升压电源。通过减少不必要的电源余量，这种方法可显著提高系统效率并延长电池寿命，这对于便携式和功耗敏感型设计而言是一项重要优势。

可以通过 *BST_MODE[1:0]* 寄存器启用 H 类运行。器件生成的最大升压电压由 *VBOOST_MAX_CTRL[7:0]* 控制，能够以 66mV 的步长进行配置。在 H 类运行模式下，升压电压不超过此设定值。

表 2-1. 升压模式启用

BST_MODE [1:0]	升压模式
00	H 类 - 高效率 (默认)
01	G 类 - 低浪涌电流
10	常开
11	始终关闭 - 直通

表 2-2. 最大升压电压配置

VBOOST_MAX_CTRL[7:0]	升压电压 (V)
0x00 - 0x53	保留
0x54	5.54V
0x55	5.61V
...	...以每个 LSB 为 66mV 的步长调整...
0xA7	11.02V
...	...以每个 LSB 为 66mV 的步长调整...
0xE3	14.98V (默认值)
0xE4	15.05V
0xE5	15.11V
0xE6 - 0xFF	保留

该算法包含信号缓冲功能以提供必要的提前时间，因此升压输出电容器会提前充电；防止动态音频条件下出现削波。此信号缓冲会持续监控输入信号并应用通过 PPC3 软件配置的系统级参数（例如升压输出电压、输出电容器尺寸和通道增益）。由此，PPC3 自动计算适当的 H 类调优系数，并将系数编程到 *CLASSH_TUNING_x[23:0]* 寄存器中。

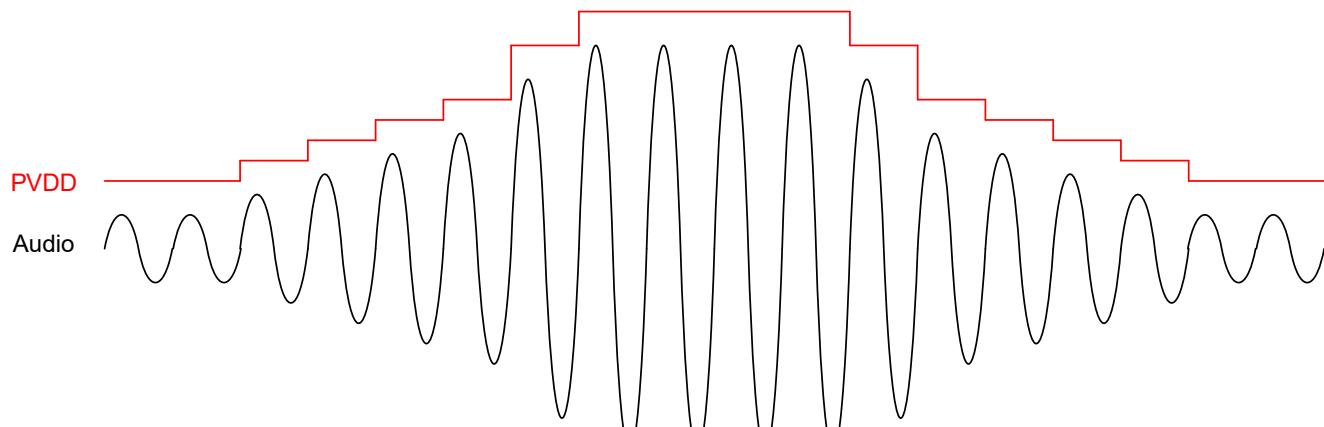


图 2-1. H 类运行

TAS2120 和 TAS2320 音频放大器器件支持 H 类运行，但所需的升压电路实现方式不同。TAS2120 器件具备集成式升压转换器，可在内部实现 H 类控制算法。此实现允许直接在器件内对升压电压进行闭环控制。

相反，TAS2320 器件不具备集成式升压转换器。相反，该器件提供旨在驱动外部升压电路的脉宽调制 (PWM) 控制信号输出。然后，该外部电路负责生成 H 类升压输出电压。

这种实现方式的区别影响了系统设计，使得 TAS2120 由于采用片上集成提供更紧凑的设计，而 TAS2320 在升压转换器的选择和配置方面提供了更大的灵活性。

3 音乐效率模式

TAS2x20 器件中的音乐效率模式旨在降低有效播放期间的静态电流 (IQ) 消耗，从而在不影响音频质量的情况下延长电池寿命。此功能对于动态音频内容（例如音乐，电影和语音呼叫）特别有效，因为在动态音频内容中，音频信号水平会随着时间的推移而自然变化。

器件会根据 *MUSIC_EFF_MODE_THR[23:0]* 寄存器设置配置的用户定义阈值持续监测输入音频电平。当信号降至此阈值以下时，会激活内部磁滞计时器。如果信号电平在 *MUSIC_EFF_MODE_TIMER[23:0]* 定义的整个持续时间内保持低于阈值，则器件会切换至音乐效率模式。

在此状态下，I-sense 和 V-sense 等内部检测块进入低 IQ 状态，以降低器件的整体 IQ 功耗。在该模式下，I-V 传感输出数据保持为零，并且 *MUSIC_EFF_STATUS* 位设置为高电平以指示进入状态。当音频信号升至配置的阈值以上时，器件退出音乐效率模式，并且状态位被设置为低电平。

当信号电平增加到高于 *MUSIC_EFF_MODE_THR[23:0]* 阈值时，器件会在低 IQ 模式下自动唤醒块并继续播放音频输入信号。从音乐效率模式到正常操作的转换仅会产生极少的咔嗒声和爆裂声。当器件处于音乐效率模式时，音频通道性能保持不变，不会影响输出信号电平和噪声。

可以使用 PPC3 软件配置 *MUSIC_EFF_MODE_THR[23:0]* 和 *MUSIC_EFF_MODE_TIMER[23:0]* 寄存器。

4 噪声门

启用噪声门功能后，器件会在有效回放模式下自动检测静音周期，并显著降低空闲通道的功耗，从而延长电池寿命。此功能对于具有较长静音间隔的音频内容（例如语音呼叫或电影原声）特别有效。

器件根据在 *NG_TH_LVL[2:0]* 寄存器中定义的阈值监测输入音频电平。当音频信号降至阈值以下时，会启用内部迟滞计时器。如果信号电平在 *NG_HYST_TIMER[1:0]* 计时器的整个持续时间内保持低于配置的 *NG_TH_LVL[2:0]* 阈值，则器件会进入噪声门模式并降低空闲通道功耗。在这种状态下，大功率开关块（包括 D 类 PWM 输出级）会关断，并且输出会被驱动为低电平。在噪声门模式下，D 类级的输出阻抗可通过 *CLASSD_HIZ_MODE* 寄存器进行配置，允许设计人员根据负载要求改善系统行为。当器件处于噪声门模式时，*NG_STATUS* 位被设置为高电平，而当器件退出噪声门模式时，状态位被设置为低电平。

当信号电平增加到高于 **NG_TH_LVL[1:0]** 时，器件会在低 IQ 模式下自动唤醒块并开始播放音频输入信号。从噪声门唤醒可在从噪声门模式到有效回放模式的转换期间通过缓冲输入信号数据来保持信号保真度。通过合理的时序设计，实现平滑恢复至有效播放状态，避免咔嗒声或爆裂声，从而始终保持信号保真度。

噪声门功能可在不影响播放质量的情况下降低空闲电流，同时使系统设计人员能够通过寄存器配置对阈值、磁滞时序和输出阻抗行为进行精确控制。

表 4-1. 噪声门阈值

NG_TH_LVL[2:0]	配置
000	-85dBFs
001	-90dBFs
010	-95dBFs
011	-100dBFs
100 (默认值)	-105dBFs
101	-110dBFs
110	-115dBFs
111	-120dBFs

表 4-2. 噪声门磁滞计时器

NG_HYST_TIMER[1:0]	配置
00	10ms
01 (默认值)	50ms
10	100ms
11	1000ms

通过 **Efficiency_MODE[1:0]** 寄存器可控制音乐效率模式和噪声门模式，从而配置所需的效率运行模式。

表 4-3. 效率模式配置

位	字段	类型	复位	说明
7-6	EFFICIENCY_MODE[1:0]	R/W	2h	器件运行模式。 0h = 禁用音乐效率和噪声门模式 1h = 仅噪声门模式 2h = 仅音乐效率 3h = 音乐效率和噪声门模式

5 Y 桥

Y 桥放大器架构可根据实时输出功率需求，在高压导轨 (PVDD) 和低压导轨 (VDD) 两个电源导轨之间动态切换，从而提高效率。可编程功率阈值决定了电源导轨的选择，使放大器能够在低功率电平下提高效率并降低空闲状态下的功耗。该结构呈 Y 形，与传统的线性半桥设计有所区别。图 5-1 所示为传统 D 类放大器与采用 Y 桥架构的放大器之间的差异。

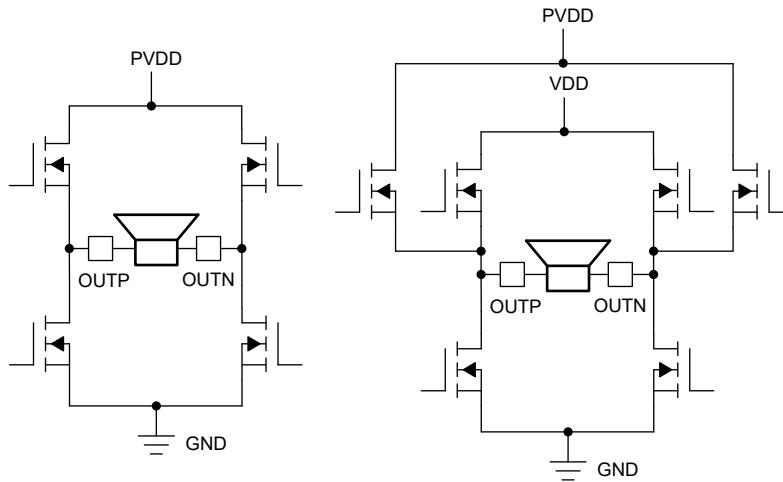


图 5-1. 传统 D 类放大器与简化的 Y 桥架构

对于经典的半桥架构，输出级完全依靠高压电源 (PVDD) 进行切换。相比之下，Y 桥架构同时采用高压电源 (PVDD) 和固定低压导轨 (VDD)。在低功耗播放或空闲状态下，当余量要求很小时，输出级仅通过 VDD 运行而不导致任何削波，从而显著提高效率。当功率需求上升且需要更大的余量时，放大器会无缝转换到 PVDD 导轨，从而实现与传统 D 类设计相同的最大输出能力。这种双轨运行方式使 Y 桥能够在更宽的动态范围内保持高效率，并且在传统 D 类架构效率最低的低输出功率级别下实现最大增益。

EN_Y_BRIDGE_MODE 寄存器可启用或禁用 Y 桥架构。

表 5-1. VDD Y 桥模式配置

EN_Y_BRIDGE_MODE	配置
0	禁用 Y 桥模式
1 (默认值)	启用 Y 桥模式

该器件根据 *VDD_MODE_THR_LVL[23:0]* 寄存器中配置的 Y 桥模式阈值持续监测输入音频信号电平。当音频信号降至此阈值以下时，会启用内部磁滞计时器。如果信号在 *YBRIDGE_HYST_TIMER[1:0]* 寄存器指定的持续时间内一直低于阈值，则器件将切换到基于较低电压 (1.8V) VDD 电源的 PWM 开关模式。当信号电平超过 *VDD_MODE_THR_LVL[23:0]* 寄存器和 *VDD_MODE_HYST[23:0]* 寄存器定义的阈值后，器件就会开始在 PVDD 电源上开关输出 PWM 信号，而不会引入任何信号削波。可以使用 PPC3 软件工具配置 *VDD_MODE_THR_LVL[23:0]* 和 *VDD_MODE_HYST[23:0]* 寄存器。

表 5-2. VDD_MODE_THR_LVL 寄存器

位	字段	类型	复位	说明
23-0	<i>VDD_MODE_THR_LVL[23:0]</i>	R/W	50A3D7h	地址 0x8 至 0xA 合并在一起。可以使用 PPC3 软件进行配置。

表 5-3. VDD_MODE_HYST 寄存器

位	字段	类型	复位	说明
23-0	<i>VDD_MODE_HYST[23:0]</i>	R/W	DA74h	地址 0xC 至 0xE 合并在一起。可以使用 PPC3 软件进行配置。

表 5-4. VDD Y 桥磁滞计时器

YBRIDGE_HYST_TIMER[1:0]	配置
00	100 μs
01 (默认值)	500 μs
10	5ms
11	50ms

6 使用 PurePath™ Console 3 (PPC3) 软件进行器件配置

TAS2x20 系列的功能和器件级配置通过 PurePath™ Console 3 (PPC3) 软件进行管理。PPC3 可以直接从德州仪器 (TI) 网站下载和安装。安装后，可以在 PPC3 环境中添加 TAS2x20 应用程序，以提供特定于器件的配置和调优功能。

PPC3 会根据通过图形用户界面 (GUI) 选择的系统配置选项计算必要的寄存器系数。此方法是初始器件配置的推荐方法，因此所有高级功能（例如 H 类、音乐效率、噪声门和 Y 桥）均可正常运行。TAS2x20 应用程序计算并更新器件后，可以使用 PPC3 工具回读寄存器值，以进行最终系统集成。

7 使用高级器件功能获得的效率结果

本实验使用 TAS2120EVM 评估板来表征不同条件下器件的输入功耗。VBAT 设置为 4.4V，IOVDD 和 VDD 设置为 1.8V。部署了两个不同的音轨：一首可用的商业歌曲（“音乐曲目”）和一份录制的语音样本（“声音/语音曲目”）。TAS2120EVM 被配置为以三个音量级别输出音频：最大输出功率的 100%、70% 和 30%。

我们对不同音量设置的功耗进行了全面评估，并启用了所有集成式节能功能，包括内部 H 类、音乐效率模式、噪声门和 Y 桥。此外，在禁用所有功能的情况下获取了基线测量，从而能够直接比较节能优点。为了进一步量化 TAS2x20 器件先进 H 类技术的优势，我们使用代表现有市场产品的传统 500mV H 类设计进行了比较功耗分析。

表 7-1. 测试设置和测试用例

测试设置	测试用例	特性	音量
VBAT = 4.4V , IOVDD = VDD = 1.8V , 放大器级 = 18dBV , RL = 4 Ω + 33μH , I2C 模式，无输出滤波器	测试用例 : 1	无效率功能	30%、70%、100%
	测试用例 : 2	现有 500mV H 类设计	30%、70%、100%
	测试用例 : 3	具备高级效率功能的 TAS2120	30%、70%、100%

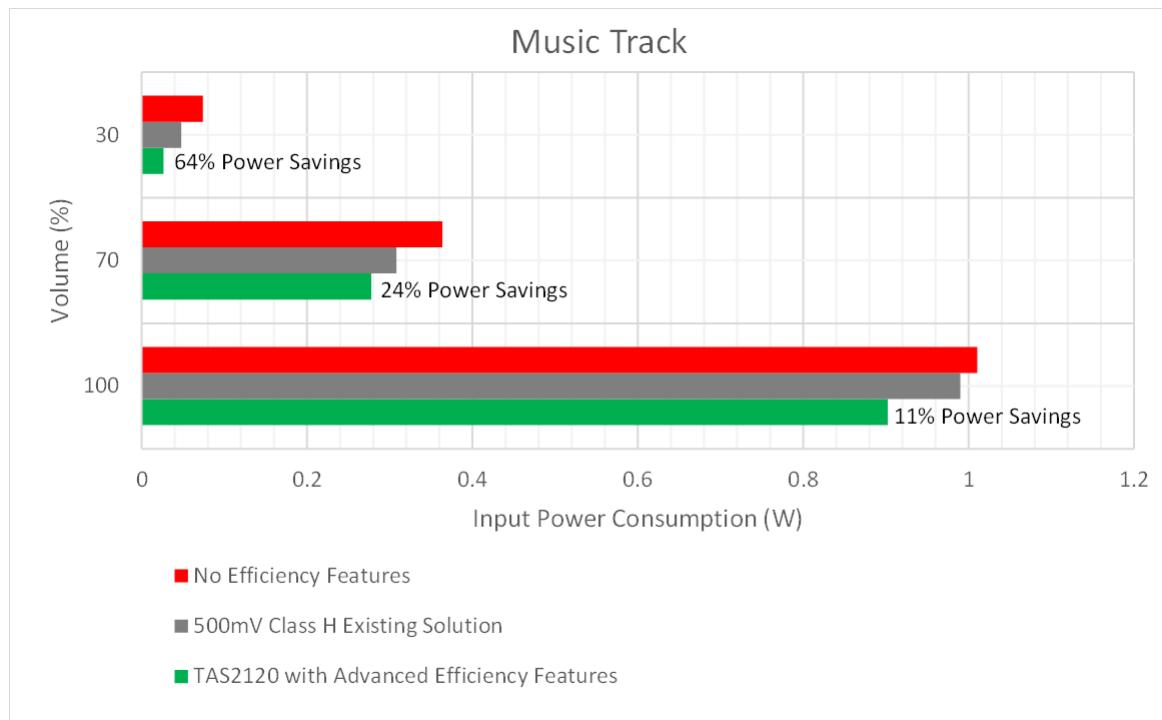


图 7-1. 播放音乐曲目时的功耗比较

播放音乐曲目时进行的功耗测量结果显示，采用先进的效率设置后性能显著提升。启用所有可用的节能功能后，相对于禁用所有功能的配置，在音量为 30% 时可将总体功耗降低 64%，在音量为 70% 时可将总体功耗降低 24%，在音量为 100% 时可将总体功耗降低 11%。此外，与现有的 500mV H 类设计相比，TAS2120 器件在音量为 30% 时可将功耗降低 45%，在音量为 70% 时可将功耗降低 10%，在音量为 100% 时可将功耗降低 9%。

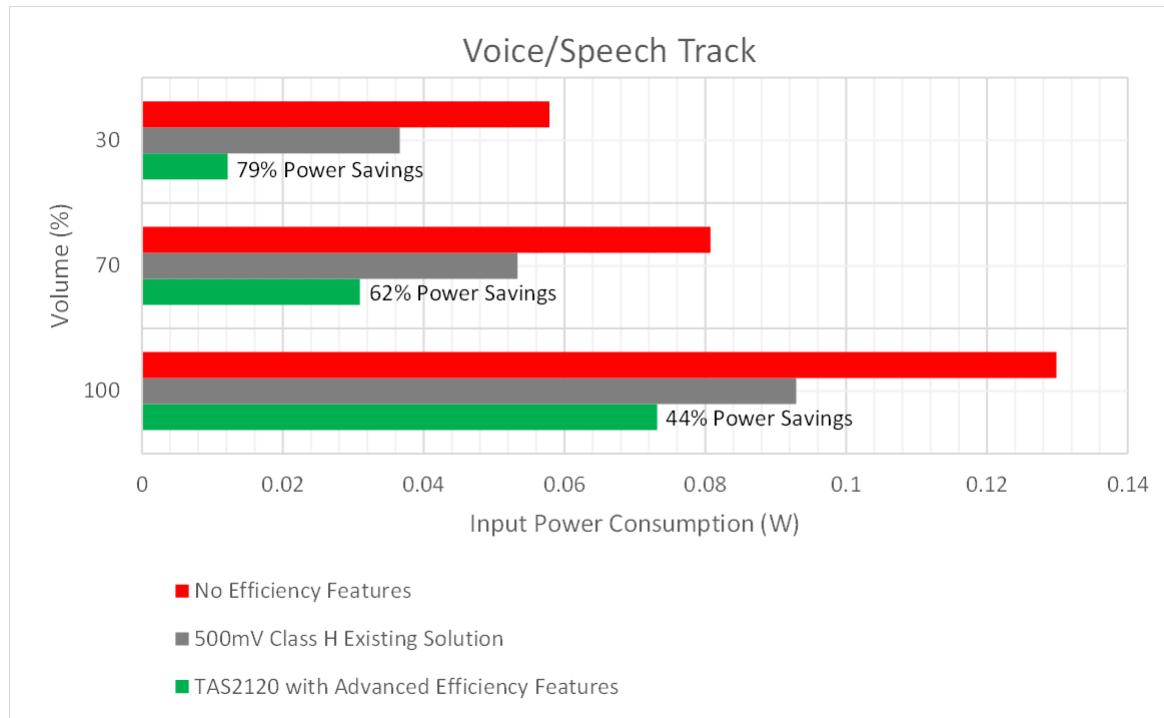


图 7-2. 使用声音/语音曲目时的功耗比较

与禁用所有功能相比，在播放语音/语音曲目时启用所有节能功能可显著降低功耗。启用所有效率功能后，相对于禁用所有效率功能的配置，在音量为 30% 时可将总体功耗降低 79%，在音量为 70% 时可将总体功耗降低 62%，在音量为 100% 时可将总体功耗降低 44%。此外，与现有的 500mV H 类设计相比，TAS2120 器件在音量为 30% 时可将功耗降低 67%，在音量为 70% 时可将功耗降低 42%，在音量为 100% 时可将功耗降低 21%。

8 总结

总之，与市场上现有的设计相比，TAS2x20 系列音频放大器消耗的输入功率更低，在电源效率和性能方面实现了大幅飞跃。集成专有技术（包括内部或外部 H 类控制、音乐效率模式、噪声门和 Y 桥），得以显著降低功耗，同时保持出色的音频保真度。这些先进特性使工程师能够打造新一代音频产品，其特点是体积更小、电池寿命更长，非常适合便携式和对功耗敏感的音频应用程序，从而为用户带来更佳体验。

9 参考资料

- 德州仪器 (TI), [TAS2120 : 具有集成 14.75V H 类升压的 8.2W 单声道数字输入 D 类扬声器放大器](#), 数据表。
- 德州仪器 (TI), [TAS2320 : 支持 15V 的 15W 单声道数字输入 D 类扬声器放大器](#), 数据表。
- 德州仪器 (TI), [在 TAS2x20、TAS257x 中使用 Y 桥提高效率](#), 应用手册。

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