

Application Note

两个 TPS61287 升压转换器并联运行



Fergus He

摘要

在蓝牙扬声器和 USB Type-C 电力输送等大多数用例中，输入为锂电池，输出功率达到 90W 或更高。一个转换器很难输出足够的功率，通常使用并联模型。

通常，由于器件在最坏条件下会有所不同，一个器件的输出电流只能是另一个器件的 50%，这大大减少了可耐受的输出负载。此外，电池系统对输入电流纹波很敏感，并且转换器的电感器电流在相位上重叠不利于系统运行。

此应用手册展示了并联连接两个 TPS61287 器件以支持更高输出功率的方法。此方法可以将两个器件的 VIN、VOUT、FB 和 COMP 引脚连接在一起，还使用 TPS61287 的同步功能实现电流共享和相移控制。

此方法支持估算同步延迟，并且客户可以通过 RC 分压器选择 DRV 信号或 SW 信号作为同步信号。在大多数情况下，使用 SW 信号作为同步输入会产生大约 50% 开关周期的相移，并且非常适合并行工作。

基准测试结果表明，此方法可以实现两个升压转换器的交错并行输出，从而显著降低电流输入纹波并最大限度地提高输出功率。

内容

1 简介.....	2
1.1 TPS61287 简介.....	2
1.2 使用并联的 TPS61287 进行设计.....	2
1.3 同步功能.....	3
1.4 相位延迟详细信息.....	4
2 并联 TPS61287 的基准性能.....	5
2.1 热性能.....	5
2.2 开关波形.....	6
2.3 纹波波形.....	7
2.4 效率.....	8
3 总结.....	9
4 参考资料.....	9

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

1.1 TPS61287 简介

TPS61287 是一款高功率密度同步升压转换器，集成了高侧同步整流器 MOSFET，并使用外部低侧 MOSFET 来实现高效率和小尺寸。TPS61287 具有 2V 至 23V 的宽输入电压范围，输出电压高达 25V，具有 20A 开关谷值电流能力。

TPS61287 使用自适应恒定导通时间谷值电流控制拓扑来调节输出电压，并支持可堆叠多相运行。最多可将四个 TPS61287 配置为在相同开关频率下进行多相运行，以支持更高的功率和输入电流平衡。

1.2 使用并联的 TPS61287 进行设计

图 1-1 展示了两个 TPS61287 并联运行的原理图。这两个器件的 VIN、VOUT、FB 和 COMP 引脚连接在一起。

主器件的 M/SYNC 必须接地。从器件的 M/SYNC 可以通过 RC 分压器连接到 DRV 引脚或主器件的 SW。德州仪器 (TI) 推荐使用强制 PWM 模式，以实现更好的电流平衡和可靠的相移。

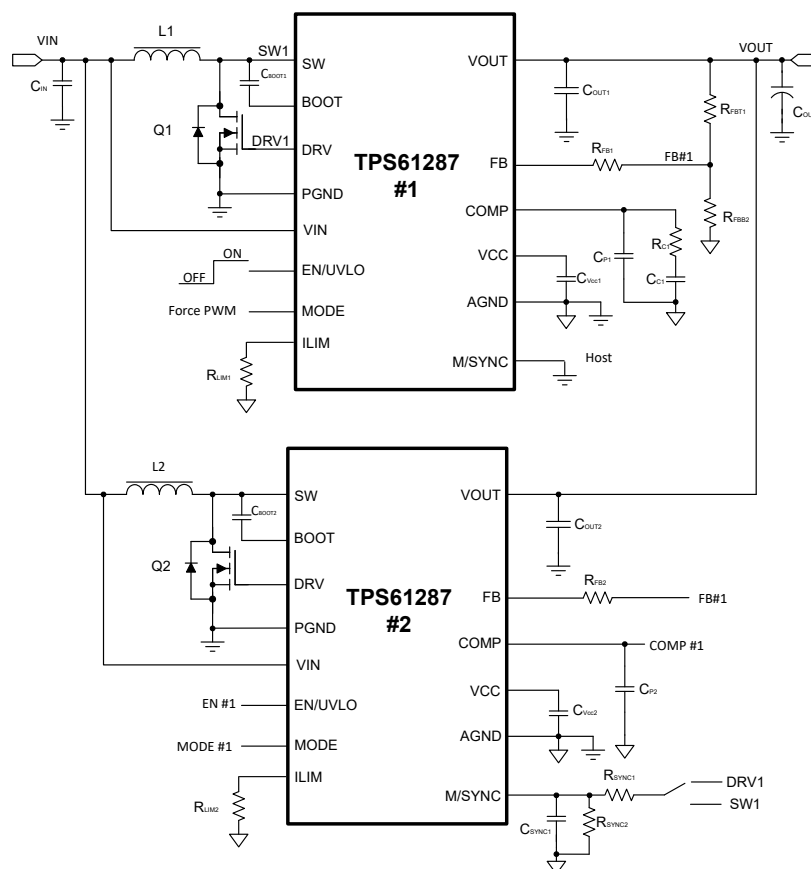


图 1-1. TPS61287 高功率应用的并联原理图

1.3 同步功能

图 1-2 展示了 TPS61287 的同步功能方框图。

如果将外部时钟信号施加到 M/SYNC 引脚，同步电路会生成同步锯齿波信号以调制 T_{on} 时间；这会使开关频率与外部时钟同步。

外部时钟频率必须在默认开关频率 320kHz 的 $\pm 20\%$ 范围内。M/SYNC 引脚上的外部时钟必须具有小于 0.4V 的低电平电压和大于 1.2V 的高电平电压。有效的同步时钟信号必须大于 50ns 宽，并且在同步之前至少有四个连续时钟。

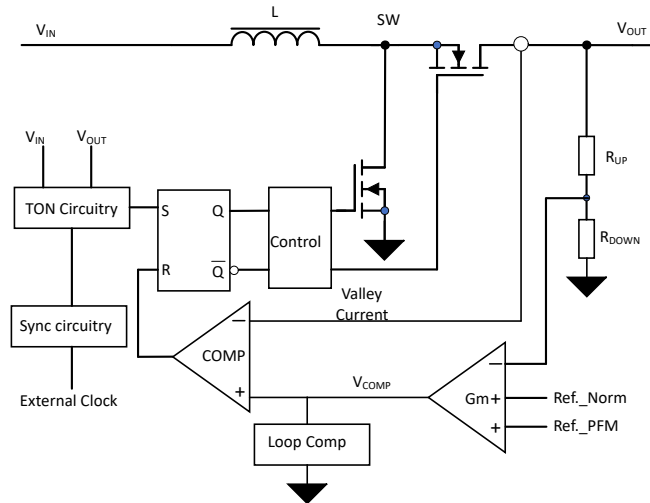


图 1-2. TPS61287 外部同步功能方框图

使用多相 TPS61287 时，从器件的 M/SYNC 可以通过 RC 分压器连接到 DRV 或主器件的 SW。

图 1-3 显示了使用 DRV 信号作为同步输入时的波形。DRV 电压处于 M/SYNC 引脚的电压降额范围内，因此通常不需要使用电阻分压器。可以添加 RC 滤波器来生成额外的延时时间，以调整相移。两个器件之间的总相移是按占空比添加的延迟相位。

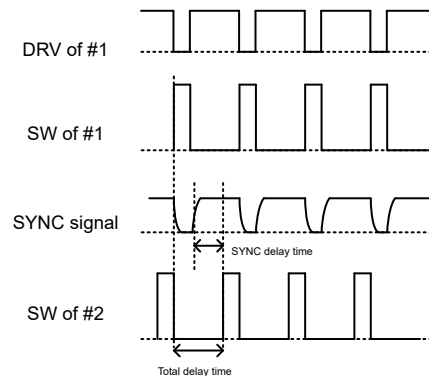


图 1-3. 使用 DRV 作为 SYNC 输入

图 1-4 显示了使用 SW 信号作为同步输入时的波形。通常，SW 信号电压远高于 M/SYNC 引脚的降额，因此需要使用电阻分压器。实际相移只是同步延迟。

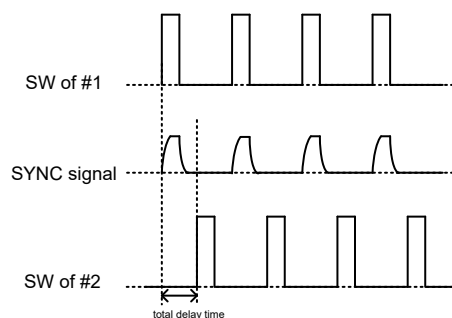


图 1-4. 使用 SW 作为 SYNC 输入

1.4 相位延迟详细信息

根据定义，同步延迟时间指同步信号上升沿与生成的 SW 上升沿之间的延时时间。

表 1-1. 与占空比相关的延迟时间和相位

占空比	延迟时间	延迟相位
10%	2.01us	64.3%
20%	1.89us	60.5%
30%	1.78us	57.0%
40%	1.71us	54.7%
50%	1.66us	53.1%
60%	1.68us	53.8%
70%	1.66us	53.1%
80%	1.65us	52.8%
90%	1.64us	52.5%

表 1-1 列出了与占空比相关的估计典型延迟时间和延迟相位。TPS61287 经过精心设计，可在大多数情况下实现约 50% 的相位延迟。

在此设计中，SW 信号电压通过电阻分压器用作 SYNC 信号。实际相移仅为 50% 左右。

2 并联 TPS61287 的基准性能

本章介绍了两个并联工作的 TPS61287 器件的基准测试性能。热性能、开关波形、输出纹波和效率结果都包含在内。还附加了不使用同步功能时的输出纹波波形比较结果。

图 2-1 显示了 TPS61287 双相 EVM 的顶视图。

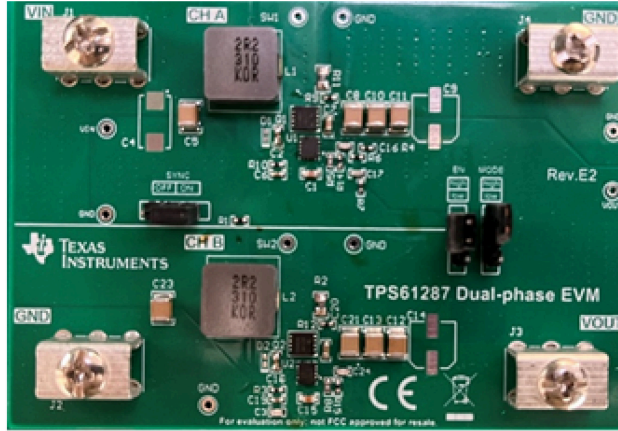


图 2-1. TPS61287 双相 EVM 顶视图

表 2-1 列出了并联 TPS61287 的理想性能。

表 2-1. 设计参数

设计参数	示例值
输入电压范围	3.3V 至 4.2V
输出电压	18V
输出电压纹波	200mV 峰峰值
输出电流额定值	6A

2.1 热性能

EVM 为 4 层 PCB，外层为 2oz 铜，内层为 1oz 铜。使用更厚的铜 PCB 可以实现更好的热性能。两个热图像 图 2-2 和 图 2-3 显示了输入电压为 3.3V 和 4.2V 时的热条件。对于更高的输入电压，热性能更好。

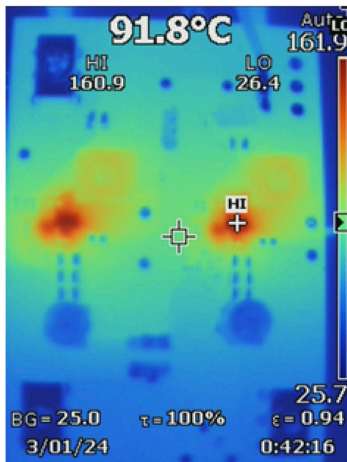


图 2-2. 热图像 $V_{IN} = 3.3V$ 、 $V_{OUT} = 18V$

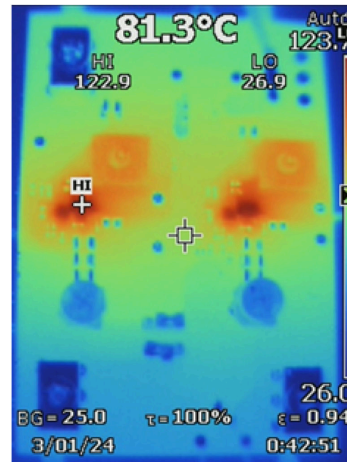


图 2-3. 热图像 $V_{IN} = 4.2V$ 、 $V_{OUT} = 18V$

2.2 开关波形

图 2-4 至 图 2-9 展示了在空载和满载条件下，不同输入电压下开关节点和电感器电流的波形。SW 用作同步信号，相移约为开关周期的 50%。波形显示了改进的开关相移和电流平衡。

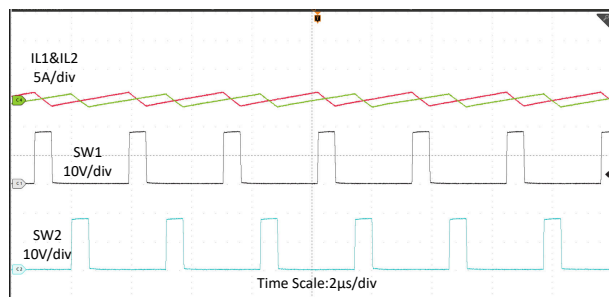


图 2-4. 0A 负载时的开关波形

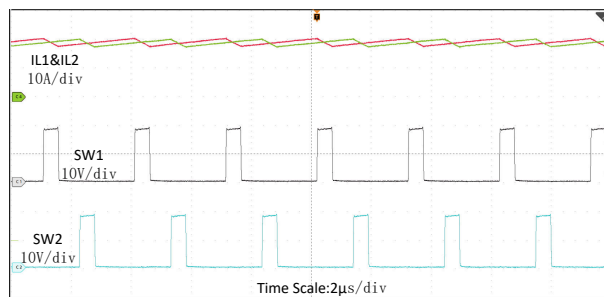


图 2-5. 6A 负载时的开关波形

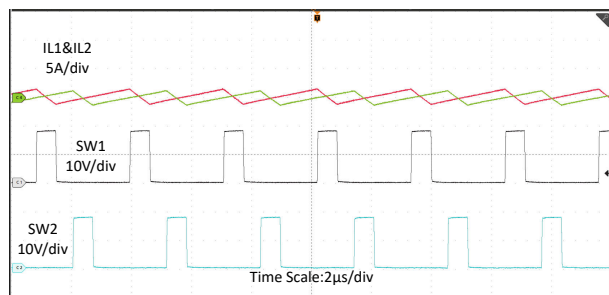


图 2-6. 0A 负载时的开关波形

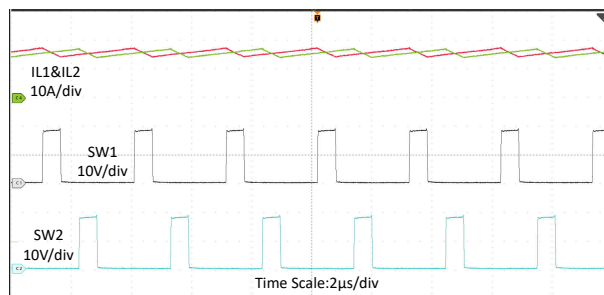


图 2-7. 6A 负载时的开关波形

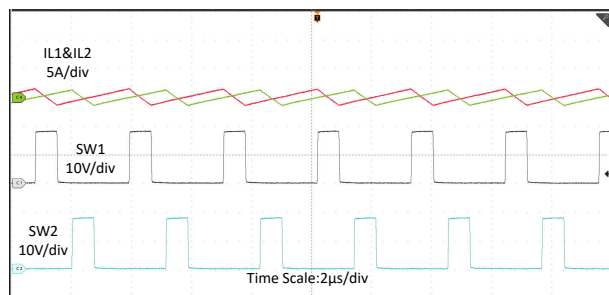


图 2-8. 0A 负载时的开关波形

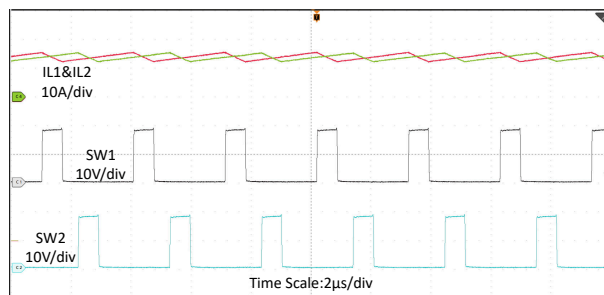
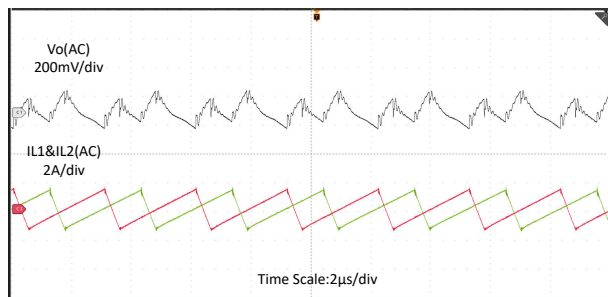


图 2-9. 6A 负载时的开关波形

2.3 纹波波形

输出交流纹波的波形如此部分所示。图 2-10 和 图 2-11 显示了使用同步功能和不同输入电压时的输出纹波波形。输出电压纹波在 200mV 内。

图 2-12 至 图 2-15 展示了在不使用同步功能的情况下，两个并联 TPS61287 器件的输出纹波交流纹波。两个器件的开关瞬间不能同时发生，这会导致电感器电流的峰值间值重叠，从而增加输出电压纹波和拍频。输出电压纹波达到 400mV。



$V_{IN} = 3.3V$ $V_{OUT} = 18V$ $I_{OUT} = 6A$

图 2-10. 使用同步功能时的输出电压纹波和电感器电流

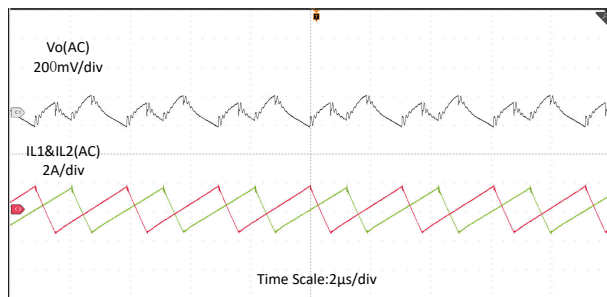


图 2-11. 使用同步功能时的输出电压纹波和电感器电流

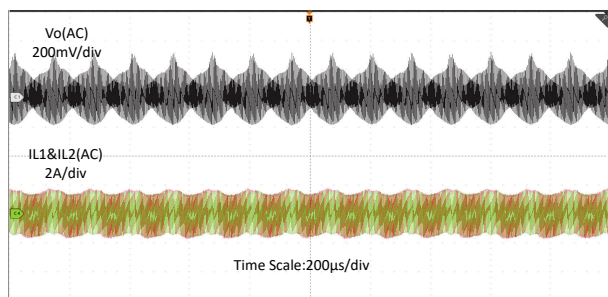


图 2-12. 不使用同步功能时的输出电压纹波和电感器电流

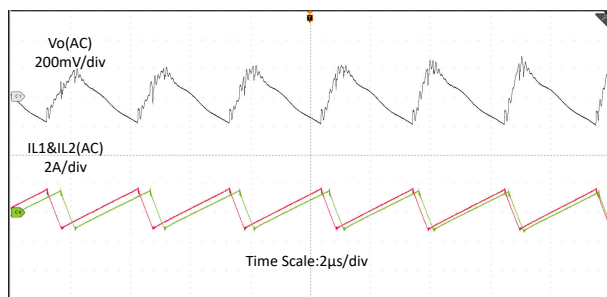


图 2-13. 不使用同步功能放大时的输出电压纹波和电感器电流

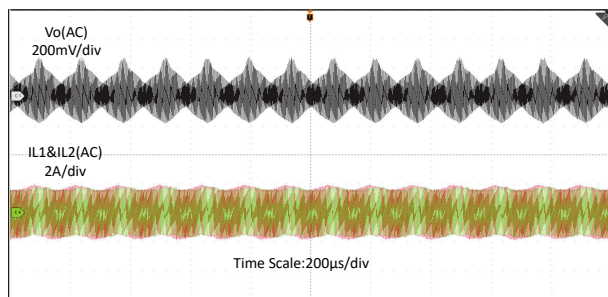


图 2-14. 不使用同步功能时的输出电压纹波和电感器电流

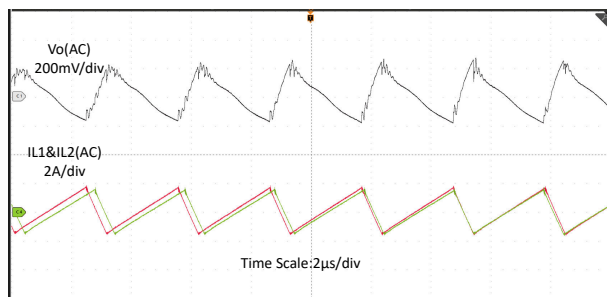


图 2-15. 不使用同步功能放大时的输出电压纹波和电感器电流

2.4 效率

图 2-16 显示了在 18V 输出和不同的输入电压下，负载在 0.1A 至 6A 范围内的效率曲线。

在 4.2V 输入和 18V 3A 输出下，最高效率达到 94.5%。

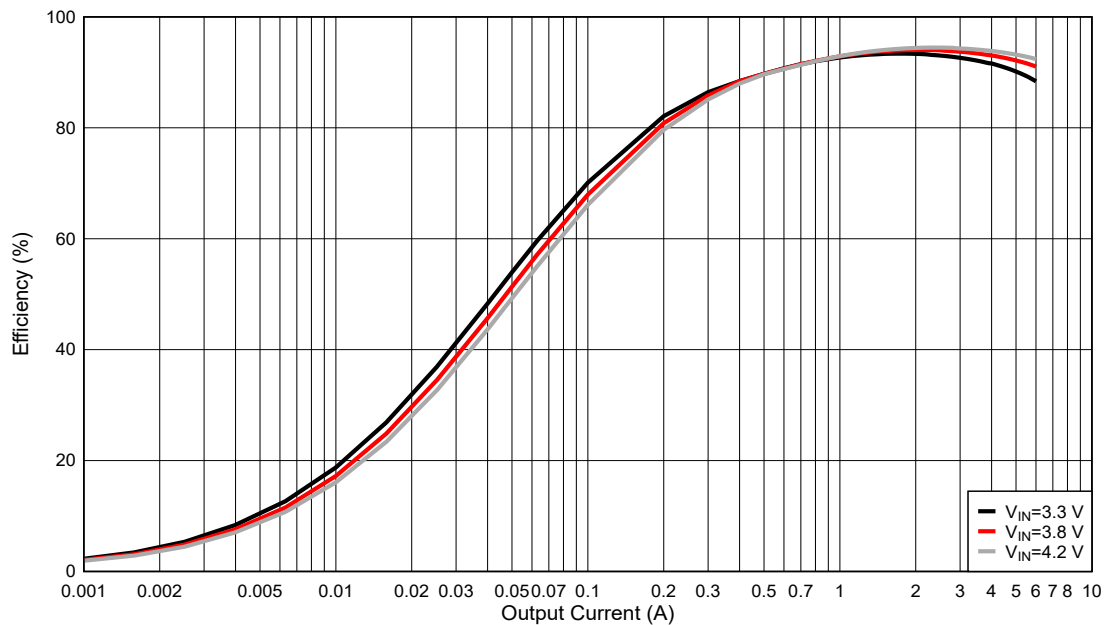


图 2-16. 效率与输出电流之间的关系

$V_{IN} = 3.3V ; 3.8V ; 4.2V$

$V_{OUT} = 18V$

3 总结

此应用手册展示了并联连接两个 **TPS61287** 器件以支持更高输出功率的方法。此方法是将两个器件的 **VIN**、**VOUT**、**FB** 和 **COMP** 引脚连接在一起。此方法还使用 **TPS61287** 的同步功能实现电流共享和相移控制。基准测试结果表明，此方法可以实现两个升压转换器的交错并行输出，从而显著降低电流输入纹波并最大限度地提高输出功率。

4 参考资料

1. 德州仪器 (TI) , [TPS61287 具有可堆叠多相功能的 23VIN、25VOUT、20A 同步升压转换器](#) 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、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 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月