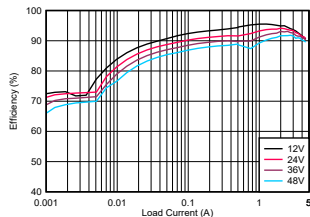


LM686x5-Q1 采用低 EMI 开关技术的针对功能安全应用而优化的 65V、2.5A/ 3.5A/4.5A、汽车级同步降压 DC/DC 转换器

1 特性

- 符合面向汽车应用的 AEC-Q100 标准：
 - 器件温度等级 1：-40°C 至 125°C 环境工作温度范围
- 符合功能安全标准
 - 可提供有助于根据 IEC TR 62380 进行 ISO 26262 系统设计的文档
 - 系统可满足 ASIL D 级要求
 - 硬件可满足 ASIL C 级要求
 - 启动时的模拟内置自检
 - 冗余和快速 (0.35 μ s) V_{OUT} 监控器
 - 反馈路径故障检测
 - 冗余温度传感器
 - 出色的引脚 FMEA 和引脚间距
- 宽输入电压范围：3V 至 65V (70V 瞬态电压)
 - 符合 LV148/ISO 21780 的要求
- 可实现低 EMI
 - 有助于符合 CISPR 25 5 级标准
 - $\pm 5\%$ 双随机展频
 - 增强型 HotRod™ QFN 封装
 - 开关频率范围为 300kHz 至 2.2MHz
 - 引脚可配置自动或 FPWM 运行
 - 内部补偿、电流限值和 OTP
- 短最小导通时间：40ns (最大值)
 - 在 2.2MHz 下实现 $36V_{IN}$ 至 $3.3V_{OUT}$ 的转换
- 可在所有负载下进行高效电源转换
 - $24V_{IN}$ 、 $5V_{OUT}$ 、400kHz 时峰值效率 > 94%
 - 空载时的 2.5 μ A 开关输入电流
- 高功率密度
 - 具有可润湿侧翼的 3.6mm $\times$ 2.6mm 20 引脚 eQFN 封装
 - 与 36V LM65440-Q1、LM65460-Q1 和 LM65480-Q1 引脚兼容
 - $\theta_{JA} = 24^{\circ}\text{C/W}$ (LM68645-Q1EVM)
- 使用 LM686x5-Q1 并借助 WEBENCH® Power Designer 创建定制设计方案



LM68645-Q1 效率, $V_{OUT} = 5V$, $FSW = 400\text{kHz}$

2 应用

- 高级驾驶辅助系统 (ADAS)
- 汽车信息娱乐系统与仪表组
- 混合动力、电动和动力总成系统

3 说明

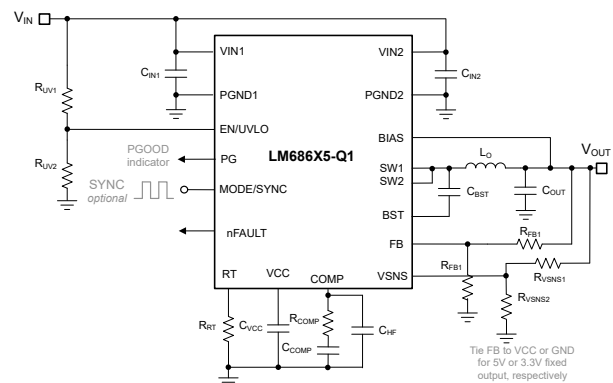
LM686x5-Q1 是汽车级降压转换器系列, 经过设计, 可实现高效率、高功率密度和超低电磁干扰 (EMI)。该系列转换器在 3V 至 65V (70V 瞬态电压 < 100ms) 的宽输入电压范围内工作, 减少了对外部输入浪涌保护的需求。

LM686x5-Q1 提供可通过引脚选择的 3.3V 和 5V 固定输出电压, 或者也可以采用可调节配置。得益于超小的环路电感和优化的开关节点电压摆率, 可实现低 EMI 运行。电流模式控制架构, 搭配 30ns 典型最短导通时间, 可在高频下实现高转换比, 同时提供快速瞬态响应以及出色的负载和线路调整。自动模式可在轻负载运行时启用频率折返, 从而将空载电流消耗降至仅 2.5 μ A (典型值), 并在轻负载下实现高效率, 这有效延长了电池供电系统的工作时长。

器件信息

器件型号 ⁽³⁾	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
LM68625-Q1、 LM68635-Q1、 LM68645-Q1	RZT (WQFN-FCRLF, 20)	2.60mm $\times$ 3.60mm

- 有关更多信息, 请参阅 节 7。
- 封装尺寸 (长 $\times$ 宽) 为标称值, 并包括引脚 (如适用)。
- 请参阅 器件比较表。



简化版原理图



LM686x5-Q1 降压转换器专为功能安全相关应用而设计。一系列安全特性包括启动时的 ABIST、冗余和快速 V_{OUT} 监控、反馈路径故障检测、冗余温度传感器、热关断和电流限制，可显著降低残余时基故障 (FIT)。

LM686x5-Q1 具有多种特性，可轻松满足 CISPR 25 发射要求。首先，对称引脚排列不仅提供了输入电容器的绝佳布置，更能实现超低的功率回路寄生电感有效值，从而降低开关损耗，并提升高输入电压和高开关频率下的 EMI 性能。可通过引脚选择的开关节点转换率控制功能进一步降低高频率下的发射强度。高达 2.2MHz 的可通过电阻器调节的开关频率可同步至外部时钟源，以消除噪声敏感应用中的拍频。

LM686x5-Q1 的其他特性包括：最高工作结温达 150°C、用于故障报告和输出电压监测的漏极开路电源正常 (PG) 指示器、用于输入 UVLO 保护的精密使能输入、单调启动至预偏置负载、由 VIN 或 BIAS 供电的双输入 VCC 偏置子稳压器、断续模式过载保护以及带自动恢复功能的热关断保护。

LM686x5-Q1 采用 3.6mm×2.6mm 热增强型 20 引脚 eQFN 封装，通过额外的引脚间隙提升可靠性。同时还具有可润湿侧翼引脚，便于在制造期间进行光学检测。LM686x5-Q1 采用倒装芯片可布线引线框 (FCRLF) 封装技术，凭借其可用电流能力、全生命周期可靠性及成本优势，适用于需要高功率密度的应用。宽输入电压范围、低静态电流消耗、高温运行、逐周期电流限制、低 EMI 特征和小设计尺寸可为需要增强稳健性和耐用性的应用提供出色的负载点稳压器设计。

内容

1 特性	1	5.3 接收文档更新通知	5
2 应用	1	5.4 支持资源	5
3 说明	1	5.5 商标	6
4 器件比较表	4	5.6 静电放电警告	6
5 器件和文档支持	5	5.7 术语表	6
5.1 器件支持.....	5	6 修订历史记录	6
5.2 文档支持.....	5	7 机械、封装和可订购信息	7

4 器件比较表

可订购器件型号	电流	上市
LM68645SFRZTRQ1	4.5A	是
LM68635SFRZTRQ1	3.5A	是
LM68625SFRZTRQ1	2.5A	是

5 器件和文档支持

5.1 器件支持

5.1.1 第三方产品免责声明

TI 发布的与第三方产品或服务有关的信息，不能构成与此类产品或服务或保修的适用性有关的认可，不能构成此类产品或服务单独或与任何 TI 产品或服务一起的表示或认可。

5.1.2 开发支持

5.1.2.1 使用 WEBENCH® 工具创建定制设计方案

[点击此处](#)，使用 LM686x5-Q1 器件并借助 WEBENCH Power Designer 创建定制设计方案。

1. 首先键入输入电压 (V_{IN})、输出电压 (V_{OUT}) 和输出电流 (I_{OUT}) 要求。
2. 使用优化器表盘，优化该设计的关键参数，如效率、占用空间和成本。
3. 将生成的设计与德州仪器 (TI) 其他可行的解决方案进行比较。

WEBENCH Power Designer 提供了定制原理图，并罗列了实时价格和元件供货情况的物料清单。

在多数情况下，可执行以下操作：

- 运行电气仿真，观察重要波形以及电路性能
- 运行热性能仿真，了解电路板热性能
- 将定制原理图和布局方案以常用 CAD 格式导出
- 打印 PDF 格式的设计报告并与同事共享

有关 WEBENCH 工具的更多信息，请访问 www.ti.com/WBENCH。

5.2 文档支持

5.2.1 相关文档

欲查看相关文件，请参阅以下内容：

- 德州仪器 (TI)，[热设计：学会洞察先机，不做事后诸葛 应用手册](#)
- 德州仪器 (TI)，[外露焊盘封装实现理想热阻的电路板布局布线指南 应用手册](#)
- 德州仪器 (TI)，[如何使用热指标正确评估结温 应用手册](#)
- 德州仪器 (TI)，[开关电源布局指南 应用手册](#)
- 德州仪器 (TI)，[Simple Switcher PCB 布局指南 应用手册](#)
- 德州仪器 (TI)，[构建电源之布局注意事项 研讨会](#)
- 德州仪器 (TI)，[使用 LM4360x 与 LM4600x 简化低辐射 EMI 布局 应用手册](#)
- 德州仪器 (TI)，[半导体和 IC 封装热指标 应用手册](#)

5.3 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com 上的器件产品文件夹。点击 [通知](#) 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

5.4 支持资源

[TI E2E™ 中文支持论坛](#) 是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的 [使用条款](#)。

5.5 商标

HotRod™ and TI E2E™ are trademarks of Texas Instruments.
WEBENCH® is a registered trademark of Texas Instruments.
所有商标均为其各自所有者的财产。

5.6 静电放电警告



静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

5.7 术语表

TI 术语表 本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

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 (November 2025) to Revision B (February 2026)	Page
• 从文档标题中删除了“ZEN 1”	1
• 将特性中的“低 EMI Zen 开关”更改为“可实现低 EMI”	1
• 将特性中的“温度等级 1：- 40°C 至+125°C，TA”更改为“器件温度等级 1：- 40°C 至 125°C 环境温度范围”	1
• 将特性中的“与 36V 4A、6A、8A LM654x0-Q1 引脚兼容”更改为“与 36V LM65440-Q1、LM65460-Q1 和 LM65480-Q1 引脚兼容”	1
• 更新了说明中的简化版原理图.....	1
• 在说明中添加了 LM6x645 的效率图.....	1
• 更新了器件比较表中的 OPN.....	4

Changes from Revision * (October 2024) to Revision A (November 2025)	Page
• 将文档状态从“预告信息”更改为“量产数据”	1
• 更新了文本，以更清晰地描述器件功能.....	1
• 删除了“处于预发布状态”说明.....	4

7 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
LM68625SFRZTRQ1	Active	Production	WQFN-FCRLF (RZT) 20	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 150	625SFQ
LM68635SFRZTRQ1	Active	Production	WQFN-FCRLF (RZT) 20	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 150	635SFQ
LM68645SFRZTRQ1	Active	Production	WQFN-FCRLF (RZT) 20	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 150	645SFQ
PLM68645SFRZTRQ1	Active	Preproduction	WQFN-FCRLF (RZT) 20	2500 LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 150	
PLM68645SFRZTRQ1.A	Active	Preproduction	WQFN-FCRLF (RZT) 20	2500 LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 150	

⁽¹⁾ **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

⁽²⁾ **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

⁽³⁾ **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

⁽⁴⁾ **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

⁽⁵⁾ **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

⁽⁶⁾ **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
LM68625SFRZTRQ1	WQFN-FCRLF	RZT	20	2500	330.0	12.4	3.4	4.27	0.7	8.0	12.0	Q1
LM68635SFRZTRQ1	WQFN-FCRLF	RZT	20	2500	330.0	12.4	3.4	4.27	0.7	8.0	12.0	Q1
LM68645SFRZTRQ1	WQFN-FCRLF	RZT	20	2500	330.0	12.4	3.4	4.27	0.7	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

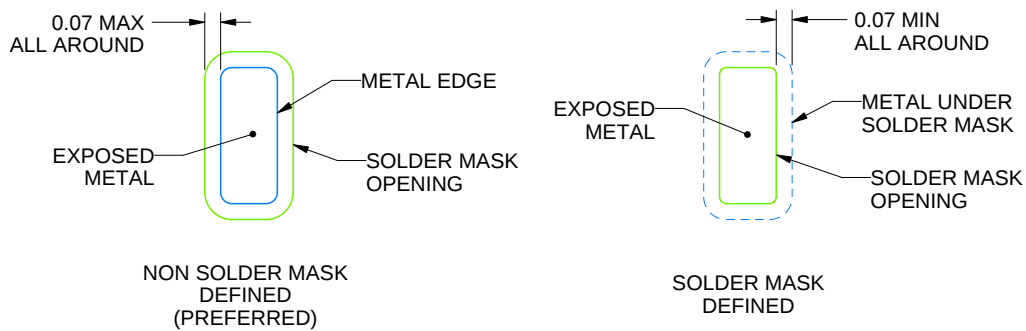
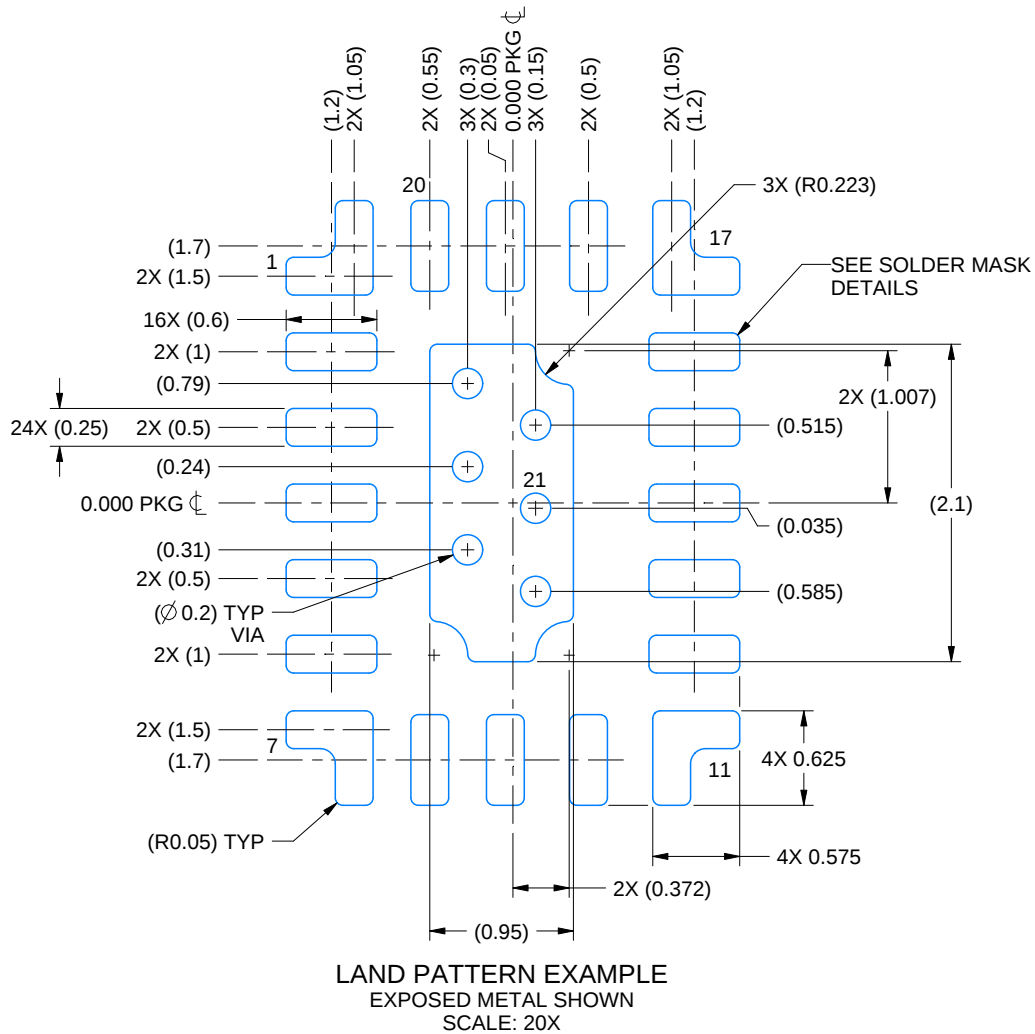
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
LM68625SFRZTRQ1	WQFN-FCRLF	RZT	20	2500	346.0	346.0	33.0
LM68635SFRZTRQ1	WQFN-FCRLF	RZT	20	2500	346.0	346.0	33.0
LM68645SFRZTRQ1	WQFN-FCRLF	RZT	20	2500	346.0	346.0	33.0

EXAMPLE BOARD LAYOUT

RZT0020A

WQFN-FCRLF - 0.7 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



4228518/C 06/2022

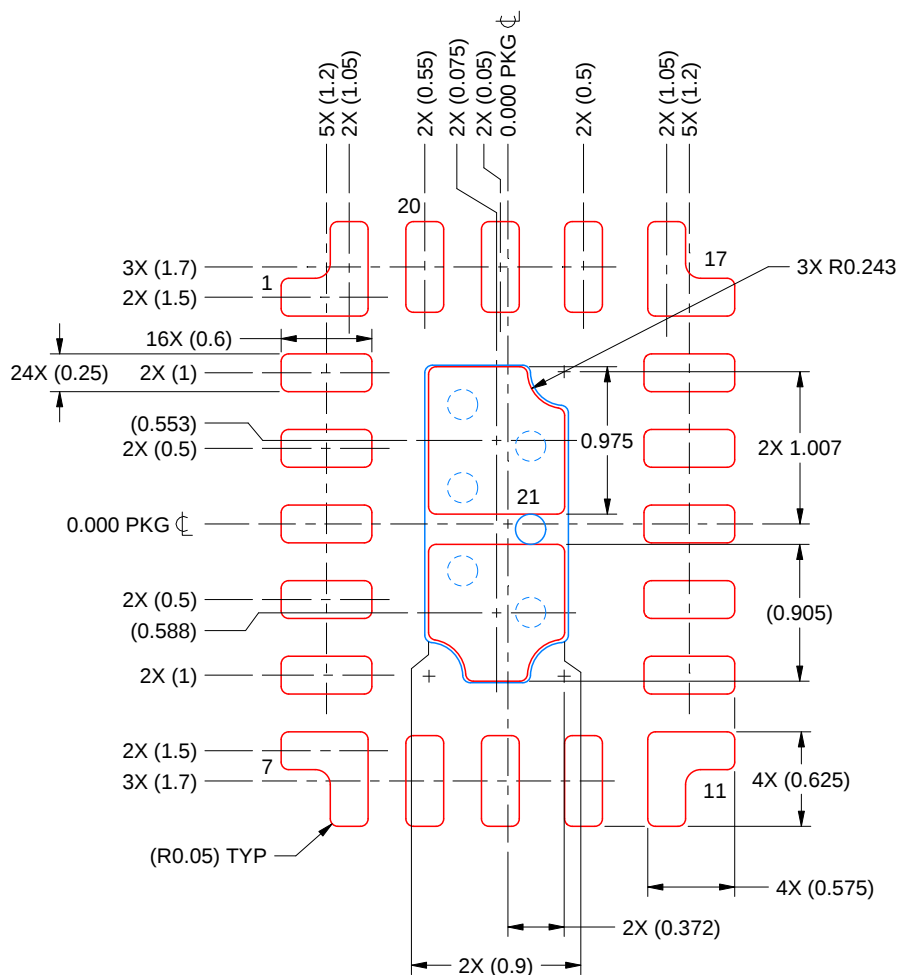
NOTES: (continued)

- This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/sluea271).
- Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

RZT0020A

WQFN-FCRLF - 0.7 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE: 20X

EXPOSED PAD 21:
85% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE

4228518/C 06/2022

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

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