



内容

1 引言.....	2
2 硬件组件失效模式影响和诊断分析 (FMEDA).....	3
2.1 随机故障估算.....	3
2.2 使用 FMEDA 电子表格工具.....	4
2.3 示例指标计算.....	7

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

本文档是德州仪器 (TI) TCAN1144-Q1 和 TCAN1146-Q1 的安全分析报告。本安全分析报告中涉及的器件型号如下：

- TCAN1144-Q1
- TCAN1146-Q1

下列信息包含在 *器件安全手册* 中，本文档将不再赘述。在本文档的余下部分，本文档将称为 *安全手册*。

- 超集产品架构概述
- 用于减少系统失效的开发流程概述
- 用于管理随机失效的安全架构概述
- 架构划分和实现的安全机制详细信息

下列信息包含在 *安全报告* 中，本文档将不再赘述：

- 目标标准合规性的评估结果

使用本文档的用户应大致熟悉 TCAN1144-Q1 和 TCAN1146-Q1。本文档旨在与相关数据表、技术参考手册和其他产品开发文档一同使用。

本文档中介绍了以下功能安全分析：

- 硬件组件 FMEDA (失效模式影响和诊断分析) - 完整的 FMEDA 将在单独的 Excel 文档中提供。本文档中介绍了 FMEDA 所做的假设以及用于根据具体应用定制 FMEDA 的设置。

2 硬件组件失效模式影响和诊断分析 (FMEDA)

本节介绍了器件 FMEDA、其中所做的假设、用于定制的选项，并提供器件功能安全指标的示例计算。

2.1 随机故障估算

为了进行定量失效分析，必须为分析中将要考虑的组件生成随机故障率估算值。有许多不同的模型和技术可用于故障率估算。IEC 61508 和 ISO 26262 均未规定须使用特定的故障率估算方法。常用的估算方法包括：

- IEC/TR 62380:2004，“可靠性数据手册 - 用于电子器件、PCB 和设备可靠性预测的通用模型”
- Siemens 标准 SN29500:2010，“组件故障率”
- IEC 61709:2017，“电气元件 - 可靠性 - 故障率和转换应力模型的参考条件”
- 来自已经生产并在类似运行条件下部署的类似产品的供应商可靠性数据
- 为了在模拟加速生命周期的条件下（例如温度、电压、频率、振动、湿度或辐射暴露率）减少器件故障而进行的有针对性的研究和实验。

故障率的估算通常用时基故障 (FIT) 术语进行定义。TI 的数据以每运行 10^9 小时的故障数表示时基故障，这与大多数手册一致。但某些手册（例如用于军事应用的手册）可能会根据每运行 10^6 小时的故障数来表示时基故障。使用此类数据时，请注意在所有计算中遵循共同的时基故障定义。

根据 TI 的经验，所有模型生成的故障率估算值与现场观察和报告的故障率或基于针对性实验生成的数据预测的故障率都不一致。模型预测的故障率始终高于现场观察或通过针对性实验预测的故障率。产生这种差异的一个可能原因是，这些标准中的可靠性数据没有区分随机故障和系统故障。在 IEC 61508 和 ISO 26262 中，定量分析侧重于随机故障率。TI 的数据表明，无论是追溯到半导体供应商、系统集成商还是最终用户，半导体中出现的大部分现场失效均是系统故障所致。TI 制定了质量和可靠性计划，可持续改进我们的产品和工艺，从而减少这些系统故障。

与 TI 产品现场故障率数据或 TI 加速寿命测试相比，利用 SN29500 得出的故障率倾向于保守。TI 认为 IEC 61709 与 SN29500 相似，我们在 FMEDA 中将此模型称为 IEC 61709/SN29500 模型。IEC/TR 62380 虽然仍然保守，但可提供与 TI 产品数据最为匹配的数据。虽然此标准已正式撤销，但方程式已纳入 ISO 26262-11:2018 标准第 4.6.2 部分。因此，TI 基于 IEC/TR 62380 进行随机故障率估算，并用基础模型中未考虑的失效模式针对性研究中获得的数据进行了增强。

在考虑半导体的故障率时，TI 运用了以下分类和方法：

表 2-1. TI 随机故障率估算摘要

设计元素	失效模式	估算方法
器件封装	永久性故障	IEC/TR 62380
芯片（器件）	永久性故障	IEC/TR 62380
芯片（器件）	瞬态故障（软错误）	针对性辐射暴露

2.1.1 封装的故障率估算原理

TI 使用 IEC/TR 62380 模型来估算此器件所用 [器件封装类型] 封装的封装时基故障率。IEC/TR 62380 封装模型主要涉及发生在封装和 PCB 之间的热膨胀导致的磨损。该模型包含的多个变量已经替换为特定于器件的数据（如果可用），例如功耗和封装热特性。强烈建议用户在“Mission Profile Tailoring”选项卡中应用其自有应用任务剖面，因为这对基础封装时基故障率具有重大影响。TI 的估算中默认使用汽车电机控制曲线。

备注

大型汽车和工业应用中的 TI Field 数据指示随机封装故障率和器件永久性故障率，这些故障率比使用 IEC/TR 62380 生成的估算值至少低两个数量级。TI 器件的设计对 IEC/TR 62380 中规定的磨损失效机制具有很高的裕度；大多数应用在产品寿命期内不会接近磨损极限。也有人认为，磨损机制应被视为系统失效模式，因此不应包括在安全指标分析中。按照 IEC/TR 62380 标准生成的数据应视为保守估算值。

2.1.2 器件永久性故障的故障估算原理

TI 使用 IEC/TR 62380 模型来评估器件永久性故障导致的时基故障率。IEC/TR 62380 模型主要聚焦于因电压和温度而加速的栅极氧化层完整性类型的故障。这是用于半导体故障建模的一种传统方法，因为栅极氧化层失效是一种主要磨损机制。但在最近几代产品中，其他失效模式变得愈发明显，而且并不总会因与栅极氧化层失效相同的条件而加速。JEDEC JEP122G “半导体器件的失效机制和模型”可提供更多详细信息。管理这些失效模式可能需要使用 IEC 61508:2010 和 ISO 26262:2011 中没有明确说明的其他测试和诊断功能。

TI 的 IEC/TR 62380 模型应用遵循 ISO 26262-11:2018 中的指导信息。永久性故障分为五类，每一类用单独的固有时基故障率进行估算：MOS 数字电路、低功耗 SRAM、ROM、可擦块闪存以及低电压线性（模拟）。会对五种电路类型的过程时基故障系数求平均，因为标准中不包含允许集成数字、模拟、ROM、SRAM 和闪存的过程。请注意，某些器件可能并不具有上面所列的每个类别，在这种情况下，计算时将排除不存在的类别。TI 的估算中默认使用汽车电机控制曲线。

2.1.3 器件瞬态故障的故障估算原理

TI 使用收集的工艺测试芯片实验数据来估算器件瞬态故障。在计算中还可以使用来自供应商和代工厂的其他数据，具体取决于用于器件的工艺技术。自 2000 年以来，TI 一直在对工艺测试芯片进行有针对性的辐射暴露测试，并且已成为此领域公认的行业领军者。TI 的数据与国际半导体技术路线图 (ITRS) 中提供的软错误高度相关。目前，TI 并不了解有任何失效估算标准包含瞬态故障的时基故障率估算模型。

在测试芯片上获取的数据已被用于确定 SRAM 位和顺序数字逻辑的单粒子翻转 (SEU) 基本故障率。对于组合逻辑的单事件瞬态 (SET) 事件，会进行进一步的估算。这种失效模式在理论上是可能的，但 TI 在迄今为止进行的任何测试中均未生成这种失效模式。ROM、模拟和封装时基故障对瞬态故障没有影响，因此未包含在此计算中。

SEU 故障率考虑了暴露于两种基本粒子之下的情形： α 粒子和中子。 α 粒子暴露主要发生在封装密封材料内的放射性材料中。应使用低 α 塑料材料以尽可能降低此故障率。中子粒子暴露主要是撞击地球的宇宙粒子导致的。在地球上的运行高度和位置对暴露率都有影响，赤道附近的高海拔高度位置具有最高的暴露率。除了在几英尺铅、水或类似屏障后面运行装置外，中子粒子的管理没有其他有效方法。本报告中的所有估算均基于 JEDEC JESD89A 半导体器件中 α 粒子和地球宇宙射线诱发的软错误的测量与报告，并假设中子通量 = 1 (美国纽约市海平面高度下的实测中子暴露率)。

2.1.4 故障类别的分类和计算

TI 使用 ISO 26262-10 标准 (图 9) 作为所有 FMEDA 计算的基础。FMEDA 中的每一行均根据晶体管数量或面积指定了器件的总故障率 (封装时基故障率根据器件引脚数量单独计算)。然后，根据节 2.2.3 中所做的选择，FMEDA 将会相应地对故障率进行分类。用户可以在“Details - ISO26262”选项卡中查看该分类的详细信息。

2.2 使用 FMEDA 电子表格工具

FMEDA 是用于确定功能安全体系结构有效性的一种常用功能安全分析技术。对于已经确定的设计块失效模式，会对发生概率进行量化。对于实施的诊断，会对诊断的有效性进行量化。通过对这些值进行量化，可以按照有针对性的功能安全标准 (例如 IEC 61508 “安全失效分数”或 ISO 26262 “单点故障指标”) 计算安全指标，从而估算所实施安全体系结构的有效性。

TI 为此器件创建了一个 FMEDA，允许用户根据用作安全功能一部分的特性或设计块，按照具体用例定制指标。此外，该工具允许用户修改环境因素、器件功耗和影响原始 (基础) 时基故障的其他因素。最后，该工具允许用户自定义所应用的诊断，这些诊断可以检测器件内部的故障。电子表格中的所有绿色单元格都可由用户进行修改。所有其他单元格已由 TI 根据器件的特性进行填充或根据用户的选择进行计算。该 Excel 工作簿处于锁定状态，以防用户错误地修改计算。以下各节详细介绍了如何使用这些定制选项。下面未提及的任何选项卡仅用于显示信息。

有关此器件的 FMEDA 中的这些字段的默认值，请参阅节 2.3.1。

2.2.1 任务剖面定制选项卡

用户需要根据具体用例定制此表。

本节介绍了针对特定应用或用例配置器件 FMEDA 的“Mission Profile Tailoring”选项卡所需执行的步骤。可在此选项卡中进行的所有选择都将影响器件的原始 (基础) 时基故障率或器件的安全相关时基故障。

2.2.1.1 可信度

可信度字段设置 FMEDA 电子表格中计算的数据处于指定值范围的可能性。简而言之，可信度越高，数据越保守。用户可以调整此可信度以便匹配其系统中其他组件的时基故障计算。可信度越低，原始（基础）时基故障率就越小。TI 用户能够独立于瞬态时基故障可信度来调整永久性时基故障可信度。

2.2.1.2 地理位置

相对中子通量字段设置相对于世界特定海拔高度的辐射暴露率。用户可以更改这些假设以符合具体用例。相对中子通量越高，原始（基础）瞬态时基故障率就会越大。

2.2.1.3 生命周期

默认车辆寿命字段将车辆（或系统）设置为处于使用状态的小时数。FMEDA 计算中并不直接使用此字段，但此字段与导通时间 (Ton) 一同用于设置器件的原始（基础）时基故障率计算中直接使用的总通电时间 (POH)。用户可以更改此假设以符合其具体用例。车辆寿命越长，计算中使用的通电时间 (POH) 小时数就越大，得到的原始（基础）时基故障率就越大。请注意，对于许多汽车和工业器件，原始（基础）时基故障率的这种增加将会非常小，以至于在“Totals”选项卡中观察不到。

2.2.1.4 用例热管理控制 (θ JA) 和用例功耗

有多个输入与热管理和用例功耗相关。TI 假设了热管理策略和用例功耗。用户可以更改这些假设以符合具体用例。通过这些方程式得到的最关键的参数是最高结温。请确保不超过组件的最高结温额定值。结温越高，原始（基础）时基故障率就越大。

2.2.1.5 每种组件类型的安全与非安全 (安全失效分数)

对于基础设计元素的每种失效模式，都应确定失效是安全的还是危险的。安全失效不会导致丧失安全功能或违反安全目标（这可包括设计一旦失效至预定义的安全状态，就无法执行安全功能）。危险失效会导致丧失安全功能或违反安全目标。

安全与危险失效之比的使用根据系统的硬件利用率而有所不同。在许多系统中，由于技术复杂性、设计可见性和详尽测试所需的时间，系统集成商无法证明安全与危险的比率。为了解决这个问题，可以采用概率方法，估算安全与危险失效的比率。在没有详细数据的情况下，许多标准建议设置为 50% 安全和 50% 危险。TI 对 SRAM、数字逻辑和闪存的瞬态故障保守地使用了 50% 安全失效估算值。所有其他故障均视为 0% 安全。用户可以更改这些假设以符合其具体用例。这些选项将影响永久性、瞬态和封装故障的“安全相关时基故障”。

2.2.1.6 模拟时基故障分布方法

本部分仅供参考，不需要用户输入。IEC62380 和 SN29500 使用总 Mbit 和/或晶体管数量来确定基本级别时基故障。如果选择了“Transistor”，则会基于原始晶体管数量按比例放大模拟时基故障。如果选择了“Area”，则会基于器件相对于芯片的大小按比例放大时基故障率。这不会改变器件的总基础时基故障，而只是改变基础时基故障的分布。

2.2.1.7 运行剖面

运行剖面具有一组输入，用于配置组件所需的热环境。TI 已经对典型用例的预期环境温度做了假设 - 例如 IEC62380 电机控制曲线。用户可以更改这些假设以符合具体用例。环境温度与功耗相结合，可以提高结温，这反过来会提高原始（基础）时基故障率。

2.2.2 引脚电平定制选项卡

用户需要根据具体用例定制此表。

“Pin Level Tailoring”选项卡获取原始（基础）封装时基故障率并将其分布在器件的每个引脚（或焊球）之中。每个引脚将获得等百分比的封装时基故障。用户应参考本 FMEDA 和安全手册来确定在其应用中使用哪些器件引脚来提供安全相关功能。对于未使用的器件引脚，可将“Safety related HW element to be considered in the analysis?”标记为“No”。这会从时基故障计算中删除这些引脚，否则将会影响安全相关时基故障和所有得出的指标。此外，可以为每个引脚应用一项安全机制，以针对引脚失效提供诊断覆盖。可以在“Diagnostic Coverage”选项卡右下角的“Pin Level Coverage”部分找到诊断列表。TI 可以根据器件的一个或多个预期用例预填充引脚电平定制选项。更改安全机制的选项会影响封装对“Totals - ISO26262”选项卡中的硬件随机失效概率指标 (PMHF) 和单点故障指标 (SPFM) 或硬件失效概率 (PFH) 的作用。

2.2.3 功能和诊断定制选项卡

用户需要根据具体用例定制此表。

“Function and Diag Tailoring”选项卡获取原始(基础)永久性和瞬态故障率并将其分布在器件的每个设计块(有时称为硬件元素或IP)之中。每一行显示此分析的结论部分,每一列基于晶体管数量或内存大小显示时基故障百分比。用户应综合参考本 FMEDA 和“安全手册”来确定在其应用中使用哪些设计块来提供安全相关功能。对于未使用的设计块,可将“Safety related HW element to be considered in the analysis?”标记为“No”。这会从时基故障计算中删除这些行,否则将会影响安全相关时基故障和所有得出的指标。此外,可以对每一行应用一组安全机制,从而针对与其功能相关的故障提供诊断覆盖(请注意,此处的每种选项均表示应用了多项安全机制)。对于每一行,针对永久性故障、瞬态故障和潜在故障提供诊断覆盖而应用的诊断项拆分为单独的列,以便对每种故障应用这些诊断项。可在“Diagnostic Coverage”选项卡中找到安全机制的列表。TI 可以根据器件的一个或多个预期用例预填充功能和诊断定制选项。更改安全机制的选项会影响“Totals - ISO26262”选项卡中的硬件随机失效概率指标 (PMHF) 和单点故障指标 (SPFM) 或硬件失效概率 (PFH)。

在器件安全手册的“硬件组件器件说明”一章中,除了可用诊断选项和可用诊断的完整列表外,还可以找到此 FMEDA 中每一行的定义。有关如何确定与系统安全功能相关的器件的更多指导信息,也可参阅“器件安全手册”中的“在上下文中查看此独立安全元素”一章。

2.2.4 诊断覆盖选项卡

此选项卡仅用于显示信息。用户不能在此选项卡上进行选择。

“Diagnostic Coverage”选项卡是“Pin Level Tailoring”选项卡和“Function and Diag Tailoring”选项卡中所选诊断组的来源。每个设计块(器件级)将有一个或多个诊断选项(在这些选项卡中以下拉选项的形式显示)。FMA 值字段表示选择诊断选项时应用的所有独特诊断。诊断检测、诊断覆盖和潜在覆盖字段指示为每个诊断选项声明的诊断覆盖范围,选择该选项时会将这些诊断覆盖范围填充到“Function and Diag Tailoring”选项卡中。

对于基础设计元素的每种失效模式,均可在安全体系结构中分配一项诊断以检测失效。通常,单一诊断即可检测多种失效模式。除了其他可能的实现形式外,诊断还可能采取基于软件的测试、硬件测试结构或其他逻辑通道的形式。诊断可以连续、定期或一次性执行。必要诊断应用的频率应由系统集成商根据相关安全约束(例如容错时间间隔、所需检测率等)来确定,这些安全约束是支持目标安全功能或安全目标所必须的。

2.2.5 客户定义诊断选项卡

用户可能需要,也可能不需要定制此表,具体取决于具体用例。

提供“Customer Defined Diagnostics”选项卡的目的是让用户可以在“Diagnostic Coverage”选项卡中进一步修改除默认值以外的诊断设置。这些客户定义诊断成为“Pin Level Tailoring”选项卡和“Function and Diag Tailoring”选项卡上的选项的组成部分。如果用户需要运行一套独特的诊断来代替 TI 建议的诊断,他们可以使用其中的一个客户定义选项,填充覆盖详细信息,然后移动到“Function and Diag Tailoring”选项卡并将该诊断应用于相应的行。

2.2.6 总计 - ISO26262 选项卡

此选项卡仅用于显示信息。用户不能在此选项卡上进行选择。

“Totals - ISO26262”选项卡包含基于先前选项卡中的选项得出的芯片级 FMEDA 指标结果。此选项卡汇总了 ISO 26262 功能安全标准规定的各项指标。表格顶部分项显示了芯片永久性故障、芯片瞬态故障和封装故障的总时基故障和诊断覆盖率,最后显示每一行的故障总和。提供了以下信息:

- 总时基故障(原始时基故障):使用所述的基础时基故障模型在“Mission Profile Tailoring”选项卡中输入的环境条件下得出的器件总基础故障率。
- 安全相关时基故障:总时基故障的一个子集,其中只包括在“Pin Level Tailoring”和“Function and Diag Tailoring”选项卡上指示为安全相关的设计块或器件引脚。
- 硬件随机失效概率指标 (PMHF) (以 FIT 为单位):“Pin Level Tailoring”和“Function and Diag Tailoring”选项卡中的诊断选项直接影响此百分比。
- 单点故障指标 - SPFM:用于检测和防止单点故障的覆盖百分比。
- 潜在故障指标 - LFM:用于检测和防止潜在故障的覆盖百分比。

还有一些基于 ISO 26262 标准中术语的中间计算:

- 总故障 (λ)
- 安全相关故障总计 (λ_{SR})
- 非安全相关故障总计 (λ_{nSR})
- 安全故障总计 (λ_S)
- 非安全故障总计 (λ_{nS})
- 可能违反 SG 的故障总计 (λ_{PVSG})
- 单点故障总计 (λ_{SPF})
- 残余故障总计 (λ_{RF})
- 多点初级【非 PVSG】故障总计 ($\lambda_{MPFPrimary}$)
- 多点次级 [PVSG] 故障总计 ($\lambda_{MPFSecondary}$)
- 多点检测故障总计 (λ_{MPFdet})
- 多点潜在故障总计 (λ_{MPFI})

感知故障概念不适用于半导体级别，因为在此级别的分析中无法考虑驱动器的故障检测能力。

2.2.7 详细信息 - ISO26262 选项卡

此选项卡仅用于显示信息。用户不能在此选项卡上进行选择。

“Details - ISO26262”选项卡包含基于先前选项卡中的选项得出的芯片级 FMEDA 指标结果。此选项卡显示 ISO 26262 功能安全标准规定的指标，按每个设计块分项列出。如果用户对特定设计块的失效分布或中间指标感兴趣，此选项卡可能会有用。对于许多用户而言，可能并不需要这种级别的详细信息。

2.3 示例指标计算

本节提供了 MCU 功能安全指标计算示例。此示例的结果可用于评估 MCU 产品对系统设计的适用性。本示例并不用于保证所有系统实现的性能。

备注

本参考并不体现安全手册中的所有建议。使用假设的改变，例如应用与安全手册中规定的诊断不同的一组诊断，可能使得到的安全指标发生变化。用户进行的任何更改都应验证是否正确。

2.3.1 在安全指标计算中所使用的假设

若要计算 ISO 26262:2018 规定的安全指标，必须进行许多假设。下面详细说明了所用的假设以供参考：

- 应用于永久性时基故障率的可信度：
- 应用于瞬态时基故障率的可信度：
- 中子通量：设置为 1 (相当于暴露于在纽约市测得的海平面下)
- 热管理 (θ_{JA})：
- 用例功率：
- 安全与不安全：默认情况下，所有永久性故障都被视为 0% 安全。默认情况下，数字 SRAM、数字逻辑和闪存的瞬态故障被视为 50%。
- 使用的运行 (任务) 剖面：
- 引脚电平定制时的特殊注意事项：
- 功能和诊断定制时的特殊注意事项：
- 诊断应用的特殊注意事项：

2.3.2 器件级 ISO 26262 安全指标摘要

表 2-2 提供了器件的时基故障率估算值和使用前面说明的假设按照 ISO 26262-5:2018 标准计算的安全指标。

表 2-2. TCAN1144DMT-Q1 和 TCAN1146DMT-Q1 的 ISO 26262 时基故障率估算值和安全指标

		芯片		封装	总计
		永久性	瞬态	永久性	总和
总时基故障 (原始时基故障)	λ	11.30	0.14	9.03	22.47
安全相关时基故障	λ_{SR}	11.30	0.14	8.82	22.47

表 2-2. TCAN1144DMT-Q1 和 TCAN1146DMT-Q1 的 ISO 26262 时基故障率估算值和安全指标 (continued)

		芯片		封装	总计
		永久性	瞬态	永久性	总和
随机硬件失效概率指标 (以 FIT 为单位)	PMHF	4.65	0.07	0.42	5.14
单点故障指标	SPFM	65.01%	50.00%	95.27%	76.91%
潜在故障指标	LFM	83.13%	不适用	95.50%	89.23%

表 2-3. TCAN1144D-Q1 和 TCAN1146D-Q1 的 ISO 26262 时基故障率估算值和安全指标

		芯片		封装	总计
		永久性	瞬态	永久性	总和
总时基故障 (原始时基故障)	λ	17.60	0.14	28.51	46.25
安全相关时基故障	λ_{SR}	17.60	0.14	27.83	45.57
随机硬件失效概率指标 (以 FIT 为单位)	PMHF	6.16	0.07	1.32	7.55
单点故障指标	SPFM	65.01%	50.00%	95.27%	83.44%
潜在故障指标	LFM	83.13%	不适用	95.50%	91.77%

表 2-4. TCAN1144DYY-Q1 和 TCAN1146DYY-Q1 的 ISO 26262 时基故障率估算值和安全指标

		芯片		封装	总计
		永久性	瞬态	永久性	总和
总时基故障 (原始时基故障)	λ	18.03	0.14	7.43	25.60
安全相关时基故障	λ_{SR}	18.03	0.14	7.25	25.43
随机硬件失效概率指标 (以 FIT 为单位)	PMHF	6.31	0.07	0.34	6.72
单点故障指标	SPFM	65.01%	50.00%	95.27%	73.56%
潜在故障指标	LFM	83.13%	不适用	95.50%	87.72%

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