



摘要

本文档讨论了单稳态多谐振荡器的操作和应用。SN74LVC1G123 被选为示例器件，但德州仪器 (TI) 的其他逻辑系列中还有多种其它型号的单稳态多谐振荡器器件，它们的工作方式几乎相同。此处的应用几乎适用于所有单稳态多谐振荡器。

内容

1 引言.....	2
2 术语.....	2
3 工作原理.....	2
4 应用.....	3
5 常见问题解答.....	9
6 修订历史记录.....	9

1 引言

“单稳态多谐振荡器”之所以如此命名，是因为它的输出仅在一种状态下是稳定的。当触发时，该器件会在一段时间内将输出切换到所谓的“不稳定状态”，然后返回稳定状态。请注意，本文中的“稳定”是指在没有外部输入的情况下输出状态保持不变，而“不稳定”是指在没有外部输入的情况下状态会发生变化。一个输入触发事件会导致一个输出脉冲，因此该器件也称为“单次触发”。SN74LVC1G123 是我们极受欢迎的器件之一，此处将使用其作为示例，但 TI 在不同的逻辑系列中提供了多种其它型号的单稳态多谐振荡器，以适用于各种应用。

这些器件可用作去抖动器、脉冲扩展器、延迟器和边沿检测器。它们对于清理所有类型逻辑电路的输入信号非常有用。

2 术语

- 稳态 - 单稳态多谐振荡器输出端的自然、静止或“关闭”状态，通常为“低电平”
- 非稳态 - 单稳态多谐振荡器输出端的瞬时、活动或“打开”状态，通常为“高电平”
- 脉冲宽度 - 交换输出的时间量。通常称为“ t_w ”
- 触发器 - 生成输出脉冲的输入信号边沿。根据使用的输入端，触发器可位于上升沿或下降沿。
- 再触发器 - 在系统输出端已经处于非稳态时施加触发信号的行为。
- 可再触发 - 具有再触发能力的单稳态多谐振荡器。

3 工作原理

3.1 基本概念

所有具有用于定时的外部 RC 电路的单稳态多谐振荡器的基本工作原理都相同。RC 电路中的电容器需要花费一定的时间（称为“时间常数”）才能从完全放电状态充电至其满电量的 63.2%。它需要 5 个时间常数才能达到其满电量的 99.3%，满电量通常被认为是充满电的状态。这两个值来自 RC 电路阶跃响应特征方程 [方程式 1](#)。

$$V_O = V_I e^{-\frac{t}{RC}} \quad (1)$$

单稳态多谐振荡器利用 RC 电路充电时间的一致性来产生设定宽度的输出脉冲。会使用外部元件，因此这种一致性依赖于这些元件以及所选半导体器件的热公差和制造公差。

3.2 操作

1. 触发事件发生。根据配置，这可以是上升沿或下降沿。
2. C_{ext} 放电非常快，可通过外部 RC 网络充电。
3. 当电容器电压降低至设计阈值时，输出端切换至不稳定状态。当充电后电容器电压重新高于阈值时，它返回到稳定状态。

说明此操作的电路如 [图 3-1](#) 所示，电容器电压与输出电压一起显示在 [图 3-2](#) 中。此图由一个理想系统模拟而来，该系统设计用于在电容器电压为其满电量的 63.2% 时切换输出端。

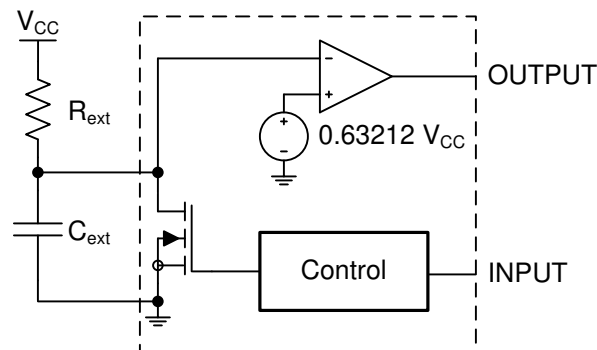


图 3-1. 单稳态多谐振荡器的功能图

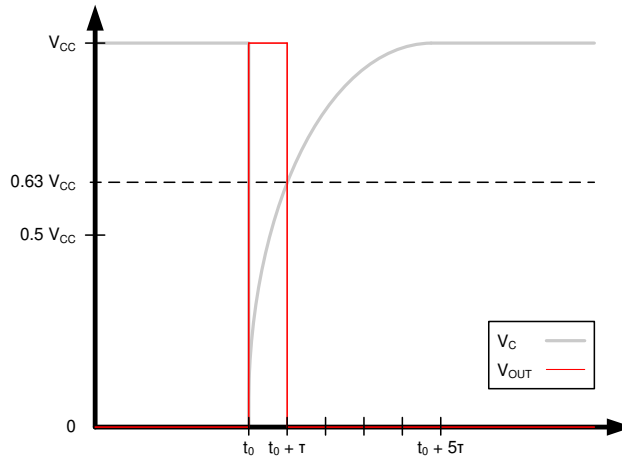


图 3-2. 具有对齐输出脉冲的电容器电压 (理想)

图 3-1 中展示的原理图是 SN74LVC1G123 内部工作情况的简化版本，但它并未囊括单稳态多谐振荡器在工作状态下的所有细微差别。在此原理图中，假设温度和电源电压不会改变电路的输出，并且 RC 电路将始终有可维持运行的充足的充电和放电路径。它另外假设系统有足够的时间在输出脉冲之间恢复。

当系统处于静止状态时，电容器充满电，输出电压为低电平。当发生触发事件时，外部电容器 C_{ext} 通过 MOSFET 快速放电，然后通过外部电阻器 R_{ext} 充电。当电容器电压最初低于参考电压 ($0.63212 V_{CC}$) 时，比较器输出端立即变为高电平。然后输出端保持高电平，直到电容器充电到超过 $0.63212 V_{CC}$ ，此时它将返回到稳定的低电平状态。达到 $0.63212 V_{CC}$ 大约需要一个时间常数，因此输出脉冲的长度将非常接近 $\tau = R \times C$ 。在真正的单稳态多谐振荡器 (例如 SN74LVC1G123) 中，输出脉冲长度还将取决于电源电压和电容器大小。这两个依赖项通常表示为乘数 K 。方程式 2 所示为通用脉冲宽度 (t_w) 方程。

$$t_w = K \times \tau = K \times R \times C \quad (2)$$

SN74LVC1G123 是一种可再触发式单稳态多谐振荡器。这意味着每个触发事件都会产生所选长度的输出。如果触发发生时输出端已经在输出脉冲，则其将继续输出，如图 3-3 中所示。图 3-3 中的时序图展示了可再触发式和不可再触发式单稳态多谐振荡器在具有相同脉冲宽度时的区别。

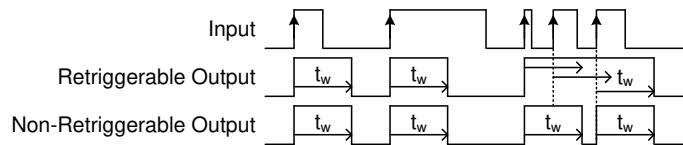


图 3-3. 可再触发式和不可再触发式单稳态多谐振荡器的区别

4 应用

4.1 一般设计注意事项

4.1.1 脉冲长度测定

在大多数应用中，输出脉冲长度是设计单稳态多谐振荡器时最重要的考虑因素。有些系统可能只需要几微秒的输出，而其它系统可能需要几秒甚至几分钟。任何单稳态多谐振荡器的数据表都应包含若干有用的图形来帮助完成这个过程。由于我们以 SN74LVC1G123 为例，此处会包含该数据表中的图形以供参考。

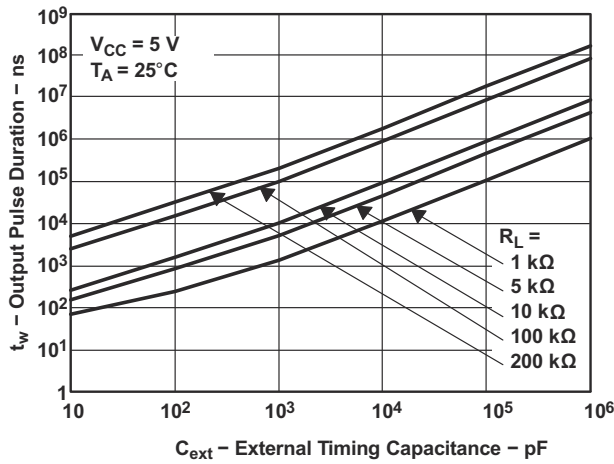


图 4-1. 输出脉冲持续时间与外部定时电容的关系，
SN74LVC1G123

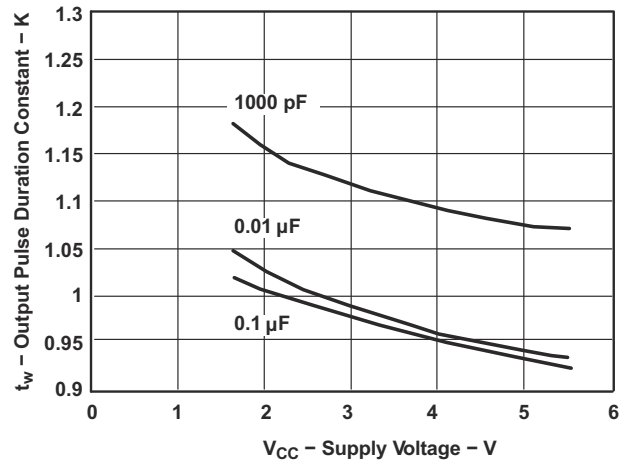


图 4-2. 输出脉冲持续时间常数与电源电压的关系

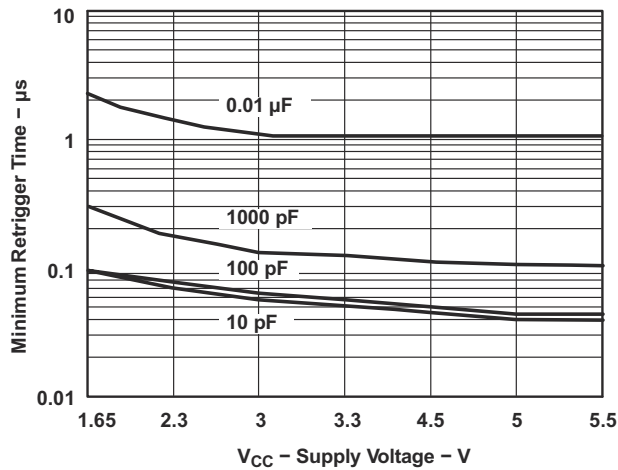


图 4-3. 最短再触发时间与电源电压的关系

在这些图中需要注意的一件事是，仅针对数据表测试了电阻器和电容器的特定值。建议使用经过测试的电容器值之一，以更快、更轻松、更准确地进行计算。节 4.2 中所示为使用这些图形作为参考的几个示例。

4.1.1.1 温度稳定性

SN74LVC1G123 具有出色的温度稳定性特征。下图展示了脉冲长度随温度变化的情况。为了仅测试半导体器件引起的变化，外部电阻器和电容器没有暴露在相同温度下。由于测试环境的原因，电路板在接近冰点的温度下结霜，因此只使用了 10°C 以上的数据。脉冲长度随电源电压变化很大（如数据表上的 V_{CC} 与 K 关系图所示），因此每个图上都显示了最小和最大推荐电源值。

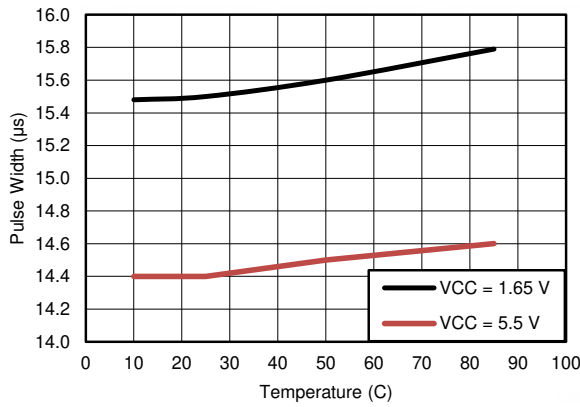


图 4-4. $C_{ext} = 100\text{pF}$ 和 $R_{ext} = 100.7\text{k}\Omega$ 时脉冲宽度随温度和电源电压变化的情况

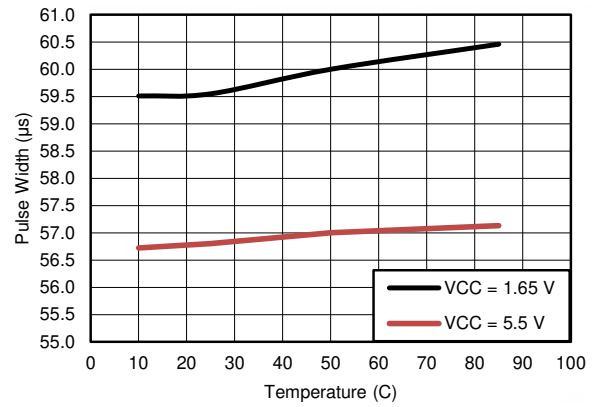


图 4-5. $C_{ext} = 500\text{pF}$ 和 $R_{ext} = 100.7\text{k}\Omega$ 时脉冲宽度随温度和电源电压变化的情况

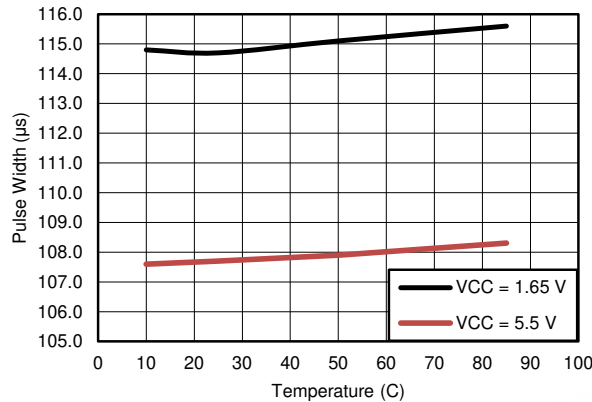


图 4-6. $C_{ext} = 1\text{nF}$ 和 $R_{ext} = 100.7\text{k}\Omega$ 时脉冲宽度随温度和电源电压变化的情况

4.2 SN74LVC1G123 应用

这些应用专为 SN74LVC1G123 而设计，但也可使用其它单稳态多谐振荡器来实现。基本原理相同。

4.2.1 开关去抖

当用户按下计算机系统上的按钮时，系统有可能会错误地读取按钮动作，这是不可避免的。大多数物理开关在按下时会在内部“回弹”，并且会在计算机系统内生成大量触发器，而用户只需要一个触发器。在这种情况下，需要使用可将多个触发器更改为单个脉冲的系统。

SN74LVC1G123 的可再触发功能使其成为开关去抖应用的理想选择。通过选择长于回弹长度但用户不会注意到的脉冲长度，单稳态多谐振荡器会将来自用户的不可预测的按钮动作更改为选定宽度的可预测脉冲。

4.2.1.1 要求

- $V_{CC} = 5\text{V}$
- 回弹小于 1ms
- 输出脉冲长度小于 25ms
- 低功耗 (总电流 < 1mA)
- 室温下工作

4.2.1.2 原理图

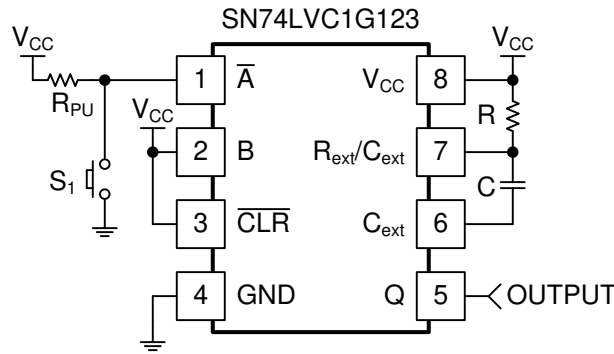


图 4-7. 去抖应用原理图

用户输入是一个按钮瞬时开关 S_1 。输入通常为高电平并被开关拉低，因此需要下降沿触发。这是通过在将输入应用于 \bar{A} 的同时保持 B 和 \bar{CLR} 为高电平来选择的。

4.2.1.3 元件选型

- R_{PU} 由两个标准选择：功耗和时序。
 - 此电路的功耗在 $V_{CC} = 5V$ 时应小于 $1mA$ 。SN74LVC1G123 在 $V_{CC} = 5V$ 时具有 $812.5\mu A$ 的最大 ICC ，因此上拉电阻器消耗的电流必须小于 $187.5\mu A$ 。这意味着最小电阻必须为 $26.7k\Omega$ 。
 - 对于第二个标准，可假设输入电容为 $15pF$ 而引线电容为 $5pF$ ，因此总电容为 $20pF$ 。RC 电路的恢复周期为 $5 \times R \times C$ 。对于 $26.7k\Omega$ 电阻器，预计恢复时间为 $2\mu s$ 。将电阻器值增加到 $100k\Omega$ 仍然保持约为 $8\mu s$ 的超快恢复时间，并允许使用标准的 5% 公差电阻器。对于该系统而言，保持小于 $1ms$ 的恢复期是合理的。
- R 和 C 通过使用数据表的图形和脉冲长度方程 ($t_w = K \times R \times C$) 来选择。
 - 首先选择电容器值，因为市场上可用的电容器值较少，这简化了其它方面的计算。通过查看数据表上的数字（其中一些在节 4.1.1 中），可以看出 $0.1\mu F$ 是经过测试的电容器值，可满足我们对时序的要求。
 - 电阻值由脉冲长度方程 ($t_w = K \times R \times C$) 计算得出。重新排列项后， $R = t_w / (K \times C)$ 。根据图 4-2 可知，当 $C = 0.1\mu F$ 、 $V_{CC} = 5V$ 时， $K = 0.925$ 。脉冲宽度的范围为 $1-25ms$ ，因此将给出一系列 R 值以进行匹配。 $10.8k\Omega < R < 270k\Omega$ 。选择 $100k\Omega$ 是因为它已经在我们的上拉电阻器材料清单中，并且会产生 $9.25ms$ 的输出脉冲。

表 4-1. 去抖电路元件值

元件	值
R_{PU}	$100k\Omega$
R	$100k\Omega$
C	$0.1\mu F$

4.2.2 前沿和后沿检测器

有时最好在检测到边沿时使用短脉冲，而不是将原始波形发送到微控制器。此应用展示了如何在检测到前沿时在一个输出端上输出一个脉冲，并在检测到下降沿时在另一个输出端上输出第二个脉冲。前沿和下降沿检测器电路在设计上是相同的，只是输入配置不同。在本例中，这两个电路使用相同的输入，但它们可以单独使用。

当一个开关相对很少切换时，这种设计可能会有用。微控制器必须定期轮询输入端才能了解该开关的状态。通过添加前沿/后沿检测器电路，微控制器可以为每个事件提供一个中断，并且只有在实际切换开关时才会采取行动。

4.2.2.1 要求

- $V_{CC} = 5V$
- 输出脉冲长度为 $1-2ms$
- 输出由上升沿触发
- 输入从逻辑低电平转换为高电平，然后在某个未知时间段内再次从高电平转换为低电平
- 室温下工作

4.2.2.2 原理图

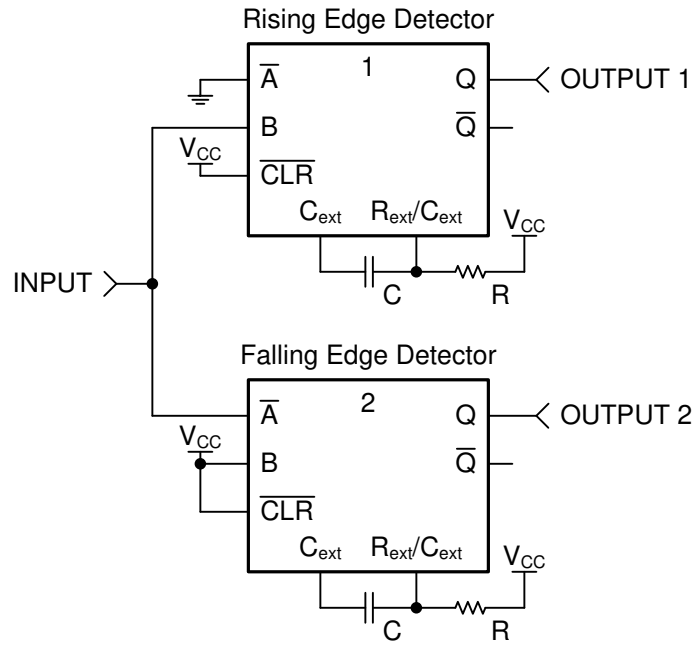


图 4-8. 上升沿和下降沿检测器应用原理图

4.2.2.3 元件选型

- R 和 C 通过使用数据表的图形和脉冲长度方程 ($t_w = K \times R \times C$) 来选择。两个边沿检测器电路会输出到同一系统，因此输出脉冲长度相同。
 - 首先选择电容器值，因为市场上可用的电容器值较少，这简化了其它方面的计算。通过查看数据表上的数字（其中一些在节 4.1.1 中），可以看出 $0.1\mu\text{F}$ 是经过测试的电容器值，可满足我们对时序的要求。
 - 电阻值由脉冲长度方程 ($t_w = K \times R \times C$) 计算得出。重新排列项后， $R = t_w / (K \times C)$ 。根据图 4-2 可知，当 $C = 0.1\mu\text{F}$ 、 $V_{CC} = 5\text{V}$ 时， $K = 0.925$ 。脉冲宽度的范围为 1-2ms，因此将给出一系列 R 值以进行匹配。 $10.8\text{k}\Omega < R < 21.6\text{k}\Omega$ 。选择 $12\text{k}\Omega$ 是因为它是标准的 5% 电阻器值，产生的脉冲长度为 1.11ms。

表 4-2. 前沿和后沿检测器元件值

元件	值
R	$12\text{k}\Omega$
C	$0.1\mu\text{F}$

5 常见问题解答

5.1 如何计算输出脉冲长度？

$$t_w = K \times R_{ext} \times C_{ext}$$

外部电阻器和电容器的名称因器件而异，但此公式始终有效。如果没有给出 K 图，假设它为 1。

5.2 如何为_____边沿触发配置 SN74LVC1G123 的输入？

表 5-1. 触发方式选择

所需触发方式	A	B	CLR
下降沿	输入	高电平	高电平
上升沿	低电平	输入	高电平
低电平时具有输出脉冲中断的上升沿	低电平	高电平	输入

5.3 输出脉冲长度随 V_{CC} 变化的稳定情况如何？

输出脉冲长度随 V_{CC} 变化。变化量反映在 K 图中，可在器件数据表中的图表中找到。

5.4 输出脉冲长度随温度变化的稳定情况如何？

输出脉冲长度随温度变化，但从节 4.1.1.1 中可以看出，SN74LVC1G123 在器件的工作温度范围内差异很小。大多数单稳态多谐振荡器设计为在其工作范围内具有良好的温度稳定性。

5.5 SN74LVC1G123 的哪些输入具有施密特触发器？

\overline{A} 、B 和 \overline{CLR} 都具有施密特触发器。这意味着它们均可处理慢速或高噪声输入，而无需创建多个触发事件。

5.6 可以将 C_{ext} 引脚接地吗？

最好遵循数据表中的建议。如果单稳态多谐振荡器建议您不要将 C_{ext} 接地，则不要这样做。

在一些单稳态多谐振荡器中，C_{ext} 引脚在内部接地，但在某些情况下则不然。如果数据表不清楚并且需要收集信息，请使用欧姆计检查两个引脚之间的电阻。如果电阻读数小于 1 Ω，则将两者都接地是安全的。

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 * (July 2015) to Revision A (October 2020)

Page

- 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....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