

Application Note  
了解和应用霍尔效应传感器数据表



Ross Eisenbeis

摘要

霍尔效应传感器可以测量磁场，本文提供了有关如何解读数据表参数和将其应用于系统设计的信息基准。

内容

1 单元.....2

2 实用概念.....2

3 极性.....2

4 数字霍尔传感器功能.....3

    4.1 搭载数字霍尔传感器的设计示例.....3

5 线性霍尔传感器功能.....5

    5.1 线性度.....7

    5.2 噪声.....7

    5.3 磁通密度计算器.....7

    5.4 使用模拟霍尔传感器进行设计的示例.....7

6 有关其他数据表规范的信息.....8

7 修订历史记录.....8

插图清单

图 3-1. 1D 平面外传感器磁场方向的典型极性.....2

图 4-1. DRV5032 全极器件型号的 B 场响应.....3

图 5-1. DRV5055 的 B 场响应.....5

图 5-2. DRV5056 的 B 场响应.....6

图 5-3. DRV5057 的 B 场响应.....6

图 5-4. 方向控制阀.....7

表格清单

表 4-1. DRV5032AJ 的 B 阈值.....3

表 4-2. DRV5032 开关版本.....4

表 5-1. 电压输出.....5

表 5-2. DRV5055 V<sub>CC</sub> = 5V、TA = 25°C 时的灵敏度.....5

表 5-3. DRV5055 V<sub>CC</sub> = 3.3V、TA = 25°C 时的灵敏度.....5

表 5-4. 线性度参数.....7

表 5-5. 噪声参数.....7

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 单元

磁体会产生一个从北极传播到南极的磁场。通过二维截面的磁场总量即为磁通量，此值以 **Weber** 为单位进行测量。每平方米的 **Weber** 表示磁通密度，此值以特斯拉 (T) 为单位进行测量。高斯 (G) 也是磁通密度单位，其中  $1\text{T} = 10000\text{G}$ 。以毫特斯拉为单位时， $1\text{mT} = 10\text{G}$ 。特斯拉是 TI 数据表使用的官方 SI 单位，但其他来源也可能使用高斯作为单位。

## 2 实用概念

- 越靠近磁体，磁通密度就会越大。
- 磁体表面的磁通密度取决于磁体材料和磁化量。
- 在给定距离处，尺寸较大的磁体会投射出更大的磁通密度。

## 3 极性

符号 **B** 用于表示磁通密度。大多数 TI 霍尔传感器采用的惯例是：从器件底部穿向顶部的磁场为正 **B**，从器件顶部穿向底部的磁场则为负 **B**。**TMAG5273** 线性 3D 霍尔效应传感器这是一个例外情形，它将从器件顶部穿向底部的磁场定义为正磁场。平面外一维 (1D) 位置传感器对垂直于封装内芯片的磁场分量敏感。另一方面，平面内 1D 位置传感器对磁极与裸片在同一平面内的使用情境敏感。3D 线性霍尔传感器使用一个平面外感应元件和两个平面内感应元件来检测三个方向上的磁场。

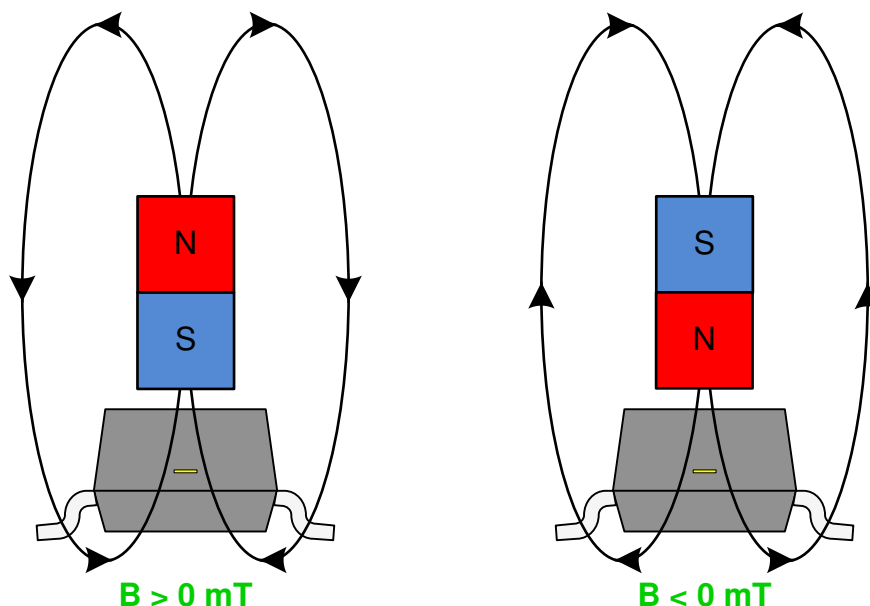


图 3-1. 1D 平面外传感器磁场方向的典型极性

## 4 数字霍尔传感器功能

数字霍尔传感器具有漏极开路或推挽输出，如果  $B$  超出阈值  $B_{OP}$ （工作点），此传感器会拉至低电平。之后输出会保持低电平，直至  $B$  降至阈值  $B_{RP}$ （释放点）以下，届时漏极开路的输出会变为高阻抗状态，而推挽输出则被拉至高电平。 $B_{OP}$  与  $B_{RP}$  之间始终存在迟滞 ( $B_{hys}$ ) 间隔，从而防止在达到阈值时出现因噪声引起的切换情形。全极器件的输出对于正磁场和负磁场的反应相同，而单极器件的输出仅对正磁场或负磁场其中之一做出反应。

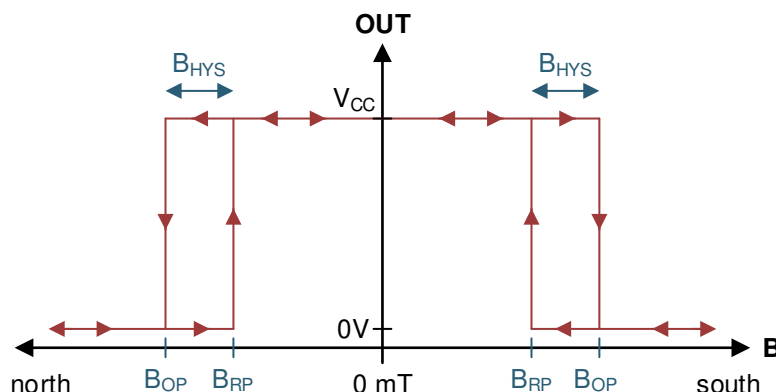


图 4-1. DRV5032 全极器件型号的  $B$  场响应

与所有数据表参数一样，实际的  $B$  阈值会因半导体工艺变化、工作电压和温度不同而有所差异。

表 4-1. DRV5032AJ 的  $B$  阈值

| 参数                                          | 最小值     | 典型值       | 最大值       | 单位 |
|---------------------------------------------|---------|-----------|-----------|----|
| $B_{OP}$ 操作点                                | $\pm 4$ | $\pm 7$   | $\pm 9.4$ | mT |
| $B_{RP}$ 操作点                                | $\pm 3$ | $\pm 5.6$ | $\pm 7.5$ |    |
| $B_{hys}$ 迟滞； $B_{hys} = (B_{OP} - B_{RP})$ | 0.5     | 1.4       | 3         |    |

应选择磁体和霍尔传感器，使传感器上的磁场超过指定的  $\max-B_{OP}$ ，从而确保达到磁性阈值。

### 4.1 搭载数字霍尔传感器的设计示例

以车内用于控制电动车窗的开关为例。



每个翘板开关可以包含两个分别对应正向和反向的小型磁体，并且每个磁体下方安装有一个数字霍尔传感器。这样做可以确保当按钮未被按下时，传感器上的  $B$  场低于  $\min-B_{RP}$ ，而按下按钮则会使传感器上的  $B$  场高于  $\max-B_{OP}$ 。这涉及磁体与传感器的选型组合，并需要考虑二者之间的间距。

在选择 DRV5032 开关时，多个器件版本可供选择：

**表 4-2. DRV5032 开关版本**

|                                                | 参数              | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位 |
|------------------------------------------------|-----------------|------|------|------|----|
| <b>DRV5023DU 北极响应单极输出</b>                      | B <sub>OP</sub> | -3.9 | -2.5 | -1.2 | mT |
|                                                | B <sub>RP</sub> | -3.5 | -1.8 | -0.9 |    |
| <b>DRV5023DU 南极响应单极输出</b>                      | B <sub>OP</sub> | 1.2  | 2.5  | 3.9  |    |
|                                                | B <sub>RP</sub> | 0.9  | 1.8  | 3.5  |    |
| <b>DRV5023FA、<br/>DRV5032FB、<br/>DRV5032FC</b> | B <sub>OP</sub> | ±1.5 | ±3   | ±4.8 |    |
|                                                | B <sub>RP</sub> | ±0.5 | ±1.5 | ±3   |    |
| <b>DRV5032FD 南极响应单极输出</b>                      | B <sub>OP</sub> | -4.8 | -3   | -1.5 |    |
|                                                | B <sub>RP</sub> | -3   | -1.5 | -0.5 |    |
| <b>DRV5032FD 南极响应单极输出</b>                      | B <sub>OP</sub> | 1.5  | 3    | 4.8  |    |
|                                                | B <sub>RP</sub> | 0.5  | 1.5  | 3    |    |
| <b>DRV5032AJ</b>                               | B <sub>OP</sub> | ±4   | ±7   | ±9.5 |    |
|                                                | B <sub>RP</sub> | ±3   | ±5.6 | ±7.5 |    |
| <b>DRV5032ZE</b>                               | B <sub>OP</sub> | ±33  | ±47  | ±63  |    |
|                                                | B <sub>RP</sub> | ±30  | ±43  | ±58  |    |

设计人员在选择磁体时，必须确定其材料和尺寸。可用材料包括陶瓷和不同的铁磁金属合金，设计人员需要在磁通密度、温度性能、机械特性和成本方面进行权衡。他们还须选择磁体的物理尺寸，以在传感器上产生适当的 **B** 场。此外，还可以采用磁通集中器，用于重定向和放大磁体的 **B** 场。

如要确定磁体产生的 **B** 场，请使用高斯计（或特斯拉计）进行测量。您还可以选用多种在线计算器，一些磁体供应商也会给出有限的 **B** 场特性参数。特定系统中的磁场会因穿透材料和附近元件的潜在相互作用而有所差异。

## 5 线性霍尔传感器功能

TI 的模拟霍尔传感器 ( 例如 DRV5055 ) 具有一个模拟电压输出, 该输出会随磁场按比例变化。

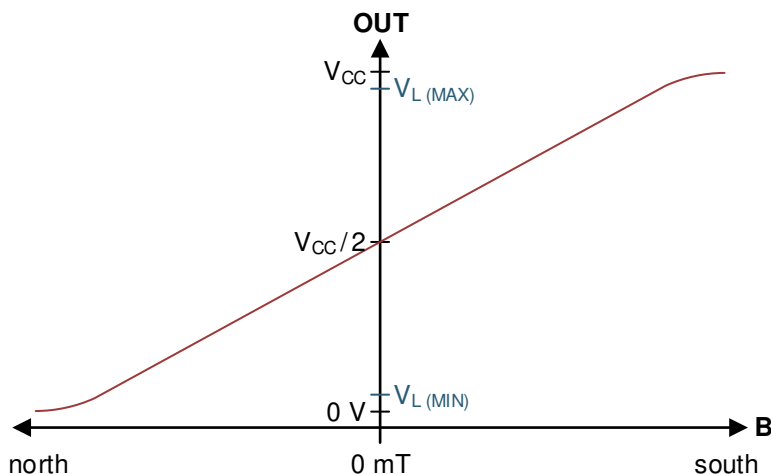


图 5-1. DRV5055 的 B 场响应

该器件使用比例式架构, 当外部模数转换器 (ADC) 使用相同的  $V_{CC}$  作为其基准电压时, 有助于减少因  $V_{CC}$  容差而导致的错误。当不存在磁体 ( $B = 0$ ) 时, 输出电压为  $V_Q$ , 即大约  $V_{CC}/2$ 。磁场的存在会使输出朝  $V_{CC}$  或  $0V$  方向偏移。

表 5-1. 电压输出

| 参数                           | 最小值  | 典型值  | 最大值          | 单位 |
|------------------------------|------|------|--------------|----|
| $V_Q$ $V_{CC} = 5V$ 时的静态输出   | 2.43 | 2.5  | 2.57         | V  |
| $V_Q$ $V_{CC} = 3.3V$ 时的静态输出 | 1.59 | 1.65 | 1.71         |    |
| $V_L$ 输出电压线性范围               | 0.2  |      | $V_{CC}-0.2$ |    |

此器件的可用电压范围为  $0.2V$  至  $V_{CC} - 0.2V$ , 原因是  $B$  响应会在接近电源轨时变为非线性。

响应曲线的斜率称为灵敏度, 以  $mV/mT$  为单位测量。对于比例式器件, 此灵敏度取决于  $V_{CC}$  电压。以  $V_{CC}=5V$  时的 DRV5055A1 为例, 典型灵敏度为  $100mV/mT$ , 这意味着  $2mT$  的  $B$  场通常会使输出相对于  $V_{CC}/2$  偏移  $0.2V$ 。如果  $V_{CC}$  为  $5V$ , 则意味着输出将为  $2.7V$ 。大于  $23mT$  的  $B$  场会导致 DRV5055A1 饱和, 这是输出降至  $0.2V$  以下所导致。

表 5-2. DRV5055  $V_{CC} = 5V$ 、 $T_A = 25^{\circ}C$  时的灵敏度

|              | 参数            | 最小值       | 典型值  | 最大值  | 单位      |
|--------------|---------------|-----------|------|------|---------|
| DRV5055A1/Z1 | S 灵敏度         | 95        | 100  | 105  | $mV/mT$ |
|              | $B_L$ 线性磁感应范围 | $\pm 21$  |      |      | $mT$    |
| DRV5055A2/Z2 | S 灵敏度         | 47.5      | 50   | 52.5 | $mV/mT$ |
|              | $B_L$ 线性磁感应范围 | $\pm 42$  |      |      | $mT$    |
| DRV5055A3/Z2 | S 灵敏度         | 23.8      | 25   | 26.2 | $mV/mT$ |
|              | $B_L$ 线性磁感应范围 | $\pm 85$  |      |      | $mT$    |
| DRV5055A4/Z4 | S 灵敏度         | 11.9      | 12.5 | 13.2 | $mV/mT$ |
|              | $B_L$ 线性磁感应范围 | $\pm 169$ |      |      | $mT$    |

表 5-3. DRV5055  $V_{CC} = 3.3V$ 、 $T_A = 25^{\circ}C$  时的灵敏度

|              | 参数            | 最小值      | 典型值 | 最大值 | 单位      |
|--------------|---------------|----------|-----|-----|---------|
| DRV5055A1/Z1 | S 灵敏度         | 57       | 60  | 63  | $mV/mT$ |
|              | $B_L$ 线性磁感应范围 | $\pm 22$ |     |     | $mT$    |

表 5-3. DRV5055  $V_{CC} = 3.3V$ 、 $T_A = 25^\circ C$  时的灵敏度 (续)

|              | 参数            | 最小值       | 典型值 | 最大值  | 单位    |
|--------------|---------------|-----------|-----|------|-------|
| DRV5055A2/Z2 | S 灵敏度         | 28.5      | 30  | 31.5 | mV/mT |
|              | $B_L$ 线性磁感应范围 | $\pm 44$  |     |      | mT    |
| DRV5055A3/Z2 | S 灵敏度         | 14.3      | 15  | 15.8 | mV/mT |
|              | $B_L$ 线性磁感应范围 | $\pm 88$  |     |      | mT    |
| DRV5055A4/Z4 | S 灵敏度         | 7.1       | 7.5 | 7.9  | mV/mT |
|              | $B_L$ 线性磁感应范围 | $\pm 176$ |     |      | mT    |

DRV5055 是一款双极性霍尔位置传感器，这意味着它能同时响应正负磁场。如果感测到的磁通密度只有正数，则 DRV5056 器件也可用于该等应用。DRV5056 是一款仅响应正磁场的单极比例式霍尔传感器。单极传感器仅能感应一种极性，因此 DRV5056 相比 DRV5055 具有更高的感应分辨率；但是，双极性器件会用到磁体的两个磁极，因此若使用 DRV5055，在放置磁体时可以不必要确定磁体的磁极是南极还是北极。

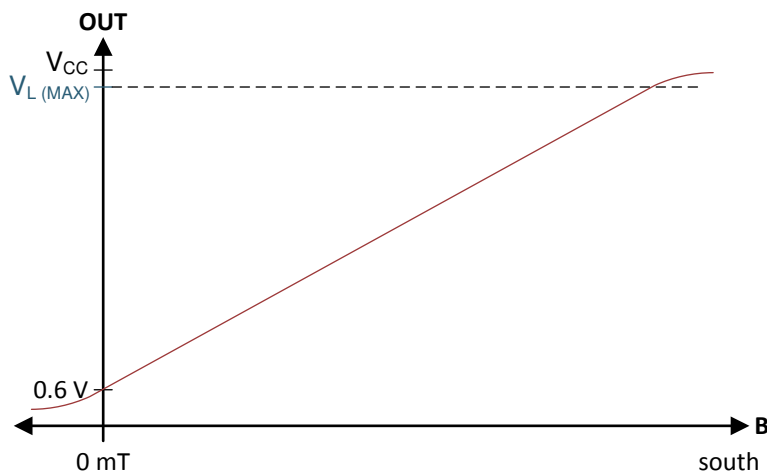


图 5-2. DRV5056 的 B 场响应

作为模拟输出霍尔传感器的替代方案，也可以使用具有 PWM 电路的霍尔传感器，例如 DRV5057。对于 PWM 输出器件，输出脉冲的占空比会根据感应到的磁通密度而变化。PWM 输出对外部噪声的抗扰度更高。

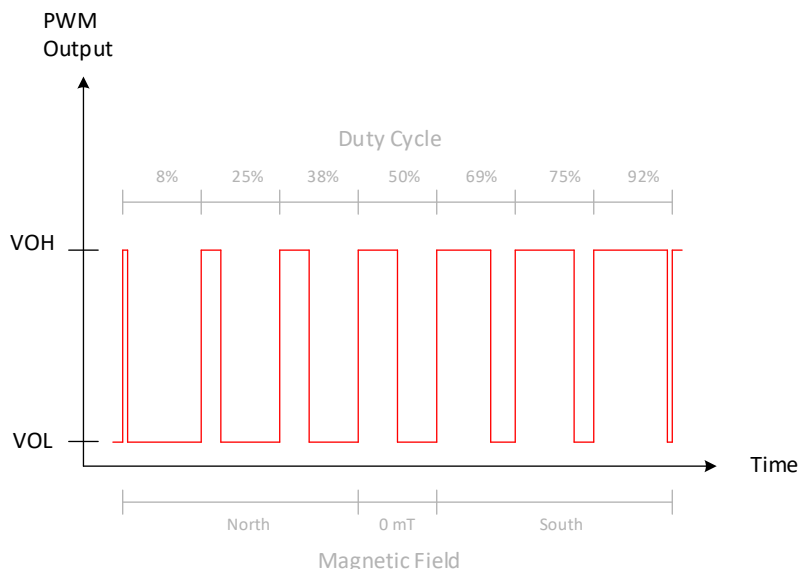


图 5-3. DRV5057 的 B 场响应

此外，具有 SPI 或 I2C 等数字通信接口的霍尔效应传感器同样可供选择。此接口的示例器件包括 TMAG5170 (SPI) 和 TMAG5273 (I2C) 线性 3D 霍尔效应传感器。

## 5.1 线性度

线性参数用于定义在工作电压和温度固定的情况下，灵敏度在整个 B 范围内会发生多大变化。尽管不同器件的灵敏度差异很大，但线性度约束的是单个器件的变化范围。

表 5-4. 线性度参数

| 参数        | 最小值 | 典型值     | 最大值 | 单位 |
|-----------|-----|---------|-----|----|
| $L_E$ 线性度 |     | $\pm 1$ |     | %  |

## 5.2 噪声

模拟输出霍尔传感器的输出参考噪声 ( $V_N$ ) 参数描述了器件输出端存在的电压噪声，此值等于输入参考噪声乘以灵敏度。 $V_N$  通过外部 RC 低通滤波器来达到稳定状态趋稳。

表 5-5. 噪声参数

| 参数    | 最小值                            | 典型值  | 最大值 | 单位        |
|-------|--------------------------------|------|-----|-----------|
| $V_N$ | 输出参考噪声 DRV5055A1/Z1            | 12   |     | $mV_{pp}$ |
|       | 输出参考噪声 DRV5055A2/Z2            | 6    |     |           |
|       | 输出参考噪声 DRV5055A3/Z3            | 3    |     |           |
|       | 输出参考噪声 DRV5055A4/Z5            | 1.5  |     |           |
| $B_N$ | $V_{CC}=5\text{ V}$ 时的输入参考噪声   | 0.12 |     | $mT_{pp}$ |
|       | $V_{CC}=3.3\text{ V}$ 时的输入参考噪声 | 0.2  |     |           |

对于 TMAG5170 等线性 3D 霍尔效应传感器，请注意：噪声可以 RMS 噪声 ( $1\sigma$ ) 为单位来表示，而非上述 DRV5055 的  $6.6\sigma$   $mT_{pp}$ 。如要转换 RMS 噪声以与上述  $6.6\sigma$   $mT_{pp}$  保持一致，请将 RMS 噪声乘以 6.6。

## 5.3 磁通密度计算器

[磁感应测距工具](#)可用于计算传感器在各种磁体到传感器配置中的磁通密度。请通过以下网址下载：[磁感应测距工具中的错误](#)

## 5.4 使用模拟霍尔传感器进行设计的示例

以下面的方向控制阀为例，此阀具有三个机械位置，让液体可沿不同路径流动。



图 5-4. 方向控制阀

DRV5055 可以判断阀门处于三个位置中的哪一个。阀缸沿一个维度运动（前进和后退）。通过将传感器安装在气缸中心，并在移动部件的每一端放置一个磁体，该传感器可以检测强北极、无磁场或强南极这三种状态。如果  $V_{CC}$  为 3.3V，则相应的输出电压约为 0V、1.65V 或 3.3V，微控制器 ADC 可以使用此电压来判断阀门位置。

## 6 有关其他数据表规范的信息

以下链接还提供了有关霍尔效应传感器数据表中不同规范的更多详情：

- 德州仪器 (TI)，[霍尔效应位置传感器中的带宽与功耗权衡](#)
- 德州仪器 (TI)，[锁存器和开关 — 操作点和释放点](#)
- 德州仪器 (TI)，[温度传感器：线性霍尔效应位置传感器的主要规范](#)
- 德州仪器 (TI)，[3D 霍尔效应传感器的规范](#)

如有任何其他问题，请在传感器工程师对工程师 (E2E) 论坛上发帖，网址为：<https://e2e.ti.com/support/sensors-group/sensors/f/sensors-forum>

## 7 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 * (June 2014) to Revision A (November 2021) | Page |
|-------------------------------------------------------------------|------|
| • 在整个出版物中将器件从 DRV5053 更新到 DRV5055.....                            | 1    |
| • 添加了有关线性 3D 霍尔效应传感器的信息.....                                      | 1    |
| • 添加了有关 DRV5056 的信息.....                                          | 1    |
| • 添加了有关 DRV5057 的信息.....                                          | 1    |
| • 在整个出版物中将器件从 DRV5023 更新为 DRV5032.....                            | 2    |

## 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