

Application Note

适用于 TAx52xx 系列的耳机检测



Arash Loloee

摘要

当今大多数电子设备（包括手机、PDA、笔记本电脑、手持媒体播放器、游戏系统等）的一个共同特征是提供连接外部附件的功能。因此，这些设备包含专用逻辑电路，不仅可以检测附件是否存在，还可以检测附件的类型。

TAx5x1x 具有广泛的功能，可监控耳机、麦克风或耳机插孔，确定是否插入了音频插头，然后检测连接到插头的耳机类型。本应用手册主要讨论适用于两种不同耳机输出配置的耳机检测方案：伪差分（无电容器）输出和交流耦合输出。本文档内容适用于 TAD5212、TAD5112、TAC5212、TAC5112、TAC5211、TAC5111、TAD5212-Q1、TAD5112-Q1、TAC5212-Q1、TAC5112-Q1 和 TAC5111-Q1。

内容

1 耳机插头和连接图.....	2
1.1 第 I 部分：伪差分（无电容器）耳机输出配置.....	2
1.2 第 II 部分：交流耦合立体声耳机输出配置 - 电容器接口.....	6
2 伪差分（无电容器）输出配置的示例.....	10
3 交流耦合（电容器）输出配置的示例.....	11
4 伪差分（无电容器）输出配置的流程图.....	12
5 交流耦合（电容器）输出配置的流程图.....	14
6 总结.....	15
7 参考资料.....	15

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 耳机插头和连接图

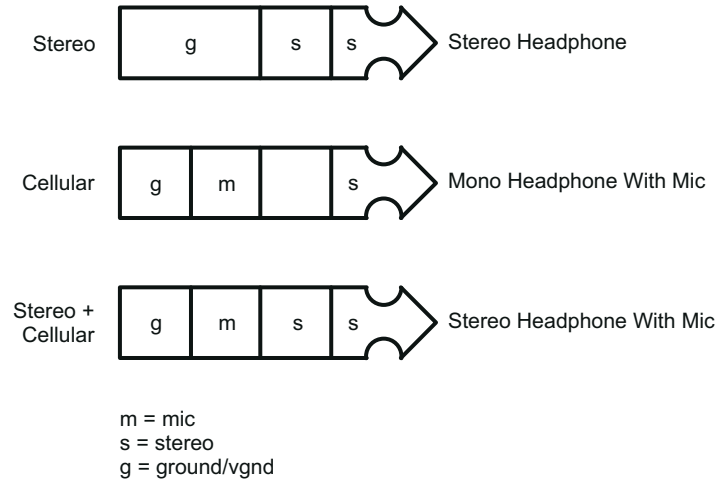


图 1-1.4 芯耳机插头的不同配置

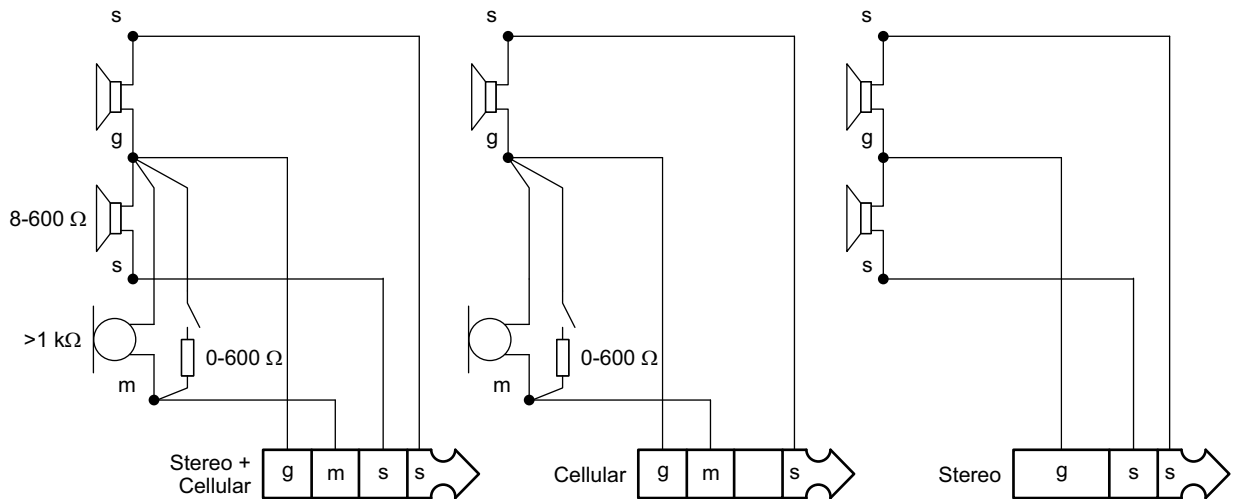


图 1-2. 各种耳机的连接图

1.1 第 I 部分：伪差分 (无电容器) 耳机输出配置

图 1-3 展示了器件的一种配置，当使用伪差分 (无电容器) 立体声耳机输出连接时，此配置能够检测和确定耳机类型。请注意，为了获得最佳结果，建议选择尽可能高的 MICBIAS 值，并将输出驱动器共模电平编程为 1.6V 或 1.5V 电平。

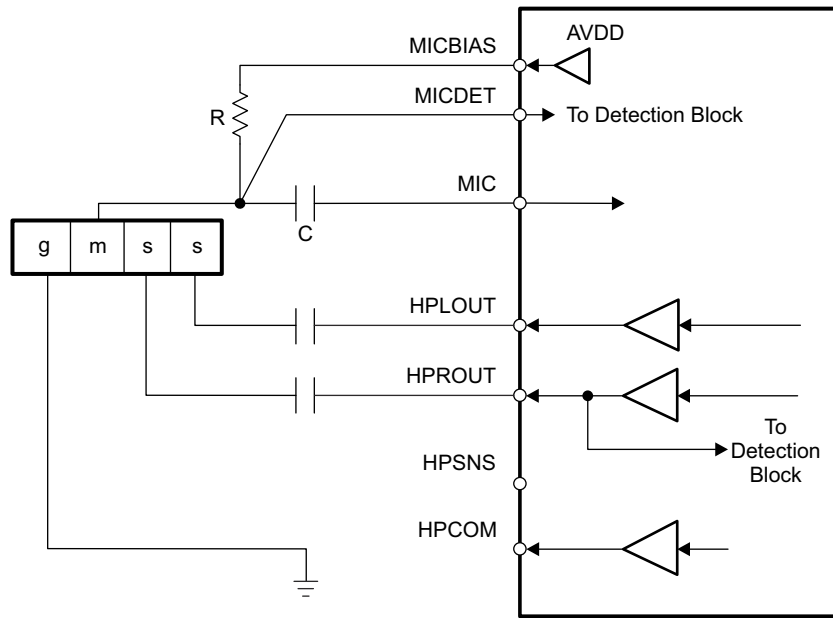


图 1-3. 具有伪差分 (无电容器) 耳机输出连接的器件

图 1-4 展示了实现检测逻辑的内部电路。该图中的两个比较器用于耳机和插孔检测。

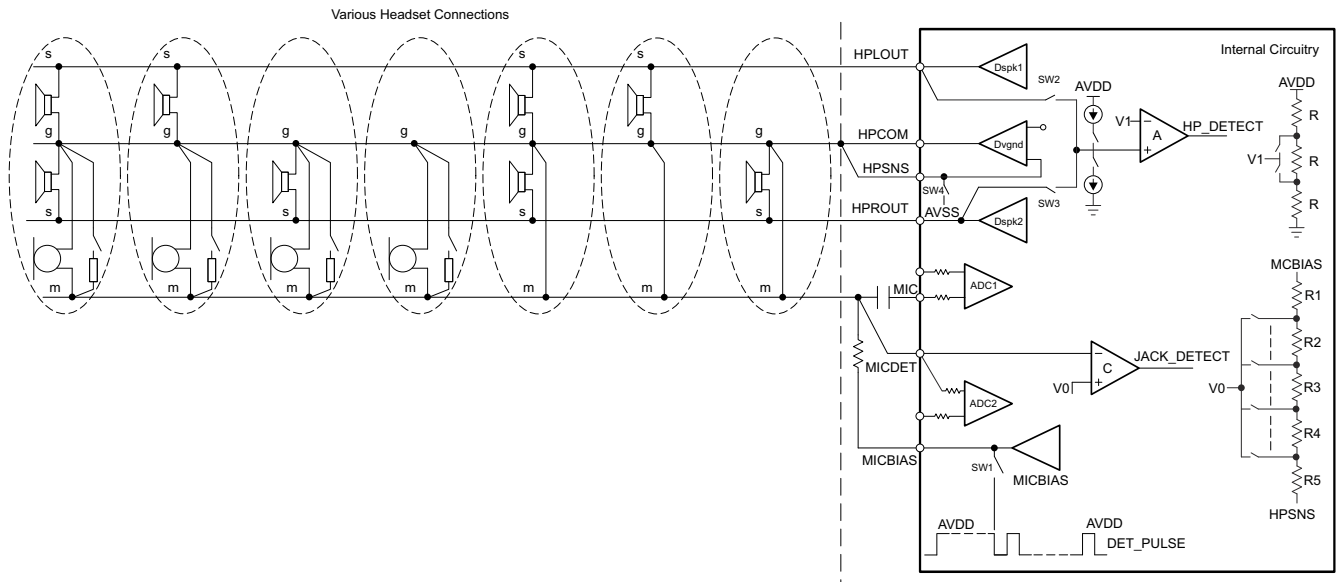


图 1-4. 无电容器接口检测方案的电路图

1.1.1 检测块，无电容器接口

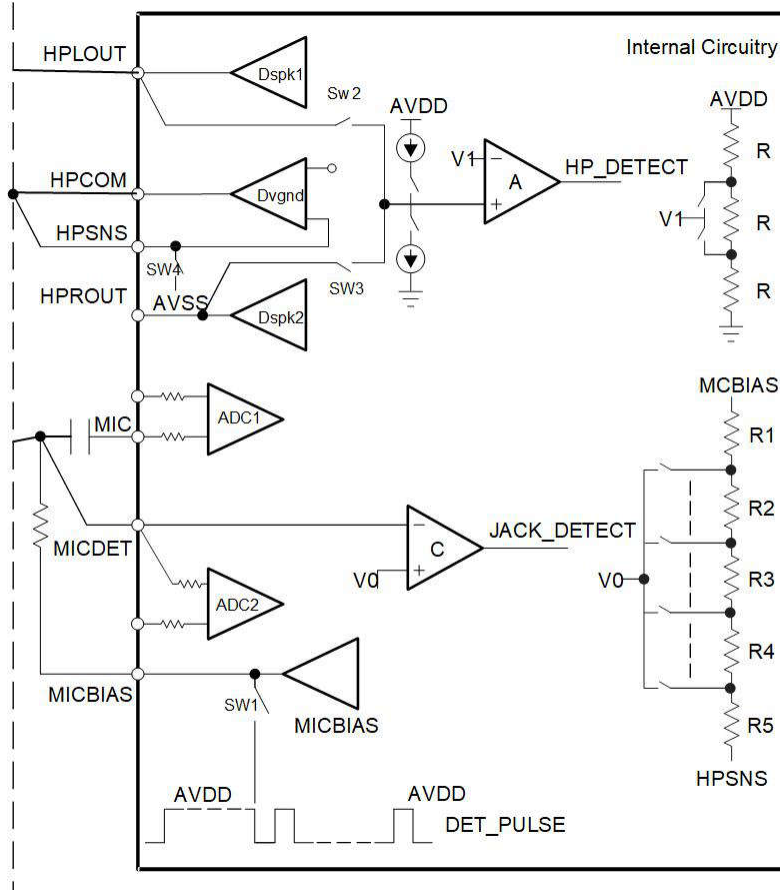


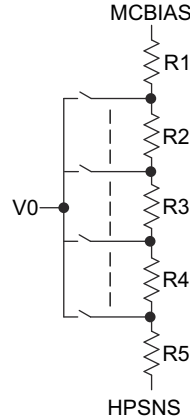
图 1-5. 用于伪差分 (无电容器) 接口的检测块

比较器 C 用于检测耳机插入类型、按钮按下和拔出。但是，只有在检测到带麦克风的耳机时，按钮按下检测才可用。耳机插入和拔出检测在设备内始终处于活动状态。

MICDET < V2	检测到插入
MICDET > V2	无插入
MICDET > V1	带麦克风的耳机
MICDET < V1	不带麦克风的耳机
假设已检测到带麦克风的耳机	
MICDET > V3	未按下按钮
MICDET < V3	检测到按钮按下

比较器 A 用于将带麦克风的单声道耳机与带麦克风的立体声耳机区分开来。

1.1.2 如何确定比较器阈值 V1 和 V2 (无电容器接口)



$$\begin{aligned} V1 &= (MICBIAS - ref) \times \frac{11}{100} + ref \\ V2 &= (MICBIAS - ref) \times \frac{22}{25} + ref \\ V3 &= (MICBIAS - ref) \times \frac{11}{100} + ref \\ ref &= HPSNS \end{aligned} \tag{1}$$

MICBIAS 因检测模式而异。

1.1.3 偏置电压随检测模式如何变化?

如果 MICBIAS 已关闭或未检测到耳机插入，则 MICBIAS = AVDD

如果 MICBIAS 已开启且检测到耳机插入，则 MICBIA = Mic_bias

1.1.4 检测序列 - 无电容器接口

- 启用耳机检测方案 (页 0, 寄存器 26, D1) 并设置无电容器接口 (页 0, 寄存器 26, D3 = 1)
- 检测插入 (启用耳机检测方案后, 耳机插入检测在设备内始终处于活动状态)

检测到插入:

$$MICDET < (MICBIAS - ref) \times \frac{22}{25} + ref = (AVDD - ref) \times \frac{22}{25} + ref$$

无插入:

$$MICDET > (MICBIAS - ref) \times \frac{22}{25} + ref = (AVDD - ref) \times \frac{22}{25} + ref$$

- 耳机类型检测 (只有在插入并检测到耳机时才会激活)

带麦克风的耳机:

$$MICDET > (MICBIAS - ref) \times \frac{11}{100} + ref = (AVDD - ref) \times \frac{11}{100} + ref$$

不带麦克风的耳机:

$$MICDET < (MICBIAS - ref) \times \frac{11}{100} + ref = (AVDD - ref) \times \frac{11}{100} + ref$$

- 按钮按下检测 (只有在检测到带麦克风的耳机时, 按钮按下检测才会激活)

无按钮按下:

$$MICDET < (MICBIAS - ref) \times \frac{11}{100} + ref = (Mic_bias - ref) \times \frac{11}{100} + ref$$

检测到按钮按下：

$$MICDET < (MICBIAS - ref) \times \frac{11}{100} + ref = (Mic_bias - ref) \times \frac{11}{100} + ref$$

- 耳机拔出检测 (启用耳机检测方案后，耳机拔出检测在设备内始终处于活动状态。)

已拔出耳机：

$$MICDET < (MICBIAS - ref) \times \frac{22}{25} + ref = (Mic_bias - ref) \times \frac{22}{25} + ref$$

检测到插入：

$$MICDET < (MICBIAS - ref) \times \frac{22}{25} + ref = (Mic_bias - ref) \times \frac{22}{25} + ref$$

1.2 第 II 部分：交流耦合立体声耳机输出配置 - 电容器接口

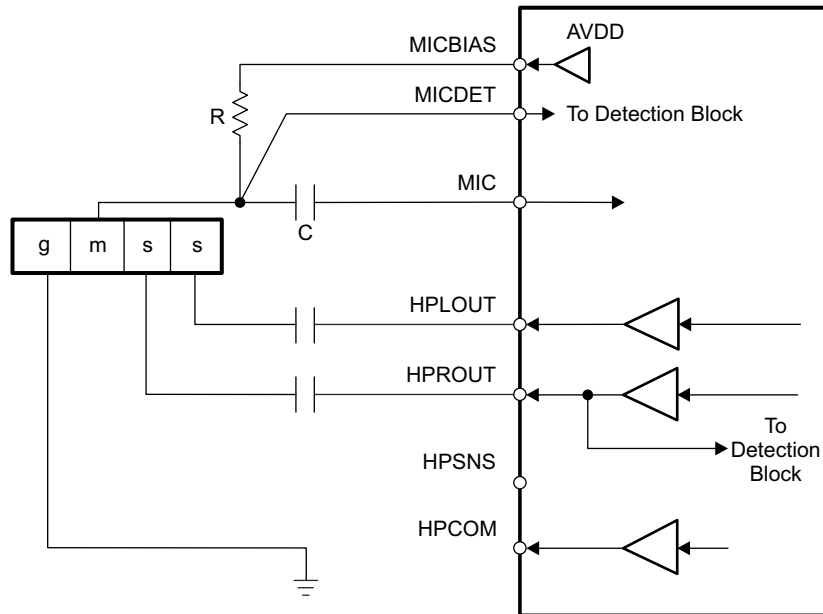


图 1-6. 具有交流耦合立体声耳机输出连接的器件

图 1-7 显示了由红色圆圈内的检测块实现的检测逻辑。检测块包含三个主要组件：比较器 A、B 和 C。

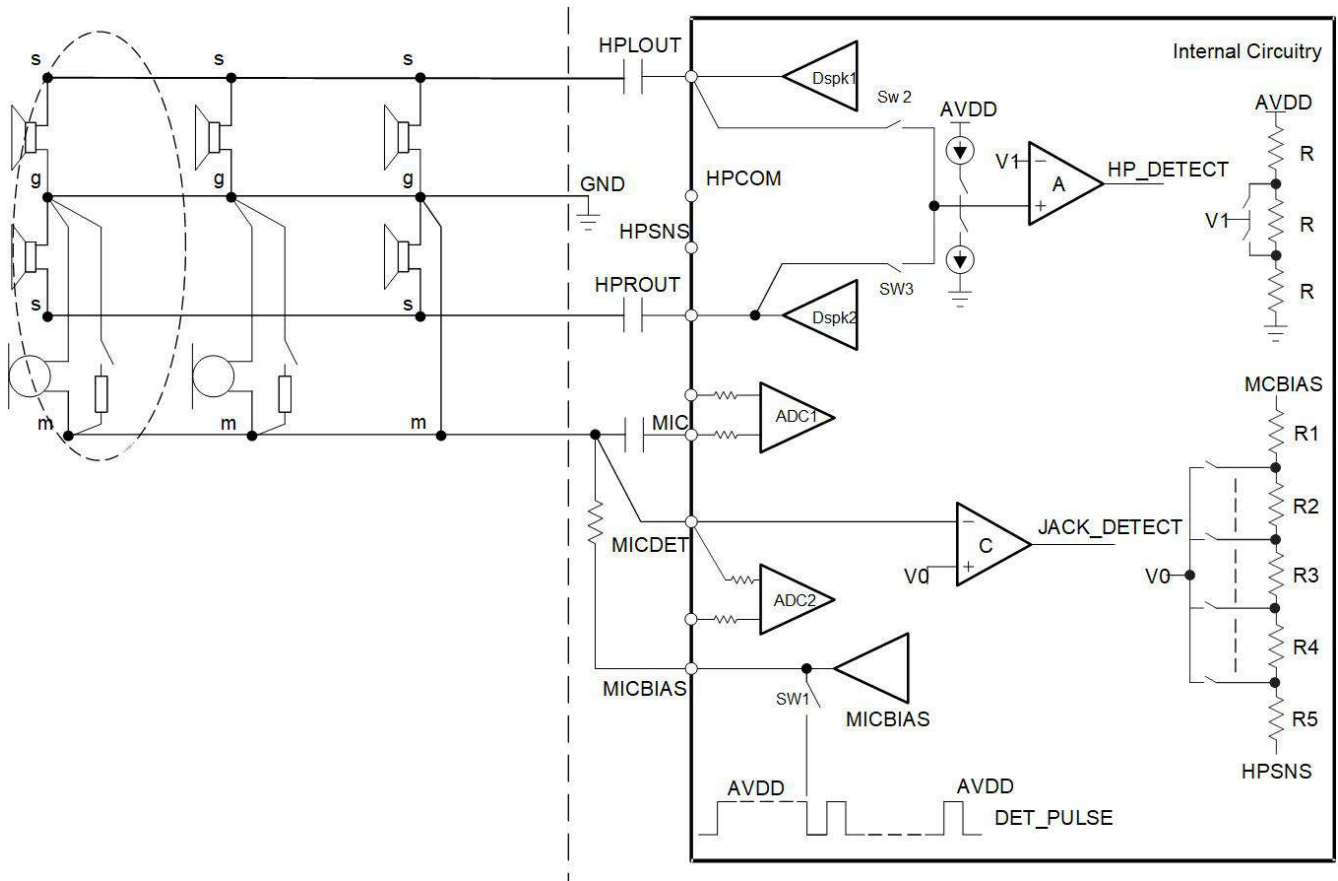


图 1-7. 电容器接口检测方案的电路图

1.2.1 检测块 - 电容器接口

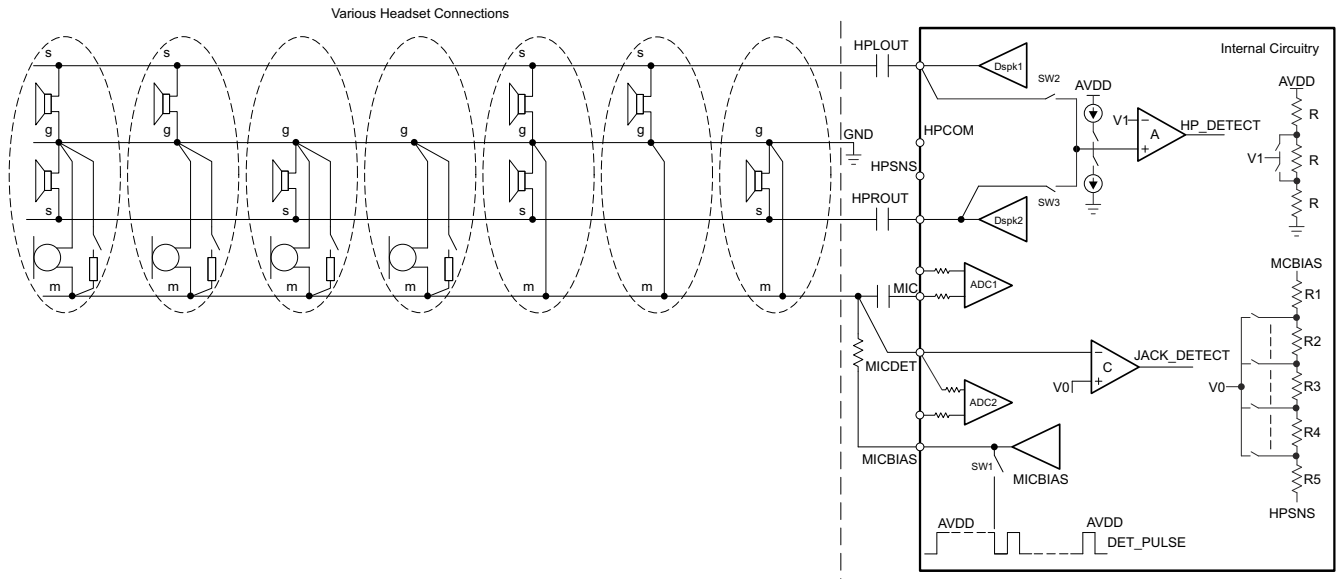


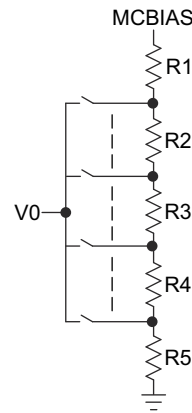
图 1-8. 用于交流耦合 (电容器) 接口的检测块

比较器 C 用于检测耳机插入和拔出。但是，只有在检测到带麦克风的耳机时，按钮按下检测才会激活。耳机插入和拔出检测在设备内始终处于活动状态。

MICDET < V2	检测到插入
MICDET > V2	无插入
MICDET > V1	带麦克风的耳机
MICDET < V1	不带麦克风的耳机
假设已检测到带麦克风的耳机	
MICDET > V3	未按下按钮
MICDET < V3	检测到按钮按下

比较器 A 用于将带麦克风的单声道耳机与带麦克风的立体声耳机区分开来。

1.2.2 如何确定比较器阈值 V1 和 V2 - 电容器接口



$$V1 = (MICBIAS - ref) \times \frac{11}{100} + ref \quad \text{or} \quad V1 = (MICBIAS - ref) \times \frac{1}{5} + ref$$

$$V2 = (MICBIAS - ref) \times \frac{4}{5} + ref$$

$$ref = VSS = 0V$$

MICBIAS varies with detection mode

请注意，对于 V1 和 V2，可能的阈值比前面所示的阈值要多得多，具体取决于外部电阻和 ADC 负载。

1.2.3 偏置电压随检测模式如何变化？

如果 MICBIAS 已关闭或未检测到耳机插入，则 MICBIAS = AVDD

如果 MICBIAS 已开启且检测到耳机插入，则 MICBIAS = Mic_bias

1.2.4 检测序列 - 电容器接口

为了支持不同外部电阻和输入引脚上不同类型的 ADC 负载，需要多种寄存器映射控制组合。

- 启用耳机检测方案 (页 0, 寄存器 26, D1) 并设置交流耦合接口 (页 0, 寄存器 26, D3 = 0)
- 检测插入 (启用耳机检测方案后, 耳机插入检测在设备内始终处于活动状态。)

检测到插入 :

$$MICBIAS < (MICBIAS - ref) \times \frac{4}{5} + ref = \frac{4}{5}AVDD$$

无插入 :

$$MICBIAS > (MICBIAS - ref) \times \frac{4}{5} + ref = \frac{4}{5}AVDD$$

- 耳机类型检测 (只有在插入并检测到耳机时才会激活)

带麦克风的耳机 :

$$MICBIAS > (MICBIAS - ref) \times \frac{1}{5} \left(\text{or } \frac{1}{100} \right) + ref = \frac{4}{5} \left(\text{or } \frac{1}{100} \right) MIC_bias$$

不带麦克风的耳机 :

$$MICBIAS < (MICBIAS - ref) \times \frac{1}{5} \left(\text{or } \frac{1}{100} \right) + ref = \frac{4}{5} \left(\text{or } \frac{1}{100} \right) MIC_bias$$

- 按钮按下检测 (只有在检测到带麦克风的耳机时, 按钮按下检测才会激活)

无按钮按下 :

$$MICBIAS > (MICBIAS - ref) \times 0.2 \text{ or } 0.3 + ref = MIC_bias$$

检测到按钮按下 :

$$MICBIAS < (MICBIAS - ref) \times 0.2 \text{ or } 0.3 + ref = MIC_bias$$

- 耳机拔出检测 (启用耳机检测方案后, 耳机拔出检测在设备内始终处于活动状态。)

已拔出耳机 :

$$MICBIAS > (MICBIAS - ref) + ref = MIC_bias$$

检测到插入 :

$$MICBIAS < (MICBIAS - ref) + ref = MIC_bias$$

2 伪差分 (无电容器) 输出配置的示例

AVDD = 3.3V/3.0V

Mic_bias = 2.75V/2.5V

Ref = HPRCOM = 1.65V/1.5V

- 插入前，设置 Bias = AVDD - HPCOM = 3.3V - 1.65V = 1.65V

$$\text{Insertion detected: } \text{Mic_detect} < \text{Bias} * \frac{22}{25} + \text{Ref} = 1.65 * \frac{22}{25} + 1.65 = 3.102$$

$$\text{No Insertion : } \text{Mic_detect} > \text{Bias} * \frac{22}{25} + \text{Ref} = 1.65 * \frac{22}{25} + 1.65 = 3.102$$

- 耳机类型检测，设置 Bias = Mic_bias - HPCOM = 2.75 - 1.65 = 1.1V

$$\text{Headset with MIC: } \text{Mic_detect} > \text{Bias} * \frac{11}{100} + \text{Ref} = 1.1 * \frac{11}{100} + 1.65 = 1.771$$

$$\text{Headset without MIC: } \text{Mic_detect} < \text{Bias} * \frac{11}{100} + \text{Ref} = 1.1 * \frac{11}{100} + 1.65 = 1.771$$

- 钩子按钮按下检测，设置 Bias = Mic_bias - HPCOM = 2.75 - 1.65 = 1.1V。
仅当检测到带麦克风的耳机时，按钮按下检测才会激活。

$$\text{No botton push: } \text{Mic_detect} > \text{Bias} * \frac{11}{100} + \text{Ref} = 1.1 * \frac{11}{100} + 1.65 = 1.771$$

$$\text{Push botton detected : } \text{Mic_detect} < \text{Bias} * \frac{11}{100} + \text{Ref} = 1.1 * \frac{11}{100} + 1.65 = 1.771$$

- 耳机拔出检测，设置 Bias = Mic_bias - HPCOM = 2.75 - 1.65 = 1.1V

$$\text{Headset removed : } \text{Mic_detect} > \text{Bias} * \frac{22}{25} + \text{Ref} = 1.1 * \frac{22}{25} + 1.65 = 2.618$$

$$\text{Headset removed : } \text{Mic_detect} < \text{Bias} * \frac{22}{25} + \text{Ref} = 1.1 * \frac{22}{25} + 1.65 = 2.618$$

3 交流耦合 (电容器) 输出配置的示例

AVDD = 3.3/3.0/1.8V

Mic_bias = 2.75/2.5/1.375V

Ref = VSS = 0V

- 插入前，设置 Bias = DVDD = 2V

$$\text{Insertion detected: } \text{Mic_detect} < \text{Bias} * \frac{22}{25} + \text{Ref} = 2 * \frac{22}{25} + 0 = 1.76$$

$$\text{No Insertion : } \text{Mic_detect} > \text{Bias} * \frac{22}{25} + \text{Ref} = 2 * \frac{22}{25} + 0 = 1.76$$

- 耳机类型检测，设置 Bias = Mic_bias = 3.3V

$$\text{Headset with MIC: } \text{Mic_detect} > \text{Bias} * \frac{11}{100} + \text{Ref} = 3.3 * \frac{11}{100} + 0 = 0.363$$

$$\text{Headset without MIC: } \text{Mic_detect} < \text{Bias} * \frac{11}{100} + \text{Ref} = 3.3 * \frac{11}{100} + 0 = 0.363$$

- 按钮按下检测，设置 Bias = Mic_bias = 3.3V
仅当检测到带麦克风的耳机时，按钮按下检测才会激活。

$$\text{No botton push: } \text{Mic_detect} > \text{Bias} * \frac{11}{100} + \text{Ref} = 3.3 * \frac{11}{100} + 0 = 0.363$$

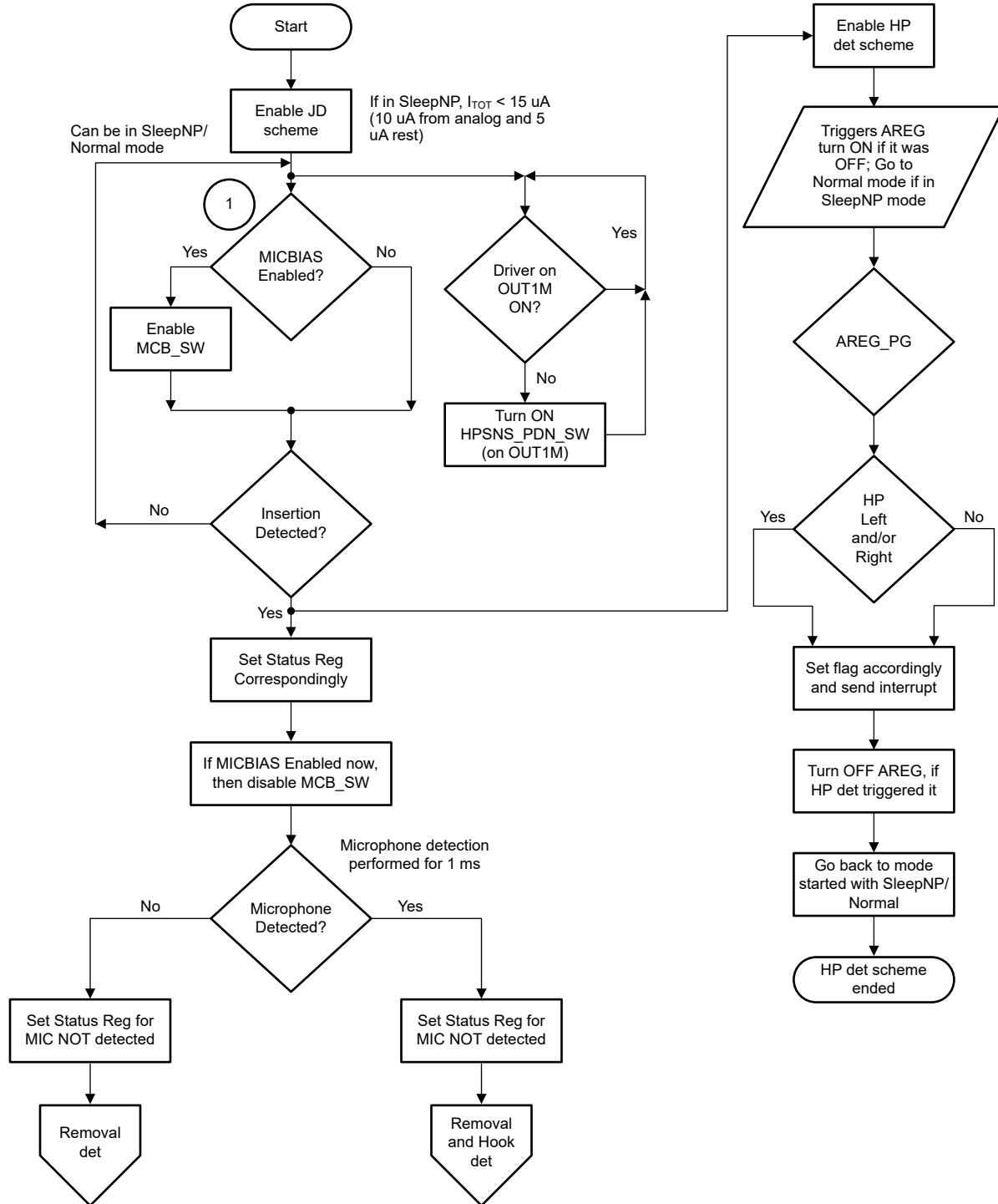
$$\text{Push botton detected: } \text{Mic_detect} < \text{Bias} * \frac{11}{100} + \text{Ref} = 3.3 * \frac{11}{100} + 0 = 0.363$$

- 耳机拔出检测，设置 Bias = Mic_bias = 3.3V

$$\text{Headset removed : } \text{Mic_detect} > \text{Bias} * \frac{22}{25} + \text{Ref} = 3.3 * \frac{22}{25} + 0 = 2.904$$

$$\text{Insertion deteced : } \text{Mic_detect} < \text{Bias} * \frac{22}{25} + \text{Ref} = 3.3 * \frac{22}{25} + 0 = 2.904$$

4 伪差分 (无电容器) 输出配置的流程图



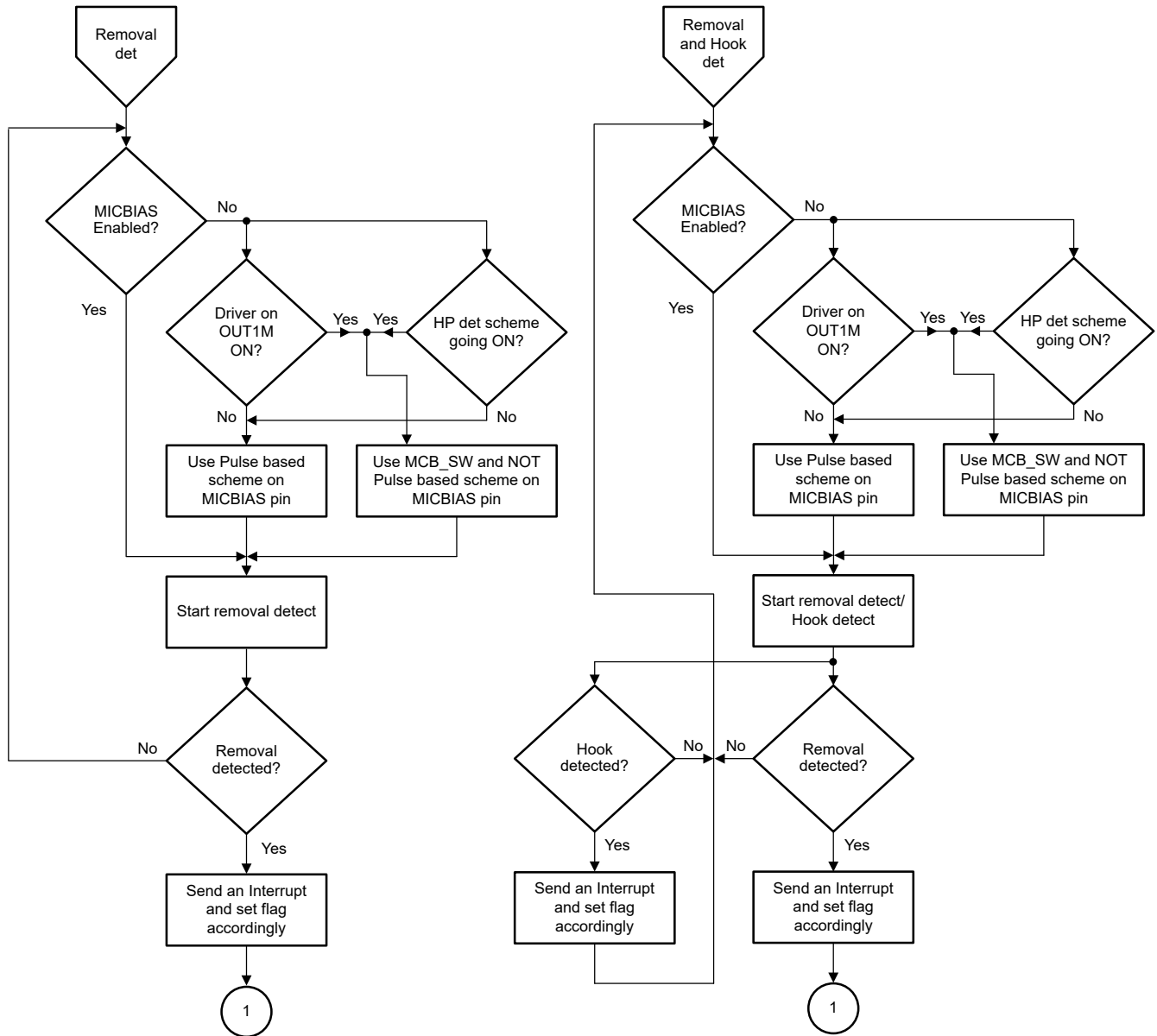


图 4-1. 插入检测和耳机类型检测的流程图

图 4-1 评估了插入检测和耳机类型检测。

如果 Dvgnd (VGND 驱动器) 开启，则会开启 Micbias 以执行钩子按钮按下检测和插头拔出检测。与扬声器功率相比，Micbias 带来的功率微不足道。如果 Dvgnd 和 Micbias 都关闭，则会使用流耗小于 50 μ A 的脉冲方案来完成检测。检测会在脉冲高电平周期结束时进行。

如果 Dvgnd (VGND 驱动器) 开启，则会开启 Micbias 以执行插头拔出检测。与扬声器功率相比，Micbias 带来的功率微不足道。如果 Dvgnd 关闭，则会使用流耗小于 50 μ A 的脉冲方案来完成检测。检测会在脉冲高电平周期结束时进行。

5 交流耦合 (电容器) 输出配置的流程图

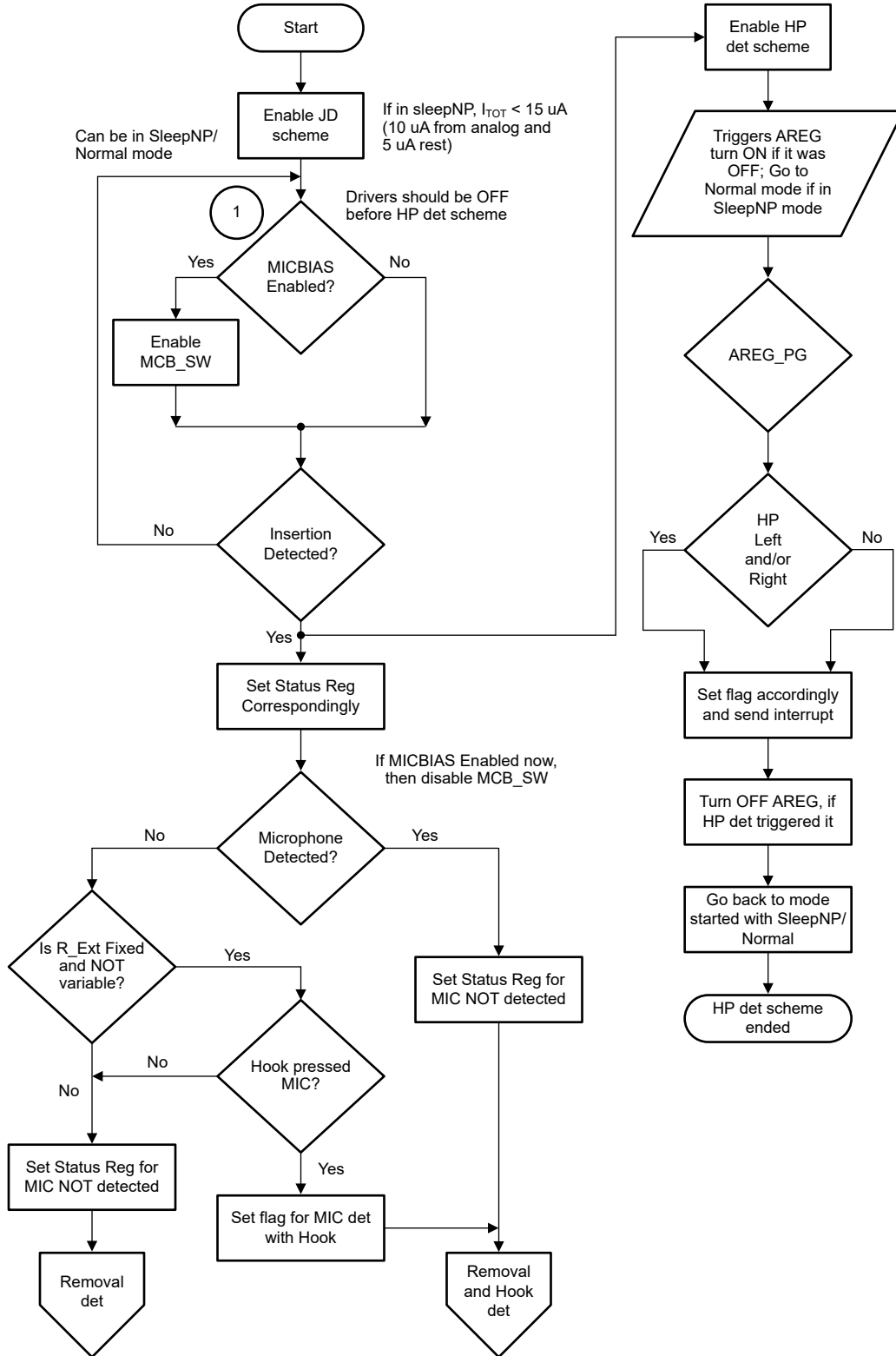


图 5-1. 插入检测和耳机类型检测的流程图

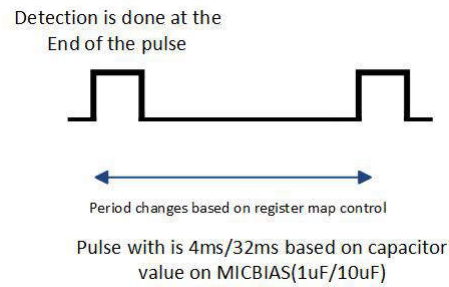


图 5-2. 脉冲方案

使用内部振荡器生成的 DET_PULSE 用于钩子按钮检测。根据寄存器映射控制，DET_PULSE 频率为 0.5Hz、1Hz、7.5Hz 或 15Hz，而根据 MICBIAS 上的电容值，高电平时间为 4ms 或 32ms。

6 总结

TAx5x1x 器件系列包含用于检测是否存在附件以及所连接附件类型的专用逻辑电路。

本应用手册讨论了适用于两种不同耳机输出配置的耳机检测方案：伪差分（无电容器）输出和交流耦合输出。此外，还提供了两个用例示例。

7 参考资料

1. 德州仪器 (TI), [TAD5112-Q1 具有 106dB 动态范围的立体声音频 DAC](#) 数据表。
2. 德州仪器 (TI), [TAC5242 具有 118dB 动态范围 ADC 和 120dB 动态范围 DAC 的高性能引脚控制型立体声音频编解码器](#) 数据表。

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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司