

Application Note

如何使用 TAx511x 和 TAx521x 中的语音活动检测功能



Jeff McPherson, Abin Mathew

摘要

TAx511x 和 TAx521x 是高性能立体声编解码器系列器件，适用于陆地移动无线电、IP 网络和电话、视频会议和专业音频设备。该系列器件具有广泛的功能，其中包括：

- 基于实时 DSP 的数字混频器
- 数字音量控制
- 可编程滤波器 (双二阶, HPF)
- 自动增益控制 (AGC)/动态范围压缩 (DRC)
- 线性相位或低延迟滤波器模式
- 超声波活动检测/发生器
- 语音活动检测 (VAD)

本应用手册介绍了如何在 TAx511x 和 TAx521x 器件 (TAA5111、TAA5112、TAC5111、TAC5112、TAA5211、TAA5212、TAC5211、TAC5212) 中配置语音活动检测 (VAD) 功能。

内容

1 引言.....	2
2 语音活动检测.....	2
2.1 VAD 配置.....	3
2.2 VAD 参数.....	5
3 VAD 性能结果.....	7
4 示例.....	10
5 总结.....	13
6 参考资料.....	13

插图清单

图 1-1. VAD 示例.....	2
图 3-1. 针对汽车噪声的非语音命中率和语音命中率.....	8
图 3-2. 针对餐厅噪声的非语音命中率和语音命中率.....	8
图 3-3. 针对火车噪声的非语音命中率和语音命中率.....	8
图 3-4. 针对 6dB SNR 在 -5dB 阈值下的非语音命中率和语音命中率.....	9
图 3-5. 针对 12dB SNR 在 -5dB 阈值下的非语音命中率和语音命中率.....	9
图 3-6. 针对 18dB SNR 在 -5dB 阈值下的非语音命中率和语音命中率.....	9
图 3-7. 针对 24dB SNR 在 -5dB 阈值下的非语音命中率和语音命中率.....	9

表格清单

表 2-1. VAD 配置列表.....	3
表 2-2. VAD 电流消耗.....	3
表 2-3. 使用 LPAD_CFG1 寄存器选择 VAD 模式.....	4
表 2-4. 使用 VAD_CFG2 寄存器选择在记录期间 VAD 开启.....	4
表 2-5. 使用 LPAD_CFG1 寄存器选择 VAD 通道.....	4
表 2-6. 使用 VAD_CFG2 寄存器选择 SDOUT 用作中断.....	4
表 2-7. 在 PDM 通道上进行 VAD 处理期间对 MICBIAS 的控制.....	5
表 2-8. 使用 LPAD_LPSG_CFG1 寄存器选择 VAD 时钟.....	5

表 2-9. 使用 LPAD_LPSG_CFG1 寄存器选择 VAD 时钟频率.....	5
表 2-10. VAD 参数列表.....	5
表 2-11. 用于初始学习周期的可编程系数寄存器.....	6
表 2-12. 用于保持计数器的可编程系数寄存器.....	6
表 2-13. 用于唤醒等待的可编程系数寄存器.....	7
表 2-14. 用于阈值的可编程系数寄存器.....	7

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

语音活动检测 (VAD) 算法是一种语音触发的系统唤醒机制。VAD 功能使器件或系统 (取决于应用) 在没有语音活动的情况下处于功耗超低的睡眠模式。TAx5x1x 可以在检测到语音活动时生成中断。图 1-1 展示了 VAD 如何响应语音活动。



图 1-1. VAD 示例

TAx511x 和 TAx521x 器件系列的所有模数转换器 (ADC) 通道 (包括数字麦克风通道) 都支持 VAD 功能, 该功能一次监控一个通道。对于低功耗应用, 优先使用数字麦克风通道。为获得出色性能, TI 建议器件的音频采样率为 8kHz, 但如果需要更高保真度, 则支持 48kHz。本应用手册介绍了 VAD 的工作原理、可调参数以及支持 VAD 所需的器件配置。

2 语音活动检测

VAD 算法使用基于决策树分级的算法进行语音活动检测。VAD 块监控来自麦克风通道的输入信号, 确定是否有类似语音的曲线, 并在检测到语音活动图形时触发中断。VAD 监控语音活动的开始和语音活动的结束。这两个事件都可以映射到中断。

TAx511x 或 TAx521x 器件还能够根据 VAD 中断自动开启和关闭电源。例如, 可以将 TAx511x 或 TAx521x 系统设置为在数字麦克风通道上监控 VAD 活动, 然后根据 VAD 触发为模拟麦克风通道上电。与始终保持 ADC 通电相比, 通过使用 VAD 来控制 ADC 的上电和断电行为, 可以实现节能。

VAD 具有三种用于确定 ADC 记录路径行为的模式:

1. 自动模式: 基于语音触发 VAD 中断的 ADC 上电和断电。ADC 记录路径仅在语音活动期间处于活动状态。
2. 用户模式: 必须由主机监视语音触发的 VAD 中断, 并且必须通过 I2C 命令开启或关闭 ADC 记录路径的电源。
3. 中间模式: 语音触发的 VAD 中断会使 ADC 记录路径上电, 并且 ADC 会继续记录, 直到通过主机 I2C 命令将其断电。

请注意, 在所有模式下, 该器件都会在配置的引脚上生成一个中断, 该中断可以发送到外部 DSP 或 SOC。

VAD 的显著特性如下:

- VAD 的时钟配置包括:
 - 使用内部振荡器处理 VAD (目标模式)

- 使用 BCLK 输入上的外部时钟处理 VAD (目标模式)
- 使用 MCLK 输入上的外部时钟处理 VAD (控制器模式)
- 在外部时钟配置中, 可以调整 VAD 处理时钟频率以满足系统功率需求。
- 在 VAD 模式和记录模式之间自动切换 - 系统在出现语音活动时从 VAD 模式切换到记录模式, 并在自动 VAD 模式下没有语音活动时切换回 VAD 模式。

2.1 VAD 配置

表 2-1 显示了可以运行 VAD 的不同模式。

表 2-1. VAD 配置列表

VAD 配置	功能、说明
模式: 用户、自动、中间	自动模式: 基于 VAD 中断的 ADC 上电和断电。 中间模式: 基于 VAD 中断的 ADC 上电和用户启动的 ADC 断电。 用户模式: VAD 监控处于活动状态。ADC 记录路径上电和断电是由用户启动。
VAD 监控通道	分配用于 VAD 监控的通道是可配置的
VAD 时钟可配置	可以为 VAD 处理选择不同的时钟, 包括外部和内部时钟
具有 ADC 记录功能的 VAD	该功能决定在记录过程中语音检测是否需要处于活动状态。
VAD 中断引脚	器件可配置为监控任何通用 I/O 引脚或 SDOOUT 上的 VAD 中断

2.1.1 用户、自动、中间

用户可以将 VAD 编程为处于用户模式、自动模式或中间模式。请注意, 只有当音频采样率为 8kHz 或 48kHz 时, 才支持所有 VAD 模式。

0d = 用户启动的 ADC 上电和 ADC 断电: 这是用户模式, 在该模式下, VAD 监控处于活动状态, ADC 上电和断电由用户启动。

1d = 基于 VAD 中断的 ADC 上电和 ADC 断电: 这是自动模式, 在该模式下, ADC 根据 VAD 算法生成的中断自动开启或关闭。

2d = 基于 VAD 中断的 ADC 上电和用户启动的 ADC 断电。这是用户模式和自动模式之间的中间模式。语音触发的 VAD 中断会使 ADC 记录路径上电, 并且 ADC 会继续记录, 直到通过主机的寄存器写入命令将其断电。在该模式下, ADC 必须在 VAD 上电的同时接收寄存器写入才能上电, 但 VAD 可以使 ADC 保持断电状态, 直到检测到语音。

表 2-2 通过比较这 3 种模式下 AVDD 上的电流消耗, 展示了使用 VAD 的功耗优势。

表 2-2. VAD 电流消耗

VAD 模式	检测到语音活动?	电流典型值 (mA)	其他条件
用户模式	是 - ADC 由主机上电	6.899	AVDD = 3.3V; FS = 8kHz, BCLK = 2.048MHz; TDM 格式; 启用并监控 CH1; 启用 MICBIAS
用户模式	否 - ADC 由主机断电	4.744	
自动模式	是 - ADC 由 VAD 上电	6.799	
自动模式	否 - ADC 由 VAD 断电	4.571	
中间模式	是 - ADC 由 VAD 上电	6.896	
中间模式	否 - ADC 由主机断电	4.575	

如表 2-3 所示, 可以使用 LPAD_CFG1[7:6] 寄存器 (页面 = 0x01, 地址 = 0x1E) 的 LPAD_MODE[1:0] 位来选择 VAD 模式。

表 2-3. 使用 LPAD_CFG1 寄存器选择 VAD 模式

位	字段	类型	复位	说明
7-6	LPAD_MODE[1:0]	R/W	00b	自动 ADC 上电和断电配置选择。 0d = 用户启动的 ADC 上电和 ADC 断电 1d = 基于 VAD 中断的 ADC 上电和 ADC 断电 2d = 基于 VAD 中断的 ADC 上电, 但用户启动的 ADC 断电

2.1.2 具有 ADC 记录功能的 VAD

该参数决定在 ADC 记录过程中是否需要检测语音活动。如果启用该位, 则 VAD 算法会在 ADC 记录过程中继续运行, 以检测任何语音活动。在 ADC 记录期间运行 VAD 被视为高功耗模式。

如表 2-4 所示, 可以使用 LPAD_CFG1[1] 寄存器 (页面 = 0x01, 地址 = 0x1E) 的 LPAD_PD_DET_EN 位来选择在记录期间开启 VAD。

表 2-4. 使用 VAD_CFG2 寄存器选择在记录期间 VAD 开启

位	字段	类型	复位	说明
1	VAD_PD_DET_EN	R/W	1b	在 VAD 活动期间启用 ASI 输出数据。 0d = 在 ADC 记录期间不启用 VAD 处理 1d = 在 ADC 记录期间启用 VAD 处理, 并按照配置生成 VAD 中断

2.1.3 VAD 监控通道

该参数决定要在哪个通道上监控 VAD 活动。一次只能在其中一个通道上监控 VAD 活动。

如表 2-5 所示, 可以使用 LPAD_CFG1[5:4] 寄存器 (页面 = 0x01, 地址 = 0x1E) 的 LPAD_CH_SEL[1:0] 位来选择 VAD 通道。

表 2-5. 使用 LPAD_CFG1 寄存器选择 VAD 通道

位	字段	类型	复位	说明
5-4	LPAD_CH_SEL[1:0]	R/W	10b	VAD 通道选择。 0d = 在通道 1 上监控 VAD 活动 1d = 在通道 2 上监控 VAD 活动 2d = 在通道 3 上监控 VAD 活动 3d = 在通道 4 上监控 VAD 活动

2.1.4 VAD 中断引脚

SDOUT 引脚可用于 VAD 中断, 而 GPOx 或 GPIOx 引脚可在 ADC 记录期间配置为主要 ASI 输出, 同时进行 VAD 监控。

当 SDOUT 引脚配置为 VAD 中断时, SDOUT 引脚遵循 INT_CFG[7] 寄存器 (页面 = 0x00, 地址 = 0x42) 的 INT_POL[7] 位设置的极性。

如表 2-6 所示, 可以使用 LPAD_CFG1 寄存器 (页面 = 0x01, 地址 = 0x1E) 的 LPAD_SDOUT_INT_CFG[3] 位来选择 SDOUT 用作中断。

表 2-6. 使用 VAD_CFG2 寄存器选择 SDOUT 用作中断

位	字段	类型	复位	说明
3	SDOUT_INT_CFG	R/W	0b	SDOUT 中断配置。 0d = 未使 SDOUT 引脚支持中断功能 1d = 使 SDOUT 引脚在未记录通道数据期间支持中断输出

2.1.5 在 PDM 监控期间启用 MICBIAS

当 VAD 根据 LPAD_CH_SEL[1:0] 的值监控 PDM 通道时, 可以启用或禁用 (默认) MICBIAS 输出。

如表 2-7 所示, 使用 LPAD_CFG1 寄存器 (页面 = 0x01, 地址 = 0x1E) 的 LPAD_EN_MICBIAS[2] 位控制 PDM 记录期间 MICBIAS 的启用。

表 2-7. 在 PDM 通道上进行 VAD 处理期间对 MICBIAS 的控制

位	字段	类型	复位	说明
2	LPAD_EN_MICBIAS	R/W	0b	在 PDM 通道上进行 VAD 处理期间对 MICBIAS 的控制。 0d = 在 PDM 通道上进行 VAD 处理期间禁用 MICBIAS 1d = 在 PDM 通道上进行 VAD 处理期间启用 MICBIAS

2.1.6 VAD 时钟可配置性

VAD 可以根据内部振荡器时钟或用户提供的外部时钟运行。可以在 BCLK 引脚或 MCLK 引脚上提供该外部时钟。

如表 2-8 所示，可以使用 LPAD_LPSG_CFG1[7:6] 寄存器（页面 = 0x01，地址 = 0x20）的 LPAD_LPSG_CLK_CFG[1:0] 位来选择 VAD 时钟。

如果用户选择 1d 或 2d，则可以使用 LPAD_LSG_CFG1[5:4] 寄存器（页面 = 0x01，地址 = 0x20）的 LPAD_LPSG_EXT_CLK_CFG[1:0] 位来选择外部时钟的频率，如表 2-9 所示。

表 2-8. 使用 LPAD_LPSG_CFG1 寄存器选择 VAD 时钟

位	字段	类型	复位	说明
7-6	VAD_CLK_CFG[1:0]	R/W	00b	VAD 的时钟选择 0d = 使用内部振荡器时钟的 VAD 处理 1d = 使用 BCLK 输入上的外部时钟的 VAD 处理 2d = 使用 MCLK 输入上的外部时钟的 VAD 处理 3d = 基于页面 0 中的 MST_CFG、CLK_SRC 和 CLKGEN_CFG 寄存器的自定义时钟配置

表 2-9. 使用 LPAD_LPSG_CFG1 寄存器选择 VAD 时钟频率

位	字段	类型	复位	说明
5-4	VAD_EXT_CLK_CFG[1:0]	R/W	00b	使用外部时钟的 VAD 时钟配置。 0d = 外部时钟为 3.072MHz 1d = 外部时钟为 6.144MHz 2d = 外部时钟为 12.288MHz 3d = 外部时钟为 18.432MHz

2.2 VAD 参数

表 2-10 显示了 VAD 算法的参数。这些参数驻留在器件的 32 位宽系数存储器（页面 0x0D、0x0E）中。

表 2-10. VAD 参数列表

VAD 参数	功能、说明
初始学习周期 (ILP)	这是从 VAD 开启瞬间开始 VAD 算法调整自身以适应背景噪声环境所花费的时间。
保持计数器 (HOC)	在确定语音活动已经结束之后 VAD 中断可以保持活动状态的时长由 HOC 决定。可以减少时长，使中断对字间距做出反应，或者增加时长以确保记录整个句子。
唤醒等待 (WW)	如果 VAD 被编程为处于自动模式，则在检测到语音时，VAD 将自动开启 ADC 并开始记录，同时还会检查是否存在语音活动。唤醒等待是 VAD 在进入记录模式后暂停的时长，经过该时长后会恢复。
阈值 (TH)	阈值控制决策树节点的决策边界。较高的值会增加决策树所有节点的节点阈值，从而降低误报的可能性。类似地，较低的阈值参数值会降低节点阈值，从而降低漏报的可能性。

2.2.1 初始学习周期

初始学习周期 (ILP) 是 VAD 算法从即时 VAD 开启开始至适应背景噪声环境所需要的时间。在实际应用中，器件默认处于背景噪声环境中，并且 ILP 期间 VAD 中断可能处于低电平状态，然后检测器可以开始语音检测。初始学习周期完成后，器件会计算算法所需的系数，然后 VAD 开始在设计精度限制范围内按预期工作。只要 VAD 在给定环境中保持上电，器件就可以在 ILP 结束后继续计算系数，从而提高精度。给定用例的理想 ILP 取决于噪声环境的动态程度。环境的动态程度越高，需要的 ILP 就较长，以便 VAD 有足够的时间表征背景噪声，而不会触发误报。建议用户和设计人员在预期的系统噪声环境中测试 VAD，以确定合适的 ILP。方程式 1 展示了如何计算 VAD_ILP 参数。

$$\text{Initial learning period (s)} = \frac{ILP_{10}}{(256 \times 8000)} \quad (1)$$

其中

- ILP_{10} 是解释为有符号整数的十进制形式的 ILP 寄存器值

默认值 (0x001F4000) 对应于 1s。表 2-11 展示了控制 VAD_ILP 参数的寄存器。

表 2-11. 用于初始学习周期的可编程系数寄存器

系数	页	寄存器	复位值	说明
VAD_ILP	0x0D	0x7C	0x00	ILP 字节 [31:24]
	0x0D	0x7D	0x1F	ILP 字节 [23:16]
	0x0D	0x7E	0x40	ILP 字节 [15:8]
	0x0D	0x7F	0x00	ILP 字节 [7:0]

2.2.2 保持计数器

在检测到语音活动时，VAD 算法会生成一个中断。如果该中断被编程为高电平有效，则在检测到语音时中断变为高电平（逻辑 1），当没有语音时变为低电平（逻辑 0）。在变为低电平之前，中断在确定语音活动已经结束之后保持高电平的时长由保持计数器计数决定。方程式 2 展示了如何计算 VAD_HOC 参数。

$$\text{Hold over counter (s)} = \frac{HOC_{10}}{(256 \times 8000)} \quad (2)$$

其中

- HOC_{10} 是解释为有符号整数的十进制形式的 HOC 寄存器值

默认值 (0x00032000) 对应于 100ms。表 2-12 展示了控制 VAD_HOC 参数的寄存器。

表 2-12. 用于保持计数器的可编程系数寄存器

系数	页	寄存器	复位值	说明
VAD_HOC	0x0E	0x0C	0x00	HOC 字节 [31:24]
	0x0E	0x0D	0x03	HOC 字节 [23:16]
	0x0E	0x0E	0x20	HOC 字节 [15:8]
	0x0E	0x0F	0x00	HOC 字节 [7:0]

2.2.3 唤醒等待

如果 VAD 被编程为处于自动模式，则在检测到语音时，VAD 将自动开启 ADC 并开始记录，同时还会检查是否存在语音活动。唤醒等待是 VAD 在进入记录模式后暂停的时长，经过该时长后会恢复。方程式 3 展示了如何计算 VAD_WW 参数。

$$\text{Wakeup wait (s)} = \frac{WW_{10}}{(256 \times 8000)} \quad (3)$$

其中

- WW_{10} 是解释为有符号整数的十进制形式的唤醒等待寄存器值

默认值 (0x01388000) 对应于 10s。表 2-13 展示了控制 VAD_WW 参数的寄存器。

表 2-13. 用于唤醒等待的可编程系数寄存器

系数	页	寄存器	复位值	说明
VAD_WW	0x0E	0x08	0x01	WW 字节 [31:24]
	0x0E	0x09	0x38	WW 字节 [23:16]
	0x0E	0x0A	0x80	WW 字节 [15:8]
	0x0E	0x0B	0x00	WW 字节 [7:0]

2.2.4 阈值

阈值 (TH) 控制决策树节点的决策边界。较高的值会增加决策树所有节点的节点阈值，从而降低误报的可能性。类似地，较低的阈值参数值会降低节点阈值，从而降低漏报的可能性。因此，可以调整阈值参数，以在漏报和误报之间达到适当的平衡。

方程式 4 展示了如何计算 VAD_TH 参数。

$$Threshold_{new} = Threshold_{default} \times 10^{\frac{thr + 12}{20}} \quad (4)$$

其中

- thr 是以 dB 为单位的阈值 (- 20dB 至 0dB)
- Threshold_{default} 是以十进制表示的阈值寄存器中的默认值 (4194304)

默认值 (4194304) 对应于 -12dB。表 2-14 展示了控制 VAD_TH 参数的寄存器。

表 2-14. 用于阈值的可编程系数寄存器

系数	页	寄存器	复位值	说明
VAD_TH	0x0D	0x5C	0x00	TH 字节 [31:24]
	0x0D	0x5D	0x40	TH 字节 [23:16]
	0x0D	0x5E	0x00	TH 字节 [15:8]
	0x0D	0x5F	0x00	TH 字节 [7:0]

3 VAD 性能结果

本节讨论 VAD 性能。算法性能由受试者工作特征 (ROC) 曲线显示，该曲线说明了不同工作阈值 (- 12dB 至 - 3dB) 下的检测性能。以下 ROC 图显示的是来自 Aurora 噪声数据库的噪声场景 (图 3-1 表示汽车噪声，图 3-2 表示餐厅噪声，图 3-3 表示火车噪声) 和来自 NOIZEUS 语音数据库的语音信号。测试向量是通过以所需的 12dB、18dB 和 24dB SNR (SNR 是语音功率级别和噪声信号功率级别之间的差值) 混合噪声和语音信号来生成的 (例如，12dB SNR 意味着噪声功率级别比语音功率级别低 12dB)。根据麦克风的常见输出值而选择了这些 SNR 值。这些数据也是以 8kHz 的采样率获取，以实现出色的预期性能。

ROC 图从最左上角的 -12dB 阈值开始，并随着阈值的增加而向右移动。语音命中率是当 VAD 出现在输入信号中时，VAD 正确检测语音的精度。非语音命中率是 VAD 正确忽略噪声信号中动态移动的精度。语音和非语音的高命中率表明该算法能够在有语音时正确检测语音，在没有语音时防止误报。

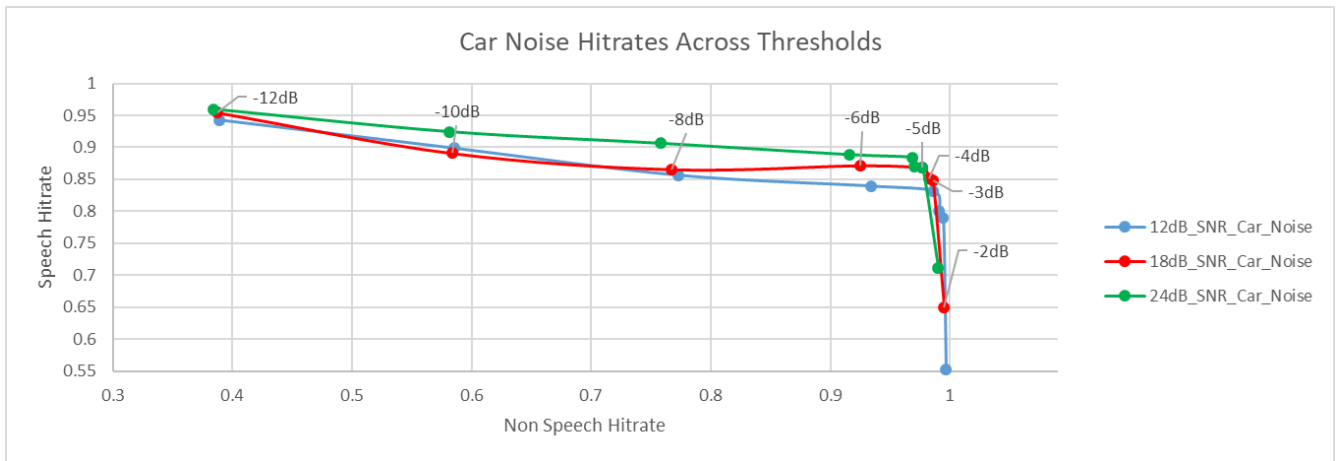


图 3-1. 针对汽车噪声的非语音命中率与语音命中率



图 3-2. 针对餐厅噪声的非语音命中率与语音命中率

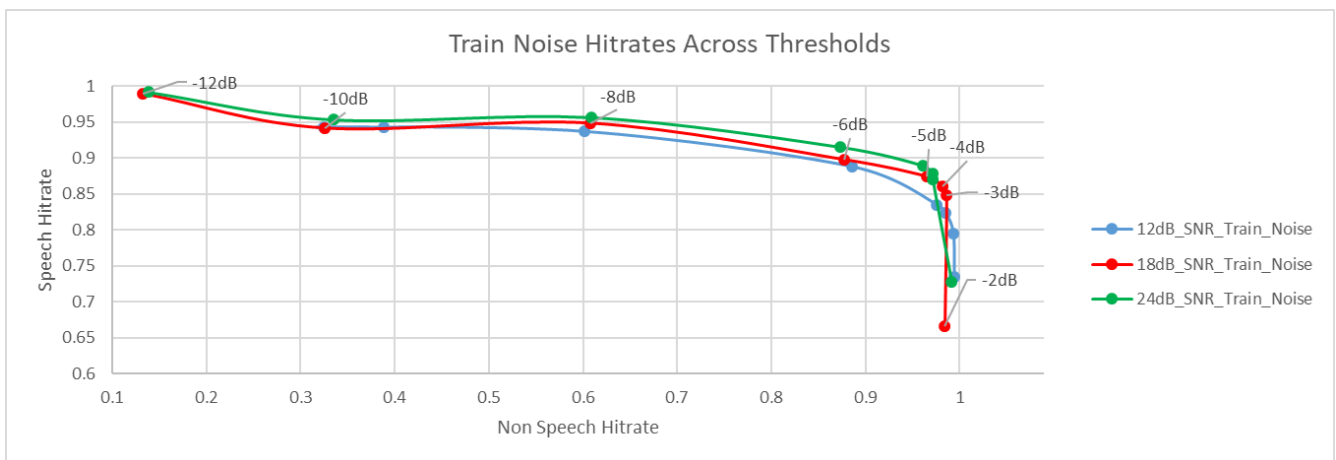


图 3-3. 针对火车噪声的非语音命中率与语音命中率

在分析收集到的数据之后，选择了 -5dB 阈值，以在不同噪声类型下提供合适的语音命中率和非语音命中率。针对不同噪声类型 (6dB、12dB、18dB 和 24dB SNR) 在 -5dB 阈值下的 ROC 曲线如图所示。

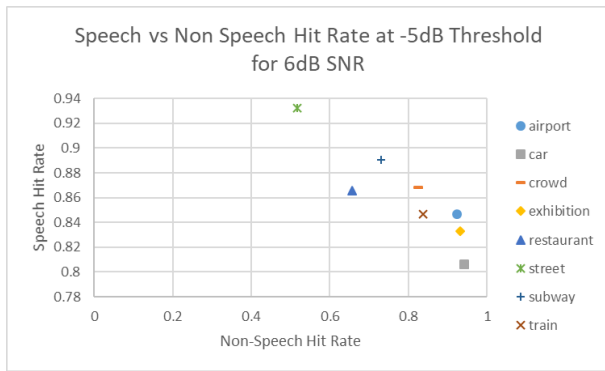


图 3-4. 针对 6dB SNR 在 -5dB 阈值下的非语音命中
率与语音命中率

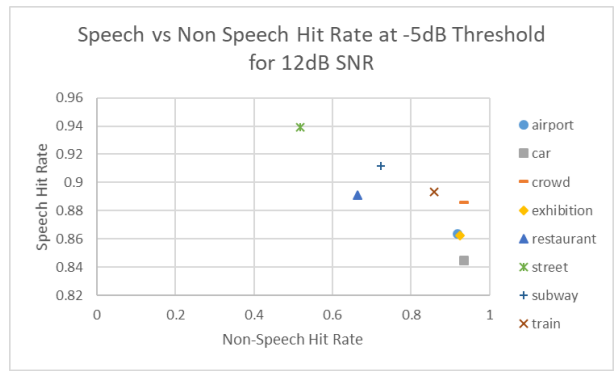


图 3-5. 针对 12dB SNR 在 -5dB 阈值下的非语音命中
率与语音命中率

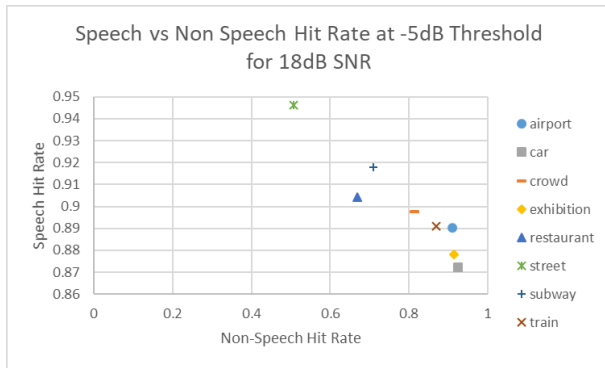


图 3-6. 针对 18dB SNR 在 -5dB 阈值下的非语音命中
率与语音命中率

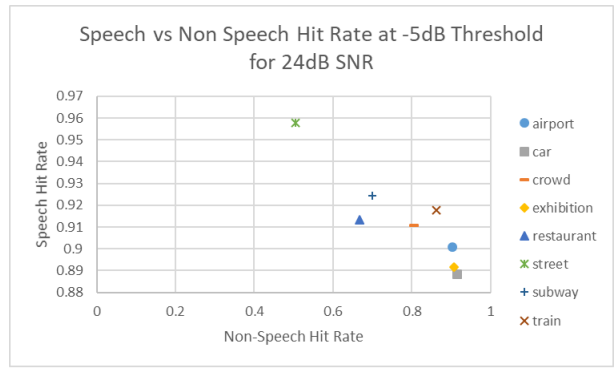


图 3-7. 针对 24dB SNR 在 -5dB 阈值下的非语音命中
率与语音命中率

4 示例

本节提供了六个有关如何配置 VAD 的示例。

示例 1：以下示例代码显示了在用户启动模式下，在 CH1 上使用 VAD 和模拟麦克风所需的配置。

```
# Key: w A0 XX YY ==> write to I2C address 0xA0, to register 0xXX, data 0xYY
#           # ==> comment delimiter
# See the corresponding EVM user guide for jumper settings and audio connections.
#####
#
#
# Power up IOVDD and AVDD power supplies
# wait for 1ms.
#
w A0 00 00 # Goto Page 0
w A0 01 01 # Software reset
d 10      # wait for 16 ms
w A0 02 09 # Device wake up, Power up VREF and DREG
w A0 42 A0 # Interrupt asserts on live events, active high
w A0 0A 31 # GPIO is IRQ w Drive Strength Active Low and Active High
#
w A0 00 01 # Goto Page 1
w A0 33 DF # Unmask VAD Power Up Detect
w A0 1E 02 # User Initiated power up, VAD on CH1
#
w A0 00 0D # Goto Page D
w A0 0D 00 8F 47 35 # Threshold value of -5dB
w A0 70 00 4E 20 00 # ILP of 2.5s
#
w A0 00 00 # Goto Page 0
w A0 76 80 # Enable CH1
w A0 78 A4 # ADC, MICBIAS, and VAD Power On
```

示例 2：以下示例代码显示了在自动上电和断电模式下，在 CH1 上使用 VAD 和模拟麦克风所需的配置。

```
# Key: w A0 XX YY ==> write to I2C address 0xA0, to register 0xXX, data 0xYY
#           # ==> comment delimiter
# See the corresponding EVM user guide for jumper settings and audio connections.
#####
#
#
# Power up IOVDD and AVDD power supplies
# wait for 1ms.
#
w A0 00 00 # Goto Page 0
w A0 01 01 # Software reset
d 10      # wait for 16 ms
w A0 02 01 # Device wake up, Power up only DREG, VAD will power up VREF
w A0 42 A0 # Interrupt asserts on live events, active high
w A0 0A 31 # GPIO is IRQ w Drive Strength Active Low and Active High
#
w A0 00 01 # Goto Page 1
w A0 33 DF # Unmask VAD Power Up Detect
w A0 1E 42 # Automatic Powerup/down, VAD on CH1
#
w A0 00 0D # Goto Page D
w A0 0D 00 8F 47 35 # Threshold value of -5dB
w A0 70 00 4E 20 00 # ILP of 2.5s
w A0 00 0E # Goto Page E
w A0 08 00 9C 40 00 #Set wakeup wait to 5s
#
w A0 00 00 # Goto Page 0
w A0 76 80 # Enable CH1
w A0 78 24 # VAD, MICBIAS Power On
```

示例 3：以下示例代码显示了在自动上电和用户启动断电模式下，在 CH1 上使用 VAD 和模拟麦克风所需的配置。

```
# Key: w A0 XX YY ==> write to I2C address 0xA0, to register 0xxx, data 0xYY
#           # ==> comment delimiter
# See the corresponding EVM user guide for jumper settings and audio connections.
#####
#
#
# Power up IOVDD and AVDD power supplies
# Wait for 1ms.
#
w A0 00 00 # Goto Page 0
w A0 01 01 # Software reset
d 10      # Wait for 16 ms
w A0 02 01 # Device wake up, Power up only DREG, VAD will power up VREF
w A0 42 A0 # Interrupt asserts on live events, active high
w A0 0A 31 # GPIO is IRQ w Drive Strength Active Low and Active High
#
w A0 00 01 # Goto Page 1
w A0 33 DF # Unmask VAD Power Up Detect
w A0 1E 82 # VAD Automatic Powerup/User Initiated Powerdown, VAD on CH1
#
w A0 00 0D # Goto Page D
w A0 0D 00 8F 47 35 # Threshold Value of -5dB
w A0 70 00 4E 20 00 # ILP of 2.5s
#
w A0 00 00 # Goto Page 0
w A0 76 80 # Enable CH1
w A0 78 A4 # ADC,VAD, MICBIAS Power On
```

示例 4：以下示例代码显示了在用户启动模式下，在 CH1 上使用 VAD 和数字麦克风所需的配置。

```
# Key: w A0 XX YY ==> write to I2C address 0xA0, to register 0xxx, data 0xYY
#           # ==> comment delimiter
# See the corresponding EVM user guide for jumper settings and audio connections.
#####
#
#
# Power up IOVDD and AVDD power supplies
# Wait for 1ms.
#
w A0 00 00 # Goto Page 0
w A0 01 01 # Software reset
d 10      # Wait for 16 ms
w A0 02 09 # Device wake up, VREF and DREG Powered Up
w A0 0C 41 # GP01 is PDM Clock output, Active Low and Active High
w A0 0D 02 # GPI1 is enabled
w A0 13 EC # GPI1 is PDM Data Input CH1 and 2
w A0 42 A0 # Interrupt asserts on live events, active high
w A0 0A 31 # GPIO is IRQ w Drive Strength Active Low and Active High
#
w A0 00 01 # Goto Page 1
w A0 33 DF # Unmask VAD Power Up Detect
w A0 1E 02 # User Initiated power up, VAD on CH1
#
w A0 00 0D # Goto Page D
w A0 0D 00 8F 47 35 # Threshold Value of -5dB
w A0 70 00 4E 20 00 # ILP of 2.5s
#
w A0 00 00 # Goto Page 0
w A0 76 80 # Enable CH1
w A0 78 A4 # ADC, MICBIAS, and VAD Power On
```

示例 5：以下示例代码显示了在自动上电和断电模式下，在 CH1 上使用 VAD 和数字麦克风所需的配置。

```
# Key: w A0 XX YY ==> write to I2C address 0xA0, to register 0XXX, data 0xYY
#           # ==> comment delimiter
# See the corresponding EVM user guide for jumper settings and audio connections.
#####
#
#
# Power up IOVDD and AVDD power supplies
# Wait for 1ms.
#
w A0 00 00 # Goto Page 0
w A0 01 01 # Software reset
d 10       # Wait for 16 ms
w A0 02 09 # Device wake up, VREF and DREG Powered Up
w A0 0C 41 # GP01 is PDM Clock output, Active Low and Active High
w A0 0D 02 # GPI1 is enabled
w A0 13 EC # GPI1 is PDM Data Input CH1 and 2
w A0 42 A0 # Interrupt asserts on live events, active high
w A0 0A 31 # GPIO is IRQ w Drive Strength Active Low and Active High
#
w A0 00 01 # Goto Page 1
w A0 33 DF # Unmask VAD Power Up Detect
w A0 1E 42 # VAD Automatic Power up/down, VAD on CH1
#
w A0 00 0D # Goto Page D
w A0 0D 00 8F 47 35 # Threshold Value of -5dB
w A0 70 00 4E 20 00 # ILP of 2.5s
w A0 00 0E # Goto Page E
w A0 08 00 9C 40 00 #Set wakeup wait to 5s
#
w A0 00 00 # Goto Page 0
w A0 76 80 # Enable CH1
w A0 78 24 # VAD, MICBIAS Power On
```

示例 6：以下示例代码显示了在自动上电和用户启动断电模式下，在 CH1 上使用 VAD 和数字麦克风所需的配置。

```
# Key: w A0 XX YY ==> write to I2C address 0xA0, to register 0XXX, data 0xYY
#           # ==> comment delimiter
# See the corresponding EVM user guide for jumper settings and audio connections.
#####
#
#
# Power up IOVDD and AVDD power supplies
# Wait for 1ms.
#
w A0 00 00 # Goto Page 0
w A0 01 01 # Software reset
d 10       # wait for 16 ms
w A0 02 09 # Device wake up, VREF and DREG Powered Up
w A0 0C 41 # GP01 is PDM Clock output, Active Low and Active High
w A0 0D 02 # GPI1 is enabled
w A0 13 EC # GPI1 is PDM Data Input CH1 and 2
w A0 42 A0 # Interrupt asserts on live events, active high
w A0 0A 31 # GPIO is IRQ w Drive Strength Active Low and Active High
#
w A0 00 01 # Goto Page 1
w A0 33 DF # Unmask VAD Power Up Detect
w A0 1E 82 # VAD Automatic Powerup/User Initiated Powerdown, VAD on CH1
#
w A0 00 0D # Goto Page D
w A0 0D 00 8F 47 35 # Threshold Value of -5dB
w A0 70 00 4E 20 00 # ILP of 2.5s
#
w A0 00 00 # Goto Page 0
w A0 76 80 # Enable CH1
w A0 78 A4 # VAD, MICBIAS Power On
```

5 总结

语音活动检测 (VAD) 算法是一种语音触发的系统唤醒机制，在检测到语音并进行记录之前使器件或系统处于功耗超低的睡眠模式。

VAD 有 3 种基于系统需求的运行模式：用户模式、自动模式和中间模式。这些模式控制 ADC 记录路径如何根据语音活动上电和断电。

TAx511x 和 TAx521x 器件系列的所有模数转换器 (ADC) 通道 (包括数字麦克风通道) 都支持 VAD 功能，该功能一次监控一个通道。

6 参考资料

- 德州仪器 (TI), [TLV320ADC6120 2 通道、768kHz、Burr-Brown™ 音频 ADC 数据表](#)。
- 德州仪器 (TI), [TLV320ADC6120 具有 106dB SNR 的立体声通道、768kHz、Burr-Brown™ 音频 ADC 评估模块](#)。
- 德州仪器 (TI), [TLV320ADC5120 2 通道、768kHz、Burr-Brown™ 音频 ADC 数据表](#)。
- 德州仪器 (TI), [TLV320ADC5120 具有 106dB SNR 的立体声通道、768kHz、Burr-Brown™ 音频 ADC 评估模块](#)。
- 德州仪器 (TI), [TLV320ADC3120 2 通道、768kHz、Burr-Brown™ 音频 ADC 数据表](#)。
- 德州仪器 (TI), [TLV320ADC3120 具有 106dB SNR 的立体声通道、768kHz、Burr-Brown™ 音频 ADC 评估模块](#)。
- 德州仪器 (TI), [PCM6120-Q1 2 通道、768kHz、Burr-Brown™ 音频 ADC 数据表](#)。
- 德州仪器 (TI), [PCM5120-Q1 2 通道、768kHz、Burr-Brown™ 音频 ADC 数据表](#)。
- 德州仪器 (TI), [ADCx120EVM-PDK 用户指南](#)。
- 德州仪器 (TI), [PurePath™ Console](#)。

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