

兼具双工免提通话消回音（AEC）及环境噪音压制（ENC）的 语音处理芯片 NR2047

一、概述

NR2047 是一款强效的多功能语音及音频 DSP 处理芯片，芯片内固化有业界领先的专用语音处理算法。

针对语音通讯产品，NR2047 可以提供功能有：近距离的环境噪音压制，远场智能语音萃取，高品质语音，全双工免提通话回音消除，远距离高品质拾音。

NR2047 内置功能强大的语音引擎，可以很好的应用于网络 IP 通话，平板电脑，智能手持设备，客服耳麦，智能音响等大多数通信及语音识别产品。

NR2047 是一款可兼容多种时钟及电源的 32 位 DSP 芯片，并具有完整的音频接口，包含了 ADC 和 DAC 的模拟输入输出端口，数字麦克风端口，I2S 数字音频输入输出端口，可以轻松的应对目前所有的应用平台及产品使用，并且芯片体积小，外围简单紧凑，可以快速的嵌入设计到各类语音通话及智能语音产品中。

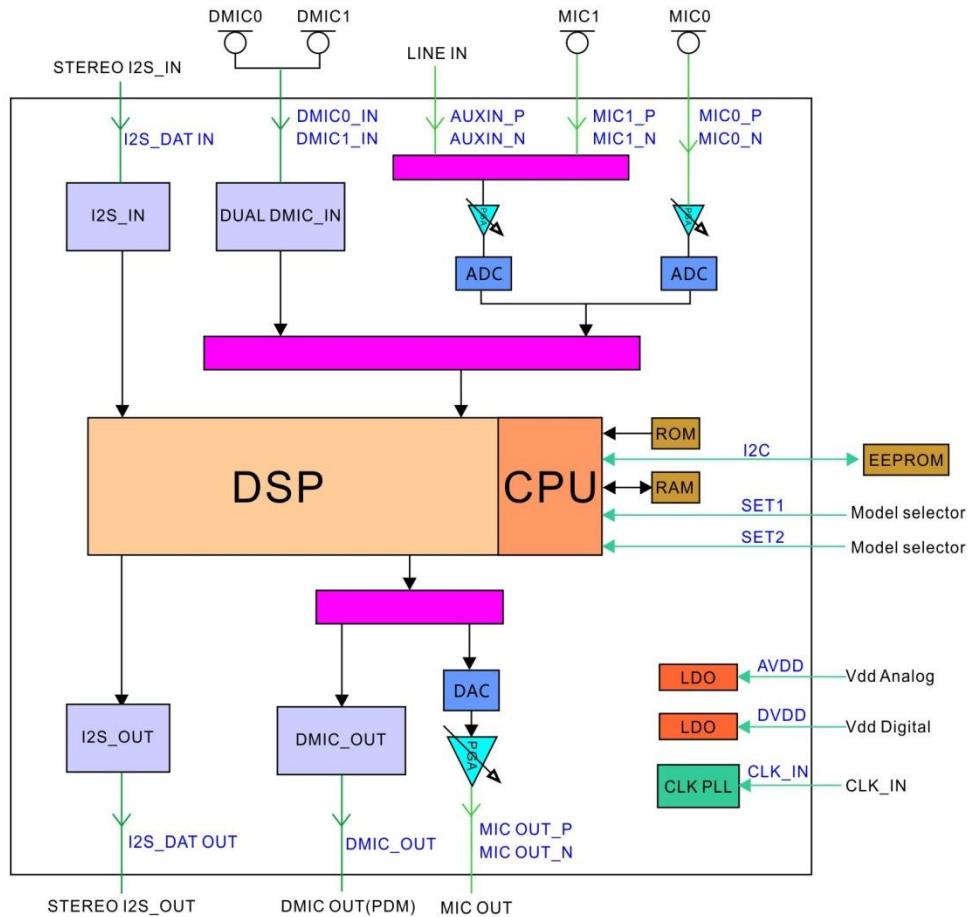
二、特点

- 1, 高效的 32 位 DSP 内核，可选择主时钟频率。
- 2, 2 路模拟音频输入（ADC），1 路模拟音频输出（DAC），
- 3, 2 路数字麦信号（PDM）输入，1 路数字麦信号（PDM）输出。
- 4, 支持立体声的 I2S 数字音频输入输出接口
- 5, 麦克风自适应校准功能，在麦克风位置变动的情况下，方便双麦克风快速匹配及适应工作环境。
- 6, 允许单麦方式和双麦方式工作，双麦模式下 2 个麦克风的距离建议为 6-15cm。
- 7, 自适应的免提通话的回音消除（AEC），在保证远场拾取的同时，并保持良好的全双工特性。
- 8, 超长距离的拾音能力，开启远场拾取，6 米范围内的声音可以清晰无失真的收录。
- 9, 自适应的环境噪音压制（ENC）及智能语音萃取功能。
- 10, 在开启降噪功能（ENC）时，支持自动增益控制（AGC）功能，提高语音的清晰度。
- 11, 业界领先的宽频降噪压制技术，对于环境中稳态和动态的噪音都有抑制，压制指标在 20-45dB。
- 12, 可以简单的通过 2 个 SET 控制引脚，设置芯片的多种工作状态模式。
- 13, 可选择的 DSP 工作主时钟（通过设定可选范围为 1-30M）
- 10, NR2047 的封装为 QFN32(5mm X 5mm)

三、应用范围

- 1, 车载蓝牙通话系统，车载语音识别智能设备。
- 2, 企业会议系统,多媒体远程教育通话系统。
- 3, 可视门禁/门铃对讲系统，停车场/公共场所门卡，自助服务系统的通话对讲。
- 4, 网络安防监控对讲系统，电梯呼叫报警系统。
- 5, 银行客服通话系统，监狱，医院呼叫服务通话系统。
- 6, 智能家居免提通话对讲，老人，小孩，宠物监护仪器设备。
- 7, 家用带通话 IP CAMERA 及卡片机监护通话产品
- 8, 录音笔，采访记录设备，摄像机，录音机，监控拾音器设备。
- 9, 智能语音控制，及智能交互设备。

四， 内部硬件框图



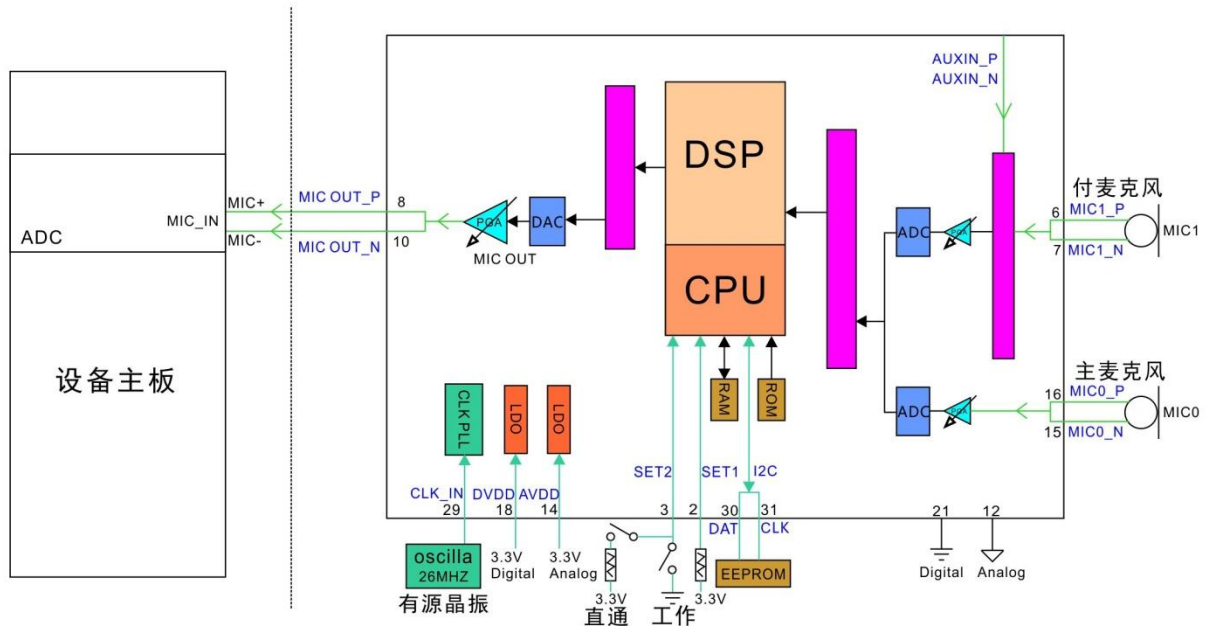
图一 芯片内部信号框图

五， 硬件接口描述

- 1, 双模拟麦克风差分输入端口 (PIN15, 16 为 MIC0, PIN6, 7 为 MIC1)。
- 2, 可选用的两路独立的麦克风偏置电压供电端口 (PIN17 为 MIC0 偏置电压, PIN9 为 MIC1 偏置电压)。
- 3, 麦克风信号经过 DSP 处理完后, 经单通道模拟差分输出 (PIN8, 10)
- 4, 数字麦克风 (PDM) 输入输出端口 (PIN1, 32 为数字麦输入, PIN23, 24 为数字麦输出)
- 5, 支持立体声的 I2S 数字音频输入输出端口 (PIN25, 26, 27, 28), I2S 数据格式为从模式, 左对齐, 支持 16/24/32 位, 和 8K-192KHZ 采样率。
- 6, 回音消除(AEC)采样接入差分模拟输入端口 (PIN4, 5)
- 7, 数字核心供电端口 (PIN18) .
- 8, 模拟区域供电端口 (PIN14)

六， 硬件系统典型应用连接图

1, 双麦降噪模式



图二 双麦/单麦降噪模式连接框图

此连接框图为专门的降噪模式使用，可以支持双麦和单麦方式。

双麦降噪模式下，分为主麦克风和付麦克风，2个麦克风的距离建议在6-15cm，让主麦克风MIC0靠近说话人嘴部，而付麦克风MIC1则远离说话人嘴部，两个麦克风朝向不一致。

双麦克风降噪模式属于近场拾音降噪，可以把主麦MIC0附近一定区域内的声音保留，而区域外的声音最大幅度的进行压制，这种模式可以针对环境中不管是稳态还是非稳态的噪音都进行压制。

双麦克风降噪模式的拾音范围大小，由主副付麦克风的灵敏度决定。

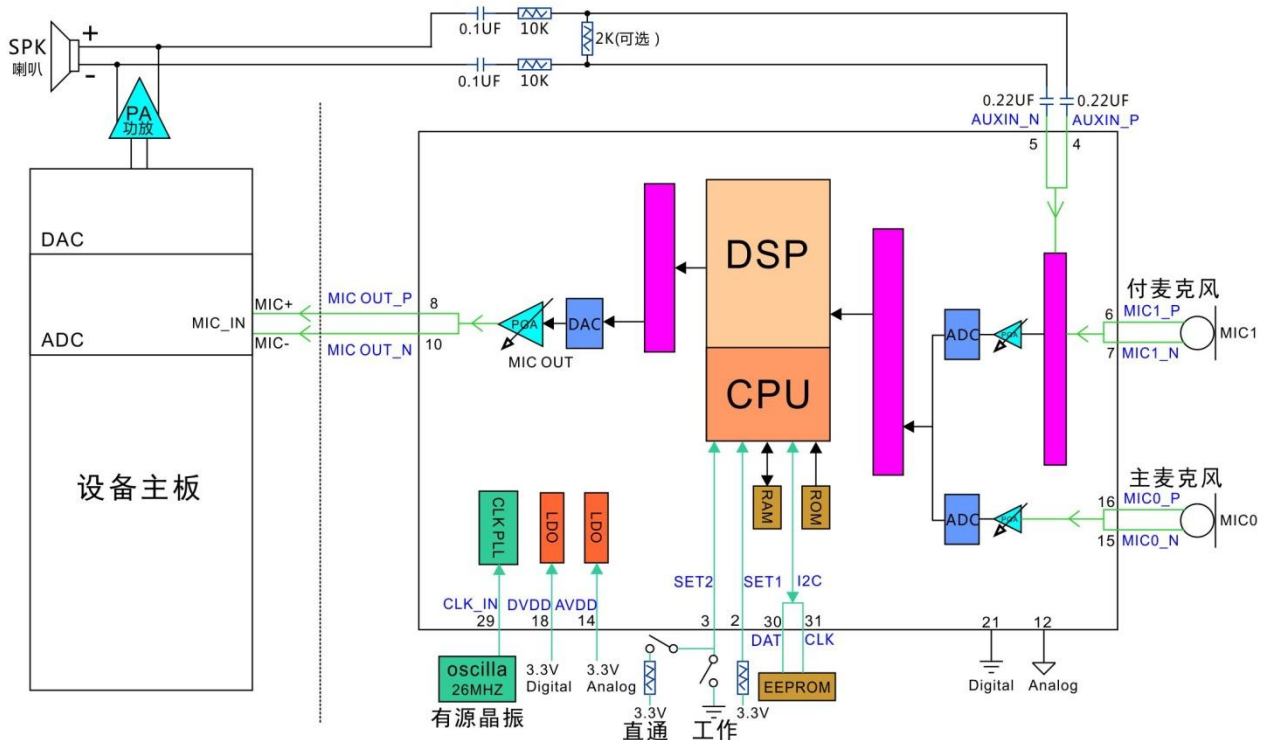
双麦克风降噪模式适合应用的产品：客服降噪耳麦，导播通话耳麦，矿山工地对讲机，车站广场手持通话设备，特种场合手持通话设备，等等比较严重的环境噪音的场合设备。

单麦克风方式也同样具有降噪功能，单麦克风模式除了近场降噪，还可以开启远场拾音功能。

单麦克风降噪模式下，只能处理稳态的环境噪音，默认设置MIC0为输入端口，拾音的范围与选用的麦克风灵敏度有关。

单麦克风模式适合应用的产品：助听器产品，监听拾音器产品，录音记录产品，对讲通话设备，桌面麦克风产品，报警呼叫设备等等，以及其他需要处理环境噪音的音频设备。

2, 全双工免提通话会议消除模式



图三 单双麦/单麦全双工免提通话消回音模式连接框图

此连接框图除了在降噪模式的基础上，还增加了通话的回音消除（AEC）功能，同样支持双麦克风和单麦克风方式应用，用户可以根据产品结构和功能要求选择。

无论是单麦克风和双麦克风，都要从需要消除回音的产品的功放输出或者输入部分采集下行的参考音频信号，并连接到 NR2047 的 4,5 脚。

常规情况下，1-3W 的功放芯片，可以从功放的输出端连接参考信号，为避免影响喇叭的监听，在连接时建议分别在功放输出正负极，串连电容和电阻作为隔离及衰减信号幅度。

如果功放功率比较大，比如超过 3W，甚至 5W 以上，则最好在串联电容和电阻之后，再并联一个图示的 2K 可选电阻，把功放的信号幅度减小到适合参考采集的需要。或者也可以把这个参考信号连接在功放的信号输入端。

回音消除的效果，除了与参考信号的采集有关联，与喇叭的音量，喇叭和麦克风的距离，摆放，密封隔离，产品结构外壳，都有密切关联，在设计时，需多方式进行优化和调整，才能得到完善的效果。

此模式下，可以让设备具有优异的降噪效果同时，还可解决通话中的回音问题，适用的产品类型有：网络通话设备，大音量手持免提通话设备，报警呼救设备，医院监狱通话设备等等各类免提通话设备。

七， 电气性能， 数字端口及模拟音频特性

1， 最大额定值

Parameter	Symbol	Min	Max	Units
Storage temperature	T _s	-45	120	°C
Operating ambient temperature	T _A	-25	70	°C
Analog supply voltage	AVDD	2.2 ¹	3.6	V
Digital supply voltage	DVDD	1.65	3.6	V
Digital input voltage	-	-0.3	DVDD	V
ESD (HBM)	-	4KV	-	V
ESD (MM)	-	200	-	V
Latch-up	-	200	-	mA

Note : In default analog codec mode, AVDD needs to be $\geq 2.2V$ to make internal codec work properly.

表一 最大额定值数据表

2， 推荐工作环境

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
Storage temperature	T _s	-	25	-	°C
Operating ambient temperature	T _A	-	25	-	°C
Analog supply voltage (AVDD)	AVDD	2.4 ¹	2.8	3.6	V
Digital supply voltage (DVDD)	DVDD	1.65	1.8/2.8	3.6	V
Digital input voltage	-	0	DVDD	DVDD+0.3	V
Clock source	CLK_IN	1	26 ²	31	MHz
Clock source accuracy	-	-	50	-	ppm

Notes :

- In default analog codec mode, AVDD is recommended to be $\geq 2.4V$ to allow the internal codec to work properly and achieve the best audio quality.
- 26MHz is a default assumption for clock source, but other common clock sources on mobile phones, like 13MHz and 19.2MHz, are also compatible with proper PLL frequency divider setting.

表二 工作条件推荐数据表

3, 直流电源特性

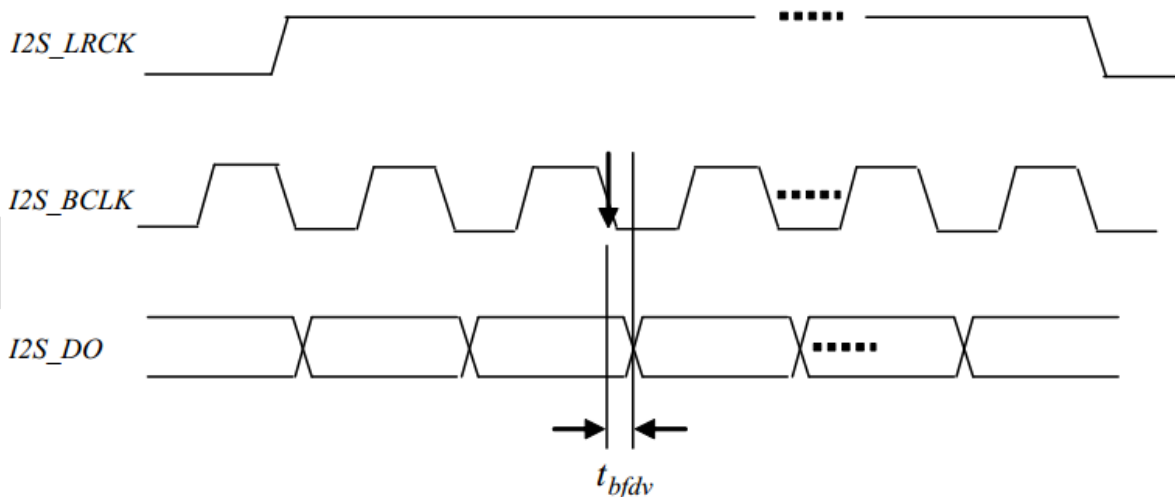
Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
High level input voltage	Vih	0.7*DVDD ¹ (DVDD<=2.8V) 1.5 (DVDD>2.8V)	-	DVDD (DVDD<=2.8) 3.1 (DVDD>=2.8)	V
Low level input voltage	Vil	-0.3	-	0.3*DVDD ²	V
High level output voltage (Ioh=2mA)	Voh	0.7*DVDD	-		V
Low level output voltage (Iol=2mA)	Vol	-	-	0.3	V
Input leakage current	Iil	-	-	±1	uA
Output leakage current	Iol	-	-	±1	uA
2.4V regulator	XV2.4	-	2.55	-	V
Mic_Bias 0, 1	Mic_Bias	-	1.9	-	V
Active mode power supply current ³	I _{AVDD} I _{DVDD}	-	21	-	mA
Power-down power supply current	I _{AVDD} I _{DVDD}	-	<1	-	uA
By-Pass power supply current	I _{AVDD} I _{DVDD}	-	21	-	mA
Suspend power supply current	I _{AVDD} I _{DVDD}	-	1	-	uA

Notes :

1. Vih for Mode_Selector pin is recommended to be > 0.75*DVDD for corner case.
2. Vil for Mode_Selector pin is recommended to be < 0.23*DVDD for corner case.
3. Power supply test conditions: AV_{DD} = 2.8V, DVDD = 1.8V, clock= 26MHz, TA=+25°C, digital mic-in, digital mic-out, Mode_Select pin control mode. ENC enable.

表三 直流参数数据表

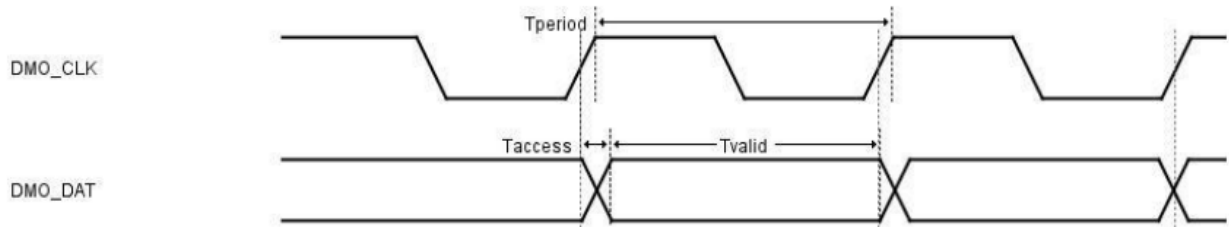
4, I2S 从模式接口特性



Parameter	Symbol	Min	Max	Unit
I2S_BCLK falling edge to I2S_DO data valid	t _{bfdv}	12	15	nS

表四 I2S 从模式时序图表

5, 数字麦克风(PDM)输出时序

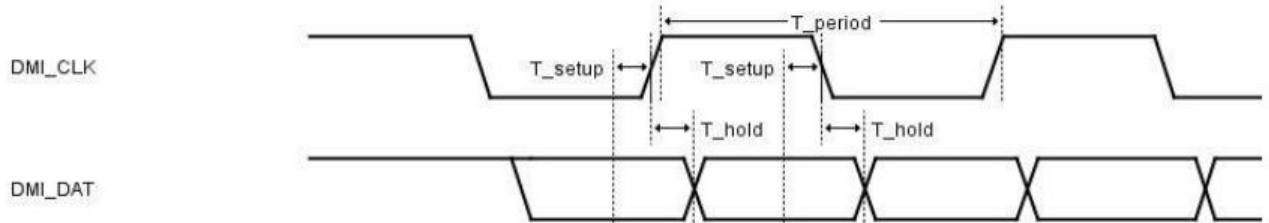


Parameter	Symbol	Value	Unit
DMO input clock period	Tperiod	483.5*	ns
Data access times after clock rising edge	Taccess	11	ns
Data valid time	Tvalid	472.5	ns

*The DMO input clock is expected to be around 2.068 MHz. When the DMO input clock is 2.068 MHz (483.5 ns), the sampling rate is 16.157 kHz (2.068 MHz / 128).

表五 数字麦克风输出时序图表

6, 数字麦克风(PDM)输入时序



DMI Clock Select (dmi_clk_sel[1:0])	DMI Clock Source	DMI Output Clock Period (T_period)	DMI Input Data Setup Time (T_setup)	DMI Input Data Hold Time (T_hold)
00/11	Internal clock generator	483.5 ns	7ns	7ns
01	DMO clock input	The same as DMO clock input	7ns	7ns
10	BCLK I2S input	The same as I2S BCLK input	7ns	7ns

表六 数字麦克风输入时序图表

7, 模拟音频特性

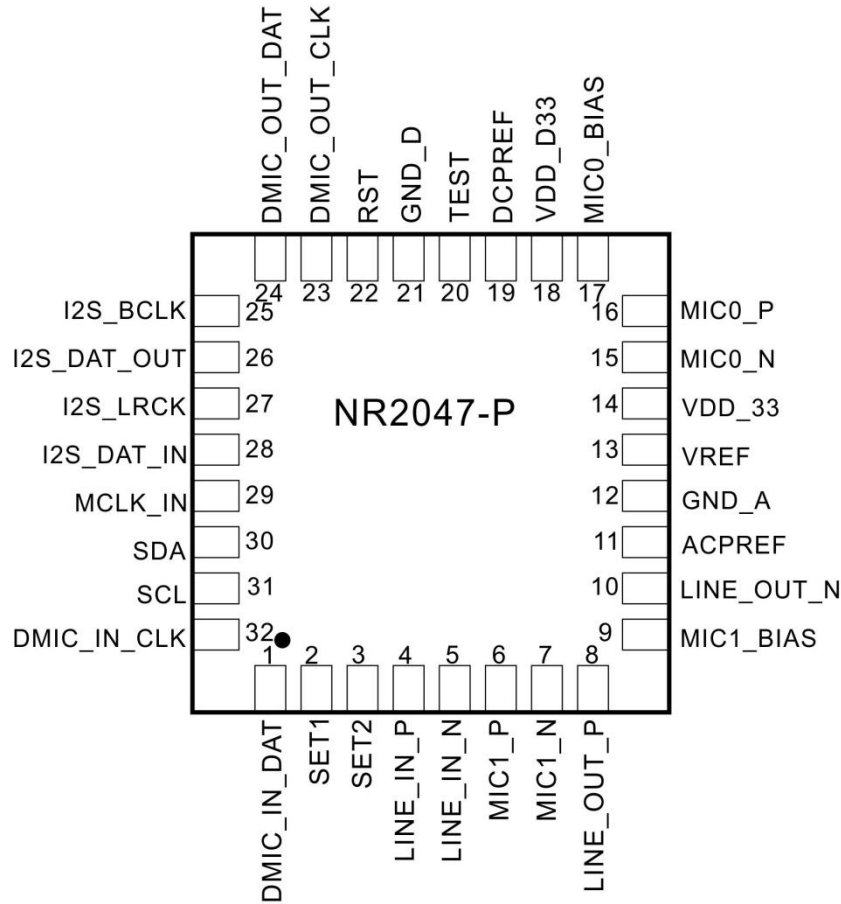
Test Conditions: AVDD = 2.8V, DVDD (V_{DD})= 1.8V DGND =0V, F_s= 16kHz, PGA Gain= 0dB, TA=+25°C, output loading=10K ohms, mic-in coupling capacitor= 220nF, w/ 8kHz Filter

Item	Min.	Typ.	Max.	Unit
ADC Performance				
Resolution	-	16	-	bit
Sample rate	-	16K	-	Hz
THD + N (@1kHz)	-	-60	-	dBFS
SNR (@1kHz)	85	90	-	dBFS
Dynamic range (@1kHz)	85	90	-	dBFS
Frequency response (-3dB/-9dB)	60	-	6.8K	Hz
Passband ripple	-	±0.25	-	dBFS
Single-ended full-scale input voltage	-	1.41 ¹	-	Vp-p
differential full-scale input voltage	-	2.82 ¹	-	Vp-p
Power supply rejection ratio (217Hz)	-	85	-	dB
Microphone/Aux Input				
Mic-in PGA gain range	0	+20 (default)	+31	dB
Aux-in PGA gain range	-12	+8 (default)	+19	dB
ADC PGA gain step	-	1	-	dB/Step
Mic input impedance	-	15K	-	Ω
Aux input impedance	-	60K	-	Ω
Microphone bias voltage	-	1.9	-	V
DAC Performance (10K Ohm Line Loading)				
Resolution	-	16	-	Bits
Sample rate	-	16K	-	Hz
THD + N (@1kHz)	-	-67.5	-	dBFS
SNR (@1kHz)	-	90	-	dBFS
Dynamic range (@1kHz)	-	85.5	-	dBFS
Frequency response (-3dB/-3dB)	20	-	6.8K	Hz
Passband ripple	-	+0.1	-	dBFS
Single-ended full-scale output voltage	-	1.41	-	Vp-p
Differential full-scale output voltage	-	2.82	-	Vp-p
Power supply rejection ratio (217Hz)	-	80	-	dB
DAC/Analog Output Gain				
DAC PGA gain range	-31	-17 (default)	0	dB
DAC PGA gain step	-	1	-	dB/Step

Note : Although the full-scale input voltage can be as high as 1.55Vp-p, the recommended maximum input voltage is below 1.41Vp-p (500mVrms) for single-ended input, 2.82Vp-p (1.0Vrms) for differential input to reserve the best signal linearity.

表七 模拟音频输入和输出特性表

八, NR2047 引脚功能定义



脚位	脚位名称	I/O 类型	引脚说明
1	DMIC_IN_DAT	数字输入	数字麦克风数据输入（支持左右双数字麦克风输入）
2	SET1	数字输入	工作模式设置端口 1（由高低电平设置，默认高电平）
3	SET2	数字输入	工作模式设置端口 2（由高低电平设置，默认低电平）
4	LINE_IN_P	模拟输入	消回音参考音频输入端口正极
5	LINE_IN_N	模拟输入	消回音参考音频输入端口负极
6	MIC1_P	模拟输入	付麦克风 MIC1 的输入正极（模拟麦克风）
7	MIC1_N	模拟输入	付麦克风 MIC1 的输入正极（模拟麦克风）
8	LINE_OUT_P	模拟输出	模拟音频输出正极（此音频为 MIC 处理之后输出）
9	MIC1_BIAS	模拟输出	付麦克风工作偏置电压（模拟麦克风）
10	LINE_OUT_N	模拟输出	模拟音频输出负极（此音频为 MIC 处理之后输出）
11	ACPREF	模拟输入/输出	模拟电源滤波电容
12	GND_A	电源	模拟电源地线
13	VREF	模拟输出	参考电压滤波电容

14	VDD_33	电源	模拟端口工作电源输入 (3.3V)
15	MIC0_N	模拟输入	主麦克风 MIC0 的输入负极 (模拟麦克风)
16	MIC0_P	模拟输入	主麦克风 MIC0 的输入正极 (模拟麦克风)
17	MIC0_BIAS	模拟输出	主麦克风工作偏置电压 (模拟麦克风)
18	VDD_D33	电源	数字端口工作电源输入 (3.3V)
19	DCPREF	模拟输入/输出	数字核心电源滤波电容
20	TEST	数字输入	测试模式端口 (默认低电平)
21	GND_D	电源	数字电源地线
22	RST	数字输入	复位端口。(低电平触发)
23	DMIC_OUT_CLK	数字输入/输出	数字麦克风信号 (PDM) 输出时钟端口
24	DMIC_OUT_DAT	数字输入/输出	数字麦克风信号 (PDM) 输出数据端口
25	I2S_BCLK	数字输入/输出	I2S 数字音频位时钟端口 (从模式)
26	I2S_DAT_OUT	数字输入/输出	I2S 数字音频数据输出端口 (支持左右声道)
27	I2S_LRCK	数字输入/输出	I2S 数字音频帧时钟端口 (从模式)
28	I2S_DAT_IN	数字输入/输出	I2S 数字音频数据输出端输入 (支持左右声道)
29	MCLK_IN	数字输入	芯片工作主时钟输入 (默认 26MHZ)
30	SDA	数字输入/输出	I2C 通讯数据端口
31	SCL	数字输入/输出	I2C 通讯时钟端口
32	DMIC_IN_CLK	数字输入/输出	数字麦克风数据输入端口

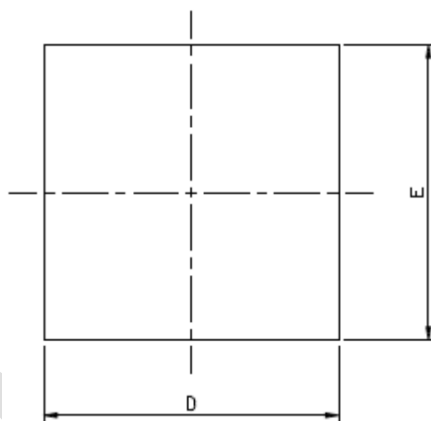
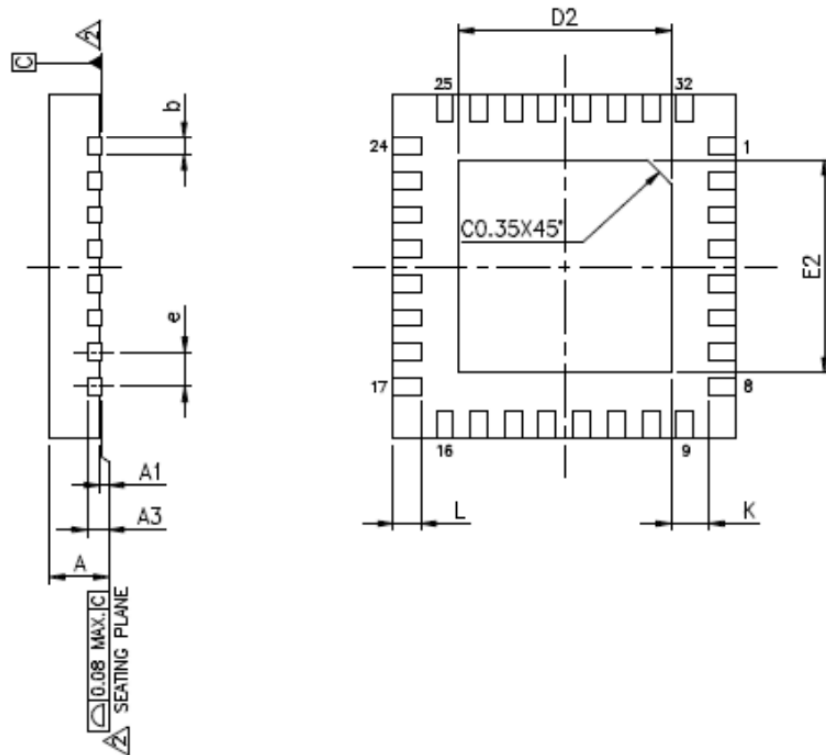
备注:

1, 芯片的 2,3 脚为芯片的工作模式设置脚。可通过设置 2 个引脚的高低电平, 让芯片进入不同的工作状态, 对应的工作状态分别如下:

- | | | |
|--------|--------|--|
| SET1=低 | SET2=低 | 断电关机模式 (此时处于绝对省电待机装状态) |
| SET1=高 | SET2=低 | 正常工作模式 (DSP 固件算法开始启动工作) |
| SET1=高 | SET2=高 | 音频直通模式 (此时 DSP 算法关闭, 音频特殊处理功能无效) |
| SET1=低 | SET2=高 | 挂机暂停模式 (此时所有工作状态被暂停, 音频端口无输出, 此模式可以让再次进入工作状态时, 减少加载固件的时间等待。) |

2, 芯片的数字端口高电平默认为 3.3V 有效, 可通过数字电源串联 10K 电阻作为上拉电阻。

九, NR2047 封装尺寸图示



SYMBOLS	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	0.02	0.05
A3	0.203 REF.		
b	0.18	0.25	0.30
D	4.90	5.00	5.10
E	4.90	5.00	5.10
e	0.50 BSC.		
L	0.35	0.40	0.45
K	0.20	-	-

UNIT : mm

EXPOSED PAD	D2			E2		
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
3.2X3.2	3.10	3.20	3.30	3.10	3.20	3.30

UNIT : mm

十, 订购和存储信息

封装规格	无铅环保	温度级别	订购代码
QFN32 (5X5 mm)	是	工业级别 -45 to 120°C	NR2047-P