

EC20 对讲机 音频调试指导

EC20 系列

版本: EC20_OpenLinux_对讲机音频调试指导_V1.0

日期: 2018-02-23



移远公司始终以为客户提供最及时、最全面的服务为宗旨。如需任何帮助，请随时联系我司上海总部，联系方式如下：

上海移远通信技术股份有限公司

上海市徐汇区虹梅路 1801 号宏业大厦 7 楼 邮编：200233

电话：+86 21 51086236 邮箱：info@quectel.com

或联系我司当地办事处，详情请登录：

<http://quectel.com/cn/support/sales.htm>

如需技术支持或反馈我司技术文档中的问题，可随时登陆如下网址：

<http://quectel.com/cn/support/technical.htm>

或发送邮件至：support@quectel.com

前言

上海移远通信技术股份有限公司提供该文档内容用以支持其客户的产品设计。客户须按照文档中提供的规范、参数来设计其产品。由于客户操作不当而造成的人身伤害或财产损失，本公司不承担任何责任。在未声明前，上海移远通信技术股份有限公司有权对该文档进行更新。

版权申明

本文档版权属于上海移远通信技术股份有限公司，任何人未经我司允许而复制转载该文档将承担法律责任。

版权所有 ©上海移远通信技术股份有限公司 2018，保留一切权利。

Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2018.

文档历史

修订记录

版本	日期	作者	变更表述
1.0	2018-02-23	徐磊	初始版本

目录

文档历史	2
目录	3
表格索引	4
图片索引	5
1 引言	6
2 音频校准工具 QACT	7
2.1. 打开 ACDB 文件	7
2.2. 录音和回放 Case	8
2.3. 音频模式	9
2.4. 参数保存	9
3 Audio 算法	10
3.1. HPF_IIR	10
3.2. MIC_GAIN	10
3.3. EANS	10
3.4. IIR 滤波器	14
3.5. AIG	16
3.6. MBDRC	16
3.7. HIGH_THD_RESAMPLE	20
4 音频 Codec 与 DSP	21
5 附录	22

表格索引

表 1: EANS 推荐参数.....	12
表 2: MBDRC 推荐参数	19
表 3: 术语缩写	22

图片索引

图 1: QACT 工具主界面	7
图 2: AUDIO CASE 选择	8
图 3: 音频模式选择	9
图 4: HANDSET_MIC 拓扑图	10
图 5: EANS 组成	11
图 6: VAD 对语音信号的判断结果	11
图 7: EANS 噪声抑制前后的话音信号对比	12
图 8: IIR 滤波器	15
图 9: IIR YULE WALKER VIEW	15
图 10: IIR PARAMETRIC VIEW	16
图 11: MBDRC 示意图	17
图 12: MBDRC 调试界面	17
图 13: DRC 示意图	18
图 14: CODEC 与 EC20 示意图	21

1 引言

本文档介绍 EC20 Openlinux 版本对讲机用户的音频调试方法，包括调试工具 QACT 的简介，以及 Audio DSP 中常用的音频算法模块的调试方法说明，最终调试生成的音频参数校准文件为 ACDB，可以用它替换掉模块文件系统中原始的 ACDB，重启模块新音频参数就会生效。

2 音频校准工具 QACT

QACT 的全称为 Qualcomm Audio Calibration Tool，可以对 EC20 Audio DSP 的音频参数进行调试，针对对讲机应用，本文档只介绍录音（Audio Recording）、回放（Audio Playback）功能。

EC20 系列模块可以使用 QACT_v6.0.8 版本进行调试。

2.1. 打开 ACDB 文件



图 1：QACT 工具主界面

将 QACT 打开后，在主界面点击按钮“Open ACDB File On Disk”，选择打开本地保存的 ACDB 文件目录中的“WorkspaceFile.qwsp”文件即可打开本地 ACDB 文件，接下来就可以对 ACDB 文件按需求进行调试。

2.2. 录音和回放 Case

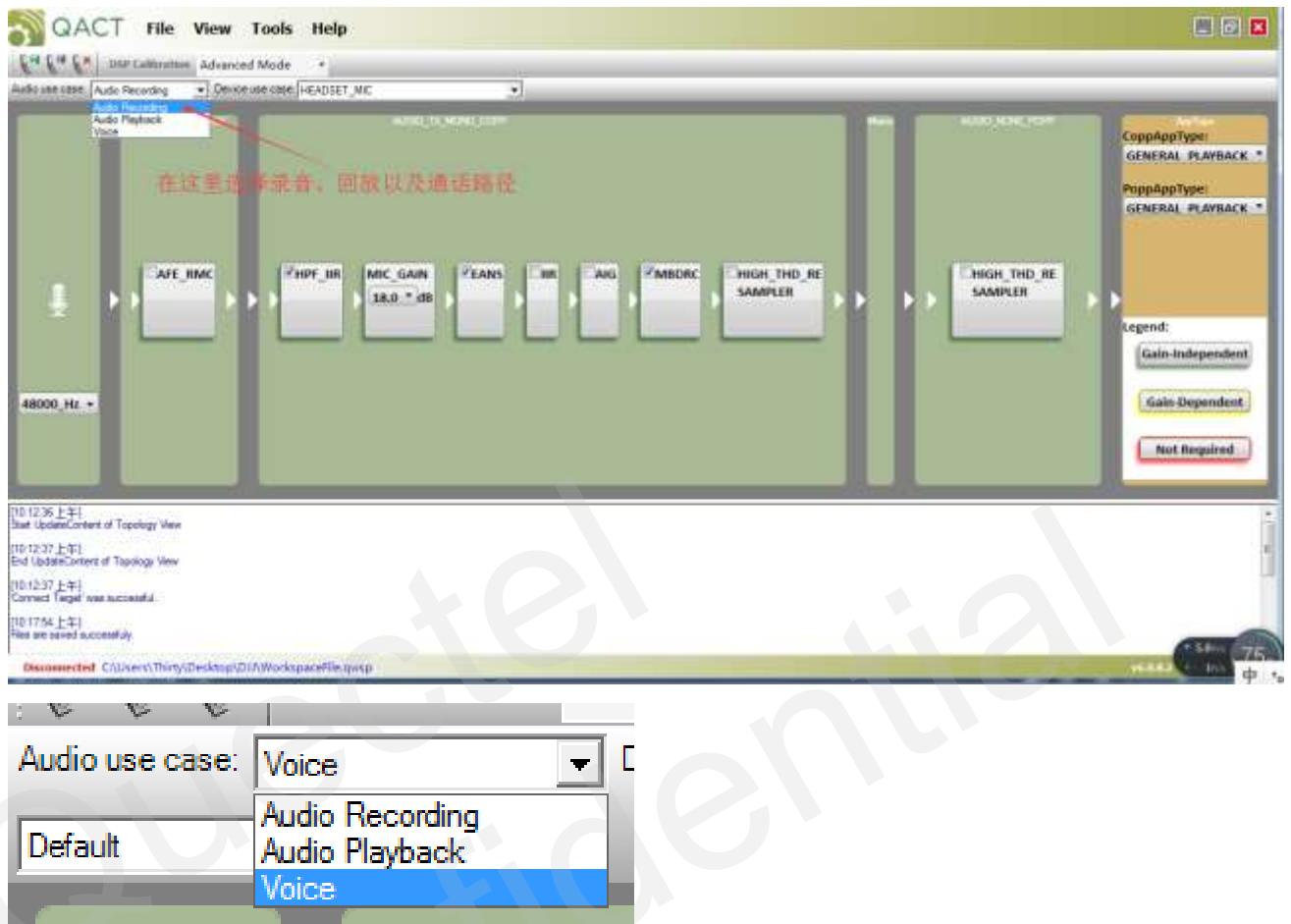


图 2: Audio Case 选择

Audio Use Case 选项里面，可以选择当前显示的音频 Case，包含录音、回放、语音通话功能。对讲机功能 MIC 送话调试请选择录音功能，喇叭受话调试请选择回放功能。

2.3. 音频模式

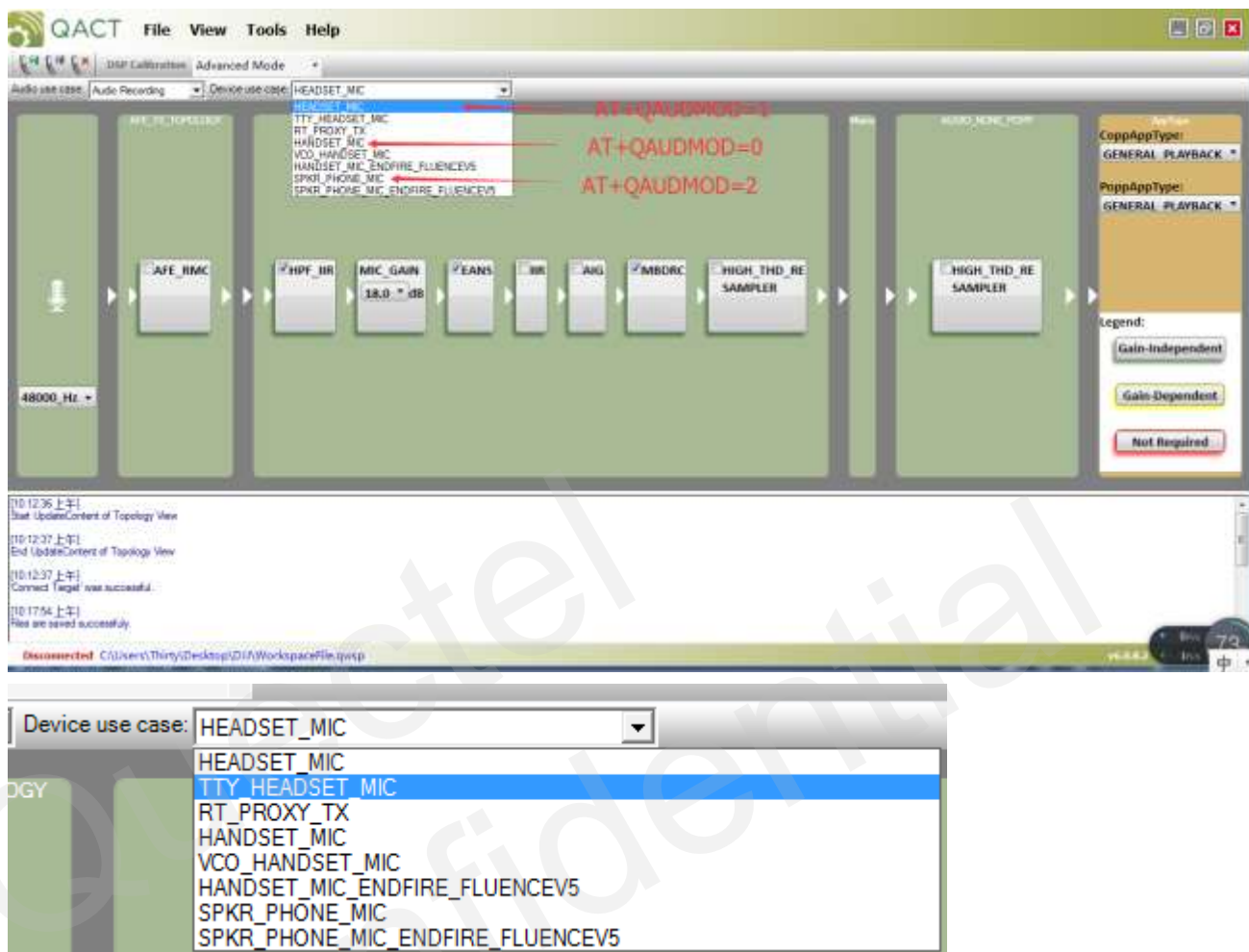


图 3：音频模式选择

EC20模块默认使用的音频模式是AT+QAUDMOD=0（对应手柄通道），这里不同的音频模式是为了方便客户不同的使用场景来预先配置多组参数供调用，而对讲机用户只需要使用其中一组参数就能满足使用。

调试ACDB时，调试对应的模式的参数，最终参数才能正确生效。例如EC20使用的音频模式为AT+QAUDMOD=0，ACDB必须在Handset_MIC以及Handset_SPKR下调试参数。调试前先使用AT+QAUDMOD=?查询一下设备当前使用的音频模式，再调试对应的ACDB通道参数。

2.4. 参数保存

每个算法模块都可以通过双击打开，打开之后可以查看和调试参数。调试完成点击Set to ACDB将调试结果保存起来。最终调试完成所有的算法模块，可以通过点击左上角的Save/Save As按钮保存ACDB文件到本地。

3 Audio 算法

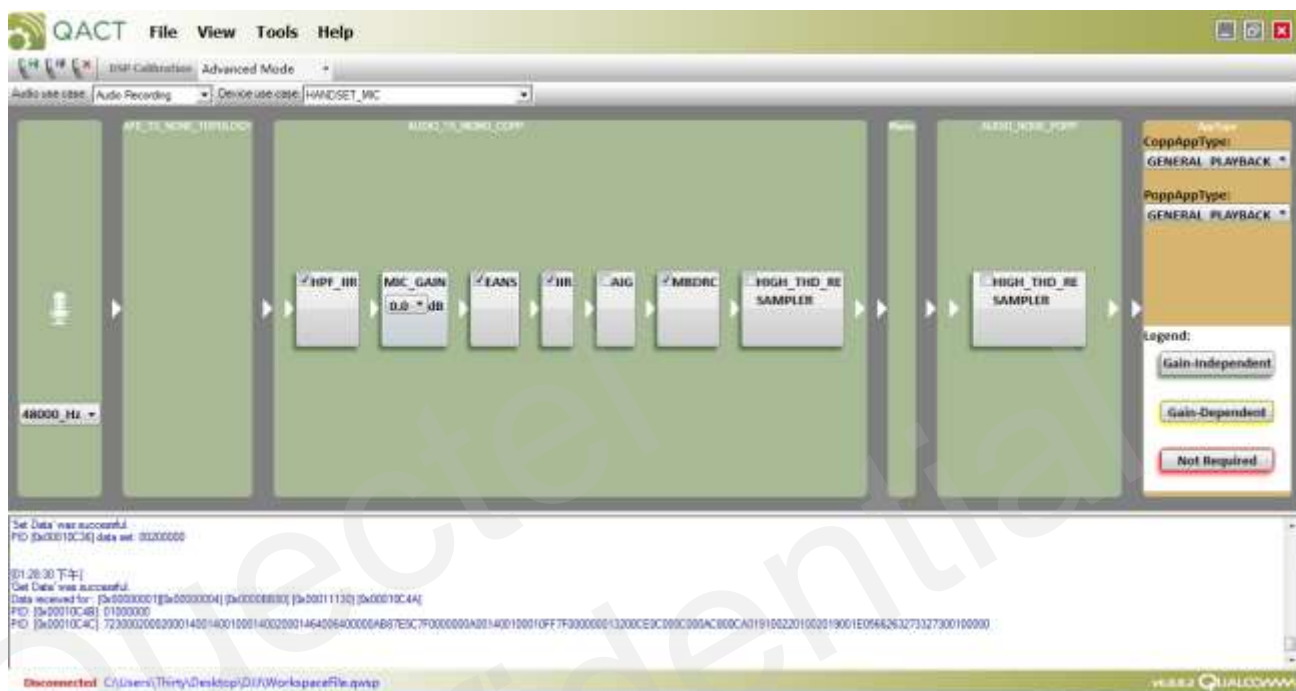


图 4: Handset_MIC 拓扑图

以 Audmod=0 为例，先进入图 4 的 Audio Recording 调试界面，双击算法模块就可以打开调试界面。接下来介绍 Audio Recording/ Audio Playback 路经常用音频算法模块的功能与调试方法。

3.1. HPF_IIR

High-Pass Filter (HPF)，这个音频算法可以压制 MIC 采集的声音中相对低频的信号，对高频声音信号直通，是为了防止低频增益太大，会导致回放时部分喇叭低音性能不够好出现破音，也可以滤除掉电源不纯净产生的低频噪声干扰。HPF 滤波器最重要的参数是截止频率，截止频率以下的信号会被大大压制，截止频率以上的信号不做抑制；HPF 滤波器参数是高通预设的，只需要选择使能或是关闭该模块。

推荐使能 HPF_IIR。

3.2. MIC_GAIN

MIC_GAIN 可以调整 MIC 增益的大小，直接影响录音的声音音量大小。调整范围是 $-\infty \sim +18\text{dBm}$ 。

3.3. EANS

EANS 是噪音抑制功能模块，可以提高录音信号的信噪比 (SNR)。

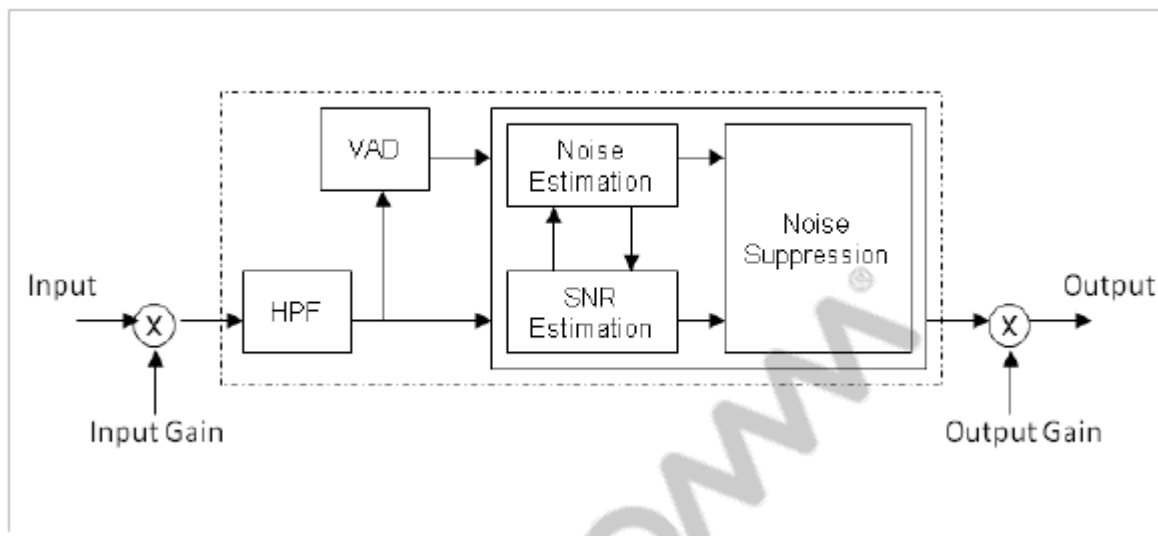


图 5: EANS 组成

主要模块:

- VAD
- Noise Estimation: Stationary-noise estimation and Non-stationary noise estimation
- SNR Estimation
- Noise Suppression

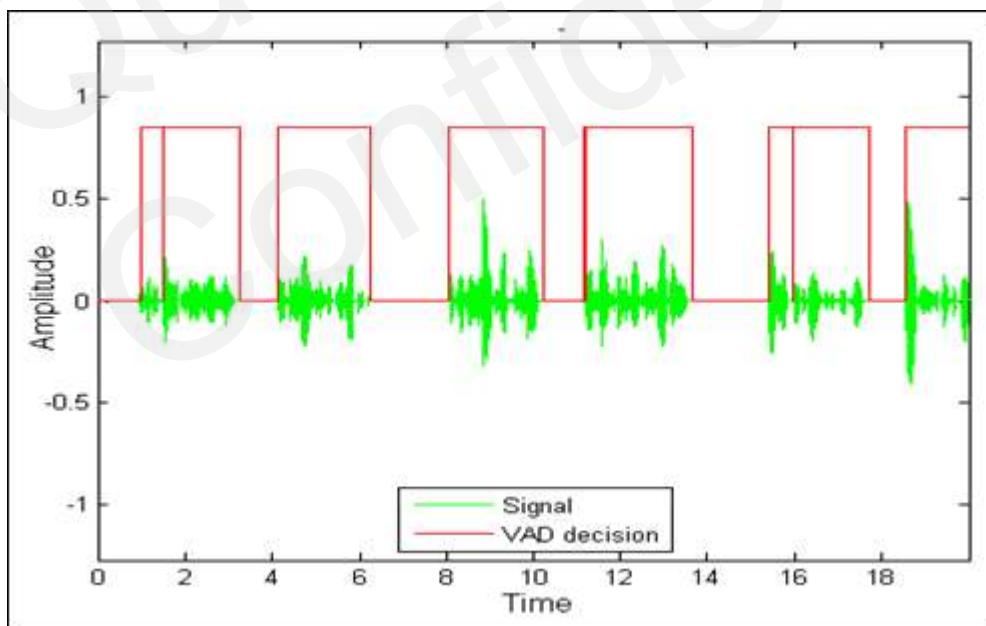


图 6: VAD 对语音信号的判断结果

VAD 是语音激活检测模块，它将输入信号与设定的门限值比较，返回一个二进制值表示当前输入的信号是有用信号还是底噪，当 VAD 判断输入信号是有用信号时，后面的噪声抑制部分不工作，当 VAD 判断输入信号为噪声时，噪声抑制部分开始工作，按照设定的抑制程度对噪声做抑制处理。HPF 是为了防止音频信号中低频成分激活 VAD。

VAD 的判断结果，直接影响了噪声抑制功能的处理，只有当 VAD 输出低电平结果时，噪声抑制功能才

会启动对小讯号的抑制。

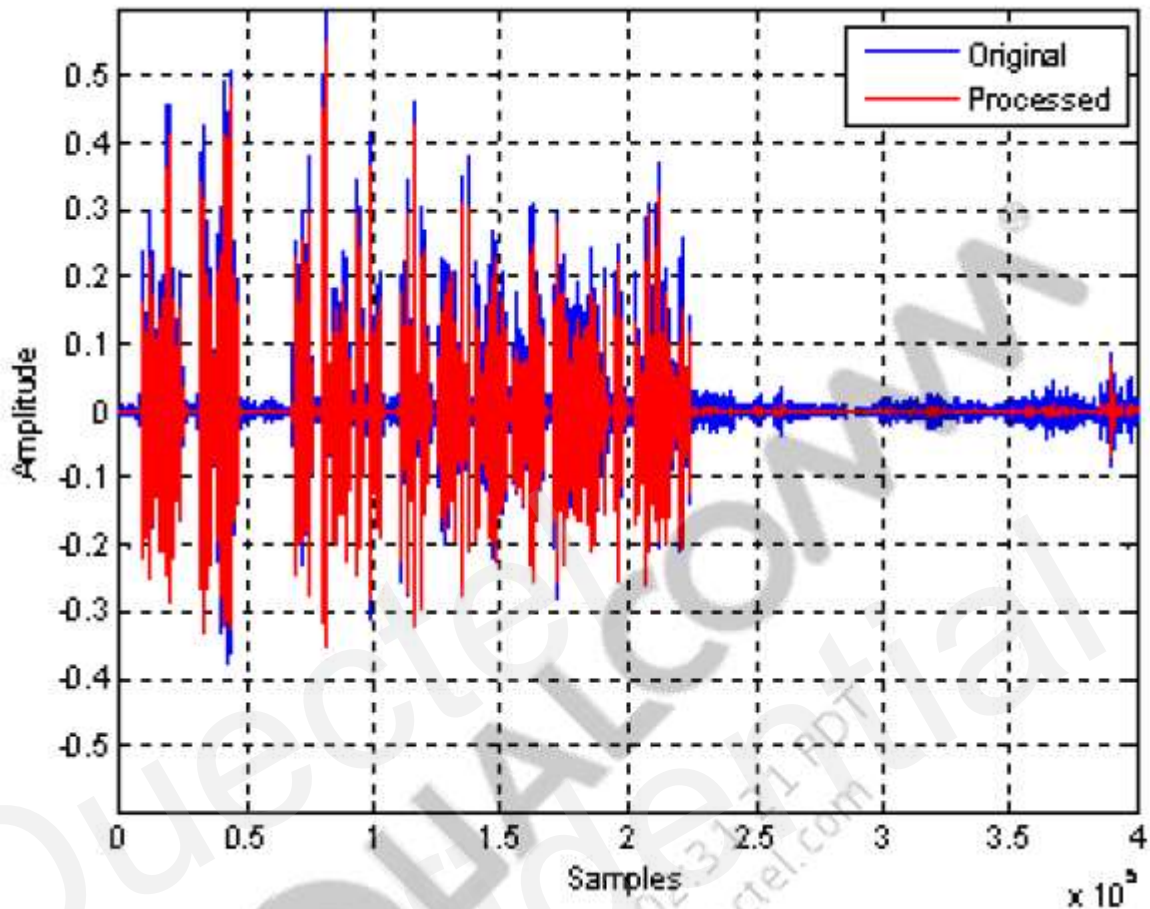


图 7: EANS 噪声抑制前后的话音信号对比

常用参数:

- eansMode: 控制 fns 各子模块调用。
- eansTargetNS: 调试噪声抑制的程度。减小该参数, 抑制程度降低; 反之提高。
- eansSalpha: 稳态噪声过减因子。增大该参数, 稳态噪声抑制程度提高。
- eansNalpha: 非稳态噪声过减因子。增大该参数, 非稳态噪声抑制程度提高。
- eansSNblock: 控制稳态噪声跟踪评估帧的大小, 亦即时间长短。该数值越小, 评估速度越快, 稳态噪声抑制也越强。
- Thresh: VAD 检测话音激活的门限, 当信号低于该门限时 NS 模块启动, 当信号高于该门限是 NS 模块不启动。

实际调试中一般不需要去动所有的参数, 只需要根据需要进行调试这几个关键参数, 其他参数使用 ACDB 原先的默认值也能很好的工作。假如需要全面调试, 可以使用下表的参数作为起始值, 再根据需要进行调试相应的参数即可。

表 1: EANS 推荐参数

Parameter	Description	Value
-----------	-------------	-------

eansMode	Mode word for enabling/disabling submodules	0xF6
eansInputGain	Input gain to EANS module	0x2000
eansOutputGain	Output gain to EANS module	0x2000
eansTargetNS	Target noise suppression level in dB	0x2000
eansSalpha	Over-subtraction factor for stationary NS	0x580
eansNalpha	Over-subtraction factor for nonstationary NS	0x580
eansNalphaMax	Maximum over-subtraction factor for nonstationary NS	0x580
eansEalpha	Scaling factor for excess noise suppression	0x0
eansNSNRmax	Upper bound in dB for SNR estimation	0x1400
eansSNblock	Quarter block size for stationary NS	0x32
eansNi	Initialization block size for nonstationary NS	0x64
eansNPscale	Power scale factor for nonstationary noise update	0x0A00
eansNLambda	Smoothing factor for nonstationary noise update	0x7EB8
eansNLambdaF	Smoothing factor for higher level nonstationary noise update	0x7FE0
eansGsBias	Bias factor in dB for gain calculation	0x0
eansGsMax	SNR lower bound in dB for aggressive gain calculation	0x07D0
eansSalphaHB	Over-subtraction factor for high-band stationary NS	0x1800
eansNalphaMaxHB	Maximum over-subtraction factor for high-band nonstationary NS	0x1000
eansEalphaHB	Scaling factor for high-band excess noise suppression	0x0
eansNLambda0	Smoothing factor for nonstationary noise update during speech activity	0x7FFF
thresh	Threshold for generating a binary VAD decision	0x4000
pwrScale	Indirectly lower-bounds the noise level estimate	0x100

hangoverMax	Avoids mid-speech clipping and reliably detects weak speech bursts at the end of speech activity	0x5
alphaSNR	Controls responsiveness of the VAD	0x0CCE
snrDiffMax	Decreasing this parameter value may help in making correct decisions during abrupt changes; however, decreasing too much may increase false alarms during long pauses/silences	0x0C00
snrDiffMin	Decreasing this parameter value may help in making correct decisions during abrupt changes; however, decreasing too much may increase false alarms during long pauses/silences	0x0A00
initLength	Defines the number of frames for which noise level estimate is set to a fixed value	0x64
maxVal	Defines the upper limit of the noise level	0x0288
initBound	Defines the initial bounding value for the noise level estimate; used during the initial segment defined by the parameter initLength	0xA
resetBound	Reset bound for noise tracking	0x0122
avarScale	Defines the bias factor in noise estimation	0x2000
sub_Nc	Defines the window length for noise estimation	0x19
spowMin	Defines the minimum signal power required to update the bounds for the noise floor estimate	0x051E
eansGsFast	Fast smoothing factor for postprocessor gain	0x2666
eansGsMed	Medium smoothing factor for postprocessor gain	0x599A
eansGsSlow	Slow smoothing factor for postprocessor gain	0x7333
eansSwbSalpha		0x1000
eansSwbNalpha		0x0

3.4. IIR 滤波器

双击 IIR 图标打开 IIR 滤波器的调试界面，Generic View 中显示滤波器所有的参数，我们一般会在 IIR Designer 界面进行滤波器的调试，调试的结果会与 Generic View 中同步。

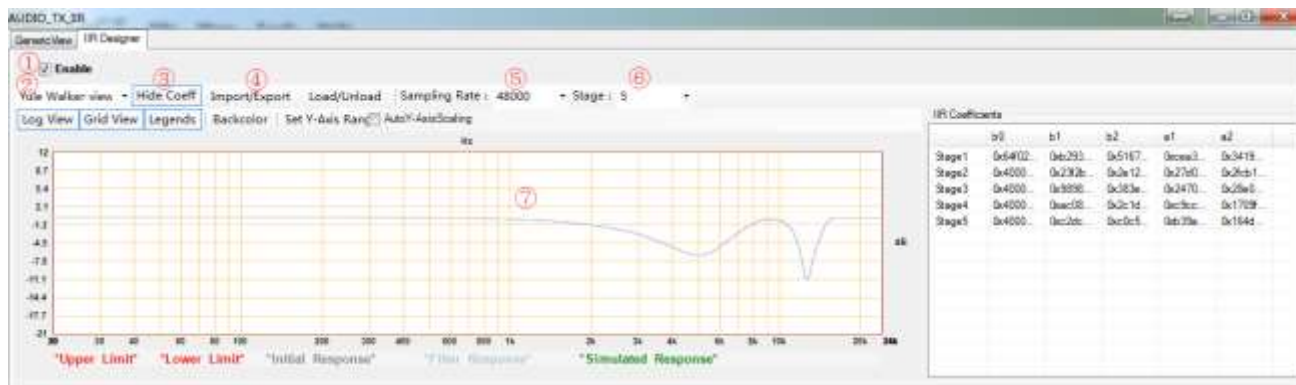


图 8: IIR 滤波器

1. Enable - 可以选择使能或者关闭 IIR 滤波器，如果要使 IIR 滤波器的参数生效，必须勾选 Enable
2. Yule Walker View – 这里有两个设计界面可以选择，Yule Walker View 可以设计出较平缓的曲线，针对频率响应曲线的调试非常有效；Parametric View 可以针对很小的带宽设计滤波曲线。
3. Show Coeff – 选择显示或者关闭右侧的滤波器系数界面。
4. Import/Export – 导入一个设计好的滤波器系数或者导出当前的滤波器系数。导出的系数会生成一个 csv 文件保存在电脑上，可以使用 Excel 查看或者编辑；设计好的系数可以用 csv 格式的文件导入到当前 ACDB 中生效。
5. Sampling Rate – 采样率。
6. Stage – 选择 IIR 的阶数，阶数越多曲线越平滑，但是软件运算量越大，推荐用 5 阶 IIR。
7. Filter output graph – 显示当前参数下滤波器的响应结果，它直观的显示了 IIR 滤波器对不同频率的声音信号做的不同增益。

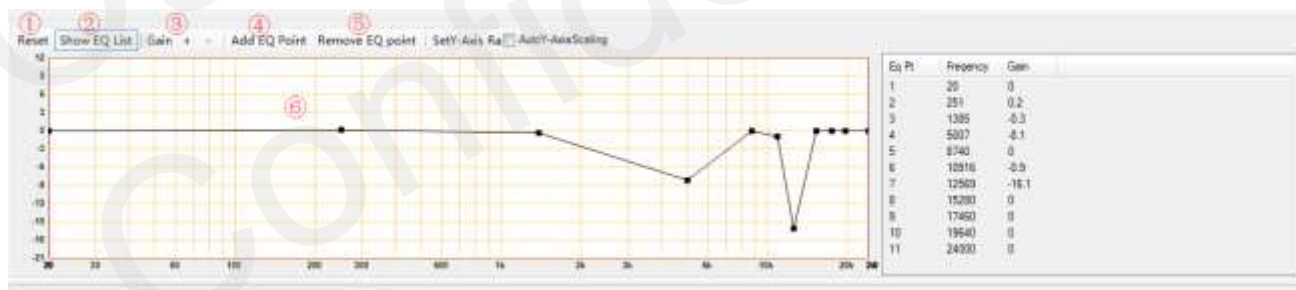


图 9: IIR Yule Walker View

1. Reset – 重置滤波器设计曲线，使滤波器直通。
2. Show EQ List – 显示/关闭右侧 EQ 节点界面。
3. Gain – 可以通过点击 +/- 来控制 IIR 滤波器的整体增益，这个按钮增加或减少的增益会对所有频点生效。
4. Add EQ Point – 添加 EQ 节点。
5. Remove EQ Point – 删除 EQ 节点。
6. Filter Designer graph – 显示当前的滤波器设计曲线，可以直接在这里用鼠标拖动 EQ 节点，设计 IIR 滤波器，也可以用右侧的 EQ point 输入需要的频点和增益值来完成设计。

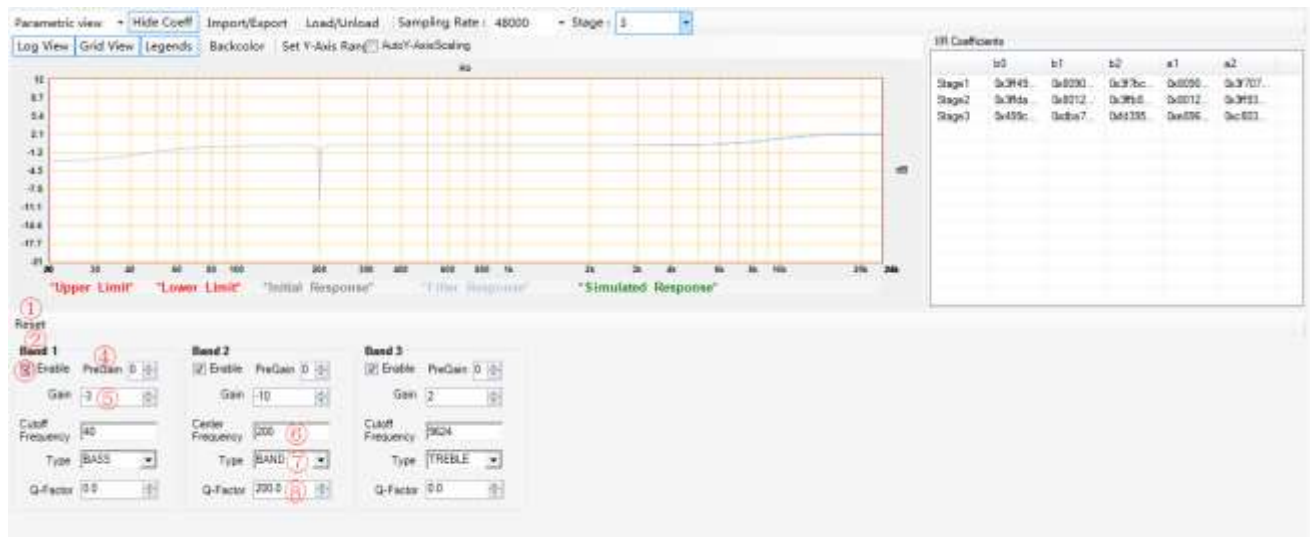


图 10: IIR Parametric View

1. Reset – 重置滤波器设计曲线，使滤波器直通。
2. Band – Band 数量由 stage 决定根据实际需要选择 Band 数量进行调试。
3. Enable – 选择使能/关闭对应 Band 的参数。
4. PreGain – 对输入信号设置 Gain，会生效到整个 24KHz 频段，所有 Band 下的 PreGain 会叠加。
5. Gain – 对当前 Band 选择的频段生效的增益。
6. Cutoff/Center Frequency – 选择滤波器频段，低频和高频可以选择截止频率，Band 可以选择中心频率。
7. Type – 有三种可选种类：
 - BASS，可以使 Gain 对截止频率以下的频段生效；
 - TREBLE，可以使 Gain 对截止频率以上的频段生效；
 - BAND，可以使 Gain 对最大 200Hz 的频率范围生效，用来滤除单个频点的噪声会很有效。
8. Q-Factor – 当 Type 选择 BAND 的时候，该值可以设置 Gain 生效的频段，最大值 200。

3.5. AIG

Adaptive Input Gain(AIG)算法主要是用来提升/降低整体音量的，设置合适的噪声门限可以不对噪声信号做任何增益，设置不当容易导致噪声被放大。对于对讲机用户作用不大，一般情况下建议不要使能该算法。

3.6. MBDR

Multi-Band Dynamic Range Control(MBDR)算法是传统的 Automatic Gain Control(AGC)功能的进阶。可以对声音信号分最多 5 个子频带进行自动调整增益。可以改善声音的整体可理解性以及降低失真度，还可以用来抑制小增益的噪声信号。

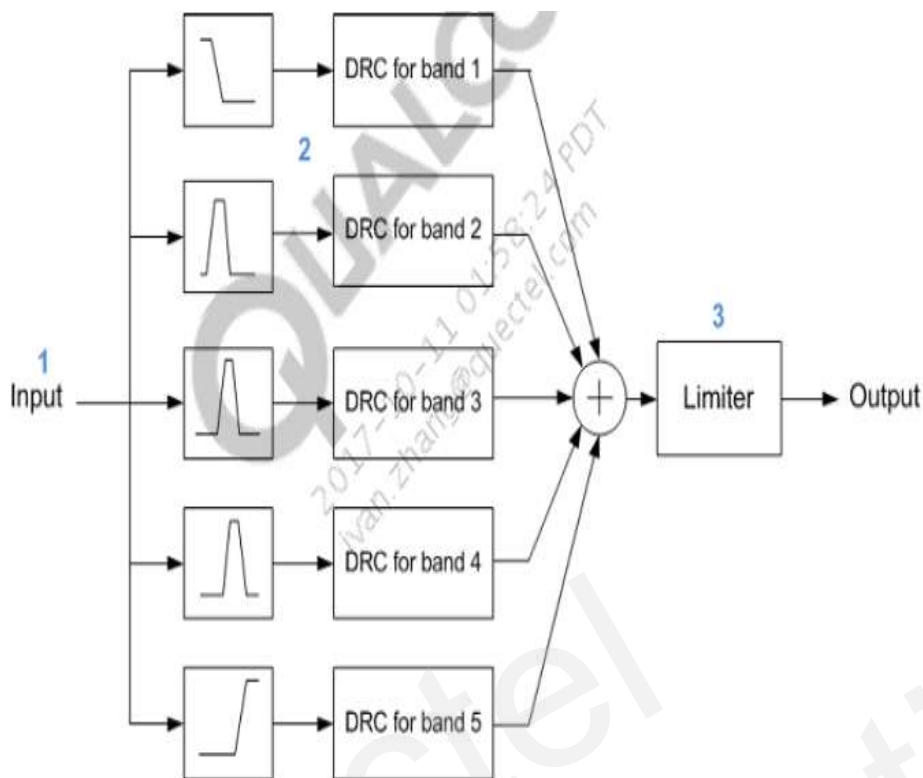


图 11: MBDRS 示意图

1. 输入信号最多可分为五条子频带。
2. 每条子频带信号通过一个 DRC 处理模块。
3. 在子频带处理输出进行组合后，限幅器会将信号的峰值限制在可调阈值处。

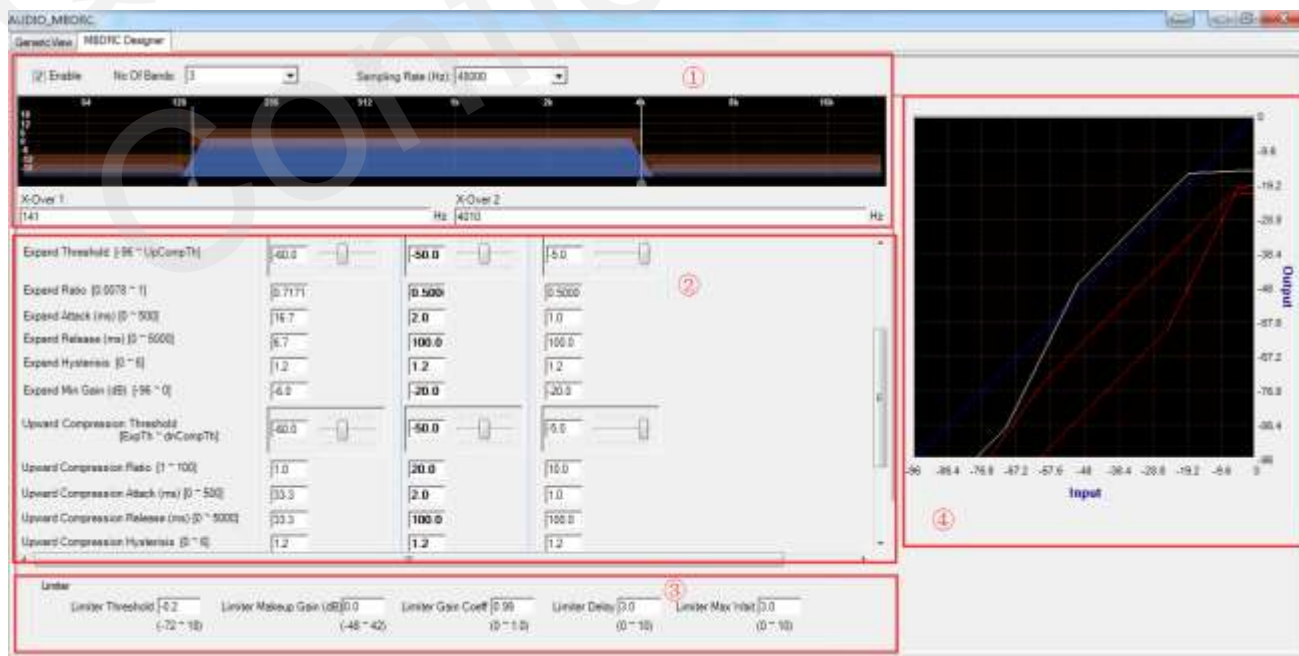


图 12: MBDRS 调试界面

1. MBDRS 子频带配置 – 这个区域可以预配置 MBDRS 的子频带参数，方便接下来对每个子频带进行调试。

- Enable – 选择使能/关闭 MBDRS 算法模块。
 - No. Of Bands – 选择可调的声音子频带数量，一般情况不需要对声音分频段做不同的处理，可以选择 1 个 Band（0-24000Hz 的整体声音频段）。
 - 采样率 – 录音和回放功能只有 48000Hz 可选。
 - 频段划分视图 – 可以直观的看到 0~24000Hz 范围内 Band 划分情况以及 Makeup gain 的大小。
 - X-Over – 交越频率，相邻 Band 之间的交叉频段中心点，可以按照需要在调试多个 Band 的时候，设置交越频率来调整每个 Band 包含的频段，可以在频段划分视图中用鼠标左右拖动来调节，也可以可以在下面 X-Over 设置框中填入具体数值。
 - Makeup Gain – 对应各子频带的整体增益，可以在频段划分视图中用鼠标直接上下拖动来灵活调节。
2. MBDRS Parameter tuning box – 每个 Band 的 DRC 参数只会对当前的 Band 范围生效，具体的调试方法接下来会详细介绍。
3. 限幅器
- Limiter Threshold – 限幅器，可以限制 MBDRS 最终输出波形的最大幅度，避免忽然出现的大增益波形导致喇叭破音啸叫。
 - Limiter Makeup Gain – 在限幅器之后实现一个整体的增益，可以提升整体的音量。
4. 静态自动增益曲线 - 这个区域展示了每个 Band 设计的静态增益曲线，这条曲线是输出增益与输入增益的图形，反映了各种压缩和扩展阈值以及斜率的设置。当前选择的 Band 会以白线显示，其他 band 以红线显示。

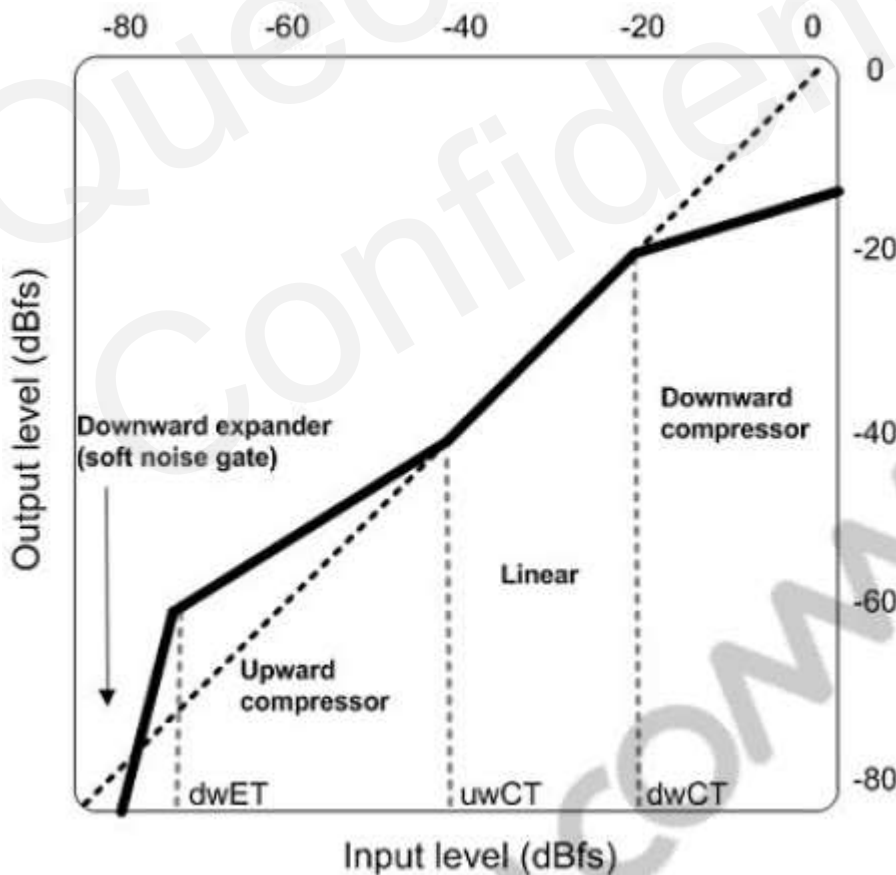


图 13: DRC 示意图

DRC 的关键参数是 3 个门限值，算法模块会将输入信号的均方根值与门限值做比较，根据结果判断将

如何对输入信号施加增益，最终使得输出信号达到上图中显示的设计目标。

- **dwCT** – Dnward Compression Threshold，向下压缩阈值，如果信号大于 **dwCT**，DRC 会施加负增益。
- **uwCT** – Upward Compression Threshold，向上压缩阈值，如果信号电平在在 **dwCT** 和 **uwCT** 之间，是线性区，信号不会做任何的变化；信号小于 **uwCT** 且在 **dwCT** 之上时，信号会被放大，此区域适用于较微弱的有用信号，实际使用中不建议将小信号放大，容易放大噪声。
- **dwET** – Expand Threshold，向下扩展阈值，当信号低于该门限时，会被压制，此门限可以设置到稍大于噪声信号的范围，可以实现噪声的抑制。

MBDRC 其他参数可以参考下表的推荐值，来作为调试的初始化参数，再根据实际需要进行调试。

表 2：MBDRC 推荐参数

Parameter	Description	Value
Solo	Mute 其他 Band，所有勾选了 Solo 的 Band 不会被 mute	-
Bypass	选择 Bypass 的子频带 DRC 设置不会生效，除了 Makeup Gain	-
Stereo Linked	选择该子频带 DRC 影响是否同步到立体声的所有声道	-
Down Sample Level	Update DRC gain every this number of samples instead of every sample.	8
DRC Delay	Delay on the signal path in each subband DRC to apply gain. ◆ Recommended range: 3 ms to 10 ms	3ms
RMS Tav	Time-averaging constant for computing energy ◆ Recommended range: 1 ms to 10 ms	[10.0, 4.0, 2.5, 1.5, 1.0] ms
Makeup Gain	Makeup gain in dB applied after DRC	[0, 0, 0, 0, 0] dB
Expand Threshold	向下扩展的门限值，比这个门限小的声音会被压缩。 ◆ Recommended range: -70 dB to -50dB	[-60, -60, -60, -60, -60] dB
Expand Ratio	向下扩展的斜率	[0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1]
Expand Attack	Downward expander gain smooth attack time	[50, 50, 50, 50, 50] ms
Expand Release	Downward expander gain smooth release time	[20, 20, 20, 20, 20] ms
Expand Hysteresis	Downward expander gain hysteresis on attack side to avoid gain fluctuations	[1.22, 1.22, 1.22, 1.22, 1.22] dB
Expand Min Gain	Downward expander minimum gain	[-20, -20, -20, -20, -20] dB
Upward Compression Threshold	向上压缩门限值，设置范围在 dwET 和 dwCT 之间	[-30, -30, -30, -30, -30] dB

Upward Compression Ratio	向上压缩的斜率（一般建议设置到 1，避免因 dwET 设置不合理导致噪声被放大） ◆ Recommended range: 1.0 to 30.0	[1, 1, 1, 1, 1]
Upward Compression Attack	Upward compressor dynamic gain smooth attack time	[100, 100, 100, 100,100] ms
Upward Compression Release	Upward compressor dynamic gain smooth release time	[100, 100, 100, 100,100] ms
Upward Compression Hysterisis	Upward compressor gain hysteresis on the release side to avoid gain fluctuations	[1.22, 1.22, 1.22, 1.22,1.22] dB
Dnward Compression Threshold	向下压缩门限值（根据实际需求设置门限） ◆ Recommended range: upComThDB to 0 dB	[-32, -19, -5, -5, -5] dB
Dnward Compression Ratio	Downward compression slope ◆ Recommended range: 1.0 to 30.0	[25.0, 20.0, 10.0, 10.0,10.0]
Dnward Compression Attack	Downward compressor dynamic gain smooth attack time in ms	[5, 5, 5, 5, 5] ms
Dnward Compression Release	Downward compressor dynamic gain smooth release time	[100, 100, 100, 100,100] ms
Dnward Compression Hysterisis	Downward compressor gain hysteresis in dB on release side to avoid gain fluctuation ◆ Recommended range: 0 to 6 dB	[1.22, 1.22, 1.22, 1.22,1.22] dB
Limiter Threshold	MBDRC 输出信号限幅器峰值门限	-0.2 dB
Limiter Makeup Gain	Makeup gain in dB to increase overall signal level after peak limiting	0 dB
Limiter Gain Coeff	Gain recovery constant; controls how fast or slow the gain change should recover; a high value implies slower recovery	0.9
Limiter Delay	Delay buffer length	8 ms
Limiter Max Wait	Maximum window size in ms; not used when delay is set to a nonzero value	8 ms

3.7. HIGH_THD_RESAMPLE

此算法会在输入的音频信号采样率与 DSP 默认采样率不一致时，自动启动对信号重新采样，以使信号流满足 DSP 运算所需，调试中该模块保持默认状态即可。

4 音频 Codec 与 DSP

前面主要介绍了 EC20 Audio DSP 的算法功能，实际调试对讲机的时候，还需要针对 Codec 进行调试，以使音效达到最佳状态。一般 codec 可调的功能范围包括：模拟增益、数字增益、AGC（ALC）、Limiter、EQ，针对 Codec 的调试，可以参考 Datasheet 以及参考文档。

对于 MIC 上行信号，Codec 端最重要的是要调节合适的增益，保证进入 EC20 的音频信号不要过饱和导致失真，其他噪声抑制、EQ 需求可以通过 EC20 Audio DSP 调试解决，确保发送到网络的音频信号是满意的。

对于 SPEAKER 下行信号，EC20 DSP 可以尽量对网络过来的语音信号做改善，保证输出到 Codec 的音频信号是比较好的，Codec 部分的调试要保证声音的还原度，不要产生其他问题。

部分噪声问题需要定位根本原因，从硬件设计、结构设计上尽量完善音质，Audio DSP 算法能力有上限，某些问题无法完全依靠软件算法改善。

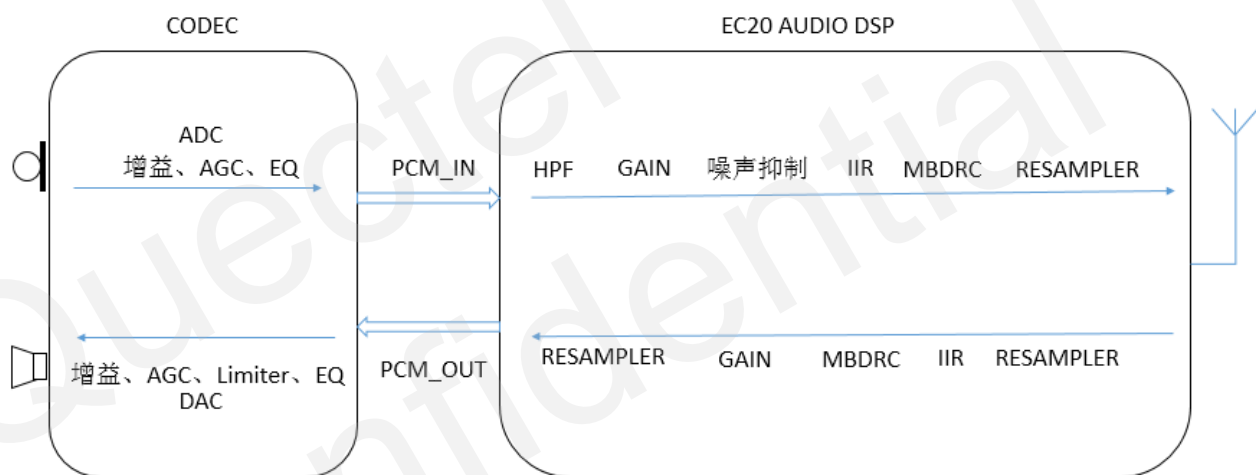


图 14: Codec 与 EC20 示意图

5 附录

表 3：术语缩写

Abbreviation	Description
ACDB	Unsolicited Result Code
AGC	Automatic Gain Control
AIG	Adaptive Input Gain
DSP	Digital Signal Processor
dwCT	Downward Compression Threshold
dwET	Downward Expand Threshold
EANS	E* A* Noise Suppression
HPF	High-Pass Filter
MBDRC	Multi-Band Dynamic Range Control
QACT	Qualcomm Audio Calibration Tool
uwCT	Upward Compression Threshold