

双麦 ENC 开发调试手册

版本：v3.9.2

日期：2021/12/29

珠海市杰理科技股份有限公司

Zhuhai Jieli Technology Co.,LTD

版权所有，未经许可，禁止外传

版本说明

通话调试手册 3.0 以上版本适用于支持双 mic 降噪（ENC）的方案。和 2.0 版本有重合的部分，也有新添加的调试参数。

版本	描述
v3.0	增加双 mic ENC 调试说明
v3.1/v3.2/v3.3	参数更新说明
v3.4	ENC 增加两个参数以及说明
v3.5	增加双 mic 降噪（ENC）的设计指导
V3.6	增加气密性测试和量产测试指引
V3.7	增加双麦头戴式话务耳机开发设计指引
V3.8	“三、DMS(ENC)概述” 章节增加数据处理流程图
V3.9	增加 DNS 神经网络降噪参数调试说明
V3.9.1	“通话调试常见问题” /4：完善声音闷的调试指引
V3.9.2	增加对 AC701N 系列的支持

注意：

工具中未作说明的配置项，作为预留配置项，请在开发人员指导下使用！

适用 SDK 列表

芯片系列	SDK 类型	备注
AC897N/AD697N	Earphone	
AC700N	通用	
AC701N	通用	

目录

一、 DMS (ENC) 简述	5
二、 双麦 ENC 开发设计要点	7
(一) 概述	7
(二) Microphone 选型规格	8
(三) 声学设计要点	8
(四) 腔体气密性测试	10
(五) 设计误区 (避免)	15
(六) 开发生产测试指引	16
三、 双麦 ENC 参数与调试指引	21
四、 AEC 模块	26
五、 NLP 参数	27
六、 AGC 参数	28
七、 ANS 参数	31
八、 神经网络降噪 DNS	32
九、 EQ 参数	34
十、 双麦头戴式话务耳机开发设计指引	35
(一) 概述	35
(二) Microphone 选型规格	36
(三) 声学设计要点	36
(四) 流程和参数配置说明	38
(五) 常见调试问题	40
十一、 通话调试常见问题 Q&A	41
(一) 有噪声或者电流声	41
(二) 声音忽大忽小, 不均匀	41
(三) 回音消不掉	42
(四) 远端听到的声音比较闷, 不清晰	42
(五) 远端听到的声音有尾音	43

一、DMS (ENC) 简述

ENC (Environmental Noise Cancellation)降噪技术，是通过双/多麦克风阵列，精准计算通话者说话的方位，在保护主方向目标语音的同时，去除环境中的各种干扰噪声，例如其他人的讲话声、交通工具产生的噪音、风噪声等等。

DMS 双 mic 降噪系统属于 ENC 的一种。通过双 mic 相互作用，通话过程，给到远端接听的人以清晰语音。

顺便提一下，ANC 和 ENC 的区别：

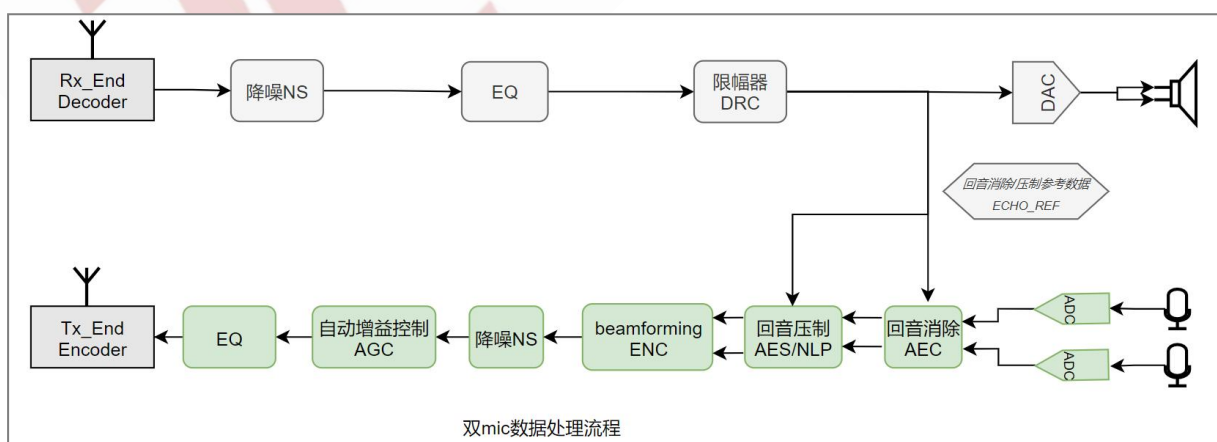
ANC (Active Noise Cancellation, 主动降噪) 耳机系统通过麦克风采集环境噪声，并将此噪声反相叠加到喇叭端，人耳听到的是相位相反的两种噪声叠加结果，于是达到了消噪的目的。

ANC 的受益人是耳机使用者本人，通过 ANC 功能，让用户自己减少受到环境噪声的影响。

ENC 的受益人是通话的另一方，通过 ENC 功能，减少环境噪声对通话的影响，让对方听到清晰语音。

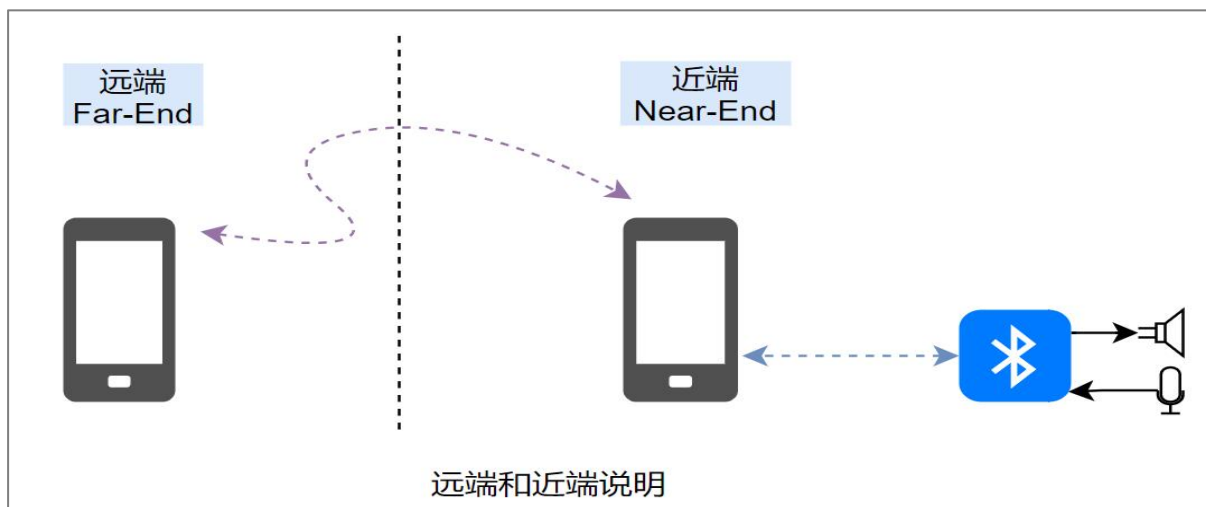
ANC 让自己听感环境更加安静，ENC 让通话的另一端听感环境更加安静。

1. 双 MIC 降噪数据处理流程如下：



注：降噪 NS 模块，可以选择传统降噪 ANS，也可以选择神经网络降噪 DNS，二选一。

2. 以下是对于端对端通话过程远端和近端的定义，本手册涉及的远端近端概念，遵照以下框图。

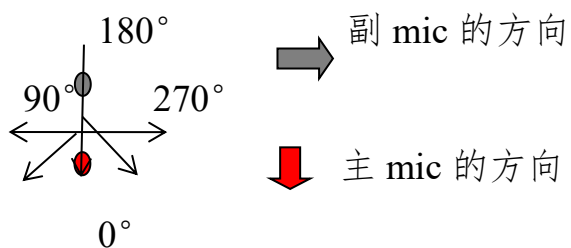


我们讨论的回音，是指远端手机讲话，发送到连接蓝牙设备的近端手机，然后声音从蓝牙设备的 **speaker** 发出来，又被蓝牙设备的 **microphone** 采集到，通过近端手机发送回远端手机，远端可以延时听到自己讲话的声音。

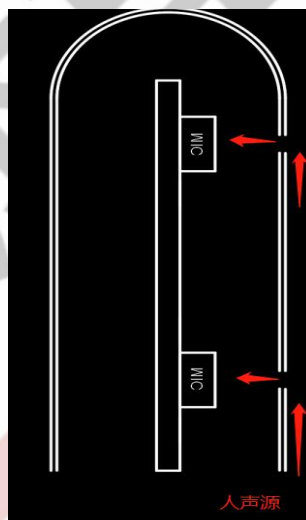
二、双麦 ENC 开发设计要点

（一）概述

为了方便介绍双麦克风系统相关信息，定义两个 mic 的连线上指向主 mic 方向为 0° 。相对的，指向副 mic 方向为 180° 。



双麦 ENC 是基于波束成形(beamforming)技术来进行方向性选择的信号处理系统，依赖于不同方位的声音到达两个 mic 的幅度差和相位差，比如两个平行的 mic 朝向如下：



正常情况下，人声到达两个 mic 的幅度和相位差是这样的：下面的 mic 的幅度和相位都大于上面的 mic。而其他方向的噪声去到这两个 mic 的幅度差和相位差应该是接近或者上面的 mic 大于下面的 mic 的。

双 mic 降噪目标效果是为了消除声源位于方向为 90° 至 270° 之间的声音，实际调试使用过程中，主 mic 两侧 120° 范围内的声音被清晰识别到，其余方向被不同程度的消除。

(二) Microphone 选型规格

Microphone 选型规格	
数量	2 个模拟 MIC
方向性	全指向性
信噪比	$\geq 62\text{dB (A)}$
相位	$\pm 10^\circ @100\text{--}7\text{kHz}$

(三) 声学设计要点

为了能使系统达到最优效果，声学设计上需要有一定的约束，两个 mic 之间的频响以及相位不要有过大的差异。另外，两个 MIC 和 Speaker 之间，应该有减震、密封隔离处理，减少回音传播。

设计要点如下：

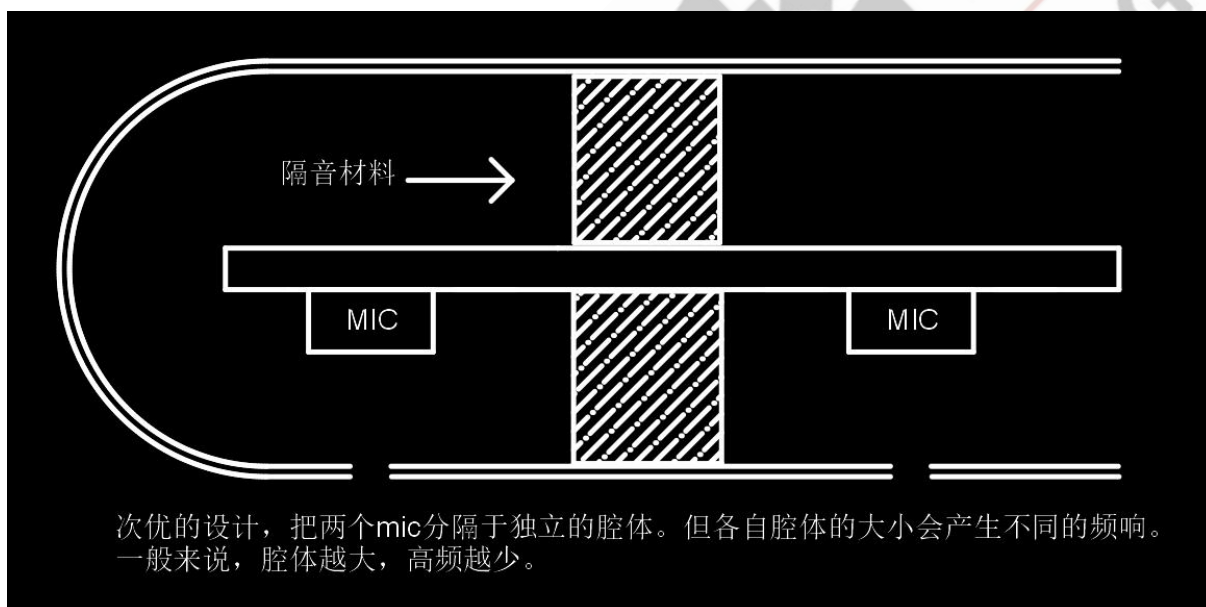
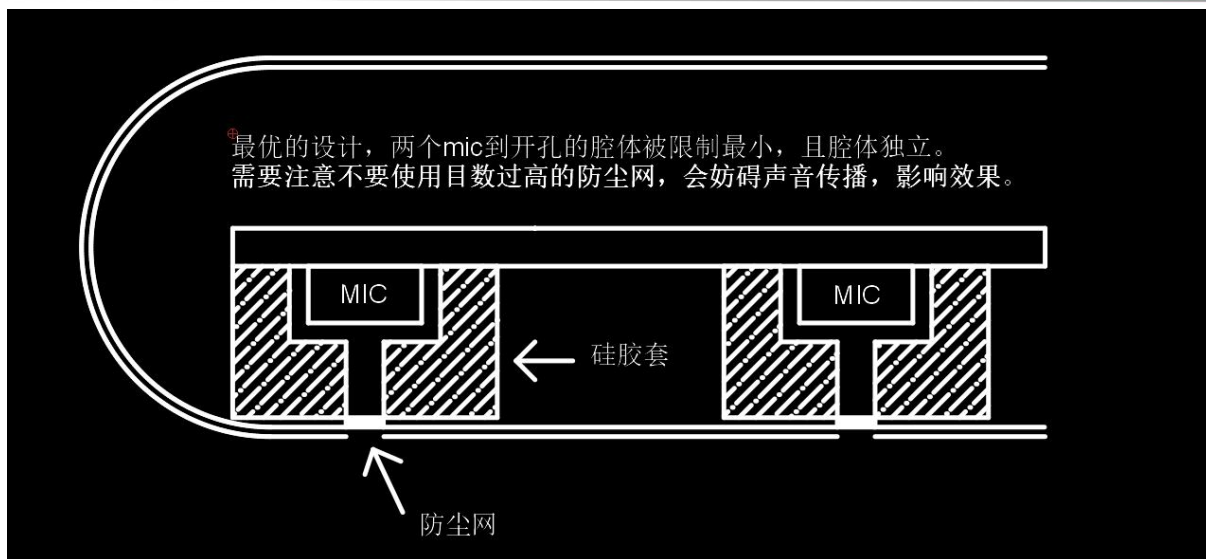
(1) MIC 间距：15-35mm

(2) MIC 一致性（灵敏度和频响）： $\leq 1\text{dB}$

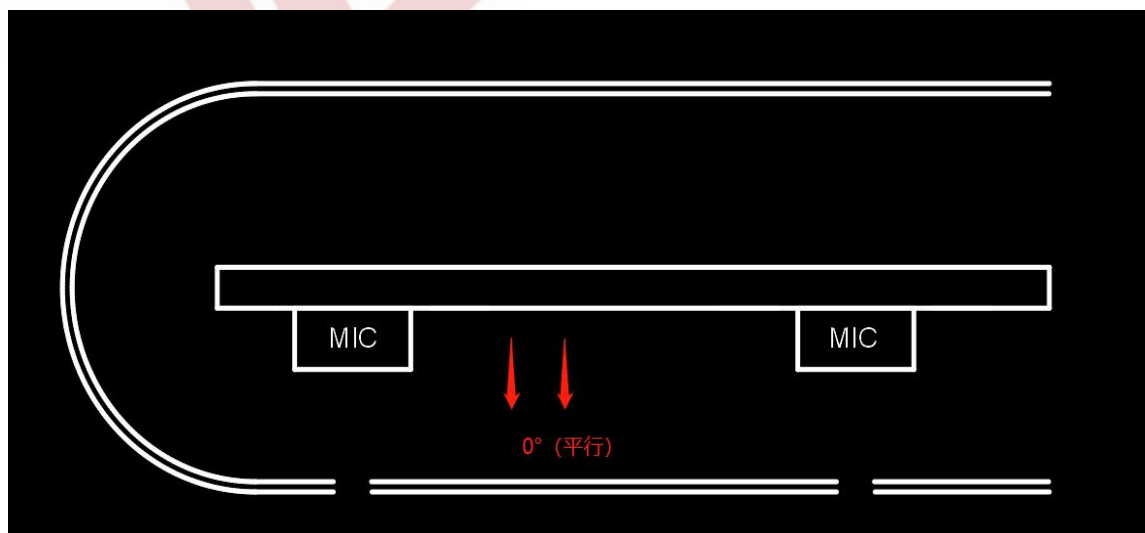
(3) 两个 mic 到达各自的拾音孔之间的空间尽量限制在一个半径与拾音孔半径一致的圆柱体内，并做好密封，防止与内部腔体连通。两个 mic 对应的圆柱体空间尽量一致，这样可以保证声音从同样距离到达两个 mic 的相位以及增益一致。

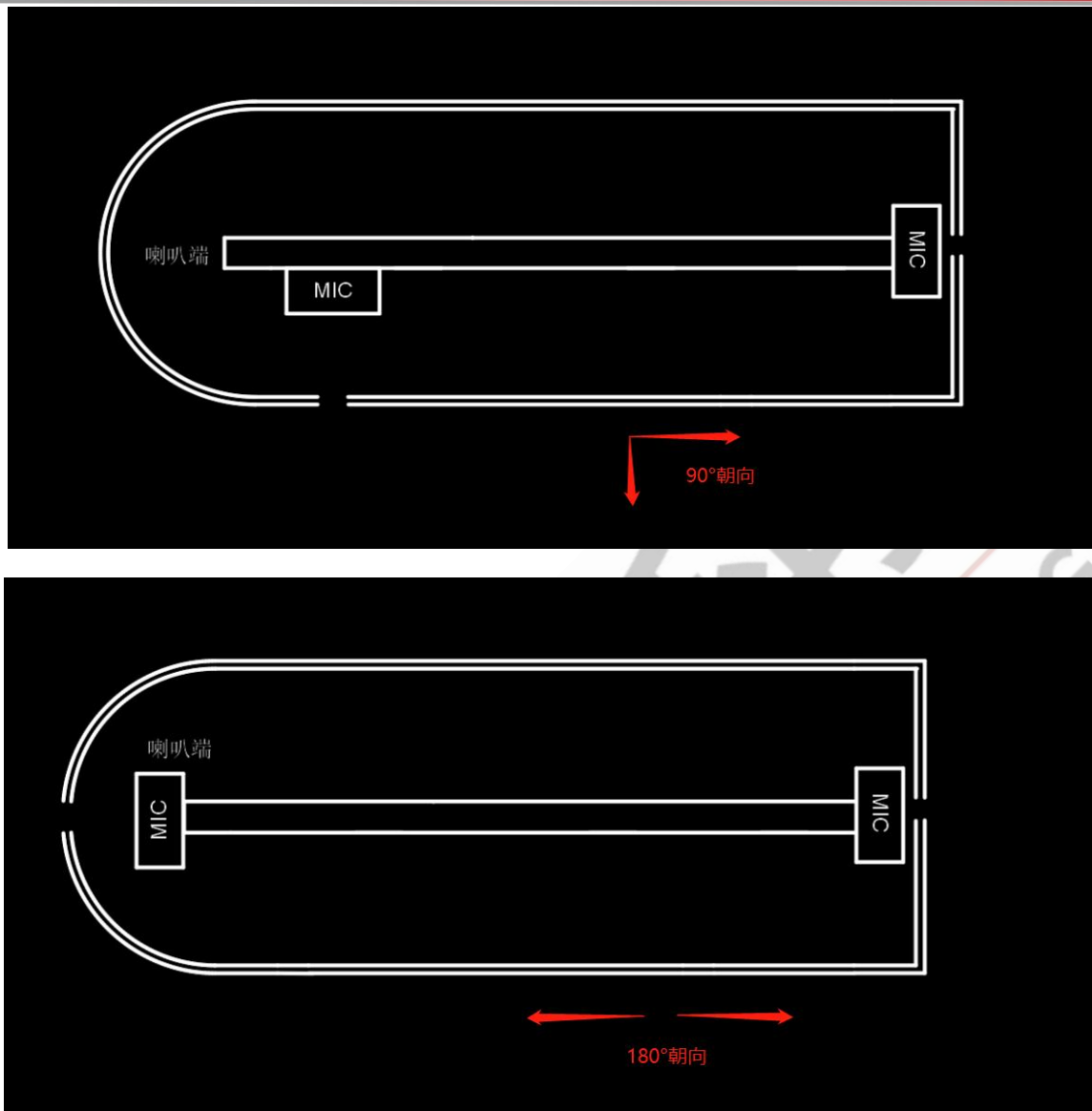
(4) 两个 mic 距离拾音孔的距离越短，额外附加的频响就越小。但要注意为 mic 增加减震措施，减少非线性的回声

(5) 推荐腔体设计如下：



(6) 推荐 mic 位置摆放设计如下：





(四) 腔体气密性测试

双麦克风降噪算法依赖于不同的声源方向到达两个麦克风之间的相位差与幅度差来达到消除特定范围内噪声的效果。如果外界声音到达麦克风的声源路径除了外壳进音孔外的其他路径的分量较大时则会破坏不同的声源方向到达两个麦克风之间的相位差与幅度差，从而让 ENC 效果变差。

为了保证外界声音进入到麦克风的能量主要经过外壳进音孔而不是其他路径，需要对麦克风与外壳之间的通道的气密性进行测试。

(1) 测试的步骤如下：

step1: 准备一只装配好的耳机，烧写 spp 音频导出程序

```
/*Audio数据导出配置:通过蓝牙spp导出或者sd写卡导出*/
#define AUDIO_DATA_EXPORT_USE_SD 1
#define AUDIO_DATA_EXPORT_USE_SPP 2
#define TCFG_AUDIO_DATA_EXPORT_ENABLE AUDIO_DATA_EXPORT_USE_SPP
```

step2: 耳机平放于桌面上。放置一个喇叭正对耳机。

step3: 用音频导出工具（安卓 Audio_tool 或者 PC 端工具）导出两个 mic 的音频数据



PC 端工具



安卓端工具

step4: 喇叭播放一段扫频信号(50Hz-8kHz)，导出两个 mic（均不堵）的原始数据。

step5: 用替丁胶，橡皮泥或者其他隔音材料堵住**主麦克风进音孔**，再播放扫频信号（保持耳机相对于喇叭位置不变），导出两个 mic 的原始数据。

step6: 移开堵住主麦克风的替丁胶，橡皮泥或者其他隔音材料

step7: 用替丁胶，橡皮泥或者其他隔音材料堵住**副麦克风进音孔**，再播放扫频信号（保持耳机相对于喇叭位置不变），导出两个 mic 的原始数据。

step8: 结束音频数据记录

(2) 分析步骤如下:

step1: 用音频分析软件打开录音数据

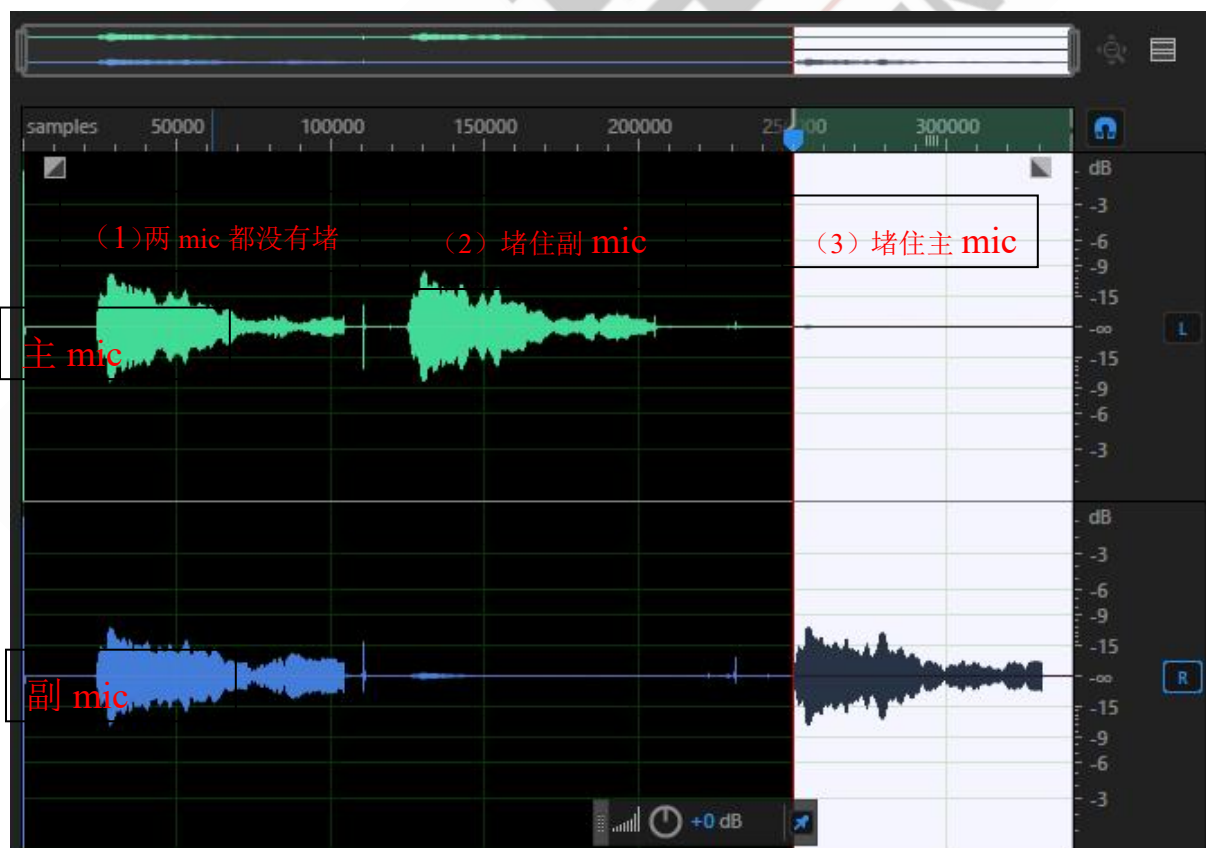
step2: 观察接收到的扫频信号有无出现饱和。如果有则减少喇叭音量，重复上面的测试步骤。

step3: 用频谱分析工具分别分析，（主、副）麦克风收到的扫频信号与（主、副）麦克风被堵住的时候收到的扫频信号。

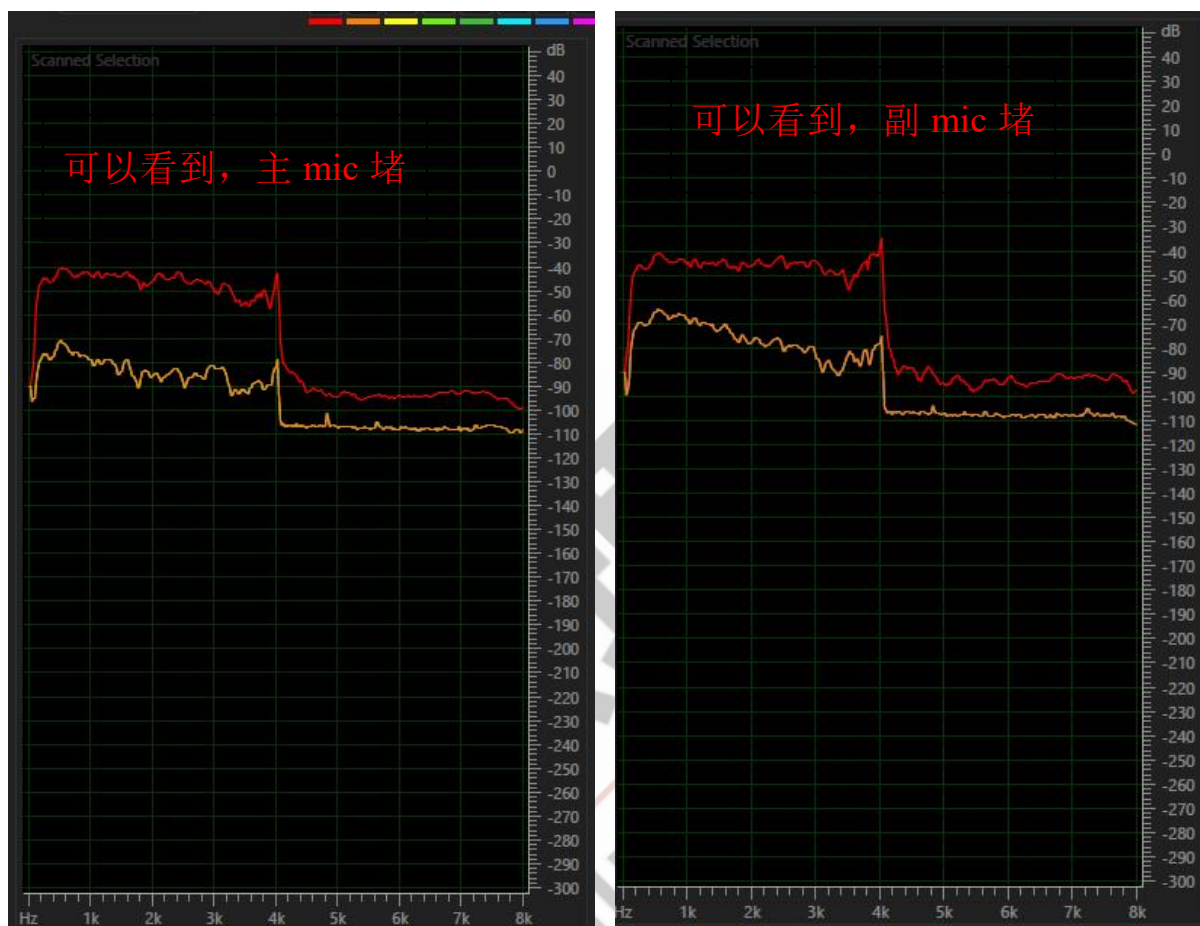
step4: 为了达到**最佳效果**，同一个麦克风堵住的信号频谱相对于没堵住的信号频谱应当有**-25dB** 以上的衰减。

(3) 数据分析示例如下:

【分析示例 1】不同场景录音数据如下：可以看到，两个 mic 都没有堵的情况下，都可以正常拾取到外部的声音，而堵住其中任何一个 mic 的进音孔，都会使其拾取到的声音明显突变到很小。



【分析示例 2】频响幅度差分析：可以看出，主副 mic 在堵住前后，有明显的幅度差，证明腔体气密性是合格的。虽然气密性差，也可以调出一定的 ENC 降噪效果，但达不到理论最优效果。



主副麦克风频谱对比（红色为未堵住，橙色为堵住）

(4) 双麦降噪耳机气密性常见问题

问题 1：使用了胶套，但胶套与外壳有缝隙，细微的缝隙也可以造成巨大的漏气，通过这些缝隙声音传播的声音非常大。应当让胶套比实际的空间稍大，靠装配的压力压紧，这样缝隙就基本被堵住。

问题 2：使用质地较硬的硅胶套，装配的时候没办法跟 PCB 板完全贴合导致漏气的发生。

问题 3: 在外壳上做了开槽，把麦克风套在里面。这种情况因为外壳是硬质的塑料，与 PCB 板无法很好地贴合在一起，这种情况可以在麦克风周围增加一圈软性的胶垫来填补缝隙。

问题 4: 麦克风的进音孔跟外壳开孔成 90 度。这种情况常见于主麦克风，这种情况可以通过特殊的胶套来保证麦克风的进音孔到外壳的进音孔的气密性，但这种成功率较低，经常因为胶套与外壳，或者与 PCB 的贴合度问题导致漏气。建议使用外壳开槽，麦克风周围增加一圈软性的胶垫来填补缝隙的方式构造麦克风的进音孔到外壳的进音孔之间的导音管，这样气密性比较容易得到保证。

(5) 双麦降噪耳机如何增加气密性

当通过气密性测试发现耳机的气密性非常糟糕的情况下，可以使用一些可塑性的隔音物质对麦克风周围的空间进行填充，再测试气密性，从而找到漏气的位置。

一般推荐使用 bostik 牌的蓝丁胶，这种胶呈胶泥状，有良好的隔音性与可塑性，且易于清理，可以重复使用。但对于一些过于细小的缝隙可能没法封住，这种情况可以使用 704 硅橡胶，用针筒注射到麦克风的附近，而且这种胶可以在生产中实际使用，但调试过程中不易清理，一般是蓝丁胶无法作用时使用。

调试的过程中应对注意，硅麦的振膜非常脆弱，如果不慎把胶挤到进音孔里，很容易导致麦克风的损坏，即使把胶重新清理干净。

当找到漏气的位置，就要考虑是使用打胶方式还是改进模具或者改进胶套方式来达到气密性增加的效果。

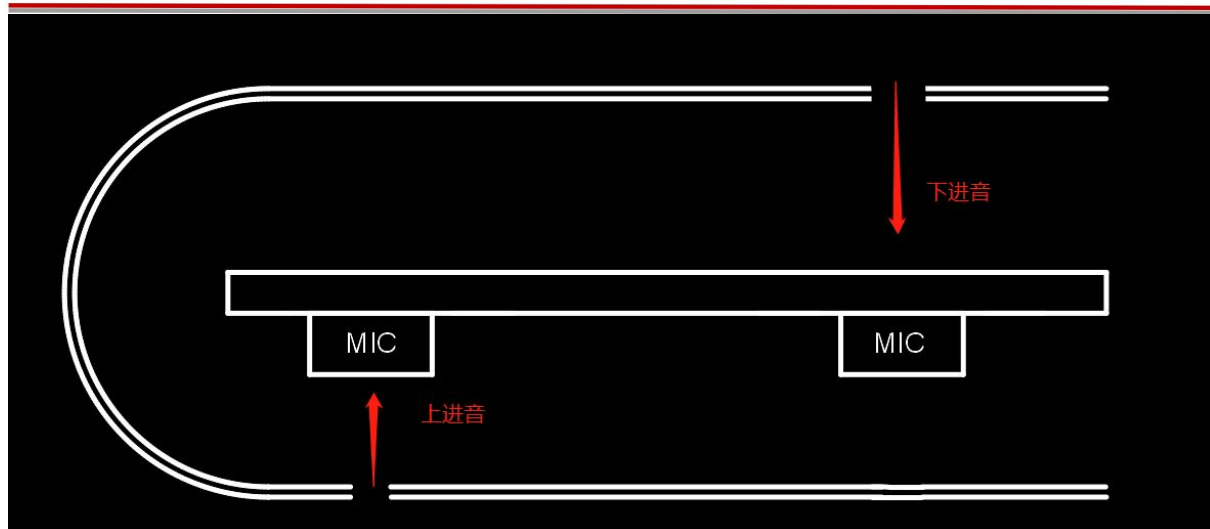
（五）设计误区（避免）

1. mic 与拾音孔之间无密封。这样 mic 会与耳机内部腔体直接连通，声音的高频成分会被大大削减，声音到达两个 mic 之间的相位也会因为内部的反射而失去声源方向信息，从而令双 mic 系统失效。



2. mic 与外壳之间没有添加减震措施。喇叭播放的声音会通过外壳传到 mic 中形成回声，这部分回声因为是通过固体震动传播，可能具有高度的非线性，会影响整个通话效果。

3. **【建议】** 尽量避免两个 mic 一个上进音一个下进音，**即同用上进音或者下进音**。调试过程发现，有些方案，一个上进音，一个下进音，容易出现灵敏度和相位严重不一致情况，导致 ENC 失效。后续如果我们软件上面可以通过相关技术手段支持这种情况，再进行通知。



（六）开发生产测试指引

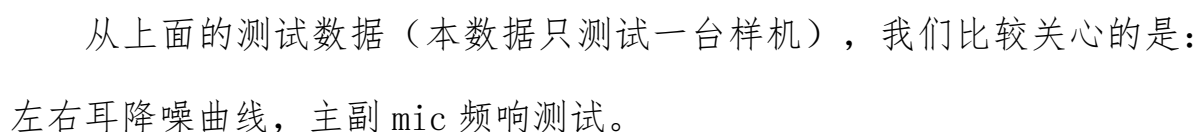
本章节主要说明在样机开发阶段、试产阶段和量产阶段需要注意的事项和建议，最终目的是为了达到量产阶段产品性能一致性。**我们强烈建议：开发和试产阶段，一定要使用仪器进行客观指标测试，确保后续量产的合格率。**

当我们参照 ENC 调试指引（“[五、ENC 参数与调试指引](#)”）调试完一款 ENC 降噪样机之后，对着耳机的不同角度，比如 0° ， 90° ， 180° 讲话，正常的效果应该是 0° 的人声清晰舒适，对着 90° 和 180° 讲话，人声基本很小或者基本听不到。当满足这个主观感受之后，我们建议就可以多测试一些样机，来感受一致性了。

接下来就可以通过测试仪器，对样机的个个指标进行详细测试和评估。目前我们已经支持美格信、兆华仪器、指南测控仪器厂商，下面就以美格信（Megasig）测试仪器为例，做一下测试指引。

（1）具体数据指标测试

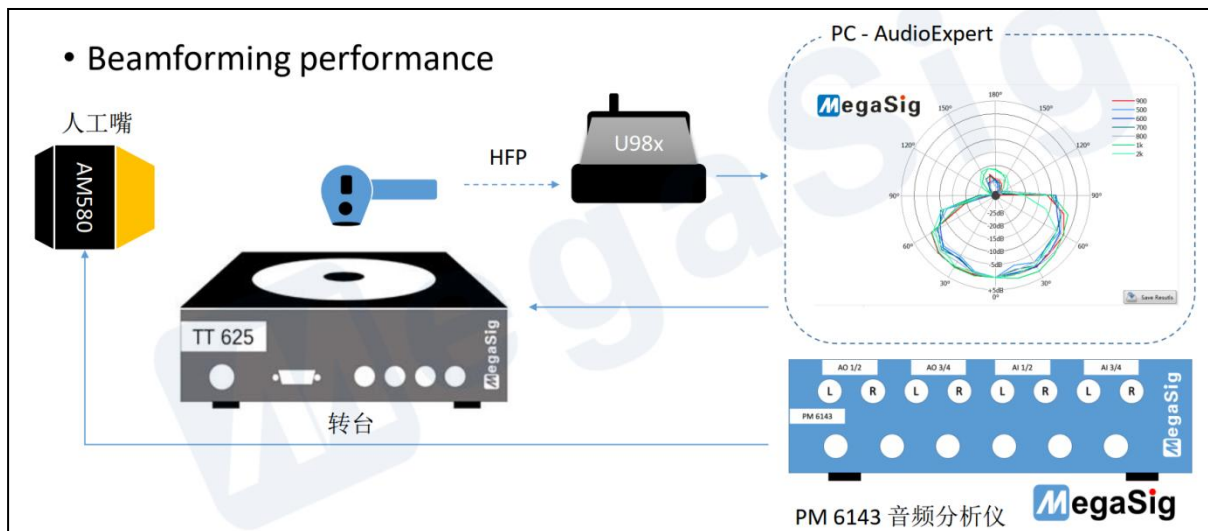
测试结构图如下：



降噪曲线：客观评估样机的降噪深度和降噪频率范围。

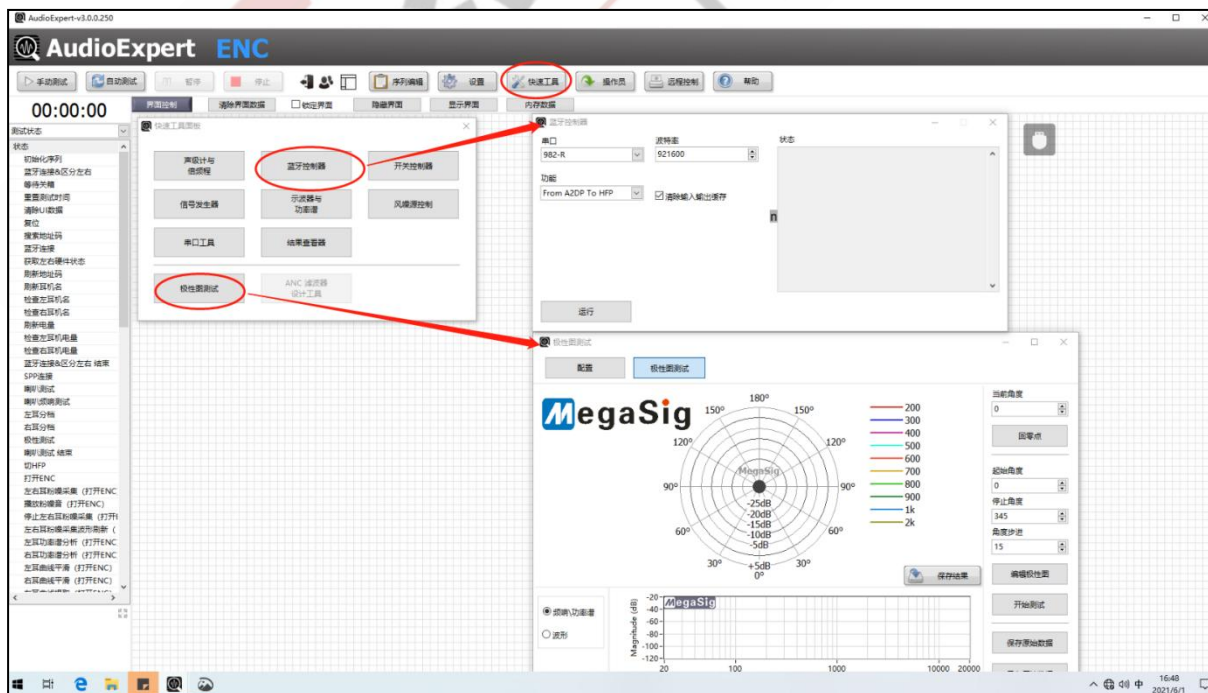
主副 mic 频响：客观评估 mic 的一致性，这一步和我们做数据导出分析频响的目的是一样的。

(2) 指向性测试（极性图）



实物测试图如下：

步骤 1：点击“快速工具”，在快速工具面板选择“蓝牙控制器”，连接 DUT 设备，选择“极性图测试”，进行设备的指向性测试



步骤 2：蓝牙连接

step1: 功能选择 “Search BT Address” -> “运行”



step2: 搜索到目标地址，功能选择 “Connect”，同时在蓝牙地址码填入目标蓝牙地址

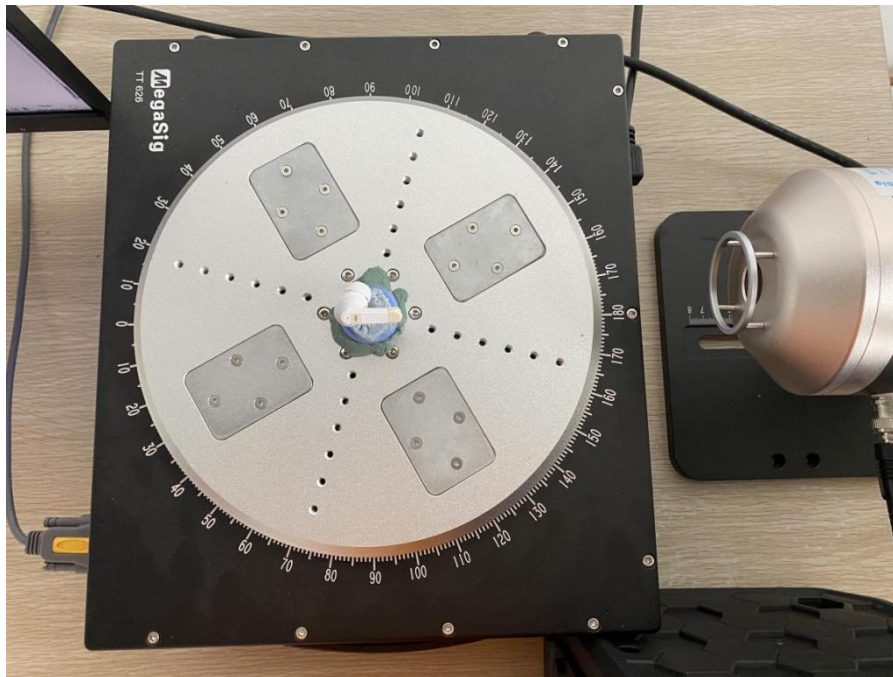


step3: 设置声卡播放测试信号

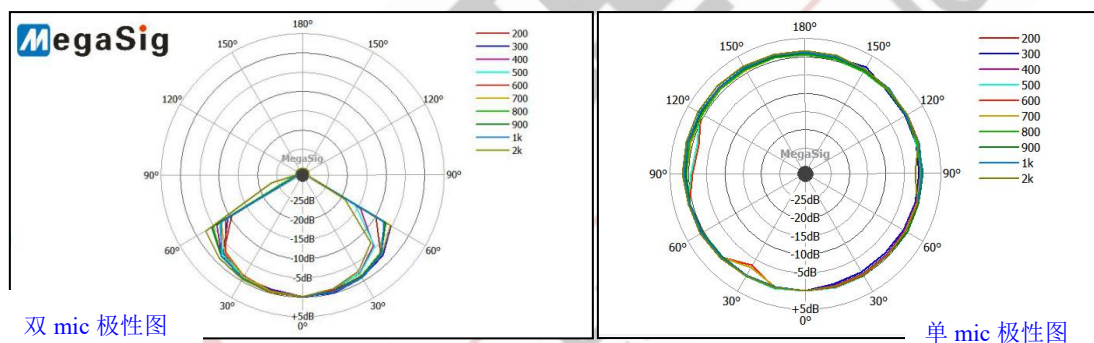


步骤 3：极性图测试

蓝牙连接成功，先将转盘归 0°，然后将样机的主副 mic 的连接线对着人工嘴，开始测试



下面给出两个典型的双 mic 和单 mic 的指向性测试图



可以看到,合理的声学设计和参数配置,双mic的有效拾音范围为 120° 左右,而单mic表现出现是全方位角度的有效拾音。

三、双麦 ENC 参数与调试指引

ENC	
ENC_Process_MaxFreq:	8000 (设置范围: 3000 ~ 8000, 默认值: 8000)
ENC_Process_MinFreq:	0 (设置范围: 0 ~ 1000, 默认值: 0)
SIR_MaxFreq:	3000 (设置范围: 1000 ~ 8000, 默认值: 3000)
Mic_Distance:	0.015 (设置范围: 0.015 ~ 0.035, 默认值: 0.015, 单位:mm)
Target_Signal_Degradation:	1.0000 (设置范围: 0 ~ 1, 默认值: 1)
ENC_Aggressfactor:	0.0000 (设置范围: 0 ~ 4, 默认值: 4.0)
ENC_Minsuppress:	0.0900 (设置范围: 0 ~ 0.1, 默认值: 0.09)

ENC_Process_MaxFreq: ENC 处理的频率上限

ENC_Process_MinFreq: ENC 处理的频率下限

理论上讲，线性情况下，ENC 可以处理全频带的语音宽带信号（16k）。但是如果出现信号失真情况，会影响 ENC 的处理结果，严重情况下，会导致消除失真的语音信号。所以，比如 5k 以上信号出现失真情况，则把 ENC_Process_MaxFreq 设置成 5000，超出部分不做 ENC 处理。当然，为了达到最佳效果，我们建议还是要保证待处理信号的保真性。

Mic_Distance: 两个 mic 拾音孔之间的物理距离，单位是 m(0.015 即为 15mm)

该值要求尽量精确，需要借助测量工具进行科学测量。

Target_Signal_Degradation: 目标信号到达主麦克风与副麦克风之间的幅度差异补偿。

该参数与两个 mic 之间的距离以及声学设计有关，影响 ENC 对噪声的抑制，以及对目标信号的保留。正常情况下，主 mic 信号大于等于参考 mic 信号。所以调试方法是，当主 mic 和参考 mic 的信号差异很小时，该值配 1.0, 当主 mic 信号大于参考 mic 时，则调小该值，即实现以下平衡：

主 mic 信号 * Target_Signal_Degradation = 参考 mic 信号

可以使用以下方法确定最佳参数：

1. 在安静，低混响环境中(如消音室，室外空旷安静场地)，使用人工嘴正对主 mic，播放扫频或白噪信号，分别采集主 mic 或副 mic 信号。分析幅度差异。

2. 在安静，低混响环境中(如消音室，室外空旷安静场地)，并且打开 ENC，使用人工嘴 1 正对主 mic，使用人工嘴 2 正对副 mic，分别在人工嘴 2 播放白噪，人工嘴 1 播放扫频，计算得到两次测试的频响 FR1,FR2 (FR1 对应人工嘴 1)，计算降噪增益频响 $FR_ENC = FR1 - FR2$ 。迭代调整 Target_Signal_Degradation，使 FR_ENC 最大。

ENC_Aggressfactor: 动态侵略系数，越大压制越强

ENC_Minsuppress: 静态压制最小值，越大压制越小

调试指引

1、配套工具

(1) 安卓手机 apk: audio_tools(“AudioTools 使用手册/记录”章节)

(2) PC 音频录制工具(内置于“杰理 SDK 工具”，工具有帮助文档)

2、SDK 配置：打开数据导出宏定义

```
/*Audio数据导出配置:通过蓝牙spp导出或者sd写卡导出*/  
#define AUDIO_DATA_EXPORT_USE_SD 1  
#define AUDIO_DATA_EXPORT_USE_SPP 2  
#define TCFG_AUDIO_DATA_EXPORT_ENABLE AUDIO_DATA_EXPORT_USE_SPP
```

通过工具连接 DUT 样机，按照正常使用方式佩戴金机，然后开始录制音频数据。该操作，目的是为了录制通话人声(目标人声)到达两个 mic 的差异性。录制环境请遵循以下原则：

(1) 空旷无混响环境

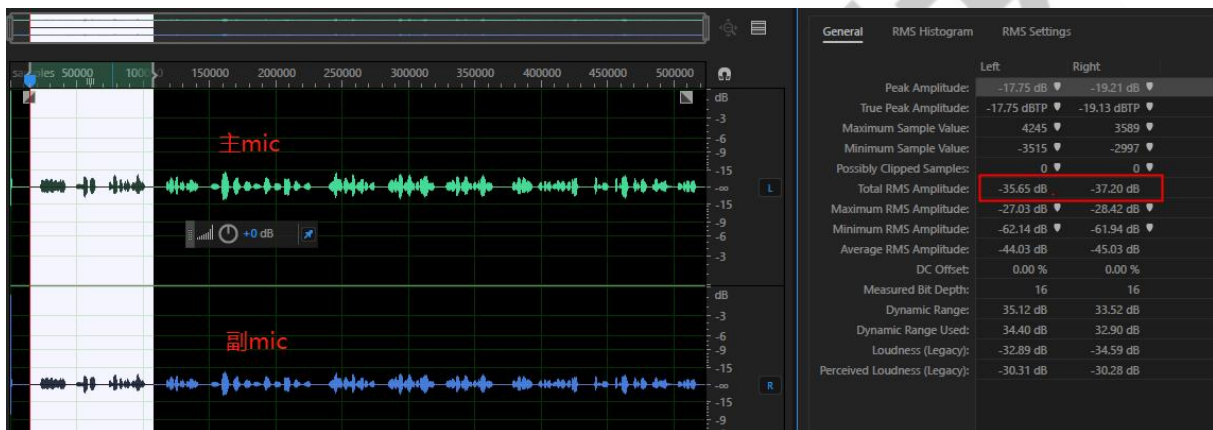
(2) 安静无吵杂环境

(3) 说话声音正常音量

3、分析：

将通过 spp 导出到手机/电脑的主副 mic 的数据，用音频分析软件检查频响和幅度差异，为参数调节提供理论支持。

(1) 幅度方式示例如下：



主 mic 的幅值：-35.65dB

副 mic 的幅值：-37.20dB

差值：-1.55dB

根据公式：

主 mic 信号 * Target_Signal_Degradation = 参考 mic 信号

$$\text{Target_Signal_Degradation} = 10^{(-1.55 / 20)}$$

$$= 0.8366$$

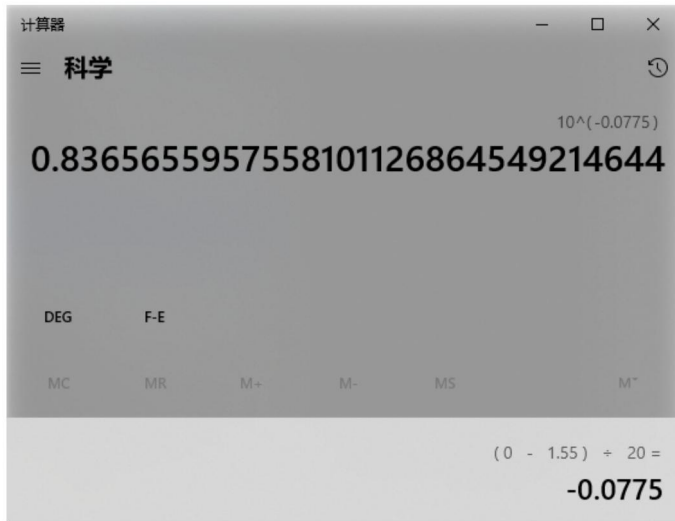
故配置参数 Target_Signal_Degradation 填 0.83

【注】 后续版本支持直接填写两个 mic 的幅度差，由工具自己计算 Target_Signal_Degradation。

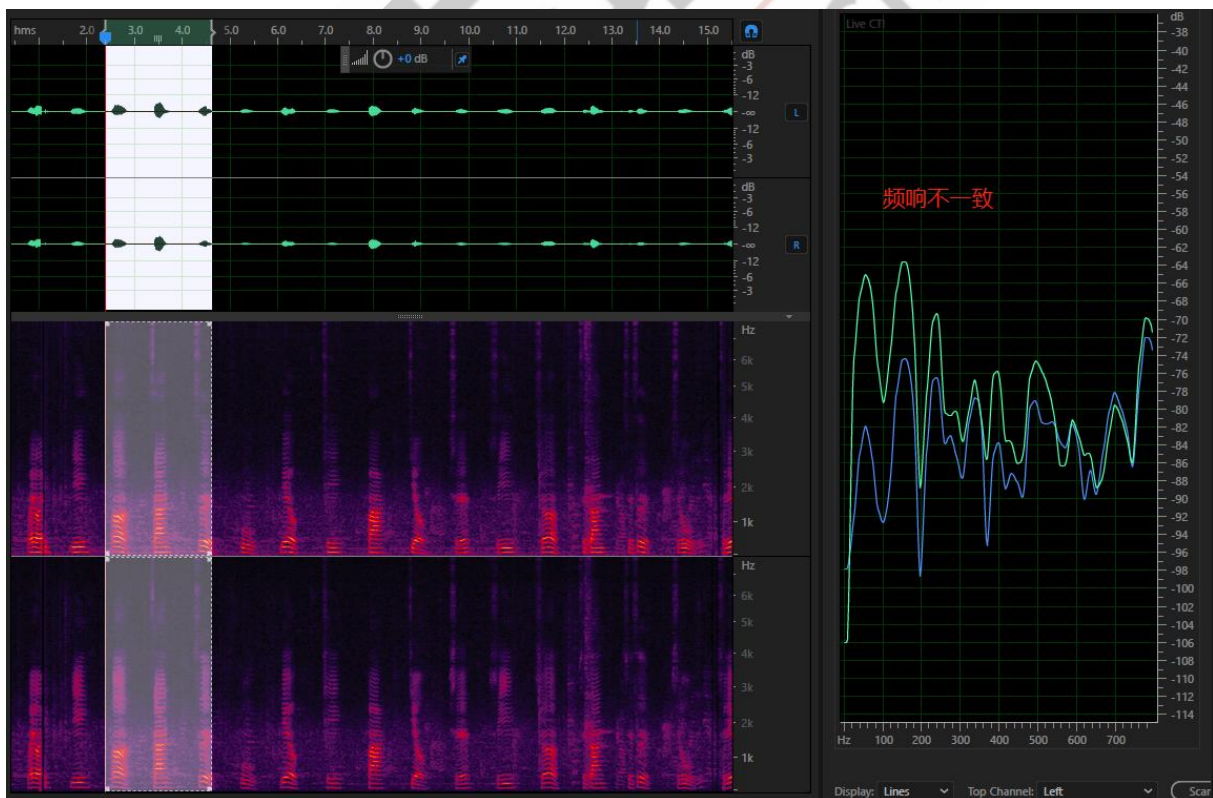
python 计算如下：

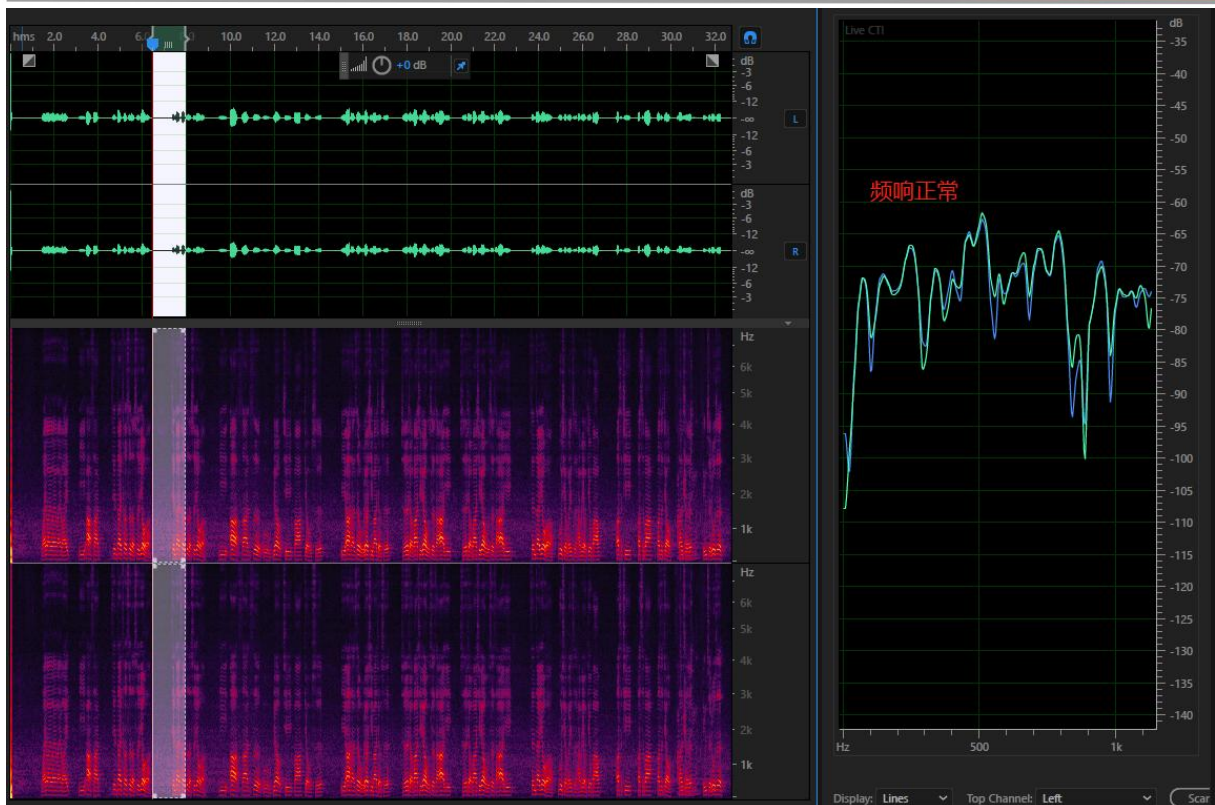

```
>>> 10 ** (-1.55/20)
0.8365655957558101
>>>
```

windows 自带计算器计算如下：



(2) 频响分析示例





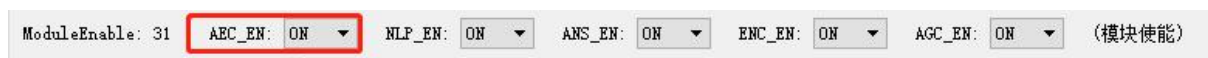
如果两个 mic 的频响曲线通过平移，3000Hz 以内有较好的重合，表示频响正常。当然，如果全带宽频响一致，那是最好的了。如果出现频响严重不一致的问题，就需要检查电路或者 mic 的工艺一致性了。

4、在线调试

可以使用 audio_tools 在线调试 ENC 参数，感受实时效果。

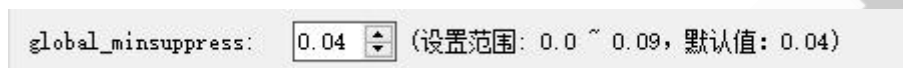
```
//*****//
//                                aec 工具在线调试
//*****//
#define TCFG_AEC_TOOL_ONLINE_ENABLE    0//aec 在线调试使能，使用蓝牙串口调试，
```

四、AEC 模块



双 mic 降噪 ENC 默认需要打开 AEC 模块。

注意：AEC 模块的参数基本不用调试，这里是为了兼容性考虑，所以放到配置工具。如有需要，由原开发人员指导修改



`global_minsuppress`: 全局最小压制系数

针对某些信噪比较差的信号经过各个算法模块处理过后，压制太多，导致声音损失严重。这个时候就可以通过配置全局最小压制系数来控制压制强度。该值越大，表示压制下限越高，压制效果越弱。0 的时候最强，即最小可以压制成静音。

五、NLP 参数



NLP

NLP_Process_MaxFrequency: 8000 (设置范围: 3000 ~ 8000, 默认值: 8000)

NLP_Process_MinFrequency: 0 (设置范围: 0 ~ 1000, 默认值: 0)

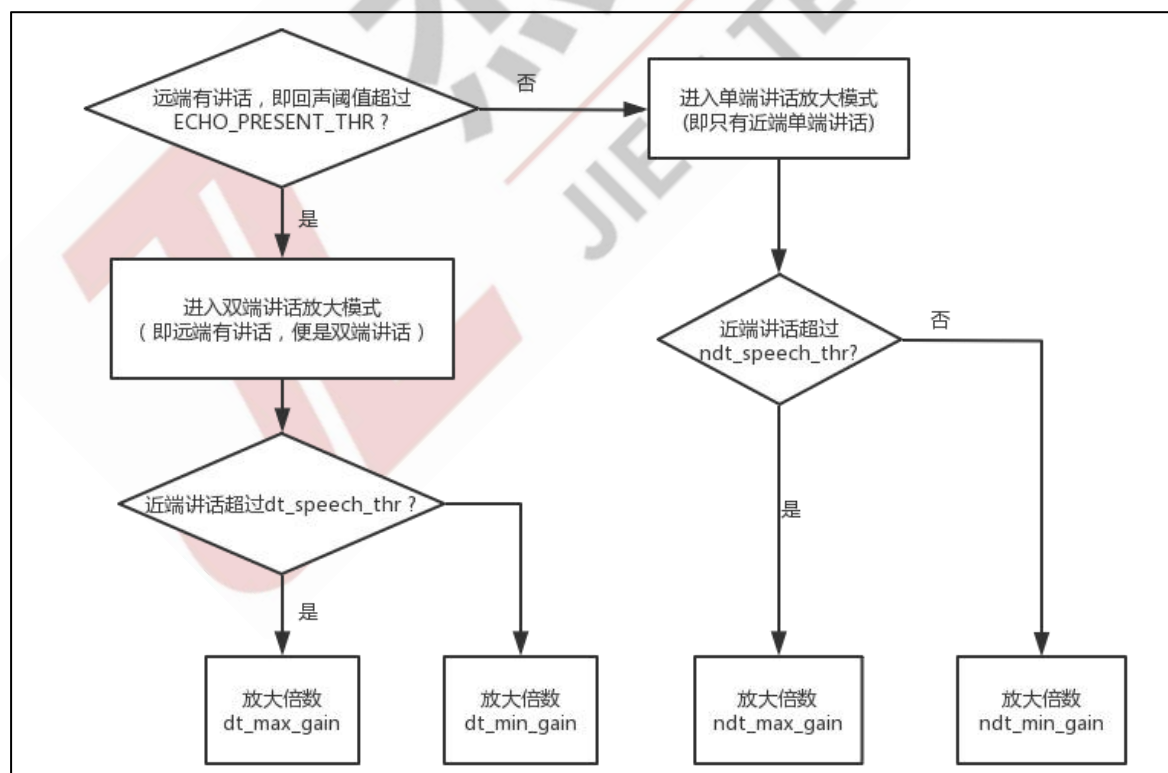
OverDrive: 1.0 (设置范围: 0 ~ 30, 默认值: 1)

OverDrive: 影响回声压制系数计算，数值越大压制则越强，当值为 0 的时候则无任何回声压制作用。

六、AGC 参数

NDT_FADE_IN:	1.3	dB (单端讲话淡入步进, 设置范围: 0.1 ~ 5 dB, 默认值: 1.3 dB)
NDT_FADE_OUT:	0.7	dB (单端讲话淡出步进, 设置范围: 0.1 ~ 5 dB, 默认值: 0.7 dB)
DT_FADE_IN:	1.3	dB (双端讲话淡入步进, 设置范围: 0.1 ~ 5 dB, 默认值: 1.3 dB)
DT_FADE_OUT:	0.7	dB (双端讲话淡出步进, 设置范围: 0.1 ~ 5 dB, 默认值: 0.7 dB)
NDT_MAX_GAIN:	12.0	(单端讲话放大上限, 设置范围: 0 ~ 24 dB, 默认值: 12.0 dB)
NDT_MIN_GAIN:	0.0	(单端讲话放大下限, 设置范围: -20.0 ~ 24.0 dB, 默认值: 0 dB)
NDT_SPEECH_THR:	-50.0	(单端讲话放大阈值, 设置范围: -70.0 ~ -40.0 dB, 默认值: -50.0 dB)
DT_MAX_GAIN:	12.0	(双端讲话放大上限, 设置范围: 0 ~ 24.0 dB, 默认值: 12.0 dB)
DT_MIN_GAIN:	0.0	(双端讲话放大下限, 设置范围: -20.0 ~ 24.0 dB, 默认值: 0 dB)
DT_SPEECH_THR:	-40.0	(双端讲话放大阈值, 设置范围: -70.0 ~ -40.0 dB, 默认值: -40.0 dB)
ECHO_PRESENT_THR:	-70.0	(单端双端讲话阈值, 设置范围: -70.0 ~ -40.0 dB, 默认值: -70.0 dB)

AGC 调试的是远端听到的声音。即 mic 采集到的人声传到远端手机端的声音大小。该模块是后级数字模块, 即在一定的 mic 模拟增益的情况下, 做完回音消除处理后, 准备送到远端之前做的一个数字放大 AGC。所以它只影响声音的大小。流程如下:



调试指引:

(1) 增益单位是 dB

(2) 当 mic 采集到的数据人声大于 **speech_thr**(近端声音放大的阈值) 时放大 **MAX_GAIN**

(3) 当 mic 采集到的数据人声小于等于 **speech_thr** (近端声音放大的阈值) 时放大 **MIN_GAIN**

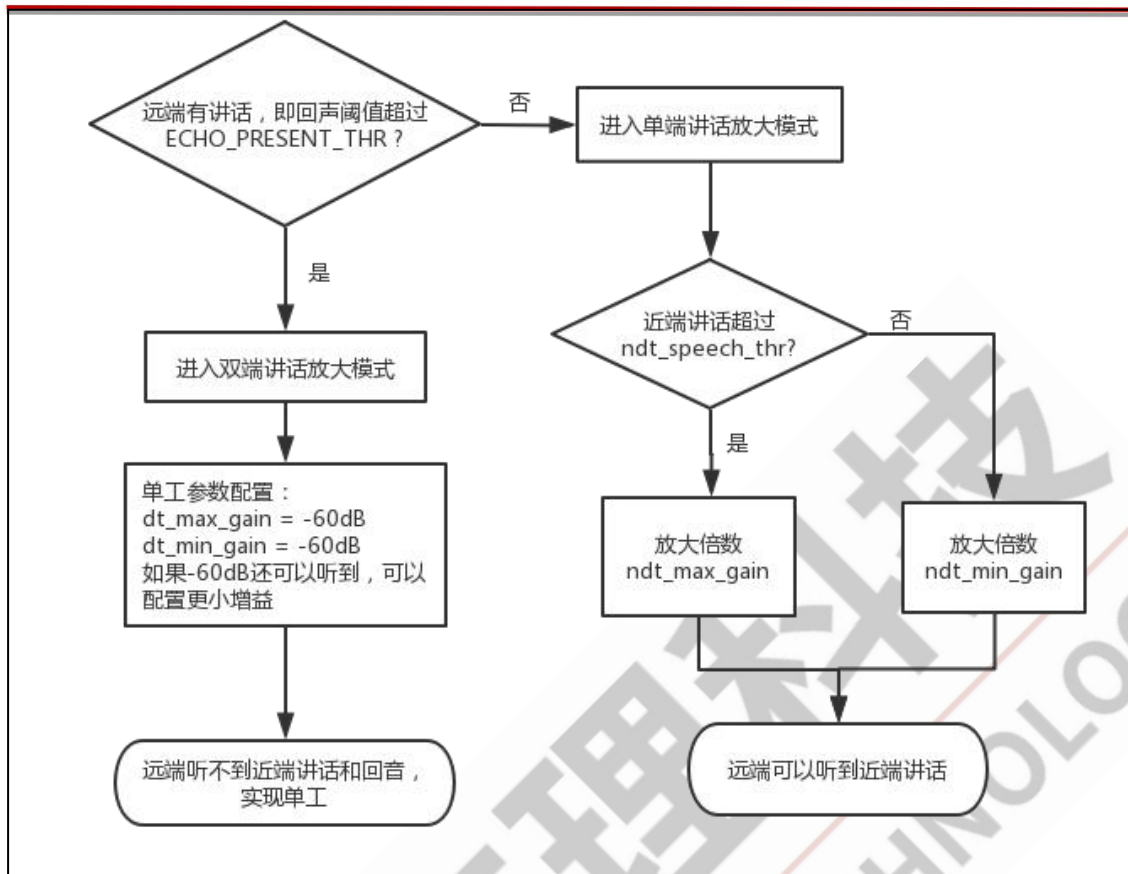
(4) 最大放大倍数和最小放大倍数之间, 是通过 **fade_in** 和 **fade_out** 来淡入淡出的。比如单端讲话, 这个时候淡入的步进就是: **ndt_fade_in**, 淡出的步进就是: **ndt_fade_out**。讲话的时候淡入, 没说话的时候淡出。双端讲话则用 **dt_fade_in** 和 **dt_fade_out**, 用法一样。

(5) **speech_thr** (近端声音放大的阈值) 这个值根据 mic 采到的声音大小而定, 如果太大, 声音得不到均匀放大, 即一会 放大 **max_gain**, 一会放大 **min_gain**, 听起来有可能忽大忽小。太小则有可能环境声也会一并放大。

(6) 使用 AGC 模块实现单工通话功能

在某些情况下, 整个通话回路产生了严重失真, 导致算法无法处理好回音, 这个时候, 就只能选择单工的通话方式。

所谓单工, 即远端讲话的时候, 听不到近端的声音, 远端不讲话, 可以听到近端的声音。而近端, 什么时候都可以听到远端的声音。所以可以在检测到远端有说话, 就开始将近端声音淡出, 远端没说话, 再自行淡入, 就可以实现单工功能。



【注意】**ECHO_PRESENT_THR** 的值，决定什么时候进入单工处理。考虑到远端讲话的声音一般是比较大的，所以可以适当将该值设置高一点，避免远端环境声或者其他非目标声音稍微一大，就听不到近端声音。比如：远端过来的目标人声集中在-20dB 到-40dB 之间，则可以把 **ECHO_PRESENT_THR** 设置成-45dB。但是也要注意不能设置太大，太大会导致远端说话有些字达不到设定阈值，从而进入不了双端讲话模式，实现不了单工，出现漏回音的情况。

七、ANS 参数



ANS

AggressFactor: 1.25 (设置范围: 0 ~ 2, 默认值: 1.25)

minSuppress: 0.04 (设置范围: 0.01 ~ 0.1, 默认值: 0.04)

MicNoiseLevel: -75.0 (设置范围: -100 ~ -30, 默认值: -75 dB)

注：降噪参数，推荐使用默认配置。如由需要调整，建议不要只调一个值，建议：

- 1、如果要加强降噪效果，先调大一点动态压制 AggressFactor，还不够，可以尝试调小一点静态压制 minSuppress；
- 2、如果要减弱降噪效果，先调大一点静态压制 minSuppress，还不够，可以尝试调小一点动态压制 AggressFactor；

八、神经网络降噪 DNS

神经网络降噪：收集大规模的干净语音和噪声数据集，提取干净语音特征和带噪声语音特征，采用深度神经网络技术进行降噪模型的训练。训练出的降噪模型对输入信号实时进行噪声和语音的分类和回归，根据分类和回归的结果对语音信号进行噪声抑制，语音增强，提升信噪比。

对比传统降噪算法，采用深度神经网络进行语音降噪和增强，噪声估计更准确，语音失真更小，同时也能适应非平稳噪声的降噪处理。

	优点	缺点
ANS	对平稳噪声处理效果好，对 ram 和 mips 要求低	适应性差，对动态噪声处理效果欠佳
DNS	噪声估计准确，语音保真度高，适用性好	对 ram 和 mips 要求高

1、通用参数说明

DNS

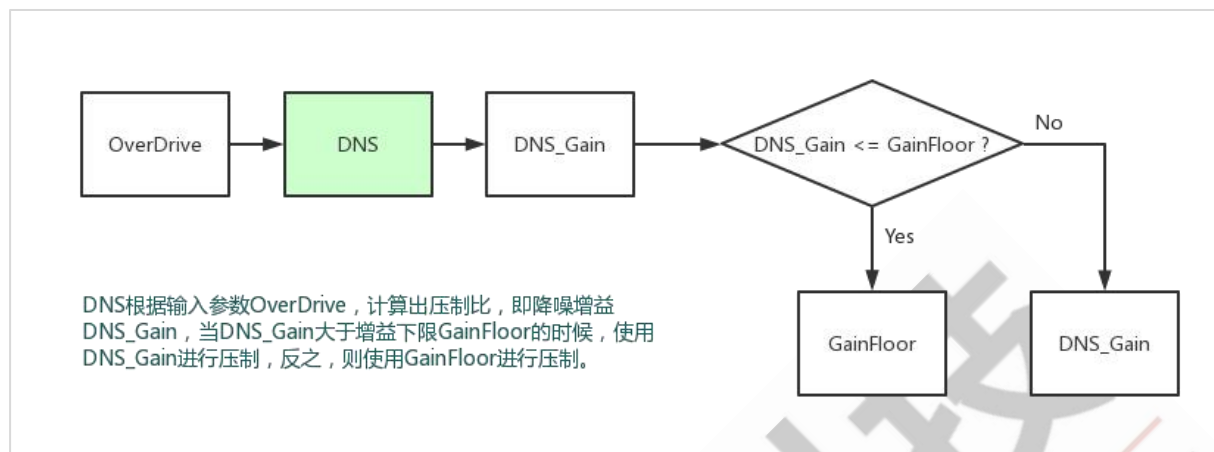
DNS_GainFloor: (增益最小值控制, 越小降噪越强, 范围: 0 ~ 1.0, 默认值: 0.1)

DNS_OverDrive: (降噪强度, 越大降噪越强, 范围: 0 ~ 6.0, 默认值: 1.0)

(1) **DNS_GainFloor** 增益平滑系数, 该系数主要用于控制降噪增益最小值。如果降噪后底噪较大, 可以适当减小该值; 如果出现吃音问题, 可以适当提高该值, 建议设定范围: 0.05 ~ 0.3。

(2) **DNS_OverDrive** 降噪强度控制, DNS_OverDrive=1 为降噪中间值, 即算法评估出来的降噪强度。大于 1 的时候, 即为加强降噪强度, 小于 1

的时候，即为降低降噪强度，建议调节范围：0.2 ~ 3 。



2、常见问题调试指引

(1) 出现吃音或者一句话某个字某个字变得很小声问题

出现该问题时，首先要确认所处环境是不是信噪比很低(如小于-5db)，即噪声比人声大很多，这种情形下，优化空间有限，调试步骤如下：

步骤1:通过调节mic的增益来缓解:如果mic的增益比较小(小于10db)，可以适当提高 mic 增益来缓解吃音问题，建议调节范围不要超过 15db；提高 mic 增益可能会导致噪声增大，根据实际情况调节。

步骤 2：调节 DNS_GainFloor 和 DNS_OverDrive 参数：适当提高 DNS_GainFloor 或 适当减小 DNS_OverDrive，可以通过配合 gain_floor 和 over_drive 适度调节。

(2) 远端听到声音不均匀，忽大忽小

如果后处理开启了 AGC 模块，出现该问题时，请参照“章节十：常见问题 FAQ”第二个问题进行确认调整。

九、EQ 参数

考虑到有些 MIC 物理特性，或者腔体声学设计缺陷，导致 MIC 采集到的声音比较低沉，这种情况可以适当的对声音做 EQ 处理。通话的 EQ 通常最多 3 段，就可以基本满足需求。具体什么 EQ 参数合适，根据实际情景进行配置。场景情景如下：

情景 1：声音低沉，闷，不够透亮

- (1) 适当提高 MIC 的模拟增益
- (2) 使用 high-pass 的滤波器做简单的处理，低频适当衰减。

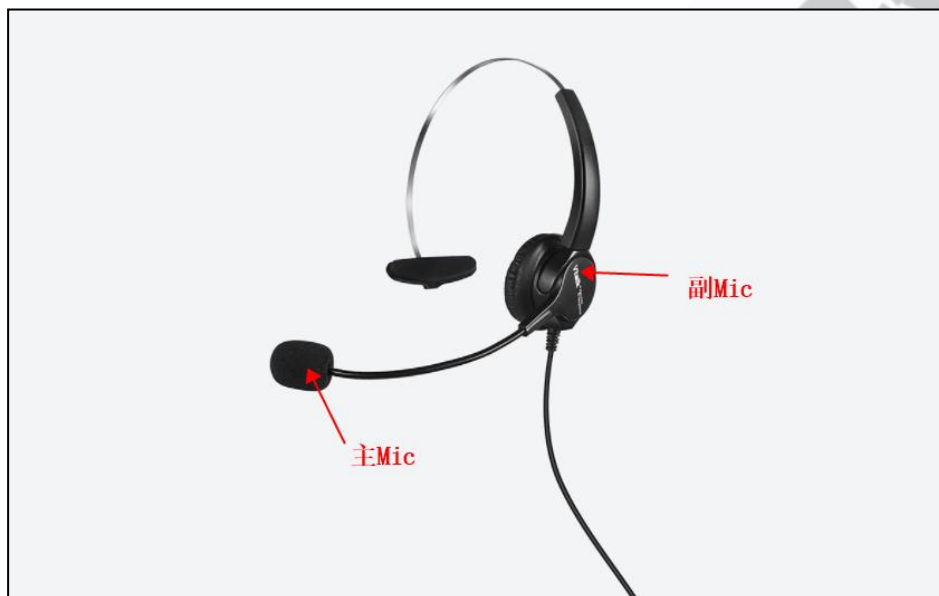
情景 2：声音听起来有唇齿音

如果使用 msbc，有些 mic 灵敏度比较高，MIC 可以采到 6.8k 左右的唇齿音，如果介意，这个时候可以做一个 high-shelf 的滤波器处理。

十、双麦头戴式话务耳机开发设计指引

（一）概述

双麦 ENC 头戴式话务耳机是基于两个 MIC 拾取信号的能量差变化进行环境噪声抑制的信号处理系统，依赖于主、副 mic 增益差对拾取有效语音的能量差异，一个典型的头戴式话务耳机物理结构如下：



区别于“章节四”提到的双麦 ENC，头戴式话务耳机的 ENC 是全新的算法。正常佩戴使用时，因尽量调整主 mic 更靠近嘴（约 1-2cm 为宜），因此建议主 mic 连杆应尽量设计成软质材质，方便不同用户使用根据自身特点进行灵活调整主 mic 位置至合适距离；副 mic 的位置应尽量远离主 mic，主要用来采集环境声，避免拾取到更多的有效语言。

(二) Microphone 选型规格

Microphone 选型规格	
数量	2 个模拟 MIC
方向性	全指向性，或者主 MIC 使用指向性 MIC（效果更加）
信噪比	$\geq 62\text{dB (A)}$
相位	$\pm 10^\circ$ @100-7kHz

(三) 声学设计要点

头戴式话务耳机 ENC，目标效果是为了消除使用时的环境背景噪声。为了能使系统达到最优效果，声学设计上需要有一定的约束，两个 mic 之间需要满足一定的增益差异。另外，两个 MIC 在装配时，应该有减震、密封隔离处理，减少回音传播。

设计要点如下：

(1) 主 mic 孔开口朝向应正对嘴，或者主 mic 杆头做成可活动自由旋转调节。

(2) 副 mic 开口位置应尽量远离主 mic，一般选择位于耳罩壳上方开孔，朝向无特殊指定。相比通用 ENC，对主副 mic 的距离限制在 15mm 到 35mm，相反，话务耳机的主副 mic 应该尽量远离，使得主 mic 主要采集目标人声，副 mic 主要采集背景声。

(3) 主 mic 咪头选择海绵套包裹，以有效降低说话时产生的气流干扰，减少风噪。

关于主、副 mic 增益的设置，这里将给出一种基于播放单频信号测量两个 mic 收到信号幅频响应度的测定方式。测试环境为，以正常佩戴耳机

姿势将耳机至于声源正前方，声源播放 1KHz 的正弦波信号，分别对两个 mic 收到信号进行幅频响应度 (Total RMS Amplitude) 的计算（可依托 Audition 软件进行分析）。

表 1: mic0 处 1KHz 正弦波声压级为 90dB 时

	mic0 (dB)	mic1 (dB)	SPL (dB)
1KHz	-46.2	-26.6	90
3KHz	-53.2	-35.4	83
6KHz	-54.7	-32.6	82
7KHz	-54	-30.6	83

表 2: mic0 处 1KHz 正弦波声压级为 80dB 时

	mic0 (dB)	mic1 (dB)	SPL (dB)
1KHz	-56.2	-34.2	80
3KHz	-64.7	-52	71
6KHz	-65.7	-43.5	73
7KHz	-67.1	-41.2	76

注：

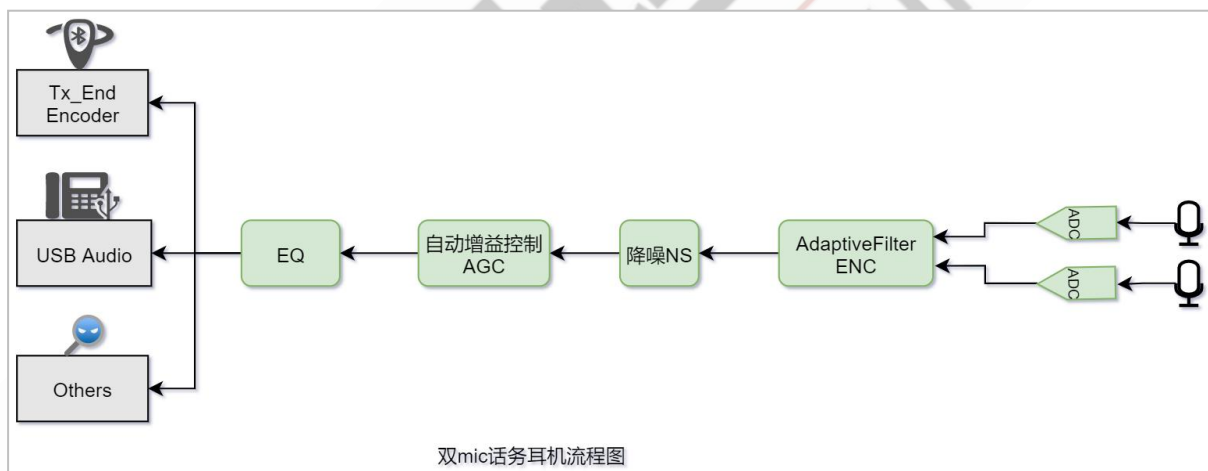
- 1、表 1/2 中，mic0 表示主 mic，mic1 表示副 mic；
- 2、声压级为将移动声压计置于 mic0 旁测得
- 3、表中以 1KHz 频率对应的响应度为准，其他频率下的响应度可做参考

4、主、副麦的频率响应应尽可能保持平坦，响应的最大点与最低点相差不超过 5dB。

5、主、副麦间的针对实际收录到信号的各频率区间应保持 15-25dB 的能量差异。

上述表 1、表 2 分别是表示 mic0 处声压等级为 90dB 和 80dB 下，主、副 mic 针对不同单频信号实际收录到的幅频响应度（Total RMS Amplitude）的对应关系。需要说明的是，实际使用时两个 mic 间增益差可在允许范围内与表中测定值存在差异。

（四）流程和参数配置说明



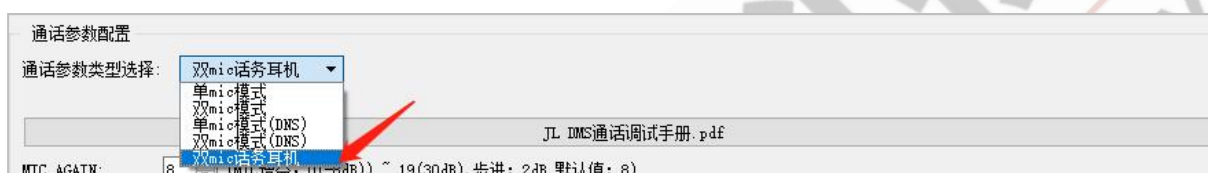
专为话务耳机开发的双 mic 降噪算法，通过对主副 mic 采集到的信号进行运算，保留主 mic 语音，抑制衰减副 mic 采集到的环境声，从而实现在吵杂环境，对目标人声的清晰捕捉。算法处理输出信号，可以通过蓝牙发送给手机进行蓝牙通话，也可以通过 usb audio 传输到电脑，进行网络通话。其他更多应用，待各方案需求不断开发。

● SDK 配置如下:

```
/*
 * ENC(双mic降噪)配置
 * 双mic降噪包括DMS_NORMAL和DMS_FLEXIBLE, 在使能TCFG_AUDIO_DUAL_MIC_ENABLE
 * 的前提下, 根据具体需求, 选择对应的DMS模式
 */
/*ENC(双mic降噪)使能*/
#define TCFG_AUDIO_DUAL_MIC_ENABLE          ENABLE_THIS_MOUDLE

/*DMS模式选择*/
#define DMS_NORMAL          1      //普通双mic降噪(mic距离固定)
#define DMS_FLEXIBLE        2      //适配mic距离不固定且距离比较远的情况, 比如头戴式话务耳机
#define TCFG_AUDIO_DMS_SEL    DMS_FLEXIBLE
```

● 工具参数配置选中“双 mic 话务耳机”:



● 模块参数说明如下:

(1) 自适应滤波 ENC 模块: AdaptiveFileter ENC

ENC	
ENC_Suppress_Pre:	0.60 (前级降噪压制, 越大越强, 设置范围: 0 ~ 1, 默认值: 0.6)
ENC_Suppress_Post:	0.15 (后级降噪压制, 越大越强, 设置范围: 0 ~ 1, 默认值: 0.15)
ENC_Minsuppress:	0.09 (后级降噪压制下限, 设置范围: 0 ~ 1, 默认值: 0.09)

ENC_Suppress_Pre 自适应滤波器前级动态压制控制值, 越大压制越强。

ENC_Suppress_Post 自适应滤波器后级动态压制控制值, 越大压制越强。

ENC_MinSuppress 自适应滤波器后级动态压制控制值下限, 防止动态后级压制 ENC_Suppress_Post 过度压制, 即后级动态压制最小抑制比率不会小于 ENC_MinSuppress。

调试指引

步骤 1: 调整 ENC_Suppress_Pre, 当语音出现损伤时即为上限。这一步的目的是最大限度保留语音成分, 同时抑制部分噪声。

步骤 2：慢慢调整 ENC_Suppress_Post，使得残余噪声环境音得到进一步的抑制衰减。

(1) 降噪 NS 模块

参照章节九：ANS 参数

(2) AGC 模块

参照章节八：AGC 参数

(3) EQ 模块

参照章节十：EQ 参数

(五) 常见调试问题

(1) 主 mic 远离嘴吧，距离超过 1-2cm

由于耳机结构设计上的原因，正常佩戴时，主 mic 距离嘴巴距离超过 1-2cm（比如 5cm），这时候有两种处理方式：

方式 1：改耳机模具结构，使得主 mic 和嘴巴的距离在 1 到 2cm 左右（推荐）。

方式 2：在原有的结构上，调出最优效果

如果选择方式 2，则前面第 3 小节提到的主副 mic 采集信号要有 15 到 20dB 的差值不再适用。这个时候，正常使用佩戴讲话，无背景噪声情况下，主 mic 收到有效人声幅度应至少高于副 mic 5dB 以上即可。然后配合 ENC 参数说明，进行语音保留和噪声抑制深度的平衡调整。

十一、通话调试常见问题 Q&A

（一）有噪声或者电流声

关闭回音消除，听 mic 的原始声音是否有噪声或者电流声，如果有，则**优先处理源头的噪声，因为干扰声会严重影响通话效果**。可以做以下尝试：

（1）通话的时候切换成 LDO

（2）降低发射功率

如果以上操作无效，再检查 pcb 是否合理

（二）声音忽大忽小，不均匀

（1）AGC 放大参数是否合理（详细参考本文档“AGC 参数”章节）

由于不同的 mic 灵敏度不一样，这里可以讲 max_gain 和 min_gain 设置成一样，确认是否是 AGC 原因：

NDT_MAX_GAIN:	12.0	单端讲话放大上限，设置范围：0 ~ 24 dB，默认值：12.0 dB
NDT_MIN_GAIN:	12.0	（单端讲话放大下限，设置范围：-20.0 ~ 24.0 dB，默认值：0 dB）
NDT_SPEECH_THR:	-50.0	（单端讲话放大阈值，设置范围：-70.0 ~ -40.0 dB，默认值：-50.0 dB）
DT_MAX_GAIN:	12.0	（双端讲话放大上限，设置范围：0 ~ 24.0 dB，默认值：12.0 dB）
DT_MIN_GAIN:	12.0	（双端讲话放大下限，设置范围：-20.0 ~ 24.0 dB，默认值：0 dB）
DT_SPEECH_THR:	-40.0	（双端讲话放大阈值，设置范围：-70.0 ~ -40.0 dB，默认值：-40.0 dB）

改完如果正常，则逐步加小相应的阈值 SPEECH_THR，小于该阈值的当成噪声不放大。或者缩小 MaxGain 和 MinGain 的差值，优化声音在两个增益之间过度淡入淡出带来的不均匀效果。

改完依旧不正常可能是“ANS 参数设置不合理”。

（2）ANS 参数是否合理

如果 mic 本身（或者由于电路干扰）采到的声音信噪比较低，经过降噪模块，则可能会损耗比较多的人声部分，说话小声的部分会变得比较

小声。这个时候可以参数减弱 ANS 的强度，优先调 ANS_Suppress，步进不要超过 0.1。注意不要调太弱，降噪太弱，声音听起来也会不那么干净。

如果当前没有回音问题，也可以尝试提高一些 mic 的增益，提高声音信噪比，提高 ANS 的降噪空间，再尝试通话，根据文档解决剩下的问题。

（三）回音消不掉

（1）使能 AEC 的所有模块



（2）硬件检查

- ① 查看各个电源配置电压差是否满足要求，
- ② 排查是不是硬件干扰过去的回音：可以将喇叭 or 麦换成等效电阻，AEC_MODE 选择 disable，如果这时候还存在回声，可能回音有部分来自于硬件的电路干扰，严重程度听回音大小。

如果暂时无法修改硬件环境，可通过降低 DAC 增益或者 MIC 增益，减小回音程度。

（四）远端听到的声音比较闷，不清晰

（1）确认麦的供电是否满足要求

具体查看的麦对应的 datasheet 关于电源的供电范围说明，调整偏置电压到合适的范围内

（2）大声或者对着麦克风说话，看是否有改善

如果有，则考虑 MIC 的增益设置不合理，加大 MIC 增益试试

（3）拆开样机外壳，试听声音效果

如果拆开样机外壳，声音明显改善，则怀疑是 MIC 的是声学设计影响了拾音效果

注 1: MIC 和外壳孔隙尽量小，有 MIC 套防震处理

注 2: MIC 开孔朝向尽量对着发声源（嘴巴）

注 3: MIC 内部有独立腔体，减少声音回荡抵消部分频率成分

(4) 声音大，不清晰，浑浊

录制 MIC 原始信号（通过 spp 导出或者关闭算法，远端手机录音），分析具体的 MIC 信号频率成分（频响/频谱），注意底噪情况。使用 EQ 模块，对声音进行修饰处理：

UL_EQ_EN: enable (上行 EQ 使能)

一般处理是加一段高通处理，常用是 100~200Hz 截止。如果中高频不够，再加一个带通处理，比如 800 到 1200H 的增强处理。

(五) 远端听到的声音有尾音

(1) 可能 mic 本身（或者由于电路干扰）采到的声音信噪比较低，目前的 ANS 参数无法压制 mic 的噪声，可以调整 ANS 参数，（详细参考本文档“ANS 参数”章节）

(2) 如果调节 ANS 参数会带来忽大忽小问题，那么还原 ANS 参数。降低 AGC 的效果，逐步减小相应的放大上限 MAX_GAIN，至声音比较干净，再轻微提高 MIC 的增益，对声音的大小进行补偿。