



# 麦克风阵列解决方案及设计需求

版本：V0.3

2022-01-09

深圳市南山区粤海街道科技南十二路 18 号长虹科技大厦

0755 - 86662489

[WWW.SOUNDEC.COM](http://WWW.SOUNDEC.COM)

## 修订历史

修订版本	修改日期	内容概要
V0.1	2021-12-30	首版产品需求整理
V0.2	2022-01-05	增加数据流程图
V0.3	2022-01-09	修正麦克风阵列麦克风类型选择及算法处理时间要求

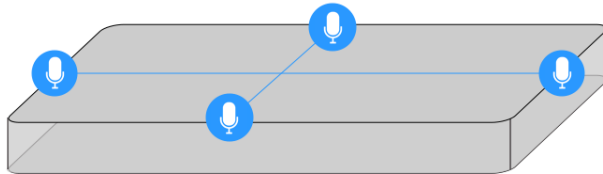
## 目录

1.麦克风阵列类型 .....	4
2.麦克风选型要求 .....	5
3.喇叭选型及设计要求 .....	6
3.1 喇叭选型 .....	6
3.2 喇叭声学设计要求 .....	6
4.结构设计要求 .....	7
4.1 麦克风腔体设计原则 .....	7
4.2 麦克风安装结构设计建议 .....	7
4.3 其他结构设计建议 .....	8
5.软件功能要求 .....	8
5.1 麦克风阵列算法功能需求 .....	8
5.2 按键功能需求: .....	9
5.3 LED 灯功能需求: .....	9
5.4 与主控设备连接功能需求 .....	10
5.5 系统功能需求 .....	10
6.数据流程图 .....	11
6.1 会议音箱类数据流 .....	11
6.2 前端拾音模块数据流 .....	12

# 1. 麦克风阵列类型

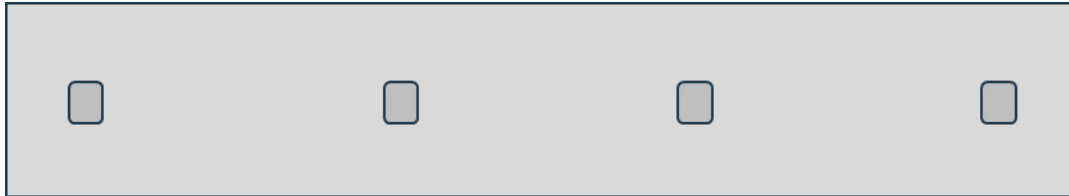
## 1) 四麦克风立体阵列

四麦克风立体阵列总体呈正方形，各个麦克风在立体空间等距摆放，偏差小于 0.5mm。产品形状是长方形或正方形或圆形，麦克风按着等距摆放，组好的麦克风和 SPK 形成以 SPK 是圆心的摆放。



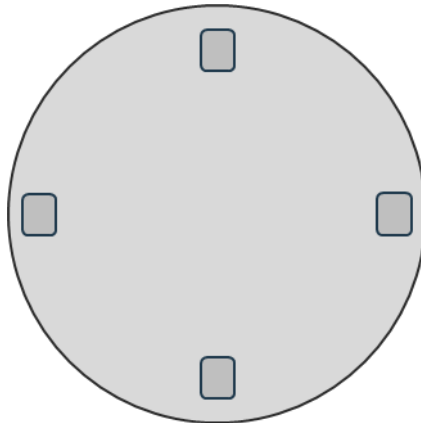
## 2) 四麦克风线型阵列

四麦克风线型阵列总体呈直线，总长度在 120mm，建议各个麦克风在直线上等距摆放，偏差小于 0.5mm；各个麦克风朝向相同，两个麦克风间距 35mm 或者 40mm；



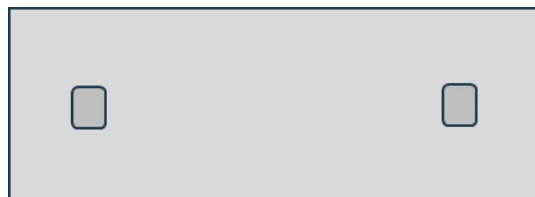
## 3) 四麦克风环型阵列

四麦克风环型阵列总体呈圆形，各麦克风在圆周上等距摆放，圆周直径推荐 70mm 到 90mm。



## 4) 两麦克风线型阵列

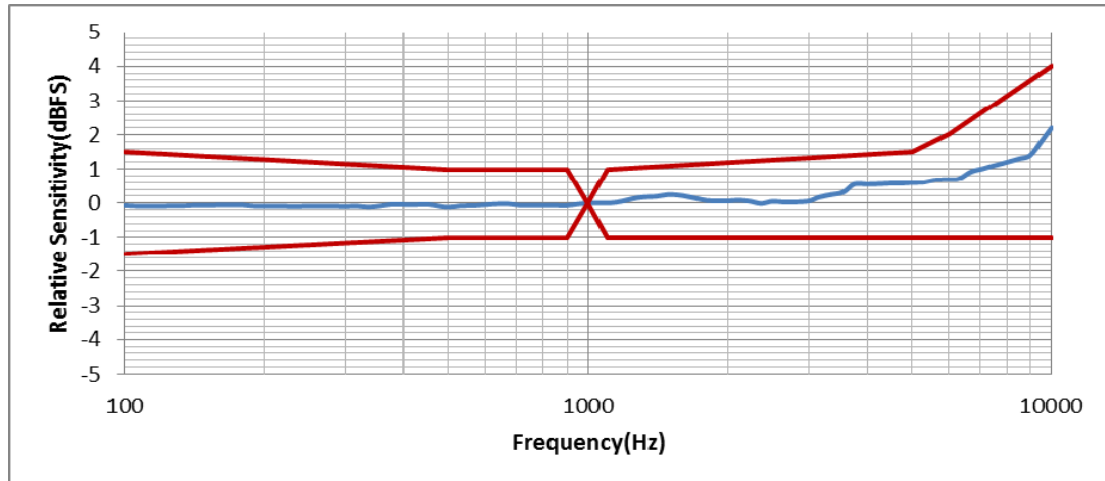
两麦克风线型阵列总体呈直线，建议各个麦克风在直线上等距摆放，偏差小于 0.5mm；各个麦克风朝向相同，连哥哥麦克风间距在 60mm。



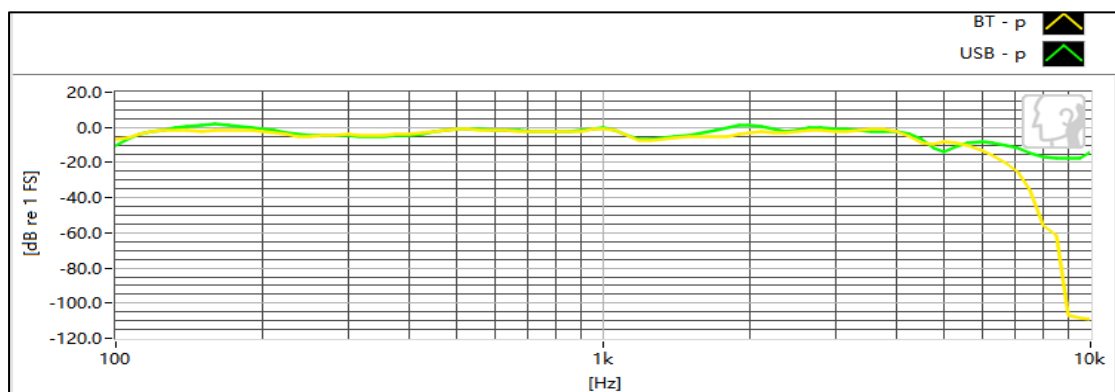
## 2. 麦克风选型要求

麦克风阵列方案：采用数字麦克风设计；数字麦克风参数指标要求如下：

- 灵敏度（Sensitivity）：> -26dB@94dB 1KHz
- 信噪比（SNR）：> 64dB, 最佳大于 67dB
- 声学过载点（AOP）：>=120dB SPL
- 麦克风单体谐波失真（THD）：<= 1%（1KHz）
- 麦克风相位一致性要求：<3°
- 麦克风单体频谱响应波动<3dB（100Hz-8KHz）数据参照麦克风规格书中频响曲线，如下下图：



- 整机麦克风频响曲线最好 7KHz 以后开始缓慢衰减，如下图：



## 3.喇叭选型及设计要求

### 3.1 喇叭选型

(1) 单体扬声器在 150Hz-7KHz 总谐波失真<1%。若低频部分失真较高，建议对低频进行均衡或滤除。

(2) 音质要求较高的产品，额定功率下的 THD+N 全频段（20Hz-20KHz）尽量<0.5%。

### 3.2 喇叭声学设计要求

(1) 在结构设计时，包装喇叭和麦克风距离尽量远；扬声器到麦克风的声压最好不要超过 90 dB（在麦克风处测得）。

(2) 喇叭和麦克风的密封隔离度至少大于 15dB，最好 20dB 以上。

(3) 保证扬声器与麦克风在不同腔体内，做好密封，防止内部串音。

(4) 结构设计时，应保证扬声器发声方向和麦克风拾音方向不在同一方向，并且尽量保证最大距离。

(5) 扬声器设计时要进行减震处理，避免由结构振动导致内部声音

传播，并与其它构件保持一定间距，防止碰撞发声异常声音信号。

(6) 喇叭在最大音量下，保证麦克风录音不发生截幅。

## 4. 结构设计要求

### 4.1 麦克风腔体设计原则

- (1) 保证人声可以直达每个拾音孔，各麦克风之间不要有障碍物。
- (2) 麦克风安装位置应尽量远离振动和干扰源（如：电机、触控板、按键板）。
- (3) 为保证密封性，面板与 PCB 板之间以及麦克风本身都要选用硅胶保护套、密封圈或泡棉密封，推荐 Poron 材料。

### 4.2 麦克风安装结构设计建议



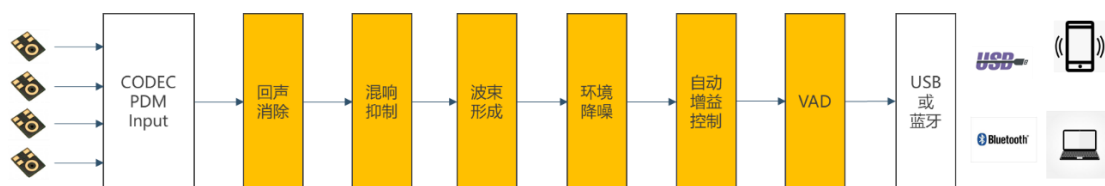
- (1) 上图左边是麦克风拾音孔在底部，右边是麦克风拾音孔在顶部，其中  $L$  表示深度， $D$  表示开孔直径。
- (2) 结构设计时，需要保证开孔尽量大 ( $D > 2\text{mm}$ )，孔深尽量小 ( $L < 2\text{mm}$ )。

## 4.3 其他结构设计建议

- (1) 为避免麦克风直接硬性触控面板产生震动，采用的硅胶保护套尽量选择软、稳。推荐 Poron 材料。
- (2) 扬声器发音方向和麦克风拾音方向呈  $90^\circ$  或  $180^\circ$
- (3) 防止麦克风拾音孔被堵，需要安装防尘网。

# 5.软件功能要求

## 5.1 麦克风阵列算法功能需求



- (1) 回声消除（AEC）：在系统最大音量（85dB）情况下，远端讲话无回声，回声消除深度在>50dB；
- (2) 混响抑制（De-reverb）：TR60 的混响时间在 0.5s-0.8s；
- (3) 波束形成（BF）：
  - A. 语音增强：增强讲话人方向的声音
  - B. 声源定位:精度 $\pm 15^\circ$
- (4) 环境降噪（ENC）：
  - A. 稳态的白噪音完全消除；
  - B. 环境噪音降噪深度：>12dB，降噪深度可调节；
- (5) 自动增益控制（AGC）：



A. AGC 参数可配置，匹配不同声学设计；

B. 1 米到 3 米距离，远端听到的声音振幅是一致的。

(6) 语音活动检测 (VAD)；


(7) 支持双讲：远端和近端同时讲话，远端听到近端声音，音量抑制不超过 50%；

(8) 支持麦克风 EQ 调节，至少 4 段；

(9) 支持扬声器输出 EQ 调节，至少 4 段。


## 5.2 按键功能需求：


(1) 电源键：开机和关机设备；

(2) 音量+键：设备音量增加；

(3) 音量-键：设备音量减小；

(4) 静音键：打开和关闭麦克风；

(5) 接听/挂断键（复用）：来电是接听，通话中是挂断；

(6) 切换键：传输模式切换：USB 模式/蓝牙模式；

(7) 功能键：一键启动 Teams 或飞书或腾讯会议应用；



说明：有一些麦克风阵列应用不需要这么多按键，如：仅有拾音功能，应用在机器人产品。

## 5.3 LED 灯功能需求：

(1) 电源指示灯：

- A. 开机状态灯：橙色；
- B. 充电状态灯：充电过程中：红灯；充满：绿灯；
- (2) 音量+指示灯：默认灯不亮，工作：白灯；
- (3) 音量-指示灯：默认灯不亮，工作：白灯；
- (4) 静音指示灯：
  - A. 麦克风工作：绿灯；
  - B. 麦克风关闭：红灯；
- (5) 接听/挂断指示灯：默认灯不亮，工作：白灯；
- (6) 蓝牙功能指示灯：蓝灯；
- (7) 功能键指示灯：默认灯不亮，工作：白灯；

## 5.4 与主控设备连接功能需求

- (1) USB 连接方式；
- (2) 蓝牙连接方式；

## 5.5 系统功能需求

- (1) 麦克风增益大小可进行配置；
- (2) 四麦克风阵列，采样率支持 16KHz/24bits；
- (3) 两麦克风阵列，采样率支持 48KHz/24bits；
- (4) DAC 输出，采样率支持 48KHz/24bits,并兼容 44.1KHz/24bits；
- (4) 支持 UAC1.0 版本协议， 兼容 Windows7、Windows10、

Android 系统、MACOS；

(5) 支持 HID 通讯并可以进行二次适配和开发;

(6) 会议音箱扬声器最大音量（正对出音方向，测试距离 0.5 米），播放音乐模式和通话模式要到 85dB；

(7) 至少保证 2 组 I2S 通路并发正常工作;

(8) I2C 通讯正常并稳定通信;

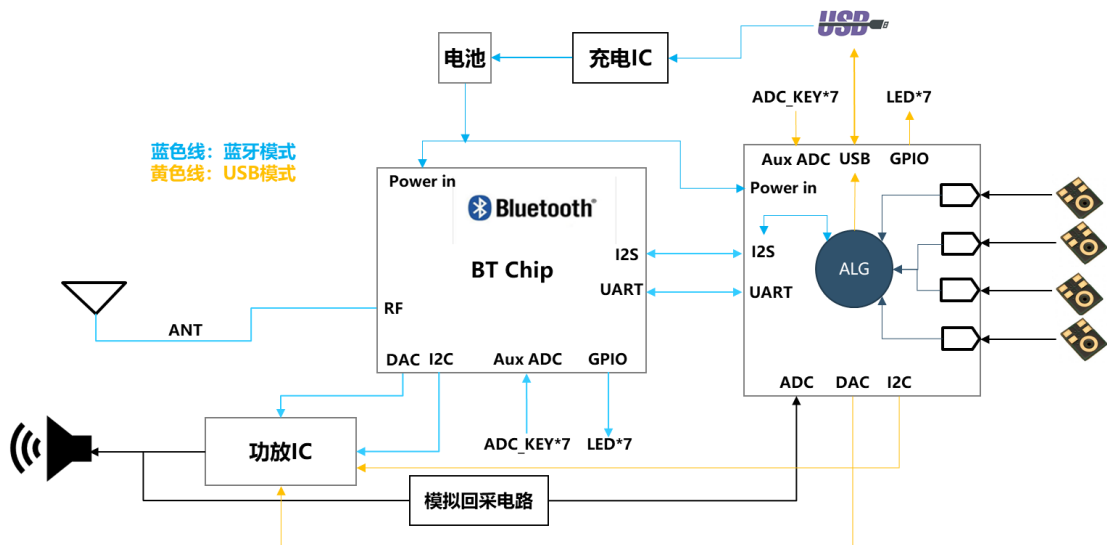
(9) UART 在 115200 速率下稳定通信, 不丢数据;

（10）Flash 中要有保持算法数据的区域（这个区域是可以灵活配置的，不固定数据区域大小），开关机数据不丢失；

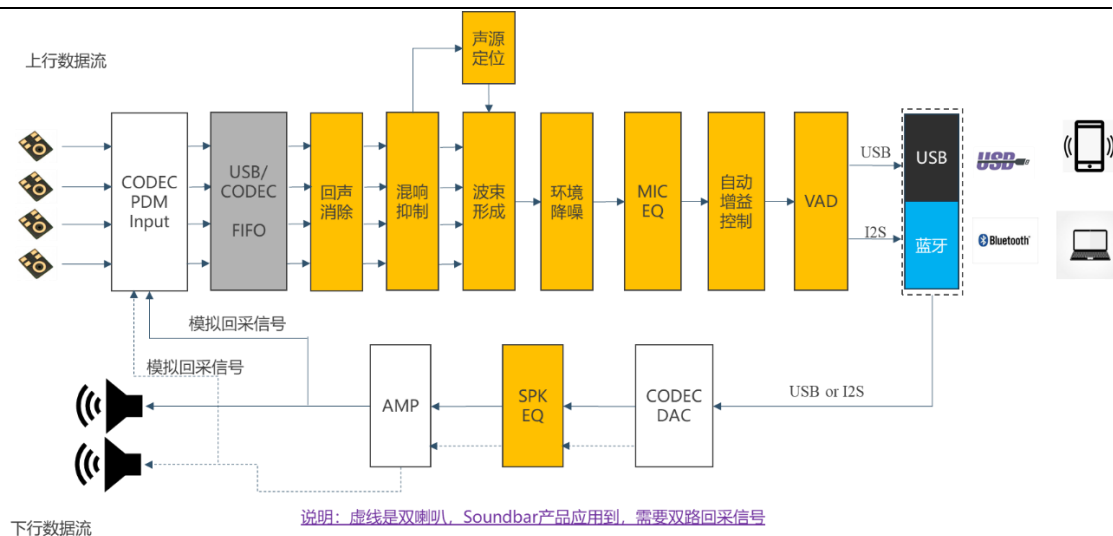
(11) USB  $\longleftrightarrow$  CODEC  $\longleftrightarrow$  I2S 之间的数据要保持同步。

## 6.数据流程图

## 6.1 会议音箱类数据流



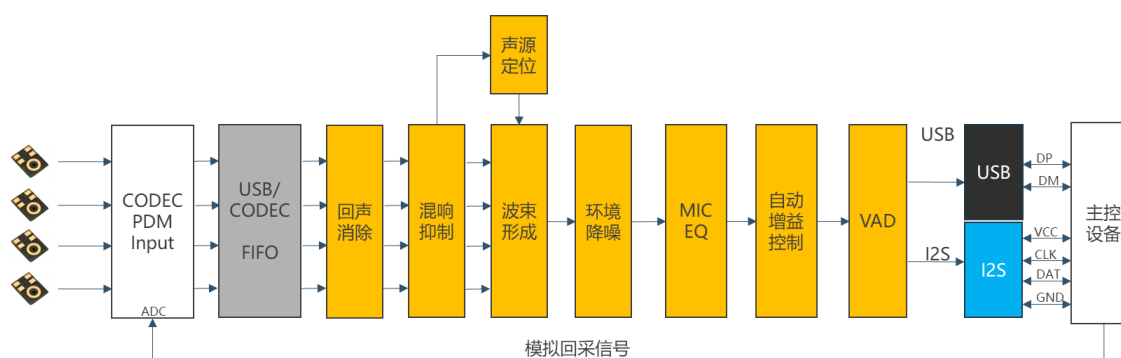
## ALG 部分（算法）数据流



说明:

- (1) 从回声消除到环境降噪算法处理时间小于 15ms, 最好在 10ms 以内处理完成;
- (2) 麦克风的增益控制可以调节;
- (3) 麦克风采样率支持多采样率选择并可以配置。

## 6.2 前端拾音模块数据流



说明:

- (1) 从回声消除到环境降噪算法处理时间小于 15ms;
- (2) 麦克风增益可以调节;
- (3) 算法处理后的音频信号信噪比 > 32dB。