



# 科大讯飞麦克风阵列模块 麦克风设计参考手册

科大讯飞股份有限公司

安徽省合肥市望江西路 666 号国家科技创新型试点市示范区科大讯飞语音产业基地

## 版本历史

版本	日期	修改记录
V0.1	2015-12-17	初稿
V0.2	2016-02-01	增加功放增益设计参考
V0.3	2016-02-03	修改功放最大音量强度值
V0.4	2016-02-24	修改文档封面命名
V0.5	2016-03-23	修改页眉设计
V0.6	2016-08-03	修改设计总体要求；增加 6 麦阵列设计参考，调整前三章顺序，修改页脚。
V0.7	2016-08-10	补充结构设计总体要求；去除连线参考；6 麦环形阵列波束形成中增加麦克序号；调整部分结构。
V0.8	2016-09-06	麦克风结构设计中增加图示。

## 声明

本手册由科大讯飞股份有限公司版权所有，未经许可，任何单位和个人都不得以电子的、机械的、磁性的、光学的、化学的、手工的等形式复制、传播、转录和保存该出版物，或翻译成其他语言版本。一经发现，将追究其法律责任。

科大讯飞保证本手册提供信息的准确性和可靠性，但并不对文本中可能出现的文字错误或疏漏负责。科大讯飞保留更改本手册的权利，如有修改，恕不相告。请在订购时联系我们以获得产品最新信息。对任何用户使用我们产品时侵犯第三方版权或其他权利的行为本公司概不负责。另外，在科大讯飞未明确表示产品有该项用途时，对于产品使用在极端条件下导致一些失灵或损毁而造成的损失概不负责。

## 目录

<b>1 4 麦克风阵列设计参考 .....</b>	<b>1</b>
1.1 4 麦阵列构型 .....	1
1.2 4 麦阵列波束形成 .....	1
<b>2 5 麦克风阵列设计参考 .....</b>	<b>1</b>
2.1 5 麦阵列构型 .....	1
2.2 5 麦阵列波束形成 .....	2
<b>3 6 麦克风阵列设计参考 .....</b>	<b>4</b>
3.1 6 麦阵列构型 .....	4
3.2 6 麦阵列波束形成 .....	4
<b>4 功放增益设计参考 .....</b>	<b>5</b>
<b>5 麦克风选型参考 .....</b>	<b>6</b>
<b>6 麦克风阵列结构设计建议 .....</b>	<b>6</b>
6.1 设计总体要求 .....	6
6.2 麦克风结构设计方案 .....	7
6.2.1 面壳安装方式方案 .....	7
6.2.2 非面壳安装方式 .....	8

## 1 4 麦克风阵列设计参考

### 1.1 4 麦阵列构型



图 1 4 麦线性阵列构型

如图 1 所示，麦克风按直线等距摆放，两两间距为 35mm。

### 1.2 4 麦阵列波束形成

4 麦克风阵列在  $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$  范围内形成 3 个波束，每个波束对应  $60^{\circ}$  的录音范围，如下图所示。

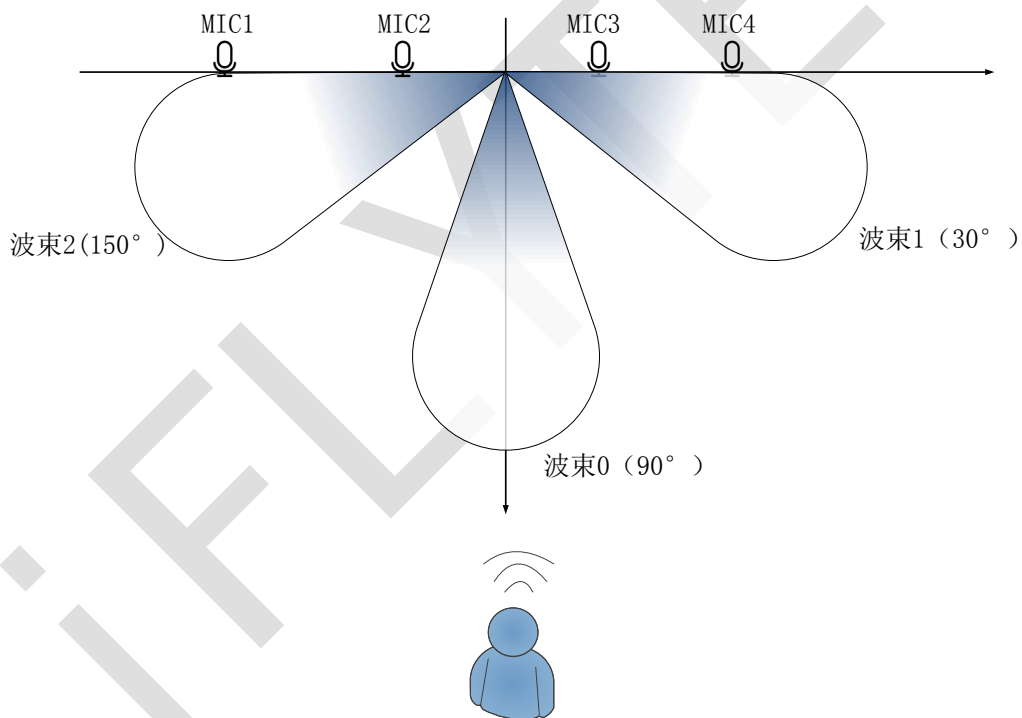


图 2 4 麦线性阵列波束形成

## 2 5 麦克风阵列设计参考

### 2.1 5 麦阵列构型

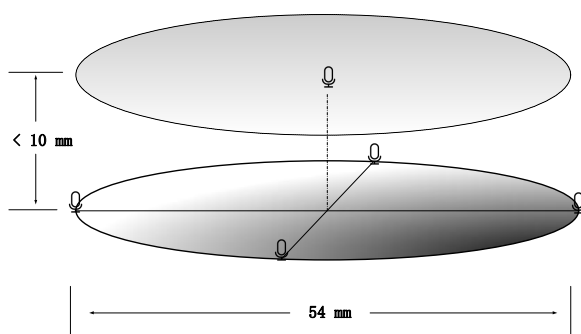


图 3 5 麦克环形阵列构型

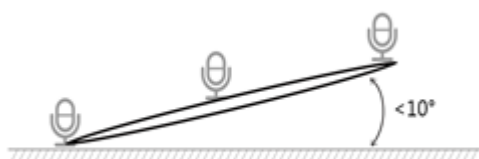


图 4 5 麦克环形阵列构型

5 麦环形阵列呈圆形布局。其中 4 个麦克风均匀分布在圆周，1 个麦克风在圆心，圆直径为 54mm。

圆心的麦克风允许高出圆平面、但高度差不能超过 10mm（图 3）。

圆平面和水平面之间可以有一定夹角，但夹角不能超过  $10^\circ$ （图 4）。

麦克风阵列的零度方向必须和产品的正面朝向保持一致。

## 2.2 5 麦阵列波束形成

5 麦环形阵列形成 4 个拾音波束，各自对应  $90^\circ$  范围，如下图所示。

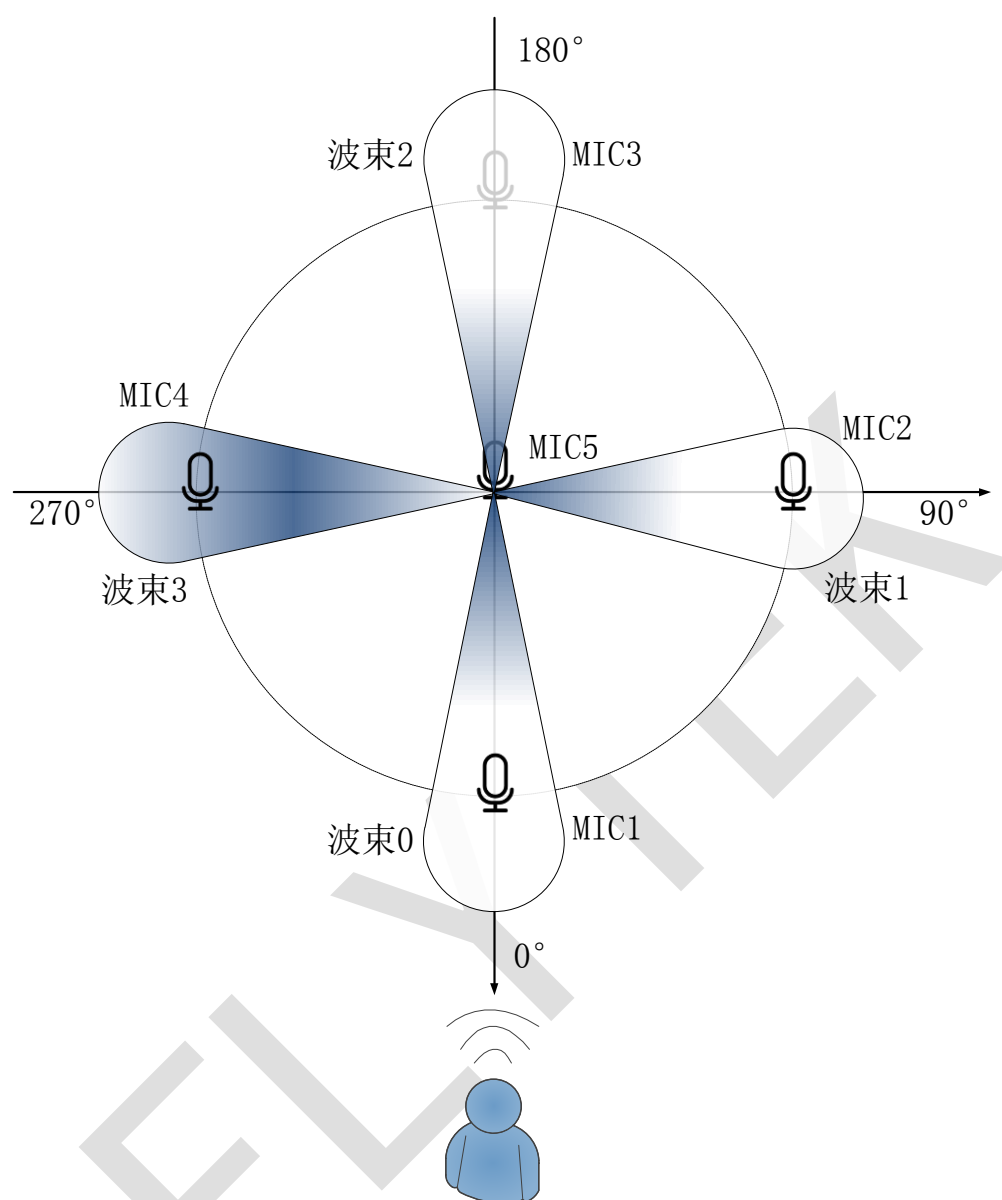


图 5 5 麦克环形阵列波束形成

## 3 6 麦克风阵列设计参考

### 3.1 6 麦阵列构型

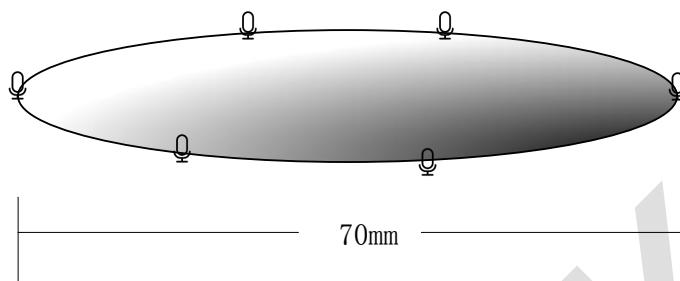


图 6 6 麦环形阵列构型

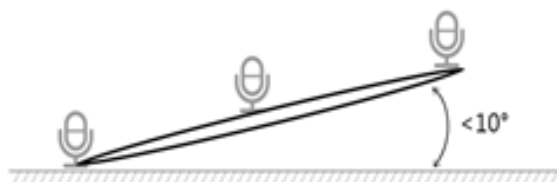


图 7 6 麦环形阵列构型

6 麦环形阵列呈圆形布局，其中 6 个麦克风均匀分布在圆周，麦克风按圆形等距摆放，半径为 35mm，如图 6 所示。

圆平面和水平面之间可以有一定夹角，但夹角不能超过  $10^\circ$ （图 7）。

麦克风阵列的零度方向必须和产品的正面朝向保持一致。

### 3.2 6 麦阵列波束形成

6 麦克风阵列形成 6 个波束，每个波束对应  $60^\circ$  的录音范围，如下图所示。



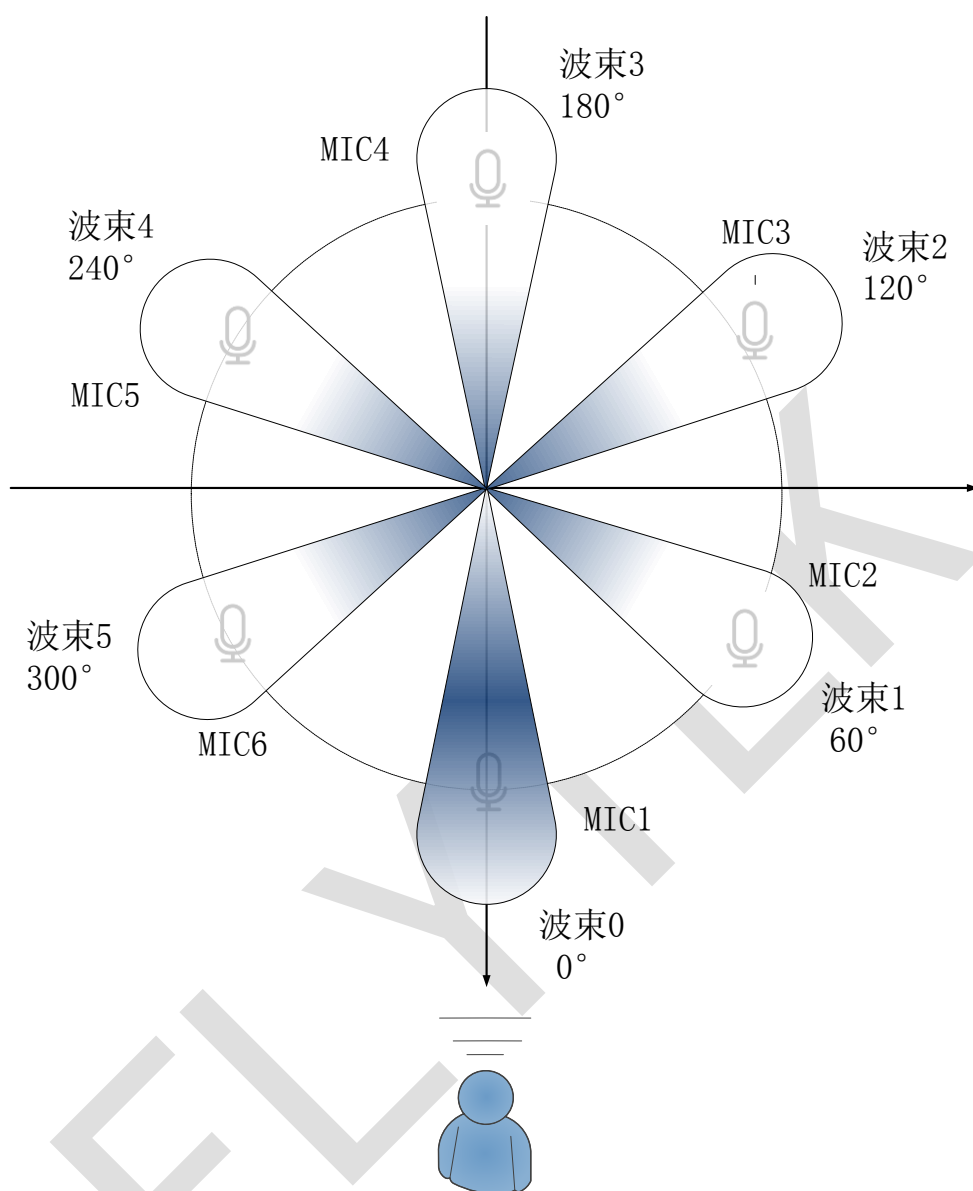


图 8 6 麦克环形阵列波束形成

## 4 功放增益设计参考

喇叭和麦克风距离**尽量远**，喇叭到麦克风的声压不超过 90 分贝（在麦克风处测得），人声音量和喇叭音量强度信噪比不低于 -25dB（人声到麦克风的声压约 65 分贝）。

建议调试步骤：

- 1) 在喇叭最大播音音量下，确保麦克录音不截幅，
- 2) 在喇叭最大播音音量时，距离麦克 3~5 米进行唤醒测试（超过 3 米人声需要适当提高），如果不能正常唤醒，则需调小功放增益，直到能正常唤醒为止。

## 5 麦克风选型参考

全向麦克风，大口径，高灵敏度。

测试条件： $V_s=2.0V$ ； $R_L=2.2k\Omega$ ； $BW=100Hz\sim 20kHz$ ； $T_a=20\pm 2^\circ C$ 。

表 1 麦克风选型参考

参数	标识	条件	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	VDD		1.0	2.0	10	V
供电电流	IDD		--	--	500	uA
指向性		全向（OmniDirectional）或指向（Unidirectional）				
灵敏度	S	94dB SPL@1kHz	-35	-33	-29	dBV/Pa
SNR		94dB SPL@1kHz	--	74	--	dBA
输出阻抗	ZOUT	@1kHz	--	--	2.2k	$\Omega$
THD+Noise	THD+N	110dB SPL@1kHz	--	--	1	%
		115dB SPL@1kHz	--	--	10	
极性		声压增加	输出电压增加			

## 6 麦克风阵列结构设计建议

### 6.1 设计总体要求

- 1) 人声能直达每个麦克，避免掩蔽效应，即产品正常使用场景下，保证声源的直达声（非反射声）到达每个麦克的机会是均等的，举例，麦克风震膜背对人的嘴巴就可能会形成掩蔽效应；
- 2) 声音到达麦克风的路径尽可能短、宽。对于紧贴面壳安装方式，如图9所示要求声孔的深度（面壳进声孔外侧到MIC进声孔外侧的距离）小于1.5mm，声孔直径尽可能大（最小2mm）；如果麦克能直接在表面最好，如图10所示；

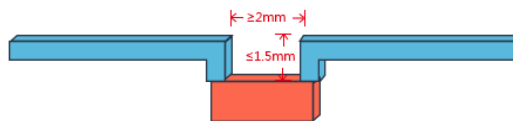


图9 麦克紧贴面壳安装基本要求



图10 麦克安装在表面

- 3) 声音路径内不要存在任何空腔，对于紧贴面壳安装方式，震膜和壳体内壁不要有缝隙，不允许出现如图11的安装方式；

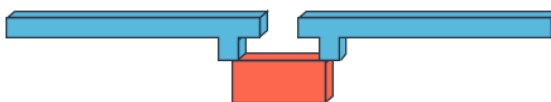


图11 震膜和壳体存在腔体（避免）

- 4) 麦克风要远离干扰或震动（喇叭震动、结构转动震动）。对于震动，一般采用硅胶套进行减震密封处理，硅胶软硬度可根据实际结构形式进行匹配验证，一般要求尽可能软；
- 5) 避免结构内声音传播，即喇叭的声音不能在结构内泄露到麦克，只能通过结构外的空气传播到麦克，建议喇叭和麦克风放在不同腔体内或选用性能好的密封材料对腔体内麦克部分进行密封；

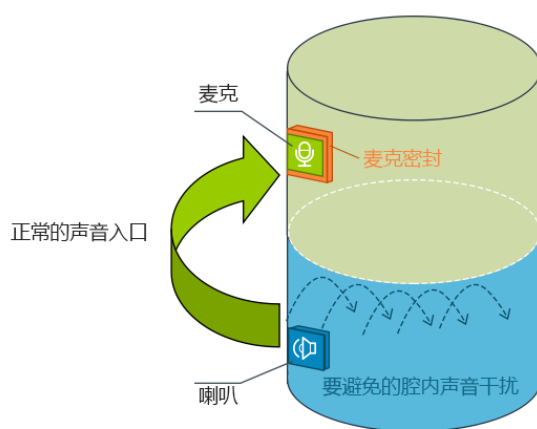


图12 避免结构内声音泄露示意图

- 6) 对于驻极体麦克风，结构设计和生产过程中要考虑对麦克风的保护，避免挤压引发的麦克风一致性损失；
- 7) 喇叭的结构设计要避免结构引发的失真，喇叭要进行减震处理，避免结构震动对麦克造成较大影响。

## 6.2 麦克风结构设计方案

根据产品结构型式和产品需求，通常麦克风阵列的结构设计有两种型式：面壳安装方式和非面壳安装方式，两种方式的结构设计要求和建议参照下述方案说明。

### 6.2.1 面壳安装方式方案

该结构方案麦克风阵列和硅胶套装配后固定于面壳上，通过面壳上的拾音孔进行录音采集。

#### a) 3D截面效果图



**图 13 面壳安装方式结构图**

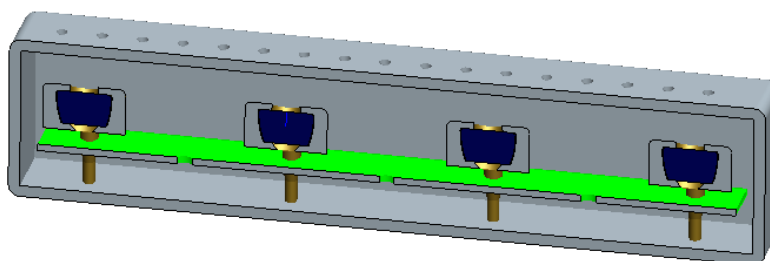
#### b) 设计说明

- (1) 麦克风固定于硅胶套内，且注意麦克风和硅胶套及硅胶套上端和面壳内表面一定不能有空腔存在（避免腔体反射对麦克风录音效果影响）；
- (2) 麦克风拾音端面 and 面壳拾音孔外表面之间距离越短越好，最长不要超过1.5mm；
- (3) 根据应用场景情况，可在麦克风表面增加防风棉（类似车载空调风直吹场景）和防尘棉等零件。

### 6.2.2 非面壳安装方式

通常该结构形式麦克风阵列固定于密封减震硅胶套内，然后整个麦克风单元固定于PCB上。

#### a) 3D效果图



**图 14 非面壳安装方式结构图**

#### b) 设计说明

- (1) 开孔尽可能多，开孔区域尽可能宽，避免掩蔽效应，即产品正常使用场景下，保证声源的直达声（非反射声）到达每个麦克的机会是均等的；
- (2) 麦克风阵列之间应保证通透性，麦克风相互之间不能有隔板等障碍物阻挡；
- (3) 麦克风单元上部（例如如图14中的上方主板外壳）和麦克风拾音端面至少留5mm的通透空间，如果是指向性麦克风，注意麦克风器件下方要留麦克风器件背面拾音孔空间和距离。