

驻极体电容式麦克风(咪头)基础知识

一、咪头的定义：

咪头是一个声-电转换器件（也可以称为换能器或传感器），是和喇叭正好相反的一个器件（电→声）。是声音设备的两个终端，咪头是输入，喇叭是输出。

咪头又名麦克风，话筒，传声器，咪胆等。

ECM（Electret Condenser Microphone）驻极体电容式麦克风的简称。

二、咪头的分类：

1、从工作原理上分：

炭精粒式

电磁式

电容式

驻极体电容式（以下介绍以驻极体式为主）

压电晶体式，压电陶瓷式

二氧化硅式等

2、从尺寸大小分,驻极体式又可分为若干种.

Φ9.7 系列产品 Φ8 系列产品 Φ6 系列产品

Φ4.5 系列产品 Φ4 系列产品 Φ3 系列产品

每个系列中又有不同的高度

3、从咪头的方向性，可分为全向（无向），单向，双向（又称为消噪式）

4、从极化方式上分，振膜式,背极式,前极式

从结构上分又可以分为栅极点焊式,栅极压接式,极环连接式等

5、从对外连接方式分

普通焊点式：L 型

带 PIN 脚式：P 型

同心圆式：S/A 型

三、驻极体传声器的结构

以全向 MIC,振膜式极环连接式为例

1、防尘网：

保护咪头，防止灰尘落到振膜上，防止外部物体刺破振膜，还有短时间的防水作用。

2、外壳：

整个咪头的支撑件，其它件封装在外壳之中，是传声器的接地点，还可以起到电磁屏蔽的作用。

3、振膜：是一个声-电转换的主要零件，是一个绷紧的特氟珑塑料薄膜（聚氯乙烯）粘在一个金属薄圆环上，薄膜与金属环接触的一面镀有一层很薄的金属层，薄膜可以充有电荷，也是组成一个可变电容的一个电极板，而且是可以振动的极板。

杜邦膜：FEP, PTFE, PFA, PET 等，FEP 是美国杜邦公司生产的一种特氟珑薄膜叫聚全氯乙烯，在驻极体传声器方面，主要用于电荷的存贮，因为内部有很多的势阱。

PPS 膜：是一种不能存贮电荷的薄膜叫聚苯硫醚，在驻极体传声器方面，主要用于背极式和前极式的振动膜片。

4、垫片：

支撑电容两极板之间的距离，留有间隙，为振膜振动提供一个空间，从而改变电容量。

5、背极板：

电容的另一个电极，并且连接到了 FET（场效应管）的 G（栅）极上。

6、铜环：

连接极板与 FET（场效应管）的 G（栅）极，并且起到支撑作用。

7、腔体：

固定极板和极环，从而防止极板和极环对外壳短路（FET（场效应管）的S（源极），G（栅）极短路）。

8、PCB 组件：

装有 FET，电容等器件，同时也起到固定其它件的作用。

9、PIN：有的传声器在 PCB 上带有 PIN（脚），可以通过 PIN 与其他 PCB 焊接在一起，起连接另外前极式，背极式在结构上也略有不同。

四、咪头的电原理图：

FET(场效应管)MIC 的主要器件，起到阻抗变换或放大的作用，

五、C₁是一个可以通过膜片震动而改变电容量的电容，声电转换的主要部件。

麦克风如何消除 2G 通话干扰？ 2G 的干扰主要是 217Hz 的干扰，增加 33pf 和 15pf 的电容进行滤波，33pf 的电容对 GSM900

C₁,C₂ 是为了防止射频干扰而设置的，可以分别对两个射频频段的干扰起到抑制作用。

RL:负载电阻，它的大小决定灵敏度的高低。

VS:工作电压，MIC 提供工作电压

:CO:隔直电容，信号输出端.

五、驻极体咪头的工作原理：

由静电学可知，对于平行板电容器，有如下的关系式： $C = \epsilon \cdot S/L$ ①即电容的容量与介质的介电常数成正比，与两个极板的面积成正比，与两个极板之间的距离成反比。

另外，当一个电容器充有 Q 量的电荷，那么电容器两个极板要形成一定的电压，有如下关系式： $C = Q/V$

②

对于一个驻极体咪头，内部存在一个由振膜，垫片和极板组成的电容器，因为膜片上充有电荷，并且是一个塑料膜，因此当膜片受到声压强的作用，膜片要产生振动，从而改变了膜片与极板之间的距离，从而改变了电容器两个极板之间的距离，产生了一个 Δd 的变化，因此由公式①可知，必然要产生一个 ΔC 的变化，由公式②又知，由于 ΔC 的变化，充电电荷又是固定不变的，因此必然产生一个 ΔV 的变化。

这样初步完成了一个由声信号到电信号的转换。

由于这个信号非常微弱，内阻非常高，不能直接使用，因此还要进行阻抗变换和放大。

FET 场效应管是一个电压控制元件，漏极的输出电流受源极与栅极电压的控制。

由于电容器的两个极是接到 FET 的 S 极和 G 极的，因此相当于 FET 的 S 极与 G 极之间加了一个 Δv 的变化量，FET 的漏极电流 I 就产生一个 ΔI_D 的变化量，因此这个电流的变化量就在电阻 RL 上产生一个 ΔV_D 的变化量，这个电压的变化量就可以通过电容 C₀ 输出，这个电压的变化量是由声压引起的，因此整个咪头就完成了声电的转换过程。

六、咪头的主要技术指标：

咪头的测试条件;MIC 的使用应规定其工作电压和负载电阻,不同的使用条件,其灵敏度的大小有很大的影响
电压 电阻

1、消耗电流：即咪头的工作电流

主要是 FET 在 VSG=0 时的电流，根据 FET 的分档，可以做成不同工作电流的传声器。但是对于工作电压低、负载电阻大的情况下，对于工作电流就有严格的要求，由电原理图可知

$$V_S = V_{SD} + I_D \times R_L \quad I_D = (V_S - V_{SD}) / R_L$$

式中 I_D FET 在 VSG 等于零时的电流

R_L 为负载电阻

V_{SD},即 FET 的 S 与 D 之间的电压降

V_S 为标准工作电压

总的要求 100μA < I_{DS} < 500μA

2、灵敏度：单位声压强下所能产生电压大小的能力。

单位：V/Pa 或 dBV/Pa 有的公司使用是 dBV/μBar

-40 dBV/Pa=-60dBV/ μ Bar

0 dBV/Pa=1V/Pa

声压强 Pa=1N/m²

3、输出阻抗：基本相当于负载电阻 RL(1-70%)之间。

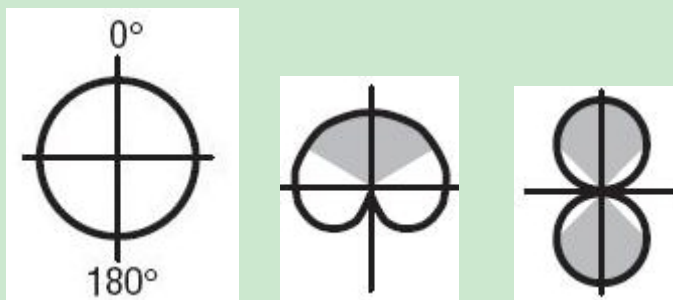
4、方向性及频响特性曲线：

a、全向（无向型）：MIC 的灵敏度是在相同的距离下在任何方向上相等，全向 MIC 的结构是 PCB 上全部密封,因此,声压只有从 MIC 的音孔进入，因此是属于压强型传声器。

频率特性图：

b、单向（心形、超心形、强心形）单向 MIC 具有方向性，如果 MIC 的音孔正对声源时为 0 度，那么在 0 度时灵敏度最高，180 度时灵敏度最低，在全方位上呈心型图，单向 MIC 的结构与全向 MIC 不同，它是在 PCB 上开有一些孔，声音可以从音孔和 PCB 的开孔进入，而且 MIC 的内部还装有吸音材料，因此是介于压强和压差之间的 MIC。

c、双向 消噪型：是属于压差式 MIC，它与单向 MIC 不同之处在于内部没有吸音材料，它的方向型图是一个 8 字型



频率特性：

5、频率范围：

全向： 50~12000Hz 20~16000Hz

单向： 100~12000Hz 100~16000Hz

消噪： 100~10000Hz

6、最大声压级：是指 MIC 的失真在 3%时的声压级,声压级定义:20 μ pa=0dB SPL

MaxSPL 为 115dB SPL A 为 A 计权

7、S/N 信噪比：即 MIC 的灵敏度与在相同条件下传声器本身的噪声之比，详见产品手册，噪声主要是 FET 本身的噪声。

七：MIC 的测试方法

手动测试仪表----HY 系列驻极体传声器测试仪

自动测试仪器----QY-A 系列（南京千越自动化设备有限公司自主研发）驻极体传声器测试仪

1.电流的测试:由测试仪上直接读取电流值(μ A)

2.灵敏度的测试:首先用标准话筒校准测试仪的声压级为94dB,然后把待测 MIC 放到已校准的声腔口上，用测试表笔测试 MIC 的两个极(注意两个表笔的方向)，注意 MIC 的工作电压和负载电阻，可以从测试仪上直接读取70HZ 和1KHZ 的灵敏度.

3.方向性测试:要在消声室内进行，B&K2012测试仪，B&K 旋转台测试。

4.频响曲线的测试:要在消声室内进行，B&K2012测试仪，B&K 旋转台测试。

5.S/N 的测试，首先测试 MIC 的灵敏度，然后在相同的条件下在消声室内测试 MIC 的噪声，注意最好使用干电池，

以减少因使用其它电源引起的测试误差，然后计算： $S/N = \text{灵敏度电平} / \text{噪声电平}$ ，再用对数表示。

6.最大声压级的测试,在消声室内,用 B&K2012测试仪测试,逐渐加大声压级,并观察失真值,当失真值等于3%时,这时候的声压级就是最大声压级,记做 MAXSPL。应大于115 dBSPLA

7.输出阻抗的测试方法

将声压加到传声器上,测量其开路输出电压,然后保持声压不变,在传声器的输出端并联一个电阻箱,调整其阻值,使输出电压为开路电压的一半,此时电阻箱的阻值即为传声器的输出阻值模值。

八、关于 MIC 在手机的应用

手机作为语言信息传递是手机功能的一部份,对于语言信息而言,MIC 是一个重要的部件,是语言信息的输入端。

(一)、结构要求方面的

1.MIC 与手机的安装结构相匹配,应根据手机对 MIC 的预留尺寸选择 MIC, (或根据 MIC 的系列尺寸设计手机外壳及 PCB)。

2.手机的外壳的开孔一般可以在 $\varnothing 0.8\text{--}\varnothing 1$ 之间,开孔过大,不美观,开孔过小,会影响 MIC 的灵敏度。MIC 在手机外壳应装到底,之间不应留有间距,因为留有间距相当于在 MIC 底部与外壳之间形成一个空腔,会对声音的某一些频率产生共振,从而改变了 MIC 的频响特性。

3.在手机或座机上使用 MIC 时,还要防止喇叭与 MIC 之间通过空间,内部或外壳产生回授自激啸叫,适当选择 MIC 的灵敏度和调节喇叭的音量可以消除空间回授.在喇叭和 MIC 与外壳接触面上加减振材料,可以消除通过机壳回授,手机内部割断音频的通道,防止声音从喇叭通过手机内部的音频通道回收到 MIC。

关于手机在使用状态下啸叫的原因:总的来说是一种闭环的自激现象,也就是说在手机使用时,从喇叭发出的信号经过一定的衰减之后翻过来又送回到 MIC,当回授的信号大于原先送入的信号时,这时音频回路的总的增益大于1时,就产生了啸叫,形成啸叫的途径大约又三种

(1) 喇叭发出的声音经过空间从机壳的外面回授到 MIC

(2) 喇叭发出的声音经过机壳的内部的音频通道或空间回授到 MIC

(3) 另一个途径是因为喇叭和 MIC 是装在同一个机壳上的,如果喇叭或 MIC 的减震效果不好的话,那么喇叭的振动,通过机壳传到 MIC。

另外 MIC 的前端如果有空腔的话,会对某一高频产生共振,从而产生高频啸叫。

解决的途径:

(1) 减少喇叭与 MIC 之间的耦合,在允许的范围内,尽量的减少喇叭的输出,减小 MIC 灵敏度,从而减少耦合

(2) 在手机内部尽可能的切断声音的通路,尽可能的把喇叭与 MIC 进行隔离。

(3) 喇叭与机壳的固定尽量加减振垫,以防引起机壳的振动

(4) MIC 的前端尽可能的不要留有空间,以防高频自激

4.MIC 与手机的连接。

手机与 MIC 的连接方式比较多,有直接焊接式:MIC 与手机直接焊接式,如 P 型 MIC 的 PIN 直接焊在 PCB 上.但要注意焊接时间和温度,容易通过焊接使 MIC 损坏或性能改变,不便于维修更换 MIC。目前较少使用.压接式:MIC 与手机的 PCB 通过导电橡胶或弹性金属簧片或弹性金属圆柱连接。例如 S 型 MIC 的连接各种胶套.使用组装方便,维修方便,但是价格较高(因为胶套较贵),有时会出现个别接触不良现象,使用较多。

导线连接式:

用导线或 FPC 连接 MIC 和 PCB,例如 L 型 MIC 通过导线或 FPC 连接到手机的 PCB 上,使用方便焊接对 MIC 无影响,价格合适接触良好,目前使用较多。

(二)、电气方面的要求

5.MIC 在手机上的使用条件应与 MIC 的灵敏度测试条件相一致,其中包括工作电压,负载电阻.另外在以下情况下还要对 MIC 的工作电流进行限定,例如有的手机给 MIC 的供电电压比较低,(1V),而负载电阻又比较大(2.2K),这是因为

6.话音频率:通常话音的频率是在300HZ-3KHZ 之间,通常手机对话音要求在300HZ 以下和3KHZ 以上迅速衰减,MIC 本身的频响是很宽的,例如从50HZ-15KHZ,可见全向 MIC 频响曲线,因此 MIC 本身无法完成这种衰减,这样选频功能必须由手机本身来完成(带通滤波器),只有正确的调试设置滤波参数.才能达到要求.

7.关于 MIC 在手机中的抗干扰(EMC)问题:

(1) 当手机处于发射状态下,整个手机是处于手机发射的强电磁场内,因此除了手机本身的防电磁干扰之外,对于 MIC 也提出了抗电磁干扰的问题.

通常措施:

- 1)使用金属铝外壳起屏蔽作用.
- 2)PCB 设计尽量加大接地面积,如同心圆式 MIC,或 P 型 MIC.
- 3)音孔由一个大孔改为多个小孔,
- 4)选用抗干扰性能好的器件,如 FET
- 5)减少外壳与 PCB 的封边电阻,提高抗干扰能力.

设计上

1)采用在 S-D 之间并接电容的办法,根据频率的不同并接不同的电容.通常对手机使用10P,33P 两个电容.分别针对 GSM 手机的两个频段,即900MHZ,1800MHZ

- 2)必要时可以在 S-G 之间并一个小的电容,提高抗干扰能力.

3)有时也可以利用 RC 滤波器设计

(2) 当 MIC 在用交流电源供电时, MIC 还必须抗工频干扰, 同样采用加强电磁屏蔽的方法来消除工频干扰

(3) MIC 还必须承受静电的干扰, 在 $\pm 10\text{kV}$, $\pm 12\text{kV}$ 静电放电各10次, MIC 能正常工作, 为了提到抗静电能力,必要时可以在 FET 的 G..D 之间加一小的电容,对 G.D 之间的静电起到泻放作用,在使用时,也可以在整机的 PCB 电路上,MIC 的输出端加一个稳压二极管,或是压敏电阻,起到对静电形成的浪涌电流的泻放作用,另外 MIC 的外壳应接地,可以起到对静电的屏蔽作用。

8.手机的音频 FTA 七项测试(AUDIO 测试)

(1)本音频测试遵循的规范为 GSM11.10

(2)测试表

TEST ID	DESCRIPTION
30.1	发送灵敏度、频率响应:Sending sensitivity / Frequency Response.
30.2	发送响度评定值:Sending loudness srating (SLR).
30.3	接受灵敏度、频率响应:Receiving sensitivity /Frequency Response.
30.4	接受响度评定值:Receiving loudness srating (RLR).
30.5.1	侧音掩蔽评定值:Sidetong masking rating
30.6.2	稳定度储备:Stability margin
30.7.1	发送失真:Sending Distortion.

(3)测试结果判定

发送灵敏度、频率响应:Sending sensitivity / Frequency Response。

发送频率响应曲线在模板内

发送失真:Sending Distortion. 在发送失真线之上

发送响度评定值:Sending loudness srating(SLR). SLR=8+/-3dB

接受灵敏度、频率响应:Receiving sensitivity /Frequency Response.

接受响度评定值:Receiving loudness srating (RLR).

侧音掩蔽评定值:Sidetong masking rating STMR= 13+/-5dB

稳定度储备:Stability margin 把手机打开, 面朝下放置在硬的水平面上, 测试过程中没有发现抖动信号的发生, 通过此项测试

(4)其中有五项与 MIC 有关

SLR 与 MIC 的灵敏度有关, 音频放大器有关,手机调制特性有关

Sending sensitivity/ Frequency Response 与 MIC 的灵敏度, 频响有关, 手机的滤波器有关, 加重特性有关, A/D 转换器有关。

Sending Distortion 与 MIC 的噪音有关, 放大器的噪声有关, 调制噪声有关, A/D 转换器有关, 还与 MIC 和整个系统的射频干扰能力有关。

Sidetong masking rating 与手机的 MIC, 放大器, 喇叭有关

Stability margin 与手机的接受和发射的稳定性有关

九、不同指向类型的 MIC 使用要求;

1. 全向 MIC 的使用: 使用在声源与 MIC 之间无固定方向的情况下, 要求 MIC 在各个方向上所接受的灵敏度都相同的情况下, 这时只要在 MIC 的音孔前外壳上开一个孔就可以了. 例如电话手柄, 手机, 免提耳机等等.

2. 单向 MIC 的使用: : 使用在声源与 MIC 之间有固定方向的情况下, 要求 MIC 在各个方向上所接受的灵敏度不相同的情况下, 声源与 MIC 之间的夹角为 0° 时 MIC 的灵敏度最高, 180° 时最低, 这时必须在 MIC 的音孔前后, 外壳上各开一个孔就可以了. 例如车载电话, 等等.

3. 消噪 MIC 的使用: 使用在声源与 MIC 之间有固定方向的情况下, 要求 MIC 在各个方向上所接受的灵敏度不相同的情况下, 声源与 MIC 之间的夹角为 0° 和 180° 时 MIC 的灵敏度最高, 90° 和 270° 时最低, 这时必须在 MIC 的音孔前后, 外壳上各开一个孔就可以了. 例如车载电话, 等等.

4. 在其它条件相同的情况下全向 MIC 的灵敏度最高, 单向 MIC 的灵敏度较低, 大约比全向 MIC 低大约 $6\text{--}8\text{dB}$, 而消噪 MIC 的灵敏度最低, 大约比全向 MIC 低大约 $10\text{--}12\text{dB}$ 左右.

十、MIC 的连接使用注意事项

1. MIC 的焊接, 对于 L 型和 P 型 MIC 的焊接, 因为 MIC 的体积小, 而且它的关键零件是塑料薄膜, 耐热能力较差, 因此在焊接时要特别的小心, 最好在可能的情况下加散热器, 详见产品规格书. 建议电烙铁温度为 $\Phi 9.7$ 的 $320\pm 10^{\circ}\text{C}$, $\Phi 6$ 的 $300\pm 10^{\circ}\text{C}$, 每个焊接时间不大于 2 秒。

2. 关于 S 型 MIC 与导电胶套的连接, 因为 MIC 与 PCB 连接是通过导电胶套连接的, 它们就有一个压力, 接触电阻, 和胶套压缩量之间的关系, 详见下图, 胶套的压缩量大约在 $0.2\sim 0.3$ 毫米之间, 这时 MIC 的压力大约是 $5\sim 8\text{N}$, 接触电阻应小于 0.1Ω , 所以在结构设计是应注意到这一点。

3. MIC 在使用设计时要注意 MIC 的极性, 电源的正极接 MIC 的 D, 电源的地接 MIC 的 S 极。

4. 在设计 PCB 时, MIC 的输出与下一级之间的接线越短越好, 信号线最好与一根地线并行. 如果可能的话音频信号线的两边最好有两根地线与之平行的走线。

十一、关于传声器的发展方向

- 1.小型化 微型化 主要为一些小型设备用,目前我司最小的 MIC $\phi 4 \times 1.1$ 的 MIC, $\phi 3 \times 1.1$ 的 MIC,
- 2.低噪声型, 主要为一些要求低噪声的设备使用,如助听器及低噪声要求的
- 3.低功耗型, 要求工作电流 $< 50\mu A$ 的,主要为电池供电的设备使用
- 4.高灵敏度的, 带有 IC 放大功能的(大约增益15dB)
- 5.数字化, 传声器内部带有 A/D 转换功能的数字化输出。
- 6.能耐回流焊的 MIC, 因为 MIC 的内部的关键部件是一个塑料薄膜。
- 7.它不能耐高温,因此现在的 MIC 都不能耐波峰焊和回流焊,选用特殊的材料研制能耐回流焊的 MIC, 将进一步扩大驻极体 MIC 的应用范围。
- 8.二氧化硅 MIC, 是另一类型的 MIC, 它与传统的 MIC 完全不同, 它是由半导体技术制作的, 它不但可以耐波峰焊和回流焊,而且热稳定性很好, 是很有发展前途的一种产品, 但目前价格较高。

七、辅料

干燥剂: (防潮)

- 1.白色粉末状的干燥剂成分是生石灰 CaO , 吸收了水分后, 部分变成了熟石灰 $Ca(OH)_2$, 当然就不纯了。
- 2.玻璃珠状的干燥剂成分是硅胶
分子式: $mSiO_2 \cdot nH_2O$