



话筒大学教程



话筒基础知识

正确选用话筒

在买话筒之前，有必要先明确它能完成你想让它做的工作。这意味着你必须明晰话筒是被设计成应用于何种场合。

没有那只话筒可以满足所有的应用。不同的拾音指向，最大声压级承受能力，本底噪音都是在选择过程中需要考虑的因素。每只话筒都有自己的主要应用场合，有时可以在相关的应用中被选择。

主要用于录音棚，家庭录音，现场录音或大概都可以使用？这意味着用于特殊的乐器，声源或多用途？需要可以固定在支架上，还是头戴，或手持？

你的预算有限吗？但追求品质永远都需要付出。你可以在不需要的功能上节省开支，但对大多数人来说保证品质是他们所必须的。

现场拾音 vs. 录音棚拾音

这两种环境的主要不同不是声源，而是周围的环境。

录音棚是相对可以控制的环境，如果对录音效果不满意，可以再录制一次。所以你对录制结果的期望会非常高。就是没有上限的清晰，高解析度，低噪音。

为了对糟糕声学环境进行补偿，或在多乐器拾音的时候想要获得较好的通道隔离度，指向性对于解析度和噪音非常重要。

现场拾音主要的问题是大量的，并且大声的声源。扩声音箱和返送音箱可能会发生回授，或者乐手的音箱声音大于人声或那些你想拾取的小声乐器。

现在拾音话筒一个主要的目标是分离度，其次是良好的轴外响应音色（从话筒侧面和尾部拾取的声音）

如果返送音箱和乐器音箱的音量在舞台上可以控制的比较小，也许可以使用较少的单指向话筒获得良好的透明度和清晰度。

话筒测试

不要单独测试某一只话筒。只要通过对比，你可以很容易听出两只话筒的不同。

人对声学特性的记忆一般只有几秒钟。你不可能记得上周测试的某款话筒的具体特性，必须要进行 A/B 对比切换。可以用你的熟悉的话筒，与想要买的话筒做对比。

对比它们轴内响应的音色

对于录音棚话筒，可以尝试两种不同的距离：30 厘米，这是录制人声的常用距离；3 厘米距离拾取大声压级音源，检测话筒的动态范围。如果是单指向话筒，这个测试可以帮助检查近讲效应和喷麦噪音。

对于话筒测试，使用有挑战性的声源非常必要。试着测试钢琴大量键位同时按下的声音，这种叮当嘈杂的声音具有非常复杂的高频，非常难重现。优质的话筒可以很好的重现，品质不好的话筒拾取的声音像是碎纸。

测试现场话筒，应该在现场环境中进行，放在 PA 音箱前面，指向舞台的方向。话筒的摆放和正常情况一致。通常非常接近声源，测试同时使用多只话筒。

在现场扩声应用，反馈前增益非常重要。所以测试对话筒加很大的增益，看看那只话筒首先发生啸叫。

比较它们轴外响应的音色

对于单指向话筒，你需要检查轴外指向对声音的抑制。有多强的抑制，对于音质非常重要。对于现场拾音，一般需要尽可能强的轴外抑制。你只希望听到声源本身。但过强的轴外抑制会带来非常不自然的声音。

动圈话筒 vs. 电容话筒

动圈话筒，价格相对便宜，他的原理与动圈式扬声器正好相反（你也可以将扬声器当动圈话筒使用，但不要尝试将动圈话筒当作扬声器使用）。当声波使金属膜片振动时，连接在膜片上的线圈（叫做音圈）随着一起振动，音圈在永久磁铁的磁场里振动，其中就产生感应电流（电信号）。

动圈话筒的构造非常简单，这使得它们坚固结实，价格便宜，并且不需要额外的电源来供电。粗犷的结构也使得动圈话筒的解析度不高。很多时候被用在现场扩声，特别是人声，鼓组和乐器音箱的拾取。

单指向话筒 vs. 全指向话筒

这篇文章向大家讲述单指向与全指向的不同，让大家对话筒摆位的概念更加清晰，澄清 PA 领域对全指向话筒的偏见。

串音

很多音频工程师害怕在多话筒拾取多声源的情况下使用全指向话筒。“串音”经常会成为这时的口头语，他们甚至不会尝试其他话筒而习惯性的选择单指向话筒。心型话筒也许是正确的选择，但全指向话筒常常会有更好的表现，因为它有很好的声音品质，较低的操作噪音、风声、喷口和较少的近讲效应。

此外，DPA 的全指向话筒的“串音”听起来非常自然。串音只有在让声音变差的情况下才成为问题。如果从话筒拾取的串音听起来很自然，那么会给录音增加自然的堂音。DPA 的话筒，无论是单指向还是全指向，在它们的拾音轴线之外都有

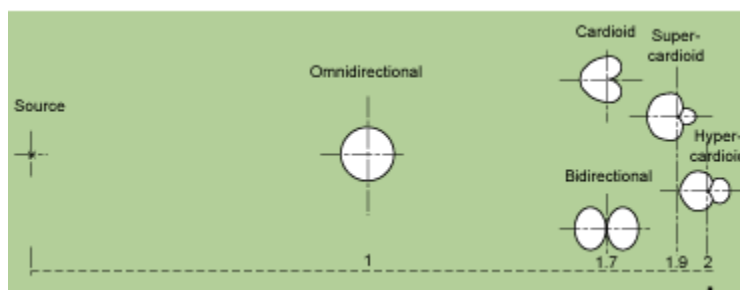
非常平滑和自然的频率响应。这些话筒不仅在拾音轴线区域音质好，在拾音轴线之外音质也很好。

通道隔离度

如果你选择全指向话筒，通道隔离度将低于单指向话筒，因为全指向话筒拾取来自所有方向的声音。因此，如果通道隔离度是录音的首选要素，那么全指向话筒所呈现的直接声和间接声的比例将会不合适。

如果选择全指向话筒，因为它没有单指向话筒的近讲效应，所以我们应该尽可能的将话筒靠近声源。在一个自然声场进行录音，串音是无法完全避免的。少量的串音会给乐器录音带来漂亮的“空气”感。

按照常规，如果我们将心型话筒放在离声源 17 厘米的位置，它所拾取的直接声与间接声的比例与全指向话筒 10 厘米的位置一样。



不同种类的话筒，拾音距离与获得相等直接声与反射声平衡度的关系。

增益-反馈比

在现场扩声领域使用全指向话筒需要好设备和有经验的音响工程师。

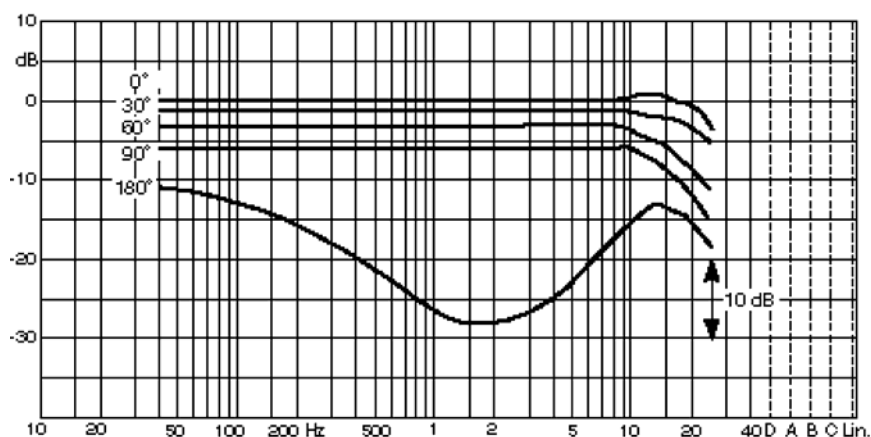
一般来说，用全指向话筒后，音响系统的增益反馈比可能会降低，不过声反馈前增益受很多因素的影响。

单指向与全指向的声反馈特点也不一样。单指向话筒的啸叫在高频上，而多数全指向话筒的反馈在较低的中频或低频上。反馈形成的方式也不同，单指向话筒啸叫往往在意想不到的情况下突然出现，全指向话筒的啸叫来得缓慢，经常是从低频的轰鸣声开始。在舞台上使用全指向可以带来一些特殊的好处，让你有可能去调整整个舞台增益保持恒定的增益-反馈比。让演员可以在舞台上随处走动，而不会突然进入一个反馈区域。

离轴声染色

心型话筒是最常用的单指向话筒，心型指向意味着在话筒正面 130 度的范围属于它的拾音角。话筒背面有最大 30dB 的声隔离度，根据频率的不同会不一样。换句话说，心型话筒在拾音角度内具有非常平滑的频率曲线，但拾音角之外就不是这样。事实上，一些单指向话筒的拾音角之外的频率响应缺陷明显。这意味着从话筒侧面和背面拾取的声音或多或少存在声染色，术语称为“幕布效应”。

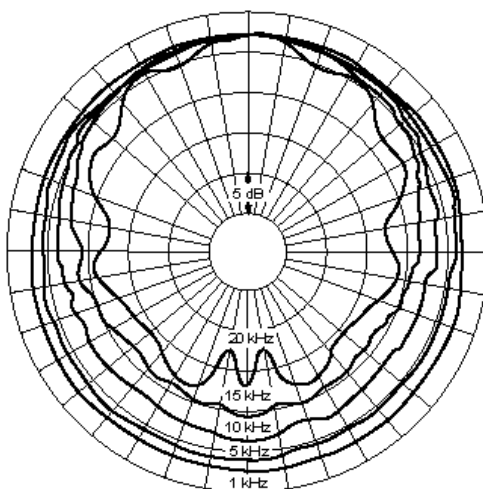
尽管从侧面和后面拾取的信号有所减弱，但还是会让录音变得浑浊，不真实。请确认你用的单指向话筒具有平滑的非拾音轴向频率响应。DPA 心型话筒会用最干净和最真实的方式很好的处理这个情况。



举例：DPA 4011/12/21/22/23 的轴向和离轴响应

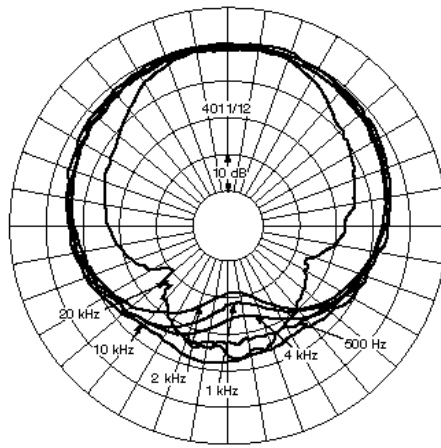
极性图

全指向话筒对 360 度的方向具有相同的灵敏度，但频率越高，指向性越明显。振膜越小，全指向性更强。



举例：DPA 4007 全指向电容话筒极性图

单指向性话筒有几种，例如心型，超心型，强指向，它们的不同之处在于对侧面和后面的声隔离度。



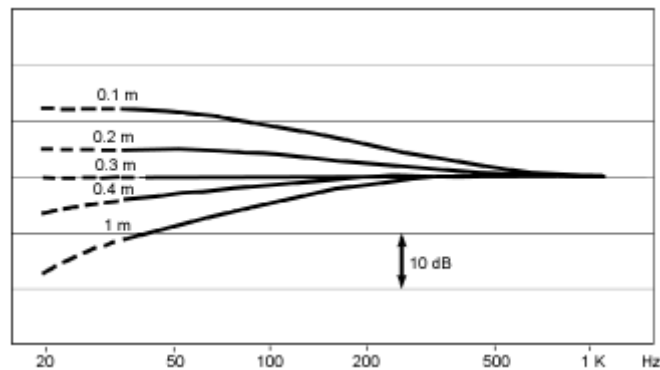
举例：DPA 4011 心型指向话筒极性图

设计

全指向话筒（压力型传感器）在工作原理上比单指向话筒（压力梯度传感器）具有更简单的极头结构。简单化导致了声音更干净、更大动态和更平直的频响。

近讲效应

我们可以通过近距离拾音来增加通道隔离度，这样做的目的往往是为了防止“串音”。然而，当我们选择心型话筒用在这种场合的时候，会遇到一种损害音质的近讲效应；当话筒靠近声源，低频提升。串音减少了，低频的轰隆声增加了。当你将单指向话筒靠近乐器，音色的中频和高频受到影响，不得不用均衡来调整音色的平衡。



4011 心型电容话筒的近讲效应

低频响应

大多数全指向话筒具有极好的低频响应，而且在 30 厘米的距离内失真度低于单指向话筒。在听音测试中，这个特点被描述为“低频丰满，温暖”。如果换成单指向话筒，可能需要用均衡器来弥补低频的损失。

风和噗噗噪音

气流，喷口和手持噪音也是使用单指向话筒需要考虑的问题。单指向话筒对这些噪音敏感度大于全指向话筒，由于振膜的原因，单指向话筒对这些比较灵敏。

单指向 vs. 全指向：

Polar pattern	Omnidirectional	Directional
Gain to feedback ratio	Lower	Higher
Feedback build-up	Slow	Fast
Off-axis colouration	Smooth and even	Typically less smooth
Proximity effect	No	Yes
Sensitivity to wind, handling & pop-noises	Low	Higher
Distortion	Low	Higher
Channel separation	Near field: Good Diffuse field: Less precise	Near field: Good Diffuse field: Good

失真度

失真度也是在全指向与单指向之间做出选择的因素。单指向的失真度要比全指向明显，这在大声压近距离拾音的时候非常重要。他们之间的失真度是明显的，你可以比较一下话筒参数表中两者 THD 之间的区别。如果要用单指向话筒，一定要选择低失真，高 headroom 的型号。

结论

通过上面的叙述，我们可以对近距离拾音话筒的选择做出一个结论，请认真考虑首选全指向话筒。我们强烈建议总是先试试全指向话筒，养成习惯。它声音自然，可以承受极高的声压级，没有近讲效应，对风和喷口都不灵敏。

大振膜全指向话筒 vs. 小振膜全指向话筒

在你选择大振膜话筒与小振膜话筒之前，一定要了解两者特性上的不同。话筒特性之间的比较与音箱不一样。

通过下面的表，你可以直观的看到大振膜与小振膜话筒之间的不同

大振膜 vs. 小振膜：表 1

	Small Diaphragm	Large Diaphragm
Self Noise	Higher	Lower
Sensitivity	Low	High
SPL Handling capability	High	Lower
Frequency Range	Wide	Narrower
Influence on sound field	Small	Large
Dynamic Range	Higher	Lower

本底噪音

大振膜话筒的本底噪音比小振膜低。因为小振膜话筒的振膜面积小，这导致振膜表明坚硬，空气分子冲击振膜后会产生很多能量。是否可以录制极高声压级信号，是由振膜的灵敏度和面积决定的。

大振膜 vs. 小振膜：表 2

Diaphragm Size	Small 4004 (Ø12mm)	Medium 4003 (Ø16mm)	Large 4041-S (Ø24mm)
Self Noise	Higher 24 dB (A)	Lower 15 dB (A)	Lowest 7 dB (A)

灵敏度

大而易于振动的振膜具有高灵敏度，反过来，小而坚硬的振膜灵敏度低。大振膜膜片容易运动，即使是比较低的声压级，也可以输出高电平。

大振膜 vs. 小振膜：表 3

Diaphragm Size	Small 4004 (Ø12mm)	Medium 4003 (Ø16mm)	Large 4041-S (Ø24mm)
Sensitivity	Low 10 mV/Pa	High 40 mV/Pa	Highest 90 mV/Pa

SPL 承受能力：

电容话筒 SPL 承受能力被下面两个因素限制：

1. 话筒头，振膜与背板之间的距离和振膜的刚性硬度，一起决定了产生严重失真前振膜的运动范围。
2. 话筒前置放大器的电源供应限制了话筒失真前的信号处理能力。

大振膜 vs. 小振膜：表 4

Diaphragm Size	Small 4004 (Ø12mm)	Medium 4003 (Ø16mm)	Large 4041-S (Ø24mm)
1% THD @	148 dB	135 dB	126 dB
Clipping level	168 dB	154 dB	144 dB
SPL Handling	High	Lower	Lowest

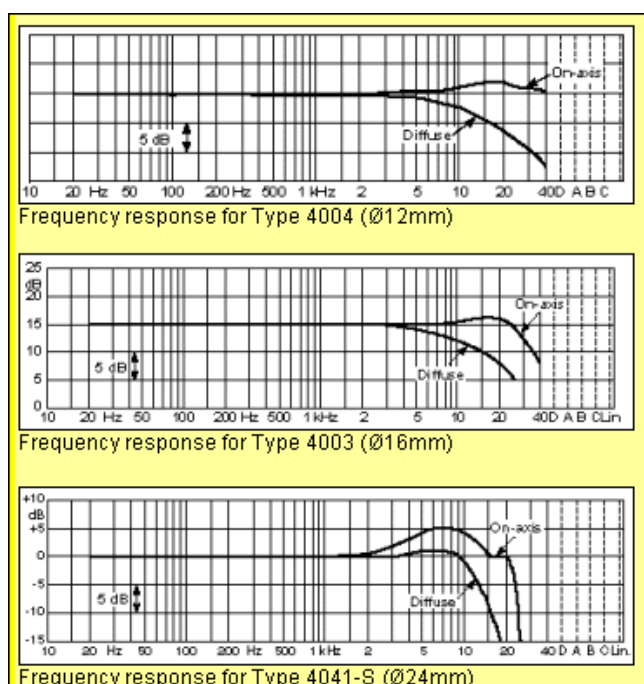
频率响应

全指向话筒可以感应声压的细微变化，大振膜和小振膜都是如此，理论上，拾取低频的能力与其他频率一样。它的下限频率由小排气孔来设置，这个小孔用来防止由于环境气压变化时引起的振膜移位。根据排气孔的尺寸（例如直径，长度），它起到了声学低通滤波器的作用。上限频率由受几个因素影响，这些都和振膜的尺寸有关。

1. 大振膜倾向于分散，不会真像活塞那样运动。这一现象和扬声器技术相似，这与扬声器用不同尺寸的单元重放不同的频率是一个道理。
2. 振膜的重量会衰减振膜的高频位移。
3. 话筒罩边缘的衍射将限制极高频的拾取能力。

结论是大振膜话筒的频率范围比小振膜窄。下面的这个图形显示了频率响应之间的不同。

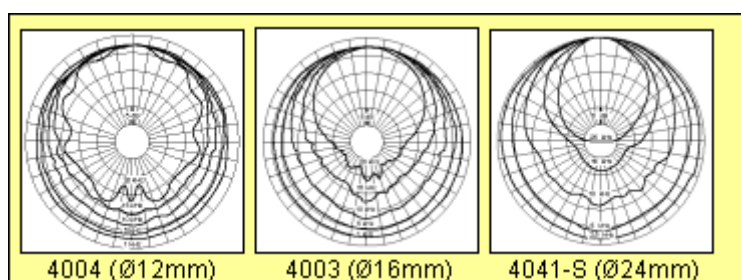
大振膜 vs. 小振膜：表 5



方向性特征

当话筒摆在声场中，话筒本身也会影响声音。这是由于话筒的各种因素产生的一种声学现象，原因包括话筒头的尺寸，如何摆位，话筒包含放大器的形状和尺寸，连接头和保护格栅的设计。所有平头全指向话筒的方向性会随频率升高而增加。话筒前方的高频声波会被振膜表面反射，产生了声音输入与输出间的声压。这个现象会在声音波长相当于或小于振膜直径时产生。振膜尺寸和方向性的关系显示入下图。

大振膜 vs. 小振膜：表 6



总的来说，主要反映在高频。大振膜话筒高频的指向性强，小振膜话筒高频指向性弱。

动态范围

小振膜话筒的动态范围通常比大振膜话筒大。

大振膜 vs. 小振膜：表 7

Diaphragm Size	Small 4004 (Ø12mm)	Medium 4003 (Ø16mm)	Large 4041-S (Ø24mm)
1% THD @	148 dB	135 dB	126 dB
Self Noise	24 dB (A)	15 dB (A)	7 dB (A)
Dynamic Range	Higher 124dB	Lower 120dB	Lowest 119dB

结论

不同的振膜尺寸各有优劣，通过下面的表格，我们比较了小振膜，中型振膜，大振膜话筒的多项技术特性。

大振膜 vs. 小振膜：表 8

Diaphragm Size	Small 4004 (Ø12mm)	Medium 4003 (Ø16mm)	Large 4041-S (Ø24mm)
Self Noise	Higher 24 dB (A)	Lower 15 dB (A)	Lowest 7 dB (A)
Sensitivity	Low 10 mV/Pa	High 40 mV/Pa	Highest 90 mV/Pa
SPL Handling 1% THD @ Max SPL	High 148 dB SPL 168 dB SPL	Lower 135 dB SPL 154 dB SPL	Lowest 126 dB SPL 144 dB SPL
Frequency Range	Wide 20Hz - 40kHz	Narrower 20Hz - 20kHz	Narrower 20Hz - 20kHz
Influence on sound field	Little	Medium	Larger
Dynamic Range	High 124dB	Lower 120dB	Lowest 119dB

如何阅读话筒的技术指标

当你阅读话筒技术指标的时候，重要的是你要知道怎么去理解它们。在大部分的状况下，技术指标可以通过很多方法来得到。这篇文章就是要帮助大家了解这些技术指标。

从技术指标里面你不能决定什么

话筒的技术指标可以证明它的电声特性，却不能表示话筒的音质。举个例子，一个频率响应曲线可以如实的展现话筒将如何录制正弦曲线频率。但是无论如何详细的，彻底的清晰的技术参数都不能展现实际的音质。

分贝（dB）曲线

多数的话筒技术指标里最基础的就是分贝单位。分贝曲线是一个对数曲线，等同于人耳在声音的压力下感到的变化曲线。此外，分贝的变化是很平稳的，而且比以其他单位（帕，牛）所标注的压力曲线的巨大数值更易理解。分贝是以一个特定的声压为参考的相对数值，通常将 20 微帕这人耳刚刚可以察觉的响度为参考，定义为 0 分贝。请注意，0 分贝并不代表没有一点声音，这只是根据大多数人的耳朵对于声音的察觉度而规定的一个数值。

频率响应

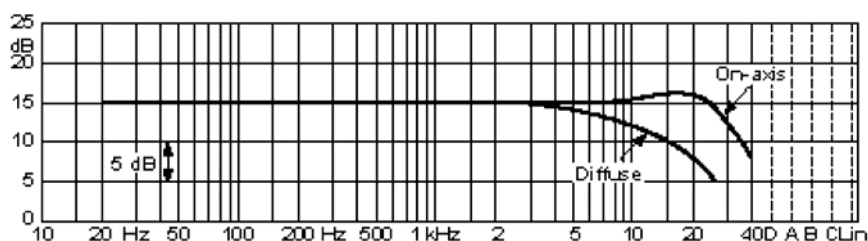
频率响应曲线阐述了话筒将声音的能量转化为电信号的能力，并且不管信号是保真的的还是录入的时候被渲染的。注意不要误把频率范围认为是频率响应。话筒的频率范围，大多数情况下告诉你的是话筒录音的频段，但可能存在误差。

举例：DPA 4006 全指向话筒频率响应

频率范围:

拾音轴向内: 20Hz - 20kHz ± 2 dB

频率响应曲线:



多条频率响应曲线

许多专业设备的制造厂商总是提供多种频率响应曲线，这对于了解话筒在不同的声场和不同的方向产生反应是很有必要的。

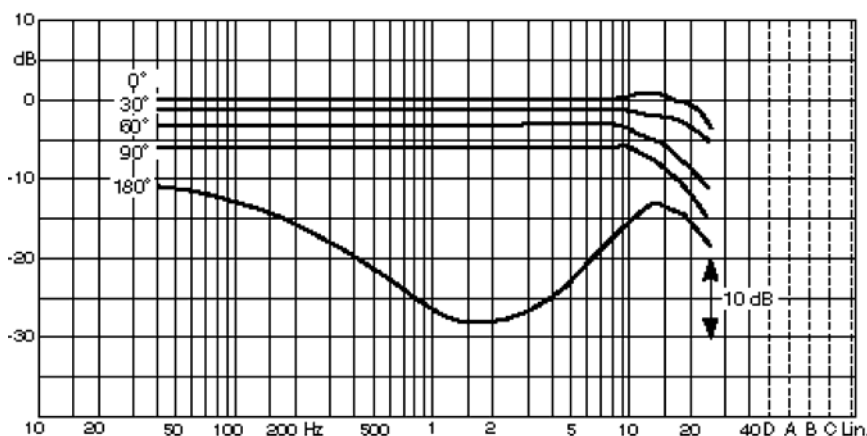
拾音轴内响应

拾音轴内响应指的是话筒对来自振膜正面 (0°) 声音的响应。这项指标会因为拾音距离的不同而变化，例如单指向话筒的近讲效应就是一个例子。

扩散声场频响

扩散声场频响曲线阐述了话筒在高混响声场的反应，在这个音响环境里的声音没有准确的方向。声音的反射来自于墙面，地板，天花板等等，和直接声一样大，甚至更大，并且每个地方声压级都是一样的。如果在这种情形选择全指向话筒会非常有趣，因为它们可以拾取声场所有的低频频段，扩散声场在频率响应上会对高频进行陡降式衰减。

拾音轴向内与离轴频率响应，用 DPA 4011 心型指向话筒在 30 厘米处测量



离轴响应

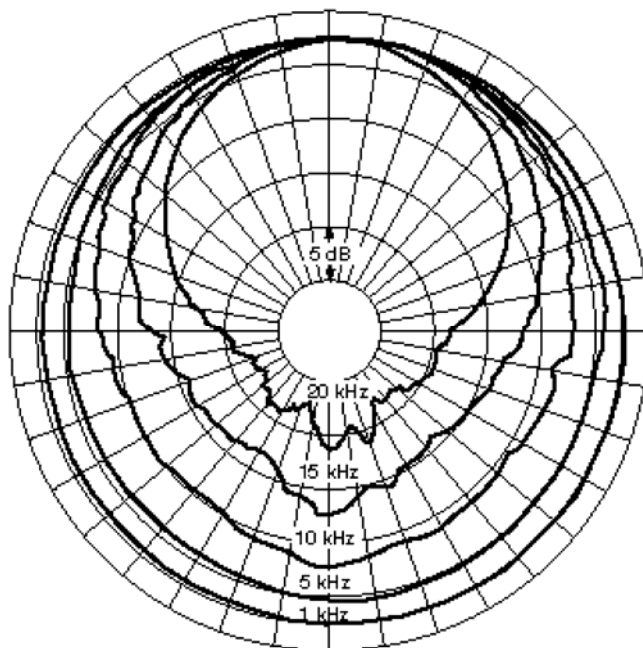
离轴响应可以展现来自话筒不同角度的声音频响曲线。当你试验一支心型话筒的正面与其它角度拾音的差别是很有趣的一件事情。即使离轴响应的电平衰减的厉害，但这条曲线是否平直非常重要，否则就会为拾音引入离轴声染色。（幕布效应）

极性响应

一个极性坐标图常用于展示中心频率从不同的角度进入话筒的情况。坐标图可以展示话筒背面拾音频率是均匀（或不均匀）。

举例：4006 全指向电容话筒

参考点一般用 1KHz 正弦波信号正对话筒振膜来得的圆周来定义。除非特别强调，一般圆周之间按 5dB 计算。通过这样的方法，你可以看出不同中心频率的指向性，一般中心频率点是 5KHz，10kHz 和 20kHz。



响应曲线必须平滑，对称，这表示话筒没有声染。极端的波峰和凹陷都是话筒指向性不好的象征，不同中心频率的响应曲不应该相互交叉。通过极性图你可以了解到全指向话筒的高频指向性通常比较强。（看最中间的那个圆圈）

等化噪音电平

等化噪音电平（就是话筒的本底噪音），当话筒在录音的时候，自己也产生一些噪音。话筒本底噪音低是很重要的，这意味着声源声压小的时候声音不至于被话筒本身的噪音淹没。本底噪音与话筒的动态范围也有直接的关系。

两个常用的标准

1. dB (A) 计权, 它表示人耳对录音最大 SPL (声压级) 的感知, 尤其是对低频部分不敏感。好的结果通常是在 15dB (A) 以下。

2. CCIR 468-1 计权, 与 dB (A) 不同, 在这个标准下, 25-30dB 是一个不错的指标。

例如: DPA 4041-S 全指向电容话筒

等化噪音电平 A 计权: 最大值 7 dB(A) re. 20 μ Pa

等化噪音电平 CCIR 468-1: 最大 19dB

灵敏度

灵敏度指的是话筒将声压转化为电平的能力。高灵敏度话筒输出高电平, 不需要后级话放进行过多的增益。高灵敏度话筒用于微小声音拾音的时候非常有用, 话筒的高灵敏度让后级不需要太多增益, 从而保证了低噪音。

根据 IEC 268-4 标准, 灵敏度的单位是 mV, 以每帕斯卡声压在 1 千赫测得。灵敏度的单位是 dB, 以 1V/Pa 为测量条件, 灵敏度为负数。一个严格的话筒厂商应该提供灵敏度偏差, 由于生产的原因, 一般这个偏差在 2 个 dB 以内。

举例: DPA 3506 4006 立体声配对话筒

灵敏度, nominal, ± 2 dB:

10 mV/Pa; -40 dB 参考. 1 V/Pa 无负载 (在 250Hz) 最大差异 1 dB

SPL 承受能力

话筒的最大声压级承受能力是很多录音中需要考虑的重要因素。一般音乐录音的 SPL 峰值会比 RMS 值高 20 dB。RMS 显示的是 SPL 平均值, 不能显示真实的 SPL 峰值。

需要知道的重要事情

1. SPL 必然伴随 THD 总谐波失真。

2. 关于话筒最大可承受 SPL 定义是: 声压让话筒即将削波, 输出方波。

THD 的常见数值为 0.5% (1%也经常看到), 这种级别的失真可以被测量, 但听不出来。要确保 THD 指的是由完整的话筒来测试 (振膜+前置放大器), 很多厂商的数据来自前置放大器, 失真度远远小于振膜。圆形振膜的失真度伴随输入声压以 6dB 递增, 所以您可以通过这个因素来计算出一个新的 THD。

举例：4004 高声压级全指向电容话筒, 130 V

最大可承受声压级：168 dB SPL Peak

总谐波失真度：

142 dB SPL peak (<0.5% THD)

148dB SPL peak (<1% THD)

结论

话筒技术指标并不能表示话筒品质的全部，更不能体现主观音质。尽管不同厂商提供的数据没有完全的可比性，但技术指标还是可以从客观上帮助我们选择一只好话筒

