

河北传媒学院学术文库



影视录音技术与艺术

YINGSHILUYIN

JISHI YU YISHU

王平均 ◇ 主编

河北出版传媒集团

河北教育出版社



河北传媒学院学术文库

影视录音技术与艺术

YINGSHILUYIN

JISHUYUYISHU

丛书主编：李锦云 张玉柯

主 编：王平均

副 主 编：梁 锐 黄嘉丰

编 委：谢雨田 卢晓丹 龚 晨 段婉宁 马丽颖

河北出版传媒集团

河北教育出版社

编委会

丛书主编：李锦云 张玉柯

本书主编：王平均

本书副主编：梁 锐 黄嘉丰

参编人员：（按写作章节顺序排名）

谢雨田 卢晓丹 龚 晨 段婉宁 马丽颖

前 言

影视录音作为电影、电视节目制作中不可缺少的重要环节，越来越受到影视工作者们的重视。它作为视听综合艺术的一部分，既需要严谨科学的理工科知识，又必须有艺术处理的意识和创新思维。所以，从技术和艺术两个层面共同探讨影视声音创作是最合适的方法。在各大专院校影视类专业人才培养的过程中，关于录音技术及影视声音艺术处理的教学环节是必不可少的。

《影视声音技术与艺术》一书向读者介绍了影视声音制作技术的基础知识以及影视声音艺术处理的相关问题，分两大部分共十二个章节。本书的第一部分以录音基础声学为基础，向读者详细介绍了从拾音到调音，再到录音、还音的各个技术环节。从介绍原理到相关设备的操作使用，兼顾理论与实践应用，为读者提供了一些设备的使用方法及制作技巧。第二部分则从影视声音的发展入手，向读者全面介绍了影视声音艺术的构成元素、声音艺术处理的方法以及声画关系、声音设计的基本问题。编者在选择经典作品的同时，也选取了当代最新上映的具有代表性的影视作品作为例证，增加了可读性，更贴近年轻读者。全书基本上涵盖了影视声音制作技术与艺术处理的相关内容，编者期望该书能为读者的专业学习提供一定的参考和借鉴。

本书适合广播电视编导、摄像艺术、电视节目制作、数字媒体艺术等非录音艺术专业的学生学习，也可作为相关专业的参考书。

本书由王平均主编，梁锐、黄嘉丰统稿和定稿。其中，第一章到第四章由王平均编写，第五章、第十二章由梁锐编写，第六章由谢雨田编写，第七章由黄嘉丰编写，第八章由卢晓丹编写，第九章由龚晨编写，第十章由段婉宁和梁锐编写，第十一章由马丽颖和梁锐编写。

感谢各位参编教师的辛苦写作和不懈努力，正是由于你们的无私付出，才使得本书得以顺利出版！感谢河北传媒学院影视学院领导张晓艳副教授、河北传媒学院产学研合作处处长董孟怀等对本书的写作与出版提供的巨大支持与帮助！感谢浙江传媒学院顾肖联教授对本书提出的宝贵意见！

尽管为了写作本书尽了最大努力，但是由于写作时间仓促，学识和经验水平有限，书中难免出现疏漏之处，敬请读者和专家批评指正，我们将认真修正与补充，以求在再版时弥补缺憾！

编 者

2012年10月

目 录

第一部分 影视声音制作技术 / 1

第一章 录音声学基础 / 2

第一节 声音的物理特性 / 2

第二节 声波在室内的传播 / 15

第三节 声音的计量与评价 / 19

第二章 影视录音技术——拾音 / 24

第一节 传声器 / 24

第二节 传声器的选配及应用 / 33

第三节 双声道拾音技术 / 34

第三章 调音台及声处理设备 / 47

第一节 调音台的功能及分类 / 47

第二节 调音台的组成部分 / 48

第三节 调音台的操作 / 53

第四节 声处理设备 / 57

第四章 录音设备与监听设备 / 69

第一节 录音设备 / 69

第二节 功率放大器 / 79

第三节 监听音箱 / 86

第五章 数字音频技术 / 92

第一节 声音的数字化 / 92

第二节 数字调音台的结构与使用 / 96

第三节 数字存储设备 / 110

第四节 数字音频工作站 / 115

第六章 数字化声音后期制作 / 123

第一节 初识录音系统平台及软件 / 123

第二节 Nuendo的基本设置与操作 / 136

第三节 音频录音与编辑 / 146

第四节 视频后期声音处理 / 158

第五节 多轨缩混 / 166

第二部分 影视声音艺术 / 177

第七章 影视声音艺术概论 / 178

第八章 影视声音艺术——语言 / 185

第一节 影视声音艺术中的语言 / 185

第二节 影视语言的艺术处理 / 205

第九章 影视声音艺术——音乐 / 209

第一节 音乐和影视音乐 / 209

第二节 影视音乐的分类与构成 / 213

第三节 影视音乐的功能和作用 / 225

第四节 影视音乐的艺术处理 / 229

第十章 影视声音艺术——音响 / 234

第一节 影视声音中的音响 / 234

第二节 音响效果的录制 / 242

第十一章 声画关系与声音蒙太奇 / 247

第一节 声画结合的意义 / 247

第二节 声画关系的基本形式 / 248

第三节 声画关系与影视时空 / 259

第四节 声音蒙太奇 / 264

第十二章 声音设计 / 267

第一节 声音设计的流程 / 268

第二节 声音设计案例 / 273

参考文献 / 278

第一部分

影视声音制作技术

专心致志的录音师终究会成为自己的良师益友，而年轻的学徒则是通过观察有经验的录音师和协助解决某些问题来学习提高的；然而，只有当他开始抓住声音的因果关系，当他学会了通过分析其基本原理来解决问题的时候，那才表明他在技艺上的真正成熟。成熟的起码标志是要有声学原理的基本知识以及声音是如何传播的知识。

——约翰·厄格尔（美）

第一章 录音声学基础

【本章导语】本章主要介绍了声音的物理属性、生理及心理属性，声音在室内声场的传播，声音的计量和评价等知识。需要重点掌握声音的传播特性、声音的物理参量和声音在室内声场的传播特性。

第一节 声音的物理特性

一、声音的产生与传播

我们生活在声音的世界里，时时处处都存在着声音，很难想象一个完全没有声音的世界是怎样的。

人耳听到的声音，实际上是物体振动的结果。由于物体的振动，引起空气粒子的一系列波动。基于这一原理，进入19世纪以后，有几位科学家开始致力于声音记录的研究，他们设想将这种振动记录下来，同时还能够还原成能够听得到的声音。这就是今天录音、音响专业的雏形。

（一）声波的产生

声波的产生是物体振动的结果，用手轻轻触及正在发声的扬声器的纸盆，就会感到它在迅速的振动；用手按住正在发声的锣鼓的表面，声音就会停止。这就证明，没有发声体的振动，就不会产生声音。通常，把正在发声的物体叫作声源。

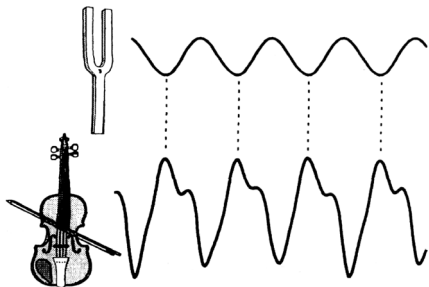


图1-1 声波

我们听到的声音是由于物体振动引起周围空气的波动。当发声体振动时，它周围的空气粒子也振动起来，这些空气粒子在声波振动的作用下交替形成压缩区（空气粒子密集）和扩散区（空气粒子稀疏），当发声体向某一方向动作时，就压缩其邻近的空气，使这部分空气变得密集；当发声体向相反方向动作时，这部分空气就变得稀疏，空气就随着发声体的振动或疏或密地变化。

这种疏密变化着的波叫作声波。近处的空气又促使远处的空气做同样的变化，这样，声波就以一定的速度向四面八方传播开来，这就是波动。

（二）声音的传播

声音的传播就如同水波一样，当我们往平静的水中投下一颗石子，水面上就可看到一圈圈的水波纹高低起伏着向四周传播。如果池塘是无边无际的，那么，从理论上讲，水波纹将无止境地扩散下去。但实际上，由于它在传播过程中要通过媒介，就要消耗能量，因此，其强度就会减弱，直至最后完全消失。

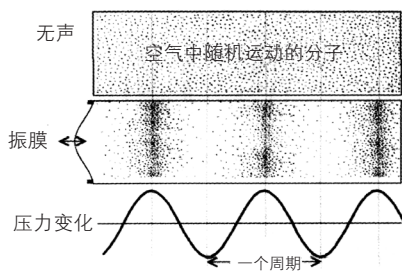


图1-2 声音在空气中的传播

声音的传播需要媒介，真空环境里没有媒介，因此，声音在真空中就不能得到传播。1660年，英国科学家波尔（Boyle）曾做过试验，他把闹钟悬挂在一个密封良好的玻璃瓶里，然后抽空瓶子里的空气，使瓶子处于真空状态，在这种状态下，当闹钟响起时，外面听不到任何声音；当瓶子里重新注入空气后，闹钟的声音就清晰可辨了。空气就是声音传播最广泛的媒介，其他一切可以振动的物体都可以传播声音。液体、固体虽然不像空气那样富有弹性，而实际上它们对声波的阻力比空气还要小。

所有传播声音的媒介的粒子并不随声波一起向四周扩散，就如水面上漂浮的树叶，当水波传到时，树叶只是随波峰波谷上下浮动，等水面平静时，树叶仍停留在原来的位置上，并没有随水波传递开来。这说明了两个问题：①树叶随水波浮动说明波动带有能量；②树叶原地停留水的质点并不随波动前进，水波的能量是从水的质子逐渐向远处水的质子传递的过程。同样，声波在空气中传播时，空气粒子也不随声波一起传递出去，而是在平衡位置附近振动。因此，声波的传播只是声音能量的扩散。声波与水波不同的是，水波的振动与传播方向是垂直的，这种波称为横波；声波

的振动与传播方向是一致的，这种波称为纵波。

由以上所述可知：声音在本质上就是一种波动，因此，声音也叫声波。这种声波传递到人耳时，引起耳鼓膜发生相应的振动，这种振动通过听觉系统传达到神经，再经大脑分析处理便使人产生了听觉。

专业上为了清楚起见，通常把声音的物理过程叫作声波，而把与听觉有关的过程称为声音，把声音存在的空间称为声场。声波的传播方向可以用声射线来表示，声射线简称声线。

球面波以声源为半径，所以，球面波是没有方向性的。大多数声源是有方向性的，即声波向某一方向辐射的最强。例如：扬声器，朝向喇叭口轴线方向听起来就强些，其他方向就弱些，所以，利用扬声器的方向性就可以将声音传得更远。

（三）声波的反射与折射

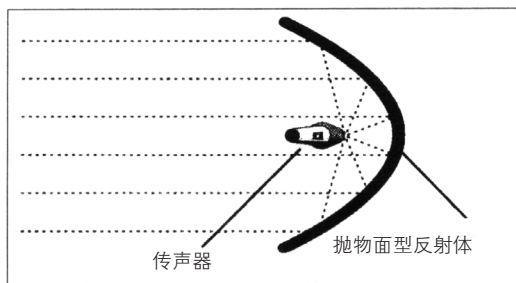


图1-3 抛物面型传声器。抛物面型反射体将入射声波汇聚到一只传声器上。

声波在不同媒介中传播时，遇到不吸收的表面就会产生反射，就像光线照到镜子被反射回来一样，会在两种媒介面上产生反射或折射，波的传播速度与方向就会发生改变。当传播过程中遇到坚硬的墙面时，一部分声波将被反射，这种现象称为波的反射现象，波的反射遵从如下规则：

①入射线与反射线在法线的两侧；②入射线、反射线与反射面的法线在同一平面内；③入射角等于反射角。

凹曲面反射的特点是可以使声音产生声聚焦，利用这一特点可以制成抛物面反射器，抛物面型的反射体将入射的声束沿抛物面的轴线汇聚到其焦点上，这一原理已被用到专门拾取某一方向的传声器的制作上，当把传声器置于抛物线的焦点位置时，所有传入传声器的声音都会平行于传声器抛物面的轴心。（如图1-3）但是，这种抛物反射的一个问题是，由于声音的波长范围很宽（17mm~17m），因此，除非反射物的面积很大，否则就会出现高频效果明显、低频产生损失的情况。

抛物面型反射器在影视中有两种用途。一是从远处拾取鸟的叫声，不惊动小鸟，而且小鸟叽叽喳喳的叫声又多是高频。二是拾取体育比赛中激烈对抗和混战的高频效果，以增加临场感和近距离感。比赛中的低频成分由其他传声器拾取，应用时将两者混在一起。

凸曲面对入射波有明显的散射作用，它有助于声场的均匀扩散。

大多数情况下，两种媒介的分界面不一定是刚性墙面，这时，除了一部分声波能按照上述规律进行反射外，还有一部分声波能穿过分界面，偏离原来的传播方向形成折射。声波的折射同样遵从光波的折射规律，即入射线与折射线分别居于折射面法线的两侧；入射线、折射线与折射面的法线在同一平面内。

（四）声波的衍射

听觉与视觉之间的一个重要区别就是，人们看不见被障碍物挡住的物体，却能听到从角落里发出的声音，其原因就是声音可以产生衍射，可以穿过小孔或绕过物体。声波在传播过程中，遇到障碍物时，其传播方向就会发生变化。衍射与波长有关，波长越长，衍射就越明显。若障碍物的尺寸比声波的波长

大，它就是一个有效障碍物，大部分声音将被阻挡，在障碍物背后形成一个“声学阴影区”，这个声影区随着离开障碍物的距离的增加而减小，直到恢复成不受干扰的声场为止。若障碍物的尺寸比声波的波长小，声波就会绕过障碍物继续传播，如同障碍物不存在一样。这也是高频声在现实生活中有更强的方向性的原因。

还有一种衍射现象——声波在传播过程中遇到大面积壁面上开孔的情况。如果开孔的直径大于声波的波长，则开孔几乎把声波截成等面积的声束，随着穿过开孔距离的远去，波阵面的面积逐步加大，在这种情况下，穿过开孔后的声束将是棱形柱体。如果开孔的直径小于声波的波长，声波不能穿过小孔继续传播，但是可以在小孔的中心形成一个新的球面中心，而小孔的中心可以近似看成一个集中的波源，在这种情况下，无论原声波的波阵面是什么形状，当它通过小孔后，它们将成为以小孔为中心的球面波，向障碍物的另一面传播。

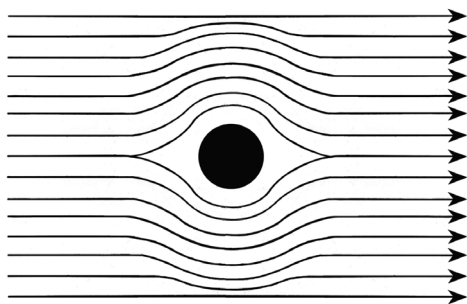


图1-4 声波的衍射一

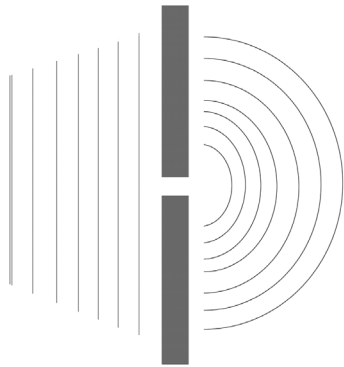


图1-5 声波的衍射二

二、声音的物理参量

（一）声速（Sound Velocity）

声音传播的速度，简称声速。用符号C表示，单位为米/秒（m/s）。

声速取决于传递介质的密度和环境温度。在标准大气压下，0℃的空气中声音的传播速度是331.4米/秒，空气温度越高，声音的传播速度越快，温度每升高1℃，声音在空气中的传播速度就增加0.607米/秒。例如：15℃空气中的声速为340.505（ $331.4 + 15 \times 0.607$ ）米/秒。在不同的介质中，声音的传播速度是不同的，声音在固体中的传播速度最快，其次是液体，再次是气体。声音在水中的传播速度一般为1450米/秒；在钢铁中为5000米/秒。

声音的传播速度取决于介质的性质，而与其频率和强度没有关系，一般工程计算中，空气中的声速为 $C = 340\text{m/s}$ 。

从声源到接收端所用的时间可以用距离除以声速得到。如：声音传递60米的时间约1/6秒。

声音在传播时会被吸收，即使在空气中，声音的能量也会被衰减，尤其是高频成分更为明显。湿度也影响空气对声音的衰减程度，湿空气更能吸收声音。

（二）频率（Frequency）

声波每秒钟振动的次数称为频率。用符号f表示，单位为赫兹（Hz），简称赫或周，其辅助单位有千赫（KHz）、兆赫（MHz），它们之间的关系是：

$$1\text{ Hz} = 10^{-3}\text{ KHz} = 10^{-6}\text{ MHz}$$

频率与音调有着密切的关系，一般地说，频率越高，主观感觉音调就越高；反之，频率越低，感觉上的音调就越低。声音的音调还与声压级有关，但主要取决于声音的频率。

通常认为，人的听觉器官能感受到的音频范围在20Hz~20KHz，这是人耳可以“听到”的频率范围，也就是专业中常说的“音频范围”，即可闻域。低于20Hz的频率称为“次声”或“次低音”；高于20KHz的频率则称为“超声”。

声音的频率范围很宽，为了操作上的方便，专业上通常把它分为低频、中低频、中高频和高频。关于频段的划分并无明确规定，通常把300Hz以下的频率称为低频，300Hz~1.5KHz称为中低频，1.5KHz~5KHz称为中高频，5KHz以上的频率称为高频。

（三）周期

声波振动一次所需要的时间称为周期。用符号T表示，单位为秒（s）。

周期和频率互为倒数，即：

$$f = \frac{1}{T}; T = \frac{1}{f}$$

(四) 波长 (Wave Length)

波形中相同两点间的距离称为波长。用符号 λ 表示，单位为米 (m)。

波长也可以说成声波一个周期所经过的距离。在音频领域里很少用波长说明实际的声音，表述声音的高低程度一般都用频率。对于简谐声波来说，波长与频率的关系如下：

波长 (λ) = 声速 (C) / 频率 (f)

(五) 振幅 (Amplitude)

振动波波峰到波谷间的距离称为振幅。

(六) 相位 (Phase)

声波在其周期运动中所处的精确位置称为相位。用符号 θ 表示，相位通常用圆周的度数来计算，因而， 360° 就是一个完整的运动周期。

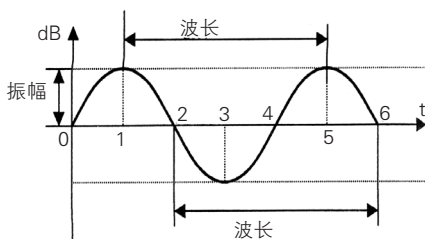


图1-6 波长与振幅

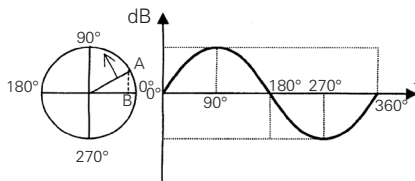


图1-7 相位

三、声音的相关知识

(一) 基波与谐波

音频的频率范围为20Hz~20KHz，这一范围通常被人们看作人耳可以听到的频率范围，也就是音频专业所关注和所研究的频率范围。

当一个频率是另一个频率的整倍数时，我们称它为另一频率的谐波，例如：1000 Hz是500 Hz的谐波，500 Hz称为基波或①次谐波，1000 Hz称为②次谐波，1500 Hz称为③次谐波。因为它们分别是基波的②倍或③倍。2、4、6……次谐波也称为偶次谐波；1、3、5……次谐波又称为奇次谐波。

(二) 频段、倍频段

仅就可闻域的频率范围而言，其间就相差了1000倍，如果再考虑到声学中涉及的其他声音，次声、超声、特超声，其频率范围就更加宽广。专业上为了方便起见，把如此宽的范围划分成若干小的段落，每个段落中两个频率间的距离，称为频段。

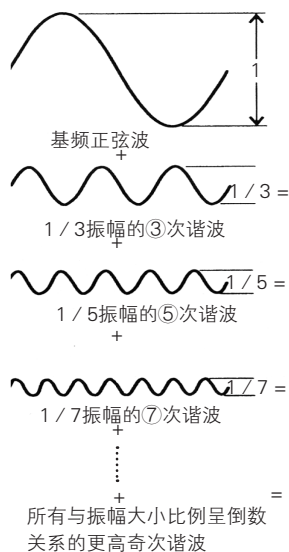


图1-8 基频与谐波

在工程中，对频率作相对比较的单位通常是取其比值而不是取其差值，同时引入了一个对频率作相对比较的单位——倍频程（Octave）。其含义是，频程的上限频率与下限频率之比是以2为底的对数表示的。两个频率相差一倍，它们的频率之比是2：1，即两个频率的比值是2¹；相差两倍其比值则为2²；相差3倍比值则为2³……一般情况下两个频率间的频程不一定是整数。

最常用的是1倍频程和1/3倍频程。

表1-1 1倍频程与1/3倍频程带宽的中心频率与上下限频率

序号	中心频率 (Hz)	1/3倍频程带宽 (Hz)	1/1倍频程带宽 (Hz)	序号	中心频率 (Hz)	1/3倍频程带宽 (Hz)	1/1倍频程带宽 (Hz)
1	1.25	1.15~1.41	1.41~2.82	23	200	178~224	178~355
2	1.6	14.1~1.78		24	250	224~282	
3	2	1.78~2.24		25	315	282~355	
4	2.5	2.24~2.82		26	400	355~447	355~708
5	3.15	2.82~3.55	2.82~5.62	27	500	447~562	
6	4	3.55~4.47		28	630	562~708	
7	5	4.47~5.62		29	800	708~891	708~1410
8	6.3	5.62~7.08	5.62~11.2	30	1000	891~1120	
9	8	7.08~8.91		31	1250	1120~1410	
10	10	8.91~11.2		32	1600	1410~1780	1410~2820
11	12.5	11.2~14.1	11.2~22.4	33	2000	1780~2240	
12	16	14.1~17.8		34	2500	2240~2820	
13	20	17.8~22.4	22.4~44.7	35	3150	2820~3550	2820~5620
14	25	22.4~28.2		36	4000	3550~4470	
15	31.5	28.2~35.5		37	5000	4470~5620	
16	40	35.5~44.7	44.7~89.1	38	6300	5620~7080	5620~11.2k
17	50	44.7~56.2		39	8000	7080~8910	
18	63	56.2~70.8		40	10000	8910~11.2k	
19	80	70.8~89.1	89.1~178	41	12500	11.2k~14.1k	11.2k~22.4k
20	100	89.1~112		42	16000	14.1k~17k	
21	125	112~141		43	20000	17k~22.4k	
22	160	141~178					

(三) 声音的频谱

以频率为横坐标,以反映相应频率成分强弱的物理量(如幅度、声压级)为纵坐标,从而将频率成分的对对应关系用图形加以表示,这样的图形称为频谱图,简称频谱。

声音可以是单一频率的纯音,但现实生活中,大多数声音都是由多个频率组成的复合音,如日常生活中的语言、音乐、噪声都是由多个声音组成的复合音。任何复杂的声音都是由多个频率与振幅都不相同的纯音叠加而成,所以,复合音可以用科学仪器加以分解。

换句话说,录音中的大多数声音都可以看成是由许许多多频率不同、强度不同的纯音组合而成。对它们的频率成分和相应强度进行分析从而掌握它们的特性,进行频率补偿,这种分析方法就称为声音的频谱分析。

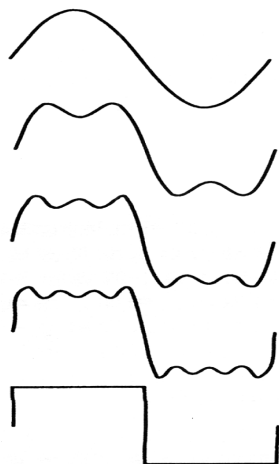


图1-9 声音的频谱成分

(四) 声压 (Pressure)

声音在传播时,引起周围空气质点发生周期性变化,使压强在原来的大气压附近上下变化,相当于在原来的大气压强上叠加了一个变化着的压强,压缩时压强增加,扩张时压强减少,这种由声波引起的压强的变化叫作声压。用符号 P 表示,单位为帕(Pa)、微巴(μb),它们之间的关系为: $1 \text{ Pa} = 10 \mu b$ 。

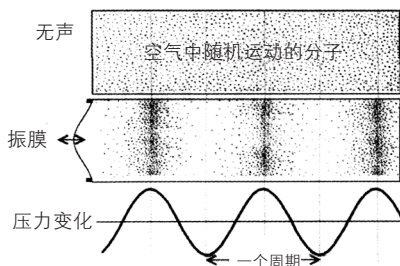


图1-10 声压

声压的大小决定声音的强弱,一般离嘴0.5米处的声压为0.1帕,人耳能感受到的最低极限是 2×10^{-5} 帕;最高极限是20帕,如果超过这个极限,人的耳膜就会产生痛痒感。

(五) 声功率

声波也是能量传播的一种形式,因此,有时也用能量的大小来表示声音的强弱。声功率是指声源在单位时间内辐射的总能量。