

高保真立体声放声技术

沈壕 沈瑞芳 刘会廷 编著

国防工业出版社

内 容 简 介

本书反映了放声技术的基本内容和新进展,叙述深入浅出且系统化,是一本兼顾专业技术和科普知识的书。全书贯彻了科学性、知识性和实用性相结合的主导思想。既是一本反映现代放声技术成就的书,也是一本具有完整资料的手册。内容包括:声学的基本概念;声音的主观感觉;高保真电声器件;高保真立体声;舞台扩声;调频广播与调谐器;录音原理和重放设备;专用声频设备;数字声频;放声技术中的测量。可供业余无线电爱好者、音乐爱好者、声频专业科技人员、大专院校声学专业师生参考。

高保真立体声放声技术

沈 喙 沈瑞芳 刘会廷 编著

*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张14 370千字

1988年7月第一版 1988年7月第一次印刷 印数: 0,001—3,280册

ISBN 7-118-00043-4/TN·8 定价: 6.20元

前 言

放声是把从某处传来或已记录的信号用扬声器（有时也用耳机）重发的过程。它与政治、科学技术、文化艺术和教育领域密切相关。近代放声技术是一门非常引人入胜的学科，它采用了声频工程中一些新器件和新设备来满足听报告和欣赏音乐戏曲的音质要求。放声技术的新成就集中地反映在影剧院中的高质量电声系统和家庭里的高保真立体声系统。放声涉及有关声音的接收、传输、记录和重发的技术和设备。用电子学方法使声音不失真地记录和重发，不但质量极高而且已经普及。由于通信、广播、电影、电视、扩声、磁带录音和唱片等的发展，使放声技术紧密地联系着人们的现代化生活，并且是商品经济的一大门类。近数十年来研究电声技术的应用超过了电声器件的研制，特别是家庭放声的普及推动了高保真放声和立体声技术的发展。许多与放声技术有关的新原理、新结构、新工艺和新材料使声频设备面目一新。在电声技术中形成了所谓放声技术，它论述传声器、扬声器、录音机、电唱机以及扩声设备等高保真系统的研究、设计、制造和应用。放声最终要考虑与人的主观因素密切相关的音质问题。俗话说“百闻不如一见”，从信息论观点来看并不完全如此。实际中接收基本信号时，实验表明人们视觉器官和听觉器官的能力大致是相同的。只是对于细微差异的识别能力，眼睛才比耳朵稍好些。但是辨别信号频谱的能力，听觉的本领却远远超过眼睛。人们能够感觉到复杂声音的音色，但却看不见白光中的有色光。在处理方法上，放声技术也象摄影一样，既是技术问题，也是艺术问题。因此象对摄影底片进行修饰美化那样，对于放声也可以根据人们的爱好进行加工。为此，设计和研制了许多美化放声信号音质的专用声频设备，使放声的理论和方法远远超出了电声学的

范畴。数字技术和大规模集成电路的采用,研制成了频率范围宽、动态范围大、非线性失真小的数字式高质量录音放音设备,例如脉码调制式磁带录音机和激光声频唱片等。数字广播的试播将进一步促使放声技术发展。

由于放声技术的基本内容是围绕着音质问题发展起来的,因此本书将不把放声设备作为孤立的无线电设备来叙述,而是从无线电技术和声学技术统一的观点结合音质问题来讨论,也就是将高保真放声技术联系到听觉、放声设备和听音环境,把它们作为一个整体来考虑,不但叙述原理和系统,而且讨论怎样获得优美的音质。现代放声技术的应用范围和涉及的学科都非常广泛,限于篇幅本书不可能讨论放声系统和放声设备的详细内容;但是力图反映七十年代以来的放声新技术和高质量的放声设备;系统地介绍放声的基本原理,近年来发展的与放声有关的新工艺、新系统等。

本书反映了放声技术的新成就,叙述深入浅出并且较系统化。内容既有专业技术又有科普知识,可供业余无线电爱好者、音乐爱好者、声频专业科技工作者、大专院校声学专业师生参考。作者期望,在不同工作岗位上的人们能够充分运用现代放声技术的成就,为现代化建设服务,并充实现代化生活。随着高质量放声设备普及到机关、工矿企业和家庭,不但能丰富我们的文化生活,而且也将促使电化教育和业余无线电活动的开展。

本书第一至五章、第九、十章是由沈壕同志执笔;第六、七章是由沈瑞芳同志执笔,第八章是由刘会廷同志执笔;最后由沈壕同志对全书作了补充、整理和修改。

沈 壕 1986.11

于中国科学院声学研究所

目 录

第一章 绪论	1
一 引言	1
二 声波的特性	4
三 声波的传播特性	9
四 声频信号	15
五 放声系统	26
六 高保真度	33
七 声学单位	35
第二章 声音的主观感觉	38
一 引言	38
二 听觉机理	38
三 听觉的基本特性	41
四 幅度域的主观感觉	45
五 频率域的主观感觉	51
六 时间域的主观感觉	52
七 空间域的主观感觉	54
八 噪声的主观感觉	58
九 人耳的辨别力和容许畸变量	60
十 音质评价方法	61
第三章 高保真电声器件	63
一 引言	63
二 扬声器工作原理	65
三 新型扬声器	76
四 扬声器箱	83
五 扬声器系统	93
六 高保真耳机	105
七 传声器工作原理	114

八 指向性传声器	121
九 新型传声器	123
第四章 高保真立体声	129
一 引言	129
二 高保真放声	131
三 立体声原理和制式	135
四 双通路立体声	140
五 四通路立体声	154
六 立体声扬声器系统的布置	164
第五章 舞台扩声	167
一 引言	167
二 室内声学过程	170
三 室内声场计算	176
四 厅堂音质	180
五 放声系统	188
六 扩声系统	191
七 厅堂音质的电声控制	194
第六章 调频广播与调谐器	200
一 引言	200
二 调幅/调频广播与接收原理	202
三 立体声调频广播	209
四 调幅/调频调谐器	214
五 电视伴音	228
六 调频广播的接收天线	230
第七章 录音原理和放音设备	239
一 引言	239
二 机械录音原理	241
三 唱片	248
四 电唱机与电唱盘	251
五 光学录音原理	263
六 光学放音原理	269
七 磁带录音原理	272
八 降噪系统	277

九 磁带	289
十 磁带录音座和磁带录音机	297
第八章 专用音频设备	308
一 引言	308
二 音频放大设备	309
三 压缩器和限幅器	317
四 降噪器	323
五 噪声门	331
六 频率均衡器	334
七 频移器和调相器	343
八 板混响器	344
九 电子延时器	346
十 电子混响器	356
第九章 数字音频	370
一 引言	370
二 脉码调制系统的工作原理	372
三 数字编码音频信号的特性	378
四 误码及其防止	382
五 数字音频设备	383
六 数字音频技术的展望	392
第十章 放声技术中的测量	394
一 引言	394
二 音频设备测量	400
三 电声器件测量	404
四 录音设备测量	415
五 厅堂声学特性测量	419
六 扩声系统测量	424
七 数字测量技术	429
参考资料	439

第一章 绪 论

一 引 言

我们生活在有各种声音的环境中。言语在社会交际活动中传递着信息，音乐则表达了人们的感情。因此声音具有二重性，既是客观存在，也是主观感觉的反映。人们的听觉更是一个奇妙的器官，当人们听到声音就会有响度、音高、音色和空间感等印象。因此在欣赏音乐演出时能够区别各种不同乐器，而用双耳聆听时还可以辨别各种乐器的方位和距离。此外听觉还能够排斥各种噪声而集中注意力于需要听的声音，使人们在嘈杂的环境中具有抗噪声能力。

声学是一门古老的科学，它对技术有过许多贡献，技术的发展又促进了声学的进展，从而形成了近代声学。放声就是这种相互影响的典型例子之一，它涉及与声音的接收、传输、记录和重发有关的技术和设备。在近100年内，声音的重发才变为可能，而高保真放声则仅仅是近30年的事情，立体声的流行还不到20年。在放声方法发明以前，言语是用文字记录的，书和报纸能够“再现”言语。而音乐是用音符记录的，乐谱提供了“重发”音乐的仅有的方法。现在用电子学方法无畸变地记录和重发声音已经能够实现。随着电子工业的发展，唱片、收音机、录音机、电视机日益普及。人们不但能在大剧院内听音乐、看戏剧，而且也可以在家中欣赏古今中外艺术家的演出和乐队的演奏。而反映放声技术最新成就的高保真立体声技术更引起了广大无线电爱好者和音乐爱好者的兴趣，越来越多的人关心放声技术的应用和进展，评价它如何影响人类社会的政治和文化生活。

长期以来，放声技术沿着两个方面发展。一方面是专业的，

例如电影院放声，剧院扩声等。这类放声要求把声能无畸变地均匀辐射到大面积的听众区，使所有的听众都能听清楚发言的内容，满意地欣赏戏剧和音乐的演出。另一方面属于个人的，例如家庭放声，听众虽然是分散的，但听众队伍却非常庞大并且对高保真的要求越来越高。贝尔（A. G. Bell）发明电话实现了电声转换，但直到 1877 年爱迪生（T. A. Edison）发明留声机才首次实现声音的记录和重发。大约经历了 100 多年的时间，声音记录和重发的质量才达到比较令人满意的程度。在 1930 年后研制的各类传声器开始能将声信号高质量地转变成电信号。电子管的出现，使放大微弱的电信号成为可能。但是，直到在负反馈技术使用于放大器以后，才提供了无畸变放大声音的方法。扬声器是 20 世纪 20 年代产生的，经过 25 年的改进，才获得较好的音质，但迄今还一直是放声系统中质量薄弱的环节。广播与唱片的普及，开始使放声系统进入家庭，影响了人们的政治和文化生活。40 年代的调频广播，实现了高保真放声。50 年代以来，高保真系统和立体声的流行进一步推动了放声技术的发展。晶体管和集成电路的发明，使放声设备的体积缩小，价格降低。60 年代盒式录音机的出现，使录音机和唱片一起渗透到每个家庭的娱乐和教育活动中。现在已经能够设计出高质量的放声系统，可以重发声信号的各种特性，例如响度、音高、音色和方向感等。反映声频技术的主要特性是声音的重发频率范围，表 1-1 给出一些常见声频系统的典型频率范围，而高保真系统则只涉及比 60~10000 Hz 频率范围更宽的放声系统。

放声的最终目的是供人们欣赏音乐、戏曲等艺术作品，因此要考虑与人们的主观因素密切相关的音质问题，从而提出了高保真度的概念。高保真度是用于评价高质量电声系统或设备如实重现原有声源特征的一个术语。所谓高保真要求准确而真实地记录或重发原有节目的特性，即要求放声系统的频带宽、畸变小，动态范围大和无方向感畸变等。70 年代以来，声频工程，电声器件，高保真放声和立体声技术的各个方面都有很大的进展，而高保真

表1-1 各种声频系统的频率范围

系 统 名 称	频 率 范 围, Hz
人耳的听觉范围	16~20000
电话系统	300~3500
广播: 调幅制	150~5000
调频制	40~15000
电视伴音	60~1000 0
唱片: 粗纹	50~7000
密纹	30~15000
数字声频唱片	20~20000
电影放声: 35 m m	80~9000
16 m m	100~6400
磁带录音机: 盘式	30~18000
盒式(普及型)	150~5000
盒式(高级型)	50~12000
PCM录音机	20~20000
扩声系统	50~10000
高保真系统	40~16000
立体声系统	20~20000
最高级放声系统	10~80000

立体声技术表述了80年代厅堂扩声和家庭放声的最新成就。

大约半个世纪以前，调幅广播和粗纹唱片开创了家庭放声，但是音质较差。后来发展了高保真系统，双通路立体声系统等。双通路立体声首先应用于磁带录音机和唱片放声，后来发展了立体声广播。目前已从双通路立体声发展到四通路立体声。早在60年代初，四通路立体声已经出现，但随后却停滞了一段时期。有些人认为从双通路立体声到四通路立体声，设备复杂化了，音质却没有明显改善。但是在70年代，尽管技术上和经济上都还存在着一些困难，四通路立体声却再次流行，得到人们的喜爱，而且在某些国家内已经进行四通路立体声广播的试播。此外，电子乐器的发展，把放声系统与电子乐器组合起来进一步美化音色，也越来越受到人们欢迎。

声频设备的数字化可以进一步提高它的质量。许多放声设备

已经采用了数字技术，它将传声器接收的声频信号经模数转换器变换为数字信号，再用数字技术进行滤波、传输、记录等处理后，用数模转换器重新转换成模拟信号，经扬声器重发或者直接用数字扬声器重发。这样的系统，不但频率范围宽，畸变小，动态范围大，而且可以实现用微处理机自动控制。数字声频是提高音质的途径之一，例如发展数字声频唱片和实现数字广播等。但是由于设备的价格昂贵，目前难以普及，仅能用于专业设备并且技术上也还不太成熟。

我国声频工程的科研与工业生产都具有良好的基础。建国以来，电声器件与放声设备有了很大发展，在产品品种方面基本填补了空白，进一步提高产品质量可以赶超国际水平，扭转人们迷信进口货的情绪。包括放声技术在内的电声学，不但是近代声学的基础，而且还直接用于通信、广播、电影和家庭放声。由于高质量、多通路放声系统的发展，集成电路的使用、声频设备小型化，使近代放声技术向着宽频带、高效率、高抗噪声能力、低失真、数字化方向发展，并促进了音质评价技术和改善了录声、放声技术以及音质加工技术等的发展。

二 声波的特性

当一个物体振动时，在它的周围就会引起扰动，使空气的压强，应力都发生变化。振动的物体可以是人的声带、乐器的弦、簧片、鼓的振膜、管中的空气柱等。由于空气具有惯性和弹性，在空气质点的相互作用下，周围空气就受到交替的压缩与膨胀，从而形成声波向外传播。声波通常是指弹性媒质中传播的压强、应力、质点位移、质点速度等的变化。当空气的这种变化作用到人耳时，就会产生声音的感觉。

一般说来，凡是弹性媒质，例如空气、液体和固体等都能传播声波。声波的频率非常广泛，它从 10^{-4} 到 10^{12} Hz，其中可听声的频率范围是 20 Hz ~ 20 kHz。低于 20 Hz 的属于次声，高于 20 kHz 的属于超声。声波在空气中传播时只能发生压缩与膨胀，空气质

点的振动方向与声波传播的方向一致,因此空气中的声波是纵波。最简单的周期性声波是纯音,它是由简谐振动产生的频率恒定幅度按正弦形变化的波。语言和音乐则可以近似地认为是由许多频率不同的简单声波组成。图 1-1 示出空气中声波的压缩与膨胀,其中 (a) 是扬声器所辐射声波的压强变化, (b) 是等效于压强变化的正弦波形。

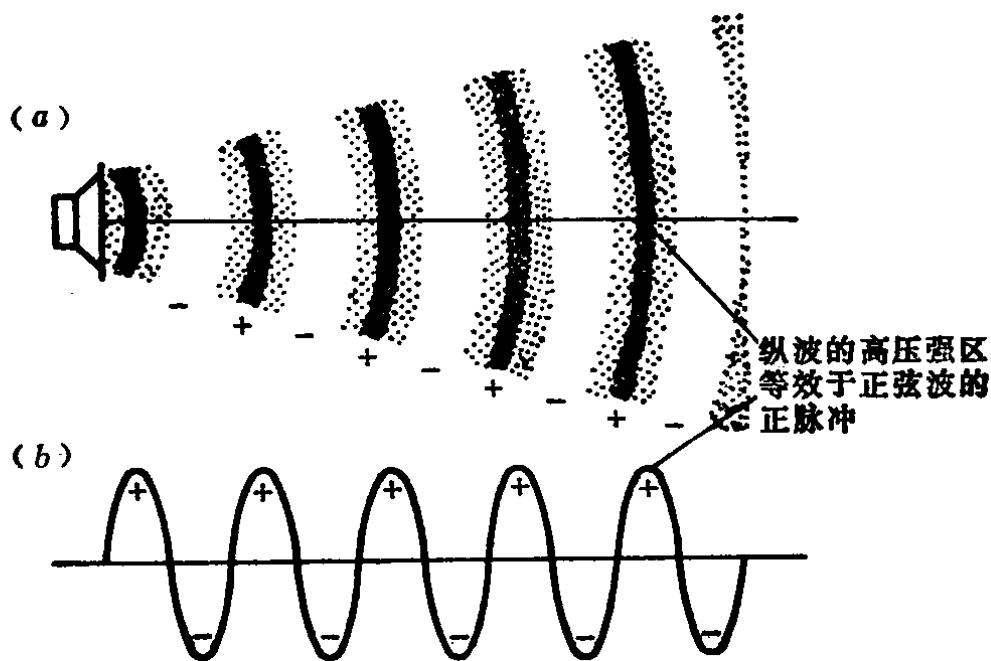


图1-1 空气中声波的压缩与膨胀
(a) 声波的压强变化; (b) 等效的正弦波形。

当声波作简谐振动时,其物理量随时间按正弦或余弦规律变化。简谐振动可以用下述函数描述:

$$A(t) = A_0 \sin(\omega t + \theta) \quad (1-1)$$

其中: A_0 是幅值; ω 是角频率; θ 是初始相位。

式 (1-1) 中的一些量定义如下: 幅值是振动的物理量偏离平衡位置的最大值。周期是函数值重复出现时自变量的最小增量,如自变量是时间,通常用 T 表示周期。频率是周期的倒数,单位为 Hz。

$$f = \frac{1}{T} \quad (1-2)$$

式中 T 是周期,单位为秒 (s)。

由式 (1-2) 可以看到, 频率是单位时间内的周数。角频率

$$\omega = 2\pi f \quad (1-3)$$

相位也称相角, 它是自变量相对于原始值已变动的量, 用周期的分数表示。在简谐振动中, 自变量的原始值常常选择在上一次周期量中自负值变到正值的一点作为零值, 这样就使初始相位仅仅是周期的分数。可以说一个信号和另一个基准信号同相、超前或滞后。

应该注意, 声有双重意义。为了清楚起见, 物理过程称为声波, 而听觉过程称为声音。下面简述声波的一些基本物理量。

1. 声压和声压级

媒质中有声波传播时, 媒质的各部分产生压缩与膨胀的周期性变化。压缩时压强增加, 膨胀时压强减少。变化部分的压强, 即总压强与静压强的差值称为声压。声压变化的平均值为零, 因此平均声压不是一个有用的量。更具体地描述声波特性可以用瞬时声压、峰值声压和有效声压等。一般使用时, 声压是有效声压的简称, 它的单位是帕 (符号为 Pa)。

瞬时声压是某点的瞬时总压强减去静压强, 也就是某一瞬间的声压。在某一时间间隔中最大的瞬时声压称为峰值声压。瞬时声压对时间取均方根值称为有效声压。对于周期波在某一周内的极大声压是这一周中瞬时声压的极大绝对值。在周期波中, 如果取时间等于一个周期或周期的正整数倍, 那么峰值声压就是极大声压。对于正弦形声波, 峰值声压就是声压的幅值, 它是有效声压的1.414倍。

声压级 (以dB 为单位) 定义为声压 P 和基准声压 P_r 的比值取常用对数乘以20。基准声压是什么应该说明。声压级 L_p 的数学表示式如下:

$$L_p = 20 \lg \frac{P}{P_r} \quad (1-4)$$

式中基准声压 $P_r = 2 \times 10^{-5} \text{Pa}$ 。

在某些声场中, 声压比不等于功率比的平方根, 因此严格地

说不能用分贝表示，但可以引伸地使用分贝。例如 1Pa 的声压为 94dB，听力正常青年人在 1kHz 频率的听阈为 $20\mu\text{Pa}$ ，即零分贝。

2. 质点速度

声波的质点振动速度（简称质点速度）是在一定时刻媒质中某一无穷小部分因声波通过而引起相对于整个媒质的速度，单位为米每秒。瞬时质点速度、有效质点速度、极大质点速度、峰值质点速度的意义和声压中所用的相应名词完全类似。

3. 波长

声波波长是周期波中两相邻的等声压点之间的距离，通常用希腊字母 λ 表示。声波波长等于声速和声波频率之比：

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (1-5)$$

式中， λ 是波长 (m)； c 是声速 (m/s)； f 是声波的频率 (Hz)。

4. 声强和声强级

声场中某点按指定方向测定的声强是该点上在单位时间内通过与指定方向垂直的单位面积上声能的平均值。可以用下式表示

$$I = \frac{1}{T} \int_0^T p_m v_n dt \quad (1-6)$$

式中， T 是周期的整数倍或比周期大得多的时间间隔； p_m 是瞬时声压； v_n 是瞬时质点速度在指定方向的分量。

在自由平面声波或球面波的情况下，假设有效声压为 p ，声波传播速度为 c ，媒质密度为 ρ_0 ；则在传播方向的声强为

$$I = \frac{p^2}{\rho_0 c} \quad (1-7)$$

声强级是声强相对于基准声强的分贝数，通常用 L_I 表示，即

$$L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0} \quad (1-8)$$

式中， I 是声强， I_0 是基准声强，通常取 1pW/m^2 。

因此声强和声强级的关系为

$$L_I = 10 \lg I + 120 \quad (1-9)$$

声强级和声压级的关系为

$$L_I = L_p + 10 \lg \frac{400}{\rho_0 c} \quad (1-10)$$

在标准状态下, $L_I = L_p - 0.1 \text{ dB}$ 。在声频工程中, 它们的差别可以忽略。

5. 声源的声功率和声功率级

声功率定义为单位时间内垂直通过指定面积的声能。而声源的声功率则是指单位时间内声源向空间辐射的总能量。

声功率级是声功率与基准声功率的比值的常用对数乘以10。

$$L_w = 10 \lg \frac{W_A}{W_r} \quad (1-11)$$

式中, W_r 是基准声功率, 通常取 1 pW 。

因此, 声功率级和声功率的关系为

$$L_w = 10 \lg W + 120 \quad (1-12)$$

6. 声级

声级是以指定的时间计权和频率计权所测得的某一给定声压的分贝数, 所用的计权特性必须和数值一起标明。

时间计权通常有快档、慢档和脉冲档三类。表头有效值读数的时间平均网络的时间常数分别为 125 ms , 1000 ms 和 35 ms 。

频率计权通常有 A 、 B 、 C 和 D 网络四种计权。前三种计权网络的频率特性分别是 40、70、100 方等响曲线的倒曲线。 D 计权网络的频率特性是 40 呐等噪度曲线的倒曲线。

在声场中某点的声级是用声级计测量时以分贝表示的读数。声级计读数是相应于全部可听声频率范围内按规定的频率计权和时间计权而得的声压级数。例如, 用 A 、 B 、 C 计权网络测得的声压级分别称为 A 声级 (单位是 dBA) B 声级 (dBB), C 声级 (dBC)。 A 声级能较好地反映噪声引起人们的烦恼, 因此近年来放声系统中的本底噪声不再用 C 声级而趋向于用 A 声级表示。

7. 声谱

声波可以区别为周期波和非周期波。最简单的周期性声波是

纯音，它是由简谐振动产生的单频率并按正弦形变化的波。复声是由一些频率不同的简单声组成。对于周期性复声，其谐波的频率是基频的整数倍。用傅里叶变换方法可以把任意周期函数分解成一系列谐波。对于非周期性复声，可以用不同振幅、频率和相位的有限个简谐振动的总和来表示。复杂声可以用频谱描述，它是把各分量的振幅按频率排列的图形。按照声波的不同特性，声谱可能是线状谱、连续谱或两者之和。线状谱是频率离散的分量组成的频谱。连续谱则是由频率在一定范围内是连续的分量所组成的频谱。通常用倍频程谱、三分之一倍频程谱或谱密度表示，它们的测量带宽分别为倍频程、三分之一倍频程和一赫带宽。

三 声波的传播特性

声波在传播时有几个可以测量的物理量。最常用的是声压，它是大气静压强附近的变量。此外声波传播的速度也是一个重要参量。

1. 声速

声速是声波传播的速度。空气中的声速为

$$c = \sqrt{\frac{\gamma P_0}{\rho}} \quad (1-13)$$

式中， P_0 是大气静压强； ρ 是空气密度； γ 是比热比，对于空气， $\gamma = 1.4$ 。

假设空气为理想气体，则声速只与空气的温度有关，即

$$c = 331.5 + 0.61t \quad (1-14)$$

式中， c 是声速，m/s； t 是温度， $^{\circ}\text{C}$ 。在室温下（ 15°C ），空气中声速大约为 340m/s。

应该注意：质点速度和声速是两个完全不同的概念。声波传播时不是将在平衡位置振动着的媒质传走，而是将它的振动能量传走。

2. 平面声波

平面声波是波阵面具有与传播方向垂直的平行平面的声波。

平面声波在空气中传播时，它的声压与质点速度同相位。在理想媒质中，声压和质点速度不随距离而变化。声压与质点速度的比值是常数，即等于空气的特性阻抗。

$$Z_0 = \frac{p}{v} = \rho_0 c \quad (1-15)$$

式中， ρ_0 是空气密度； c 是声速。在温度为 20°C 和标准大气压时空气的特性阻抗大约为 $400\text{Pa}\cdot\text{s}/\text{m}$ 。

平面声波的声强和声功率分别为

$$I = p \cdot v = p_A^2 / 2\rho_0 c \quad (1-16)$$

$$W_A = IS = p_A^2 S / 2\rho_0 c \quad (1-17)$$

式中， p_A 为声压的幅值， S 为波阵面的面积。

3. 球面声波

球面声波是波阵面为同心球面的声波。球面声波在空气中传播时，它的声压与质点速度之间的相位差与 r/λ 成反比。其中 r 是球面声波的半径， λ 是波长。在理想媒质中声压与球面声波的半径成反比。媒质的声阻抗率是复数。当球面声波的半径很大时，纯抗分量可以忽略，这时球面声波的声强和声功率分别为

$$I = p_A^2 / 2\rho_0 c \quad (1-18)$$

$$W_A = 2\pi(r p_A)^2 / \rho_0 c \quad (1-19)$$

式中， r 是球面波的半径； p_A 是声压的幅值； ρ_0 是媒质的密度， c 是声速。

4. 声源和声场

声源是辐射声能的振动体，常见的有振动面或振动空气柱。前者属机械声源，后者称空气动力声源。由于声源振动而使媒质中有声波存在的区域称为声场。声源向自由空间辐射时，声源附近声压和质点速度不相同部分的区域称近场，而声压与质点速度相同部分的声场称为远场。满足远场的条件是离声源的距离必须远大于声波波长和辐射面的尺度。在声学中这种大小对比的因数通常取 $5 \sim 10$ 倍。应该强调指出，区别近场和远场的概念是非常重要的，在放声技术中，电声器件的声辐射和指向性都是指远