



初级



音响师

速成实用教程

- ▶ 中国录音师协会教育委员会
- ▶ 中国传媒大学信息工程学院 编著
- ▶ 北京恩维特声像技术中心

第2版



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

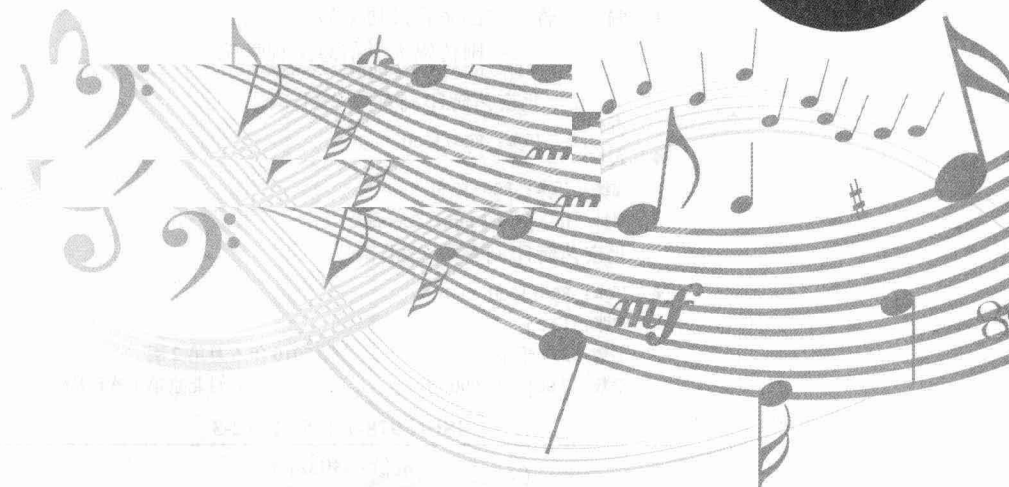
初级



音响师

速成实用教程

第2版



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

初级音响师速成实用教程 / 中国录音师协会教育委员会, 中国传媒大学信息工程学院, 北京恩维特声像技术中心编著. — 2版. — 北京: 人民邮电出版社, 2010.6
ISBN 978-7-115-22812-3

I. ①初… II. ①中… ②中… ③北… III. ①音频设备—技术培训—教材 IV. ①TN912.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第065517号

内 容 提 要

本书全面、系统地讲解了初级音响师必须具备的声学 and 电路基础知识, 主要内容包括传声器、录放设备、调音台、周边设备、功率放大器、扬声器和耳机、歌舞厅音响设备的基本原理、使用方法、技巧和经验, 重点介绍了音响系统的组成、使用与连接方法。

本书是学习音响调音技术的入门读物, 既适合从事音响调音工作的从业人员以及准备从事该行业工作的人员阅读, 也可作为音响师培训班和大、中专院校相关专业的教材使用。

初级音响师速成实用教程 (第2版)

- ◆ 编 著 中国录音师协会教育委员会
中国传媒大学信息工程学院
北京恩维特声像技术中心
责任编辑 张兆晋
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 13.25
字数: 279千字 2010年6月第2版
印数: 7001—11000册 2010年6月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-22812-3

定价: 30.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

音响师速成实用教程审定委员会

主任：王庚年

副主任：高雨春

委员：孙庆有 刘书兰 于纪凯

初级音响师速成实用教程编辑委员会

主任：王明臣

副主任：韩宪柱

委员：李大康 陈洪诚 王树森 郭 忱 韩宪柱 王 强
黄志强 高 剑 付永平 王 雷 胡 彤 钟志杰

F oreword



序

我们每人都有两只耳朵，正因为有了它，我们才能与他人交流、学习与娱乐，并从周围环境中获取信息，参与各种社会活动。在我们这个星球上，充满了各种各样的声音，形成了一个富有生命力的世界。假如世界上没有了声音，没有了语言，没有了音乐，成群的人们互不相识——则不可能形成社会，整个地球也将成为一个寂静可怕的死亡世界。

由于文明以及与文明相协调的技术的扩展，大大地增加和丰富了大自然的声音，产生了大量新的声源，从而使人类社会的生活更加丰富多彩。人类对声音的认识和理解能力，反映了其文化修养的进步程度。然而，有时候这些新的声波却强行进入人们的耳朵，丝毫不顾及人们的意愿，常常令人们难以忍受。这种巨大的噪声干扰不仅使人们心绪烦乱，严重影响人们的生活质量，甚至还会缩短人们的寿命。

如何有效地控制和利用声音更好地为人类服务，同时与噪声作斗争，是每一位声频技术工作者的光荣任务。要完成这个光荣的任务，就要求我们每一位声频工作者不但要具备数学、物理学、电声学、乐理学等方面的知识，而且还要了解生理声学和心理声学等相关学科的知识。每一位声频工作者都应当成为一个技术与艺术相结合，理论与实践相统一的综合性人才。但遗憾的是，目前在这方面合格的人才还不多，教育和培养这方面的人才已是当务之急。

编写这套书的专家教授们，也是广播影视业的行家。他们具有从事声频技术与教育工作所需的专业品质，在编写这套书的过程中也展示了他们的才干。作为一个在广播影视各个岗位都工作过的业者，我衷心地推荐这套书，并希望广大读者在阅读本书的时候能对这种品质有一种亲身的感受。让我们同心协力，为创造一个美好的声音环境，为我们在整个地球上到处可以听到美妙的声音而努力。

中国国际广播电台台长 总编辑

2007年4月

Preface

前 言

随着我国文化娱乐事业的飞速发展和声频技术水平的日益提高，专业音响师（调音师）的社会需求量越来越大。据统计，全国现有电台、电视台的数量已超过 5000 家，再加上影视制作间和歌舞厅、影剧院、厅堂扩音、电化教学等，与音响技术相关的从业人员已有数十万人。作为一个新兴的职业，音响师越来越受到人们的青睐。

要成为一个合格的音响师，必须掌握相关的理论知识，并具有一定的技能技巧，诸如电工学和电子学基础知识，电声学和建筑声学基础知识，乐理学知识和设备装配以及实用操作能力都十分重要。从 2003 年开始，音响师要求持职业资格证书上岗。即便是具有大专或本科学历的人员，也只有在考取职业资格证书后才能具有上岗资格。另外，由于声频技术发展很快，从模拟技术进入数字技术已是大势所趋，设备和技术的更新已在很多单位逐步实现，知识更新和人员素质的提高已迫在眉睫。因此，尽快培养出高水平的音响专业人才，满足社会的需求，已成为当前职业技能培训的一个重要方面。

本套教程正是为了顺应现代声频技术、音响技术的发展潮流，满足广大声频工作者，特别是大量音响技术人员的实际需求而编写的，具有较高的实用价值。由于目前市场上适合音响师实际工作需要的书籍很少，系统介绍音响调音技术的书籍尚无法满足读者的需要，因此本套教程的出版能在一定程度上弥补这种不足。

中国录音师协会教育委员会 (<http://www.cavre.com>) 是二级协会，担负着全国录音师、音响师的教育培训任务；中国传媒大学是全国综合性重点大学，信息工程学院的培养重点是声像技术方面的高级专业人才；北京恩维特声像技术中心是由劳动和社会保障部正式委托的职业培训机构。由上述三个单位在中国传媒大学联合成立的音响师、录音师、灯光师培训中心已有 10 多年历史，已举办了培训班 50 多期，培训学员数千人。本套教材正是培训中心多年教学实践的总结，在培训中取得了良好效果。

本套教程为第 2 版，分三册出版，原书名不变，包括《初级音响师速成实用教程》、《中级音响师速成实用教程》和《高级音响师速成实用教程》。其中，《初级音响师速成实用教程》主要针对初学者介绍音响设备的基本原理、基本操作方法，主要讲解音响师必备的电学、声学基础知识，如声音的基本属性、电工基础知识等，重点讲解了操作性很强的音响系统的连

初级音响师速成实用教程（第2版）

接、主要设备的操作与使用方法，是初级音响师的入门读物；《中级音响师速成实用教程》主要讲解音响系统基础理论、系统的调整方法与使用技巧，特别是对主要设备（如调音台）与周边设备的调整方法以及各种场合的调音技巧做了比较详细的介绍；《高级音响师速成实用教程》以讲解数字声频技术为主，介绍了数字声频技术的发展和应用，数字声频设备的基本原理、使用和操作方法，以及正确判断音响设备故障、正确处理故障和维修的方法。本次再版除改正了原书中的一些错误外，重点对《高级音响师速成实用教程》的内容做了较大改动，以适合目前蓬勃发展的数字化进程。

本套教程既适合音响调音工作的从业人员以及准备从事该行业工作的人员阅读，也可作为音响师培训班和大、中专院校相关专业的教材使用。

对于书中的错误和不当之处，请广大读者批评指正。

中国录音师协会教育委员会

Contents

目 录

1

第1章 声学基本知识 1

- 1.1 声音的基本性质 1
 - 1.1.1 声音的产生与传播 1
 - 1.1.2 音调 2
 - 1.1.3 响度 3
 - 1.1.4 音色 3
- 1.2 声音的参数与计量 4
 - 1.2.1 声压、声压级、声功率和电平 4
 - 1.2.2 声频信号的动态范围 5
 - 1.2.3 不同声源的频率范围 6
- 1.3 听觉的主观特征 7
- 1.4 立体声简介 8
 - 1.4.1 立体声的概念 8
 - 1.4.2 人耳对声源的定位 10
 - 1.4.3 双扬声器听声实验 11
 - 1.4.4 双声道立体声的拾音 13
 - 1.4.5 双声道立体声的听音 16

2

第2章 电路基础知识及常用电工工具 17

- 2.1 电阻器 17
 - 2.1.1 固定电阻器 17
 - 2.1.2 电位器 19
- 2.2 电容器 21
 - 2.2.1 云母电容器 21

2.2.2	纸介电容器	22
2.2.3	电解电容器	22
2.3.4	聚苯乙烯电容器	23
2.3	电感器和变压器	24
2.3.1	电源变压器	24
2.3.2	输出变压器	25
2.3.3	扼流圈	25
2.4	半导体二极管和三极管	25
2.4.1	半导体器件型号命名方法	25
2.4.2	半导体二极管	26
2.4.3	半导体三极管	27
2.4.4	半导体二极管和三极管的应用	28
2.5	简单电路的计算	30
2.5.1	电阻串联电路	30
2.5.2	电阻并联电路	31
2.5.3	电阻混联电路	32
2.5.4	计算举例	33
2.6	常用电工工具	35
2.6.1	一般工具	35
2.6.2	万用表	36
2.7	消磁器	40
2.7.1	使用方法	41
2.7.2	注意事项	41

第3章 传声器 42

3.1	传声器的原理及性能	42
3.1.1	传声器的指向特性	42
3.1.2	动圈传声器	43
3.1.3	电容传声器	44
3.1.4	铝带传声器	44
3.1.5	其他传声器	45
3.2	传声器的选择与使用	47
3.3	传声器在使用中应注意的问题	49
3.4	部分传声器的技术参数和特性	51

3

4

第4章 录音放音设备 59

4.1	磁带录音机	59
4.1.1	磁性录音原理	59
4.1.2	磁头和磁带	61
4.1.3	磁带录音机	62
4.1.4	录音座	66
4.2	唱片和唱机	67
4.2.1	电转盘	68
4.2.2	拾音器	68
4.2.3	唱片和唱针	69
4.2.4	电唱盘的操作和注意事项	70
4.2.5	立体声唱片和重放	70
4.3	激光唱片	71
4.3.1	激光唱片	71
4.3.2	激光唱机	72
4.3.3	激光唱机、唱片的使用	74
4.4	VCD与DVD	75
4.4.1	VCD播放机	75
4.4.2	DVD播放机	79

5

第5章 调音台 87

5.1	调音台的基本功能与类型	87
5.2	语言录音调音台的特点及功能	89
5.3	音乐录音调音台的特点及主要功能	90
5.4	调音台的主要技术指标	93
5.4.1	频响	93
5.4.2	增益	93
5.4.3	噪声	93
5.4.4	失真	94
5.4.5	线性	94
5.5	调音技术	94
5.5.1	声音信号电平的调整	95
5.5.2	频率的调整	96
5.5.3	直达声与反射声比例关系的调整	97
5.5.4	立体声的处理	98

5.6 调音台举例	99
5.6.1 英国声艺 Soundcraft-8000 调音台	99
5.6.2 带功放的调音台	102

6

第6章 周边设备	103
-----------------------	------------

6.1 混响器（效果器）	103
6.1.1 混响时间	103
6.1.2 混响室与混响设备	103
6.1.3 几种混响器的技术指标	106
6.2 均衡器	107
6.2.1 音质的补偿	107
6.2.2 均衡器的使用	108
6.3 压限器	109
6.4 激励器	110

7

第7章 功率放大器	112
------------------------	------------

7.1 功率放大器的分类	112
7.1.1 按输出级与扬声器的连接方式分类	112
7.1.2 按功率管的偏置工作状态分类	112
7.1.3 按放大器所用器件分类	113
7.2 功率放大器的主要指标	113
7.2.1 输出功率	113
7.2.2 频率特性	113
7.2.3 失真（THD）	113
7.2.4 信噪比（S/N）	113
7.2.5 动态范围	114
7.3 功率放大器的使用	114

8

第8章 扬声器系统及耳机	117
---------------------------	------------

8.1 扬声器的工作原理与主要特性	117
8.2 扬声器的分类及其用途	119
8.3 电子分频器与功率分频器	121
8.4 扬声器箱	122
8.4.1 封闭式音箱	123
8.4.2 倒相式音箱	123
8.4.3 箱式扬声器系统的组成	123

8.4.4	声柱	123
8.4.5	选择使用扬声器时应注意的几个问题	124
8.5	耳机	125
8.5.1	耳机的分类	125
8.5.2	耳机的主要性能参数	126
8.5.3	耳机的选用	127

9

第9章 歌舞厅音响设备 128

9.1	歌舞厅用调音台	128
9.1.1	单声道输入通道	128
9.1.2	立体声输入通道	131
9.1.3	主控部分	132
9.2	架子鼓的拾音	134
9.3	多重效果处理器	135
9.3.1	多重效果处理器概述	135
9.3.2	效果器的连接	135
9.3.3	歌舞厅常用的几种效果处理器	136

10

第10章 扩声系统 147

10.1	扩声的作用与要求	147
10.2	室内扩声系统	148
10.3	扩声系统设备连接的意义与要求	149
10.3.1	连接的意义	149
10.3.2	连接的基本要求	150
10.4	接插件与连接线	152
10.4.1	接插件	152
10.4.2	连接线	157
10.5	平衡连接与非平衡连接	159
10.5.1	平衡连接	159
10.5.2	非平衡连接	160
10.5.3	平衡与非平衡的转换	161
10.6	接地	162
10.6.1	接地方式	162
10.6.2	妥善接地所采取的措施	163
10.7	匹配	164
10.7.1	阻抗匹配	165

10.7.2	电平匹配	167
10.8	相关设备间的配接方法	170
10.8.1	音源与调音台的配接	170
10.8.2	调音台与其他设备的配接	170
10.8.3	效果器的配接	171
10.8.4	功率放大器与扬声器的配接	172
10.9	扩声系统设备连接举例	176
10.9.1	音乐厅扩声系统的连接	176
10.9.2	剧院扩声系统的连接	178
10.9.3	卡拉OK厅扩声系统的连接	180
10.9.4	歌舞厅扩声系统的连接	181
10.9.5	迪斯科厅扩声系统的连接	181
10.10	开机与关机	184
10.10.1	开机过程	184
10.10.2	关机过程	185

11

第11章	灯光基础	186
-------------	-------------	------------

11.1	光的基本属性	186
11.1.1	光的本质	186
11.1.2	色温	186
11.1.3	光的基本单位	186
11.2	常用电光源和灯具	187
11.2.1	白炽灯	187
11.2.2	卤钨灯	187
11.2.3	气体放电灯	187
11.2.4	灯具	188
11.3	声控彩灯	189
11.3.1	SL322 集成电路电子琴声控彩灯	189
11.3.2	分频式音乐彩灯	190
11.4	调光设备	190

A

附录 A	声频技术常用英语词汇	193
-------------	-------------------	------------

B

附录 B	音响调音员职业技能标准	195
-------------	--------------------	------------

1

第 1 章 声学基本知识

1.1 声音的基本性质

1.1.1 声音的产生与传播

声音是客观物体振动，通过介质传播，作用人耳产生的主观感觉。语言、歌唱、音乐和音响效果以及自然界的各种声音，都是由物体振动产生的。例如我们讲话时，如果将手放在喉部，就会感到咽喉部在振动。人的发声器官（声带），乐器的弦、击打面、薄膜等，当它们振动时，都会使周围的空气质点随着振动而造成疏密变化，形成疏密波，即声波。

物体振动产生的声音，必须通过空气或其他媒质传播，才能使我们听到。没有空气或其他媒质，我们就听不到声音。月球上没有空气，所以月球是“无声的世界”。

那么，空气又是怎样传播声音的呢？我们还以敲鼓为例来说明。我们敲鼓的时候，鼓膜产生振动，使鼓膜平面发生凸凹变化。如图 1-1 (a) 所示，当鼓膜凸起时，鼓膜上面 A 处的空气受到鼓膜的压挤而密度变大，形成密部。这部分密度大的空气又会压挤邻近 B 处的空气，使 B 处的空气有变成密部的趋势。但鼓膜很快又凹下去，如图 1-1 (b) 所示，它的表面形成一个空隙，A 处空气密度变小，形成疏部。这时，B 处的空气正在受到压挤变成密部，并且有使 C 处空气变成密部的趋势。当鼓膜再一次凸起时，如图 1-1 (c) 所示，A 处空气又受到鼓膜压挤重新变成密部，B 处空气在压挤 C 处空气的过程中，自己密度变小成为疏部，C 处空气变成了密部。这样，鼓膜来回地振动，使密部和疏部很快由一个气层传到另一个气层，振动的空气向四面八方传开就形成了声波。实际上，空气质点只是在原地附近振动，并没有随着声音传播到远处去，这就像我们向平静的水面扔石子时，会在水面激起了一圈圈向外扩展的水波一样，水面上漂浮的落叶只是在原地上下振动而不随着水波向远处移动。不过，水波和声波是不同性质的两种波。水波传播时，水质点的振动方向是上下的，和水波传播的方向互相垂直，这种波称为横波（严格地讲，水波不完全是横波）；声波传播时，空气质点的振动方向和声波传播的方向在一条直线上，这种波称为纵波。

声波传播到人耳后，人耳是怎样听到声音的呢？

我们知道，人耳是由外耳、中耳、内耳组成的，如图 1-2 所示。外耳和中耳之间有一层薄膜，叫做耳膜（鼓膜）。平常我们看到的耳朵就是外耳，它起着收集声波的作用。声波由外耳进来，使鼓膜产生相应的振动。这一振动再由中耳里的一组听小骨（包括锤骨、砧骨、镫骨）传到内耳，刺激听觉神经并传给大脑，我们就听到了声音。

媒质传播声音的速度大小和媒质的种类以及环境的温度有关。常温下，声音在空气中传播的速度约为 340m/s；在钢铁中，声音传播的速度约为 4000m/s，比在空气中快 10 多倍。

为了便于说明声音的特性，我们先看一下一个记录声音的简单装置。如图 1-3 所示，在一种称为音叉的发音物体的一个臂上粘上一个细金属针，然后用小槌敲击音叉，并使细金属针紧靠一块熏有炭黑的玻璃片。如果这时用匀速移动玻璃片，金属针就会在玻璃片上划出音叉的振动痕迹，也就是音叉的振动波形。

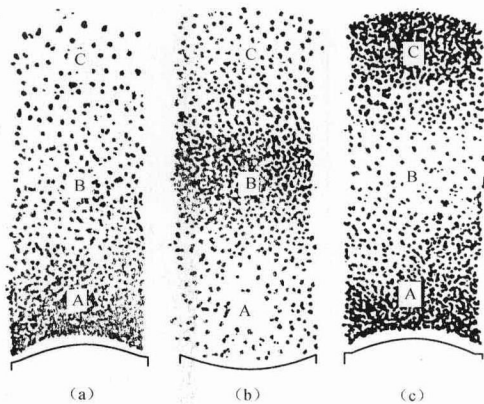


图 1-1 声音的传播

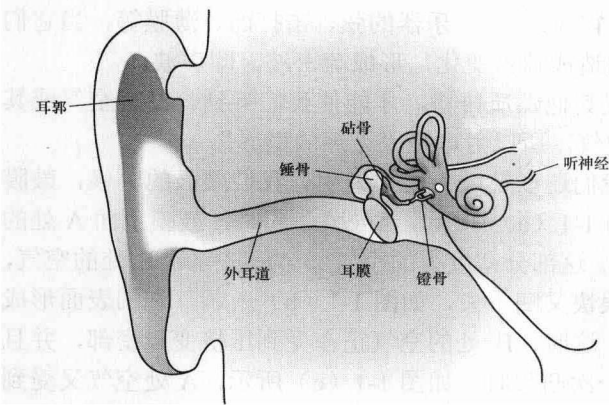


图 1-2 人耳的构造



图 1-3 音叉的振动波形

人们根据听到的声音的不同，归纳出了声音的三个特性，就是音调、响度和音色，而且找出了它们和发声物体振动特性之间的关系。

1.1.2 音调

物体的振动有快有慢，例如细而短的琴弦振动比较快，粗而长的琴弦振动比较慢。在 1 秒内物体振动的次数，称为频率，单位为赫（兹），以 Hz 表示。例如某种物体的振动次数为

100次每秒时，它的频率就是100Hz。

声音的音调高低与物体振动频率的高低有关。频率高的声音，叫做高音；频率低的声音，叫做低音，如图1-4所示。在重放声音时，若高音和低音分量适当时，听起来就会感到声音清晰而柔和，感觉自然。如管弦乐中失去了低音，就会感到声音尖锐刺耳；失去了高音，则感到声音浑浊不清，有烦躁的感觉。因此，扩音机的频率范围越宽越好。人耳所能听到的声音频率范围在20~20000Hz之间，这一范围的频率叫做声频或音频。

声频设备所能通过的频率范围，叫做频带。通常扩音机都有音调控制器，用来控制信号的频率，改变重放声音的音调。

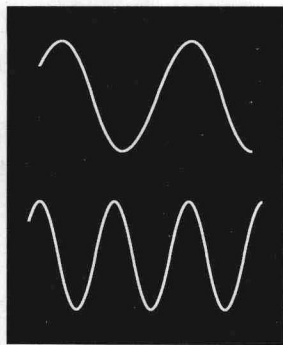


图1-4 两个不同频率的波形

1.1.3 响度

声音的大小就是响度，它决定于物体振动的幅度（即振幅）。如图1-5所示，振幅大，声音就响；振幅小，声音就轻。在扩音机上装有音量控制器，可以改变声音的响度大小。将音量控制器开大，扬声器发出来的声音就大，但声音也不能调得过大，因为过大了就会增大失真，同时扬声器也容易损坏。因此，必须根据听声人的感觉和扩音机输出过载指示器的闪烁情况，来调节音量的大小。

1.1.4 音色

用各种不同的乐器演奏同一个乐音，虽然音调与响度都一样，但听起来，它们各自的音色却不一样，这是由于物体振动所形成的声波波形不相同造成的。这种独特的波形决定了某种乐器（或某人的声音）的特色，叫做音色或音品。自然界中的声音一般都是复合声波，而不是单一正弦波的声音。如图1-6所示的复合声波，是由它的基波、二次谐波、三次谐波（几次谐波就是它的频率为基波频率的几倍）等所构成的。各种物体所发出的每个声音都有它特定的谐波，所以声音的合成波形也不同。即使两个声音的基波与谐波的频率完全一样，也会

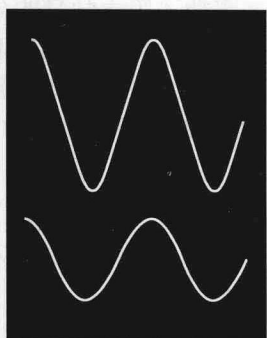


图1-5 两个振幅不同的波形

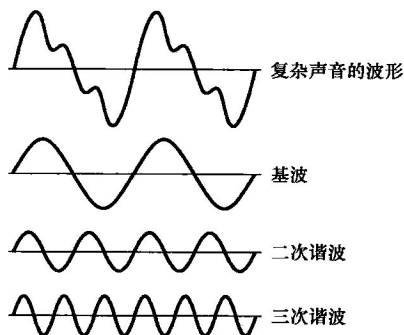


图1-6 音色的形成

由于两者的基波与谐波之间的振幅比值不同,使合成后的声波波形有所不同,声音也不同。这样就形成了各种声音的独特音色,产生了自然界各种各样声音的区别。

1.2 声音的参数与计量

1.2.1 声压、声压级、声功率和电平

声波引起空气质点的振动,使大气压产生迅速的起伏。这种起伏,称为声压。所谓声压就是有声波存在时,在单位面积上大气压的变化部分。声压(p)以 Pa,即帕(斯卡)为单位($1\text{Pa}=1\text{N}/\text{m}^2$,即牛顿/平方米)。有时也用 μbar ,即微巴作单位, $1\text{Pa}=10\mu\text{bar}$ 。我们听到的最弱的声音声压为 $2\times 10^{-5}\text{Pa}$,即 0.00002Pa ,最强的声音的声压为 20Pa 。

声功率(W)是指声源在单位时间内向外辐射出的总声能,它表示声源发声能力的大小,以 W(瓦)、mW(毫瓦)或 μW (微瓦)为单位($1\text{W}=1\,000\text{mW}=1\,000\,000\mu\text{W}$)。

声强(I)是指在单位面积上通过多少瓦的声能,单位是 W/m^2 (瓦/平方米)。

声强和声功率通常不易直接测量,往往要根据测出的声压通过换算来求得。声强和声压都是表示声音大小的量,但两者是有区别的,声强是能量关系,而声压是压强关系。为了计算上的方便,同时也符合人耳听觉分辨能力的灵敏度要求,所以人们将最弱的声音($2\times 10^{-5}\text{Pa}$)到最强的声音(20Pa),按对数方式分成等级,以此作为衡量声音大小的常用单位,这就是声压级,其单位称为 dB(分贝)。声压 p 的声压级为

$$L_p = 20 \lg \frac{p}{p_0} (\text{dB})。$$

式中, $p_0=2\times 10^{-5}\text{Pa}$,为基准声压。声信号和电信号的相对强弱,例如声压和电压、声功率和电功率的放大(增益)或减小(衰减)的量都可用 dB 为单位来表示。分贝的概念在录音技术上是重要的。在调音技术中,在调音台和传声器的匹配、传声器的选择应用、声源的处理等方面都常用到它。

在计算给定电压、电流或电功率等电学量和声压、声强、声功率等声学量的分贝值时,通常都要指定该量的一个数值作为基准值,再将给定量数值与基准值相比,比值取常用对数后乘以 10(电功率、声功率、声强时),或乘以 20(声压、电压、电流时),即得到相应的分贝值,它们分别称为电压电平(B_u)、电流电平(B_i)、功率电平(B_p)和声压级(L_p)、声强级(L_I)、声功率级(L_P),计算公式如下:

$$B_p = 10 \lg \left(\frac{\text{给定电功率}}{\text{基准电功率}} \right); \quad L_P = 10 \lg \left(\frac{\text{给定声功率}}{\text{基准声功率}} \right); \quad L_I = 10 \lg \left(\frac{\text{给定声强}}{\text{基准声强}} \right);$$

$$B_u = 20 \lg \left(\frac{\text{给定电压}}{\text{基准电压}} \right); \quad B_i = 20 \lg \left(\frac{\text{给定电流}}{\text{基准电流}} \right); \quad L_p = 20 \lg \left(\frac{\text{给定声压}}{\text{基准声压}} \right)。$$

电压电平通常简称为电平。电功率比或电压比(电流比)与分贝值的换算关系可由表 1-1