

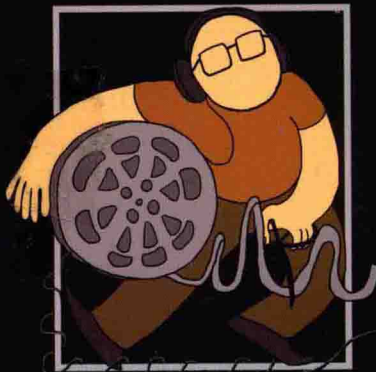
21<sup>st</sup> CENTURY  
CLASSIC ANIMATION  
TUTORIAL SERIES

■ 丛书主编 赵前

21世纪经典动漫系列教材

# 动画声音设计

赵前 黄鹏 翟继斌 编著



21 世纪经典动漫系列教材

丛书主编 赵 前

# 动画声音设计

赵前 黄鹏 翟继斌 编著

中国人民大学出版社

· 北京 ·

## 图书在版编目(CIP)数据

动画声音设计 / 赵前, 黄鹏, 翟继斌编著. — 北京: 中国人民大学出版社, 2015.3

21世纪经典动漫系列教材

ISBN 978-7-300-20944-9

I. ①动… II. ①赵… ②黄… ③翟… III. ①动画片-声音处理-高等学校教材  
IV. ①J954

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第039226号

21世纪经典动漫系列教材

丛书主编 赵前

动画声音设计

赵前 黄鹏 翟继斌 编著

Donghua Shengyin Sheji

---

出版发行 中国人民大学出版社

社 址 北京中关村大街31号

邮政编码 100080

电 话 010-62511242 (总编室)

010-62511770 (质管部)

010-82501766 (邮购部)

010-62514148 (门市部)

010-62515195 (发行公司)

010-62515275 (盗版举报)

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.ttrnet.com> (人大教研网)

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

规 格 185mm × 260mm 16 开本

版 次 2015年7月第1版

印 张 8

印 次 2015年7月第1次印刷

字 数 164 000

定 价 32.00 元

---

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

## 编委会主任

吴长江 中国人民大学艺术学院名誉院长

## 委员

周凤英 中国动画学会副主席

傅铁峥 中国电视艺术家协办会卡通艺术委员会秘书长

郑晓华 中国人民大学艺术学院党委书记、副院长、教授

徐唯辛 中国人民大学艺术学院常务副院长、教授

赵 方 中国人民大学艺术学院副院长、教授

王英健 中国人民大学艺术学院副院长

曹小卉 北京电影学院动画艺术研究部副主任、一级导演

秦明亮 北京科学教育电影制片厂动画部副主任、一级导演

魏惠筠 北京城市学院艺术学部动画教研室主任、教授

李 宏 中国人民大学出版社副编审

# 总 序

动画是集文学、电影、摄影、音乐、绘画为一体的一门综合艺术，也是目前发展非常迅速、令人瞩目的艺术教育学科。事实上，它自诞生之日起，便得到观众巨大的关爱。现在，动画片和相关产品的开发制作已经成为文化产业的重要方面，并且对社会生活产生着直接的、重要的影响。中国动画在 20 世纪中叶相当长的一段时间里，曾经有过值得自豪的历史，创造过具有鲜明民族特色且构思巧妙、趣味高雅、形象动人的优秀作品，被国际评论界誉为“中国学派”。近年来，动画的发展更受到全社会的重视，目前，国内建立起动画艺术专业的高校达 170 多所，学生数以万计，如何使教学计划内容保证基本理论和基本技能的掌握，如何汲取外国动画教学之长，同时发扬我国优秀的动画传统，摸索出有中国特色的人才培养方法，已是摆在众多美术学院校面前的重大课题。

中国人民大学艺术学院自 2000 年开设动画专业以来，一直对于学科基础建设，特别是教材的编写给予特别关注。经过充分的酝酿和策划，确定了由《动画片场景设计与镜头运用》、《动画艺术概论》、《动画造型与设计艺术》、《原动画设计》、《逐格动画技法》等组成的系列教材，作者均为具有丰富创作、教学经验的专家、教授。他们经过全面的回顾与总结，提出了具有我国特点的教学模式。通过对这些教学内容的学习，学生可以从艺术理念、创作方法、新技术的运用，直至动画片的具体制作与完成，对动画有全面、完整、清晰的了解，从而掌握动画专业学科必需的基础知识。

基于动画专业学科实用性强的特点和对创作的特别要求，这套图文并茂的教材还提供了大量中外著名影片、导演的范例。它不仅介绍了动画经典影片的制作过程，而且重点讲解了传统与现代动画片在各个创作、制作环节上的变化、发展以及需要注意的问题。因此，它也是我们为所有动画专业的爱好者和从业者提供的极好的参考材料。

让我们为中国动画繁花似锦时代的到来而共同努力。

全国政协委员

中国人民大学艺术学院教授

博士生导师

徐庆平

# 前言

无论是影视作品还是动画作品，视听语言的配合一直都是至关重要的，二者的相得益彰使得作品具有无法阻挡的艺术魅力。随着数字技术的不断发展，人们越来越将声音作为一种独立的线索去开拓和创造，摆脱了以往将声音作为画面辅助的思维模式。

我们不难发现，声音也是一种讲故事的重要方法，它能在不依附于画面的基础上使情绪变得紧张，使节奏富于变化，它已经成为表达导演情感与思想的主要途径，不仅自身能独立成章，还能配合画面使得感受丰满、立体，更能抓住观众的心。

与其他语言一样，声音元素有其自身的基本构成原理、表达方式和语法规则。本书主要从声音这种现象本身入手，从声音的物理特性、人耳的听觉特性、声音在生活中的应用开始，由浅入深，基于电影视听语言理论，重点讨论了声音作为一种艺术创作的手段，如何被应用到动画影视作品中，对原有的电影理论结合动画片的特性进行了分析。

除了理论上的梳理，本书重点对声音设计的技术环节进行了介绍，涵盖了 Nuendo、Audition 等主流音频软件，理念讲解和实际操作步骤相结合，给读者展示了一个完整的声音设计流水线作业。

本书内容由三个部分组成。

第一部分，声音设计基础篇。这部分共分三章，主要从物理的角度探究了声音的原理及特性，以及人们改造和利用声音的历程，着重介绍了当今的数字化音频，使读者能了解声音本身在人类历史进程中的发展历程。

第二部分，声音设计艺术篇。这部分共分三章，探讨声音设计的概念及其构成，简要介绍了此行业在国际上的发展态势。这部分选取了一些著名的动画作品，对其声音设计进行了分析，另选取了部分学生作品进行点评，供读者对比参考。

第三部分，声音设计技术篇。这部分共分四章，主要从技术的角度，介绍声音设计的实现环节，即如何利用硬件设备和音频编辑系统，实现我们对声音的录制和编辑，以及后期处理，介绍了录音的相关设备、原理，以及 Nuendo 音频处理软件的使用。

本书由赵前确定编写大纲并统稿，第一、第二部分由黄鹏编写，第三部分由翟继斌编写，插图邓斯达。由于作者水平有限，加之时间仓促，书中不当之处敬请读者批评指正。

# 目 录

## 第一部分——声音设计基础篇 /1

### 第1章 自然界中的声音 /3

- 1.1 声音的物理三要素 /4
- 1.2 人们对声音的主观感受 /5
- 1.3 声音的传播状态 /7
- 1.4 室内声场 /8
- 1.5 声波的七种效应 /10

### 第2章 人对于声音的改造和利用 /12

- 2.1 机械时代 /13
- 2.2 磁信号时代 /15
- 2.3 CD时代 /17
- 2.4 数字时代 /17

### 第3章 数字音频基础 /22

- 3.1 声音数字化过程 /23
- 3.2 数字化音乐 /26
- 3.3 数字音频常见的格式 /30

## 第二部分——声音设计艺术篇 /33

### 第4章 声音的艺术 /35

- 4.1 电影中的声音 /36
- 4.2 声画关系 /36
- 4.3 声音设计意识 /36
- 4.4 有关声音设计的重要奖项 /37

### 第5章 声音设计的过程 /40

- 5.1 设计前的思考 /41
- 5.2 声音设计的构成 /41

- 5.3 声音构思基础 /47
- 5.4 《纸人》的声音设计 /49

## 第6章 声音设计实践 /54

- 6.1 配音实例 /55
- 6.2 配音过程解析 /55
- 6.3 拉片练习——《鱼》声音设计分析 /58
- 6.4 拉片练习——《新娘》声音设计分析 /65

## 第三部分——声音设计技术篇 /75

### 第7章 录音相关 /77

- 7.1 录音设备 /78
- 7.2 硬件调音台 /87

### 第8章 录音技术 /90

- 8.1 同期录音 /91
- 8.2 单声道话筒使用原则 /92
- 8.3 立体声录音 /92
- 8.4 声音的回放系统 /95

### 第9章 Nuendo软件 /98

- 9.1 基本设置 /99
- 9.2 准备阶段 /103
- 9.3 录音 /104
- 9.4 音频编辑 /106

### 第10章 音频后期 /113

- 10.1 数字音频的处理原则 /114
- 10.2 混录 /117



# 第一部分

## ——声音设计基础篇



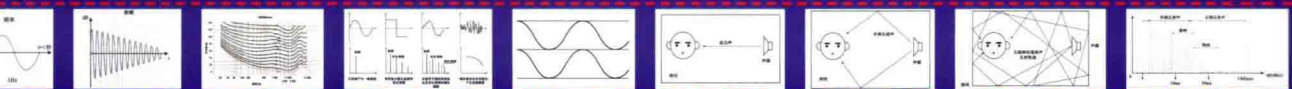
# 第1章 自然界中的声音

## 简述:

本章主要介绍声音的物理属性,包括声音的物理三要素和人耳的听觉特性等知识。同时,结合自然界中的种种现象,分析声音的传播特性,浅显易懂,让读者从实践中理解知识。

## 知识点:

1. 了解声音的物理三要素。
2. 了解音调、响度和音色。
3. 了解声音的传播状态。
4. 区分声波的七种效应。



## 1.1 声音的物理三要素

声音是自然界中的现象之一。声音存在于现实生活中，是由声源振动产生波通过介质进行传播的。自然界中的各种物体，如空气、水、木头等均可充当声音传播的媒介，声波的传播速度取决于媒介自身的物理属性。声波的物理属性一共有三种，它们分别是频率、振幅和相位。

### 1.1.1 频率

频率指单位时间内完成完整振动的次数，用符号  $f$  表示。频率的单位是赫兹 (Hz)，简称赫。1Hz=1 次 / 秒。1KHz=1 000Hz。

振动物体完成一次往复运动所需要的时间为周期，用符号  $T$  表示，单位是秒 (s)。

频率和周期的关系为  $f=1/T$ 。

一般来说，振动物体每秒振动的次数越多，频率也就越高。人耳对于频率的适应范围是 20Hz ~ 20 000Hz。50Hz ~ 100Hz 的声音称为低音，听起来很低沉，比如架子鼓中底鼓的声音；200Hz ~ 500Hz 的声音称为重低音；1 000Hz ~ 5 000Hz 的声音称为中高音；10 000Hz ~ 20 000Hz 的声音为高音。这里要特别说明的是，低于 20Hz 的和高于 20 000Hz 的频率，人耳根本就听不出来了，但是动物却能听到，例如猫狗能听到人耳听觉范围以外的频率，反应比人灵敏。<sup>①</sup> 图 1—1 为频率示意图。

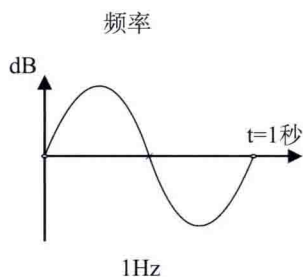


图 1—1 频率示意图

### 1.1.2 振幅

振幅，顾名思义就是振动的幅度。振动物体离开平衡位置的最大距离叫振动的振幅。振幅在数值上等于最大位移的大小。振幅是标量，单位是米或厘米。振幅描述了物体振动幅度的大小和振动的强弱。图 1—2 为振幅示意图，其中  $t$  为周期，波的频率（单位时间振动次数）没变，但是波形的振幅发生了变化。

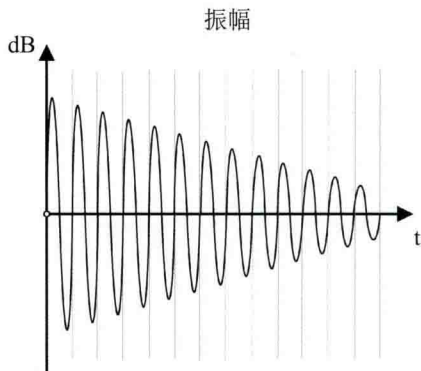


图 1—2 振幅示意图

<sup>①</sup> 参见陈俊海编著：《动画音效制作教程》，16 页，北京，中国轻工业出版社，2010。

### 1.1.3 相位

相位就是声波开始振动的时候起始点的位置。一般来说，相位表明的是声波在周期运动中所达到的精确的位置。相位通常以圆周的角度来计算，把一个周期分为  $360^\circ$ ，所以， $360^\circ$  相当于一个完整的运动周期，能够清楚地说明相位关系。图 1—3 是一个相位图，标示在  $30^\circ$  位置，圆周和抛物线相对应的位置关系。

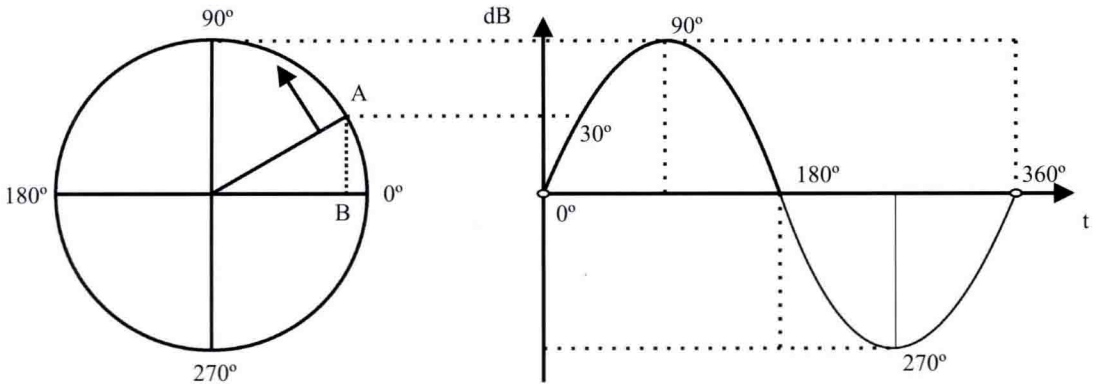


图 1—3 相位示意图

相位主要影响的是波的合成，现实状况下声音并不是纯音，而是不同频率组合在一起，因此会受到相位的影响。同相的声音是相加的，并易于集合；而反相的声音则是相减的，并且互相抵消。

## 1.2 人们对声音的主观感受

声音作用于人的感官器官，就会形成一些心理和生理的感觉。这些感觉也可以用三个属性来表示，它们分别是音调、响度和音色。

### 1.2.1 音调

在现实生活中，有的人说话嗓音比较尖，而有的人嗓音则比较厚重和低沉，这就是音调的差异。音调其实主要和声音物理属性中的频率紧密相关，单位时间内振动的次数多，听起来的声音就比较尖，比较高，反之则比较低沉。

### 1.2.2 响度

响度指的就是声音的大小。在通常情况下，它和振幅也有关联，振幅大的波，响度在一定程度上也比较大。响度是人们的主观感受。

在物理层面上，声音的大小和声压级有着紧密的联系。通俗地说，声压是用来衡量声波强弱的。声压是一种压强，单位是 Pa。声压越大，声波越强。而声压级其实是反映人耳对响度的感觉和声压本身的对数关系的相似性的一个参数。其单位是分贝 (dB)。这是一个比较难理解的概念，下面通过图 1—4 中的数据来具体说明。

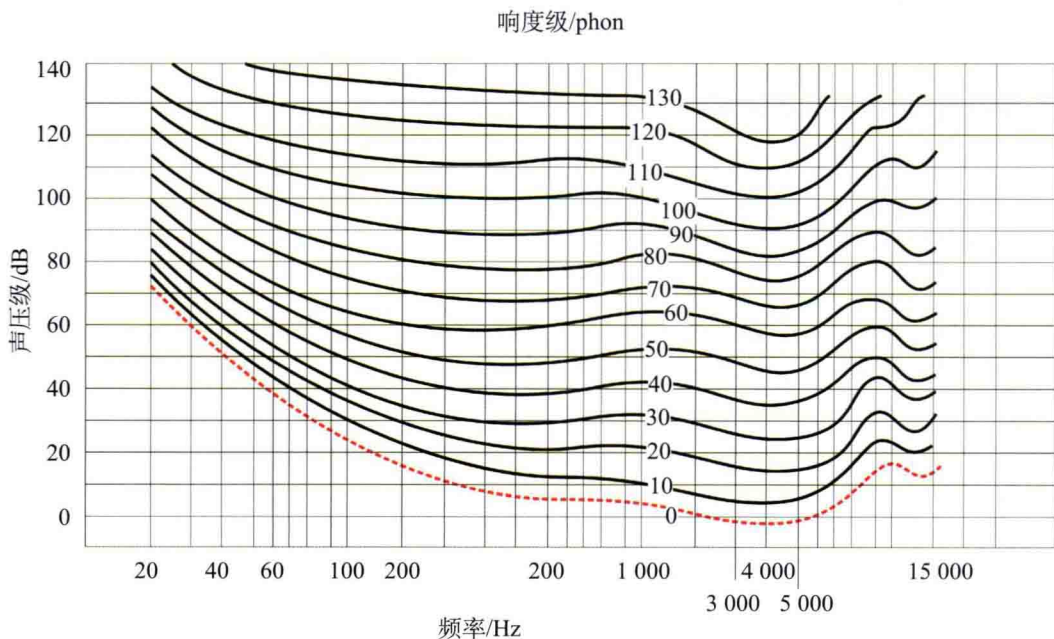


图 1—4 等响曲线

(1) 在频率  $f=1\ 000\text{Hz}$  的点上，响度值与对应声压级的值相等。

(2) 在  $3\ 000\text{Hz}<f<5\ 000\text{Hz}$  频率段中，只需要较小的声压级就可以达到  $1\ 000\text{Hz}$  用较大声压级产生的响度。这个频率区域是人耳的听觉灵敏区。所以，在混音的时候，提升这个频段里的声音电平，整体的响度会明显增加。录音的时候也可以选用频响曲线在此区域灵敏的传声器。

(3) 在  $f<1\ 000\text{Hz}$  的频率段中，听觉灵敏度下降。这也就是说，要达到和  $1\ 000\text{Hz}$  一样响度的中低频声音，必须有更大的声压级。

(4) 在  $f<100\text{Hz}$  的低频区，声压级稍微增加一点，低频响度马上会明显提升，稍微减小一点，低音会马上听不见了。

(5) 在  $f>5\ 000\text{Hz}$  的高频区域中，声压级和响度的变化基本保持一致。不过当声音频率超过  $7\ 000\text{Hz}$  后，灵敏度又会有一定程度的减小。

声压级与响度之间是一个相对的关系，此消彼长。只有平时多观察和感受，才能体会出其中的关系。

### 1.2.3 音色

音色是人们对声音的一种主观心理感觉，是声音的客观物理属性在人们主观听感中的心理反应。人们日常听到的语言和音乐，都是由许多频率成分组合成的复合音。在通常情况下可以根据声音各频率成分的分布特点得到一种综合印象，这种印象就是对音色的感觉。<sup>①</sup>

我们一般听到的声音并不是单一频率的声音，因为它并不是单纯的正弦波震动，而是复合

<sup>①</sup> 参见陈俊海编著：《动画音效制作教程》，20页。

振动。物体在做复合振动时产生的每一个声音成分都叫做“分音”。物体整体振动时产生的分音叫做“基音”，其他成分则依据振动频率的高低称为“第二分音”或“第三分音”。

在音乐领域，乐器振动的第二分音和第三分音呈倍数关系，故称为泛音或谐音。一般优美的乐音的频谱都是呈奇数或偶数关系的线状关系图，而噪音则是连续的（见图 1—5）。

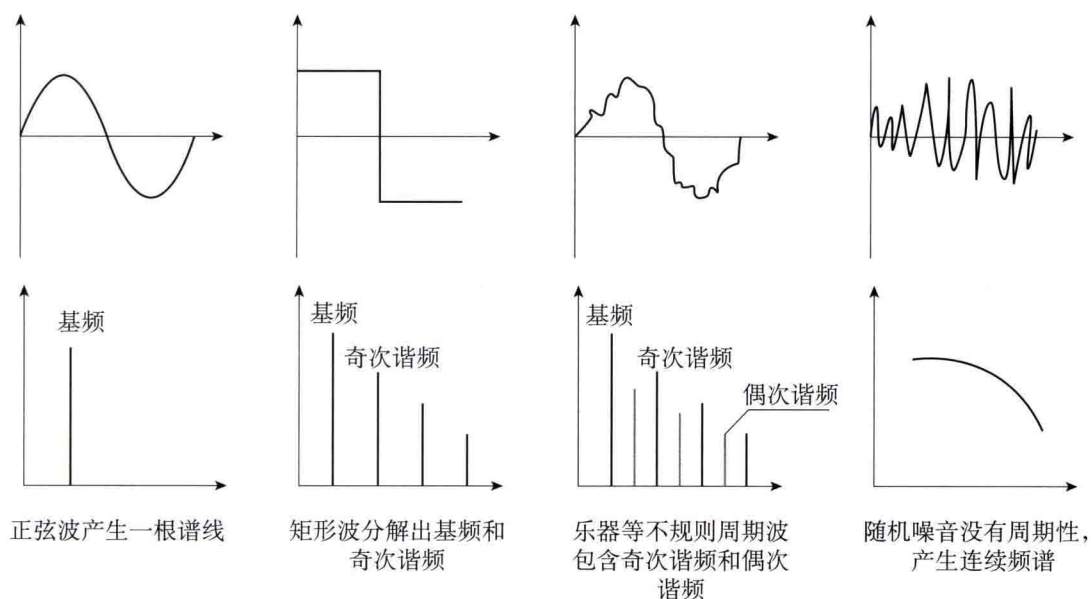


图 1—5 音色形成示意图

资料来源：胡隆、许静波编著：《录音、调音与音响技术》，120 页，北京，北京工业大学出版社，1999。

## 1.3 声音的传播状态

声音的传播，除了要有振动的声源外，还需要传播介质。这里的介质包括固体、液体和气体。声音必须在介质中才能进行传播。在传播过程中高频往往容易被物体阻隔，而低频由于其波长较长，往往能越过障碍物；所以高频的声波一般传不远，而低频在很远的地方都能听到。

### 1.3.1 声波的反射

声音在传播过程中，一部分能量持续传播，而另一部分在遇到一种媒介与另一种媒介的分界面时，由于两种媒介的声学性质不同，在分界面改变传播方向返回到原先的媒介中去的现象，叫做声波的反射。声波的散射则是不规则的反射，一般是由于碰到高低不平的平面而造成的。回声现象就是由反射波的时间差造成的。这个时间差在 0.1 秒以上，人才能觉察出来。

### 1.3.2 声波的干涉

声波在传输过程中具有相互干涉作用。两个频率相同、振动方向相同且步调一致的声源发出的声波在相互叠加时就会出现干涉现象。如果它们的相位相同，那么两波叠加后幅度会增加，声

压会加强（见图 1—6）；反之，如果它们的相位相反，那么两波叠加后幅度会减小，声压会减弱，若两波幅度一样，则将完全抵消（见图 1—7）。

声波的干涉作用，常使空间的声场出现固定的分布，形成波峰和波谷（从频响曲线上看类似梳状滤波器的效果），即术语中常说的驻波现象。

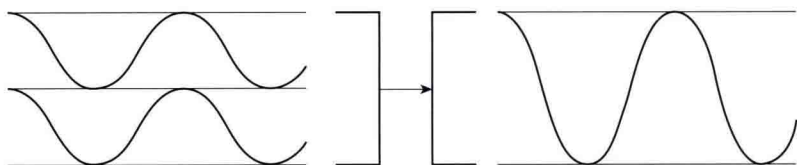


图 1—6 频率相同、相位相同的波形叠加（以正弦波为例）

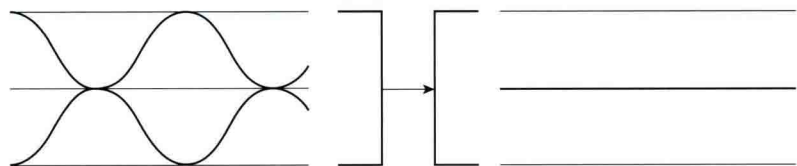


图 1—7 频率相同、相位相反的波形叠加（以正弦波为例）

## 1.4 室内声场

当声源向空间辐射声波时，该声波存在的区域称为声场。如果声波传播时不受阻碍和干扰，这样的声场称为自由声场。室内声场由直达声、早期反射声和混响声三部分组成。三者之间的先后顺序为：当声音从声源传播出来之后，直达声会最先到达，紧接着是早期反射声，最后是混响声。

### 1.4.1 直达声

直达声（direct sound）是指从声源不经过任何的反射而以直线的形式直接传播到接受者的声音。直达声决定着声音的清晰度。在音响系统中，未经过处理的声音信号也称为直达声。在传播过程中，直达声不受室内反射界面的影响，距声源的距离每增加一倍，直达声的声压级衰减 6 分贝，音色非常纯正（见图 1—8）。

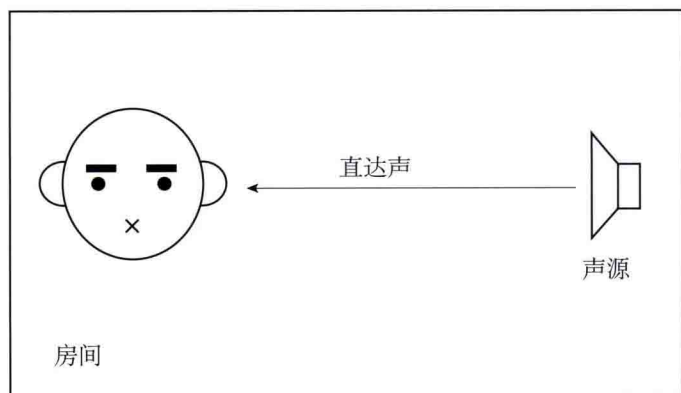


图 1—8 直达声示意图



## 1.4.2 早期反射声

早期反射声，也称为近次反射声，一般是指在直达声之后相对延迟时间为 50 毫秒 (ms) 内到达的反射声 (见图 1—9)。这些短延时的反射声主要是由室内界面一次、二次，少数三次及以上反射后到达接收点的声音。对于延时在 50 毫秒内的反射声，人耳难以将其和直达声分开，故这些反射声会对直达声起到加强作用。特别是大厅内来自侧墙的反射声，对声音的空间感和声音洪亮感起着重要作用。<sup>①</sup>

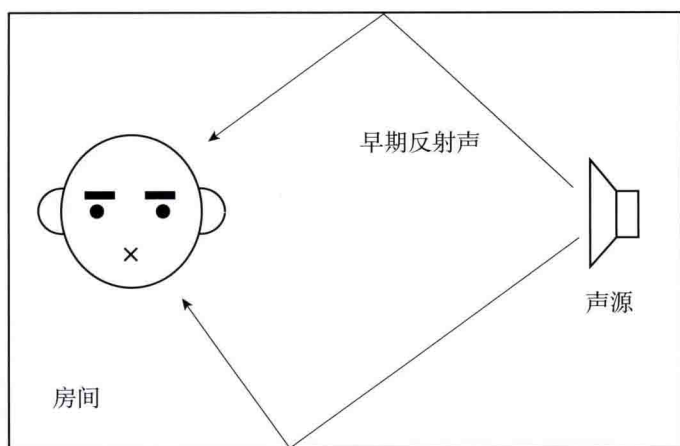


图 1—9 早期反射声示意图

## 1.4.3 混响声

混响声，在早期反射声后陆续到达的、经过多次反射的声音统称为混响声 (见图 1—10)。由于声波每入射、反射一次，界面都要吸收掉一部分声功率，故混响声强度是逐渐衰减的。在场，混响声的声音响度对于接收点的声音强度起决定作用，而且其衰减率的大小对音质有着重要影响。<sup>②</sup>

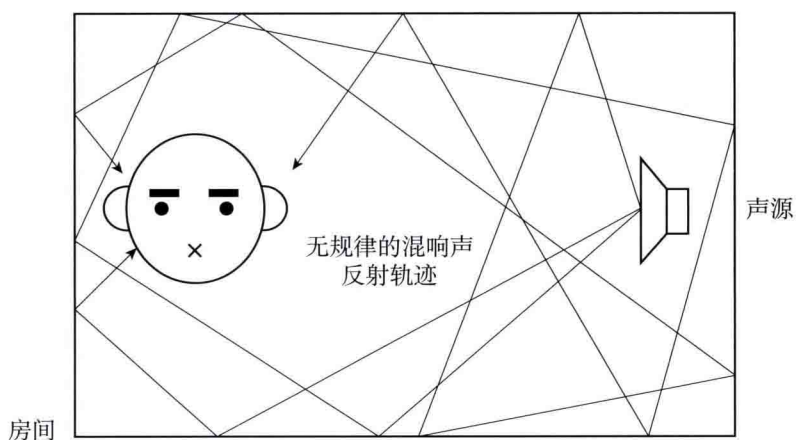


图 1—10 混响声示意图

① 参见陈俊海编著：《动画音效制作教程》，24 页。

② 同上。