

信息产业部职业鉴定指导中心推荐教材

21
世纪

紧缺型人才培养规划教材—多媒体应用技术专业

韩雪涛 主 编

吴 瑛 韩广兴 等编著

音频视频编辑与制作



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

音频视频是多媒体信息的主要类型,也是信息传递、表现的最重要方式。音频视频的编辑处理技术从属于多媒体技术,通过对《多媒体技术应用》主课程的学习,相信读者已对音频视频有了大概的了解,本教材的教学目的是在理论学习的基础上,采用“图”配“文”的形式,学习音频视频的实际编辑方法、制作技巧以及相关软件和硬件的使用方法,进而培养学生的影音节目创作能力。

本书主要内容包括音频视频的基础知识、音频视频文件的采集与保存、音频视频素材的编辑处理,以及 VCD 光盘制作等。所有内容以制作最终影音作品为目标,通过具体的实际案例来讲解实际工作的编辑过程和各项需求(标准),并在此基础上作了进一步的知识拓宽和技术延伸,如音频素材的标准、视频规格以及制作 VCD 光盘等。

为了更好地进行实践技能型教学,本主修课程另外配置了《音频视频编辑综合实训》(配盘),可以很好地辅助进行实践性、巩固性教学。

本书配有 PowerPoint 制作的电子教案,教师可以根据情况任意修改,如有需要,可从中国水利水电出版社网站(<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>)下载。

图书在版编目(CIP)数据

音频视频编辑与制作 / 韩雪涛主编. —北京:中国水利水电出版社,2005
(21世纪紧缺型人才培养规划教材. 多媒体应用技术专业)
ISBN 7-5084-3128-6

I. 音… II. 韩… III. ①语言信号处理—教材②数字图像处理—教材
IV. TN911.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 088417 号

书 名	音频视频编辑与制作
作 者	韩雪涛 主编 吴 瑛 韩广兴 等编著
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 12.75 印张 310 千字
版 次	2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	18.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

编 委 会

主 任:

周 明 信息产业部职业技能鉴定指导中心主任

韩广兴 信息产业部职业技能鉴定专家

委 员:

韩广兴 韩雪涛 吴 瑛 孙承满

韩雪冬 许 刚 吴 玮 杨庆川

序

为了加速高级技能型人才的培养，中国教育部下达了中、高等职业学校计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案，其中指定开设的专业就有多媒体技术应用专业。教育部重点指示如下：根据劳动力市场需求，以信息产业人才需求调查结果为基础依据，以提高学生的职业实践能力和职业素养为宗旨，倡导以学生为本位的教育培训理念和建立多样性与选择性相统一的教学机制，通过综合和具体的职业技术实践活动，帮助学习者积累实际工作经验，突出职业教育的特色，全面提高学生的职业道德、职业能力和综合素质。

人才的培养培训应体现以下基本原则：

- (1) 以全面素质为基础，以职业能力为本位；
- (2) 以企业需求为基础依据，以就业为导向；
- (3) 适应行业技术发展，体现教学内容的先进性和前瞻性；
- (4) 以学生为主体，体现教学组织的科学性和灵活性。

正是基于教育部的要求，我们策划了这套教材。本套教材的编写队伍是由高校教师和天津涛涛多媒体工作室的工程师组成的，所以本套教材充分体现了以企业需求为依据，以就业为导向的原则。在教材编写时要求不仅是知识内容的加减，而且是对传统模式教材的一种突破。在知识内容的载体、语言的表达习惯、信息的传递方式、知识的传授模式、师生的交流方式、内容的体现风格等方面，都需要有一个统一、全新的革新。

技能型教学在多媒体行业早已不是一句新的口号，编委会成立时特意聘请天津涛涛多媒体工作室具有丰富经验、长期从事与教学相关的多媒体 CAI 课件 VCD 制作的工程师一起参与，就是倡导职业技能培训教材的写作思路要以图代文、模拟训练，把直观化、技能化渗透体现在我们制作的每一个字、每一张图、每一句话、每一个动作演示中。多媒体教学课件、视频教学片的开发与制作过程其实是教学实践和多媒体技术应用的全面结合，计算机制作人员和学科专家或教师之间的不同需求是我们把握整个教学课件传授模式的关键点。这也是我们的教材能够很好地达到技能教学的目的。国家教育部提倡的技能型人才培养的精神正是对我们大力倡导的传授模式的一种认可，欢欣鼓舞之余倍加努力探索完善之路。

多媒体属于新兴行业，运用各种多媒体技术的广告行业、数字音像合成行业、数字图像制作行业、动画游戏软件行业、图文编辑制作行业、影视编播行业都离不开多媒体制作人员。多媒体技术的运用完全是产品实体化的制作流程。多媒体技术应用专业所有课程的设置其实是多媒体软件开发全过程的进程分割，每一门课程就是工作进程中的一个模块。我们在工作中涉及的领域、知识、技能在一堂堂教学课中传授给学生。可以说我们会借助多媒体技术手段进行多媒体技术应用这门学科所有技能的教学，作为从事教学行为的多媒体公司，我们的

实践经验（包括多媒体技术应用和一线教学）、我们的用人体会、我们的高效培训机制，加上我们不断完善的传授模式，相信会有绝对的优势使本套教材真正体现实践性技能教学的要求。“打造公司精品！打造精品教材！”正是我们鼓舞自己的口号，也是我们行动的准则。多媒体技术应用专业成套教材的孕育和诞生正是我们积极实践后的硕果。

创新的机制、创新的理念、创新的过程，需要付出加倍的努力和不懈的坚持，甚至会遇到更多的挫折和考验。但是，“优胜劣汰”和无时无刻、无处不在的市场竞争呼吁职业教育教材编写工作的全面、彻底革新。本套教材的编写，试图为教育部提倡的职业化教育提供得力保障，为中国多媒体市场的蓬勃发展起到关键的规范和推动作用。

编委会

2005年1月

前 言

21 世纪将是信息化社会,以信息技术为主要目标的高新技术产业在国民经济中的比重不断增长,多媒体技术及其产品是当今世界计算机产业发展的新方向,对相关人才的需求也在日益攀升。

为适应多媒体技术快速发展的需求,在中职院校开设了多媒体技术应用专业,《音频视频编辑与制作》是该专业的主修课程之一。本课程知识内容实践性强,完全区别于普通的理论基础性学科,传统的教学模式及纯文本教材已不符合该课程的实际教学。因此,《音频视频编辑与制作》一书的编写采用“以图说话”、“以例说事”,突出体现实践性教学。教材的编写在内容的安排、语言的表达、信息的传递、传授的模式、师生的交流等方面都将进行一系列的变换。首先将教授场地从教室切换到多媒体计算机实验室,将教师的讲授平台从黑板转换成计算机屏幕,将学生手中的书本和笔变换成计算机、鼠标、键盘,用大量直观、生动的画面代替抽象、繁碎的文字描述(在课件中还可以加入音乐节目的编辑制作实例),用具体、多样的制作案例引导学生掌握实际的操作过程,逐步形成良好的制作习惯,启发学生的创造思维。

为了更好地进行实践技能型教学,本主修课程另外配置了《音频视频编辑综合实训》(配盘),可以很好地进行实践性、巩固性辅助教学,向学生提供不限时的全面指导,还可以对教材编写案例进行作品观摩、相关资料的拓展性自学等。

技能型教学在多媒体行业早已不是一句新的口号,几年来我们公司制作发行的一系列教材,包括 CAI 多媒体课件、VCD 视频课堂、成套的科技书籍,努力倡导并执行的一项原则就是以图代文、模拟训练,直观化、技能化渗透在我们制作的每一个字、每一张图、每一句话、每一个动作演示中。我公司推出的这一系列教材正是为中、高职教材编写工作的全面、彻底革新,为教育部提倡的职业化教育,为中国多媒体市场的蓬勃发展而共同努力。

参加本书编写工作的除封面署名者外,还有李金艳、周欣、孙承满、李方智、周洋、许刚、李东亮、韩雪冬、边嘉新、张湘萍、吴玮等。

相关的多媒体技术或制作需求请来信, E-mail: hanx tao@163.com。

作者

2005 年 4 月

目 录

序

前言

第一章 音频的基础知识	1
1.1 声音信号的基本特点	1
1.1.1 声音的种类	1
1.1.2 声音的三要素	2
1.2 音频信号的数字处理	4
1.2.1 模拟音频信号的特点	4
1.2.2 数字信号的特点	5
1.2.3 音频信号的 A/D 和 D/A 变换	7
1.3 音频文件的常见格式	10
第二章 声音的采集与转换	14
2.1 音频编辑的相关设备	14
2.2 声音采集的基本过程	17
2.3 音频素材的格式转换	18
第三章 视频的基础知识	25
3.1 视频信号的基本特点	25
3.2 视频压缩编码技术	26
3.3 视频文件的常见格式	27
第四章 视频的采集与保存	30
4.1 视频制作的相关设备	31
4.2 数字视频的采集方法	37
4.3 视频采集卡的安装连接	40
4.3.1 视频采集卡的安装与连接	40
4.3.2 视频采集软件的安装与使用	44
4.4 采集应用程序的运行与调试	50
第五章 声音素材的编辑处理	63
5.1 背景音乐的录制转换	64
5.2 背景音乐的编辑处理	67
5.3 用 Windows 录音机录制编辑解说词	76
5.3.1 用 Windows 录音机录制解说词	76
5.3.2 用 Windows 录音机编辑解说词	78

5.4	用 Audio Editor 录制编辑解说词	81
5.4.1	用 Audio Editor 录制解说词	81
5.4.2	用 Audio Editor 编辑解说词	87
第六章	视频素材的编辑处理	94
6.1	视频素材的采集	94
6.1.1	用 StromEdit 实现批量视频采集	95
6.1.2	用 Premiere 采集模拟视频素材	103
6.2	视频文件的编辑处理	115
6.2.1	制作片头动态效果	117
6.2.2	制作扣像效果	131
6.2.3	音、视频的剪辑处理	143
第七章	影音作品的合成输出	155
7.1	各视频片断的编辑合成	155
7.2	影音作品的输出	171
7.2.1	直接输出视频格式文件	172
7.2.2	录制到磁带上	176
7.2.3	制作成 VCD 光盘	181

第一章 音频的基础知识

1.1 声音信号的基本特点

所谓声音，一般是由空气的振动传到人的耳朵形成的。如图 1-1 所示，当扬声器发声时，扬声器纸盆的振动使空气受到压缩和扩展，由于空气是具有特性特征的物质，当纸盆向前振动时，纸盆前面的空气被挤压而密度变高，纸盆向后振动时，纸盆后面的空气密度变高。纸盆连续振动，使空气密度交替升高（密）和降低（疏），并以这种状态向前传播。这样的空气传到入耳时，空气压迫耳膜，使耳膜产生与扬声器的纸盆一样的振动，这时就听到了声音。因此可以说，声音是靠空气的疏密波动传播的。

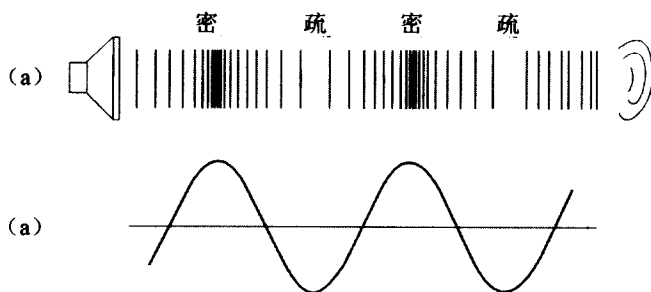


图 1-1 声波传播状态的信号波形示意图

图 1-1 (b) 所示是表示声波传播状态的信号波形，图中的正弦波形是与空气的疏密状态相对应的，波峰到波谷之间的纵向距离称为声波的振幅，它反应声音能量的大小，其值与声音的音量成正比，振幅越大，表示音量越大。声音的频率是指每秒钟声波的振动次数，一秒振动一次即为 1 赫兹 (Hz)。频率可以和我们日常所说的音调相对应，频率越高，声调越高，声音越尖；反之，频率越低，声调越低，声音越低沉。

1.1.1 声音的种类

1. 纯音 (Pure Sound)

轻敲音叉所发出的声音是一种单一频率的正弦波，这种声音被为纯音，如图 1-2 所示，在频谱上是一条线。

2. 复合音 (Complex Sound)

包含两种以上纯音的声音称为复合音，在复合音中，最低频率的声波称为基波或基频。

3. 基本音 (Fundamental Tone)

对于周期性的复合音与周期相同的声音，该频率的纯音是它的基本音。对于非周期性的复合音，其中最低频率的声音为基本音。

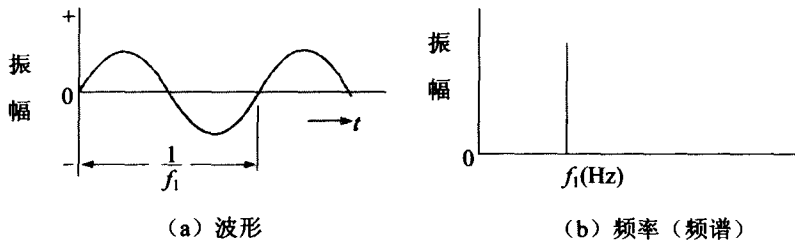


图 1-2 纯音

4. 谐波 (Harmonic, 又称倍音)

具有周期性的复合音中,除基本音以外,与基本音成整数倍的声音称为谐波或倍频(音)。倍频一般在处理电信号的场合称为高次谐波。例如, n 倍频用“ n 次谐波”表示。

5. 单音 (Single tone)

一个基本音与其整数倍的谐波组成的声音称为单音,例如按钢琴的某个键所发出的声音,如图 1-3 所示。

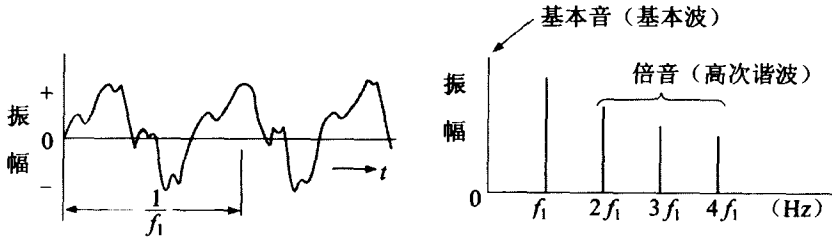


图 1-3 单音

6. 谐和音 (Consonance)

在单音的混合声中,其倍频音相等的声音称为谐和音。

7. 噪音 (Noise)

无规律(非周期性)的声音称为噪音,在通讯中是有害的电信号。

8. 白噪音 (White Noise)

在宽广的频率范围内能量分布均匀的声音称为白噪音。

9. 黑噪音 (Back Groud Noise)

在处理信号时,以某些声音为对象时,该声音以外的声音都称为黑噪音。

1.1.2 声音的三要素

表示声音性质的基本因素中“声调”、“声强”和“音色”被称为声音的三要素。

1. 声调 (pitch 音调)

声调的高低主要是由频率的高低决定的,频率高的声音称为高音,频率低的声音称为低音。人的耳朵所能感知的声音范围一般为 $20\text{Hz}\sim 20\text{kHz}$ 。

2. 响度 (Loundness)

响度就是声音的大小,人耳对声波的感觉是声波对人耳鼓膜的刺激强弱,刺激强的声音就是大的声音(强音),刺激弱的声音就是小的声音(弱音)。

衡量声音强弱有一个标准尺度,就是表示声音强弱的单位,通常使用 dB 为单位来表示。

衡量声音大小量级的方法是，以 1kHz 纯音的声压大小作为基准，其他频率声音与 1kHz 声音有同样感觉的时候，此时 1kHz 的声压大小就是该声音的大小。

(1) 声压。声波的振动，会使空气受到压缩和膨胀并向周围传播，由于声波的作用会使空气的大气压发生变化，这种变化的幅度就是声压。声压变动的幅度越大，声音就越大。

声压的单位一般用 Pa（帕斯卡）来表示。

(2) 声强（SPL, Sound Pressure Level）。声强是用 dB 来表示声音强弱的量。一般在 dB 的后面标上 SPL，即 dB SPL。声压的单位是 Pa（帕斯卡）。声强是以正常听觉的人所能听到的最小声压（0.00002Pa）为基准，此时的声强作为 0dB， $0\text{dB SPL} = 2 \times 10^{-5}\text{Pa}$ （即为 1 kHz 的最小可听值），如图 1-4 所示。

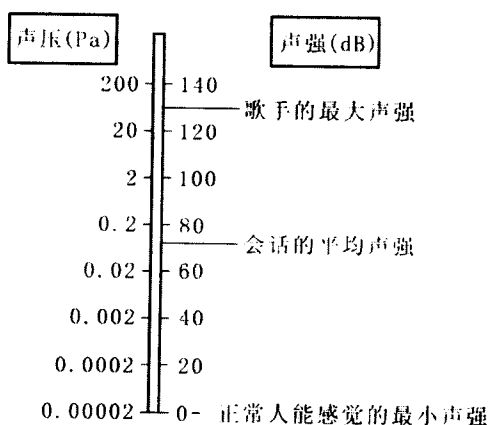


图 1-4 声强与声压的关系

声音的强度与声音感觉的大小并不一样，因为有些频率的声音人耳感觉很灵敏，很小的声强就能感觉到，而频率很低的声音必须强度很高人耳才能感觉得到。表示这种关系有一种曲线，称为等感度曲线，如图 1-5 所示。如果用两个等强度不同频率和音色的声音进行试听，人会感到大小不同。

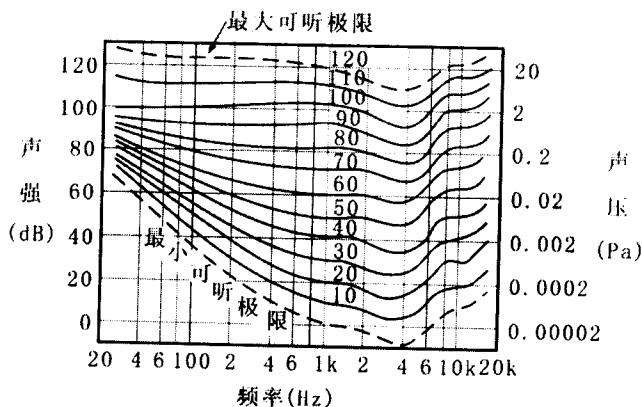


图 1-5 声强、声音与人耳的听觉特性

3. 音色 (Timbre)

所谓音色，是指两个声音的大小和音调相等的情况下，其声音有不同的感觉的时候，这

种声音上的不同称为音色。

例如，不同的乐器演奏同一首曲子，声音大小也相同，人耳仍能感觉到其声音的差异，这就是音色的不同。音色实质上是由声音中所包含的谐波成分所决定的，它与声音的频谱、波形、声压等参数有关。

1.2 音频信号的数字处理

1.2.1 模拟音频信号的特点

模拟信号是在时间轴上连续的信号，可以用它的某些参数去模拟其数值的大小。例如，我们面对话筒演唱或讲话时，声波会使话筒的声膜振动，在动圈式话筒中，声膜是与处于磁场中的线圈连在一起的，声膜振动时线圈也随之振动。根据电磁感应原理，线圈在磁场中振动时会产生感应电流，这就将声音的波动转变成了电信号。感应电流的变化频率和幅度是与声音的频率和幅度相对应的，话筒输出的这种电信号就是模拟信号。如图 1-6 所示为模拟信号的数字处理及还原过程示意图。

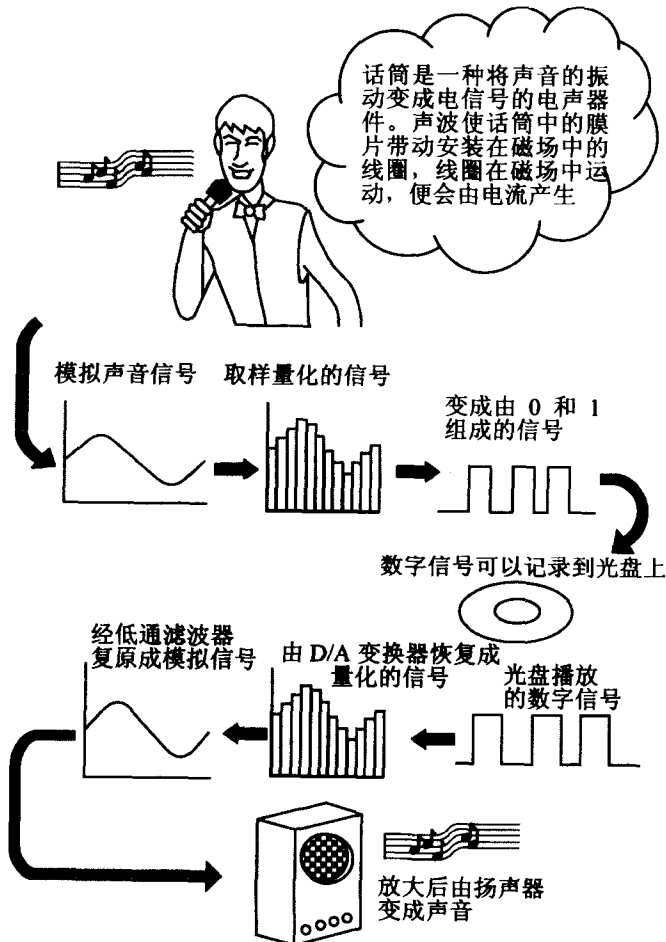


图 1-6 模拟信号的数字处理及还原过程示意图

用信号的幅度值来模拟音量的高低，音量高，信号的幅度值就大。用信号的频率模拟音调的高低，音调高，信号的频率就高。因此，模拟信号具有直观、形象的特点。

但是模拟信号精度低，表示的范围小，且容易受到干扰。如图 1-7 所示，如模拟信号受到干扰信号的侵扰，信号就会变形，就不能准确地反映原信号的内容。在电子设备中，模拟信号经种种处理和变换，往往会受到噪声和失真的影响。在电路中，从输入端到输出端，尽管信号的形状大体没有变化，但信号的信噪比和失真度可能已经大大变化了。在模拟设备中，这种信号的劣化是无法避免的。

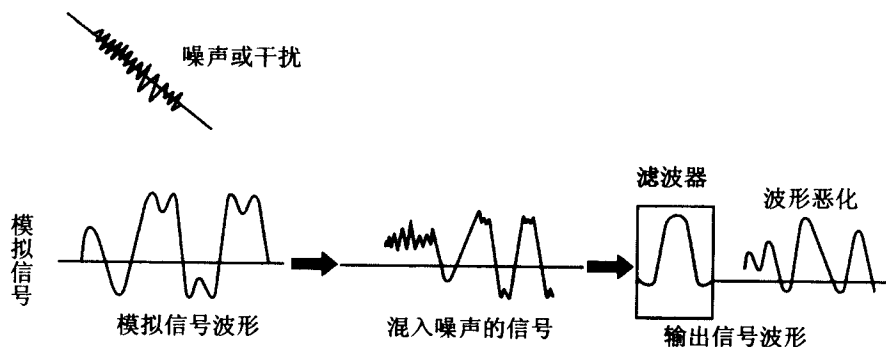


图 1-7 受到干扰的模拟信号示意图

1.2.2 数字信号的特点

为了克服上述模拟信号的缺点，可以将模拟信号转换成数字信号，并以数字的形式进行处理、传输或存储等。数字信号的特点是代表信息的物理量以一系列数据组的形式来表示，它在时间轴上是不连续的。以一定的时间间隔对模拟信号取样，再将取样值用数字组来表示，可见数字信号在时间轴上是离散的。因为幅度值是由有限个状态数来表示的，所以表示幅度值的数字量也是离散的。模拟信号与数字信号的关系如图 1-8 所示。

模拟信号的数字化过程是取样、量化和编码的过程。图 1-8 中示出了一个模拟信号变换为用三位二进制数表示的一组取样脉冲的数字化过程。显然，取样点越多，量化层越细，就越能逼真地表示模拟信号。从原理上讲，一个信号的数字化必须遵循取样定理。这就要求取样频率必须大于所要处理信号中最高频率的两倍，才能将数字信号还原为不失真的模拟信号；否则有部分信号将不能恢复，并会产生频谱混叠现象。

通过取样，模拟信号变成一个离散的脉冲信号，然后再进行量化。量化数就意味着对一个最大幅值为固定的信号的分层数，若分层数较少，会有较大的量化噪声。

由于数字信号只有两种状态，即 0 或 1。这样单个信号本身的可靠性大为改善，而多个信号的组合数又几乎不受限制。这样依靠彼此离散的多位二进制信号的组合就可以表示复杂的信息，它又有脉冲型数字信号和电平型数字信号两种形式。

脉冲型数字信号是一种随时间分布的不连续呈脉动形状的信号，可以用脉冲的有无区分为 0 或 1。如果脉冲为 1，则无脉冲为 0。这种信号用电路处理比较容易。如果用十进制信号 1~10，则需要 10 种信号状态，用电路很难处理。

电平型数字信号是一种维持时间相对较长的信号，一般定义高电平表示 1，低电平表示 0，对同一系统而言，电压持续时间较长的为电平信号，而维持时间相对较短的属于脉冲信号。不

论多复杂的模拟信号都可以由一组一组的简单的脉冲信号来表示。

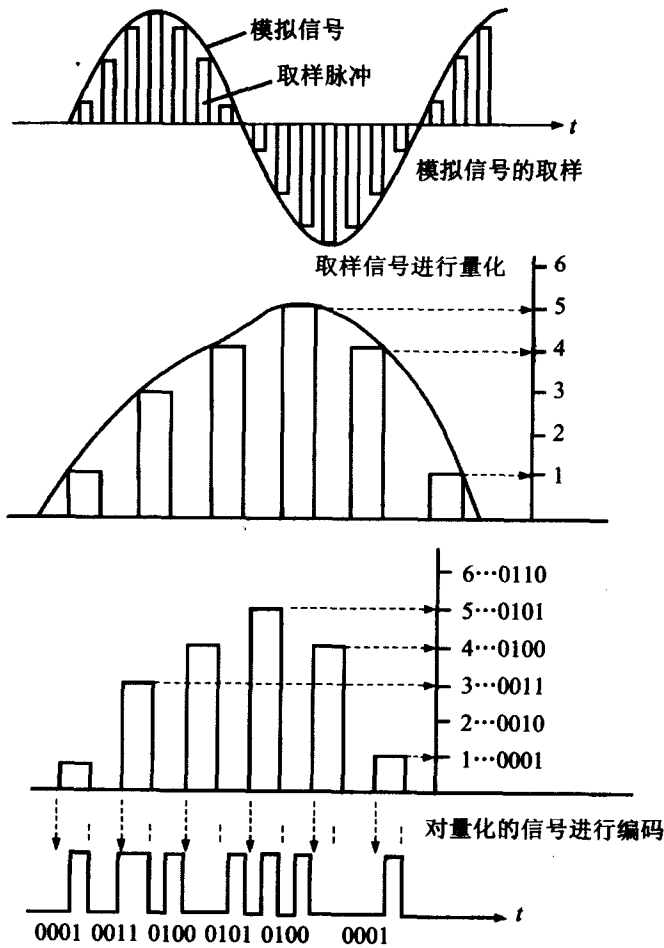


图 1-8 模拟信号与数字信号的关系示意图

如图 1-9 所示，数字脉冲信号具有较强的抗干扰能力，即使信号受到一定程度的干扰，只要可以区分出信号电平的高低或是脉冲信号的有无，就能正确地识别所表示的数字 1 或数字 0，甚至较大的噪声和干扰也不会会有任何影响。这是因为数字脉冲只有 0 和 1 两个值。振幅性的干扰可以通过限幅加以消除。

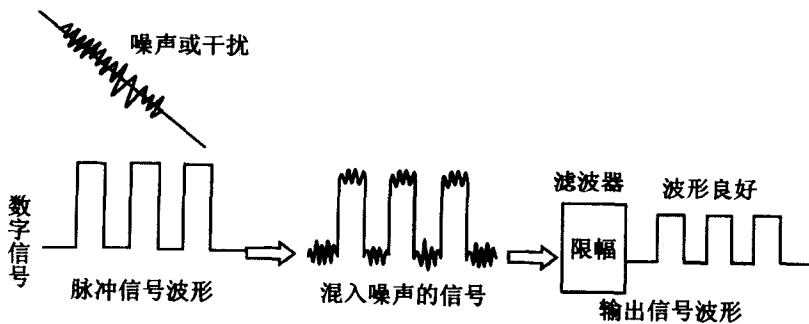


图 1-9 受到干扰的数字脉冲信号示意图

数字信号的另一个优点是经过处理、变换或传输后, 干扰杂波不会积累。处理数字信号的电路具有一致性好、互换性强、稳定性高的特点, 便于大规模集成化。数字信号的波形简单, 物理上容易实现, 因而它也便于存储、延迟和变换。通过改变存储器的读出顺序, 又可以在空间坐标轴上对数字信号实现各种空间变换。

模拟信号数字化中的主要问题首先是数字信号的数码率(即单位时间处理的比特数)高, 占用频带宽。在很多情况下需要进行压缩处理, 否则很难进行处理和传输。其次是数字信号在记录、播放、存储或传输等处理过程中会产生数据信号的丢失或错误, 必须利用一些方法进行检错和纠错, 从而消除信号失落和误码的影响。

1.2.3 音频信号的 A/D 和 D/A 变换

采用数字处理技术, 就要先将模拟信号变换成数字信号, A/D 变换器就是一种模拟信号变换成数字信号的器件。如图 1-10 所示, 模拟信号变成数字信号后便可以进行种种处理, 如存储、延迟、特技处理等等。

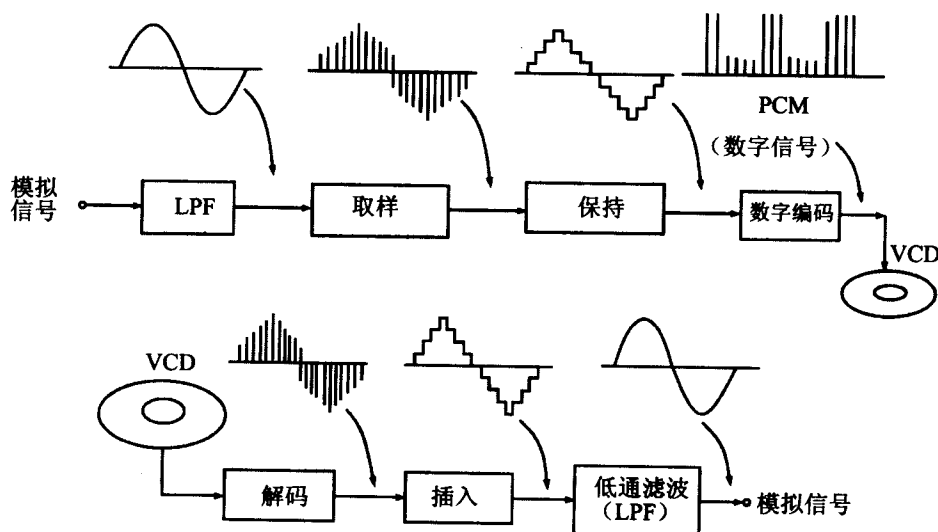


图 1-10 模拟信号的数字处理过程

经过数字处理后的信号, 送到驱动扬声器发声之前, 还要被转换成模拟信号。这个转换称为数字/模拟变换, 简称为 D/A 变换。下面介绍一下音频信号数字处理的基本过程。

1. 取样

取样是模拟信号数字化的第一步, 它是恒定的频率在时间轴上对模拟信号离散地进行取样。根据奈奎斯特取样规则, 理想取样时, 只要取样频率大于或等于模拟信号中最高频率的 2 倍, 就可以不失真地恢复模拟信号。也就是说, 在时间轴上离散后的信号与离散前的模拟信号所包含的信息几乎完全相同。关于取样定理的数字原理这里就不作介绍了, 此处只做简单的说明。

如图 1-11 所示, 输入的模拟信号的波形为一正弦波。设输入信号的周期为 T , 则频率 f 为 $1/T$ 。此信号是一个频率恒定的信号, 其中最高频率为 f , 根据取样定理, 取样频率 $f_{\text{取样}}$ 应等于或大于 $2f$, 即两个取样点之间的间隔不能大于 $T/2$ 。反之, 如果取样频率低于 $2f$ (取样周期

大于 $T/2$), 则只能在一个周期中取得一个样值, 这就不能正确反映模拟信号的全部信息了。

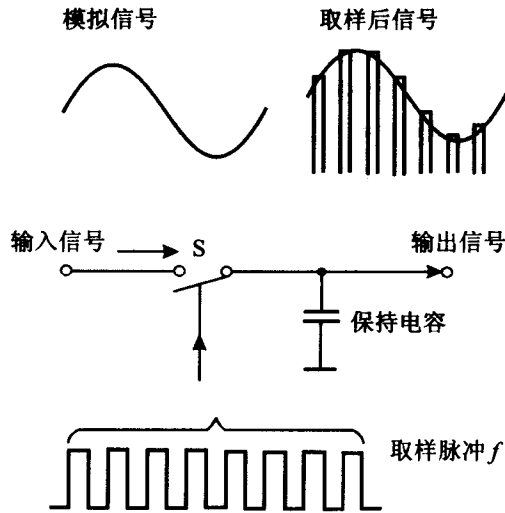


图 1-11 模拟信号的取样过程

音频信号的最高频率是 20kHz, 取样频率应选大于 40kHz 的值, 实际应用中一般都使用 44.1kHz。

模拟信号经取样后的输出信号, 还要经过量化、编码等一系列的处理过程。各元器件处理信号都需要一定的时间, 这种对信号处理所需的时间称为保持时间。也就是说, 取样的值不应也不会马上消失, 而是保持到下一次取样值到来之时。因为在实际应用中, 取样和保持电路总是连接在一起的, 故称为取样保持电路。

2. 量化和编码

经过取样保持处理后的信号只是时间上离散开, 而它在幅度上仍是连续信号。把这种信号在其幅度轴上离散开, 也就是把它变为有限个在幅度上离散的二进制信号, 这一过程叫做量化。简单地说, 就是测量一下每个取样点的值, 然后用二进制码表示所测量的幅值, 这样就把模拟信号变成了数字编码信号 (PCM)。

图 1-12 是一个模拟信号量化过程的示意图。图中采用 4 比特 (bit) 量化的过程。4 比特 (bit) 量化, 就是把每个取样点处的值都用一组 4 位的二进制数来表示; 同理, 16 比特量化就是把取样值都用一组 16 位的二进制数来表示。所以, 量化的位数越多, 就越能精细地表现原信号。

图示虚线波形中, 假设 A、B 分别为两个取样点。由图可见, B 点处的取样值比 A 点处要大一些。4 比特量化就是把这两处的值分别用一组 4 位的二进制数来表示。4 位二进制数共有 16 种组合形式, 即共有 16 种值。把原来虚线波形所表示的值的范围分成 16 段, 即 16 个区间, 再把 16 种值分给这 16 个区间。图中考虑到虚线的模拟信号波形有正、负两部分。根据信号的幅度均匀地分了 16 个区间, 正负两部分各 8 个区间, 即正半部分从 1000 到 1111, 负半部分从 0000 到 0111。A 点处的取样值正好处于 1001 所表示的区域内 (图中用一个箭头划过去表示), 所以用 1001 表示 A 点的取样值; 而 B 点处的取样值处于 1011 所表示的区域内。它们都是用 4 位数字表示的。这样的数字信号, 如果用脉冲型的数字信号表示出来, 就得到了图中下方的脉冲信号波形。

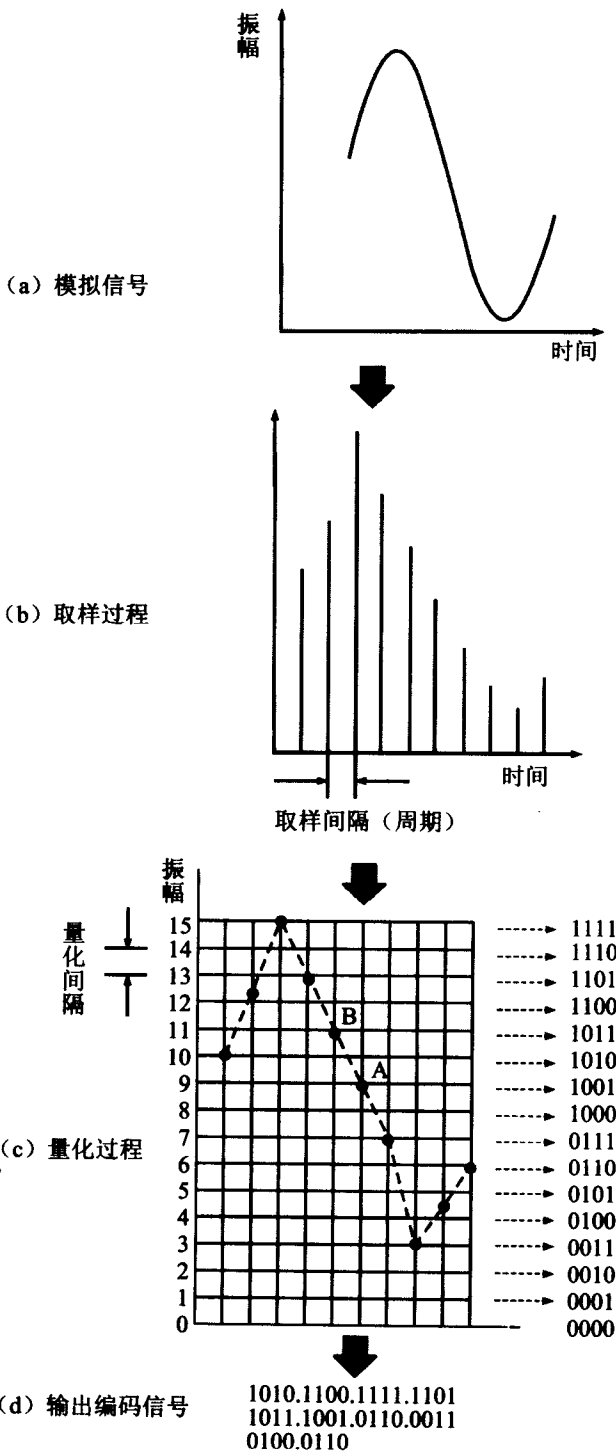


图 1-12 取样信号的量化过程

对量化的过程细分还可以分成量化和编码两步。量化是测量各取样点的数值，运用四舍五入或截取小数等方法把取样值归类到一个个值点上。编码就是对量化的每个值点的数值进行