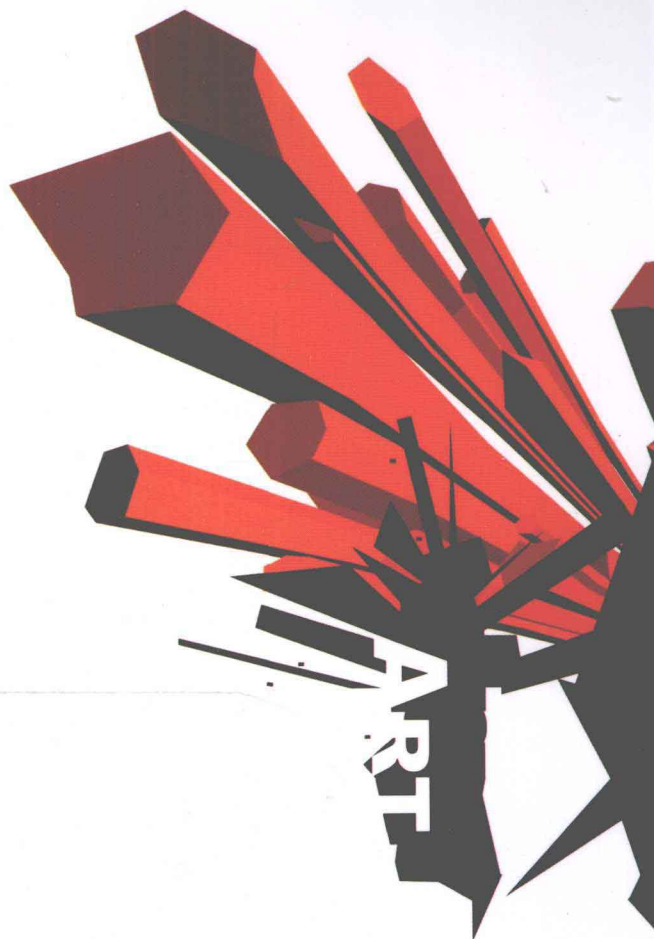




教育部文科计算机基础教学指导委员会立项教材
Computer Arts Based On The Ministry Of Education Steering Committee Of Project Teaching Materials

庄元 王定朱 编著

计算机 音频编辑

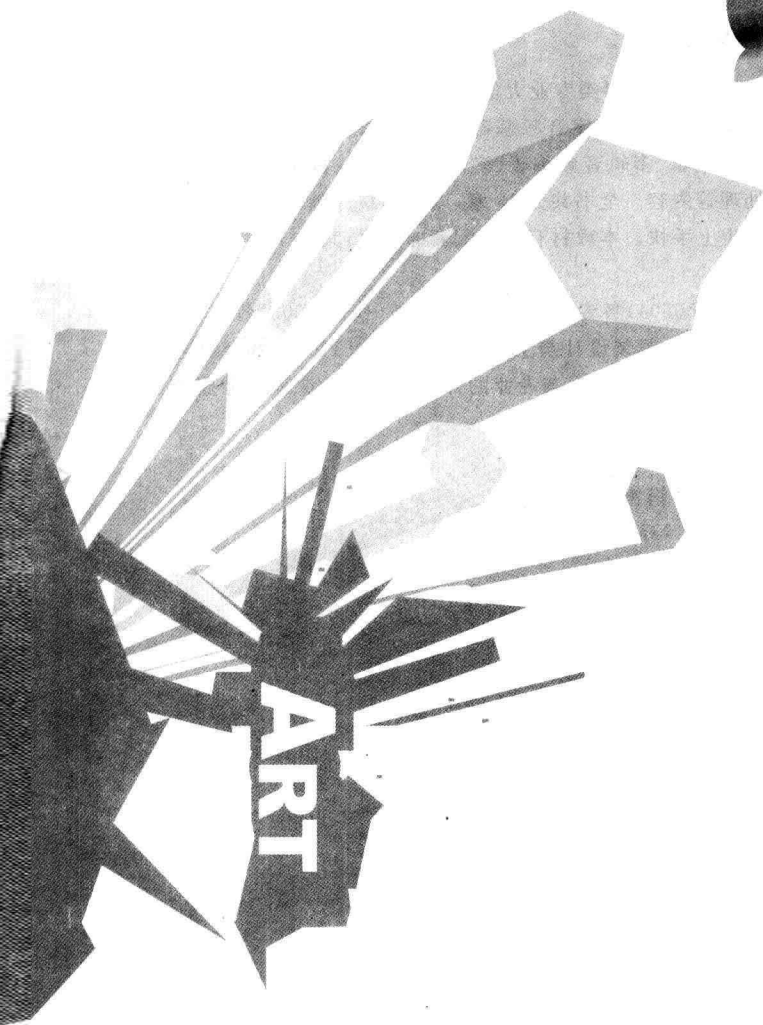


高等学校艺术类专业计算机规划教材

丛书主编 卢湘鸿



教育部文科计算机基础教学指导委员会立项教材
Computer Arts Based On The Ministry Of Education Steering Committee Of Project Teaching Materials



庄元 王定朱 编著

计算机 音频编辑

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是根据教育部高等教育司组织制定的《高等学校文科类专业大学计算机教学基本要求(2011年版)》编写而成的,以音频软件 Nuendo 5 为平台,全面介绍了数字音频基础、硬件要求与软件安装、基本概念与方法、总线设置与项目、录制音频、单个音频编辑、多轨音频编辑、多轨音频缩混、速度调整、实时转调、修正音高、音视频结合编辑、环绕立体声处理等内容。全书共分 13 章,以实例贯穿整个讲解过程,并配以电子素材,使学习过程直观、易于理解,学生上手快。本教材有与之配套的素材,其电子文件可从清华大学出版社的网站免费下载。

本书适合作为高等学校文学门类中艺术类(代码 0504)各专业、新闻传播学类(代码 0503)各专业,教育学门类中教育学类(代码 0401)各专业,工学门类中服装设计与工程专业(代码 081406)、数字媒体艺术专业(代码 080623W),管理学门类中公共管理类(代码 1103)各专业的计算机小公共课程或专业课程教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机音频编辑 / 庄元等编著. —北京:清华大学出版社, 2012.2

(高等学校艺术类专业计算机规划教材)

ISBN 978-7-302-27235-9

I. ①计… II. ①庄… III. ①多媒体—计算机应用—作曲—高等学校—教材 IV. ①J614.8-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 225651 号

责任编辑:谢 琛 徐跃进

封面设计:陈 雷

责任校对:梁 毅

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:25.25

字 数:599 千字

版 次:2012 年 2 月第 1 版

印 次:2012 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:39.00 元

产品编号:038141-01

高等学校艺术类专业计算机规划教材编委会

主 编：卢湘鸿

副 主 编：何 洁 胡志平 卢先和

常务编委(以姓氏笔画为序)：

付志勇	刘 健	伍建阳	汤晓山
张 月	张小夫	张歌东	吴粤北
林贵雄	郑巨欣	薄玉改	

编 委(以姓氏笔画为序)：

韦婷婷	吕军辉	何 萍	陈 雷
陈菲菲	郑万林	罗 军	莫敷建
黄仁明	黄卢健	唐霁虹	

前言



音艺术的创作离不开科学技术的发展,从留声机的发明到磁带记录手段的成熟,从 CD 立体声唱片的诞生到环绕立体声进入家庭,技术的进步改变着人们的生活,同时也丰富了我们的艺术创作手法。在创作和工作中常常需要处理一段声音,例如对语言或音乐进行录音、为舞蹈配上一段贴切的音乐、为动画配上对白和动效、为采访配上解说和背景声、对多轨音乐素材进行缩混与合成……随着计算机多媒体技术的发展,音频编辑处理已是个人计算机的一个重要功能。

本书将引导读者迅速掌握音频编辑软件。本书是根据教育部高等教育司组织制定的《高等学校文科类专业大学计算机教学基本要求(2011年版)》编写而成的,以本科艺术类、传媒类专业学生为主要对象,兼顾教育类、管理类和部分工学与艺术学的交叉学科专业学生,适用面宽。

本书介绍的音频编辑软件 Nuendo 5,以 PC 为运行平台,功能强大,应用广泛,是 Nuendo 软件的最新版本,也是当前主流计算机音频软件之一。本书以实例贯穿整个教学过程,并配以光盘作业素材,使学习过程直观、易于理解,学生上手快。

本教材有与之配套的素材,其电子文件可从清华大学出版社的网站上下载。为使本书更具科学性和权威性,编写中参考引用了 Nuendo 5 帮助文件和使用手册。本书主要由庄元、王定朱主持编著,刘敏、王姗姗、庄晓霓、高杰、孙旭、王雪莹等也参与了编写工作,在此特别加以说明和致谢。

编 者

FOREWORD

目 录

第 1 章 数字音频基础	1
1.1 声音的产生	1
1.2 模拟音频和数字音频	1
1.3 数字音频参数	2
1.3.1 采样和采样频率	2
1.3.2 量化位数	2
1.3.3 编码和压缩方式	3
1.3.4 声道数目	4
1.4 常用数字音频格式	4
1.4.1 CDA	4
1.4.2 WAV	4
1.4.3 APE	5
1.4.4 MP3	5
1.4.5 WMA	5
1.4.6 AIFF	5
1.5 数字音频回放	6
1.6 数字音频编辑	6
作业	6
第 2 章 硬件要求与软件安装	7
2.1 实例搭建	7
2.2 最低要求	8
2.2.1 MIDI 要求	8
2.2.2 音频硬件	9
2.3 软件安装	9
2.4 连接音频硬件	9
2.4.1 立体声输入与输出	9
2.4.2 多通道输入与输出	10
2.4.3 连接环绕声	11
2.4.4 连接外部效果器	11
2.4.5 CD 播放器	12

CONTENTS

2.5 设置音频硬件.....	12
2.5.1 在 Nuendo 中选择驱动与设置音频	12
2.5.2 使用 DirectX 驱动	13
2.5.3 设置输入与输出接口	14
作业	15
第 3 章 基本概念与方法	16
3.1 基本概念.....	16
3.1.1 项目	16
3.1.2 文件与文件夹	16
3.1.3 音频	17
3.1.4 MIDI	18
3.1.5 视频	18
3.2 基本方法.....	18
3.2.1 使用菜单	19
3.2.2 使用工具	20
3.2.3 改变变量	21
3.2.4 选择对象	23
3.2.5 滚动视图	23
3.2.6 缩放视图	23
3.2.7 窗口管理	24
3.2.8 撤销操作	27
3.2.9 快捷键	29
3.2.10 首选项对话框.....	37
作业	39
第 4 章 总线设置与项目	40
4.1 实例操作.....	40
4.1.1 设置音频硬件与驱动	40
4.1.2 设置输入与输出总线	41
4.1.3 项目与模板	42
4.2 VST 连接对话框	43
4.2.1 关于总线	43
4.2.2 设置总线	45
4.2.3 设置编组与 FX 通道	47
4.2.4 关于监听	48
4.2.5 外部乐器/效果器.....	48
4.2.6 编辑操作	52

4.3	项目窗口	54
4.3.1	工具栏	54
4.3.2	状态栏	55
4.3.3	信息栏	56
4.3.4	全景栏	57
4.3.5	标尺	57
4.3.6	设置时间显示	59
4.3.7	关于轨道	60
4.3.8	录放控制面板与回放	71
4.3.9	视图缩放	72
4.3.10	设置定位器	74
4.3.11	吸附功能	75
4.3.12	移动与设置光标	76
4.3.13	自动滚动	78
4.3.14	编辑时悬挂自动滚动	78
4.4	项目操作	79
4.4.1	关于项目	79
4.4.2	备份功能	82
4.4.3	启动选项	84
4.4.4	项目设置	85
	作业	87
第5章	多轨音频编辑	88
5.1	实例操作	88
5.1.1	新建与保存项目	88
5.1.2	创建与命名轨道	89
5.1.3	导入与回放音频	90
5.1.4	选择与删除范围	91
5.1.5	移动事件与创建声部	91
5.1.6	复制音频与交叉淡化	92
5.1.7	手动写自动化操作数据	94
5.2	更多内容	96
5.2.1	导入音频	97
5.2.2	监听声部与事件	98
5.2.3	音频操控	99
5.2.4	显示事件	100
5.2.5	事件编辑	100
5.2.6	范围编辑	112

5.2.7 区域操作.....	115
5.2.8 事件包络.....	115
5.2.9 自动化操作.....	126
作业.....	137
第6章 多轨缩混	139
6.1 实例操作	139
6.1.1 导入分轨.....	139
6.1.2 音量平衡.....	140
6.1.3 静音与独奏	141
6.1.4 声像调整.....	142
6.1.5 EQ 调整	143
6.1.6 音频效果器.....	146
6.1.7 自动写自动化操作数据.....	150
6.1.8 最终调整.....	151
6.1.9 抖动处理.....	151
6.1.10 导出	152
6.2 更多内容	154
6.2.1 打开调音台.....	154
6.2.2 配置调音台.....	156
6.2.3 保存与装载调音台设置.....	163
6.2.4 基本操作.....	164
6.2.5 插入式效果器.....	181
6.2.6 发送式效果器.....	187
6.2.7 使用旁链输入.....	192
6.2.8 使用外部效果器.....	194
6.2.9 编辑效果器.....	194
6.2.10 效果器预置	195
6.2.11 安装与管理效果器插件	199
6.2.12 导出音频缩混	201
6.2.13 缩混到一个音频文件	202
6.2.14 导出音频缩混对话框	203
作业.....	207
第7章 录制音频	208
7.1 实例操作	208
7.1.1 基本录音.....	209
7.1.2 带效果器的录音.....	214

7.1.3 插入式录音	217
7.2 更多内容	219
7.2.1 内存要求	219
7.2.2 录音音频设置	219
7.2.3 设置轨道	220
7.2.4 监听模式	222
7.2.5 设置输入音量	223
7.2.6 基本录音方法	225
7.2.7 循环录音	232
7.2.8 增加效果器	235
7.2.9 锁定与解锁录音	236
7.2.10 最大录音时间显示	236
作业	236
第8章 音频处理	237
8.1 实例操作	237
8.1.1 项目窗口中的音频处理	237
8.1.2 离线处理	242
8.1.3 使用采样编辑器编辑	242
8.1.4 音频素材与事件	246
8.2 更多内容	248
8.2.1 关于音频处理	248
8.2.2 处理功能	249
8.2.3 应用插件	260
8.2.4 离线处理记录窗	261
8.2.5 批处理	262
8.2.6 冻结编辑	263
8.2.7 侦察静音	264
8.2.8 频谱分析	266
8.2.9 统计	268
8.2.10 采样编辑器	268
8.2.11 音频声部编辑器	280
作业	286
第9章 速度调整	287
9.1 实例操作	287
9.1.1 设置项目速度	287
9.1.2 速度的音乐模式与时间模式	290

9.1.3	使用时间卷曲工具设置项目速度	292
9.1.4	使用速度定义标签	294
9.1.5	音频素材速度与项目速度	297
9.1.6	改变音频素材的内在节奏	300
9.2	更多内容	302
9.2.1	项目速度	302
9.2.2	编辑速度与拍号	304
9.2.3	时间卷曲工具	308
9.2.4	根据音频素材设置项目速度	311
9.2.5	根据项目速度改变音频素材	314
9.2.6	取消伸缩音频文件	327
	作业	328
第 10 章	实时转调	329
10.1	实例操作	329
10.1.1	单个声部或事件转调	329
10.1.2	整个项目转调	330
10.1.3	部分项目转调	333
10.2	更多内容	334
10.2.1	项目根音调	335
10.2.2	设置音频事件或 MIDI 声部的根音调	335
10.2.3	全局转调设置	336
10.2.4	表明转调	336
10.2.5	锁定转调轨道	337
10.2.6	静音转调事件	337
10.2.7	保持转调在八度范围内	338
	作业	339
第 11 章	修正音高	340
11.1	实例操作	340
11.1.1	为一段人声演唱修正音高	340
11.1.2	抽取 MIDI, 并为其编配音色	342
11.2	更多内容	344
11.2.1	图形显示	344
11.2.2	影响修正音高的操作	346
11.2.3	段模式	347
11.2.4	音高与卷曲工具	348
11.2.5	时间修正	352

11.2.6 重设	354
11.2.7 监听	354
11.2.8 抽取 MIDI	355
作业	356
第 12 章 音视频结合	357
12.1 实例操作	357
12.1.1 改变音频长度	357
12.1.2 对齐视频与音频位置	359
12.1.3 音频的淡化处理	362
12.1.4 替换视频中的音频	364
12.2 更多内容	366
12.2.1 视频文件兼容性	366
12.2.2 视频输出设备	367
12.2.3 导入视频	368
12.2.4 回放视频	371
12.2.5 视频时间线与网格	372
12.2.6 编辑模式	373
12.2.7 同步速度映射图到影片	375
12.2.8 从视频文件抽取音频	376
12.2.9 替换视频文件中的音频	376
作业	376
第 13 章 环绕处理	377
13.1 可用的环绕配置	378
13.2 输出总线配置	380
13.2.1 子总线	380
13.2.2 处理	380
13.2.3 处理通道到单个的环绕通道	380
13.2.4 处理通道到子总线	380
13.3 输入总线配置	380
13.4 使用环绕声像器 V5	381
13.4.1 插件面板	382
13.4.2 在声像区域定位信号	382
13.4.3 音箱操作	383
13.4.4 限制移动	383
13.4.5 独立定位	384
13.4.6 全景模式	384

13.4.7	左-右与前-后声像	385
13.4.8	旋转信号	385
13.4.9	轨迹控制	385
13.4.10	LFE 控制	386
13.4.11	中心分配	386
13.4.12	分歧控制	387
13.4.13	缩放比例	387
13.4.14	输入与输出音量电平	387
13.5	插件共用控制	387
13.5.1	旁通效果器按钮	387
13.5.2	静音/独奏按钮	388
13.5.3	读/写按钮	388
13.5.4	自动化操作	388
13.5.5	重设所有参数	388
13.5.6	锁住环绕声像器 V5 窗口	388
13.5.7	恒量功率	389
13.5.8	旧项目中的声像器	389
13.6	使用 MixConvert 插件	389
13.7	导出环绕缩混	390
	作业	390

第 1 章

数字音频基础

本章内容

本章主要讲述数字音频的基础知识。

教学目标

了解数字音频的主要参数与常用的音频文件格式。

1.1 声音的产生

声音是由物体的振动而产生的,产生振动的物体被称为声源。当声源振动时,会引起周围弹性介质——空气的波动,形成疏密相间的纵波,这就产生了声波。除了空气,液体与固体也能传播声音,而真空状态下则不能。单位时间内产生的振动次数称为频率,一般用 f 表示,其单位是赫兹(Hz)。人耳所能听到的声音范围是 $20\sim 20\,000\text{Hz}$ 。

1.2 模拟音频和数字音频

目前公认最早的声音记录设备是 1877 年爱迪生发明的留声机,其基本原理是将声能转换成动能,然后在转动的蜡筒上产生刻痕来记录声音。20 世纪初发明了磁性录音装置,先将声能转换成电能,然后将电信号转换成磁信号记录下来。上述录音方式记录的信号是连续的,因此被称为模拟录音。模拟录音是有很多限制的,它录下的声音动态范围小、噪声较大,而且设备的价格偏高。为了克服模拟录音的诸多限制,新的声音记录方式的研发就显得迫在眉睫。

20 世纪 20 年代,美国贝尔实验室的奈奎斯特发现了一个定理,即根据人类听觉的特征,只要采样频率 2 倍于原始信号的最高频率时,就可以将原波形无失真地还原出来。奈奎斯特定理为声音从模拟音频转为数字音频提供了理论依据。

数字音频就是将连续变化的声音信号以固定的时间间隔进行采样,转换为计算机能识别的二进制代码并以相应的编码方式进行记录。与模拟音频相比,数字音频记录的信号是离散的。

数字音频技术提高了声音的信噪比,保证声音的复制与重放无损,提高了传输过程中

的抗干扰能力,并且在编辑处理以及与其他媒体的结合上更加方便。因此,数字音频技术逐渐成为声音处理领域中的主流技术。

早期的数字音频设备都是专用的,价格比较昂贵。随着计算机技术的飞速发展,计算机音频工作站逐渐取代了昂贵的专用数字音频制作设备,计算机音频编辑成为个人计算机的一个重要功能,使得数字音频的制作成本大为降低。

1.3 数字音频参数

数字音频所涉及的主要参数有采样频率、量化位数、编码和压缩方式、声道数目等。

1.3.1 采样和采样频率

就数字音频来说,采样是指每隔一定时间间隔从音频信号波形中抽取出一个信号幅度的样本,使其成为时间上不连续的脉冲序列。为了在声音重放时尽可能还原成连续的音频信号,采样的点必须足够多。

采样频率是指每秒从连续信号中提取并组成离散信号的采样个数,用赫兹来表示。根据奈奎斯特定理,当采样频率大于信号中最高频率的2倍的时候,采样之后的数字信号才能完整地保留原始信号中的信息,过低的采样频率会引起失真。如人耳的听力范围是20~20 000Hz,那么采样频率至少应为40kHz。目前专业录音中通常的采样频率为48kHz,CD的采样频率是44.1kHz。一般来说,采样频率越高声音的质量也就越好。更高的采样频率在提高声音质量的同时也会增加数据量。

一些常用的数字音频采样频率如表1-1所示。

表 1-1 常用的数字音频采样频率

采样频率	品 质	频率范围
11 025Hz	AM 广播和低端多媒体	0~5512Hz
22 050Hz	FM 广播和高端多媒体	0~1025Hz
32 000Hz	广播级标准(略高于 FM 广播)	0~16 000Hz
44 100Hz	CD	0~22 050Hz
48 000Hz	DAT	0~24 000Hz
96 000Hz	DVD	0~48 000Hz

1.3.2 量化位数

量化位数也称采样精度、量化比特率或位深度。量化位数表示的是声音的振幅,其数值的选择对音质的影响很大。音频信号在从模拟转化为数字的过程中会产生量化噪声,只要选择的量化的位数越高噪声就越小。此外量化的位数还会影响声音的动态范围。模拟信号的幅度增大时量化的数值也增大,当幅度达到一定值的时候其对应的量化数据达到最大。此时模拟信号的幅度继续增大对应的量化数据就无法增加了,相当于信号被限

幅了。因此数字系统的位数越多,那么它能表示的信号最大幅度与最小幅度的比也越大,动态范围也最大。“动态范围”是表示声音数据中最大信号与非零的最小信号之间的差距的指标。量化位数越高,相当于信号的动态范围越大,声音的保真度越好,量化噪声也越少,数字化后的音频信号就越可能接近原始的信号,但所需要的存储空间也越大。所以在处理声音质量与系统实现复杂程度及成本之间必须找到一个折中方案。

在实际应用中,常用的量化位数如表 1-2 所示。

表 1-2 常用量化位数

量化位数	品质	振幅值	动态范围
8	电话	256	48dB
16	CD	65 536	96dB
24	DVD	16 777 216	144dB
32	最高	4 294 967 296	192dB

1.3.3 编码和压缩方式

为了便于计算机存储和处理或在网络上进行传输等,经过采样和量化后的数据,还必须按照某种要求与格式进行组织编码。目前采用的编码方式有多种,脉冲编码调制(pulse code modulation, PCM)是把模拟信号转换成数字信号最基本的编码方法,它将信号的强度依照同样的间距分成若干段,然后用独特的数码记号(通常是二进制)来量化。

但是 PCM 编码后产生的数据量是巨大的,如一张 650MB 的 CD 光盘通常只能存储 10~14 首 5 分钟左右的歌曲。如果是 5.1 声道信号则 1 小时的音乐需要 1.62GB 的存储空间,这远远超出了 CD 的容量。而且,这么大的数据量对于音频的存储和传输都造成了困难,因而需要对采样量化后的数字声音进行压缩。

压缩编码的方式包括有损压缩和无损压缩。无损压缩主要是去除声音信号中的“冗余”部分,将相同或相似的数据根据特征归类,用较少的数据量描述原始数据,达到减少数据量的目的;有损压缩指利用人耳的听觉特性(主要指频率掩蔽和时间掩蔽特性)有针对性地简化不重要的数据,达到减少数据量的目的。这样压缩后的数据不能完全复原,会丢失一部分信息。有损压缩格式和无损压缩格式各有利弊,无损压缩没有信号的损失,音质好,转化方便;但是压缩比不高,占用空间大,需要硬件支持。有损压缩虽然在音质上略逊于无损压缩,但是压缩比大,节省了存储空间,在音质方面也比较让人满意。

压缩编码的基本指标之一是压缩比,它是指同一段时间间隔内的音频数据压缩前的数据量与压缩后的数据量之比。压缩比越大,丢失的信息越多,信号还原失真也越大。而压缩的目的是为了减少数据量与提高传输率,当数字音频应用于通信与网络时,还受着通信信道带宽的制约。因此,在进行编码时,既希望最大限度地降低数据量,又希望尽可能不要对信息造成损伤,减少数据压缩的还原效果和原版效果的差别。两者是相互矛盾的,只能根据不同信号特点和不同的需要折中选择合适的压缩编码方式。

数字音频的数据量如表 1-3 所示。

表 1-3 数字音频数据量

歌曲长度 /s	采样频率 /kHz	量化位数	编 码 算 法	声道数	压缩比	比特率 /Kbps	文件容量 /KB
60	44.1	16	PCM	双		1411.2	10 335
60	22.05	16	PCM	双		705.6	5167
60	11.025	8	PCM	单		88.2	645
60	44.1	16	CCITT A Law	双	2 : 1	705.6	5167
60	44.1	16	Creative ADPCM	双	4 : 1	352.8	2584
60	44.1	16	MP3	双	11 : 1	128	939

1.3.4 声道数目

无论是单声道、双声道还是多声道,每个声道各自产生一组声波数据,双声道立体声数字化后,所占空间比单声道多一倍。

1.4 常用数字音频格式

数字音频以一定格式的文件形式存储在计算机中。不同的文件格式往往采用了不同的编码方式,在容量的大小上各有差异,在使用中也有不同的应用范围。根据不同的编码压缩方式,计算机数字音频形成了不同的音频格式。无压缩音频格式有 CDA、WAV;无损压缩格式有 APE、FLAC、LPAC、WavPack、WMA Lossless、Apple Lossless 等;有损压缩格式有 MP3、OGG、WMA、ACC、VQF、ASF 等。

1.4.1 CDA

CDA 只是激光光盘中的一个头文件或索引文件,它的音频数据需要通过专门的软件转换成 WAV 文件。CD-DA(compact disc-digital audio,精密光盘数字音频)采用立体声、44.1kHz 采样频率、16b 量化位数和 PCM 编码方式。CD-DA 音质信号每分钟需 10MB 以上的存储容量。这种文件的特点是音质好并易于生成和编辑,但由于音频数据量大,对数据的存储与传输都造成压力,所以不适合在网络上实时播放。播放软件都支持 CD 播放,专业的数字音频编辑软件都提供了抓取 CD 音轨的功能,此外还有一些专门的抓取 CD 音轨的软件。

1.4.2 WAV

WAV 文件格式是微软和 IBM 公司开发的一种声音文件格式,也叫波形声音文件,在 Windows 平台受到众多应用软件的支持,它的文件扩展名为 wav,使用的是 44.1kHz 的采样频率,速率为 88KB/s,量化位数为 16,WAV 格式的声音文件质量和 CD 相差无