



DIANNAO YINYUE
ZHIZUO

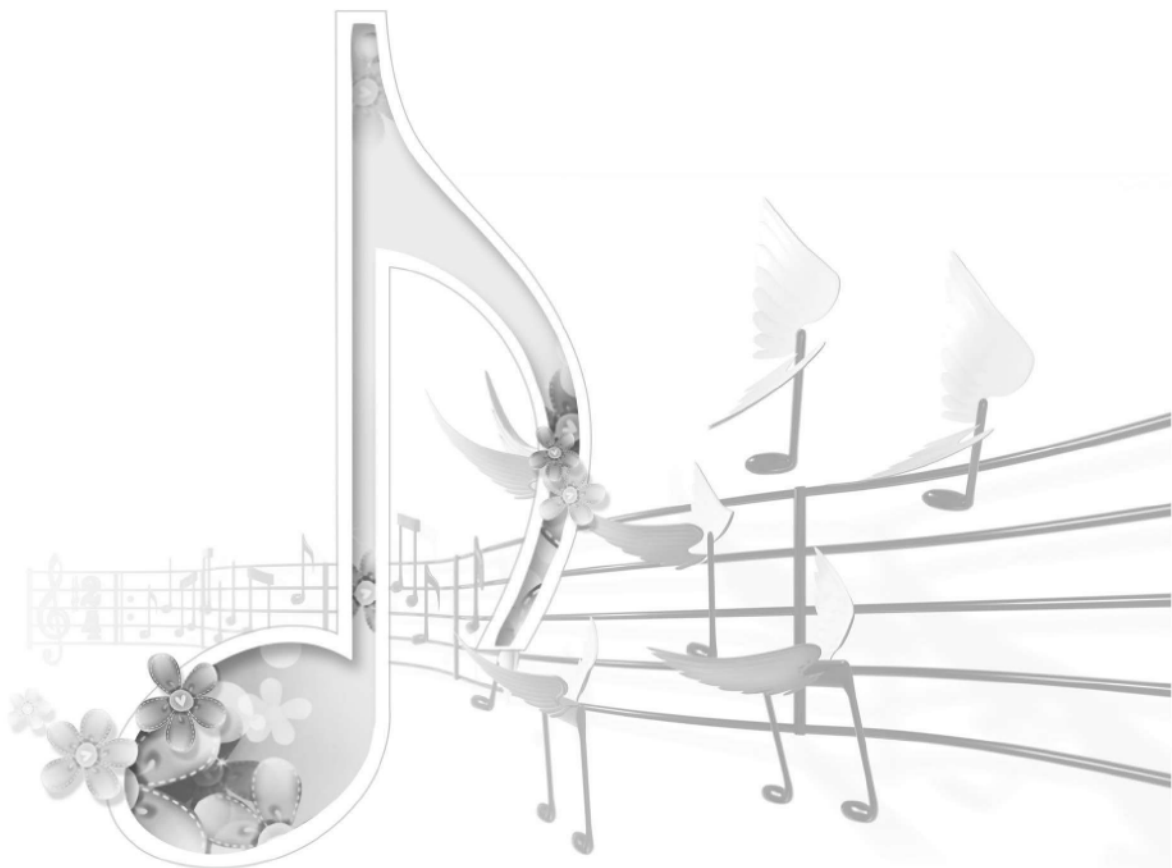
电脑音乐制作

——音频研究

杨勇◎编著



黄河出版传媒集团
宁夏人民教育出版社



DIANNAO YINYUE
ZHIZUO

电脑音乐制作

——音频研究

杨勇◎编著



黄河出版传媒集团
宁夏人民教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

电脑音乐制作：音频研究 / 杨勇编著. — 银川：
宁夏人民教育出版社，2012.12

ISBN 978-7-5544-0126-2

I. ①电… II. ①杨… III. ①计算机应用—音乐制作
IV. ①J619.1-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第306033号

电脑音乐制作——音频研究

杨勇 编著

责任编辑 虎雅琼
封面设计 吴萍
责任印制 刘丽

黄河出版传媒集团 出版发行
宁夏人民教育出版社

地 址 银川市北京东路139号出版大厦(750001)

网 址 www.yrpubm.com

网上书店 www.hh-book.com

电子信箱 jiaoyushe@yrpubm.com

邮购电话 0951-5014284

经 销 全国新华书店

印刷装订 宁夏雅昌彩色印务有限公司

开本 880mm×1230mm 1/16

印张 5.25

印刷委托书号 (宁)0010174

字数 70千

版次 2012年12月第1版

印次 2012年12月第1次印刷

书号 ISBN 978-7-5544-0126-2/G·1996

定价 25.00元

版权所有 翻印必究

前言

Preface

随着科技水平的发展，电脑音乐已成为当代科学领域不容忽视的一项重要内容。电脑音乐所涉猎的工作范围越来越广，它的应用价值已不仅仅停留在音乐学科范畴内，音频制作属于电脑音乐制作中十分重要的后期处理程序，在影视、军事、医学等领域都有其应用与分析的影子。因此，对于电脑音乐音频制作进行细致的研究是很有必要且十分重要的。

由于作者水平有限，而电脑技术的发展又日新月异，所以，本书中不免存在遗漏或与现实操作有出入的情况，还望各位专家及同行见谅。在编纂过程中作者借鉴了大量电脑音乐学科同行的观点与经验，并借助互联网获取了很多不知名之电脑音乐资料，在此，对这些无法当面感谢，未曾谋面的老师们表示衷心的感谢与感谢！不足之处还望各位专家及广大的电脑音乐爱好者批评指正！

第一部分 数字音频概述

- 第一章 电脑音乐音频技术基础 / 003
- 第二章 音频效果器介绍 / 009
- 第三章 音频编辑的基础知识 / 028
- 第四章 音频编辑及操作中应注意的事项 / 039

第二部分 数字音频的操作处理

- 第五章 激励(Exciter) / 046
- 第六章 多重效果(Multiple Effects) / 048
- 第七章 声音合成机(Vocoder) / 051
- 第八章 震音(Tremolo) / 053
- 第九章 混响(Reverberation) / 055
- 第十章 噪声门(Noise Gate) / 059
- 第十一章 音高转换器(Pitch Transposer) / 062

目录 Contents

第十二章 延时效果(Delay Effects) / 065

第十三章 均衡器(Equalizers) / 069

第十四章 失真(Distortion) / 073

第十五章 压限器(Compressor/Limiter) / 076



第一部分

数字音频概述

第一章 电脑音乐音频技术基础

电脑音乐的音频技术的本质就是数字信号的处理过程,然而,被人耳所接受的声音信息又不是数字信号,而是模拟信号。现代音乐制作技术基本是依赖多媒体电脑来实现音乐制作这一目的的,多媒体电脑无论有多强大的功能,在处理声音信号的过程中都只能是数字信息,那么,这些数字信息是如何转化成模拟信号的,就成为电脑音乐制作者必须要了解的技术。什么是数字音频,什么是模拟音频,它们之间存在着什么样的联系,又有着怎样的差异,将是本章所要解决的问题。

如前所说,无论现在的多媒体电脑功能如何强大,也只能处理数字信息。而我们听到的声音都是模拟信号,怎样才能让电脑也能处理这些声音数据呢?究竟模拟音频与数字音频有什么不同呢?数字音频究竟有些什么优点呢?这些都是我们下面所要介绍的。

把模拟音频转成数字音频,在电脑音乐制作里称作采样,其过程所用到的主要硬件设备便是模拟/数字转换器(Analog to Digital

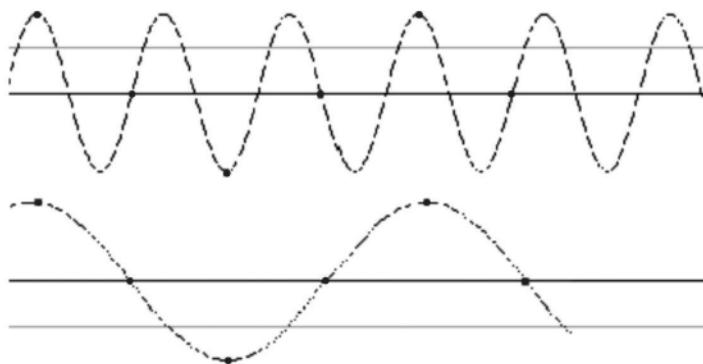
Converter,即ADC)。采样的过程实际上是将通常的模拟音频信号的电信号转换成许多称作“比特(Bit)”的二进制码0和1,这些0和1便构成了数字音频文件。如下图,图中的正弦曲线代表原始音频曲线;曲线中纵横方格中途深色的部分代表采样后得到的结果,二者越吻合说明采样结果越好。



上图中的横坐标是采样频率,纵坐标是采样分辨率。图中的格子从左到右,逐渐加密,先是加大横坐标的密度,然后加大纵坐标的密度。显然,当横坐标的单位越小即两个采样时刻的间隔越小时,则越有利于保持原始声音的真实情况,换句话说,采样的频率越大则音质越有保证。同理,当纵坐标的单位越小则越有利于音质的提高,即采样的位数越大越好。有一点请大家注意,8位(8 Bit)不是说把纵坐标分成8份,而是分成 $2^8=256$ 份;同理16位是把纵坐标

分成 $2^{16}=65536$ 份;而24位则是分成 $2^{24}=16777216$ 份。现在我们来进行一个计算,看看一个数字音频文件的数据量到底有多大。假设我们是用44.1 kHz、16 Bit来进行立体声(即两个声道)采样,即采样成标准的CD音质(也称作红皮书音频)。也就是说,一秒钟内采样44.1千次,每次的数据量是 $16 \times 2=32$ Bit(因为立体声是两个声道)。而众所周知,一个字节(Byte)含有8个位(Bit),那么一秒钟内的数据量便是 $44.1 \text{ k} \times 32 \text{ Bit} / 8 (\text{Bit} / \text{Byte}) = 176.4 \text{ kByte}$ 。一个汉字在电脑里占用两个字节,那么176.4 kB的空间可以存储 $176.4 \text{ kB} / 2=88200$ 个汉字,即一秒钟的数字音频数据量与近九万个汉字(一部中篇小说)的数据量相当。由此可见,数字音频文件的数据量是十分庞大的。

也许有人会问,为什么要把CD音质的采样频率规定成44.1 kHz而不是其他的频率呢?44.1 kHz意味着每秒采样四万多次,这会不会太多了点呢?究竟每秒采样多少次才算合理呢?大家请看下图。图中上半部分表示原始音频的波形;下半部分表示录制后的波



形;黑圆点表示采样点。

大家可以发现,上下波形之所以不吻合,是因为采样点不够多,或严谨一点说,是采样频率不够高。这种情况,我们称之为低频失真。一个常见的低频失真的例子便是电影上车辆行驶时车轮转动的情况(典型的“马车轮”效应的例子)。你也许早已发现,飞快转动的车轮有时看起来似乎是静止不动甚至会向反方向转动,类似的情况也发生在直升飞机的翼片和螺旋桨上面。

关于合理的采样频率这一问题,在Nyquist(奈奎斯特)定理中早已有明确的答案:要想不产生低频失真,则采样频率至少得是录制的最高频率的两倍(上图中,采样频率只是录制频率的4/3倍)。这个频率通常称作Nyquist极限。

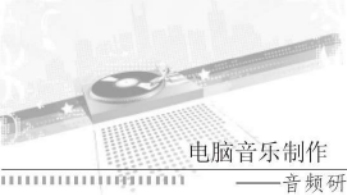
在正常的音乐中,最高的音符也只不过7 kHz~8 kHz,这似乎意味着16 kHz的采样频率便已足够。其实这7 kHz~8 kHz仅仅表示基音的音高,还有大量的泛音未包括在内,故用这种数值来定采样频率是十分不科学的。其实,所谓“不失真”,换句话说便是“人们听不到失真”。人类的听力范围是20 Hz~20 kHz,所以采样频率至少得是 $20\text{ kHz} \times 2 = 40\text{ kHz}$ 才可保证不产生低频失真。CD音质的44.1 kHz正是基于这点而制定出来的(略高于40 kHz是为了留有余地)。按照Nyquist定理,这样的采样频率可以保证即使是22.05 kHz的超声波也不会产生低频失真。而音频的工业标准所规定的48 kHz采样频率(如DAT, Digital Audio Tape)则有更高的Nyquist极限,以满足更

苛刻的要求。

那么数字音频又是如何播放出来的呢?首先,将这些由大量数字描述而成的音乐送到一个叫做数/模转换器(Digital to Analog Converter,即DAC)的线路里。它将数字回变成一系列相应的电压值,然后通过有助于稳定的保持线路,最后将信号由低通滤波器输出。这样,比较平缓的具有脉动电压的模拟信号可继续发送至放大器和扬声器,电流经过放大再转变成声音。

相对应的模拟音频又是怎样录制与播放的呢?首先,声波通过麦克风,将空气分子的振动转变为电信号的波动(数字录音也必须经过这一步)。录音磁头的电磁铁根据通过电流的大小而产生大小不同的磁场,磁场的变化情况会相应地记录在磁带上(实际上是磁带上的磁粉排列发生了变化),这样便完成了录音过程。播放时,收音磁头读出印记在磁带上的磁场大小变化的情况(即磁粉的排列位置),并转变为相应的电信号。之后的情况与数字音频的播放完全类似,即这些波动的电信号(模拟信号)继续传送至放大器和扬声器,电信号重新转变为声音(即空气分子的振动)。

讲到这里,我们应该可以理解数字录音的好处了。首先,录制好的音乐是以数字形式来储存的,而数字的传输错误率是相当低甚至是可以避免的,所以录制好的音乐可以多次复制而效果不减(这在制作过程中十分重要)。而模拟信号则每传输一次就失真一次。而且,模拟录音的本底噪音很大,要想满足严谨的录音要求则

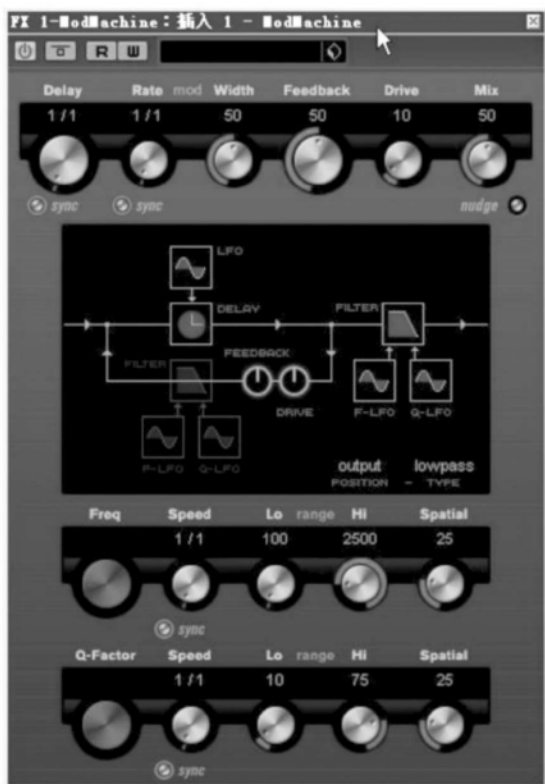


需要购买复杂且昂贵的设备,操作也十分烦琐。况且,处理数字信息是电脑的拿手好戏,只需面对显示器,几乎所有的工作都可以完成。正是基于以上这些优点,使得建立一个家庭工作室(Home Studio)在技术上成为可能从而具有很大吸引力。

第二章 音频效果器介绍

效果器能够使用一个低频振荡器调制它的延迟时间，再通过另一个滤波器调制来输出信号。它可以用来制造一些扭曲变形的延迟效果。

Monodeley 是一个非常基础的延迟效果器，它仅仅通过调节deley(延迟时间)与feedback(反复数量)，再通过简单的滤波处理，来制造一连串最简单的延迟效果。



MODMACHINE(调制机器)



Monodeley(单一延迟)



Pingpongdeley(乒乓延迟)

Pingpongdeley 是一个立体声延迟效果器，它能够使产生的延迟声轮流交替于左右两个声道中间，制造类似乒乓球跳动一样的效果。



Stereodeley (立体声延迟)

Stereodeley 是一个立体声延迟效果器，它拥有两条延迟线，可

供产生两条不同延迟间隔时间和反复次数的延迟效果声，并分别调节它们的PAN 声像来分配其左右方位。



Ampsimulator(音响模拟器)

Ampsimulator 能够模拟各种各样的吉他放大器或是扬声器特性,来制造通过不同音响头所表现出来的特殊失真效果。



Distortion(失真)