

多面手电脑丛书



数码音乐能手

—— 键盘加鼠标制作数码音乐

杨杰 编著



中国电力出版社

www.infopower.com.cn



多 面 手 电 脑 丛 书

数码音乐能手

键盘加鼠标制作数码音乐

杨杰 编著

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是“多面手电脑丛书”之一。

这是一本全面介绍利用电脑制作数码音乐的书籍，全面细致地介绍了制作数码音乐所需的各种软件及其详细的使用方法，并在附录中提供了详细的乐谱，是一本不可多得的制作数码音乐的参考书。

本书语言简洁、内容翔实、实例丰富，适于电脑音乐爱好者和电脑音乐制作人员阅读。

MS384/06

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.infopower.com.cn>)

三河市实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

ISBN-7-900038-71-X

2002年1月第一版 2002年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 15印张 335千字

定价 26.00元

版 权 所 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换)

目 录

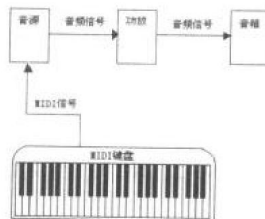


第一章 电脑音乐技术基础

第一节	电脑音乐概述	1
第二节	MIDI 技术	2
一、	什么是 MIDI	2
二、	简单 MIDI 系统	2
三、	常见的 MIDI 信息	3
第三节	数字音频技术	6
第四节	电脑音乐软件	8
第五节	专业编曲软件 Cakewalk 9.0	9
一、	Cakewalk Pro Audio 9.0 简介	9
二、	打开乐曲文件	12
三、	播放乐曲	16
四、	虚拟钢琴	25
第六节	专业打谱软件 Encore 4.2	27
第七节	小结	28

第二章 乐曲素材的准备

第一节	新建曲目	29
第二节	乐曲工程参数的设置	30
一、	同步时钟的设置	30
二、	节拍器的设置	31
三、	节拍和调号的设置	32
四、	录音速度的设置	34
第三节	音轨参数的设置	34
一、	音轨窗口	34
二、	音轨参数的设置	36
第四节	乐曲的录制	40
一、	普通录音	40
二、	循环录音	41
三、	插入录音	42

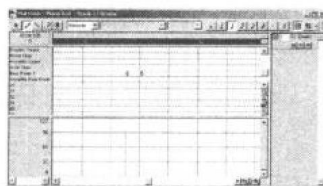
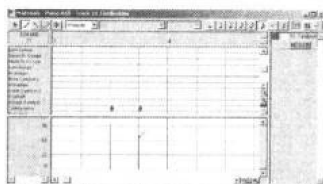
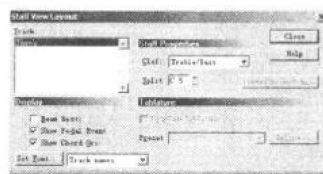
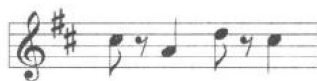


四、单步录音	44
五、移调录音	47
第五节 素材的组织与初步剪辑	49
一、标尺定位精度	49
二、MIDI 事件的选定	50
三、音乐片段的编辑	52
四、特殊编辑方法	58
五、音轨的组织	65
第六节 小结	68



第三章 音乐素材的修饰—— MIDI 制作

第一节 五线谱窗口	69
一、窗口概览	69
二、窗口功能的说明	70
第二节 钢琴卷帘窗口	73
一、窗口概览	73
二、窗口功能的说明	74
第三节 音乐素材的量化	76
一、量化	76
二、模板量化	79
第四节 乐曲显示格式的设置	83
一、谱号的设置	83
二、显示优化的设置	85
第五节 乐曲的试听检查	86
一、在五线谱窗口中试听	86
二、在钢琴卷帘窗口中试听	87
第六节 音乐素材错误的修正	87
一、音符的插入	87
二、音符的删除	90
三、音符的移动与复制	92
四、音符属性的编辑	96
第七节 旋律的完成	97
一、事件过滤器	97
二、主旋律的完成	99
三、副旋律的完成	104
第八节 打击乐的制作	105
一、制作准备	105



二、Woodblock 的制作	109
三、Tambourine 的制作	112
四、Drums 的制作	113
第九节 小结	117



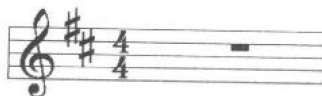
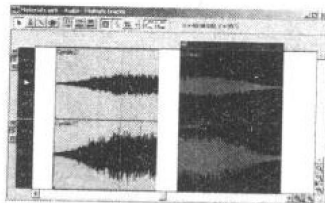
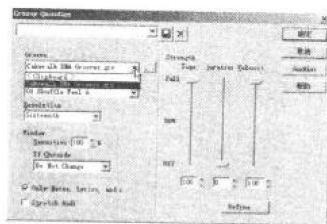
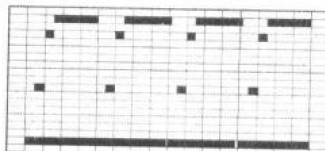
第四章 音频与视频的制作

第一节 数字音频	118
一、音频窗口	118
二、音频的录制	121
第二节 环境声效的制作	125
一、音频素材的插入	125
二、增益调节	126
三、淡入效果的制作	128
四、淡出效果的制作	134
第三节 钟铃声效的制作	135
一、音频素材的插入	135
二、环绕效果的制作	135
第四节 吊钹声效的制作	140
一、音频素材的插入	140
二、音频片段的完成	140
第五节 视频的添加	143
一、视频窗口	143
二、视频的插入	144
第六节 小结	146



第五章 乐谱的编辑

第一节 使用 Cakewalk Pro Audio 9.0 制谱	147
一、节拍与调号的设置	147
二、移调的设置	149
三、打击乐显示格式的设置	150
四、歌词的添加	151
五、乐谱元素的添加	153
第二节 Encore 4.2 功能简介	159
一、Setup 菜单	159
二、面板	162
第三节 使用 Encore 4.2 制作乐谱	167

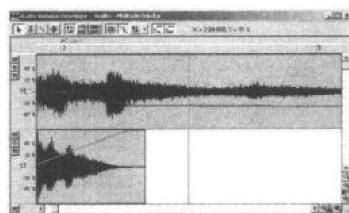


一、音符的输入	167
二、音符的编辑	171
三、谱面的设置	173
四、音乐记号的输入	182
第四节 乐谱的打印	185
一、打印设置	185
二、打印预览	185
第五节 小结	187



第六章 乐曲的混音

第一节 乐曲速度的调整	188
一、开始速度的设置	188
二、结尾渐慢速度的设置	189
第二节 混音	190
一、专业调音台	190
二、控制模块	193
三、Cakewalk FX 实时音频效果器	196
四、Cakewalk FX 实时 MIDI 效果器	208
第三节 作品的展示	214
一、存为 Cakewalk 文件	214
二、存为 MIDI 文件	214
三、转换为音频格式	214
四、导出音频	216
五、导出 AVI 文件	216
第四节 小结	217
附录一 各音轨参数设置	218
附录二 乐谱	220





第一章 电脑音乐技术基础

随着个人电脑的普及和多媒体技术的发展,电脑音乐逐渐为更多的人所认识和接受。

MIDI 技术和数字音频技术是电脑音乐系统的两大核心。在引入 MIDI 技术之后,电脑不仅是处理文字、数学计算的机器,而且成为强有力的音乐工作站。通过数字音频技术,利用电脑可以高质量地处理各种音频信息,无限制地进行复制、粘贴、修改、合并和添加效果等操作,丝毫不必担心传统模拟设备引起的音质劣化等问题。

第一节 电脑音乐概述

20 世纪下半叶,产生了电子合成器、数字录音设备和高保真音响系统,这是乐器制造技术史上一次质的飞跃。从那时起,人们制作的各种音乐作品越来越精致,保真程度愈来愈高。对于在现场演奏中难以达到的效果或难以避免的失误,现在可以在录音棚中通过后期制作来实现或修饰。以前只能对着昂贵的音乐会票价望洋兴叹的音乐迷们,现在可以自豪地向人展示其珍贵的收藏品——各位音乐大师的磁带及 CD、大牌歌星演唱会的实况录像及 VCD、DVD 等。可以说,音乐制作技术(录制、后期处理)的发展,使音乐流传的广度和深度达到了前所未有的程度。音乐作为人类交流情感的一种手段,对人们日常生活的影响越来越强烈。正像人类社会经济被三次产业革命的浪潮深深震撼一样,乐器制造技术的每一次进步,都给音乐的发展带来了深远的影响。在两百多年前,当钢琴从羽管琴和古钢琴中脱颖而出时,贝多芬的几部热情壮阔的钢琴奏鸣曲也伴随着钢琴——这种表现力异常丰富的乐器之王来到世间,为世界音乐艺术的宝库又添加了几部无价之宝。现代流行音乐留给人们的印象往往是畅快淋漓的吉他 SOLO、热情如火的架子鼓、令人眼花缭乱的 BASS,这都得益于现代电声技术的发展。

回顾电子学发展的历史,从真空管到电子管,再从晶体管到集成电路,一直到现在功能强大的 Pentium IV 处理器芯片,在短短几十年的时间内,发展速度令人目不暇接。电子乐器紧随电子学的发展同样以迅雷不及掩耳之势变化着。从电颤琴、电风琴到电声吉他、电贝司,再从电子琴到合成器、采样器,一直到现在无所不能的电脑音乐系统,它们给音乐爱好者和音乐大师们提供了更丰富的表达自己感情的手段。

电脑音乐系统的发展给音乐界带来了强烈的震撼,更给广大普通音乐爱好者带来了巨大机遇。这种机遇首先表现在作曲领域,通过电脑音乐系统,任何人都可以创作出各种风格的音乐,并制作出具有 CD 音质的成品。作曲家更是可以方便地自己制作并试听自己的作品,每个人的音乐天赋都可以通过电脑得到了充分的发挥。

特别是随着 PC 技术的发展,个人电脑性能不断提高,价格不断下降,与电脑音乐有关的软硬件技术日趋成熟,电脑音乐系统很快走进千家万户。现在,一台非常普通的家用多媒体电脑,也可以制作出 CD 音质的音频文件。有些普及型声卡,也装有以往专业设备上才有的数字音频端口。通过音频软件,还可以把电脑作为音源、采样器、数字多轨录音机、数





字效果器。总之，普通音乐爱好者现在也能配置起具有相当专业水平的电脑音乐系统了。

第二节 MIDI技术

电脑音乐系统的核心是 MIDI 技术和数字音频技术。在引入 MIDI 技术以后，电脑成为强大的音乐工作站。

一、什么是 MIDI

MIDI 是 Musical Instrument Digital Interface (乐器数字化接口) 的缩写。接口其实并不专指硬件端口，事实上 MIDI 是一种协议，各种电子乐器之间进行对话的一种规范，用于处理电子乐器之间的数据发送和接收。声卡上的 MPU-401 MIDI 接口，就是一种符合 MIDI 协议的硬件端口，可以用来连接外置音源或 MIDI 键盘。不同的音乐软件之间也可以通过 MIDI 协议来传递信息，例如音序器软件和软音源软件之间的对话。甚至还有专门的硬件或软件的 MIDI 接口，用来在多个音乐软硬件之间传递 MIDI 信息。因此，MIDI 既不是硬件也不是软件，它是一种协议或者说规范，用来在不同的音乐软硬件之间进行对话。

二、简单 MIDI 系统

不同的 MIDI 设备之间是靠 MIDI 信息进行交流的，MIDI 信息通过 MIDI 电缆进行传输。如图 1-1 所示，一个最简单的 MIDI 系统流程是这样的：将 MIDI 键盘和音源连接在一起，弹奏 MIDI 键盘，MIDI 数据流就从 MIDI 键盘流向音源，再由音源发出音频信号，音频信号通过功放放大，最后由音箱发声。

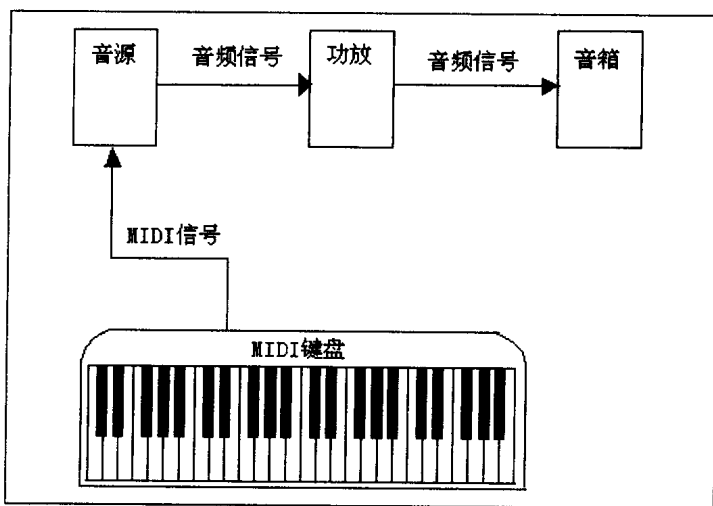


图 1-1 最简单的 MIDI 系统



说明 从 MIDI 键盘发送出来的是 MIDI 信号，不是音频信号。

MIDI 信号是一种串行数字信号，用来控制 MIDI 设备（例如音源）工作，是一种控制码。从音源发出的音频信号是一种模拟信号。MIDI 键盘本身并不发出任何声响，只是告诉音源应该怎样发声，例如音高、音量、时间值、音色和颤音等。MIDI 键盘和音源之间通过



MIDI 信号进行对话，MIDI 信号沿 MIDI 电缆从 MIDI 键盘发送到音源。在 MIDI 系统里，MIDI 信号可以发送给任何按照某种标准兼容的音源或合成器。只要是音源，并且符合规定的标准，就能接收符合该标准的 MIDI 信息，并正确回放出相同的乐曲。不同的是，不同性能的音源的回放效果有所差别。在 MIDI 系统里，最终的音质效果是由音源来决定的。因此，在有条件的情况下，最好是尽量购买好的音源。

实际的 MIDI 系统并不像图 1-1 那样简单。要进行多声部的音乐制作，至少还需要一台音序器。音序器相当于一台多轨录音机，可以把各个声部录入不同的轨道进行编辑，然后同时回放出来。音序器与其他 MIDI 设备之间也是通过 MIDI 信息对话的。在音序器里记录的是 MIDI 信息，而不是音频信息。在软件音序器出现之前，人们都是用硬件音序器对 MIDI 音乐进行记录的，一般可以记录 8~16 轨，可以容纳几万到十几万音符数。随着软件音序器的发展成熟，功能越来越强大，硬件音序器几乎已被淘汰。目前最流行的软件音序器 Cakewalk 可以记录 256 轨，音符数容量相当于无限大，并且可以混合记录音频信息与 MIDI 信息，这都是硬件音序器所望尘莫及的。一套最简单的带有音序器的 MIDI 音乐制作系统如图 1-2 所示。

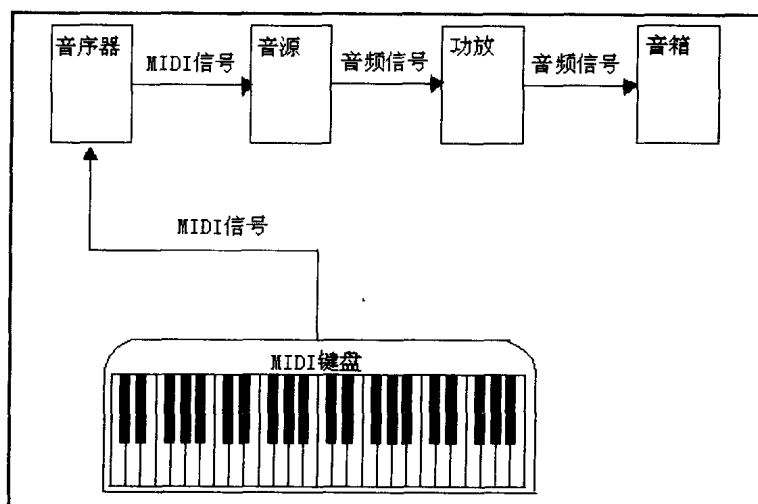


图 1-2 实际的 MIDI 系统

三、常见的 MIDI 信息

MIDI 信息是用二进制信息表示的。在 MIDI 系统中，从 MIDI 键盘或音序器向音源发送的 MIDI 信息都可以看作是一个指令，习惯上称为一个 MIDI 事件。以下是一些常见的 MIDI 信息。

- Note On (音符开关): 表示发送一个音符。当按下某键时，就会发送这个信息。在 MIDI 规格中，可以发送的音高范围为 0~127，每个编号对应于一个音符，共 128 个。普通钢琴的最低音对应于 MIDI 音符编号 21，中央 C 对应于 MIDI 音符编号 60，最高音对应于 MIDI 音符编号 108。可见 MIDI 键盘上所规定的 MIDI 音符编号的范围远远超过被认为音域最广的传统钢琴。这是因为在电子音乐里，很多音色的音域比钢琴还要宽广得多，必须留有一定的量。





● **Velocity (力度)**: 表示音符的力度, 它不是一个独立的 MIDI 信息, 而是附属于 Note On 信息的一个参数, 范围为 0~127。在 MIDI 键盘上弹奏音符时, 每个音都有击键的力度和速度。带有力度感应的 MIDI 键盘一般是通过检测击键的速率来判断用力的程度, 而不是真的检测击键压力。击键速率越大, MIDI 键盘认为力度越大, 击键速率越小, 认为力度越小。电子乐器与传统乐器不同, 演奏时击键力度的大小不仅影响音量, 同时音色也会受到影响。弹奏管乐时, 如果击键速率大一些, 力度大, 音色就会更加宏亮; 弹奏弦乐时, 击键速率小一些, 力度小, 音色就会比较柔和。

● **Note Off (音符关闭)**: 表示结束某个音符。与 Note On 相对应, 当抬起某个键时, 就会发出这个信息。很多乐器都有余音, 因此抬起琴键后, 音符并不一定马上消失。有些高级的 MIDI 键盘可以感受到抬起琴键的速率, 这样与 Note Off 信息相伴随的还有一个 Velocity, 可以控制音符消失的快慢。不过大部分普通的 MIDI 键盘并不支持这个参数, 当它发送 Note Off 信息时, 伴随的 Velocity 一律是默认值 64。

● **Aftertouch (触后)**: 表示按下琴键以后到松开琴键以前这段时间在琴键上施加的力度, 范围为 0~127。这个信息可以用来改变乐器的音色, 例如可以用来控制弦乐器的揉弦效果, 或者某些电子合成音色的亮度。普通电子琴或非专业 MIDI 键盘一般都不带 Aftertouch, 按下琴键以后, 不管手指压力如何变化, MIDI 键盘都没有“感觉”。但同样可以在音序器软件里手工添加 Aftertouch 值, 效果与用 MIDI 键盘弹出的一样。Aftertouch 信息分为两种: Channel Aftertouch (通道触后) 和 Key Aftertouch (键位触后)。Channel Aftertouch 是指当若干音符同时演奏时, 只能感受到受压最大的琴键, 并作为整个 MIDI 通道的 Aftertouch 值。Key Aftertouch 是指可以分别感受到每个琴键的 Aftertouch 值。显然, Key Aftertouch 可以表达更精细的音乐信息, 但也会产生大量的 MIDI 数据, 消耗更多的 MIDI 带宽, 并有可能造成传输阻塞, 而丢失重要信息。一般支持 Channel Aftertouch 的 MIDI 设备比支持 Key Aftertouch 的 MIDI 设备更多。

● **Program Change (音色变换)**: 音色改变, 可以任意切换音源中所提供的音色。音源预置的音色越多, 可供选择的范围越大。在音源或合成器里, 每一个音色都有相应的编号。如果要切换音色, 就要发送一个改变音色编号的 MIDI 信号, 音源接受指令之后, 将当前音色改变为指定音色。在 MIDI 标准制定之前, 每种音源或合成器的音色排列都不一样, 是由生产厂家自行制定的。为了防止因音色编号不同造成的混乱, 制定了大家共同遵循的标准。例如, 所有的 1 号音色都是钢琴, 所有的 41 号音色都是小提琴, 所有的 57 号音色都是小号, 等等。目前通用的标准有三种: GM、GS 和 XG。GM (General Midi) 标准是在 MIDI 硬件兼容协议和标准 MIDI 文件格式结合的基础上提出来的。GS 和 XG 标准分别是 Roland 公司和 Yamaha 公司基于 GM 标准提出的, 非常相似。所有符合相同标准的音源, 在回放时可以保证得到相同的结果, 音色不会混乱。GM、GS 和 XG 标准不仅包括了音色排列的标准, 还包括控制码方面的一致性, 将在后面作介绍。

● **Pitch Wheel (弯音轮)**: 弯音轮信息用来制造滑音。弹吉他时, 用左手指在指板上推弦, 会造成一种滑音效果, 让音符以连续的方式临时升高或降低。在 MIDI 键盘上, 有一个可以上下推动的弯音轮, 用来发送弯音轮信息。音源接收到这种信息后, 就会制造出滑音效果。弯音轮的取值范围为 -8192~8191, 对应于从下滑的最低值到上滑的最高值, 0 代表





原来的音高。具体下滑范围是由音源的滑音范围确定的。例如音源的滑音范围是大二度，则-8192对应于往下滑两个半音，而8191对应于上滑两个半音。如果音源的滑音范围是八度，则相应的下滑音最大值是低八度，而上滑音的最大值是高八度。音源的默认滑音范围一般是大二度，但并不是固定不变的，可以通过MIDI信息调整。

● **System Exclusive**: 系统专有信息，或称为系统码。在GM、GS和XG标准里不仅包括音色排列方面的共同标准，还包括很多控制码方面的标准。例如，1号控制轮用来制造颤音效果，7号控制轮用来指定音量大小，91号控制轮指定混响效果大小，等等。但对于不同的音源或合成器，其内部的发声机理有着很大的差别。例如混响效果就包括很多参数，墙面材质、房间容积、延迟时间、早期反射声与后期反射声比例等等，并不是一个简单的“混响有多大”就能涵盖得了的。同样是GM标准兼容的音源，既可以复杂到能调整混响的各种参数，可以选择多种混响效果模式，也可以简单到只有一种混响效果，除了调整混响效果的大小以外别无选择。由于GM标准并不包括所有的参数调整功能，所以我们无法用标准的GM控制轮去调整音源里的全部参数，只能用System Exclusive进行调整。System Exclusive是与MIDI设备的生产厂家和型号密切相关的，每一种型号的音源或合成器都有自身特有的通用标准以外的控制码。将这些控制码用于其他型号的音源或合成器是不能正常工作的，只能用于指定的型号，因此称为系统专有信息。也有一些系统码是通用的，可以用于符合标准的所有音源。例如XG系统码，可以用于所有XG标准兼容的音源或合成器，都得到正确的效果，但如果用于GM标准或GS标准的音源，就不能保证结果正确了。

● **Controller (控制轮)**: 控制轮信息，用于发送各种控制信息，内容非常丰富。在GM标准中，提供了几种标准的控制轮，所有与GM标准兼容的音源都会对这些控制轮作出正确的响应。同样，GS和XG标准也都规定了各自的标准控制轮，并与GM标准控制轮向下兼容。控制轮信息可以看作是一种标准化的系统控制码，通过MIDI键盘上的控制轮发送，或者直接在音序器里写入。控制轮的编号范围为0~127，每种编号对应于不同的控制轮事件，控制轮事件的取值范围为0~127。例如，在GM标准里，1号控制轮用于发送颤音调制效果。当1号控制轮取值为0时，对应于MIDI键盘的颤音轮在最小位置，颤音效果为零，即没有颤音效果；当1号控制轮取值为127时，对应于MIDI键盘的颤音轮在最大位置，颤音效果最大。对于其他编号的控制轮，情况也是如此。

● **RPN 于 NRPN**: 可以看作时控制轮信息的扩展。控制轮信息的编号范围为0~127，取值范围也是0~127。这样的范围，对于一些复杂的控制参数可能会不够用。于是在MIDI范围里又制定了RPN于NRPN的概念。RPN的意思是注册参数码(Registered Parameter Number)，NRPN的意思是非注册参数码(Non-Registered Parameter Number)。RPN于NRPN的编号范围为0~16383，取值范围也是0~16383，显然比控制轮提供了更多的控制种类和更细腻的调节效果。RPN事件在GM标准里有规定的编号，例如0号RPN事件用来调节滑音范围，1号RPN事件用来调节声高，等等。所有与GM兼容的音源在接收到相同编号的RPN事件时，都会作出相同的反应，即同一编号的RPN事件必定对应于相同的控制行为，这相当于把这些RPN事件注册了，因此称为注册参数码。而NRPN事件则由厂家自行制定，不同型号的音源其NRPN事件的定义也不相同，因此称为非注册参数码。





第三节 数字音频技术

数字音频技术是电脑音乐系统的另一个核心，其重要性不亚于 MIDI 技术。所有 MIDI 音源内部都用到了数字音频技术，例如 PCM 调制技术、A/D、D/A 转换技术和数字滤波技术等。而在电脑里与音频打交道，更是时时离不开数字音频，因为电脑只能处理数字信号，音频信号只有转化为数字信号才能为电脑所识别和编辑。因此，要对电脑音乐制作技术有较为深入的了解，就必须了解基本的数字音频知识。

声音是由机械振动产生的，是一种机械波。声音分为乐音和噪音。在电脑音乐制作中，主要与乐音打交道，但有时在音乐中也会有意使用一些噪音以制造特定的效果。

乐音有三个基本性质：音高、音量和音质。

音高就是人们常说的声音听起来是高亢还是低沉。音高的物理本质是声波振动的频率，频率越高，振动越快，音高就越高。频率的单位是 Hz (赫兹)，1Hz 的表示每秒钟振动一次。女高音的声带就比男低音的声带振动要快。音乐里的音阶概念也是由于乐音音高的差异而形成的。

乐器定音用的标准 A 音的振动频率为 440Hz，钢琴中央 C 音的振动频率为 261.63Hz，人耳的可听声范围是 20Hz~20KHz，这个范围内的声音称之为可听声，就是音频。所有的音乐都在音频范围以内。

音量是人们常说的声音听起来响不响，即声音的强弱。音量与声波的振幅有关。振幅越大，声压越高，声音听起来就越响。但人耳是一个非常复杂的系统，对声音的强弱感觉并不是成线性的，而是大体上与声压的对数成比例。为了适应人类听觉的这一特性，同时为了计量方便，一般都用声压有效值与声强值取对数来表示声音的强弱。这种表示声音强弱的数值叫声压级或声强级，单位是 dB (分贝)。

声学研究表明，人类对声音强弱变化的觉察能力是有限的。对同一声音信号的声压级突变不大于 3dB 时，相当多的人是觉察不到的。只有那些经过专门训练的音乐工作者和电声工作者才能觉察出 1~2dB 的声压级突变。因此，在电声工程中常以 3dB 来衡量一般电声设备的优劣，高质量的专业电声设备则常用 1~2dB 来衡量其质量。在 Cakewalk 软件的音频编辑功能中，有一个命令可以使音频信号增加 3dB 和减少 3dB。

音质的概念比较复杂。但与音高和音量一样，能够听出显著差别。例如，用钢琴弹奏一个 A 音和用小提琴拉出一个 A 音，能够轻易分辨出其中的不同来，就是因为这两种音质不同。音质也常被称为音色，音质的不同是由频谱特性和波形包络的不同引起的。

电脑是一种只能处理二进制数据的机器。要想让电脑能处理音频信号，首先要把声波的波形转换为电脑能够识别的二进制数据，称为声音信号数字化。在声音信号数字化之后，还有数字信号的传递、记录、重放以及加工处理等一整套技术，这就是数字音频技术的内容。

把模拟音频信号转换为数字音频信号，在电脑音乐里称为 A/D 转换。A/D 转换是通过模拟/数字转换器 (Analog to Digital Converter, 简称 ADC) 来进行的。反过来，数字音频信号最终要转换为模拟信号，才能被人耳听到，这称之为 D/A 转换，是通过数字/模拟转换器 (Digital to Analog Converter, 简称 DAC) 来进行的。





A/D 转换分为采样、量化、编码三个步骤。

声波是一种随时间连续变化的波形，在不同的时间点有不同的振幅。把声波按一定时间间隔取样，获取一系列样本值的操作，叫作采样，其过程如图 1-3 所示。

采样越密集，从采样值恢复出来的波形就越接近于原来的波形。数字音频技术的一个重要基本概念是采样频率。根据采样定理，当采样频率为原信号频率的两倍以上时，才能精确地重现原波形。人耳能听到的频率范围是 20Hz~20KHz，因此在 CD 标准中，制定的采样频率为 44.1KHz，可以很完美地重现音频信号。在最新的 DVD 标准中，采样频率为 96KHz，已经达到人耳所能分辨的极限。

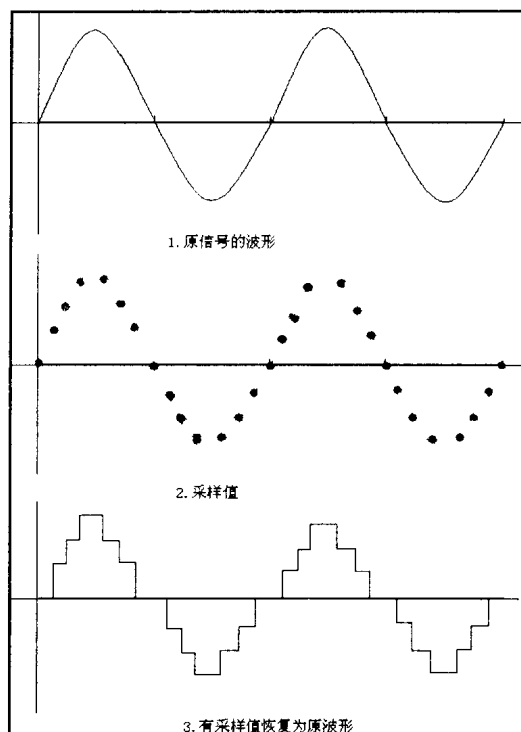


图 1-3 采样过程图示

取得采样值之后，要对数据进行量化。所谓量化，就是把各个时刻的采样值用计算机能识别的二进制来表示。量化后的数值与原来的采样值是有误差的。这是因为声波的振幅可以是任意值，得到的采样值是随机的，可能为任意数值，而量化所用的二进制位数相对而言是有限的、离散的，量化后的数值必然与原来的采样值存在误差。这就引出了数字音频技术的另一个重要概念：量化精度。量化精度越高，量化值与采样值之间的误差就越小，反映到听觉上就越逼真，越细腻。如果量化精度太低，会听出明显的量化噪声来。CD 标准的量化精度是 16 位 (Bit)，可以表示的数值范围是 0~65536。一般的多媒体声卡也是这个标准。DVD 标准的音频量化精度是 24 位，可以表示的数值范围是 0~16777216。有些专业录音卡可以达到这个标准。

采样频率越高，量化精度越高，得到的数字音频信号就越能反映出真实的音频信号。但音频数据量与采样频率和量化精度成正比，精度越高，所需要的内存和磁盘空间就越大。对于一般的音乐信号，16Bit/22KHz 的数字音频的效果就已经很好了。Cakewalk 9.0 内部的





音频处理精度最高可以达到 24Bit/96KHz，已经达到了顶级 DVD 记录精度，可以满足最苛刻的制作要求。

经过采样、量化得到的数据，还要进行编码编制，才能被计算机处理。数字音频技术一般采用 PCM 编码，即脉冲编码调制（Pulse Code Modulation）。

经采样、量化、编码得到的数字音频数据，可以像计算机文件一样编辑、保存，而且可以无限次复制而不失真，从而使计算机能够全面地进行音频记录和音频处理。但是，在计算机上记录数字化音频占据的磁盘空间是非常大的。一分钟 CD 质量（16Bit/44.1KHz）的立体声音频数据需要 10M 磁盘空间。表 1-1 给出了一分钟音频数据在不同记录方式下所占用的存储容量。

表 1-1 音频数据存储容量

量化精度 (Bit)	采样频率 (KHz)	立体声/单声道	一分钟文件大小
16	44.1	立体声	10.5M
16	44.1	单声道	5.25M
16	22.05	立体声	5.25M
16	22.05	单声道	2.6M

利用一些压缩格式，可以有效地减小音频文件的存储容量。例如压缩为 MP3 格式，可以将音频文件压缩为原来的 1/10 左右，而且能大致保持原来质量。但毕竟压缩格式还是对原来的音频数据有一定损伤的，只能应用于一些要求不高的场合，例如在网上发布作品等。而专业的音乐制作是崇尚高保真的，要尽量避免压缩。

电脑里的音频文件的后缀一般为 WAV。利用工具软件可以将 CD 上的音轨抓取为 WAV 文件，并且不存在失真问题。这样在电脑音乐制作中就可以很方便地利用 CD 上提供的素材了。

电脑内部的音频处理是利用音频软件进行的，是一种数据记录、整理和再加工的过程。现在的音频软件功能越来越强大，可以完成硬盘多轨录音、音频编辑、效果处理、缩混等工作，几乎涵盖了传统录音棚的所有功能，而且质量非常高。只要原始录入的音频素材质量够高，生产出来的作品完全能够满足专业录音制作的要求。因此，电脑音乐制作系统受到了广大业余音乐爱好者的青睐。

第四节 电脑音乐软件

音乐软件是电脑音乐系统的灵魂。其发展速度比硬件的发展速度要快得多。很多硬件的功能已经可以用软件来代替，甚至做得更好，功能更强大，升级更方便。从理论上讲，除了电脑本身和 AD/DA 转换器以外，几乎所有的数字音乐设备都可以用软件来替代。

对于电脑音乐制作来说，主要考虑配置的软件类型有：MIDI 编曲、多轨录音、音频编辑、软音源和乐谱制作。

MIDI 编曲类的软件首选 Cakewalk Pro Audio 9.0，这是目前最受欢迎的专业音乐制作软件，功能强大，方便易用，同时可以进行多轨录音和音频编辑，并且可以插入 DX 实时效果器，增强音频处理能力。其独有的 CAL 编程语言，可以让高级用户根据自己的需要，进一步





扩充它的功能。除此之外，Ballade、Cubase VST、Logic Audio、Midisoft、Master Track Pro 等软件也是不错的编曲软件，各种软件功能都非常强大，各有所长，不相上下。

多轨录音软件首选 Samplitude 2496，这是目前功能最强大的专业多轨录音软件，也是世界上第一个支持 24Bit/96KHz 采样频率音频格式的软件，但它的使用比较复杂。另外，Vegas 也是一个受到广泛欢迎的录音软件，它体积小，功能强，易操作，对电脑配置要求不高，是初学者最好的选择。

音频编辑软件首选 SoundForge。它不但可以进行音频编辑，还提供了一个 FM 合成器，可以产生各种标准信号波形，例如正弦波、方波、三角波等，并利用简单波形来生成复杂音色。它提供了方便易用的 Loop Tuner 工具，可以方便地与采样器配合，制作采样波形。Wavelab 也是一个比较好的选择，并且其处理速度还更快一些。

软音源软件品种很多，例如 Reality、GigaSampler、Rebirth、Reaktor 等，各有所长。软音源无论从音色、实时性能还是从合成算法上都已达到或超过了硬件音源目前的水平。Reality 是集合成器和采样器功能于一体的专业软音源，它的功能强大而齐全，音色质量也相当高，包含多种音色合成技术，可以直接读取 SF2 音色库，并可以制作自己的采样音色。它还可以把 MIDI 文件直接生成 WAVE 音频文件，音质与所用声卡无关。即使是使用最低档的声卡，利用质量好的音色库，也可以制作出专业音质的音乐作品。Rebirth 是一款专业模拟软音源，与其模拟的对象音源 303 和鼓机 808 相比，音色完全一样，可以用于专业电子音乐制作。GigaSampler 是一款专业采样器，与普通光驱配合，就能读取 AKAI 采样光盘音色，另外还支持 GIG、WAV 格式的音频采样。

乐谱制作软件首选 Encore，其主要用于乐谱出版。Finale 是另一个专业乐谱制作软件，功能比 Encore 还要强大，但使用界面过于复杂，而且不支持汉字。Cakewalk 也提供了功能比较强大的制谱功能，但不适用于制作供乐队使用的格式比较严格的乐谱。

第五节 专业编曲软件Cakewalk 9.0

Cakewalk Pro Audio 9.0 是全世界使用最广泛的专业音乐制作软件，其最大的特点就是界面友好，容易上手，受到广大专业音乐制作人和业余音乐爱好者的广泛青睐。

一、Cakewalk Pro Audio 9.0 简介

Cakewalk Pro Audio 9.0 的工作界面如图 1-4 所示，其中被激活的是音轨窗口 (Track view)，左下是钢琴卷帘窗口 (Piano Roll view)，右下是五线谱窗口 (Staff view)，音轨窗口上方的几排按钮统称为浮动工具条，鼠标所在的位置是音轨状态指示栏。粗一看，这么多窗口和按钮，让人目不暇接，不知该从何下手。其实只要抓住关键的一点即可快速掌握它：Cakewalk Pro Audio 9.0 是 MIDI 音序器和音频处理软件，它的所有功能都是围绕着 MIDI 数据和音频数据的处理展开的。作为每个乐曲文件的根本，音轨窗口是每一首乐曲的代表。激活某一乐曲文件的音轨窗口后，所有的菜单和按钮操作都是针对该乐曲文件的。因此，在没必要的情况下，可以仅保留乐曲文件的音轨窗口，而关闭其他所有的窗口。至于各个窗口的内容和操作，将在以后制作《A Whole New World》时结合制作过程做详细的介绍。下面，先利用菜单命令和按钮操作来调整窗口，以适合工作的需要，简化工作界面。





1. 自定义窗口

所有窗口都是通过直接单击窗口关闭按钮来关闭的，但有三种可以打开窗口的方法。

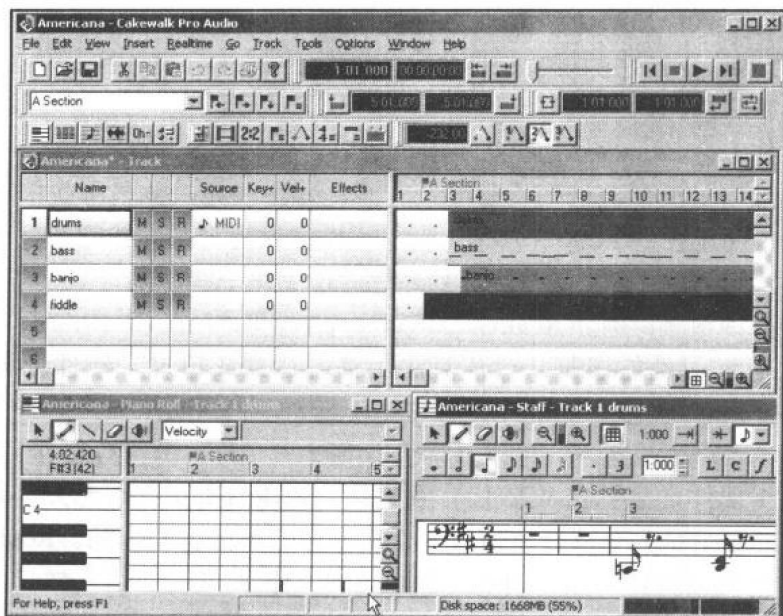


图 1-4 Cakewalk Pro Audio 9.0 的主窗口

(1) 通过执行菜单命令 **View** 中的相应命令打开窗口，如图 1-5 所示。

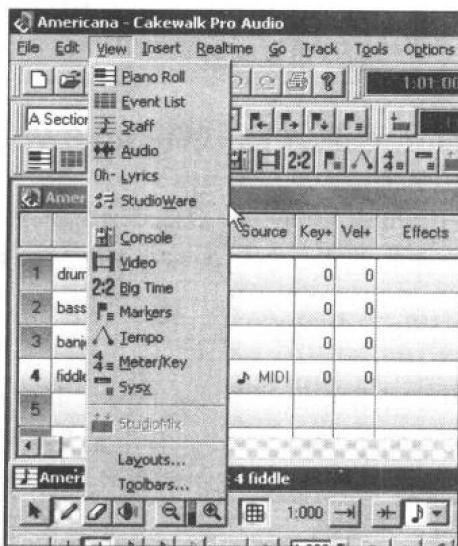


图 1-5 执行菜单命令 View

(2) 直接利用工具条按钮打开窗口，如图 1-6 所示。各按钮含义与 View 菜单中的命令相同。



图 1-6 窗口工具条

