



影视艺术新媒体丛书

电脑音乐制作大师 CakeWalk 9.0

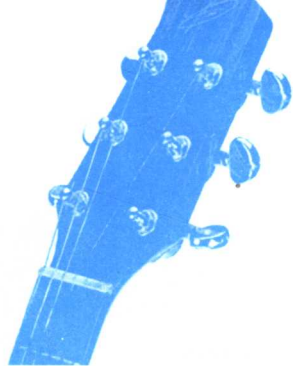
北京希望电子出版社 总策划
师 勇 编 著

CakeWalk 9.0

超过100M SoundFont和Reality格式的高品质音色库、音色样本，大量CakeWalk专用设备控制面板、CAL库、乐器定义文件和音频效果插件，以及多种专业软音源



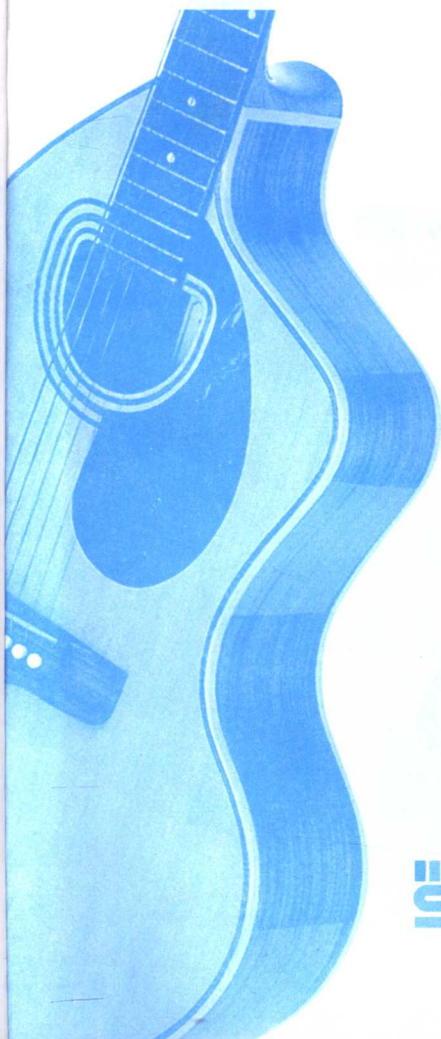
科学出版社
www.sciencep.com



影视艺术新媒体丛书

电脑音乐制作大师 CakeWalk 9.0

北京希望电子出版社 总策划
师 勇 编 著



超过100M SoundFont和Reality格式的高品质音色库、音色样本，大量CakeWalk专用设备控制面板、CAL库、乐器定义文件和音频效果插件，以及多种专业软音源

 科学出版社
www.sciencep.com

内 容 简 介

本书全面介绍了电脑音乐制作技术及音乐制作软件 **CakeWalk 9.0** 的应用,全书由 10 章、3 个附录组成,主要内容包括电脑音乐技术基础、电脑音乐系统、**CakeWalk 9.0** 快速入门、**CakeWalk 9.0** 的工作窗口、乐曲制作实例、MIDI 编辑与制作、数字音频、效果处理与音频缩混、高级应用技巧、软音源及软音源技术;附录 1 到附录 3 分别给出了 **DY-1000** 民乐音源音色列表,**S_VA** 合成器中的 **SOUNDIUS-XG** 音色列表,以及 **CAL** 语言编程制作等。

本书内容全面、系统、详实,并辅以实例及其详细操作步骤引导读者学习电脑音乐制作。全书组织结构、内容安排都具有较高的专业水准。

本书既适合作为高等院校音乐专业及电脑美术专业师生教学、自学用书,又适合作为社会各类电脑音乐爱好者技术指导用书。

本书光盘含超过 100M SoundFont 和 Reality 格式的高品质音色库、音色样本,大量 **CakeWalk** 专用设备控制面板、**CAL** 库、乐器定义文件和音频效果插件,以及多种专业软音源,可供读者辅助教学或自学。

图书在版编目(CIP)数据

电脑音乐制作大师 **CakeWalk 9.0**/师勇编著. —北京:
科学出版社, 2005.8
ISBN 7-03-015752-4

I. 电… II. 师… III. 多媒体—计算机应用—作曲 IV. J614.8-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 066014 号

责任编辑:刘 蕊 / 责任校对:蒋 依
责任印刷:双 青 / 封面设计:刘孝琼

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 8 月第 一 版 开本: 787×960 1/16

2005 年 8 月第一次印刷 印张: 27

印数: 1—3 000 字数: 617 000

定价: 45.00 元(配光盘)

序

近几年，计算机全面应用到专业音乐、音频的编辑制作之中，并渐渐显露出取代专业音频设备的强劲势头。在我们研究室，由高档 PC 机、音频处理软件和专业声卡构成的音频工作站事实上已基本取代了昂贵的模拟声学设备和分立的数字音频设备，广泛应用于音频处理、声学实验和声学测量，成为目前最主要的实验设备。在数字技术飞速发展的今天，所有眼界开阔、乐于接收新事物、不囿于成见的人们都将从数字技术获得巨大的益处，广大从事音乐、音频行业的专业人员自然也不例外。

本书的作者从事数字声频方面的研究，平时密切关注数字音乐技术的最新进展，对音乐和计算机都很熟悉。本书是作者的第一本著作，详细讲述了电脑音乐制作的基本知识，最新音乐制作软件的使用方法，深入浅出地讲述了 MIDI 系统码，并对功能强大但知者寥寥的软合成器作了详细介绍。本书行文流畅，内容丰富翔实。虽然涉及到的一些内容相当专业，但写得通俗易懂，既适合从事声频，录音，电脑音乐等专业人员的提高，也适合一般的业余爱好者入门，是一本不可多得的好书。在此特作推荐，希望它的出版能使广大的读者有所收益。

中国电声学会理事
声频工程分会副主任委员
华南理工大学电声研究室

谢 菠 荪

电脑音乐制作
李成

致 谢

本书的写作，经历了艰苦的过程，也得到了众多老师、朋友的热心帮助。我要向以下人士致以诚挚的谢意。

首先感谢我的导师谢菠荪教授给我的指导与关心，并感谢谢教授为本书作序。

特别感谢音乐老前辈、著名作曲家、著名音乐教育家、华南师范大学音乐系前系主任雷雨声教授在百忙中为本书题写书名。

华南理工大学应用物理系的梁智协助整理、编写了本书附录中有关 CAL 编程的全部资料，并对第 4 章的一部分内容进行了增补，在此表示衷心感谢。

感谢广东凯诺经济发展有限公司总经理邝树伟先生提供了部分产品供我评价。

在本书的写作过程中，我参考了大量国外的电脑音乐技术网站，以及国内的数字音乐实验室（www.muslab.com）和 ATTIC 音乐技术小组这两个网上的部分内容，在此向有关文章作者以及众位网友表示特别的感谢。数字音乐实验室的站长王巍还提供了由他创作的几首精彩的歌曲，收录在本书的配套光盘里，供大家欣赏、学习。

最后向北京希望电子出版社的陆卫民社长和徐建华总编致谢，感谢他们使本书能与读者见面。

由于本人水平有限，电脑音乐技术更新速度太快，加上成书时间仓促，书中的错漏之处在所难免。如果您在阅读本书的过程中遇到什么问题或批评建议，欢迎通过电子邮件与我直接联系，我会回复，或迟或早。另外，您还可以把您的问题放到数字音乐实验室

（www.muslab.com）的【专题论坛】里的【Cakewalk 软件】里讨论，我和其他的网友将会尽量解答。

地址：广州五山 华南理工大学应用物理系电声研究室（510640）

电子邮件：sy263@263.net(永久)或 yongshi@mail.scut.edu.cn

师勇

目 录

第 1 章 电脑音乐技术基础.....1	第 4 章 Cakewalk 9.0 的工作窗口.....53
1.1 从传统乐器到电子乐器到电脑音乐系统...1	4.1 如何激活各个工作窗口53
1.2 MIDI 技术.....2	4.2 音轨窗.....56
1.2.1 什么是 MIDI.....2	4.2.1 音轨窗.....56
1.2.2 个人交响乐队.....3	4.2.2 音轨参数窗口说明.....57
1.2.3 最简单的 MIDI 系统.....4	4.2.3 MIDI/音频信息条窗口说明.....59
1.2.4 常见的 MIDI 信息.....6	4.2.4 音轨的菜单命令.....61
1.3 数字音频技术.....9	4.2.5 音轨属性对话框.....62
1.3.1 声音是什么.....9	4.3 钢琴卷帘窗.....63
1.3.2 数字音频技术.....11	4.3.1 音符窗.....63
第 2 章 电脑音乐系统.....15	4.3.2 力度窗.....66
2.1 声卡合成技术漫谈.....15	4.3.3 其他窗口.....67
2.2 合成器、音源与采样器.....17	4.3.4 打击乐显示模式.....71
2.3 电脑音乐系统的配置.....20	4.4 事件列表窗.....73
2.3.1 机型选择.....21	4.4.1 事件种类.....74
2.3.2 声卡.....22	4.4.2 事件显示过滤.....75
2.3.3 音源.....27	4.4.3 事件编辑.....78
2.3.4 MIDI 键盘.....28	4.4.4 打印事件列表.....80
2.3.5 MIDI 连线.....29	4.5 五线谱窗.....82
2.3.6 软件配置.....30	4.5.1 各功能按键说明.....83
2.3.7 硬件系统配置.....32	4.5.2 五线谱窗的页面设置.....87
第 3 章 Cakewalk 9.0 快速入门.....34	4.5.3 五线谱的写入与编辑.....89
3.1 初识 CPA9.0.....34	4.5.4 打印五线谱.....99
3.2 最基本的功能——播放音乐.....36	4.5.5 给吉他演奏者的厚礼.....101
3.2.1 打开一个乐曲文件.....36	4.6 音频窗.....103
3.2.2 打开多个乐曲文件.....39	4.6.1 各功能按键与振幅标尺说明.....104
3.2.3 播放乐曲.....40	4.6.2 音频事件的选择.....106
3.3 利用标记快速跳转.....41	4.6.3 音频事件属性.....107
3.4 乐曲速度调整.....42	4.6.4 包络线.....108
3.5 音轨的静音与独奏.....44	4.6.5 音频事件的分割与合并.....113
3.6 音轨的乐器设置.....46	4.6.6 淡入、淡出效果处理.....116
3.7 虚拟钢琴.....48	4.7 设备控制窗.....118
3.8 只会弹 C 调怎么办.....50	4.7.1 设备控制面板.....118

4.7.2 控制面板的操作	120	5.5.2 录制贝司声部	164
4.7.3 设计模式	124	5.5.3 修饰贝司声部	165
4.7.4 器件的属性	130	5.6 加入持续音	166
4.8 歌词窗	138	5.6.1 音轨设置	166
4.8.1 歌词窗	138	5.6.2 录制持续音声部	166
4.8.2 窗口说明	139	5.6.3 修饰持续音声部	167
4.8.3 歌词输入的方法	139	5.7 加入打击乐	167
4.9 视频窗 (Video view)	139	5.7.1 音轨设置	168
4.9.1 视频窗	140	5.7.2 录制打击乐声部	169
4.9.2 插入视频文件	140	5.7.3 修饰打击乐声部	171
4.9.3 菜单命令	141	5.8 整体修饰	172
4.10 时间窗 (Big Time view)	142	5.8.1 整体音量、声像平衡	172
4.10.1 时间窗	142	5.8.2 加入效果	173
4.10.2 窗口操作	143	5.9 最后的工作	174
4.11 标记窗 (Markers view)	143	第6章 MIDI 编辑与制作	176
4.11.1 标记窗	143	6.1 标准工具条	176
4.11.2 工具条命令详解	144	6.2 如何选择 MIDI 事件	177
4.12 速度窗 (Tempo view)	144	6.2.1 按时间段选择 MIDI 事件	177
4.12.1 速度窗	144	6.2.2 事件过滤器	178
4.12.2 工具条命令详解	145	6.3 基本编辑方法	181
4.13 节拍/调号窗 (Meter/Key view)	147	6.4 移动乐曲片段	187
4.13.1 节拍/调号窗	147	6.5 量化	189
4.13.2 工具条命令	148	6.6 模板量化	191
4.14 系统信息窗 (Sysx view)	148	6.7 内插	198
4.14.1 系统信息窗	148	6.8 调整长度	202
4.14.2 工具条命令	149	6.9 倒置功能	204
第5章 乐曲制作实例	150	6.10 移调功能	205
5.1 开始一首新曲目	150	6.11 力度缩放	207
5.2 节拍器的设置	151	6.12 时间匹配	208
5.3 录制主旋律	153	6.13 即兴匹配	210
5.3.1 设置音轨属性	153	6.14 插入的技巧	214
5.3.2 录制主旋律	155	6.15 滑音制作	218
5.3.3 修饰主旋律	155	6.15.1 滑音的三种制作方法	218
5.4 加入分解和弦	158	6.15.2 如何录制大跨度的滑音	220
5.4.1 音轨设置	158	6.16 MIDI 录制技巧	222
5.4.2 录制分解和弦	159	6.16.1 单步录音	222
5.4.3 修饰吉他声部	161	6.16.2 录音模式设置	224
5.5 加入贝司声部	163	6.16.3 嵌入录音	226
5.5.1 音轨设置	163	6.16.4 循环播放与循环录音	227

第7章 数字音频.....	230	8.5.1 MIDI 效果器的使用方法.....	284
7.1 音频的录制.....	231	8.5.2 琶音效果器 (Arpeggiator)	287
7.1.1 音频录制概论.....	231	8.5.3 延时效果器 (Echo Delay)	289
7.1.2 设置音频轨属性.....	232	8.5.4 MIDI 事件过滤器	
7.1.3 设置 Windows 录音控制台.....	234	(MIDI Event Filter)	290
7.1.4 录制外部音频.....	235	8.5.5 量化效果器.....	291
7.2 数字音频编辑.....	237	8.5.6 移调效果器 (Transpose)	292
7.2.1 静噪.....	238	8.5.7 力度效果器 (Velocity)	293
7.2.2 时间析取.....	239	8.5.8 和弦分析器(Chord Analyzer).....	296
7.2.3 音调识别.....	242	8.5.9 人性化 MIDI 效果器—SEM1.28.....	297
7.2.4 均衡器.....	245	8.6 调音台的操作技巧.....	300
7.2.5 增益调节.....	246	8.6.1 控制器件编组.....	300
7.2.6 淡入、淡出与交互渐变.....	247	8.6.2 用硬件设备来控制调音台.....	304
7.2.7 反转.....	250	8.6.3 记录和编辑控制动作.....	306
7.3 视频文件的配音制作.....	251	8.6.4 多轨音频的缩混、输出与 CD 刻录.....	307
第8章 效果处理与音频缩混.....	254	第9章 高级应用技巧.....	310
8.1 专业调音台.....	254	9.1 进入系统码的世界.....	310
8.1.1 调音台窗.....	254	9.1.1 什么是系统码.....	311
8.1.2 设置调音台.....	256	9.1.2 如何发送系统码.....	313
8.2 控制模块.....	259	9.1.3 GM, GS 和 XG.....	316
8.2.1 MIDI 轨控制模块.....	259	9.1.4 MSB 与 LSB.....	319
8.2.2 音频通路图.....	261	9.2 音源的整体参数设置.....	320
8.2.3 音频轨控制模块.....	262	9.3 音源的通道参数设置.....	321
8.2.4 辅助总线控制模块.....	263	9.4 控制轮事件.....	326
8.2.5 主控音量控制模块.....	263	9.5 RPN 与 NRPN 事件.....	329
8.3 效果器概述.....	265	9.5.1 RPN 事件.....	329
8.4 Cakewalk FX 实时音频效果器.....	268	9.5.2 NRPN 事件.....	332
8.4.1 音频效果器的使用方法.....	268	9.6 音源的内置效果器.....	334
8.4.2 立体声参数均衡器 (Parametric Eq)	272	9.6.1 音源内置效果器简介.....	334
8.4.3 立体声合唱效果器 (Chorus)	274	9.6.2 音源内的音频通路图.....	335
8.4.4 立体声延时效果器 (Delay)	276	9.6.3 混响效果器.....	337
8.4.5 立体声镶边效果器 (Flanger)	277	9.6.4 合唱效果器.....	339
8.4.6 立体声混响效果器 (Reverb)	278	9.6.5 变种效果器.....	341
8.4.7 音频变调效果器 (Pitch Shifter)	280	9.7 设备控制面板设计实例.....	347
8.4.8 时间/音高伸展效果器		9.7.1 控制面板布局.....	347
(Time/Pitch Stretch)	281	9.7.2 器件属性设置.....	348
8.4.9 扩音效果器 (AmpSim)	282	9.8 音色调用技巧.....	351
8.4.10 如何使用第三方音频效果插件.....	283	9.8.1 调用 GM 音色.....	352
8.5 Cakewalk FX 实时 MIDI 效果器.....	284	9.8.2 调用 GS 与 XG 音色.....	354

9.8.3 利用乐器定义	356	10.3 乐器与音色库管理	380
9.8.4 关于打击乐器	359	10.3.1 如何载入音色库	381
9.8.5 SoundFont 音色调用	360	10.3.2 Option 窗口的几个子窗口	382
9.9 S-VA 物理建模合成器大揭密	368	10.3.3 Reality 软音源的音色调用	386
9.9.1 S-VA 物理建模合成器介绍	368	10.4 采样音色制作	388
9.9.2 S-VA 合成器的系统码格式	370	附录 1 DY-1000 民乐音源音色列表	393
9.9.3 S-VA 合成器的整体参数设置	370	附录 2 S-VA 合成器中的 SOUNDIUS-XG 音色列表	395
9.9.4 虚拟声学乐器的实时演奏	371	附录 3 CAL 编程制作	398
第 10 章 软音源及软音源技术	376	开篇	398
10.1 软音源 Reality 1.5 综述	376	一、CAL 的基本操作	398
10.2 工作界面	378	二、CAL 语言详解	400

第1章 电脑音乐技术基础

MIDI 技术和数字音频技术是电脑音乐系统的两大核心。

引入 MIDI 技术以后，电脑从处理文字、数字的科学机器、商业机器变成了强有力的音乐工作站。通过数字音频技术，在电脑里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、添加效果等操作，丝毫不必担心音质劣化等传统的模拟设备最担心的问题。

电子技术的飞速进步，为广大音乐爱好者带来了前所未有的机遇。在高科技的数字时代，只要有心，只要不固步自封，就可以享用高科技带来的无限乐趣，就可以拥有前所未有的强大力量。

当然，在享用高科技带来的好处的同时，我们有必要掌握一些基本的概念，这样才能让电脑音乐系统更好地为我们服务。

本章将用流畅平实的语言，深入浅出地讲述电脑音乐的基本原理。读者将发现，电脑音乐并非传说中的那么高深莫测。它所用到的基本原理，普通的音乐爱好者完全能毫无困难地理解，与高等数学或编程技术等等根本就没有很多联系。电脑音乐技术给普通爱好者带来的不会是烦恼，而是无穷无尽的力量和乐趣！

1.1 从传统乐器到电子乐器到电脑音乐系统

曾经一段时间，一些前卫乐队流行不插电演唱会。这往往容易给人一种印象，以为只有这样才能消除电子设备的粉饰，最大限度地展示乐手们的高超技艺。其实这是一种误解，现代音乐工业已经和现代电子技术密不可分。就不插电演唱会来说，如果做成 CD 或磁带，还是免不了要同调音台、混音器、各种均衡器打交道，只是一般听众没有意识到而已。

实际上，音乐始终是紧密追寻着最新技术的。当史前人类发现吹竹管可以发出美妙声音的时候，他已经在利用当时的最新技术在演奏当时的流行音乐了，他同那些留着长发，绑上头带，套上高筒皮靴，在琴房或者舞台上用拨片弹奏失真电吉他的快速 SOLO 的现代的“酷哥”们并没多大差别。音乐是用乐器制作出来的。不管是竹管，还是失真电吉他，还是音乐会上的大三角钢琴，都是乐器，里面都凝结了人类智慧的结晶。这里用到的“制作”一词可能容易让人联想起冷冰冰的机器大生产、成吨成吨制造工业产品的车间。但是，如果读者再去想想那些有着高超技艺、头脑中充满幻想与灵感的雕刻家们，一件件精美绝伦、让人赞叹不已的作品在千雕百琢之后被“制作”出来，就不会对这个词太敏感了。而乐器，就是我们制作音乐作品的特殊的工具。乐器的蕴涵里不单只有音乐艺术的曼妙身影，还有人类技术文明的闪闪光芒。

正像人类的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刻的影响。在两百多年前，当钢琴从羽管键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。

当我们回顾电子学发展的历史，从真空管到电子管到晶体管到集成电路一直到现在强大的 Pentium III 处理器芯片，这一切都发生在短短几十年间，发展的速度真是令人目不暇接。而直接得益于电子技术的电子乐器，其发展的速度同样飞快。从最开始的电颤琴、电风琴，到后来的电声吉他、电贝司，到电子琴，到合成器、采样器，一直到现在几乎无所不能的电脑音乐系统，给现代音乐家们提供了表达自己感情的丰富手段。计算机，这种威力强大的工具，从它的诞生之日起，就注定要给人类社会带来翻天覆地的变化，音乐又怎能例外！

电脑音乐系统的发展，就像一场来势汹汹的革命，给音乐界带来了强烈的震撼，更给广大的普通音乐爱好者带来了巨大的机遇。这种机遇首先表现在作曲领域。通过电脑音乐系统，任何自认为有音乐天赋的人都可以创作出各种风格的音乐，并最后制作成具有 CD 音质的成品。作曲家无需再为花费大笔费用请乐队来试奏自己的作品而发愁，也不必再时时仰起头来看唱片出版商的眼色行事。技术进步的好处之一就在于不断打破人为制造的障碍，使每个人的天赋都能得以尽情展露。

仅仅在几年以前，电脑音乐系统在人们的印象里还都是非常昂贵的，都是给非常专业的人用的，常人难以问津。随着 PC 技术的迅猛发展，个人电脑的性能不断提高，而价格却不断下降，与电脑音乐有关的软硬件技术也日趋成熟，终于促使旧时王榭堂前燕，飞入了寻常百姓家。现在即使是一台非常普通的多媒体 PC 机，也都可以制作出 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。通过软件，还可以把电脑当成音源，当成采样器，当成数字多轨录音机，当成数字效果器！而不论电脑扮演的是什么角色，都演得非常专业，让传统的又大又笨又昂贵的专业音乐设备相形见拙。普通的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。

1.2 MIDI 技术

电脑音乐系统的核心是 MIDI 技术和数字音频技术。而最初的电脑音乐系统又是以 MIDI 技术引入电脑系统而发轫的。引入 MIDI 技术以后，电脑从处理文字、数字的科学机器、商业机器变成了强有力的音乐工作站。

1.2.1 什么是 MIDI

在我们谈论 MIDI 概念之前，实际上绝大多数读者已经接触过 MIDI 了。我们用的多媒体声卡，不论档次高低，从几十块钱的到几千块钱的，几乎都带有 FM 或者波表采样的内置 MIDI 音源。很多电脑游戏里所附的背景音乐也都是 MIDI 格式的。如果仔细看过所用声卡的说明书，一定能找到这样的字样“MPU_401 MIDI interface”，这实际上就是所用声卡上的 MIDI 接口。

但 MIDI 究竟是什么呢？它是硬件还是软件？它长什么模样？

MIDI 是 Musical Instrument Digital Interface 的缩写，翻译成中文有点拗口，叫作“乐器数字化接口”。顾名思义，它是处理电子乐器之间数据的发送和接收的。它虽然叫作“接

口”，实际上接口这个词是一个计算机科学的术语，并不一定专指硬件端口。它的真实含义应该是一种协议，也就是各种电子乐器之间对话的一种规范。声卡上的 MPU_401 MIDI interface，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同样可以通过 MIDI 协议来通信，例如音序器软件和软音源软件之间的通信。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。所以 MIDI 既不是硬件也不是软件，它只不过是一种协议或者规范，用来让不同的音乐软硬件之间可以对话。就好比大学寝室里住满了来自五湖四海的人，最后大家都用普通话交谈是一个道理。既然是种协议，它当然就没有模样，看不见也摸不着。

那么这个“乐器数字化接口”是怎么产生的呢？它和电脑音乐系统又有什么关系呢？说起来，MIDI 的历史比电脑音乐系统可要久远得多。虽然 MIDI 协议也不过是 1983 年才正式出台的，到现在也才十几个年头，但以电子技术发展的速度来看，十几个年头就已经很久远啦。

那个年头，正是合成器技术突飞猛进，电子音乐的浪潮席卷全球之时。各种不同厂家的合成器音色各有特色，争奇斗妍，各领风骚。这既给电子音乐家们以丰富选择的余地，又让他们发愁。因为不同牌号的合成器格式互不兼容，乐手们如果想同时操纵多个合成器就会遇到麻烦，因为一个人只有两只手。即使一只手管一只键盘，最多也只能同时操纵两台合成器，而且也明显地不方便。乐手们希望能用一只键盘就能控制多个合成器。在当时看来，这是一种梦想，但随着 MIDI 1.0 协议的推出，梦想很快就变成了现实。MIDI 协议成功地解决了不同牌号合成器之间的不兼容问题，广大厂商和消费者同时受益，电子音乐从此迈入了崭新的发展阶段。乐手们操纵着一大堆 MIDI 兼容的电子乐器在舞台上挥洒自如，再也不用为手不够用的问题发愁；而电子乐器的生产厂商也数着钞票笑逐颜开。

但这仅仅是 MIDI 的一小部分用途。真正让 MIDI 协议发挥巨大作用的还是在 MIDI 技术引入计算机以后的事。关于 MIDI 的详细内容，以及它在电脑音乐里的地位，以后还会详细讲述。

1.2.2 个人交响乐队

MIDI 技术引入计算机之后，给音乐界带来的影响之大，可以用地震来形容。它在两个领域里引起了一场革命：音乐制作和音乐学习。

先说音乐制作。在电脑音乐系统出现以前，如果想制作音乐就必须找真人来演奏乐器，想录制四重奏就得找四个演奏员来，想录制交响乐就得把整个交响乐队请过来。当然，读者可能会想到用多轨录音技术，这样就不用那么多演奏员了。但是，除非可以把任何乐器拿起来就弹就拉就吹，而且样样精通，否则一个人是不可能完成全部音乐制作的。但是借助于电脑音乐系统，可以把所有的声部、所有的乐器一轨一轨地录入电脑，并且几乎所有乐器都可以用 MIDI 键盘来弹奏。一个人就能组成一个交响乐队，既可以是作曲又可以是指挥还兼任演奏员。乐器就在音源里，用 MIDI 键盘就能演奏所有的乐器。如果不会键盘，那也没关系，还可以用 MIDI 吉他。如果吉他也不会，那也没关系，还可以用 MIDI 电吹管。如果电吹管也不会，那也没关系，还可以用鼠标。如果鼠标也不会，那……那就没辙了。总而言之，读者再也不用冬练三九夏练三伏地苦练乐器了。

只需用鼠标和计算机键盘，就可以把音符输入电脑。如果稍微会弹点电子琴的话，输入的速度还可以大大加快。一个人的交响乐队成本自然很低廉，不用给乐队队员开工资，不用买昂贵的乐器，不用为乐队的排练老是不合自己的意图而焦躁，只需要一个人坐在电脑前，弹弹键盘，动动鼠标，一切就搞定了。正因为用电脑制作音乐有这个好处，现在我们身边的大部分音乐都是用电脑做出来的，例如影视插曲、歌舞晚会伴奏音乐、流行歌曲等等，只不过普通听众意识不到而已。其实，很多制作水平高超的音乐作品连专业人士都很难分清到底是 MIDI 制作的还是用真乐器演奏的。

再说音乐学习。在电脑音乐系统问世以前，作曲家要想听到他自己创作的乐曲有两个办法：请乐队来演奏或者用脑袋去想象。请乐队演奏当然是个好办法，但问题是这笔开支可能是个天文数字（相对于作曲家的收入）。就算作曲家很富有，可以支付得起这笔费用，但是乐队从排练到正式演奏也是很花时间的，碰到较难的乐段可能还要作曲家在旁边指点半天。最麻烦的是，除了极少数像莫扎特之类的天才作曲家可以一气呵成以外，一般作曲家写作的时候总是要反复修改的，连乐圣贝多芬都不例外。总不能写一段，叫乐队过一下，下来再修改，再过一遍，反反复复，直到最后定稿，累都累死了。所以一般作曲家都用后一种方法，用自己的脑袋去想象，也就是所谓的内心听觉。作曲家都有这种本事，看着一页总谱就能把它的音响效果想象得八九不离十。但也不是什么东西都能靠想象的。譬如印象派作曲家喜欢不断探索别人没用过的新和弦，既然别人从没用过，当然他自己以前也没听过，那又何从想象呢？只能在钢琴上试着弹出来。因为在钢琴上试音挺方便的，所以以前的作曲家一般至少都是半个钢琴家。但钢琴的作用毕竟有限，和弦可以试出效果来，配器可没法试。长笛加园号是什么效果？弦乐组和两支单簧管重叠在一起又是什么效果呢？对于有经验的作曲家可能不成问题，但对于作曲新手就问题大了。以前学习配器的唯一办法就是多听乐队排练或演出，多听录音带，再回头拿着书对照。这种学习方法效率是很低的，学习者也很难谈得上有什么主动性。现在有了电脑音乐系统，试验各种和声、配器效果就太方便了。如果想学习一首现成的优秀的 MIDI 乐曲，可以在电脑里打开它边听效果边看总谱或任意声部的分谱。如果有什么新的编曲想法，马上就可以在电脑里试验出来。这种作曲方法和学习方法，在以前简直是匪夷所思！

1.2.3 最简单的 MIDI 系统

不同的 MIDI 设备之间是靠 MIDI 信息来交流的，这些 MIDI 信息沿着 MIDI 电缆，从一个设备流向另一个设备。譬如，当把 MIDI 键盘和音源连接在一起后，弹奏 MIDI 键盘，MIDI 数据流就从 MIDI 键盘流向音源，音源接受到这些信息后，发出音频信号，音频信号经功放放大后，推动音箱发声，这样就组成了一个最简单的 MIDI 演奏系统。整个流程如图 1.1 所示。

这里有个概念十分重要：从 MIDI 键盘里出来的是 MIDI 信号，而不是音频信号。

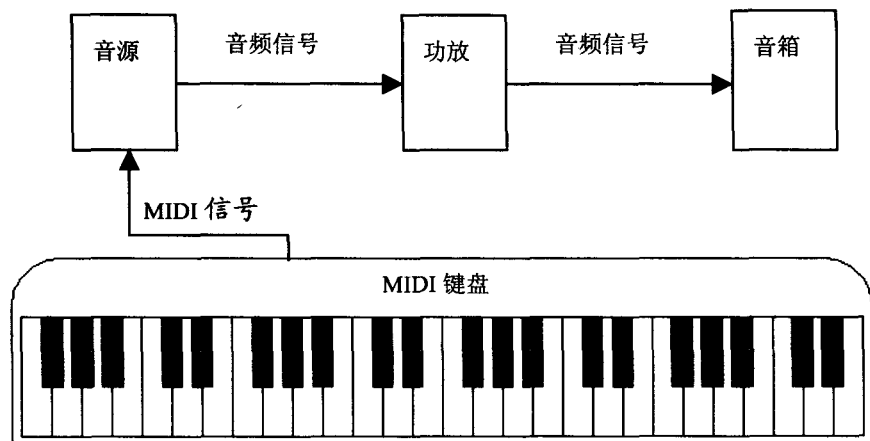


图 1.1

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，可以看作是一种控制码。而从音源里出来的音频信号是一种模拟信号。对于理工科出身的读者来说，区分数字信号和模拟信号的概念是很容易的。关于数字信号和模拟信号的区别，在后面还要提到。

由此可见，MIDI 键盘本身是不发出任何声音的，它所要做的，是告诉音源该如何发声，譬如发出哪几个音符，音量多大，时值多长，用什么音色，要不要加上颤音等等。MIDI 键盘和音源之间是通过 MIDI 信号这种“语言”来交流的，MIDI 信号沿着特制的 MIDI 电缆从 MIDI 键盘发送到音源。

我们可以用传统的方式来理解 MIDI 系统：MIDI 信号相当于乐谱，而音源则相当于乐器。在乐谱上包含有乐曲的所有演奏信息，例如是一首钢琴曲还是一首小提琴曲，包含哪些音符，应该发出多高的声音，以及其他的音乐信息。如果我们把一首钢琴曲谱交给钢琴家，他也就知道该如何演奏了。同样，MIDI 信号里也包含了相似的内容。

如果我们写一首钢琴曲时，指定它必须要由珠江牌钢琴或者斯坦威牌钢琴演奏，这是非常荒唐的。只要是钢琴曲，在所有的 88 键标准钢琴上应该都能演奏，只不过好的钢琴演奏效果会更好一些。同样，在 MIDI 系统里，MIDI 信号可以发送给任何按照某一种标准兼容的音源或合成器，而不会说只能发送给 Roland SC55 音源或是 YAMAHA MU10 音源。只要是音源，并且符合约定的标准，例如 GM 标准或 GS 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来。所不同的是，不同牌号的音源价格与性能相去甚远，回放出来的效果也就会有差别。

在 MIDI 系统里，最终的声音质量是由音源决定的。廉价的音源产生的声音往往较差，而好的昂贵的音源可以产生非常动听的声音。即使 MIDI 键盘很糟糕，手感非常差，但只要接上一个好的音源，依然可以发出非常动听的声音。但如果用一台非常昂贵、有重锤感的 88 键 MIDI 键盘连上一台音质不怎么样的音源，也只能发出平庸的声音来。

实际上的 MIDI 系统一般不会像图 1.1 所示的那么简单。如果要进行多声部音乐制作，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，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 信息通信的。

在音序器里记录的是 MIDI 信息，而不是音频信息。在软件音序器出现以前，人们都是用硬件音序器来记录 MIDI 音乐，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，硬件音序器几乎被淘汰下来，因为软件音序器的功能实在是太强大了。以目前最流行的软件音序器 Cakewalk 为例，可以记录 256 轨，音符容量几乎无限，有着硬件音序器望尘莫及的强大编辑功能，并可以把音频信息与 MIDI 信息混合记录。现在除了少数现场演奏场合，已经很难找到硬件音序器的身影了。一套最简单的带音序器的 MIDI 音乐制作系统如图 1.2 所示。

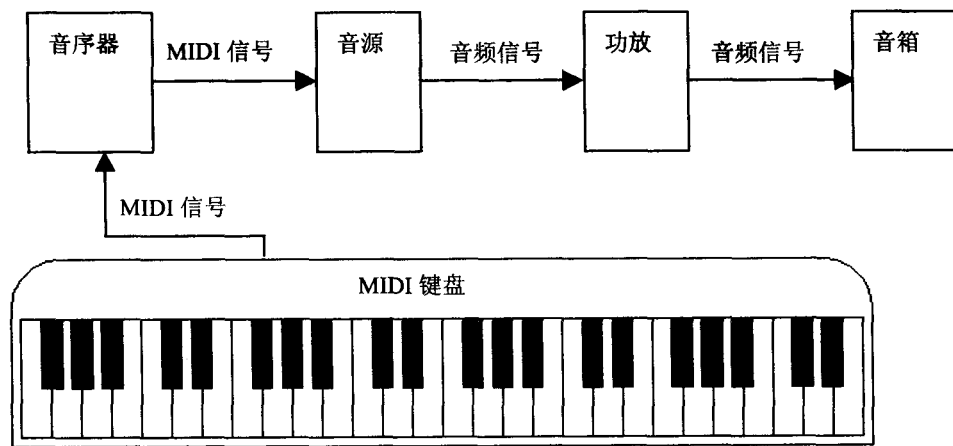


图 1.2

1.2.4 常见的 MIDI 信息

MIDI 信息是用二进制信息表示的。当按下 MIDI 键盘的不同按键，或操纵上面的旋钮时，MIDI 键盘就会发送出不同的二进制数据，代表不同的 MIDI 信息。MIDI 信息具体是用什么二进制码来表示，不是我们感兴趣的，我们只要明白 MIDI 信息的含义就足够了。

在后面的内容里，我们经常会碰到像“MIDI 事件”或“控制轮事件”等专业味很浓的术语。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，我们习惯上称之为一个 MIDI 事件，这大概可以算是电脑音乐里常用的术语吧。就好像到市场去买东西，通俗的说法是出门了，逛大街去了，买东西去了，用专业的术语就是去执行了一个购买事件。这其实并没有什么别的高深含义，初学者千万不要被专业术语唬住。假如我再说，执行完购买事件以后又执行了回家事件，读者一定不会再觉得这专业术语有什么高深莫测啦。

下面是常用的一些 MIDI 信息。

Note On 表示发送一个音符。当按下某个键时，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。其中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。由此可见，MIDI 音符编号的范围已经远远超出了传统乐器中音域最宽广的钢琴，用于表达其他乐器的音域范围内所有音符更加不成问题。读者可能会觉得多出来的编号

是不是很浪费？其实不然，在电子音乐里，很多音色的音域比钢琴还宽广，所以必须留点余量。另外，打击乐器也是用音符编号来区分的，音符编号越多，一个打击乐器组可以容纳的打击乐器也就越多。

Velocity 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，范围从 0~127。细心的读者可能发现，Velocity 在英语里是速率的意思，为什么在 MIDI 信息里用来表示力度呢？原来，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程度的，而不是真的去检测按键的压力。击键速率越大，MIDI 键盘就认为越用力，击键速率越小，就认为力度越小。所以速率这个词（Velocity）就用来表示力度了。一般来说，力度越大，发出的音符音量也越大。但力度包含的意义还不止于此。弹过吉他的人都知道，用力拨动琴弦和轻轻拨动琴弦时，不但音量有显著差别，音色也有微妙的差别。管乐器的这一特征也较明显。力度与乐器的音色是直接相关的！有些高级音源，同样的乐器在接受到不同力度值的音符时，发出的声音是不同的。例如 BASS，当轻轻拨动时是正常的声音，当力度值很大时，相当于用力拨弦，就会发出拍击指板的声音，这被称之为力度分层。但不是所有的音源或每种音色都具有这种特点，读者可以参考自己的音源手册。

Note Off 表示结束某个音符。当抬起某个键时，就会发出这个信息。注意，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 一律是缺省值 64。

Aftertouch 表示按下琴键以后及松开琴键以前这段时间在琴键上施加的力度，称为触后。该值范围为 0~127。这个信息可以用来改变乐器的音色，例如可以用它来控制弦乐器的揉弦效果，或者某些电子合成音色的亮度。低档的 MIDI 键盘一般不支持触后信息，也就是说，当按下琴键以后，不管手指压力如何改变，MIDI 键盘都“感觉”不到。但同样可以在音序器软件里手工添加 Aftertouch 值，效果与用 MIDI 键盘弹出来是一样的。触后信息分为两种：通道触后（Channel Aftertouch）和键位触后（Key Aftertouch）。通道触后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 通道的触后值。键位触后是指每个琴键的触后值都可以分别感受到。显然，键位触后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，如果恰好该时刻有大量的 MIDI 信息的话，可能会造成传输阻塞，从而丢失掉一些可能很重要的信息。一般来说，支持通道触后的 MIDI 设备比支持键位触后的 MIDI 设备要多。

Program Change 音色改变。在音源或合成器里，每一个音色都有相应的编号。例如在所有符合 GM 标准的音源里，钢琴的编号是 1 号，尼龙弦吉他的编号是 25 号。如果要切换音色，就要发送一个改变音色编号的 MIDI 信号，音源接受到这个指令后，将当前的音色改为指定的音色。在 MIDI 标准制定以前，每种合成器或音源的音色排列都不一样，是由各自的厂家自己制定的。例如，在一台音源上的 41 号音色是小提琴，在另一台音源上的 41 号音色可以是吉他。如果这两台音源都接收到把音色改变为 41 号的 MIDI 信息，得到的结果就不一样。为了防止这种混乱情况的发生，人们制定了大家共同遵循