



现代传播·广播电视传播 MODERN COMMUNICATION
丛书主编 王文科 陈少波

The Handbook of Computer Music Production



计算机音乐 制作手册

徐晶晶 编著

本书涵盖现代音乐制作工业中词曲创作、编曲、录音、缩混和母带处理以及发行各环节，充分体现计算机音乐制作特点，写作合乎行业标准，力求做到规范并具有可读性。

Songwriting
Arrangement
Recording
Mixing & Mastering



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社



现代传播·广播电视传播 MODERN COMMUNICATION
丛书主编 王文科 陈少波

The Handbook of Computer Music Production



计算机音乐 制作手册

徐晶晶 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机音乐制作手册 / 徐晶晶编著. 杭州: 浙江大学出版社, 2009. 9

(现代传播. 广播电视传播/王文科等主编)

ISBN 978-7-308-07025-6

I. 计… II. 徐… III. ①计算机应用—音乐制作—手册
IV. J619.1-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 161966 号

计算机音乐制作手册

徐晶晶 编著

丛书策划 李海燕
责任编辑 李海燕
封面设计 俞亚彤
出版发行 浙江大学出版社
(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)
(网址: <http://www.zjupress.com>)
排 版 杭州中大图文设计有限公司
印 刷 杭州杭新印务有限公司
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 21.75
字 数 390 千
版 次 2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-308-07025-6
定 价 45.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

目 录

CONTENTS



第 1 章 计算机音乐制作概述	1
1.1 计算机音乐发展概况	2
1.2 计算机音乐制作工艺流程	9
1.2.1 歌曲创作(Songwriting)	11
1.2.2 编曲(Arrangements)	12
1.2.3 录音(Recording)	15
1.2.4 编辑(Editing)	17
1.2.5 缩混(Mixing)	19
1.2.6 母带处理(Mastering)	21
1.2.7 出版、发行(Publication)	22
第 2 章 计算机音乐制作系统	24
2.1 DAW(数字音频工作站)基础	25
2.1.1 软硬件一体的 DAW 整合系统	25
2.1.2 基于计算机的 DAW 软件系统	26
2.2 计算机硬件基础	27
2.2.1 中央处理器(CPU)	29
2.2.2 主板(Motherboard)	31
2.2.3 内存(Memory)	32
2.2.4 存储设备	34
2.2.5 双显系统	37
2.2.6 操作系统	39
2.3 计算机音乐制作系统	39
2.3.1 硬件系统	40



2.3.2 主流音乐制作软件·····	47
第3章 MIDI与数字音频基础 ·····	54
3.1 MIDI协议基础·····	55
3.1.1 MIDI通讯基础·····	57
3.1.2 MIDI信息流·····	61
3.2 数字音频基本概念·····	63
3.2.1 声电转换·····	63
3.2.2 数模转换·····	70
第4章 MIDI录制与编辑基础 ·····	72
4.1 Nuendo快速入门·····	73
4.1.1 Nuendo全局设置·····	73
4.1.2 Nuendo快速入门·····	78
4.2 MIDI输入技巧·····	82
4.2.1 实时录制·····	83
4.2.2 步进录制·····	83
4.3 Nuendo常用编辑工具·····	86
4.3.1 对象选择工具 Object Selection·····	86
4.3.2 范围选择工具 Rangs Selection·····	88
4.3.3 分割工具 Split·····	89
4.3.4 粘合工具 Glue·····	90
4.3.5 删除工具 Erase·····	90
4.3.6 放大工具 Zoom·····	90
4.3.7 静音工具 Mute·····	91
4.3.8 时间变化工具 Time Wrap·····	91
4.3.9 画笔工具 Draw·····	92
4.3.10 线条工具 Line·····	92
4.3.11 实时监听工具 Audition·····	93
4.3.12 颜色工具 Color Tools·····	93
4.4 MIDI编辑工具·····	94
4.4.1 MIDI编辑技巧·····	94
4.5 Functions命令组·····	96



第 5 章 MIDI 编辑高级技巧	101
5.1 控制器(Controller)	102
5.1.1 力度(Velocity)	104
5.1.2 弯音(Pitchbend)	105
5.1.3 表情(Expression)	107
5.1.4 延迟(Sustain)	108
5.2 MIDI 编辑高级技巧	110
5.2.1 就地编辑(Edit in-place)	110
5.2.2 快速编辑技巧	110
5.2.3 MIDI 分解功能(Dissolve Part)	113
5.2.4 MIDI 量化技巧	114
5.2.5 速度(Tempo)设置技巧	117
5.2.6 MIDI 信息过滤	118
第 6 章 软音源基础	120
6.1 软音源基本概念	121
6.1.1 软音源相关技术标准	122
6.2 软音源的分类	124
6.2.1 波表音源	124
6.2.2 合成器	126
6.2.3 采样器	130
6.2.4 乐器插件	134
第 7 章 软音源使用技巧	137
7.1 软音源加载基础	138
7.1.1 Nuendo 加载软音源	138
7.1.2 Sonar 加载软音源	141
7.1.3 Nuendo 与 Reason 连接	145
7.2 软音源安装	147
7.2.1 安装前期准备工作	147
7.2.2 安装虚拟乐器插件	150
7.2.3 调用虚拟乐器插件	151
7.3 软音源管理	156
7.4 音色格式转换	159



7.4.1	实用音色格式转换软件 SoundLib CDXtract	160
7.4.2	音色格式转换步骤	164
第8章	乐器演奏法与实用软音源	166
8.1	打击乐(Drum)	167
8.1.1	打击乐基础	167
8.1.2	打击乐演奏基础	169
8.1.3	GM Drum Map 知识	171
8.1.4	实用鼓音源 Addictive Drums	172
8.1.5	节奏之王 Stylus RMX 快速上手	175
8.2	贝司(Bass)	181
8.2.1	贝司基础知识	181
8.2.2	贝司演奏技巧	182
8.2.3	实用贝司音源 Spectrasonics Trilogy	182
8.2.4	Trilogy 应用实例	186
8.2.5	Reason Electronic Bass Refills 音色包	189
8.3	钢琴(Piano)	194
8.3.1	钢琴基础知识	194
8.3.2	钢琴演奏基础	195
8.3.3	实用钢琴音源 TruePiano	196
8.4	吉他(Guitar)	198
8.4.1	吉他基础知识	198
8.4.2	吉他演奏基础	200
8.4.3	实用吉他音源 RealGuitar	203
第9章	流行音乐编曲基础	210
9.1	流行音乐编曲基础	211
9.2	编曲片段演示	211
9.3	扒带基础与实例	215
9.3.1	速度侦测	216
9.3.2	素材匹配	217
9.3.3	确定调性	218
9.3.4	听辨乐器	218
9.4	音乐听写	219
9.4.1	鼓(Drum)	219



9.4.2	贝司(Bass)	222
9.4.3	竖琴(Harp)	224
9.4.4	电钢(EP)	225
9.4.5	合成音色(Lead Synth)	228
9.5	Nuendo 音频导出	229
第 10 章	计算机音频录制与编辑技巧	232
10.1	音频录制基础	233
10.1.1	音频轨基础	233
10.1.2	音频录制步骤	239
10.1.3	穿插录音(Punch In/Out)	241
10.1.4	循环录音(Cycle)	242
10.2	导入音频素材	243
10.3	人声录制	247
10.3.1	话筒的选择与摆放	247
10.3.2	听湿录干	248
10.3.3	录音技巧	250
10.4	音频编辑基础	251
10.4.1	快捷编辑功能	251
10.4.2	音频处理(Process)命令组	252
第 11 章	音频效果器技术	268
11.1	音频效果器使用基础	269
11.1.1	插入效果器(Insert)	269
11.1.2	发送效果器(Send)	272
11.1.3	效果器 Automation 控制	274
11.2	动态效果器	275
11.2.1	压缩效果器(Compressor)	277
11.2.2	噪声门(Noise Gate)	280
11.3	滤波效果器(Filter)	280
11.3.1	EQ 效果器	280
11.4	延迟效果器	285
11.4.1	混响效果器原理	285
11.4.2	效果器使用基础	285
11.5	音高修正效果器	290



11.5.1 实用音高修正效果器 Auto Tune	290
第 12 章 缩混与母带处理	294
12.1 缩混基本概念	295
12.2 Nuendo 调音台	296
12.2.1 输入/输出部分	298
12.2.2 基本部分	298
12.2.3 扩展部分	299
12.3 缩混的三个维度	301
12.3.1 音量平衡(Volume Balance)	302
12.3.2 动态平衡(Dynamics Balance)	304
12.3.3 频率平衡(Frequency Balance)	305
12.3.4 声像平衡(Pan Balance)	307
12.4 缩混的一般流程和要点	307
12.5 母带处理	308
12.6 母带处理实用技巧	311
12.6.1 频率修正	311
12.6.2 动态修正	312
第 13 章 音频编码与压缩技术	314
13.1 音频编码基础	315
13.2 音频压缩技术	315
13.3 音频编码格式	316
附录 A Nuendo 快捷键汇总表	321
附录 B GM 音色表	324
附录 C GM 控制器对应表	330
附录 D 精选词汇表	331
附录 E 音乐制作相关网络资源	335
参考文献	336
后 记	338



第 1 章 计算机音乐制作概述

【导读】



随着计算机技术的发展和音色合成技术的逐步成熟以及 MIDI^① 标准协议的制定,计算机音乐制作从 20 世纪 80 年代末逐渐进入了人们的视野。说起计算机音乐,首先让人联想到的定是大堆的电子乐器,布满整个屋子的复杂线路连接和神秘的 MIDI 技术。但如今,计算机音乐已不再是数字技术领域中的神秘专业,它已成为了大众触手可及的一项实用专业技术。音乐爱好者只需拥有一台装有音序器(Sequencer)的计算机、一个鼠标,即可以完成初步的音乐制作工作。此外,传统的音乐制作工艺、传播以及呈现方式也正在随着现代科技的进步而改变着。

本章主要介绍计算机音乐制作的基础知识以及相关基本概念,其中着重介绍现代音乐制作工艺的各个流程,涵盖词曲创作到最后出版、发行的全部流程。阅读本章有助于初学者了解计算机音乐发展的简明历史,深入掌握计算机音乐制作的基本知识,并对计算机音乐制作有一个全局性的认识,以便更好地掌握现代工具,更深刻地理解现代音乐制作。

本章主要内容:

- 计算机音乐发展概况
- 计算机音乐制作工艺流程



^① MIDI (Musical Instrument Digital Interface) 译为音乐设备数字接口,该协议制定于 1982 年。



1.1 计算机音乐发展概况

在很长的一段时间内,大多数人都单一地认为计算机音乐即是 MIDI, MIDI 也就是音乐制作。事实上,这样的认识存在着一定的偏差。所谓计算机音乐(Computer Music)应理解为利用基于计算机的数字技术来完成声音的录制、剪辑、合成等工序,并通过数字平台完成制作、处理及加工的音乐。

说到计算机音乐,首先给大家介绍一下电子音乐(Electronic Music)。早在 20 世纪初,以爱德加·瓦列斯(Edgar Varèse)为代表的先锋作曲家就开始对电子音响充满渴求,如图 1.1 所示。爱德加·瓦列斯曾说:“我梦想那种跟随我想法的乐器,带有全新未知领域的音色功能,它们是我内心韵律的苛求。”随着磁带技术的发展,一系列便捷的录音、剪辑、合成等制作手法随之出现,这为先锋音乐家探索新音色、创作新音乐提供了基础条件。

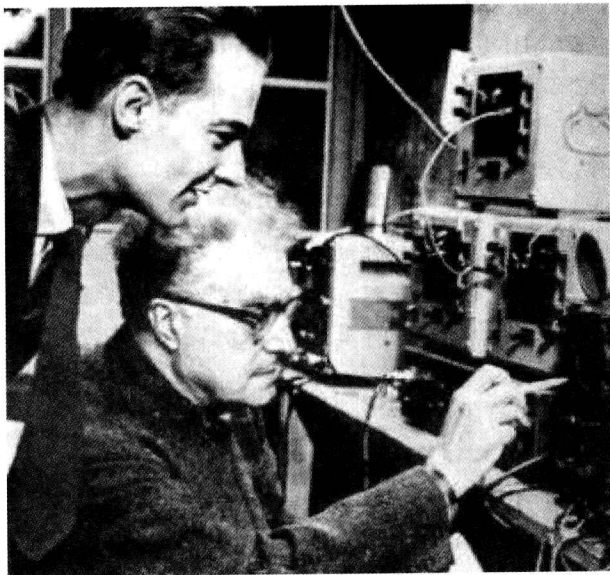


图 1.1 法国音乐家爱德加·瓦列斯(Edgar Varèse, 1883—1965)

1948 年,法国国家广播电台工程师、电子音乐先驱皮埃尔·舍费尔(Pierre Schaeffer)开始尝试录制自然音响,包括火车机车声、雷声以及其他声音等。此外,皮埃尔·舍费尔创造性地尝试了多种方式进行声音转换,如磁带编辑、改变回放速度、反向播放声音、多次重录以及叠置来完成声音的不同组合。皮埃尔的作品 *Musique Concrète* 于 1948 年 10 月在巴黎首演,成为第一场非人



类演奏的音乐会,并形成了以其为代表的巴黎电子音乐,又称法国具体音乐。

1952年初,德国音乐家卡尔海因兹·斯托克豪森(Karlheinz Stockhausen)(如图1.2所示),前往法国巴黎跟随梅西安(Messiaen)学习作曲,同时也在由皮埃尔创立的Musique Concrète工作室从事创作。随后,斯托克豪森回到了德国科隆,潜心于纯电子音乐的创作,在1953年和1954年分别发表了Elektronische Studien I与II。在作品中,斯托克豪森更多地引入了噪声生成器、环形调制器、滤波器以及反射器等技术。其中,Studie II被公认为是第一部符号性电子音乐作品。此后,名词Musique Concrète变成了现今大家熟知的电子音乐(Electronic Music)。



图 1.2 德国音乐家卡尔海因兹·斯托克豪森(Karlheinz Stockhausen, 1928—2007)

因此,电子音乐即是运用数字设备、音色合成技术和非线性(Nonlinear)编辑手段生成、加工处理的音乐。理论上,应把以计算机为演奏、制作平台的电子音乐均称为计算机音乐。其实,早在MIDI标准协议制定前,先锋音乐家们就已经开始利用程序指令控制整合电子合成器模块的计算机,使其发出各类声音和简单的音乐旋律,如图1.3所示。



1977/8
 Kilburn Highest Factor Routine (amended)

Instr.	C	26	26	27	Line	012345	1345
-24 C	-G ₁	-	-	-	1	00011	010
< to 26					2	01011	110
-26 C	G ₁		-G ₁		3	01011	010
< to 27					4	11011	110
-23 C	a	T ₀₀₁	-G ₂	G ₂	5	11101	010
Subr. 27	2 a G ₁				6	11011	001
Subr. 20					7	-	011
Subr. 26	T ₀₀₁				8	00101	100
< to 25					9	01011	001
-25 C	T ₀₀₁				10	10011	110
< to 27					11	10011	010
Subr. 26					12	-	011
Stop	0	0	-G ₁	G ₁	13		111
-26 C	G ₂	T ₀₀₁	-G ₂	G ₂	14	01011	010
Subr. 21	G ₂ -1				15	10101	001
< to 27	G ₂ -1				16	11011	110
-27 C	G ₂ -1				17	11011	010
< to 26			-G ₂ -1	G ₂ -1	18	01011	110
22 C	T ₀₀₁		-G ₂ -1	G ₂ -1	19	01101	000

20	-3	10111 etc
21	1	10000
22	4	00100

23	-2	
24	G ₁	

25	-	T ₀₀₁
26	-	-G ₁
27	-	G ₁

or 10100

图 1.3 计算机音乐演奏指令程序图

著名童谣《黑羊咩咩叫》(Baa Baa Black Sheep), 曲调取材于《一闪一闪亮晶晶》(Twinkle Twinkle Little Star) 和《字母歌》(Alphabet Song), 并在 1744 年正式印刷出版, 广为流传的现代版本的歌词如下:

Baa, baa, black sheep,	咩, 咩, 小黑羊,
Have you any wool?	你有羊毛吗?
Yes sir, yes sir,	有的, 有的,
Three bags full,	已经装满三袋了。
One for the master,	一袋给我的男主人,
One for the dame,	一袋给我的女主人,
And one for the little boy,	还有一袋
Who lives down the lane? ^①	送住小巷里的小儿郎。

^① I. Opie and P. Opie, *The Oxford Dictionary of Nursery Rhymes*, Oxford University Press, 1951, 2nd edn., 1997, p. 88



在随后的两个半世纪里,这首歌曲一直被人们广为传唱。其中,一位特殊的演唱者——计算机,使其成为了一首标志性音乐,并载入了科技史册。据资料显示,*Baa Baa Black Sheep* 和 *In the Moon* 删节片段是世界上最早的计算机生成音乐。世界上第一台可演奏音乐的计算机是来自澳大利亚的名为 CSIRAC 的计算机,但其并未保留任何录音作品。

2008年,在现代计算机先驱 Baby(如图 1.4 所示)的 60 周年的庆典上, BBC 公布了一段由其商业版名为 Ferranti Mark 1 的计算机演奏生成的音乐作品,虽然仅仅是使得音箱生成波形,还不属于严格意义上的计算机音乐。该段珍贵的录音是 BBC 记者在 1951 年 8 月参观英国曼彻斯特大学时记录下来的,其超越了 1957 年在美国新泽西的贝尔实验室中用 IBM 大型计算机演奏并录制的计算机音乐作品 *Daisy Bell*,成为了当今现存最为古老的计算机音乐作品^①。

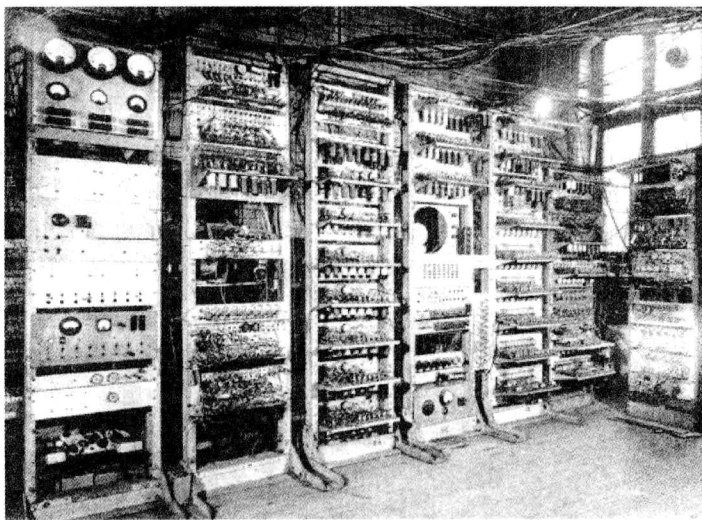


图 1.4 大型计算机 Baby Machine

电子音乐的核心模块是合成器(Synthesizer),即一种通过发生和合成不同频率的信号来生成各种声音的电子乐器。1876年,以发明电话机原型而闻名于世的科学家伊利沙·格雷(Elisha Gray)发明了世界上第一台合成器。随后,美国电子音乐先锋者罗伯特·摩根(Robert Moog)博士发明的 Moog

^① Jonathan Fildes, 'Oldest' computer music unveiled, <http://news.bbc.co.uk/1/hi/technology/7458479.stm>



和 Minimoog 合成器,如图 1.5 所示,给合成器带来了革命性的改变,并推动了电子音乐的快速发展。

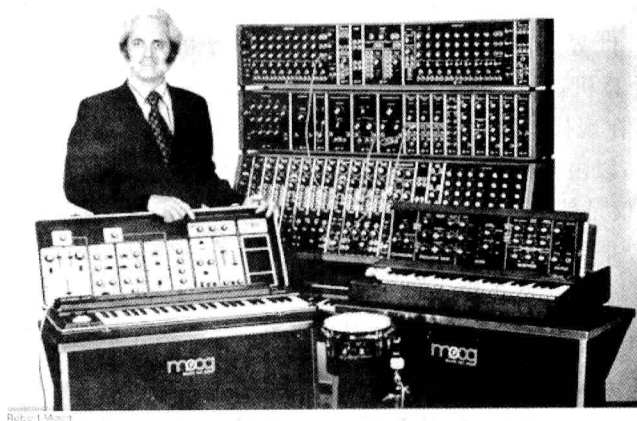


图 1.5 Robert Moog 博士和 Minimoog 合成器(1934—2005)

1968 年,音乐家温蒂·卡洛斯(Wendy Carlos)和本杰明·弗克曼(Benjamin Folkman)发行了他们的电子音乐作品专辑——*Switched-On Bach*,专辑封面如图 1.6 所示。整张专辑大量使用 Moog 合成器音色,以电子音色来演奏、表现传统的古典音乐,这一创举使合成器真正进入了更多音乐家的视野。在某种程度上,可以说合成器已经成为了当时电子音乐的代名词。



图 1.6 *Switched-On Bach* 专辑封面(Columbia Records, 1968)



到了 20 世纪 70 年代,小型紧凑型合成器的出现使其更加适合移动性较强的现场演奏。1975 年,世界上出现了第一台数字合成器。进入 80 年代后,日本电子乐器厂商 YAMAHA 已经开始生产、出售紧凑型、价格适中的 DX7,如图 1.7 所示。

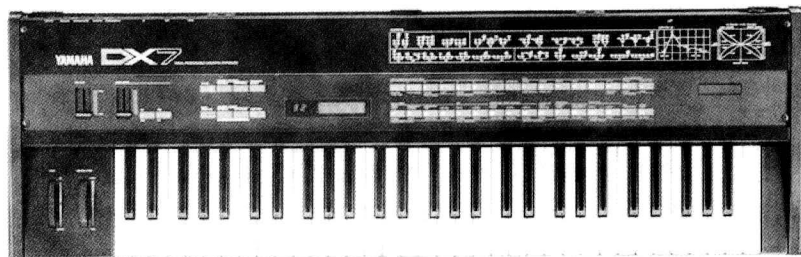


图 1.7 YAMAHA DX7 合成器(1983—1986)

20 世纪 80 年代末,随着计算机技术的发展和音色合成技术的逐渐成熟,尤其是 MIDI 标准协议的制定,使得计算机音乐制作逐渐走进人们视野。1985 年,德国 Steinberg 公司发布数字音频工作站——Pro 24,其集合了一台 Atari 电脑,提供 24 条带力度编辑的 MIDI 轨道,并能达到 16bit 精度,如图 1.8 所示。

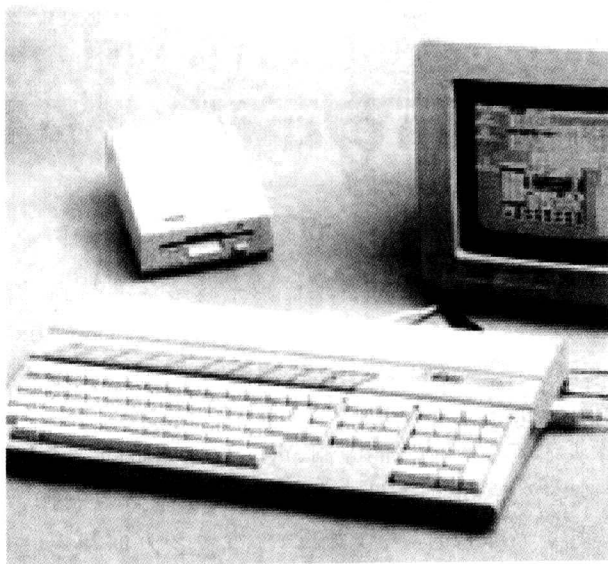


图 1.8 Steinberg Pro 24 数字音频工作站



随着计算机硬件的高速发展,其核心部件 CPU 的数据处理能力也不断提高,与此同时双通道内存系统以及海量硬盘的出现使计算机音乐制作跨入了一个崭新的软件时代。一人包办音乐制作的所有工序已成为了可能,即词曲的创作、编曲、录音、编辑等。传统音乐工业正在接受着新势力的挑战和改变,一些制作人甚至可以在个人工作室(Home Studio)中独立完成整张唱片的制作。

这种改变的契机是大量功能强大的音乐制作软件的涌出,例如 Cubase/Nuendo、Sonar、Ableton Live 以及 Reason 等。这些工作站软件可以完成音序制作、录音、编辑以及缩混等工作。软件插件(Software Plugins)的迅猛发展,使得音乐制作进入了桌面工作时代。此外,受益于移动音频设备的发展,现场制作也较先前更为方便、有效。日本雅马哈(Yamaha)公司推出的桌面 25 键 MIDI 控制器,如图 1.9 所示,不仅是一款带有 500 种琶音器、触感灵敏的 MIDI 键盘,还是一款自定义度极高的外部控制器,拥有 4 个无限旋转旋钮和 4 个按钮可定义双层参数,并带有走带控制便于控制音序软件。除此之外,还随机赠送 Cubase AI4 软件,当配合高性能的计算机以及软件乐器时,音乐制作人足可以独立创作完成音乐。小巧的 MIDI 键盘,随身携带的火线声卡以及丰富的软件效果器和软件乐器,使得整个工作平台简练却强大。



图 1.9 Yamaha Kx MIDI 控制器与 CUBASE AI4

总之,计算机作为一项核心平台现已越来越多地参与到了音乐制作的各个环节,例如录音(Recording)、编曲(Arrangement)、缩混(Mixing)以及母带处理(Mastering)等。随着网络的普及和社会网络应用程序(SNS)的发展,如 Facebook、Youtube 的出现,音乐制作人可以通过网络与客户传输素材。在某种意义上,制作人不再受到地域的限制,可利用异地协同完成制作。但无论是何种制作形式或是音乐类型,流行歌曲、广告音乐或音效制作、乃至电影音乐制作均融合了录音、音效设计、音乐编配、缩混等多方面知识。在音乐制作之前,我们有必要了解一下现代音乐制作的基本工艺流程。