

The Computer Music Tutorial

Curis Roads

〔美〕柯蒂斯·罗兹等著

计算机音乐教程

上册



人民音乐出版社

The Computer Music Tutorial

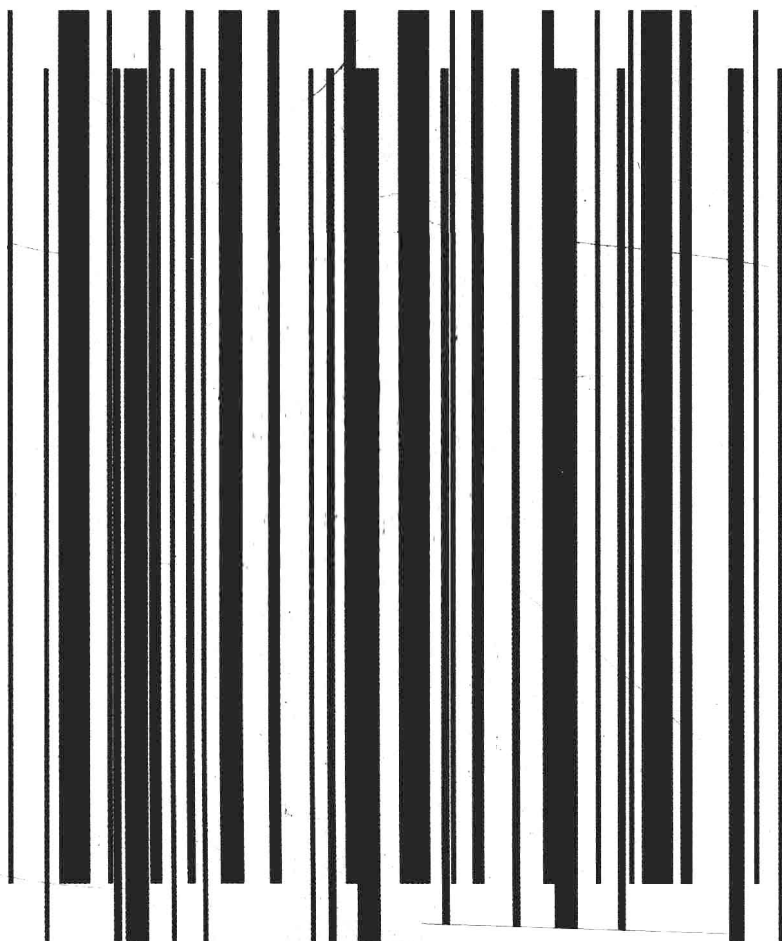
Curtis Roads

1830921

〔美〕柯蒂斯·罗兹等著

计算机音乐教程

上册



图书在版编目(CIP)数据

计算机音乐教程 / (美)罗兹等著; 李斯心等译. —北京:
人民音乐出版社, 2011. 5

ISBN 978-7-103-03702-7

I. 计… II. ①罗…②李… III. 计算机应用 - 音乐
制作 - 教材 IV. J619-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 035671 号

特约编辑: 张志羽

责任编辑: 任云

著作权合同登记

图字: 01-2003-8896 号

The Computer Music Tutorial

本书由 Massach Usetts Institute of Technology 授权出版

人民音乐出版社出版发行

(北京市东城区朝阳门内大街甲 55 号 邮政编码: 100010)

Http://www.rymusic.com.cn

E-mail: rmyy@rymusic.com.cn

新华书店北京发行所经销

北京美通印刷有限公司印刷

787×1092 毫米 16 开 4 插页 72.25 印张

2011 年 5 月北京第 1 版 2011 年 5 月北京第 1 次印刷

印数: 1-1,500 册 (上、下册) 定价: 182.00 元

版权所有 翻版必究

凡购买本社图书, 请与读者服务部联系。电话: (010) 58110591

网上售书电话: (010) 58110650 或 (010) 58110654

如有缺页、倒装等质量问题, 请与出版部联系调换。电话: (010) 58110533

中译本译著委员会名单

主 任 肯尼斯·费尔兹 (Kenneth Fields)

专家小组 张小夫 杜晓十 刘 健 吴粤北

韩宝强 黄枕宇 金 平

审 订 齐 刚 李斯心

译 者 李斯心 李岳凌 齐 刚 陈 泱

姜 浩 杨仁瑛 张睿博 程伊兵

胡 泽 黄志鹏 常 炜

译文统筹 金 平

特约编辑 张志羽

责任编辑 任 云

中译本序

我们知道,20世纪下半叶在音乐领域发生的最重要的事件之一就是电子音乐的兴起。作为音乐艺术与科学技术碰撞的结晶,电子音乐已经先后经历了初创阶段的“具体音乐”、早期发展阶段的“磁带音乐”、中期发展阶段的“电子声学音乐”和整体数字化的“计算机音乐”四个不同发展阶段的演进,完成了从“模拟技术”到“数字技术”划时代的过渡与整合,形成了电子音乐在当代“专业化”、“社会化”和“个人化”三个不同层面多元发展的格局,迎来了半个多世纪以来最辉煌的发展时期。

半个多世纪以来,科学技术一日千里的进步为电子音乐的发展提供了广阔的空间,国际电子音乐学界因之诞生并积累了一批高水准的学术论著。电子音乐大师柯蒂斯·罗兹(Curtis Roads)先生所著《计算机音乐教程》堪称其中的佼佼者。此书中译本的问世,对于正在蓬勃发展而教材建设则刚刚起步的中国电子音乐学科而言可谓是雪中送炭。本书在北京的出版也是2009年中国电子音乐学界的一件大事。

《计算机音乐教程》是柯蒂斯·罗兹先生历经十余年完成的一部完整、系统地论述计算机音乐的名著。它涵盖了计算机音乐的各个方面——包括数字音频、合成技术、信号处理、声音分析、算法作曲、数字乐器接口和心理声学等,同时也对计算机音乐的诸多术语和概念做了详尽的说明和阐释。该书内容丰富,层次清晰,理论价值高,是国际电子音乐学界公认的权威著作。此书中译本的诞生不仅会对中国的电子音乐、计算机音乐基础理论建设和学术研究产生重要的影响,同时也定将对中国各音乐艺术院校飞速发展的电子音乐、计算机音乐教学工作和学科建设发挥不可替代的推动作用。

2006年北京国际电子音乐节的主题是“语言”,它在学科建设上的意义是既现实而又影响深远的。毋庸讳言,当前我国电子音乐学界对众多电子音乐学术概念,以及大量电子音乐术语的理解和运用还存在着言人人殊的现象,甚至存在某些误区;而我们将权威名著《计算机音乐教程》的英文原版翻译成中文,不啻是在中国电子音乐学科领域梳理、统一学术概念和音乐术语这一艰巨工程的先导。

在该教程中文译本问世之际,我们首先要感谢人民音乐出版社高瞻远瞩的学术眼光与不单纯计较经济效益的果断投入。本书的翻译和定稿工作凝聚了国内众多专家学者呕心沥血的付出与满怀历史责任感的努力,这是尤其值得我们铭记的。我们中国有“前人栽树,后人乘凉”的说法,本书中译本的翻译出版正是这种甘心“为人作嫁衣”的宝贵精神的体现。开拓者们的艰辛劳动和丰硕成果让我们肃然起敬。

我很高兴将此书推荐为中央音乐学院中国现代电子音乐中心的指定教材,也愿意推荐给我们中国电子音乐学界的各位同行们。

中央音乐学院电子音乐中心主任,

中国电子音乐学会会长

张小夫

序：新音乐与科学

(Foreword: New Music and Science)

随着计算机和数字设备的应用,音乐的创造过程与社会科技资源的紧密连结已到了前所未有的程度。出于创作的需要,作曲家通过在声音生成、声音处理以及从微观到宏观形式的各个层面的创作中广泛应用计算机,从而促使科学与作曲这两个领域彼此依赖而密不可分。科学与技术极大地丰富了当代音乐,反之亦然,即具有特殊的音乐价值的课题有时也会直接提出或引发科学技术方面的课题。音乐与科学有着各自发展的动力,却又相互依靠,由此显示出一种独特的互惠关系。

科技施用于音乐并非新奇之事,然而计算机系统的迅猛发展已经使音乐发展到一个新的水平。现代计算机系统的内涵已远远超出其作为物理机器的固有性质。“计算”的特性之一就是可编程性和由此涉及的程序语言。高级程序设计语言代表了几个世纪以来人类关于思维方式的思想,它是各门学科对计算机加以利用的手段。

程序设计所伴随的心智过程以及对细节的严密把握与音乐创作颇有异曲同工之妙,难怪作曲家们成了实际使用计算机最早的艺术家人。有那么一些动机促使人们把某些必要的科学知识和概念同音乐的意识熔于一炉,并在看似音乐以外的领域获得新的能力。在这些动机之中有两个一直很有召唤力:(1)计算机合成声音的通行法则;(2)涉及音乐结构和作曲过程的编程能力。

声音合成(Sound Synthesis)

尽管传统乐器确实已经构成了一个丰富的声音空间,但是几十年来作曲家的听觉想象力一直在魔法般地召唤各种声音,这些声音建立在对自然声的改换和推想的基础之上,无法用原声乐器或电子模拟乐器来实现。由计算机控制的扬声器是现存最通用的合成工具。任何声音,从最简单的到最复杂的,凡是通过扬声器能发出的,都可以借此工具合成出来。计算机声音合成是人类听觉想

象与听觉真实之间的一座桥梁。它意味着作曲家会拥有更为广阔的声音空间，这对作曲家们显然具有很大的吸引力。

虽然，由工具引起的对于创造声音的制约已经消除，但是仍然存在一个巨大的障碍，这就是作曲家缺乏有效驾驭计算机进行声音合成的必要知识，对此，他们必须加以克服方能充分利用计算机。从某种程度上来说，与计算机相关的技术知识相对容易获取，而涉及最多的还是声音的物理描述以及人对声音的感知。说来有些奇怪，这些必需的知识绝大多数并不存在于科学查询时人们特别预期的那些领域之中，例如物理声学和心理生物学，这些学科并不能为作曲家提供终须涉及的细节层面上的精确内容或数据。在过去，科学的数据和结论被尝试用于复制自然声，并将其作为获取声音信息的一般方式。但是，音乐家与音乐科学家很快就发现这些数据和结论大部分都不足以为用。要做声音合成，即使是接近最简单的自然声的声音合成，也要求必须具备有关声音各种要素之间瞬间演变的详细知识。

尽管如此，物理学、心理学、计算机科学以及数学这些学科为我们提供了强大的工具和概念。当这些概念同音乐知识以及敏感的听觉相结合的时候，音乐家、科学家和技术人员就有机会合力一处，在细节层次上共同创造声音的各种新概念和挖掘声音的物理学与心理物理学性质，这对作曲家是有益的，可以满足其听觉与想象力的苛求。

正如本书所展现的，一些成果已经问世：对音色更加深刻的理解为作曲家在工作中提供了色彩大为丰富的声音调色板；新的有效合成技术被发现和开发出来，它们是基于人对声音的感知特征模型，而非声音的物理特征模型；用于对合成声与(或)数码录制声进行编辑和混音的强大软件也已被开发出来；一些知觉融合(perceptual fusion)的试验已经发展到声源识别与听象(auditory image)这样一类新颖而有益于音乐的研究领域；最后，专用的计算机合成器正在设计构造之中。这些实时演奏系统融合了许多知识与技术上的进步。

编程与作曲(Programming and Composition)

由于计算机程序语言在设计上的一个基本假设便是通用性，因此任何已知高级语言的实际应用范围都极广，这其中显然也包括音乐。已经出现了许多程序，它们适应不同的音乐用途并且以不同的语言编写而成。这些程序中最有用，同时也是作曲家体验最多的就是声音合成与声音处理程序，以及合成程序所需的能够把一段乐曲的音乐描述转化为物理描述的程序。

掌握一定程度的编程能力对作曲家大有裨益，因为这是全面了解计算机系

统的关键。虽然计算机系统由许多极其复杂的程序构成,并以非专家难以理解的技术写成,但是,为了有效使用计算机,具备编程能力可以使作曲家理解一个系统的整体运行。编程能力也赋予了作曲家在处理层上的某种自主性,而在处理层——合成这里的自主恰恰是作曲家最为渴求的。与传统管弦乐曲创作的情形类似,作曲家在跟音色和微联接(microarticulation)有关的乐音合成中所做的选择也往往是非常主观的。这个选择的过程由于作曲家获得了自由改变声音合成算法的能力而大为强化。

音乐结构的编程是程序设计能力所能提供的另一个机会。如果乐曲的构造过程能够在一个大致明确的意义上公式化,那么在此范围内,音乐就可能以程序的形式实现。例如,建立在某些循环过程上的音乐结构,就可借助编程得以适当的实现。

但是,作曲家接触程序设计语言的概念,对于他们的编程能力很少有切实的影响。尽管一个程序要实现的功能会影响到选择编写这个程序所使用的语言种类,同样真实的是,一种程序语言也能影响到一个程序的功能设计观念。在更广的意义上,程序设计观念能够为编程环境以外的人提出一些意想不到的功能,这在音乐创作中是极其重要的,因为程序设计观念与音乐听觉想象力的结合使想象力自身的疆域得以延伸。也就是说,程序语言并不仅仅是一种用来完成预想任务或作用的工具,它还是一个广阔的结构平台,想象力可在此与之交相作用。

包含了物理学和心理物理学概念的计算机声音合成虽说是得自于对自然声的分析,而当它与音乐结构的高级编程相结合的时候,其含义就远远超越了自然声音色。与传统乐器的振动模式基本不受作曲影响的情况不同,计算机合成允许作曲家在音乐的微结构进行创作。

另外,在计算机处理的背景下,音乐的微结构不一定采取预定的形式——这与具体乐器的特定发音方式(演奏法)有关。确切地说,微结构可以服从于作品整体一致的思维方法,并像作品的其他方面一样,作曲家可以在自己的想象力中自由地决定微结构。

约翰·乔宁(John Chowning)

前言(Preface)

音乐是变化的:新的音乐形式层出不穷,音乐家对音乐的重新诠释向旧音乐类型不断注入新的活力。各种音乐文化的浪潮前赴后继,散播着新风格的共鸣。音乐演奏与作曲的技术亦蜿蜒其中。音乐生产领域被不断地再开发,与其一同跃进的是音乐技术也在持续演变。每一种音乐都有一个乐器的家族与之相随,所以,即使仅限于原声乐器,我们现在也会有几百种乐器可供挑选。

在 20 世纪,电子学把乐器设计这条小溪变成了沸腾的激流。电气(声)化把吉他、低音提琴、钢琴、管风琴和鼓变成了工业社会的民间乐器。模拟合成器扩张了乐音的调色板,并由此发动了一轮对声音素材的实验。但是,模拟合成器由于缺乏可编程能力、精确性、记忆力和理解力,因此有其局限性。而凭借上述这些能力,数字计算机提供了远为丰富的功能来处理声音的色彩。它会聆听、分析,并老练地对音乐表情动作做出反应。它能让音乐家们编辑音乐或根据逻辑规则来作曲,然后把结果打印成乐谱。计算机还可进行人机互动教学,利用声音和图像表现音乐的每个方面。在计算机音乐的专业研究之外,各种新的音乐应用将会自行不断地发展下去。

与正在发生的变化随之而来的,是音乐家面临的挑战,即如何理解计算机这一媒介的发展潜能,并跟上它的最新发展。《计算机音乐教程》的应运而生,是为了满足对一本标准、全面的计算机音乐理论与实践基础知识课本的需求。作为对参考书籍《计算机音乐基础》(*Foundations of Computer Music*, MIT Press, 1985)和《音乐机器》(*The Music Machine*, MIT Press, 1989)的补充,本书提供了计算机音乐领域高级研究的必要背景。《计算机音乐基础》和《音乐机器》两本书都是文集,而这本《计算机音乐教程》包括了所有可用于教学的新材料。

受众群(Intended Audience)

本书不仅是为音乐专业的学生,也是为以计算机音乐为研究方向的工程师

和科学家编撰的。本书的很多部分打开了技术的“黑匣子”，揭示了软件和硬件的内部运行机制。为什么这些技术信息与音乐家有关呢？我们的目标是让音乐家更好地掌握和使用音乐技术，而不是要把他们变成工程师。技术上无知的音乐家有时候对这个快速进化的工具的潜在可能性抱有过于狭隘的观念，他们可能还在受过去年代某些过时观念的制约。因为缺乏基础知识，他们在盲目实践中浪费时间，不知道如何将想法变成实用的成果。因此，本书的目的之一就是给予那些想要最终建立和经营私人或公共机构计算机音乐工作室的众多音乐家以相关的知识，使他们在这一领域能有独立的判断力。

对于一些音乐家来说，本书可以作为专业技术研究的一个向导。他们中的一些人将以新的技术进步推动计算机音乐领域的发展。这一点理应不会引起跟随着这个领域发展的任何人的惊奇。历史一再证明，一些音乐技术方面最重要的进步是由技术上见识广博的音乐家构想出来的。

跨学科精神(Interdisciplinary Spirit)

计算机音乐的知识基础来自于以下多个学科领域：作曲、声学、心理声学、物理学、信号处理、声音合成、音乐演奏、计算机科学以及电子工程。因此，一个成熟的计算机音乐教学法必须体现各学科间的合作精神。在本书中，音乐上的应用旨在体现对技术观念的表达，而技术步骤的讨论则穿插着对其音乐性价值的评述。

继承(Heritage)

我们工作的目标之一始终是传达一种计算机音乐的继承意识。概述(Overview)和背景(Background)部分将现时图景置于历史的背景之下。大量的参考文献为读者继续研究提供了源头，同时强调了这些被引用的概念背后的先行者们。

概念和术语(Concepts and Terms)

每一种音乐设备和软件包都采用一套不同的规程——专用术语、标记系统、指令语法和界面分布等。这些不同的规程均建立在本书所解释的诸多基础

中译本序

我们知道,20世纪下半叶在音乐领域发生的最重要的事件之一就是电子音乐的兴起。作为音乐艺术与科学技术碰撞的结晶,电子音乐已经先后经历了初创阶段的“具体音乐”、早期发展阶段的“磁带音乐”、中期发展阶段的“电子声学音乐”和整体数字化的“计算机音乐”四个不同发展阶段的演进,完成了从“模拟技术”到“数字技术”划时代的过渡与整合,形成了电子音乐在当代“专业化”、“社会化”和“个人化”三个不同层面多元发展的格局,迎来了半个多世纪以来最辉煌的发展时期。

半个多世纪以来,科学技术一日千里的进步为电子音乐的发展提供了广阔的空间,国际电子音乐学界因之诞生并积累了一批高水准的学术论著。电子音乐大师柯蒂斯·罗兹(Curtis Roads)先生所著《计算机音乐教程》堪称其中的佼佼者。此书中译本的问世,对于正在蓬勃发展而教材建设则刚刚起步的中国电子音乐学科而言可谓是雪中送炭。本书在北京的出版也是2009年中国电子音乐学界的一件大事。

《计算机音乐教程》是柯蒂斯·罗兹先生历经十余年完成的一部完整、系统地论述计算机音乐的名著。它涵盖了计算机音乐的各个方面——包括数字音频、合成技术、信号处理、声音分析、算法作曲、数字乐器接口和心理声学等,同时也对计算机音乐的诸多术语和概念做了详尽的说明和阐释。该书内容丰富,层次清晰,理论价值高,是国际电子音乐学界公认的权威著作。此书中译本的诞生不仅会对中国的电子音乐、计算机音乐基础理论建设和学术研究产生重要的影响,同时也定将对中国各音乐艺术院校飞速发展的电子音乐、计算机音乐教学工作和学科建设发挥不可替代的推动作用。

2006年北京国际电子音乐节的主题是“语言”,它在学科建设上的意义是既现实而又影响深远的。毋庸讳言,当前我国电子音乐学界对众多电子音乐学术概念,以及大量电子音乐术语的理解和运用还存在着言人人殊的现象,甚至存在某些误区;而我们将权威名著《计算机音乐教程》的英文原版翻译成中文,不啻是在中国电子音乐学科领域梳理、统一学术概念和音乐术语这一艰巨工程的先导。

在该教程中文译本问世之际,我们首先要感谢人民音乐出版社高瞻远瞩的学术眼光与不单纯计较经济效益的果断投入。本书的翻译和定稿工作凝聚了国内众多专家学者呕心沥血的付出与满怀历史责任感的努力,这是尤其值得我们铭记的。我们中国有“前人栽树,后人乘凉”的说法,本书中译本的翻译出版正是这种甘心“为人作嫁衣”的宝贵精神的体现。开拓者们的艰辛劳动和丰硕成果让我们肃然起敬。

我很高兴将此书推荐为中央音乐学院中国现代电子音乐中心的指定教材,也愿意推荐给我们中国电子音乐学界的各位同行们。

中央音乐学院电子音乐中心主任,
中国电子音乐学会会长
张小夫

序：新音乐与科学

(Foreword: New Music and Science)

随着计算机和数字设备的应用,音乐的创造过程与社会科技资源的紧密连结已到了前所未有的程度。出于创作的需要,作曲家通过在声音生成、声音处理以及从微观到宏观形式的各个层面的创作中广泛应用计算机,从而促使科学与作曲这两个领域彼此依赖而密不可分。科学与技术极大地丰富了当代音乐,反之亦然,即具有特殊的音乐价值的课题有时也会直接提出或引发科学技术方面的课题。音乐与科学有着各自发展的动力,却又相互依靠,由此显示出一种独特的互惠关系。

科技施用于音乐并非新奇之事,然而计算机系统的迅猛发展已经使音乐发展到一个新的水平。现代计算机系统的内涵已远远超出其作为物理机器的固有性质。“计算”的特性之一就是可编程性和由此涉及的程序语言。高级程序设计语言代表了几个世纪以来人类关于思维方式的思想,它是各门学科对计算机加以利用的手段。

程序设计所伴随的心智过程以及对细节的严密把握与音乐创作颇有异曲同工之妙,难怪作曲家们成了实际使用计算机最早的艺术家人。有那么一些动机促使人们把某些必要的科学知识和概念同音乐的意识熔于一炉,并在看似音乐以外的领域获得新的能力。在这些动机之中有两个一直很有召唤力:(1)计算机合成声音的通行法则;(2)涉及音乐结构和作曲过程的编程能力。

声音合成(Sound Synthesis)

尽管传统乐器确实已经构成了一个丰富的声音空间,但是几十年来作曲家的听觉想象力一直在魔法般地召唤各种声音,这些声音建立在对自然声的改换和推想的基础之上,无法用原声乐器或电子模拟乐器来实现。由计算机控制的扬声器是现存最通用的合成工具。任何声音,从最简单的到最复杂的,凡是通过扬声器能发出的,都可以借此工具合成出来。计算机声音合成是人类听觉想

象与听觉真实之间的一座桥梁。它意味着作曲家会拥有更为广阔的声音空间，这对作曲家们显然具有很大的吸引力。

虽然，由工具引起的对于创造声音的制约已经消除，但是仍然存在一个巨大的障碍，这就是作曲家缺乏有效驾驭计算机进行声音合成的必要知识，对此，他们必须加以克服方能充分利用计算机。从某种程度上来说，与计算机相关的技术知识相对容易获取，而涉及最多的还是声音的物理描述以及人对声音的感知。说来有些奇怪，这些必需的知识绝大多数并不存在于科学查询时人们特别预期的那些领域之中，例如物理声学和心理生物学，这些学科并不能为作曲家提供终须涉及的细节层面上的精确内容或数据。在过去，科学的数据和结论被尝试用于复制自然声，并将其作为获取声音信息的一般方式。但是，音乐家与音乐科学家很快就发现这些数据和结论大部分都不足以为用。要做声音合成，即使是接近最简单的自然声的声音合成，也要求必须具备有关声音各种要素之间瞬间演变的详细知识。

尽管如此，物理学、心理学、计算机科学以及数学这些学科为我们提供了强大的工具和概念。当这些概念同音乐知识以及敏感的听觉相结合的时候，音乐家、科学家和技术人员就有机会合力一处，在细节层次上共同创造声音的各种新概念和挖掘声音的物理学与心理物理学性质，这对作曲家是有益的，可以满足其听觉与想象力的苛求。

正如本书所展现的，一些成果已经问世：对音色更加深刻的理解为作曲家在工作中提供了色彩大为丰富的声音调色板；新的有效合成技术被发现和开发出来，它们是基于人对声音的感知特征模型，而非声音的物理特征模型；用于对合成声与(或)数码录制声进行编辑和混音的强大软件也已被开发出来；一些知觉融合(perceptual fusion)的试验已经发展到声源识别与听象(auditory image)这样一类新颖而有益于音乐的研究领域；最后，专用的计算机合成器正在设计构造之中。这些实时演奏系统融合了许多知识与技术上的进步。

编程与作曲(Programming and Composition)

由于计算机程序语言在设计上的一个基本假设便是通用性，因此任何已知高级语言的实际应用范围都极广，这其中显然也包括音乐。已经出现了许多程序，它们适应不同的音乐用途并且以不同的语言编写而成。这些程序中最有用，同时也是作曲家体验最多的就是声音合成与声音处理程序，以及合成程序所需的能够把一段乐曲的音乐描述转化为物理描述的程序。

掌握一定程度的编程能力对作曲家大有裨益，因为这是全面了解计算机系

统的关键。虽然计算机系统由许多极其复杂的程序构成,并以非专家难以理解的技术写成,但是,为了有效使用计算机,具备编程能力可以使作曲家理解一个系统的整体运行。编程能力也赋予了作曲家在处理层上的某种自主性,而在处理层——合成这里的自主恰恰是作曲家最为渴求的。与传统管弦乐曲创作的情形类似,作曲家在跟音色和微联接(microarticulation)有关的乐音合成中所做的选择也往往是非常主观的。这个选择的过程由于作曲家获得了自由改变声音合成算法的能力而大为强化。

音乐结构的编程是程序设计能力所能提供的另一个机会。如果乐曲的构造过程能够在一个大致明确的意义上公式化,那么在此范围内,音乐就可能以程序的形式实现。例如,建立在某些循环过程上的音乐结构,就可借助编程得以适当的实现。

但是,作曲家接触程序设计语言的概念,对于他们的编程能力很少有切实的影响。尽管一个程序要实现的功能会影响到选择编写这个程序所使用的语言种类,同样真实的是,一种程序语言也能影响到一个程序的功能设计观念。在更广的意义上,程序设计观念能够为编程环境以外的人提出一些意想不到的功能,这在音乐创作中是极其重要的,因为程序设计观念与音乐听觉想象力的结合使想象力自身的疆域得以延伸。也就是说,程序语言并不仅仅是一种用来完成预想任务或作用的工具,它还是一个广阔的结构平台,想象力可在此与之交相作用。

包含了物理学和心理物理学概念的计算机声音合成虽说是得自于对自然声的分析,而当它与音乐结构的高级编程相结合的时候,其含义就远远超越了自然声音色。与传统乐器的振动模式基本不受作曲影响的情况不同,计算机合成允许作曲家在音乐的微结构进行创作。

另外,在计算机处理的背景下,音乐的微结构不一定采取预定的形式——这与具体乐器的特定发音方式(演奏法)有关。确切地说,微结构可以服从于作品整体一致的思维方法,并像作品的其他方面一样,作曲家可以在自己的想象力中自由地决定微结构。

约翰·乔宁(John Chowning)

前言 (Preface)

音乐是变化的,新的音乐形式层出不穷,音乐家对音乐的重新诠释向旧音乐类型不断注入新的活力。各种音乐文化的浪潮前赴后继,散播着新风格的共鸣。音乐演奏与作曲的技术亦蜿蜒其中。音乐生产领域被不断地再开发,与其一同跃进的是音乐技术也在持续演变。每一种音乐都有一个乐器的家族与之相随,所以,即使仅限于原声乐器,我们现在也会有几百种乐器可供挑选。

在 20 世纪,电子学把乐器设计这条小溪变成了沸腾的激流。电气(声)化把吉他、低音提琴、钢琴、管风琴和鼓变成了工业社会的民间乐器。模拟合成器扩张了乐音的调色板,并由此发动了一轮对声音素材的实验。但是,模拟合成器由于缺乏可编程能力、精确性、记忆力和理解力,因此有其局限性。而凭借上述这些能力,数字计算机提供了远为丰富的功能来处理声音的色彩。它会聆听、分析,并老练地对音乐表情动作做出反应。它能让音乐家们编辑音乐或根据逻辑规则来作曲,然后把结果打印成乐谱。计算机还可进行人机互动教学,利用声音和图像表现音乐的每个方面。在计算机音乐的专业研究之外,各种新的音乐应用将会自行不断地发展下去。

与正在发生的变化随之而来的,是音乐家面临的挑战,即如何理解计算机这一媒介的发展潜能,并跟上它的最新发展。《计算机音乐教程》的应运而生,是为了满足对一本标准、全面的计算机音乐理论与实践基础知识课本的需求。作为对参考书籍《计算机音乐基础》(*Foundations of Computer Music*, MIT Press, 1985)和《音乐机器》(*The Music Machine*, MIT Press, 1989)的补充,本书提供了计算机音乐领域高级研究的必要背景。《计算机音乐基础》和《音乐机器》两本书都是文集,而这本《计算机音乐教程》包括了所有可用于教学的新材料。

受众群 (Intended Audience)

本书不仅是为音乐专业的学生,也是为以计算机音乐为研究方向的工程师