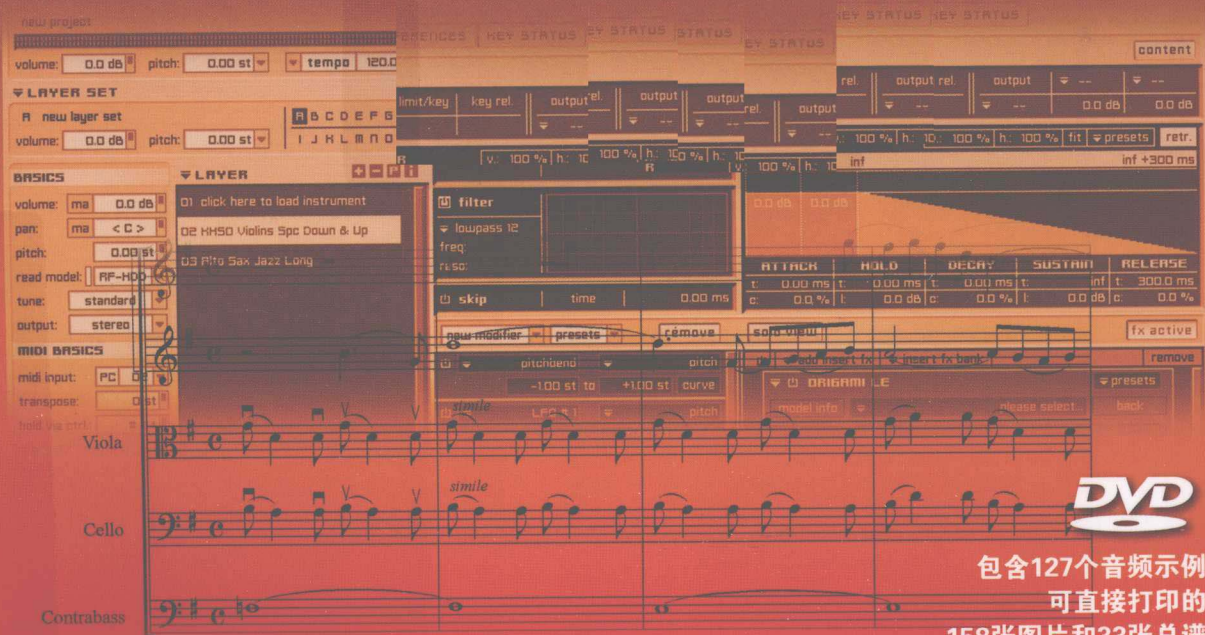


# 现代音乐人编曲手册

## ——传统管弦乐配器和 MIDI 音序制作必备指南

ACOUSTIC AND MIDI  
ORCHESTRATION  
FOR THE CONTEMPORARY  
COMPOSER

[美] Andrea Pejrolo Richard DeRosa 著  
夏田 刘捷 译  
黄英侠 审



包含127个音频示例  
可直接打印的  
158张图片和33张总谱

Media

TECHNOLOGY

传媒典藏

北京电影学院录音系  
声音技术与艺术丛书

# 现代音乐人编曲手册

## ——传统管弦乐配器和 MIDI音序制作必备指南

[美] Andrea Pejrolo Richard DeRosa 著  
夏田 刘捷 译  
黄英侠 审

人民邮电出版社  
北京

## 图书在版编目 (C I P) 数据

现代音乐人编曲手册 : 传统管弦乐配器和  
MIDI 音序制作必备指南 / (美) 皮耶若罗 (Pejrolo, A.)  
, (美) 德罗萨 (DeRosa, R.) 著 ; 夏田, 刘捷译. — 北  
京 : 人民邮电出版社, 2010. 7  
(北京电影学院录音系声音技术与艺术丛书)  
ISBN 978-7-115-22919-9

I. ①现… II. ①皮… ②德… ③夏… ④刘… III.  
①管弦乐法 IV. ①J614. 4

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第077754号

## 版权声明

*Acoustic and MIDI Orchestration for the Contemporary Composer*, 1<sup>st</sup> Edition by Andrea Pejrolo and Richard DeRosa, ISBN 978-0-240-52021-6.

Copyright © 2007, by Elsevier Inc. All rights reserved.

Authorized Simplified Chinese translation edition published by the Proprietor.

ISBN: 978-981-272-618-6

Copyright © 2010 by Elsevier (Singapore) Pte Ltd, 3 Killiney Road, #08-01 Winsland House I, Singapore. All rights reserved. First Published 2010.

Printed in China by POSTS & TELECOM PRESS under special arrangement with Elsevier (Singapore) Pte Ltd. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书简体中文版由 Elsevier (Singapore) Pte Ltd. 授权人民邮电出版社在中国境内 (香港特别行政区及台湾地区除外) 出版发行。

本版仅限于中国境内 (香港特别行政区及台湾地区除外) 出版及标价销售。未经许可之出口, 视为违反著作权法, 将受法律之制裁。

北京电影学院录音系声音技术与艺术丛书

现代音乐人编曲手册

—— 传统管弦乐配器和 MIDI 音序制作必备指南

- 
- ◆ 著 [美] Andrea Pejrolo Richard DeRosa  
译 夏田 刘捷  
审 黄英侠  
责任编辑 宁茜
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京艺辉印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 800×1000 1/16  
印张: 18.25  
字数: 403千字  
印数: 1-3 000册  
2010年7月第1版  
2010年7月北京第1次印刷  
著作权合同登记号 图字: 01-2010-1452号

ISBN 978-7-115-22919-9

定价: 68.00元 (附光盘)

读者服务热线: (010) 67132837 印装质量热线: (010) 67129223  
反盗版热线: (010) 67171154

# 内容提要

本书对于那些为现代录音棚乐队作曲、配器和编写音序的音乐家、作曲家和制作人来说，是一本必备的指南。通过对传统管弦乐配器和 MIDI 音序及数字音频方面的介绍，本书将引导读者从概念出发，一步步将灵感变成音序，进行专业制作的完整创作过程：从总谱到最终完成混音的母带，最终制作出完整的作品。

本书详细剖析了 30 多个配器实例，内容涵盖录音棚管弦乐队涉及的各个乐器组，包括节奏声部组、弦乐组、木管组和铜管组。同时，本书通过 40 多个练习，指导读者综合使用 MIDI 音序和真实声学乐器，在录音棚中制作出最终的管弦乐作品。

随书附赠光盘中包含 120 个音频示例、可直接打印的图片和总谱，以及 IK-Multimedia、Arturia、Bandmateloops 等公司的试用版软件。

本书作者安德里亚·皮耶若罗是一位音乐技术教授，同时也是 MIDI 程序员、声音设计师、作曲家/编曲家，并且还是一名爵士原声贝司和电贝司手，目前在伯克利音乐学院和新英格兰艺术学院任教。他最近曾经合作过的团体和个人包括纽约林肯中心、唐·西比斯基、联合国和美国广播公司。另一位作者理查德·德罗萨是一位作曲家、编曲家和管弦乐配器家，同时也是威廉帕特森大学和茱莉亚音乐学院的教授。他的编曲曾由温顿·马沙利和林肯中心、梅尔·路易斯、杰瑞·穆勒根和葛伦·米勒大乐队等演奏录音。他已经为多部电视作品创作过原创音乐，包括《导引之光》、《另一个世界》和《世界颠覆日》等。

# 北京电影学院录音系 声音技术与艺术丛书编委会

主任：黄英侠

编委：童 雷 甄 钊 夏 田

郝 键 俞 晓 李 伟

# 总 序

进入新的世纪以来，文化创意产业的发展受到高度的重视，关于影视声音技术与艺术方面的研究，正在从以往的专业特征向着产业特征来延伸。在延伸的过程中，已有的经验和基础又逐步地与当代媒体技术与艺术的发展密切呼应。这就使得我们要进一步提升创新意识，再次审视技术上的着力点和艺术形态的多元化。

艺术与技术有着天然的不解之缘，艺术借助技术的手段构建了艺术的“轮廓”，技术也因有了艺术上的感觉获得了特有的“神情”，零星的感觉聚合起来生发出技术与艺术的自觉意识和共同追求，最终完成的作品才有了独特的“韵味”。一部声音艺术的发展史，从某种意义上讲，就是艺术与技术的关系史。

对于这一领域的研究，我们有着向具有前沿优势的国家进行借鉴与学习的历史传统，从而形成了较强的学科跟踪能力。早在机械录音时代，上海明星公司与法国百代公司合作，研制出自己的腊盘配音设备“百明风”，并且使用这一设备录制了我国第一部有声电影《歌女红牡丹》。进入到光学录音的时代，由我国电影先驱司徒慧敏参加研制的“三友式”电影录音机，取得了实验上的成功，并使用它先后为多部影片进行了录音工作。其中影片《风云儿女》的主题歌《义勇军进行曲》，就是由“三友式”录音机录制完成的，并且在当时还发行了单曲唱片且广为流传。当年研制“三友式”录音机的诸位前辈，恰恰是借鉴了美国电影的有声技术。

我国的声音技术，基本上经历了从原初的模仿到自主原创的发展过程，无论是机械录音时代，还是光学录音时代、磁性录音时代、数字录音时代，都是这样的一种发展趋势。同样，我们的声音艺术创作也是在不断地掌握了技术进步的情况下，呈现了从局部的出新到整体创新的艺术走向。正是这些点滴的积累，逐渐地丰富了人们对于艺术作品的全面认识，并且最终带来了观念上的升华和艺术价值的提升。

北京电影学院录音系，伴随着新中国电影事业的发展，在声音技术与艺术研究的领域中，非常重视对国内外当前的技术成果与艺术潮流的及时学习与借鉴，并在自身的教学实践过程中不断加强学科建设的完整性和深入性。出版这一套专业丛书，不仅体现了我们近年来关注到学科前沿的理论成果，而且表明我们要以这些学术成果为参照，在具体的教学活动中，向更多的学子铺展宽阔的研究视角和深入学习的可持续途径，并且指导他们在理论的滋养下开展更加富有创造力的艺术创新活动。

当前我们正处在文化创意产业的大发展阶段，尤其是电影产业将在今后的十年迎来难得的“黄金机遇期”。我们从一个一个具体的专项研究开始进入，希望以一些预期的突破来充

实点滴的积累。同时我们还会以影视声音研究上的优势为依托，拓展对于当代新媒体作品中与声音创作有关的技术与艺术的研究，力争做到多方位的成果融合。

北京电影学院录音系系主任、教授

黄英侠

2010年5月

# 致谢

作为一名作曲家、制作人、乐手兼教师，本书所讨论的问题与我和我的工作有着非常紧密的关系。对我来说，本书的出版使我的一个梦想变成了现实。本书写作过程中所需要的时间、精力和灵感都离不开我日常生活中这些了不起的人的支持和帮助。首先是我亲爱的妻子 Irache，她是我灵感和动力的源泉，也是我前进中值得信赖且离不开的指南针。我非常感谢早年间我的家庭和我亲爱的朋友 Nella 为我提供的教育环境。当组织能力、逻辑推理、努力工作和精益求精成为完成本书的关键因素时，他们的所有努力在今天都得到了回报。在此还要特别感谢我的父母，是他们这些年的教诲让我懂得热情和献身精神是通往充实及有意义的生活的唯一道路。

我还非常感谢 Richard DeRosa，与他合作撰写本书对我来说是非常难得的一次经历。他的专业知识和经验总是那样激动人心。

我要特别感谢 Catharine Steers 和 Focal Press 出版社的全体同仁，感谢他们卓越的工作和指导。最后，我要着重感谢 Berklee 学院的音乐与学术事务办公室（Berklee College of Music and the Academic Affairs Office），是他们提供的资助保证了我能够最终完成本书的撰写。没有他们的帮助，我就无法实现本书的出版。

Andrea Pejrolo

我要感谢 Andrea Pejrolo 邀请我和他一同完成本书的撰写，他在音乐和教育方面的事业发展一直以来都是让人印象深刻的。同样要感谢 William Paterson 大学允许我休假一学期以完成此书，这使我能够从日常的教学工作中抽身出来专心本书的写作，同时又维持我的职业生涯得以延续。最后，我要感谢 Kimberly——我亲爱的妻子，她的支持、智慧和陪伴是无价的。

Richard DeRosa



# 译者简介

夏田，清华大学电子工程系电子科学与技术专业硕士，北京电影学院录音系讲师，讲授《MIDI 制作》、《数字电路与数字音频技术》、《线性代数》等课程。曾获第四届中音 MIDI 新音乐大赛最佳创作全能大奖。曾为电影《革命到底》，电视电影《文化战车》、《春雨沙沙》等影视作品制作音乐。

刘捷，北京电影学院录音系讲师，本科毕业于天津大学自动化专业，后以全院第一的成绩考入北京电影学院录音系，攻读影视音乐创作及理论方向研究生。毕业后留校担任 MIDI 音乐制作、录音设备等方面的教学工作。曾为多部影视剧担任录音及作曲，并担任 CCTV 音乐频道《影视留声机》栏目特约撰稿人。

影视作品：

电影《光荣的愤怒》、电影《美丽家园》、电视电影《爸，我在哪儿等你》任录音师

电视连续剧《十月怀胎》、电视电影《爸，我在哪儿等你》、电视电影《和饭店》任作曲

# 译者序

MIDI 已经广泛应用在音乐制作的各个领域，但模仿传统管弦乐队的演奏仍是公认的中 MIDI 制作难点。很多制作者使用了庞大的采样音源，但仍然制作不出像样的管弦乐作品。即便是音乐专业出身、学习过传统管弦乐配器法的专业人士，也经常出现“谱面没问题，就是听起来不对劲”的问题。这正是使用 MIDI 进行管弦乐制作的特殊之处：既不能不懂传统管弦乐配器法，更不能不了解 MIDI 制作的规律、不懂得 MIDI 制作的技巧。因此，在掌握传统管弦乐配器法的基础上，针对 MIDI 技术的特点，掌握使用 MIDI 实现管弦乐配器中相应技法的制作方法，就成了每一个使用 MIDI 制作乐队音乐的制作者都应掌握的知识。安德里亚·皮耶若罗 (Andrea Pejrolo) 和理查德·德罗萨 (Richard DeRosa) 编写的《现代音乐人编曲手册》正是这样一本书。

本书的两位作者均为美国知名大学的教授，具有丰富的音乐创作、制作以及教学方面的经验。他们编写的这本书对录音棚乐队中的各个乐器组进行了逐一的讨论，从管弦乐配器的简要概述开始（音区、音域、演奏法、音色特点等），对如何使用软件音源制作出逼真动听的乐队演奏进行了详细的阐述，介绍了大量的制作技术技巧。

我们从 20 世纪 90 年代初就开始使用 MIDI 进行音乐制作，在不断的实践中也曾逐渐摸索总结出很多类似的制作技巧，但都只停留在零敲碎打、口传心授的层面，没有进行系统地总结归纳，更没有形成文字。并且，虽然这些制作技巧能够很好地改善 MIDI 音序的效果，但受限于当时的设备条件，最终演奏的逼真程度还是偏低的。如今，随着软件音源的大规模普及，很多 MIDI 制作者都开始使用超大容量的采样音色库以及算法复杂的物理建模音色，这使得 MIDI 制作的最终效果得到了直接的提升。不过，大量的制作经历也让我们感到，仅仅依靠高质量音色本身还是无法达到逼真完美境界的，仍然需要使用各种制作技巧来提升最终的演奏效果。而本书正是对多年来用 MIDI 进行乐队音乐制作所采用的各种技术技巧的一个全面系统的总结和介绍，并且将 MIDI 制作技巧与传统管弦乐配器法结合起来，让只了解管弦乐配器的读者能够明白何种 MIDI 制作技术能够实现他们所熟悉的演奏技法，也让只懂得 MIDI 制作的读者能够知道有哪些独特的演奏法是需要在中 MIDI 制作中特别关注的。附赠光盘中的各个音频示例还让读者能够听到各种制作技巧的实际效果，以及与不采用这些技巧的粗糙音序之间的效果比较，从而令读者能够获得更为直接的声音感受。

因此，我们非常愿意把安德里亚·皮耶若罗先生和理查德·德罗萨先生编写的这样一本系统性和实用性都非常强的书介绍给广大音乐制作者，特别是那些在音乐制作领域涉足尚

浅的中、初级使用者。希望他们能够通过阅读本书以及必要的实践练习，全面系统地掌握录音棚乐队中各种原声乐器的编配手法和音序制作技巧，少走弯路，迅速将自己的制作水平提升到一个新的层次。

夏田

刘捷

2010年3月

# 前言

本书的写作目的是解决 21 世纪的作曲家、编曲家和音乐制作人遇到的那些他们所关心的问题。在过去的 25 年中，电子音乐飞速发展，已经为商业音乐的消费者创造了一片崭新的天地。而电子音乐的飞速发展也为现代音乐人和作曲家提出了大量需要考虑的新问题。

由于这一领域的历史还相对年轻，目前音乐工业中存在着几种不同类型的音乐创作者。这些创作者中有传统主义者（通常他们的经验会更丰富些），他们需要学习传统的管弦乐配器方法，还要懂得如何在传统录音方法允许的范围内工作。另外一些创作者则是技术方面的专家（他们通常是我们音乐世界中最年轻的成员）。他们几乎绝对不会用真乐器进行编曲，也不会去听现场演奏的音乐。还有一些人没有接受过任何正统音乐教育。他们不写谱子，完全靠他们与生俱来的音乐天赋和电脑天才去创作音乐。最后，还有一些人成功地把两种创作方式融合在了一起。他们能够根据作品的需要选择创作方法，在满足客户预算要求的前提下让作品达到最高的艺术水准。

作为那些在创作音乐时两种方法都使用的音乐家，作者希望通过本书为读者在音乐创作的每个领域都提供一套简明扼要并经过认真推敲的方法，以帮助读者获得 21 世纪的音乐人所必备的知识。

自 1983 年以来，MIDI 世界一直在持续发展，并不断地重新定义音乐创作过程中的可能性。20 世纪 90 年代末，数字音频音序器和录音机 / 编辑器的出现进一步扩展了现代作曲家进行音乐创作的可能性。技术的这些发展已经要求我们有所改变，以适应和满足消费者的期望以及对便利性的要求。

如今的商业作曲家在创作商业音乐的过程中，多半都需要以采样器和（或）合成器的方式使用电子乐器，这是因为：

- 消费者开始要求能够听到一个“完成版”的演示小样，他们希望这个演示小样能够对最终成品有一个最真实的展示。在 20 世纪 80 年代以前，作曲家可能会在钢琴上对大型作品进行演示，但这个演示只可能是一个最小化的展示。演示小样要能引发客户最大的想象，获得他们的信任，也要能体现出作曲家最大的灵感，这样才能让消费者相信他们掏钱买的东西是物有所值的。
- 毫无疑问，由管弦乐队的音乐家演奏出来的音乐要比用计算机生成出来的声音更好、更有震撼力，并且，在理想情况下，大多数人都会选择用真乐队来演奏。但是，很多时候，由于预算或时间上的种种限制，我们无法实现这样的愿望。

- 在与歌手合作时，MIDI 演示小样是非常有效的。每位歌手都像是一件独特的乐器，必须在恰当的音域里才能演奏。因此，为了能够让歌手舒服地演唱旋律，作曲家（或编曲家）必须为歌手找到合适的调。当然，这项工作可以通过钢琴来完成，但是钢琴的声音在力量感和表现力上都无法与最终的管弦乐配器相比。电声版的演奏能给歌手更真实的力量感受，这将会更好地引导歌手找到合适的调。最不幸的事莫过于在你全部完成管弦乐配器（就差请乐队录音这一步了）以后才发现歌手觉得调不合适。
- 很多电子声音都有独特的音色，传统的原声乐器无法有效地发出或模仿这些声音。

既然已经明确了本书所涉及的范围，有一点必须指出：由于这些话题涉及的内容很广，因此作者会在篇幅允许的情况下，尽可能地在每个方面都为读者提供有益的信息。特别是在管弦乐配器方面，本书中讨论的乐器都是在如今的商业音乐和现代配器中最常见的乐器。因此，对于那些想要学习传统管弦乐配器的读者，我们建议你们进一步参考那些专门探讨传统管弦乐配器的专著。

现在，如果你已经准备好了，那就请打开本书，开始我们的转型之旅，让你从单纯的传统音乐人或技术专家，成长为一名全能的 21 世纪作曲家！

### 有关本书附带 DVD 的说明

欢迎来到“为现代作曲家所写的原声乐器和 MIDI 管弦乐配器法”的世界。

本书附带有—张专门的 DVD 光盘，里面存有全部的音乐示例、图片和原始总谱，以及 IK-Multimedia、Arturia 和 BandMateLoops 出品的部分软件的演示版本。我们建议读者在阅读和学习本书时将这张 DVD 放在手边，因为书中的每一种原声乐器和 MIDI 管弦乐配器技巧都是通过—系列总谱和音乐示例来讲解和示范的，这些总谱和音乐示例都是为本书专门编写和录制的。

在这张 DVD 中，你能找到如下文件和文件夹。

- 图片（Images）和总谱（Scores）文件夹：这里存放的是本书使用的所有插图和总谱的电子版本，以 JPG 格式存储。出于教学的目的，我发现提供一份所有插图的电子版本能够对读者产生极大的帮助，因为你可以很方便地在教室里通过电脑将它们投影到银幕上。
- 音乐示例（Music Examples）文件夹：这里存放有 127 段 CD 音质的音乐示例。你可以在电脑上直接从 DVD 播放它们，也可以通过你的 CD 刻录程序把它们刻录成—张音乐 CD。如果你决定刻录的话需要准备两张 CD，因为—张音频 CD 最多只允许存放 99 轨。
- 免费软件及试用版软件（Free and Demo Software）文件夹：这里存放的是一些市面上最先进的软件合成器的安装程序（PC 版和 MAC 版都有），它们来自于 IK-Multimedia 和 Arturia 公司。除此之外还有 BandMateLoops 公司出品的音频循环片段（Loops）。

有关本书及附带 DVD 的更多信息，请联系 Andrea Pejrolo: [acousticmidiorchestration@apejrolo.com](mailto:acousticmidiorchestration@apejrolo.com)，或访问我们的新网站：[acousticmidiorchestration.com](http://acousticmidiorchestration.com)。

Andrea Pejrolo  
Richard DeRosa

# 目录

<b>1 MIDI 作曲、编曲和管弦乐配器者需要掌握的基本概念</b> .....	1
1.1 MIDI 和音频音序介绍 .....	1
1.2 MIDI 标准 .....	2
1.3 MIDI 信息及其实际应用 .....	5
1.3.1 通道声音信息 .....	5
1.3.2 最常用的控制改变 .....	9
1.3.3 扩展控制器 .....	10
1.3.4 粗调与微调 .....	11
1.3.5 控制你的声音 .....	12
1.3.6 注册和非注册参数 .....	13
1.3.7 通道模式信息 .....	14
1.3.8 系统实时信息 ( System Real-time Messages ) .....	17
1.3.9 系统通用信息 ( System Common Messages ) .....	17
1.3.10 系统专有信息 ( System Exclusive Messages, SysEx ) .....	18
1.4 管弦乐法原理 .....	18
1.4.1 作曲 .....	19
1.4.2 音域 .....	19
1.4.3 音区和泛音列 .....	20
1.4.4 移调 .....	21
1.4.5 非移调乐器 .....	22
1.4.6 移调乐器 .....	22
1.4.7 厚度、平衡和强度 .....	22
1.4.8 使用钢琴写作的风险 .....	23
1.5 最终的考量 .....	24
1.6 小结 .....	25
1.7 练习 .....	26
<b>2 节奏乐器组的声部和音序编写</b> .....	31
2.1 导言：总体特点 .....	31

2.2	节奏乐器组的组成 .....	31
2.3	关键乐器所担当的角色 .....	32
2.3.1	贝司 .....	32
2.3.2	套鼓 ( 以及辅助打击乐器 ) .....	33
2.3.3	键盘和吉他 .....	34
2.4	色彩和风格 .....	35
2.4.1	贝司 .....	35
2.4.2	吉他 .....	35
2.4.3	键盘 .....	35
2.4.4	键盘打击乐 .....	36
2.4.5	套鼓 .....	36
2.4.6	辅助打击乐器 .....	37
2.5	节奏乐器组声部的写作 .....	38
2.5.1	贝司声部 .....	39
2.5.2	套鼓声部 .....	39
2.5.3	吉他声部 .....	39
2.5.4	键盘声部 .....	41
2.5.5	键盘打击乐声部 .....	42
2.6	节奏乐器组的谱例 .....	42
2.7	节奏乐器组的音序编写: 引言 .....	43
2.7.1	键盘 .....	44
2.7.2	原声钢琴 .....	46
2.7.3	原声钢琴的音序编写和混音技巧 .....	47
2.7.4	其他键盘: 电钢琴和风琴 .....	49
2.8	合成器 .....	51
2.8.1	硬件和软件合成器 .....	52
2.8.2	合成技术 .....	53
2.8.3	模拟减性合成 .....	53
2.8.4	加性合成 .....	55
2.8.5	调频合成 .....	56
2.8.6	波表合成 .....	56
2.8.7	采样 .....	57
2.8.8	物理建模合成 .....	58
2.8.9	粒子合成 .....	59
2.9	为吉他编写音序: 概述 .....	60

2.9.1 吉他声部的音序编写技巧 .....	61
2.9.2 虚拟吉他的混音 .....	65
2.10 为贝司编写音序：概述 .....	67
2.10.1 贝司声部的音序编写技巧 .....	68
2.10.2 虚拟贝司的混音 .....	70
2.11 为鼓和打击乐编写音序：概述 .....	72
2.11.1 鼓和打击乐声部的音序编写技巧 .....	74
2.11.2 鼓和打击乐的量化 .....	76
2.11.3 律动量化 .....	81
2.11.4 在鼓和打击乐上使用演奏控制器 .....	82
2.11.5 最后的润色 .....	83
2.12 虚拟鼓和打击乐的混音 .....	84
2.13 节奏乐器组音序编写的终极考量：速度变化 .....	88
2.14 小结 .....	90
2.15 练习 .....	93
<b>3 弦乐队的声部和音序编写 .....</b>	<b>94</b>
3.1 导言：总体特点 .....	94
3.2 声音的产生 .....	95
3.2.1 空弦对按弦 .....	96
3.2.2 运弓法 .....	96
3.3 用于获得更好表情的演奏技巧 .....	98
3.3.1 滑音 .....	99
3.3.2 拨奏 .....	100
3.3.3 泛音 .....	100
3.3.4 弱音器 .....	101
3.4 具体乐器 .....	102
3.4.1 小提琴 .....	102
3.4.2 小提琴在管弦乐配器中的功能 .....	104
3.4.3 中提琴 .....	104
3.4.4 中提琴在管弦乐配器中的功能 .....	105
3.4.5 大提琴 .....	105
3.4.6 大提琴在管弦乐配器中的功能 .....	107
3.4.7 低音提琴 .....	107
3.4.8 低音提琴在管弦乐配器中的功能 .....	109
3.5 管弦乐配器的谱例 .....	109



3.6	竖琴 .....	110
3.6.1	记谱法方面的注意事项 .....	111
3.6.2	整体升降 .....	112
3.6.3	踏板示意图 .....	112
3.6.4	踏板的变化 .....	113
3.6.5	竖琴的级进滑奏 .....	113
3.6.6	乐队环境 .....	113
3.7	弦乐队的音序编写 .....	114
3.7.1	合成技术和音色库的选择 .....	114
3.7.2	多层音色 .....	116
3.7.3	具有琴键切换功能的音色库 .....	117
3.7.4	弦乐器的高级层叠技巧 .....	119
3.8	弦乐的 MIDI 音序编写技巧 .....	121
3.8.1	起音和释音控制 .....	121
3.8.2	演奏控制器 .....	124
3.8.3	扩展演奏控制器 .....	126
3.9	用于弦乐音序编写的硬件 MIDI 控制器 .....	129
3.9.1	弦乐音序编写的特殊技巧 .....	133
3.9.2	连弓、断弓和分弓 .....	133
3.9.3	近指板奏法、近琴马奏法和弱音奏法 .....	133
3.9.4	颤音和震音 .....	134
3.9.5	失谐技巧 .....	136
3.10	竖琴的音序编写 .....	138
3.11	弦乐组的混音 .....	139
3.11.1	弦乐队的声像设置 .....	140
3.11.2	弦乐队的均衡处理 .....	141
3.11.3	混响 .....	142
3.12	最后的润色 .....	144
3.13	小结及弦乐队声部写作和音序编写时的终极考量 .....	144
3.14	练习 .....	147
4	木管组的声部和音序编写 .....	149
4.1	总体特点 .....	149
4.2	木管组 .....	149
	加倍 .....	150
4.3	发声 .....	151