

Media

TECHNOLOGY 音频技术与录音艺术译丛

传媒典藏

f Focal Press
Taylor & Francis Group

音乐声学与心理声学

(第4版)

[英] David M. Howard / Jamie A. S. Angus 著 陈小平 译

ACOUSTICS AND PSYCHOACOUSTICS



随书附带CD中
包含79轨与本
书内容相关的听
音项目，通过聆听
有助于更好地理解 and 掌握
书中内容



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

音频技术与录音艺术译丛

音乐声学与心理声学

(第4版)

**ACOUSTICS AND
PSYCHOACOUSTICS**

[英] David M. Howard Jamie A. S. Angus 著

陈小平 译

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

音乐声学 & 心理声学 : 第4版 / (英) 霍华德
(Howard, D. M.), (英) 安格斯 (Angus, J.) 著 ; 陈小平
译. — 北京 : 人民邮电出版社, 2014. 3
(音频技术与录音艺术译丛)
ISBN 978-7-115-33876-1

I. ①音… II. ①霍… ②安… ③陈… III. ①音乐声
学②心理声学 IV. ①J611.1②B845.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第293698号

版权声明

Acoustics and Psychoacoustics, 4th Edition Edited by David M. Howard and Jamie A. S. Angus.
ISBN 978-0-240-52175-6
Copyright © 2009 by Focal Press.

Authorized translation from English language edition published by Focal Press, part of Taylor & Francis Group LLC; All rights reserved; 本书原版由 Taylor & Francis 出版集团旗下 Focal 出版公司出版, 并经其授权翻译出版。版权所有, 侵权必究。

POSTS & TELECOM PRESS is authorized to publish and distribute exclusively the **Chinese**(Simplified Characters) language edition. This edition is authorized for sale throughout Mainland of China. No part of the publication may be reproduced or distributed by any means or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher. 本书简体中文版授权由人民邮电出版社独家出版, 仅限于中国大陆境内销售。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或发行本书中的任何部分。

本书封底贴有 Taylor & Francis 公司防伪标签, 无标签者不得销售。

◆ 著 [英] David M. Howard Jamie A. S. Angus

译 陈小平

责任编辑 宁茜

责任印制 彭志环 焦志炜

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

三河市海波印务有限公司印刷

◆ 开本: 800×1000 1/16

印张: 29.25

字数: 546千字

2014年3月第1版

印数: 1-2500册

2014年3月河北第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2012-1183号

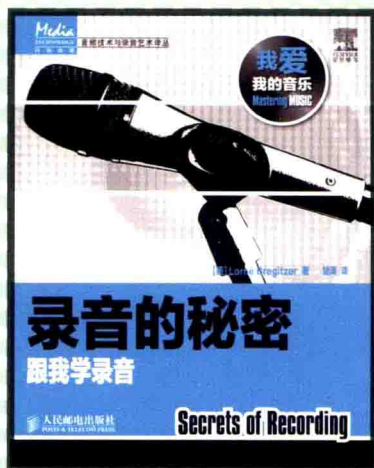
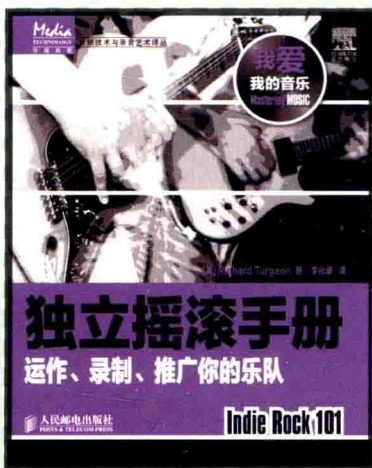
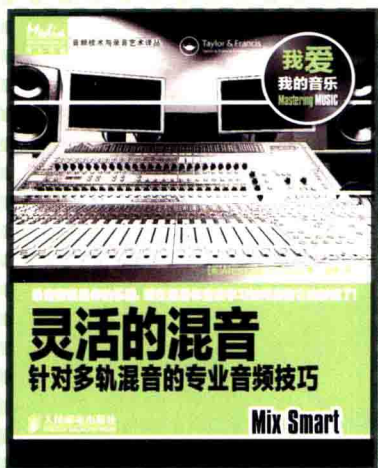
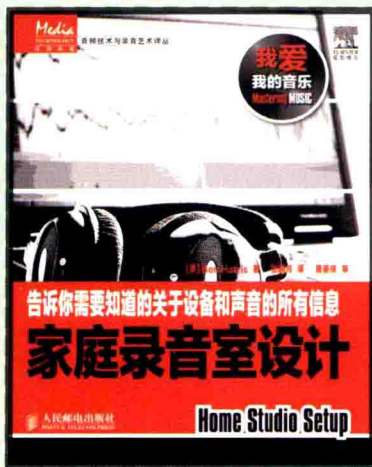
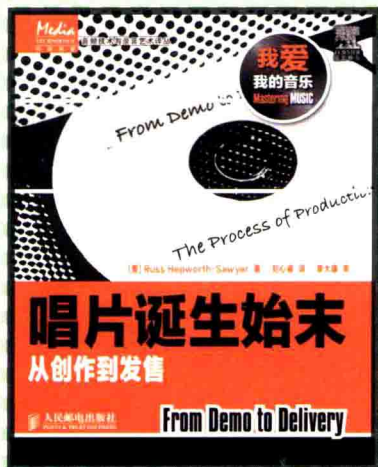
定价: 89.00元(附光盘)

读者服务热线: (010)81055311 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

我爱 我的音乐 Mastering MUSIC



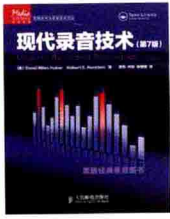
音频技术与录音艺术



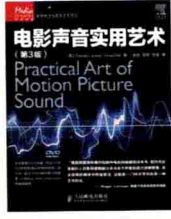
978-7-115-24745-2
定价: 58 元



978-7-115-24509-0
定价: 80 元 (含光盘)



978-7-115-30177-2
定价: 128 元



978-7-115-25367-5
定价: 128 元 (含光盘)



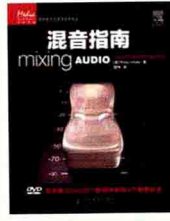
978-7-115-31549-6
定价: 125 元



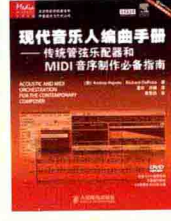
978-7-115-23255-7
定价: 120 元



978-7-115-33070-3
定价: 69 元



978-7-115-23861-0
定价: 150 元 (含光盘)



978-7-115-22919-9
定价: 68 元 (含光盘)



978-7-115-31451-2
定价: 58 元



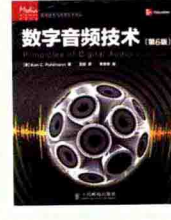
978-7-115-31239-6
定价: 150 元



978-7-115-24736-0
定价: 58 元 (含光盘)



978-7-115-33310-0
定价: 89 元



978-7-115-30175-8
定价: 168 元



978-7-115-27500-4
定价: 68 元



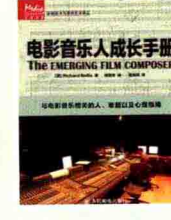
978-7-115-27546-2
定价: 80 元



978-7-115-28143-2
定价: 120 元 (含光盘)



978-7-115-28278-1
定价: 88 元



978-7-115-28742-7
定价: 48 元



978-7-115-28528-7
定价: 80 元

网上购买

卓越亚马逊网上书店: <http://www.amazon.cn>
当当网上书店: <http://book.dangdang.com>
京东网上书店: <http://book.jd.com>
互动出版网: <http://www.china-pub.com>

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

地址: 北京市丰台区成寿寺路 11 号邮电出版大厦
邮编: 100164
咨询电话: 010-81055339

内容提要

本书在第1章介绍了声波的基本物理性质，使读者从物理学角度对声音有一定的了解；在第2章介绍了听觉特性，即心理声学的基础知识；第3章到第5章介绍音乐声学，主要将乐器的发声原理和音乐的听觉心理学结合起来进行讨论，在此基础上使读者对音乐有更深层次的理解，为从事音乐技术工作打下基础；第6章主要介绍声波在封闭空间即房间中的传播特性，使读者了解室内声学特性和音质之间的密切关系，达到对室内音质进行控制的目的；第7章介绍了声学和心理声学相结合的应用，内容包括听音室设计、听力测试、心理声学实验、滤波与均衡、扩声系统、降噪耳机、音频编码系统等。

本书还附带一张CD，包含79条听音项目，目的是使读者通过听音更好地理解书中的相关内容。

本书适合从事音响工程、音乐技术、音乐录音、音乐制作的人员阅读，通过阅读可以提高专业理论水平，对实际工作有较大的促进作用，对从事相关教学和学习相关课程的院校师生来说，这是一本很好的参考书。

丛书编委会

主任：李 伟

编 委：（按姓氏笔画排序）

王 珏 李大康 朱 伟

陈小平 胡 泽

丛书编委会主任简介



李伟，沈阳人。20岁考入沈阳音乐学院舞台美术系灯光音响专业学习，毕业后留校任教并兼做扩声和录音工作，期间录音作品颇丰。在不惑之年赴德国柏林艺术大学（UdK）音乐学院录音专业学习，师从录音大师J.N. 马蒂斯教授。经过五年半的德国留学生活，获硕士学位。回国后调入中国传媒大学（原北京广播学院）任教，期间出版了专著《立体声拾音技术》，主编“现代录音技术丛书”，发表专业论文若干篇；承担多项科研项目，2009年获国家级教学成果一等奖。现任中国传媒大学音乐与录音艺术学院常务副院长、录音系系主任、博士研究生导师，德国录音师协会会员、中国电影电视技术学会声音专业委员会专家组成员、国家广电总局“电视节目质量奖”（金帆奖）评委、中国电影电视技术学会“声音制作优秀作品奖”评委。

丛书序

翻译一套现代录音技术丛书是我们多年的夙愿。

随着现代科技的不断进步和现代媒体传播形式的不断演变，现代录音技术的发展也是十分迅猛的。我国在声音设计和制作领域的理论研究和实践近些年来取得的成就是有目共睹的，尤其是2008年北京奥运会的成功举办，高清电视转播和环绕声声音制作使电视声音制作水平提高到新的阶段。但是，与欧美发达国家或地区相比较，我国在该领域还存在一定的差距。中国传媒大学音乐与录音艺术学院录音系，作为国内从事声音方面理论研究和教学的团队，一直关注和跟踪国外该领域的研究动态和实践成果，并将国外该领域的许多专著的思想和方法注入到我们的教学中。“它山之石可以攻玉”，如果将国外最新的录音技术专著翻译出版，无疑是一件很有意义的事情，于是，我们萌生了翻译一套录音技术丛书的计划。

2007年夏天，有幸结识了人民邮电出版社《高保真音响》杂志社的相关编辑，他们十分支持我们的计划，并提供了Focal Press的最新书目。对于这套丛书的设计思想、读者定位等我们也是一拍即合，于是，我们录音系的全体老师带领部分研究生开始了紧张的丛书翻译工作。

今天，“音频技术与录音艺术译丛”的第一批和第二批译著与读者见面了，其他译著将分批陆续出版。这套丛书包括广播、电影、电视、唱片等领域的录音技术基础理论、系统集成、声音设计、拾音方法、制作技巧等方面，内容十分丰富，甚至有些译著涉及的领域是国

内目前出版物的空白。但愿这套丛书能够为广大从事声音设计和制作的专业人士、业余爱好者和本专业的学生提供帮助，也希望广大读者对本丛书的设计、翻译等诸方面提出宝贵意见。

感谢人民邮电出版社相关领导和编辑，正是他们的大力支持和高效工作使得这套丛书成功出版。感谢录音系的团队，是我们共同营造的宽松的学术氛围、严谨的治学精神和兄弟姐妹般的情谊使这套丛书能够顺利地翻译完成。

中国传媒大学音乐与录音艺术学院常务副院长、录音系系主任

李 伟

2010年初冬于北京

译者简介

陈小平，1963年出生，1983年毕业于北京邮电学院（现为北京邮电大学）电信工程系，并获得工学学士学位，1988年获得北京广播学院（现为中国传媒大学）通信与信息系统专业广播声学方向工学硕士学位。1999年7月至2000年6月，在丹麦Aalborg大学声学系任访问学者。现在中国传媒大学录音系任教，承担课程有《声学基础》、《电声学与室内声学》等，研究领域为通信声学（Communication Acoustics），主要研究方向为心理声学及听觉传输技术（Psychoacoustics and Binaural Technology）。

前 言

《音乐声学和心理声学》一直以来在全世界都被作为相关专业的核心教材，从它第1版在1996年问世以来已经走过了很长路程。我们收到来自读者的一些电子邮件，对书中涉及的一些内容提出问题，我们总是努力给出恰当的解答。我们始终非常欢迎这样的提问，实际上，第2版的修订工作就是在这些重要的反馈信息的基础上进行的，我们对此表示由衷的感谢。第3版的主要修订工作在于增加了一张CD，为读者提供一些录制好的声音素材，以方便在学习中使用。从读者反馈中我们了解到，这是一个非常受欢迎的举措。

在第4版中，除了在一些章节有轻微的修改外，我们主要针对最后一章进行了调整，我们认为调整后的章节更适合作为本书的总结。最后一章修改后的题目是“声学和心理声学相结合的应用”，主要探讨声音信号处理装置、处理程序和系统所基于的基本原理，而这些设备在声学和心理声学领域的实际工作中经常会用到。同时，这一章原有的内容基本上得以保留，只是为加入新的内容重新进行了组织。增加的内容有最新室内声学设计举例、实用听力测试、心理声学测试原理、降噪耳机、“蚊子单元”和“青少年蜂响器”铃声（演示见CD中新增加的第79条）。我们不仅希望这些实例可以帮助读者加深对本学科现有实际应用的理解，而且希望借此启发读者的创造性思维，而他们可能就是未来新仪器、新程序和新系统的开发者。

在音乐声学和演播室声学方面也增加了一些内容：管风琴——通过把我们在当今世界看到的所有音栓尺数（footages）包括在内，展示了在世界上可能达到的整个声频范围的和声合成（对表5.2进行了

补充); 无伴奏歌唱 (a capella, 阿卡贝拉) 以及整个音调如何因为阿卡贝拉歌手所用的音律而漂移 (增加了第 4.5.3 小节); 演播室常用的音色描述术语及其与频率的关系 (在第 5.3.2 小节的最后)。我们还对 CD 中有关音律的第 7 条进行了更新, 相信它可以更清楚地展示纯律与平均律之间的差别。

此外, 全书还根据读者和书评作者的反馈意见在少数地方进行了小的改动, 我们在此对提供这些有用和富有建设性的意见和建议的每一个人表示感谢。虽然本书已拥有一定规模的读者群, 我们深深感到不能因此而产生自我满足, 我们仍然非常期待收到对更清楚地阐述书中内容有帮助的只言片语。

创造性是在声学、心理声学、录音工程、声频工程、音乐技术、音乐创作和音乐演出等领域走向成功的关键。无论是语言、音乐或其他声音, 我们的听觉最终听到的才是人类交流的根本所在。因此, 如果下一代要在这些领域取得进步, 对声学和心理声学基础的理解是很重要的, 这是我们撰写《音乐声学 & 心理声学 (第4版)》的精神动力所在。

David M. Howard (York,U.K.) 和 Jamie A. S. Angus (Salford,U.K.)

2009 年 6 月

目 录

第 1 章 声音	1
1.1 压力波和声音的传播	1
1.2 声强、声功率和声压级	17
1.3 声波的叠加	22
1.4 平方反比定律	31
1.5 声波的反射、干涉和衍射	36
1.6 时域和频域	54
1.7 频谱分析	59
参考文献	67
第 2 章 听觉特性	69
2.1 听觉系统的构造	70
2.2 临界频带	77
2.3 频率和声压级可听范围	82
2.4 响度感觉	84
2.5 噪声引起的听力损失	92
2.6 听觉对声源的定位能力	98
参考文献	109
第 3 章 乐音与和声的物理和生理基础	111
3.1 乐音	111
3.2 音高感知理论	120
3.3 乐音的听音	136

2 音乐声学 & 心理声学 (第4版)

3.4 音律	144
参考文献	150
第4章 乐器的声学模型	151
4.1 乐器的“输入—系统—输出”模型	151
4.2 弦乐器	153
4.3 管乐器	165
4.4 打击乐器	192
4.5 语声和歌声	199
参考文献	212
第5章 音色感知与听觉幻觉效应	217
5.1 什么是音色	217
5.2 音色的声学特性	219
5.3 音色的心理声学	227
5.4 管风琴作为音色合成器	237
5.5 听觉的“欺骗”效应	243
参考文献	259
第6章 听音的声学环境	261
6.1 封闭空间的声学特性	261
6.2 房间简正模式和驻波	299
6.3 吸声材料	315
6.4 扩散结构	320
6.5 隔声	326
6.6 房间边界对扬声器输出频率特性的影响	331
6.7 箱体衍射效应的减小	333
参考文献	337
进一步阅读	338
第7章 声学和心理声学相结合的应用	339
7.1 审听室设计	340
7.2 纯音和语音听力测试法	355
7.3 心理声学测试	362

7.4 滤波与均衡	367
7.5 公共广播系统	375
7.6 降噪耳机	388
7.7 “蚊子单元”和“青少年蜂响器”铃声	389
7.8 音频编码系统	391
7.9 本章总结	407
参考文献	407
进一步阅读	409
附录 1 傅里叶变换	411
A1.1 傅里叶定理	411
A1.2 傅里叶分析	413
A1.3 傅里叶级数的复数形式	413
A1.4 非周期信号的频率分析：傅里叶变换	414
A1.5 卷积定理	416
A1.6 傅里叶变换举例：单脉冲信号	416
A1.7 离散傅里叶变换	418
附录 2 求解 ERB 等式	421
附录 3 频率比与音分之间的换算	423
附录 4 混响时间公式的推导	425
附录 5 不同频率和表面材料混响时间公式的推导	429
附录 6 扬声器尺寸对指向性的影响	433
A6.1 点声源阵列	433
A6.2 在扩散体设计的应用	438
A6.3 在扬声器阵列的应用	438
A6.4 在恒指向性号筒的应用	440
A6.5 号筒口或阵列尺寸对声束宽度的影响	443
参考文献	444
进一步阅读	445
附录 7 CD 听音项目一览表	447

第 1 章 声音

声音是大自然中存在的一种现象，没有人会否认它的存在。我们的周围充满了噪声，甚至在我们出生之前就已经置身于噪声的包围之中。什么是声音？声音如何传播？如何定量地表示声音？本章的主要目的是介绍声音的基本要素、声音的传播方式以及其他有关问题。在此基础上，我们才能进一步了解声音的基本性质及其在不同声学环境中的传播特性，并了解乐器工作的声学原理以及声音与人耳听觉之间的相互作用关系。

1.1 压力波和声音的传播

从物理学上说，声音实际上是媒质的机械扰动。这些媒质可以是空气、固态物质、液态物质或其他气体。然而，这种简单的描述不足以说明媒质的扰动到底是怎样传播的，以及为了能够传播，媒质还需要具备其他哪些性质。因此，关于什么是声音，需要一个更准确的描述，在此基础上，才能够分析并预测声音在不同声学环境中的传播和存在方式。