

Media

TECHNOLOGY

传媒典藏

音频技术与录音艺术译丛



Focal Press
Taylor & Francis Group

The **AudioExpert**
Everything You Need to Know About Audio

音频手册

发烧友与录音师必备音频技术指南

[美] Ethan Winer 著 赵新梅 译



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

音频技术与录音艺术译丛

The **AudioExpert**
Everything You Need to Know About Audio

音频手册

发烧友与录音师必备音频技术指南

[美] Ethan Winer 著 赵新梅 译

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

音频手册：发烧友与录音师必备音频技术指南 /
(美)温纳(Winer, E.)著；赵新梅译. — 北京：人民
邮电出版社，2015.6
(音频技术与录音艺术译丛)
ISBN 978-7-115-38687-8

I. ①音… II. ①温… ②赵… III. ①音频技术—手
册 IV. ①TN912-52

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第056753号

版权声明

The Audio Expert: Everything You Need to Know About Audio, 1st Edition by Ethan Winer.

ISBN 978-0-240-82100-9

Copyright©2012 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 [美] Ethan Winer

译 赵新梅

责任编辑 宁茜

责任印制 周昇亮

◆ 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>

北京艺辉印刷有限公司印刷

◆ 开本：800×1000 1/16

印张：33

2015年6月第1版

字数：799千字

2015年6月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字：01-2013-6218号

定价：129.00元

读者服务热线：(010)81055339 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

内容提要

本书采用了 400 多张图片和照片进行解释说明，因此，这本简单易懂的书可以让你对音频理论与实践有一个深入了解。作者伊森·温纳（Ethan Winer）借用基本常识、平实的语言以及少量的简单数学，使你无需具备工程学位就能理解最高深、最高技术水准的音频知识。

如果你是一位中、高级的录音师或发烧友，你一定已经对音频的基本工作方式有所了解了，那么本书将带你超越这一层次。本书把音频的概念、听觉感知理论和声学理论、乐器物理学以及电子技术基础等知识交织在一起，展示了它们彼此间的关系。

本书不仅仅是向您展示如何使用音频设备，诸如均衡器和压缩器，作者还介绍了它们的内部工作方式、技术规格及如何测量等。全书包含许多实用小窍门、技巧、建议，以及大量的技巧揭秘。

本书所有讲解与平台无关，适用于 Windows 和 Mac 操作系统，也适用于大多数软、硬件。

丛书编委会主任简介



李伟，生于1952年，沈阳人。20岁在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，之后赴德国柏林艺术大学（UdK）音乐学院录音专业攻读硕士学位，师从录音大师J. N. 马蒂斯教授。学成回国后调入中国传媒大学（原北京广播学院）任教，出版专著《立体声拾音技术》、主编《现代录音技术丛书》。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，亚洲录音艺术与科学（广州）文化节“音乐录音作品”评委。

音频技术与录音艺术译丛

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

（以下文字模糊，疑似为编委会成员名单或出版信息）

（以下文字模糊，疑似为出版年份或页码）

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。我国在声音设计与制作领域的理论研究与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，与欧美发达国家相比较，我国在该领域还存在一定的差距。中国传媒大学影视艺术学院录音系，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副社长蒋伟先生，他曾亲自到我系就本套书的出版事宜进行指导。感谢宁茜编辑，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

献给我的妻子——艾丽·马丝特兰赫洛·温纳

(Elli Mastrangelo Winer)！在我写这本书的十个月里，

她忍受了多次推迟的晚餐，还错过了很多弹球游戏。

作者简介

伊森·温纳是一位改革派的摇滚乐吉他和贝司手。1992年，43岁的他卖掉了自己经营得很成功的软件公司，拿起了大提琴。在不同时期，伊森做过不同的工作，录音工程师、演播室音乐家、计算机程序员、电路设计师、作曲/编曲、技术文章作家以及大学老师。除了计算机编程方面的畅销书之外，他还在音频和计算机杂志上发表过100多篇专业文章，这些杂志包括《Mix》、《PC Magazine》、《Electronic Musician》、《EQ Magazine》、《Audio Media》、《Sound on Sound》、《Computer Language》、《Microsoft System Journal》、《IBM Exchange》、《Strings》、《Keyboard》、《Programmers Journal》、《Skeptic》、《The Strad》、《ProSound News》，以及《Recording》。同时，伊森也因为他在在线音频论坛上发表不说废话的音频技术文章而闻名（当然有些人可能会认为他没名气）。

除了在音频和计算机方面的兴趣之外，伊森还制作了两个很流行的大师级的视频，表演者是著名的大提琴家伯纳德格林豪斯，另外还为 Music Minus One 制作了五张 CD，其中一张是他自己的大提琴协奏曲。他的 Cello rondo 视频在 YouTube 和其他网站上的点击观看量过百万。除了写作、演奏和录制流行歌曲外，伊森还组建了三个管弦乐队，所有乐队均公开演出。他还参加了一些业余管弦乐团的演出，并担任首席大提琴手。

伊森和他的妻子艾丽以及一只叫诺亚的猫住在康涅狄格州的新米尔福德。2002年，他开始经营一间名为 RealTraps 的公司，主要生产低音吸音板和其他声学处理材料，直到现在。在不看《The Simpson》节目重播、不写音乐时，伊森喜欢做饭和玩他收藏的古董弹球机。

感谢篇

这里务必要感谢那些多年以来给我很大影响并教会了我“技术是如何工作的”人。首先是 Marty Yolles, 在我 12 岁时, 他占用了自己很多个周六的下午来帮我彻底大修一台老式割草机, 以便日后它可以作为一台自制的小推车为我所用。后来, 在我青少年时期以及二十出头的时候, Cliff Mills、Alan Podell、Marvin Fleishman 等人都非常耐心和蔼地腾出他们宝贵的时间, 来回答我这个新手提出的无数个音频和无线电技术方面的问题。再后来, Leo Taylor 和我设计并制作了几台模拟合成器以及其他音频设备, 基本上是 Leo 包揽了全部的设计工作, 而我全部的工作就是向他学习。Leo 是惠普公司的一名工程师, 因此在我们制作、调整自己设计的设备期间, 我可以接触到各种类型的音频测试装置。最后, 我要特别感谢 Bill Eppler, 他是我 30 多年的朋友、良师益友, 是我所有技术方面问题的指导老师。

我提到这些影响是因为, 除了维修割草机和制作电子设备, 这些人还教会了我应该自由地分享信息以及要具有无限的耐心, 这被我称为“业余无线电道德规范”。我生长的年代里, 大约是 20 世纪 50 年代和 60 年代期间, 业余无线电非常普及, 很多城镇都有本地无线电俱乐部, 在那里, 你可以在友好而非正式的氛围中免费学到电子设备的相关知识。这种分享理念作为一种驱动力自始至终贯穿我的一生。正因为如此, 我在 1991 年写了第一本书, 这本书是写给计算机程序员的, 书中阐释了从未公开发表过的微软公司 DOS BASIC 语言编译程序的内部工作方式, 而在那时我已经拥有了一间软件公司, 而且我公司销售的产品是基于同样的工作原理! 我的公司是独一无二的, 因为我们的产品囊括了所有汇编语言的源编码, 因此, 人们不光获得了打包的解决方案, 而且能够了解到他们购买的程序是如何工作的。

有些人对自己所掌握的知识或者遮遮掩掩或者有所保留, 似乎与人分享了他们所知道的知识就意味着他们不再有价值或者不再被人需要了, 对于这些, 我都非常困惑、不能理解。因此, 时至今日, 我仍然继续帮助人们做声学音响方面的解决方案——通过在音频论坛上发帖子以及在我个人网站上写文章的方式, 尽管目前我自己的企业生产和销售的产品就是声学音响解决方案。

在过去的 10 个月里, 为了写这本书, 很多人做出了贡献并给予了我帮助。我要感谢 Focal Press 出版社的 Catharine Steers 能够了解到这本书的价值并使之最终出版。Carlin Reagan, 同样来自 Focal Press 出版社, 在整个撰写过程中给予指导。专业音频工程师和新闻记者 Mike River 对本书进行了技术评审, 提出了很多极有帮助的意见和建议。我的朋友, 大提琴手和电子工程师 Andy Woodruff, 提供了分贝公式的电子版格式, 并在大提琴的示范视频中进行了表演。我的另一个朋友, 黑带级别的电子工程师 Bill Eppler, 贡献了他相当多的智慧来进行事实验证, 给予同样帮助工作的还有传声器专家 Bruce Bartlett、视频专家 Mark Weiss、声学专家 Wes Lachot, 以及

扬声器行家 Floyd Toole。

必须要感谢的还有做萨克斯演奏示范的 Collin Wade；技艺精湛的小提琴手 David Gale；做钢琴示范的 Steve Isaacson 和 Terry Flynn；多年的音乐教师、专业编曲 Arnie Gross；技巧娴熟的拨弦乐手 Bob Spear；以及作曲家 Ed Dzubak，他在插件效果的示范中做出了贡献。我还要特别感谢 John Roberts，一位专业的电子工程师，也是自 20 世纪 70 年代我们一起工作以来的朋友，感谢他给予的很多宝贵建议。

引言

在过去数年里，出版了很多与音频相关的书，你可能会问，为什么我们还需要这么一本讨论同样问题的书呢？我准备从这本书“不是”什么来开始解释。本书不会解释当下流行的音频软件的特点，也不会讲述如何让一台特定型号的硬盘录音机发挥它的最大功效。本书也不会告诉你应该去买哪台家庭影院接收机和扬声器，或者怎么把歌曲下载到你的 MP3 播放器上。这本书讲述的内容，是基于假定你已经对高音和低音音箱的不同有所了解，并且已经知晓了线性扬声器信号电平为何物。但是也不会深奥到半导体物理或者用汇编语言来编码数字信号处理算法的程度。那些都是非常专业的问题，对于绝大多数录音工程师和音频爱好者来说几乎没什么用。不过，这本书也肯定不是写给初学者的！

本书的目标读者是具有中级到高级水平的录音师——正在从事这项工作并且有抱负的人群，还有那些音响发烧友，家庭影院业主以及销售和安装音频设备的人。从某种程度上来讲，本书将教给你先进的音频理念，这些理念可以应用到所有过去、现在和未来的技术中。简言之，这本书解释的是音频是如何真正“工作”的。它不光告诉你这是什么，还会告诉你为什么。它用最平实的语言深入探究了某些深奥的音频理论，用简单的数学表达来进行机械类比。书中解释了信号流程、数字音频理论、房间声学、产品测试方法、录音和混音技术、乐器、电子元件和电路以及其他更多的相关知识。因此，本书适合每一位想要真正了解音频技术、希望实践性的解释多于理论性介绍的读者。本书采用短章节的方式进行介绍，有利于读者消化吸收，每一个主题在进行深入探讨时都尽可能地采用了最清晰的语言，没有行话土语。需要你具备的只有真正的兴趣和学习欲望。

消除很多广泛存在于音频方面的误解，以及把音频保真度真正重要和不重要的方面解释清楚，都是同等重要的事情。甚至很多专业的录音师，本应对音频方面的常识有更好的了解，也免不了时常陷入一些反科学的、不合逻辑的理念当中。其实，50 多年以来，绝大部分有关音频的知识我们都已经非常了解了，近年来只有少许增加。然而，人们如今仍在为银质或无氧铜电缆的价值争论不休，或者即便没人能听到或感受到超出人耳听阈范围的频率，也仍然认为需要采用超高采样率。

在互联网时代，任何人都可以建博客或者在论坛上发帖子来宣称自己就是“专家”。音频杂志刊登那些与流行明星们进行的无休止的访谈，这些访谈交流的内容却都是他们并不了解的音频和录音方面的问题。因此，这本持有适度怀疑论和保护消费者利益的书，讨论的内容绝对都是与我所了解的知识密切相关的。很多具有“魔力和伪科学性”的音频产品，价格常常与质量相去甚远。

希望你能发现，这本书比“音频食谱”和“使用者指南”有更大的价值，因为它向你传授的知识让你不再迷惑，它教会你如何区分真正的科学与市场炒作。一旦你真正理解音频是如何工作的，你就知道最新畅销的产品和宣传炒作背后的用意是什么。因此，我不会告诉你应该去买什么型号的功放，我只会详尽地解释好的功放是什么样的，这样，你自己就能英明地、不花冤枉钱地选择到一台一流的功放。

最后，本书中为很多文字解释配上了音频和视频的案例。如果你从未使用过专业的录音软件，你将会看到压缩器和均衡器以及其他常见的音频处理设备是如何工作的，也将会听到使用效果。书中讲到机械共振和电子共振时，你可以播放演示视频，以便更好地领会到共振为什么在音频领域是如此重要的一个概念。我虽然会用自己熟悉的软件来做案例，但是阐述的基本概念和原理却是适用于所有音频软件和硬件的。一些流行乐曲和其他音乐类型的例子，本文通书都会提及，如果你对某段音乐不是很了解的话，可以去 YouTube 上找，绝大部分都很容易找到。

作为一个具有创造性的项目，我们还额外提供了一些有益的内容。所以一定记得去同一个网站上找一个附录，位置就在本书提供的音频和视频案例的下方。欢迎你浏览我自己的主页——www.ethanwiner.com，以获得更多的信息。

网站额外提供的内容

本书提供了大量在线素材。除了有额外的三章内容，还提供了本书的音频和视频演示以便读者更好地理解书中解释的内容。与音频相关的计算用电子表格和其他软件列出。以上所有内容均在本书网站上提供：<http://www.theaudioexpertbook.com/>。另外，本书网站还包含了 YouTube 视频资料的外部链接、相关文章和技术论文，以及书中提到的软件，这样，如果需要使用的話，你就不必自己录入了。

目 录

第 1 部分 音频的定义	1
第 1 章 音频基础	3
1.1 音量与分贝	3
1.2 标准信号电平	5
1.3 信号电平与计量	6
1.4 分贝的计算	7
1.5 频率	7
1.6 图解音频	9
1.7 标准倍频程与 1/3 倍频程	10
1.8 滤波器	10
1.9 移相和延时	15
1.10 梳状滤波	17
1.11 傅立叶变换和快速傅立叶变换	21
1.12 正弦波, 方波和粉红噪声——我的天呐!	22
1.13 共振	27
1.14 音频术语	28
1.15 零差检测	29
1.16 总结	30
第 2 章 音频保真度, 测量, 以及各种误区	32
2.1 高保真度的定义	32
2.2 四个参数	33
2.3 谎言, 可恶的谎言以及音频设备规范	36
2.4 测试设备	38
2.5 音频透明度	41
2.6 常见的音频误区	42
2.7 堆叠误区	45
2.8 辨别误区	48

2.9 大图	49
2.10 小结	49
第3章 听觉, 感知, 以及人为问题的可闻度	51
3.1 弗莱彻—门逊与掩蔽效应	53
3.2 失真与噪声	54
3.3 抖动	55
3.4 可闻度测试	56
3.5 高频颤动噪声与截断失真	58
3.6 聆听比本底噪声还低的声音	58
3.7 频响改变	59
3.8 超声波	61
3.9 振荡拖尾	62
3.10 混叠	66
3.11 相移	66
3.12 绝对极性	67
3.13 耳朵不是线性的!	68
3.14 盲测	68
3.15 心理声学效应	71
3.16 安慰剂效应与期望偏差	73
3.17 当主观感受(几乎)正确时	74
3.18 小结	80
第4章 插进来和送出去	82
4.1 音频信号	82
4.2 音频连接线	83
4.3 音频连接头	87
4.4 跳线盘	92
4.5 阻抗	94
4.6 小结	97
第2部分 模拟录音和数字录音, 处理过程以及录音方法	99
第5章 调音台, 母线, 路由, 以及合成	101
5.1 独听, 哑音和通道路由	103
5.2 母线分配和路由	104
5.3 调音台自动化	105
5.4 调音台的其他功能	107

5.5	数字音频工作站软件及混音	108
5.6	声像电位器法则	110
5.7	将数字音频工作站与调音台相连	111
5.8	输入和输出	111
5.9	设置录音电平	115
5.10	使监听信号带有效果	115
5.11	Windows 的混音器	116
5.12	相关的数字音频工作站建议	118
5.13	5.1 环绕声基础	118
5.14	合成	122
5.15	增益调整	123
5.16	传声器前置放大器	124
5.17	前置放大器输入阻抗	124
5.18	前置放大器噪声	125
5.19	干净和平坦是关键	126
5.20	小结	127
第 6 章	录音设备与方法	128
6.1	录音硬件	128
6.2	模拟磁带录音	128
6.3	磁带偏置	129
6.4	磁带预加重和去加重	130
6.5	选同步技术	131
6.6	磁带降噪	131
6.7	磁带预失真	132
6.8	模拟磁带的缺点	132
6.9	数字录音	134
6.11	盒子内与盒子外	135
6.12	录音电平	136
6.13	录音方法	137
6.14	数字音频工作站的特别建议	138
6.15	复制保护	139
6.16	传声器类型和分类方法	140
6.17	传声器使用技巧	141
6.18	3:1 原则	146

6.19	传声器的摆放位置	147
6.20	DI=直接输入	149
6.21	其他的录音注意事项	150
6.22	先进录音技术	153
6.23	变速	153
6.24	小结	155
第7章 混音设备及混音方法		156
7.1	音量自动化	156
7.2	编辑	157
7.3	音乐混音的基本策略	158
7.4	要有规划	159
7.5	监听音量	159
7.6	参考混合	160
7.7	声像调整	160
7.8	低音要做好	161
7.9	避免混响过大	161
7.10	检查你的混音作品	162
7.11	把信号变苗条	162
7.12	距离与纵深	162
7.13	母线与插接	162
7.14	推子前与推子后, 哑音与独听	163
7.14	房间声	163
7.15	感觉稍纵即逝	164
7.16	要有创意!	164
7.17	盒子内与盒子外——是的, 又说一次	165
7.18	使用数字音频工作站软件	166
7.19	滑动编辑和交叉衰减	169
7.20	次级音轨	169
7.21	电平归一化	170
7.22	编辑与合成	170
7.23	处理终混信号	172
7.24	谁是第一个	172
7.25	时间线对齐	173
7.26	编辑音乐	173