

实用助听器原理与技术

Compression for Clinicians

(第2版)

著者 Theodore H. Venema

译者 张戌宝 田 岚



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

实用助听器原理与技术

Compression for Clinicians

(第2版)

著 者 Theodore H. Venema

译 者 张戎宝 田 岚



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

实用助听器原理与技术/(加)韦纳玛(Venema, T. H.)著者;
张戎宝, 田 岚主译. —2 版. —北京: 人民军医出版社, 2013. 3
ISBN 978-7-5091-6358-0

I. ①实… II. ①韦… ②张… ③田… III. ①助听器
IV. ①TH789

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 042403 号

策划编辑: 孟凡辉 文字编辑: 韩 志 责任审读: 吴 然
出版发行: 人民军医出版社 经销: 新华书店
通信地址: 北京市 100036 信箱 188 分箱 邮编: 100036
质量反馈电话: (010)51927290; (010)51927283
邮购电话: (010)51927252
策划编辑电话: (010)51927300-8802
网址: www.pmmmp.com.cn

印、装: 北京国马印刷厂
开本: 850mm×1168mm 1/32
印张: 9.25 字数: 230 千字
版、印次: 2013 年 3 月第 2 版第 1 次印刷
印数: 0001—2500
定价: 45.00 元

版权所有 侵权必究
· 购买本社图书, 凡有缺、倒、脱页者, 本社负责调换

[Compression for Clinicians, 2nd Edition]

[Theodore H. Venema 张戌宝 田岚]

Copyright © 2006 by Delmar, a part of Cengage Learning.

Original edition published by Cengage Learning. All Rights reserved.

本书原版由圣智学习出版公司出版。版权所有,盗印必究。

People's Military Medical Press is authorized by Cengage Learning to publish and distribute exclusively this simplified Chinese edition. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only (excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan). Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. No part of this 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.

本书中文简体字翻译版由圣智学习出版公司授权人民军医出版社独家出版发行。此版本仅限在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区及中国台湾)销售。未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

978-7-5091-6358-0

Cengage Learning Asia Pte. Ltd.

151 Lorong Chuan, #02-08 New Tech Park, Singapore 556741

本书封面贴有 Cengage Learning 防伪标签,无标签者不得销售。

著作权合同登记号:图字 军-2013-022 号

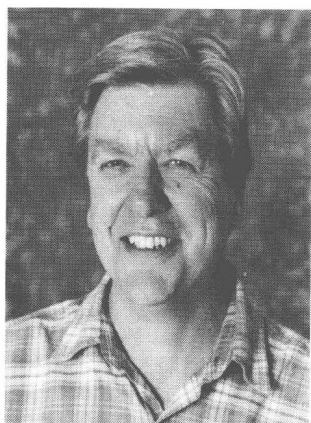
内容提要

本书分三部分介绍了助听器的临床原理和技术。第一部分介绍人类听觉器官的结构功能和听觉原理,分析人类听觉障碍的生理学原因。第二部分讨论助听器适配的科学原理和方法:从早期的线性放大、半数增益法到当今的期望感觉音量(DSL)方法、国家声学实验室-非线性第一版(NAL-NL1)方法等都作了介绍;同时,阐述助听器适配的核心——压缩技术。第三部分介绍内置微处理器的数字助听器及其使用的多种语音信号数字处理技术:压缩的数字组合、可编程多频道、反馈啸叫相消、方向性麦克风和数字噪声衰减等技术。还以几种高档数字助听器作为实例讨论了这些技术的应用效果,分析了它们在语音助听方面的利弊,使读者加深对这些技术的了解。本书适合于听力学专家、临床听力工作人员、助听器市场工作人员和听力障碍患者阅读参考。

献 辞

本书献给我的两个女儿 Kathryn Ashley 和 Angela Dawn。Kathryn 在 1994 年 3 月 26 日来到这个世界,在美国 Alabama 州 Opelika 市。她是一个特殊的小孩,她在这里的工作不是学习而是教育(译者注:意指有听觉疾病)。另一个天使进入我们的生活是在 1997 年 3 月 24 日,在加拿大 Ontario 省 Kitchener 市;因此,我们为她起名 Angela。她们的母亲 Laura Kathryn 和我因为有她们俩而感到非常骄傲。

作者介绍



Ted Venema 1977 年在 Calvin 学院获得哲学学士学位,1988 年在 Western Washington 大学获得听力学硕士学位。作为一个临床听力学家,在多伦多加拿大听力协会工作 3 年后,他返回学校,1993 年在 Oklahoma 大学完成了听力学博士学位。他在 Alabama 的 Auburn 大学作助理教授 2 年。1995—2001 年他在 Unitron Hearing 公司工作,从事新助听器的外场试用,进行一些国内外的讲座。2001—2006 年他担任 Western Ontario 大学的助理教授。1995—2004 年,他在多伦多 George Brown 学院兼职教助听器专家课程。这九年中,他在 Unitron 公司整整工作了 6 年而在 Western Ontario 大学工作了 3 年。自 2005 年以来,他任教于在 Kitchener 的 Conestoga 学院,从事新的助听器专家课程。Ted 不间断地在校外进行有关听力损失和助听器的讲座。

作者 Ted 给中国读者的信

各位读者好！我编写的书《Compression for Clinicians》现译成中文出版。我希望本书的中文版将有益于中国的听力学和助听器事业。

助听器及其适配的领域有着很有趣的发展过程，迄今已有 20 多年的历史。耳声发射的发现预示着描述外毛细胞作用的新方法，其作用与内毛细胞的不同。用别的方法无法触及到耳蜗的这个途径影响着为感音神经性听力损伤而设计的压缩方法。重要的是我们要认识到助听器的开发在 20 世纪 90 年代初期已开始兴起并受到人们的重视，也就是在 1997 年首批数字助听器出现之前。最后一代模拟助听器率先采用了宽动态范围压缩、多频道和可编程技术。自那时开始，助听器中的数字技术除在压缩方面应用外，还在向其他方面扩展。例如，自动反馈啸叫衰减、数字噪声衰减和自动/自适应方向性麦克风技术等的应用。如今，当我们为听力受损者验配助听器时，给出许多不同特性的和有益的可选项；而且针对某个个体听力方面的特性和参数作一个最佳组合。

中国在听力学（包括教学和科研）、助听器技术和助听器销售方面已取得很大的进步。在中国许多大学已展开听力学的教学和研究；许多制造厂家在生产与听力有关的元件、器件和助听器。近年来，中国大学的研究人员在国际刊物上已发表了他们在听力学方面的成果。在加拿大的 Halifax 省 Nova Scotia 市，一些中国的耳鼻喉科医生被 Dalhousie 大学授予加拿大听力学证书。每年有越来越多的中国临床听力专家参加一些国际听力学会议。

本书适合于两类读者使用：一是在听力康复领域经验不多的工作者；二是有经验的听力专家，他们想更新他们的助听器知识。事实上，原英文版书已被某些国家选作听力学课程的教学参考书，指的是 1998 年第 1 版书出版后的第 2 版。初始的第 1 版把压缩作为它的主要目标。后来的第 2 版包括了当今数字助听器中的许多先进技术，如方向性麦克风、数字噪声衰减和自动反馈啸叫相消等。目前，几乎所有的助听器都是数字的。2006 年当本书第 2 版开始出版时，目标是将它作为一个从模拟助听器到数字助听器过渡的桥梁。因此，读者将看到许多历史性文献。如今当数字助听器开发已成为规范时，认识到它们中并入的硬件和适配软件的复杂性源于当时最新的模拟技术，这一点是重要的；至今，这个复杂性还在与日俱增。

将本书翻译成极有用的中文版是我的荣幸。感谢张戌宝博士和田岚博士认真地将原书从英文译成中文。我也感激张戌宝博士所付出的全部努力和不倦的工作把此重任不断向前推动。

V. Ted

2012 年 5 月 30 日

译者前言

作者 Ted Venema 在前言中已对原书英文版的编写目的、指导思想以及内容安排讲述清楚,这里不必赘述。下面将作者和该书的翻译情况作一些简单介绍。

Ted 曾与我们工作于同一家助听器公司 Unitron Hearing (2000—2001 年)。其间,我们参加了 Ted 开办的有关听力学和助听器技术的讲座。张戌宝学习过他亲自教授的助听器专家课程一年(本书为教材,2006—2007 年)。Ted 以他丰富的听力学、声学理论知识和助听器实践经验给我们留下了极深的印象。同时,他坦诚而风趣的讲演使听者无不称赞。他的这一风格在本书中也有所体现。

中国的助听器产业与国外的相比起步较晚,大概是 20 世纪 90 年代。但这十几年来,中国的听力学和助听器技术发展如雨后春笋,目前可以说是已进入了国际竞争的行列。中国有许多听力学教育工作者、听力康复工作者、专家需要了解和掌握国外在听力学和助听器技术方面的发展状况和新近成就。此外,大量的中国听力受损者也渴望了解现代助听器的原理和选配方法。为此,我们在 Ted 的支持和帮助下翻译了此书,期望能对阅读此书的各类人员给予帮助:了解基础听力学和现代助听器技术。翻译中我们力求忠实于原文,中文表达准确、流畅。为了方便一些读者阅读英文原著,我们还将原文中的有关听力学、声学 and 助听器技术的行业部分用语汇总成一英汉对照简表,列于书末,以供参考。

参加本书翻译的有张戌宝(前言、第 5~8 章和附录)和田岚

(第1~4章)。吴真对译稿全文进行了认真阅读并对译文提出了宝贵的润色建议。

原著作中少量明显的印刷错误,在翻译时已作了修订,但未一一注明。由于译校者的水平有限,本书难免存在错误和不妥之处,希望读者给予指教。

译者

于加拿大

2012年7月1日

前 言

本书的目的是为那些正在学习想成为听力康复工作者,如听力学家、助听器专家等使用。它也为那些在助听器选配场所工作若干年的临床听力人员以及那些想更新自己的助听器知识的各类人员使用。

令人鼓舞的是在过去的 15 年中助听器已发生很大的变化。1990 年,当我离开临床听力工作去攻读听力学博士学位时,我习惯于使用半数增益规则来适配线性助听器。1990—1993 年,我忙于学校深造时,模拟助听器技术领域已取得了相当的进展;例如 KAmP™ 电路,多频道/可编程宽动态范围压缩(WDRC)助听器,当然,还有全耳道式(CIC)助听器。随着这些产品的出现,新的“阈值上的”助听器适配方法也开始在多数普及类的期刊中介绍。所有这些进步就发生在 20 世纪 80 年代末耳蜗知识的指数式增长之后。耳声发射现象的发现预示了描述外毛细胞作用的新方法,因为它与内毛细胞的作用截然不同。用别的方法无法探索耳蜗的这个途径影响着助听器压缩的方法,指为那些有感音神经性听力损失的人设计的压缩方法。当我重新进入这个实际世界时(1995 年返回),有许多知识需要我去充实和探讨。

1995 年我开始在 Unitron(译者:助听器厂家)工作,继续学习,在那里得到了更多的知识。20 世纪 90 年代末是助听器发展令人激动的时期。依我看来,那个时期是动态范围压缩的黄金年代。有关压缩的学术报告盛行于各种会议。所有的助听器仍然是模拟电路的,且基于这个事实,它们被限制提供仅某一种压缩的类型。因为助听器的选择和设置完全依赖于这些知识,临床听力人

员不得不掌握好它们。

本书的第1版于1998年出版,确实是我自己直到那时学习的成果。当时的愿望是澄清和汇合在我们的临床场所形成的许多概念。特别是那些有联系、有纠缠和套叠在一起的关于压缩和助听器的概念,就是我们临床听力人员以前听到的那些。读者还没发现助听器新的边沿研究。为此,我希望清楚地解释许多与压缩和助听器有关的烦人术语,也希望使得那些为提高生活质量而适配助听器的患者能清晰地理解它们。我那时认为且现在也认为如果此目标能达成,人们就可以应用这些压缩理念于任何助听器的适配,无论它是模拟还是数字电路的。那恰恰是故事的开始。

我写这本书的目的

本书是于1998年出版的第1版后的第2版。七八年过去了,情况在引人注目地不断变化。今天所有的助听器都是数字的。如果要那本书的全部跟上现今临床听力人员的步伐,那么现在是更新它的成熟时机了。此书确实是一坐跨越模拟到数字助听器过渡的桥梁。本书的读者将见到许多历史文献。当数字助听器规范化后,它们的有关硬件和适配软件的复杂性还在继续增加。

依我的观点,探索压缩的黄金时代已过,因为临床听力人员不再需要懂得压缩知识以适配数字助听器。临床听力人员可以简单地输入听力损失图,选择不多的变换式(适配方法),点击某“快速适配”选项,剩下的适配工作就是靠计算机自动地完成。探导管(真耳)测量以核实适配软件所预期的目标是否达到,这件事并不经常做了。

数字软件不单单是临床听力人员所关注的,而且已成为客户的关注点。就此而论这不是一件坏事。不过,适配软件已是用一些适配方法来运行,这些方法不再特别地要求许多压缩知识。为了适配今天的数字助听器,临床听力人员要列出具体的听音环境

(例如,每双周日客户听牧师在 20 米距离左边的宣讲是否有麻烦?)

压缩特性,也就是我们过去直接阐述的那些,有意被嵌入在适配软件的最外层中。如果临床听力人员确实要看什么在更深层中活动,大多数适配软件允许深层操作以便进一步调节压缩特性。不过,这存在多种可调特性和太多选择而造成巨大且异常复杂的组合损失的弊病。一些制造厂家已经预料到这点且关闭一些临床听力人员好奇的选项,这些选项会牺牲其产品的声音质量。我认为这就是一个理由:为什么今天的适配软件已采纳以客户为中心的、候听讯问情况的途径。

可是,我相信对模拟助听器中的压缩的理解一定对数字助听器中的压缩的理解是有帮助的。数字助听器已经合并多种压缩类型且组合它们在一起。再有,压缩和适配方法的知识,连同真耳测量的核实一起也都应用进去!因此,数字适配软件有点庞杂已成为必然趋势,但这不意味着我们不能决断或核实什么正在进行。软件仅仅预示着在真实耳中什么将发生:后续的测试将证实指定的功能是否一定产生。太多的临床听力人员只专注于软件使用,而几乎无人去进行结果的核实。

我最后想说的是:真实地评价和理解今日的数字助听器,每个人还必须温习压缩过去的含义。压缩知识的确产生了更多的临床控制技能。不要被新市场的术语所迷惑,临床听力人员可以(且应该)仅仅问它们真正的意思是什么。掌握了听力压缩的生理基础知识后,当我们比较和区分同时来到我们面前的数字助听器时,我们都能感触更多的意义。

本书的安排

本书共有 8 章和 2 个附录。

第 1 章给出一入迷的耳蜗简短描述并突显了毛细胞的功能像

一条“双向路”。在我们的耳蜗知识库中,这些重要的内容是后文中压缩技术某些类型的基础,如后面章节中要讨论的。压缩助听器的这一粗功能与积极、活跃的耳蜗高雅功能作了对比。

第2章描述耳蜗死区的理念和一种临床测试耳蜗死毛细胞区存在的方法。当然,这与适配方法和助听器有很大的关联;为什么要去适配一个没有毛细胞的频率区域?关于这个理念最迷人的事是:为了理解死毛细胞区域测试的基本理论,临床听力人员不得不自学令人开导的耳蜗生理学。

第3章描述助听器适配场所的一张大的图片并提供一个与视力测定和眼镜镜片验配的对比。在这两者之间的很大差别帮助解释为什么一开始我们就有如此之多的助听器适配方法。

第4章给出响度增长感觉的描述和压缩的必要性。它也给出两个流行的阈值上的适配方法的简短描述:期望的感觉音量(DSL)和国家声学实验室-非线性第1版(NAL-NL1)。在它们十分不同的方法中,这两个适配方法各自阐述响度增长感觉和呈现在助听器中的压缩。出现的问题是一种方法的适配隐含着像是反对另一种方法的适配。

第5章是本书的心脏,它概述、比较和对照今天临床听力人员所用的助听器压缩的许多类型。这些类型被凝聚且分类成感音神经性听力损失的两个临床阵营;轻度到中度和重度到甚重度的听力损失。在本章也描述了各种压缩类型在临床的应用。

第6章把助听器技术继续向前推进了一步,对助听器中的术语“可编程”和多频道”作简短的讨论。

第7章专门描述数字助听器。在数字助听器中独特存在的各种特性,包括原本位置的听力测试、与频带和频道有关的数字结构、压缩类型的数字组合、自动的反馈啸叫衰减、低声压增益扩展和数字噪声衰减。噪声衰减的一些具体类型在后面也要讨论。

第8章开始综述性讨论方向性麦克风和它如何工作。本章用

临床方向性麦克风测试时的得益与数字噪声衰减的得益作对比且讨论出一些结论。除了介绍我们在助听器电路和精细适配方面最近的进展外,我们还用大量篇幅去模仿人类耳蜗的完美性。

附录 A 是一段目前助听器使用的各种放大器类型的描述。附录 B 为各章后面复习题的答案。

本书的特点

本书在风格上十分类似它的第 1 版。第 2 版要提到的一个新特点是在每章后面有附加的复习题。一些题目的继续研究是本书的另一特点,它们出现在第 2 章和第 4 章。

本版的新内容

本书从第 1 版到第 2 版有许多修改。耳蜗死区的题目在第 1 版没有论及。这个题目包括在第 2 章。

第 4 章也作了扩充修改,面貌全新。第 1 版包括了四个不同的阈值上的适配方法:其图 6 中的方法 IHAF (独立式助听器适配论坛)、DSL 和 NAL-NL1。自 1998 年以来,仅 DSL 和 NAL-NL1 最广泛地被采用。它们都被特别而全面地包括在本版中。

另外,在第 1 版中可编程的和多频道的助听器连同很少的数字助听器内容在第 5 章中论述了。在第 2 版中,可编程和多频道的理念在第 6 章分别作了讨论,因为它们本身就与助听器在一起。

第 7 章特别地奉献给数字助听器。数字助听器中存在的压缩、数字噪声衰减、自动反馈啸叫衰减、低声压增益扩展等,在本章作了专门而全面讨论。

在第 1 版中,作为第 2 章的一个副标题,方向性麦克风被简述了。在本版书中,对方向性麦克风的讨论现在占了第 8 章的一半多。第 8 章也对比方向性麦克风和数字噪声衰减的十分不同的临床得益。

总之,在本书第2版中有旧版中的一整章完全被删掉(第6章),而增加了新的3章(第2、7、8章),即过去共6章的书成了现在8章的书。

致谢

正如本书第1版那样,我想让 Unitron Industries Ltd 公司的工作人员记住我感激他们的帮助和让我在那里工作6年的机会。我想让 Paul Darkes,以前在 Unitron 工作,后来在 Phonak(译者注:助听器厂家)工作,现在又回到 Unitron,知道我确实感激他给我的助听器方面的全部培训。在数字信号处理结构的各种类型的基本理解方面,我也要感谢 Gennum(译者注:芯片厂家)的 Steve Armstrong,瑞士 Bernafon(译者:助听器厂家)的 Tom Scheller 和 Unitron 的 Mark Schmidt,Leonard Cornelisse,Robert Walesa,感谢他们的帮助和教诲。

我的妻子 Laura Venema 承担了大部分家务,让我能空出很多时间来完成本书的写作。感谢你,我的妻子,没有你我不可能完成本书。我的两个女儿不断地称赞我是最好的父亲。

Theodore