

言语听觉科学专业系列教材

Y A N Y U K E X U E J I C H U

言语科学基础



万勤 © 编著

书馆



华东师范大学出版社

本书受国家自然科学基金青年科学基金项目资助
项目号：81301678

言语听觉科学专业系列教材
Y A N Y U K E X U E J I C H U

言语科学基础



万勤 © 编著

图书在版编目 (CIP) 数据

言语科学基础/万勤编著. —上海:华东师范大学出版社,2013. 11

ISBN 978-7-5675-1437-9

I. ①言… II. ①万… III. ①语言学 IV. ①H0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 284781 号

言语科学基础

编 著 万 勤
项目编辑 范耀华
审读编辑 章 悬 王小双
责任校对 时东明
装帧设计 俞 越

出版发行 华东师范大学出版社
社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062
网 址 www.ecnupress.com.cn
电 话 021-60821666 行政传真 021-62572105
客服电话 021-62865537 门市(邮购)电话 021-62869887
地 址 上海市中山北路 3663 号华东师范大学校内先锋路口
网 店 <http://hdsdcbs.tmall.com/>

印 刷 者 常熟市文化印刷有限公司
开 本 890×1240 16 开
印 张 20
字 数 600 千字
版 次 2016 年 9 月第 1 版
印 次 2016 年 9 月第 1 次
书 号 ISBN 978-7-5675-1437-9/G·7005
定 价 45.00 元

出 版 人 王 焰

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社客服中心调换或电话 021-62865537 联系)

目 录

第一编 概 论

第一章 言语和语言	3
第一节 言语	3
一、言语的定义	3
二、言语交流	4
三、言语的产生	5
第二节 语言	8
一、语言的定义	8
二、语言的组成成分	8
第三节 语言和言语发展	9
一、语言学习理论	10
二、语言遗传理论	10
第二章 言语科学的发展	11
第一节 Helmholtz: 言语声学	11
第二节 Sweet: 语音学	12
第三节 Bell: 聋人教育	12
第四节 Stetson: 言语生理学	13
第五节 Dudley: 言语合成	14
第六节 Cooper、Liberman 和 Delattre: 言语感知学	14
第七节 未来发展	15
一、言语科学的发展方向	15
二、言语科学研究的信息共享	16
三、言语科学的学科发展	16

第二编 言 语 声 学

第一章 声学基础	21
第一节 气压与声波	21
一、气压的测量	21
二、空气的运动	22
三、空气的压强、体积和密度	23
四、声音在气压中的变化	23
五、弹性和惯性	24
六、声波	25
七、声波的属性	25

八、波形图和频谱图	31
第二节 声音的特性	33
一、频率和音调	33
二、振幅和强度	34
第三节 共鸣	38
一、自由振动和受迫振动	38
二、共鸣器	38
第二章 言语声学测量	42
第一节 言语声学的发展史	42
一、简介	42
二、阶段性发展	42
第二节 言语声学的数字信号处理	46
一、简介	46
二、言语信号数字处理技术	47
第三编 言语解剖与生理	
第一章 基本概念	69
第一节 解剖与生理的定义	69
第二节 解剖学术语	69
第三节 体腔	70
第二章 细胞与组织	71
第一节 细胞	71
第二节 组织	72
一、上皮组织	72
二、结缔组织	72
三、肌肉组织	74
四、神经组织	75
第三章 骨骼与肌肉	77
第一节 骨骼、骨和关节	77
一、骨骼	77
二、骨	77
三、关节	77
第二节 脊柱和胸部骨骼	79
一、脊柱	79
二、胸部骨骼	80
第三节 头颅	81
一、脑颅骨	82
二、面颅骨	84
第四节 肌肉与骨	85
第四章 神经系统	86
第一节 脑组织表面解剖结构	86
一、脑组织的外侧面	86
二、脑组织的内侧面	88
三、脑组织的腹侧面	89

四、脑组织的背侧面	89
第二节 脑组织横切面解剖结构	90
一、横切面 1: 在丘脑一端脑连接处的前脑	91
二、横切面 2: 在丘脑中部的前脑	91
三、横切面 3: 在丘脑—中脑连接处的前脑	93
四、横切面 4: 中脑嘴部	94
五、横切面 5: 中脑尾部	94
六、横切面 6: 脑桥和小脑	94
七、横切面 7: 延髓嘴部	95
八、横切面 8: 延髓中部	95
九、横切面 9: 延髓—脊髓连接处	95
第三节 脊髓	96
一、脊髓和脊神经的背侧面	96
二、脊髓和脊神经的腹外侧面	96
三、脊髓和脊神经的横切面	97
第四节 自主神经系统	97
第五节 脑神经	98
第六节 脑组织的血液供应	98
一、腹面观	98
二、外侧面观	99
三、内面观(脑干已切除)	99
第五章 呼吸系统	100
第一节 呼吸系统概述	100
一、呼吸的概念	100
二、呼吸的物理基础	100
第二节 呼吸道	101
一、上呼吸道和下呼吸道	101
二、气管与支气管	102
第三节 肺与胸膜连接	102
一、肺的形态	102
二、支气管树	103
三、胸膜	104
第四节 胸廓结构	104
第五节 呼吸肌群及其神经支配	105
第六章 发声系统	107
第一节 喉的骨架	107
一、喉软骨及其连结组织	108
二、喉关节	111
第二节 喉腔内的瓣膜组织	113
一、杓会厌皱襞	114
二、室带	114
三、声带	114
四、包膜体层模型	114
五、声门	115

第三节 喉部肌群	116
一、喉外肌群	116
二、喉内肌群	117
三、喉黏膜和韧带	121
第四节 喉的神经支配	121
第七章 共鸣系统	123
第一节 口腔	123
第二节 唇	124
第三节 牙齿	125
第四节 硬腭	125
第五节 软腭	126
一、软腭的肌肉	126
二、腭咽闭合	127
第六节 舌	128
一、舌的肌肉	128
二、言语过程中舌的运动	129
第七节 下颌	130
第八节 咽腔	131
第九节 鼻腔	132

第四编 言语产生学

第一章 呼吸系统与言语	135
第一节 言语呼吸功能	135
第二节 呼吸机制	137
一、肺容积	137
二、肺容量	138
三、肺容积和肺容量的意义	139
四、气体交换率	141
五、功能单位的概念	142
六、言语状态下的胸壁情况	143
七、呼吸模式的变化	143
第二章 影响言语呼吸功能的疾病	146
第一节 帕金森氏病	146
第二节 小脑病变	146
第三节 颈脊髓损伤	147
第四节 脑瘫	147
第五节 机械性通气	148
第六节 嗓音障碍	149
第七节 听力障碍	149
第三章 发声系统与言语	151
第一节 前发声阶段	151
一、第一项重要的调整工作	151
二、第二项重要的调整工作	153
三、第三项重要的调整工作	153

第二节 声带振动阶段	154
一、发声的肌弹性—空气动力学理论	155
二、嗓音基频	156
三、嗓音强度	156
四、嗓音微扰	156
五、发声压强和跨声门压强	158
第三节 声门波及其频谱特征	158
一、声门波	158
二、声门谱	158
三、声门波的特征	160
第四节 声区	160
一、声区	161
二、胸声区	161
三、假声区	162
四、脉冲声区	162
五、声区转换	163
第五节 嗓音基频和嗓音强度的控制	163
一、嗓音基频的控制	163
二、嗓音强度的控制	164
第六节 嗓音音质	164
一、嗓音音质的控制	165
二、嗓音音质和重读治疗法	166
三、嗓音音质的多维评估	167
第七节 声带和声道的物理模型	171
一、单自由度模型	172
二、双自由度模型	172
三、16 自由度模型	173
第四章 影响言语发声功能的疾病	175
第一节 嗓音障碍	175
第二节 神经性疾病	176
第三节 气管插管	177
第四节 喉癌	178
第五节 功能性嗓音障碍	178
第六节 口吃	178
第五章 共鸣系统与言语	179
第一节 共鸣的原理	179
一、共鸣腔	179
二、声道共鸣机理	181
第二节 共鸣系统	182
第六章 影响言语共鸣功能的疾病	185
第一节 运动性言语障碍	185
一、元音时长测量	185
二、元音共振峰	186
三、辅音测量	187

第二节 听力障碍	187
一、音位问题	188
二、仪器与听力障碍的言语治疗	188
第三节 语音障碍	189
第四节 气管切开术	190
第五节 腭裂	191

第五编 言语科学相关数学基础

第一章 图形表示法	195
第一节 等式的图形表示方法	195
第二节 具有间断点和渐近线的图形	196
第三节 使用 Excel 绘图	197
第四节 不等式的图形表示方法	199
第二章 微分	200
第一节 简介	200
第二节 变化的平均速度与割线的斜率	200
第三节 导数	202
第四节 基本函数的求导	203
第五节 组合函数的求导	204
一、当 a 为常数时, $af(x)$ 的求导问题	204
二、函数的和的求导	204
三、复合函数的求导(函数的函数)	204
四、反三角函数求导	206
五、两个函数的积的求导	206
六、两个函数的商的求导	207
第六节 微分的应用	207
一、力学	208
二、空气动力学	208
三、电路学	208
四、静电学	208
五、言语科学	208
第三章 积分	210
第一节 简介	210
第二节 积分的计算	210
一、常数的积分	211
二、和的积分以及 $af(x)$ 的积分问题	212
三、变量的积分	212
四、 $\int f(ax+b)dx$ 类型的积分	214
五、 $\int f(u)(du/dx)dx$ 类型的积分	214
六、分部积分法	216
七、运用三角恒等式求积分	217
第三节 积分的应用	218

一、力学	218
二、气体	219
三、电路	219
四、静电学	219
五、言语科学	219
第四节 定积分及其应用	221
一、定义	221
二、积分函数	222
第五节 定积分的近似计算方法	226
一、梯形法	226
二、辛卜生公式	227
第四章 复数	228
第一节 简介	228
一、复数的实部和虚部	228
二、复平面	228
第二节 复数的运算	228
一、两个复数的等式	228
二、复数的加法	229
三、复数的减法	229
四、复数的乘法	229
五、复数的共轭	229
六、复数的除法	229
七、复数的极坐标形式	230
第三节 复数的运用	230
一、二次方程求解	230
二、复数在交流线性电路中的运用	231
第四节 复数的指数形式	232
第五节 复数在言语科学中的应用	233
一、语音的频域分析	233
二、语音的线性预测分析	234
第五章 数列与级数	236
第一节 简介	236
第二节 等差数列和等比数列	237
一、等差数列	237
二、等比数列	237
第三节 数列的极限与收敛	238
第四节 级数	239
一、级数的定义	239
二、几种级数	239
第五节 数列与级数在言语科学中的应用	241
一、基频微扰	241
二、振幅微扰	242
第六章 傅里叶级数	243
第一节 概述	243

第二节 周期性函数	243
第三节 傅里叶级数的三角形式	244
一、周期函数傅里叶级数的三角形式	244
二、信号偏项：直流分量	247
第四节 对称性周期函数的傅里叶级数	247
一、偶函数	247
二、奇函数	247
三、半波对称函数	248
第五节 傅里叶级数的振幅和相位表示	249
第六节 傅里叶级数的复数形式	250
第七章 信号与系统	252
第一节 概述	252
一、信息与信号	252
二、信号的分类	252
三、系统	253
四、系统的分类	254
五、信号与系统的分析	254
第二节 信号与系统	256
一、信号的描述与时域变换	256
二、常用基本信号	261
三、系统的描述	271
四、系统的因果性	274
第三节 言语信号的采样与实践应用	277
一、模数转换	278
二、声卡的特点	281
三、实际应用中的问题	282
第八章 拉普拉斯变换和 Z 变换	285
第一节 概述	285
第二节 拉普拉斯变换的定义	285
第三节 阶跃函数和冲激函数(δ 函数)	286
一、单位阶跃函数 $u(t)$	286
二、单位阶跃函数的平移	287
三、冲激函数(δ 函数)	287
四、 δ 函数的图形表示	288
第四节 常见函数的拉普拉斯变换及拉普拉斯变换的性质	288
一、拉普拉斯变换的性质	288
二、用部分分式法求拉普拉斯逆变换	291
三、快速求解部分分式的公式——Cover Up 定律	292
第五节 求解线性常微分方程	293
第六节 拉普拉斯变换与系统理论	295
一、传递函数和冲激响应函数	295
二、零初始状态下任意输入信号的系统响应	295
三、频率响应	297
第七节 Z 变换的定义及性质	299

一、Z 变换的定义 299

二、离散系统中的冲激函数和阶跃函数 299

三、Z 变换的性质 300

四、用部分分式法求拉普拉斯逆变换 302

第八节 利用 Z 变换求解常系数线性差分方程..... 302

第九节 Z 变换与系统理论 304

一、传递函数和冲激响应函数 304

二、零初始状态下任意输入信号的系统响应 304

三、频率响应 305

第十节 拉普拉斯变换与 Z 变换的应用..... 306

第一章 言语和语言

第一编

概 论

第一章 言语和语言

本书主要介绍与言语相关的内容,而不是语言或思维方面的内容。现代语言学理论的奠基者、瑞士语言学家索绪尔第一个明确提出了言语和语言的概念,他在“言语活动理论”中明确:研究言语和语言首先需要把言语和语言区分开。姜泗长和顾瑞主编的《言语语言疾病学》从临床医学的角度对言语和语言作了非常精辟的论述,而李胜利主编的《言语治疗学》则从康复医学的角度指出:区分言语和语言,主要是为了使言语治疗人员能够正确地理解各种言语、语言障碍,从而进行有效的康复治疗。

理解言语和语言是进行言语科学研究和临床实践的基础。本书将综合言语病理学、言语声学 and 语音学等方面的知识对言语进行较为全面的介绍。正确认识言语和语言,对言语障碍的预防、治疗和康复极为重要。

我们需要在具体的语境中研究言语。不提及语言而只对言语进行研究,犹如只认可酿酒的某种葡萄而不承认酿酒的其他东西。言语只是交流的一种方式。雌性猿采取一种性顺从和比较富有魅力的姿势就可传达她愿意与雄性猿性交的信息。狗将颈背部的毛竖起并对入侵者狂吠表达了一种不愿再受到侵扰的信息。我们可以看到同种和异种动物之间都存在许多交流各种信息的例子。我们可通过多种途径给别人发信号,例如摆动旗帜、摩尔斯电码、皱眉头、报纸专栏、手叉腰、宣誓、画画、伸舌、弹乐器、亲吻、脸红、跳舞、向空中抛盘子等,但说话是最常用的方法。

言语是发出已约定作为语言代码的声音以进行交流的过程。由于声音作为交流载体有其优越性,说和听就必然成为人类交流的主要形式。言语是经口头表达出来的语言,而语言则必须以语音、文字、手势等为载体才能表达出来,从而被他人所接收和感知。语言是一种思维中的智能活动,言语是以语音为符号将语言具体化的过程。虽然人类的语言主要是以语音为代码的言语,但手势、动作、表情、姿势、文字、数码、电码等也都是人类用来表达意思、交流思想的符号,例如聋人用的手语、计算机语言等。

言语可在各种场合使用,在家里、在学校,工作时、玩耍时,我们对婴儿说话、对宠物说话、对自己说话。下面将要介绍究竟什么是言语,它和语言有着怎样的联系。

第一节 言语

一、言语的定义

人类主要是用言语进行交流的,言语是以语音为代码的语言。口说的语言和书面的语言,都是以语音为代码的。大多数情况下,人们在想、说、阅读、书写时,脑中都会出现相应的语音特性,或称为语音表象。通常“言语”一词是指产生语音的行为,也指“说出的频率、强度、时间(包括快慢、长短、间歇、节奏)等不断变化的连续音,这种连续音是可被听见的,可用响度(loudness)、音调(pitch)、时程(duration)来定性的”。正如“声音”(sound)一词既是指物质振荡产生声波的物理现象,又指声波刺激听觉系统产生的心理现象;“言语”一词,既有“说话行为”的物理学含义,又有可被听见的语音以及语音形式的听觉刺激这一心理学含义。

言语包括从语音表象到发出语音、听到语音、感知和理解语音的全过程。在言语产生和理解过程中,连接说话人大脑和听话人大脑的、依次发生的一系列神经学、生理学和物理学事件,称为言语链(speech chain),如图 1-1-1 所示。言语链中任一环节的功能障碍,都属于言语障碍(speech disorder)。

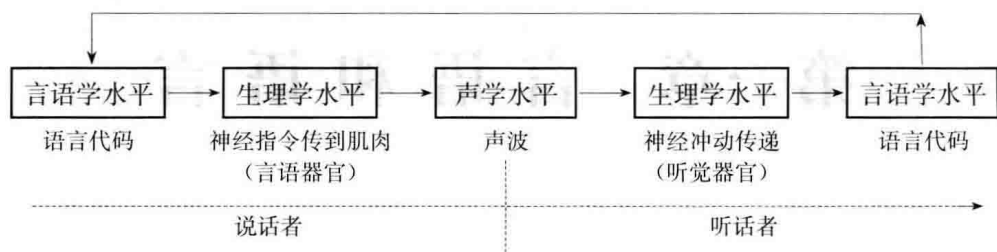


图 1-1-1 言语听觉链

处理言语的过程是相当复杂的,为了便于理解,可将言语的产生(说话者)和感知(听话者)过程较简单地分为三个水平。

1. 言语学水平

言语学水平阶段是在大脑内完成的。不论是汉语、英语,还是其他语种,都是以规定的符号为基础,用语言学概念将所要说的内容组合起来,例如由一个个的音排列成单词形成小单位,依语法结构排列成词组、句子和文章等形成大单位。

2. 生理学水平

生理学水平阶段是在呼吸、发声和构音三大系统内完成的。决定了要说的内容后,就要通过呼吸系统、发声系统和构音系统的协调运动,说出单词、词组、句子和文章。例如说“苹果”这个词,要通过大脑和神经支配下的言语肌肉(呼吸肌群、发声肌群和构音肌群)的协调运动来实现;在说出这个词后,其声音通过对方的外耳、中耳、内耳、听神经传到听觉中枢,同时也传到说话者的听觉中枢,说话者由此可以调节和控制自己说话的音调和音量。

3. 声学水平

由说话者通过言语肌肉的协调运动产生的单词或语句,是以声音的形式传递的。这种形式包括四方面的因素:音强、音高、音色和音长。这是声学水平阶段的内容。

在言语处理过程中,每一水平都很复杂,而且要表达的意图、内容的组合、发音器官(呼吸器官、发声器官和构音器官)的协调运动等都会随着年龄的变化而变化,所以言语功能与大脑的发育有关。如果存在先天性因素所致的大脑发育不全,便会不同程度地影响言语学水平的处理过程。若存在后天性因素,如脑梗死或脑外伤等损伤了大脑的语言中枢,也会影响言语学水平和生理学水平的处理,进而影响声学水平的处理。如在言语发育完成之前发生听力障碍,对言语障碍的影响还会由生理学水平扩展到言语学水平和声学水平。其实,言语牵涉解剖、生理和心理三方面的问题。大脑受到损害是解剖方面的问题,这些损害会引起言语生理功能问题,并产生心理方面的问题。

二、 言语交流

如果你曾去过国外,听到周围人说的是你听不懂的语言,你往往会有两种印象。第一印象是口语(spoken language)就好像一股持续变化的复杂声音流被人长长地喷出,而中间没有间隔,你不知道一个单词何时结束,也不知下个单词何时开始。第二个印象是这种说话方式很奇怪,很难听明白,他们说话速度比你快得多,甚至小孩都能轻易做到这一点。这些对外语的印象实际上是对言语的准确描述。我们把自己的言语认为是理所当然的,它看似简单,其实声音却在迅速地变化,这需要说话者复杂的发音运动。它虽不是简单的事情,但孩子到3—4岁时都会掌握得非常熟练。有些孩子可能要晚一些才能学会阅读,但所有正常孩子都能学会说话。孩子是天生的语言学习家,通过听别人说话就能学会语言。言语是听得见的,常用音调、响度和时程来描述。言语是我们使用语言的方式之一,还有读、写和听等也是使用语言的方式。

新生儿有力地用从肺内排出的气流冲击喉部的声带,使之振动,并振动其周围的空气,使空气压力不

断地变化,产生声波,即嗓音(voice)。婴儿逐渐长大,学会改变嗓音,并用不同的嗓音来表示饥饿、疼痛、不适等。就新生儿而言,他的哭声开始并不带有进行交流的意义,但他的母亲却认为其传递了一些信息,并作出一些具有交流性质的反应,如爱抚等。当婴儿会改变嗓音来表达饥饿、疼痛、不适时,嗓音已类似动物之间传递信息的“雏形交流”行为。婴儿在通过触觉、视觉、听觉、味觉、嗅觉等认识世界的同时,也认识到听到的声音和其他感觉到的信息之间的关系。用嗓音模仿自然界的声音(包括人类自己反射性地、无意识地发出的声音),加上手势等,可更好地“交流”。视觉要在不受遮挡的明亮处才能看见,触觉要在直接接触时才能感到,听觉不受这些限制,作为交流的手段有很大的优势。人类的语言是在以声音为代码的基础上发展形成的,正常的学习语言过程,是从“听言语”和“说言语”开始的。

人类天生具有听言语和说言语的器官与能力,能将听到的言语和相关的事物联系起来,学会以声音为代码标记事物,进行交流。在交流方面的障碍中,最突出和最易引起注意的,是言语交流方面的障碍。

言语只是用语言交流的方式之一,且是“说”和“听”双向的;说的行为和说出的语音是“言语”,交谈时别人说的也是“言语”。虽然“言语”是可被听见的,是可用响度、音调、时程定性的“物理现象”,但在讨论言语的产生机制和言语障碍的病理机制时,“言语”一词还包含发出语音之前和听到语音之后的、不是物理学意义上的语音特性,是与音系(phonology)相关的成分。

言语是以语音为代码的系统。组成言语的声音系统包括音段(segment)、音位(phoneme)、音节(syllable)、词(word)和词组(phrase,或称短语)等言语声(speech sound)。

选用言语声,将这些言语声排列、整合成所要说的言语等语音编码系统及其相关的规律,称为“音系”。音系是有关“言语声”的结构、分布以及排列的规律。音系学是研究言语声和声音模式的学科。在音系中,从音素到短语的大大小小的单位,是言语产生者(说话者)和交流对手(听话者)之间交流的界面。要进行交流,就必须用语言将思考的内容通过符号“具体化”,要将这些思维中的“语音符号”转变为可以被对方感知的声音信号,有一个用“言语行为”将“想传递的信息”加以实现的过程,即要经过一个从音系处理到神经运动(发音)的过程。例如,准备说“让我们唱起欢乐的歌”,首先要选择用哪一套语音系统(例如是用汉语还是英语,用普通话还是方言),其次要选择如何编排音素(包括音调)、音段、音节、词和短语等。音系处理是“具有言语的声音系统”进行言语过程的开端。

音系处理,决定了要产生怎样的声音,然后根据要产生的声音,发出神经运动指令,调动有关的发音肌肉一器官进行运动来发出相应的语音。任何人要把想说的话说出来,就必须有这个选择排列音素的过程,以及将“语音特性”转变成“发音行为”的过程。也就是说,言语产生包括选用、排列、整合言语声的“音系层面”,以及从音系过渡到发音的神经肌肉活动的“语音层面”。听取他人所说的话语,则包括从听见声音到聆听言语,将物理学意义上的语音过渡到由神经感觉活动感知言语的“语音层面”,以及理解言语所传递的信息的“音系层面”。“言语”包含从开始准备用语音交流之时起,到听到语音并对其加以初步感知的全过程,既包括发音行为和说出的语音,又包括听到的声音和聆听的语音,还包括在言语产生之前的神经肌肉活动和听到语音之后的音系处理过程。

三、言语的产生

言语的产生是通过三个系统的协调运动来实现的,它们是呼吸系统、发声系统和构音系统,如图1-1-2所示。贮存在肺、气管与支气管内的气体有规律地随呼气运动排出,形成气流;当气流到达声门处时,被转变成一系列的脉冲信号(声门波);然后通过声道的共鸣作用,形成具有适当形态的声波;最终由口和鼻发出言语信号(声波)。在言语的产生过程中,听觉反馈使说话者能够更好地调节言语输出。

言语产生的决定性条件是声带振动。声带作为振动源,可以用其位置、形状、大小和黏弹性来描述。声带的振动受到喉部发声肌群的运动、声带结构及其附属结构的影响。从声学角度来看,声带有两个主要功能:其一,把直流气流转换成交流气流;其二,把气流的动能转变成声学能量。声道指位于喉与嘴唇之间的通道,是一个共鸣腔。声道的形状主要通过自身的构音器官来进行调节,但也受到声带振动方式的影响,如图1-1-3所示。