

基于动态电子腭位的 汉语普通话音段协同发音研究

李英浩 著

清华大学语言博士丛书



中西書局



上海群書出版社

基于动态电子腭位的

汉语普通话音段协同发音研究

李英浩 著

清华语言学博士丛书



中西書局

 上海辭書出版社

图书在版编目(CIP)数据

基于动态电子腭位的汉语普通话音段协同发音研究/
李英浩著. —上海: 中西书局, 2019
(清华语言学博士丛书/蒋绍愚主编)
ISBN 978-7-5475-1510-5

I. ①基… II. ①李… III. ①普通话—发音—研究
IV. ①H116.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 258191 号

基于动态电子腭位的汉语 普通话音段协同发音研究

李英浩 著

责任编辑 马 沙

装帧设计 梁业礼

上海世纪出版集团

出版发行 中西书局(www.zxpress.com.cn)

上海辞书出版社(www.cishu.com.cn)

地 址 上海市陕西北路 457 号(200040)

印 刷 上海求知印刷厂

开 本 890×1240 毫米 1/32

印 张 11.625

字 数 302 000

版 次 2019 年 3 月第 1 版 2019 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5475-1510-5/H·087

定 价 58.00 元

本书如有质量问题,请与承印厂联系。T: 021-65315462

敬献给我的导师孔江平教授

本研究受教育部人文社科基金项目的资助
(项目编号: 11YJAZH055)

丛书编委会

顾 问

丁邦新 陆俭明

主 编

蒋绍愚

副主编

张美兰

编 委

(按姓名音序排列)

蔡维天 曹志耘 陈保亚 方一新

冯胜利 何大安 邢向东 张伯江

张 赅 张 敏

总 序

近二十年来,我国博士生培养事业有了很大进展,在各个领域都培养出了一大批优秀的博士生;在语言学领域也是这样。这些新培养出来的博士生,大多视野开阔,思想敏锐,既有扎实的专业基础,又有强烈的创新意识,是我国语言学事业继往开来的生力军。博士论文和出站报告是他们刻苦攻读、悉心研究所取得的成果,有些优秀的博士论文达到了学术前沿的水平,体现了语言学研究的新思路、新成就。面对这些学术新人和学术新成果,我们由衷地感到高兴。

众所周知,一门学问要能生根,要能茁壮地成长发展,必须不断挖掘和发现新的材料,必须不断进行理论更新,必须不断涌现大批新的研究人员。语言学是一个既古老又相对年轻的学科。中国是拥有语言富矿的国家,汉语历史悠久,语言多种多样;有优良的语言研究传统,新的语言研究成果不断涌现。现在由于国力日益强盛,更引发各国青年人学习汉语的热潮。这对我国语言学科发展来说,既是一种机遇,又是一种挑战。只要我们海峡两岸暨香港、澳门地区语言学同仁合力研究,让我国语言学科走到世界学术的尖端,这是可望也可及的目标。正是从这一思想出发,并为了使

得这些学术新成果更快地和读者见面,为了帮助这些新人更迅速地成长,以便为语言学注入新的活力,我们创办了这个《清华语言学博士丛书》。现在计划每年出版一辑,每辑选收1—5种海峡两岸暨香港、澳门地区语言学博士的优秀论文、出站报告和其他著作。我们希望《丛书》能聚集一批优秀的年轻学者,这些年轻人将来能带领中国的语言学迈着稳健的步伐前进。

《清华语言学博士丛书》创办以来,得到了海峡两岸暨香港、澳门地区语言学界同仁和有关单位的大力支持。很多著名的语言学家担任了顾问和编委,很多博士生踊跃投稿,很多专家不辞辛劳负责审稿。清华大学提供了经费,上海中西书局负责出书。大家的热忱支持进一步坚定了我们办好《清华语言学博士丛书》的决心,我们一定使之成为展示我国语言学新思想、新成果的平台,成为语言学新苗茁壮成长的园地。

希望大家对《清华语言学博士丛书》不断提出意见和建议。让我们共同努力,把《清华语言学博士丛书》办好!

蒋绍愚

2013年6月

序

李英浩的电子腭位语音研究专著《基于动态电子腭位的汉语普通话音段协同发音研究》就要出版了,我很高兴能为他的新书作序。英浩是我在北京大学中文系的博士研究生,他原来是英语专业老师,不是汉语言学专业,但由于语音学研究比较国际化,英语在语音学研究中就显得非常重要。北京大学中文系语言学实验室侧重汉语的声学 and 生理研究,而英浩来北大读博士前主要是做英语教学方面的研究,因此,在博士一年级的時候我没有给他太多的研究任务,主要是让他多了解研究语音学的各种科学方法。在博士二年级选题的时候,他提出使用动态电子腭位技术对汉语普通话语音进行研究,我十分惊讶,因为电子腭位的研究需要大量编程来处理数据,但我还是同意让他先熟悉一下这个领域国内外的研究,并自行设计程序对动态腭位数据进行分析。让我没想到的是,他利用一年多的时间就完成了我布置的任务,不仅解决了相关的技术问题,而且设计出来了腭位数据分析的程序。

北京大学的王力先生是中国第一位利用腭位技术研究中国语言的学者,当时还是静态的腭位技术。后来中国社会科学院的吴宗济先生利用静态腭位技术做了普通话的腭位图谱。动态电子腭位技术出现于 20 世纪 70 年,它通过采集舌面和硬腭的动态接触

过程来研究语音产生的基本问题,即协同发音问题。动态电子腭位技术还广泛应用于病理语音研究中。该技术应用于汉语语音研究肇端于中国社会科学院民族学与人类学研究所的鲍怀翘研究员。他在 21 世纪初建立了国内首个汉语普通话动态电子腭位数据库,采集了两位播音员的汉语普通话单音节、双音节词语、儿化韵、句子和篇章,并对汉语普通话的动态电子腭位开展了一些研究。后来民族学与人类学研究所的学者对蒙古语的动态电子腭位开展了研究。英浩的研究正是基于上述前期研究做了进一步的工作。使用动态电子腭位开展汉语普通话的协同发音研究并不是一个好的选择,因为普通话缺少丰富的辅音丛,同时,舌腭接触并不能直观地反映语音的舌位特点。我提出先从普通话辅音的腭位特点出发,结合当时实验室正在进行的普通话语音的 X 光和 MRI 研究,从音节内和音节间协同发音入手,进而从更大的话语尺度来观察辅音音段的腭位特征。

英浩使用 MatLab 构建了动态电子腭位数据分析程序,该程序不仅能够分析 62 电极的腭位数据,还能够对 Kay 公司的 96 电极的腭位数据进行处理。虽然分析平台的功能尚不完善,但是结合他编写的各种脚本程序就可以进行大批量的腭位数据分析,这样就有了论文中的腭位关键帧的自动定位功能、舌腭接触频率图、时间归一化后的腭位参数动态变化图等。我一直强调发音器官的动作过程必须与言语声学的声学参数变化建立起联系,因此,我要求他在这个方面再做一些工作。他花了很长的时间提取声学参数,借助于腭位数据分析平台,他对元音的共振峰轨迹进行了提取、校正和计算。这方面的工作极大地支撑了论文的主要观点,推进了我们对普通话协同发音本质的认识。

语音研究的一个重要目的是解释语音产生的机制。虽然科学

结论十分简洁,但是求证过程却千头万绪、繁复冗杂。很多研究者往往在这个过程中弄不清问题的要旨,迷失在繁复的数据分析中。英浩的论文以普通话的协同发音做为主攻方向,从语音生理和言语声学两条分析线路探索普通话协同发音的基本规律,提出了普通话音段协同发音阻力的层级系统。他同时考察了话语层面上协同发音表现,从汉语韵律层级和语速角度上分析了音段发音动作的变化规律及声学表现。为了能够使英浩的研究思路进一步展开、论证过程更加完善和科学。我鼓励他参加了语音学的一些重要会议,与国内外的研究者共享研究成果,听取他们的意见。并建议他把一些成熟的研究结果写成文章,这些文章后来相继发表在 *Journal of Chinese Linguistics* 和《清华大学学报》(自然科学版)。北京大学中文系实验室就是通过这种方式培养学生驾驭研究问题能力和科学思维能力,从而推动他们学术能力的快速成长。英浩博士毕业后,我们又一起采集了云南丽江纳西语、四川凉山彝语的腭位数据,他自己又开展了朝鲜语的动态腭位语音研究。看着他在自己喜欢的领域开展研究,且日臻完善,我为我学生的学术成长感到由衷的高兴。

李英浩目前已经成为国内这个领域的不可多得的专家,现在他的研究专著要出版了,我感到十分欣慰。相信他的这本研究专著一定会对中国的电子腭位语音研究起到推动作用。

孔 子

2018年12月于北京大学人文学苑

自序

从现代语音分析技术角度来看,EPG(Electropalatographic)语音分析手段只能算作语音产出研究中的小家碧玉。与核磁共振(MRI)、超声波(Ultrasound)、动态发音仪(EMA)等动辄几十万到上千万的设备相比,EPG能够采集到的语音产出过程的信息实在是十分有限。然而,在过去40多年中,EPG在语音产生研究领域还是得到了广泛的应用。爱尔兰考克大学(University College Cork)言语听觉科学系的Gibbon教授几乎每年都要整理出EPG在英语病理研究的文献目录(*Bibliography of Electropalatographic Studies in English*)。实际上,这个文献目录最早由Nicolaidis、Hardcastle和Gibbon自1992年就开始整理了。在这个最早版本的文献目录中,他们记录了从1957年到1992年间使用EPG分析英语病理研究的文献。此后,Gibbon教授有可能每年都更新这个文献目录(笔者保存的年份包括2006、2009、2011及2013年)。最新更新的年份为2013年(Gibbon 2013)。这说明EPG在病理语音研究领域的使用历史十分悠久,用途也非常广泛。在国内,北京大学口腔医院的马莲教授正在积极推进EPG在国内言语病理治疗中的应用。

在语言学研究中,EPG 早已成为研究语音问题的重要手段之一。传统的语音学是口耳之学,语言学家一般依靠听感对世界语言的语音进行描写和分析。这种听音记音方法的局限性显而易见。在电流没有应用于人类生活的时代,语言学家使用静态腭位方法获取音段发音部位和方式的信息。随着科学技术的不断发展,语言学家研究语音的工具也发生了巨大的变化,EPG 的发明使得语言学能够观察连续语流中音段的产出过程。目前,EPG 语音分析技术是语音研究中的一项基础的研究方法。它不仅在语音描写中起到了重要的作用,而且还应用于语言研究中的很多方面,如方言研究、音系研究及语言习得研究等。可以这样说,在上文提到的语音分析工具(如 MRI)还不具有普及性的时候,EPG 仍会是语言研究中常用的工具。

协同发音是言语产出研究中最复杂的问题之一。这是因为言语产出涉及多个生理器官的协同配合,且声道的变化是一个时变的过程。我们听到的语音信号则是这些变化综合后的声学结果。协同发音是人类言语产出的最基本的特点,同时,它与言语感知及语音演变有着重要的关联。从语言学角度对协同发音进行研究,就是要分析一种语言协同发音的基本过程和控制机制,找到一些机制性的规律。在汉语语音研究领域,语言学家在汉语协同发音问题上论述颇多,如吴宗济先生(2004)系统地分析了普通话双音节的协同发音现象,林茂灿等先生(1994)对音节内的协同发音进行了研究,鲍怀翘等先生(2001)把 EPG 引入到汉语普通话的协同发音研究,曹剑芬先生(1994/1995,1996)对普通话音节音联进行

了研究,并设计了汉语普通话双音子和三音子结构。正是基于这些语音学家的研究结果,我的研究工作才得以推进。

我的导师孔江平教授对学生的要求极高。对我这样的具有文科背景的学生来说,研究协同发音不仅需要深厚的语音学理论素养,还需要扎实的语音研究能力,两者都不是一日之功可得的。于是乎,我从语音信号处理开始学起,而后开始编写程序。博士学习短短的四年半时间里,在导师的鞭策和同门的扶持下,终能完成这本著作。现在回想起来,总觉得还是没有完成导师十分期望之一分。

2014年我在申请进入“清华语言学博士丛书”时,清华大学计算机科学与技术系的蔡莲红教授欣然为我的博士论文题写推荐信。鲍怀翘研究员、石锋教授和陈保亚教授给我的论文提出了中肯的意见。他们对语音学后学的提携和指点使我受益匪浅。

本书在修订过程中得到了中西书局朱彦老师的热心帮助,谨向朱彦老师表示衷心的感谢。

李英浩

2016年12月于延边大学寓所

内 容 提 要

协同发音现象是言语产生研究的核心内容,也是言语产生理论中比较复杂且难以解决的问题。本书使用动态电子腭位(Electropalatography, EPG)和声学分析的方法,从音节内部、音节之间及韵律层面对汉语普通话的音段协同发音现象进行了研究,讨论了普通话音段协同发音的基本模式和控制机制。

本书共六章。

第一章和第二章分别从音段协同发音的研究现状及 EPG 分析方法进行了文献回顾。

第三章研究普通话单音节中声母辅音和韵母元音之间的协同发音影响。分析结果发现,韵母元音对声母腭位的影响幅度取决于声母对舌面动作的控制程度。声母对舌面动作的控制与其发音部位和发音方式有关。从发音部位来看,舌尖前音、舌尖后音和舌面前音对舌面动作的控制程度强于唇音、舌尖中音和舌面后音,因而前者受韵母元音影响的幅度较小。从发音方式来看,边音和唇齿擦音对舌面动作的控制程度强于同部位的舌尖塞音和鼻音及双唇鼻音。通过比较 F2 音轨方程和 EPG 回归方程的系数发现,后者能够较好地反映声母对舌面动作的控制程度。基于上述结果,本书提出使用协同发音阻力(coarticulatory resistance)来衡量声母对韵母元音协同发音影响的敏感程度,声母的协同发音阻力越强,韵母元音对声母发音动作的影响就越弱。反之,韵母元音对声母动作姿态和发音过程的影

响越明显。笔者还分析了声母对单元音韵母腭位的影响。结果发现,声母对单元音韵母腭位的影响取决于声母的协同发音阻力,如果声母的协同发音阻力较大,单元音韵母的腭位就易于受到影响。声调对单元音韵母的腭位也有影响,在音节为上声调的情况下,单元音韵母/i, ɿ/的舌面显著抬高,单元音韵母/u, ʊ, ɤ/的舌面显著下降。

第四章分析普通话 V1 # C2V2 双音节的音段协同发音现象。研究结果发现,普通话 V1 # C2V2 双音节的协同发音可以分为三种模式:第一,在 C2 为舌尖前音、舌尖后音和舌面前音的条件下,元音过渡段腭位向 C2 的目标腭位过渡,C2 阻断元音间的协同发音;但是 V2 的圆唇特征可以跨越 C2 影响 V1 后过渡段的 F2 轨迹。第二,在 C2 为唇音和舌尖中音的条件下,元音过渡段的腭位同时受到 C2 和对侧元音的影响。C2 时段后腭区域的舌腭接触受到两侧元音的影响及 C2 协同发音阻力的制约,元音对 C2 时段腭位的逆向作用强于元音的顺向作用。第三,在 C2 为舌面后音的条件下,C2 起点帧腭位取决于 V1 的舌位,C2 结束帧腭位主要取决于 V2 的舌位,C2 持阻段的腭位过渡取决于两侧元音的发音限制条件。元音间的协同发音主要表现为 V2 圆唇特征影响 V1 后过渡段的 F2 轨迹。

第五章分析韵律层级和语速对音段发音和音段协同发音的影响。对韵律层级的研究结果发现,普通话韵律层级对音段发音具有层级性的影响,声母的最大舌腭接触面积和生理持阻时长随音节左边界层级的提高而递增。元音/i/受所在音节的左边界和右边界的影响结果不同,元音的舌腭接触面积随音节右边界的提高而递增,但是随音节左边界的提高有递减的趋势,这说明域首发音增强的作用域局限于音节首,而非整个音节。韵律层级对 V1 # C2V2 音节间音段协同发音也具有层级性的影响。元音间的逆向影响受到 V1 发音限制条件的制约。在 V1 为/a/的条件下,从音节边界到次要短语边界均可观察到元音间的逆向作用;在 V1 为/i/的条件下,元音间的逆向作用只出现在音步内。元音对 C2 时段腭位的影响对音节间韵律边

界强度的变化非常敏感,随着边界强度的梯次升高,元音影响的时间范围也梯次降低。对话速的研究结果发现,语速对辅音发音动作幅度的影响取决于辅音的协同发音阻力及辅音的发音器官,动作幅度减弱并非是快速语流中的必然结果,辅音发音动作的生理时长随语速的加快而线性缩短。元音发音动作幅度随语速的加快倾向于削弱。随着语速的加快,辅音音段动作重叠度线性增大,元音间的逆向影响线性增强。

第六章结语提出普通话音段协同发音的基本特点。普通话的音段协同发音受到音节结构的制约,普通话音节类型、音位配列规则及音节承载声调的特点限制了跨音节音段协同发音的产生。音节是普通话语音动作组织的基本单元,音节内音段协同发音程度最高,声母和韵母元音发音动作结合紧密,韵母元音对声母持阻段腭位的逆向影响十分显著,同时,单元音韵母也受到声母的顺向影响。音节间音段协同发音不仅受到音段发音限制条件的制约,同时还受到韵律因素的影响。

关键词: 汉语普通话 动态电子腭位 音段协同发音 协同发音阻力