

引用格式:刘亚丽,齐娜,陈静,赵志军,王英侠.普通话辅音嗓音起始时间VOT的声学统计分析[J].中国传媒大学学报(自然科学版), 2023,30(03):15-23.

文章编号:1673-4793(2023)03-0015-09

普通话辅音嗓音起始时间VOT的声学统计分析

刘亚丽^{1*},齐娜²,陈静¹,赵志军¹,王英侠¹

(1. 中国传媒大学信息与通信工程学院,北京 100024;

2. 中国传媒大学音乐与录音艺术学院,北京 100024)

摘要:本文以汉语普通话辅音声学特征-嗓音起始时间(Voice Onset Time, VOT)为研究对象,选取了来自4个方言区共107名发音人(含对照组和普通话熟练无口音的大学生组)的普通话语音样本数据,在对比分析视角下,重点分析了VOT与发音方法和发音部位的关系,并将发音人母语语音经验、性别因素对普通话辅音VOT的影响作用展开了统计分析。实验结果表明:(1)塞音组内:舌尖部位的t、d分别在本组中最小,舌根部位的k、g最大,双唇部位的p、b居中,也即各组内三者的VOT关系为 $k > p > t$ 、 $g > b > d$;在塞擦音组内,同一发音方法内在发音部位上没有呈现太大差异。(2)在同一发音部位下,VOT差异表现为送气塞/塞擦音 $>$ 不送气塞/塞擦音,也即 $p > b$ 、 $t > d$ 、 $k > g$; $c > z$ 、 $q > j$ 、 $ch > zh$ 。其中,发音方法(特别是送气与否)是其关键的影响因素。(3)母语语音经验分别在塞音组内(p, t, k, b, d, g)VOT上、塞擦音组内(c, zh)VOT上表现出显著的差异性。(4)性别在送气塞音组、送气/不送气塞擦音组VOT上均无显著的差异,而在不送气塞音组b的VOT上的显著性差异则与发音人母语背景呈现一定的关联性。

关键词:嗓音起始时间VOT;塞音;塞擦音;母语语音经验;性别

中图分类号:TP912.3 **文献标识码:**A

Acoustic statistical analysis of the voice onset time of mandarin consonants

LIU Yali^{1*}, QI Na², CHEN Jing¹, ZHAO Zhijun¹, WANG Yingxia¹

(1. School of Information and Communication Engineering, Communication University of China, Beijing

100024, China; 2. School of Music and Recording Arts, Communication University of China, Beijing

100024, China)

Abstract: This article focused on the acoustic characteristics of Mandarin consonants - Voice Onset Time (VOT) as the research object. A total of 107 speakers (including the control group and the group of college students who are proficient in Mandarin without an accent) from four dialect regions were selected for Mandarin speech sample data. From a comparative analysis perspective, the relationship between VOT and pronunciation methods and pronunciation parts was analyzed, and the statistical analysis of the impact of speakers' native language experience and gender factors on the VOT of Mandarin consonants was developed. The experimental results showed that: (1) within the plosive group, the t and d at the tip of the tongue were the smallest in this group, the k and g at the base of the tongue were the largest, and the p and b at the lips were in the middle. That is to say, the VOT relationship among the three in each group was $k > p > t$, $g > b > d$; In the affricate consonant group, there was no significant difference in the internal pronunciation position of the same pronunciation method. (2) Under the same pronunciation position, the difference of VOT was the aspirated affricate consonant $>$ the

unaspirated affricate consonant, that is, $p > b$, $t > d$, $k > g$; $c > z$, $q > j$, $ch > zh$. Among them, the pronunciation method (especially whether it was aspirated or not) was the key influencing factor. (3) The mother tongue phonological experience showed significant differences in VOT within the plosive group (p , t , k , b , d , g) and within the affricate consonant group (c , zh). (4) There was no significant difference in the VOT of the aspirated plosive group and the aspirated/unaspirated affricate consonant group, while the significant difference in the VOT of the unaspirated plosive group b was related to the native language background of the speaker.

Keywords: voice onset time; plosives; affricates; native language phonetic experience; gender

1 引言

在语音学中辅音的定义一般都是:有阻碍的音就是辅音。辅音的发音过程就是形成阻碍、持阻和除阻,这也就决定了辅音具有两大特点:阻碍和动程^[1]。传统上,辅音在发音上的区别使用“发音部位”和“发音方法”两大类。因为辅音的发音部位几乎遍布了口腔中全部机制(唇、齿、舌前、中、后、舌根等),而它的发音方法又几乎使尽了人能发出来的一切方法(力度的大小、时间的长短、不同性质的声源等)。所以,一个辅音很难用一个简单的特征来描述^[2]。同时,由于辅音中如塞音其能量相对较弱,其声学分析中的难度也相对较大。

嗓音起始时间(VOT)是分析描述辅音的一个非常具有代表性的声学特征。它最早是在1964年被Lisker和Abramson提出,其定义为塞音除阻到后继声带开始振动之间经历的时间^[3]。在语谱图上,VOT指的是从冲直条到声带振动产生的浊音横杠之间的距离。当VOT出现在冲直条之前时为负值,是浊音;当VOT出现在冲直条之后时为正值,就是清辅音。VOT的语音学意义在于可用这个参数区分三种塞音,即不送气浊塞音、不送气清塞音和送气清塞音^[4]。

近些年来,分析现有普通话辅音VOT的研究文献发现:1)在语音学意义上代表性的研究工作有,陈嘉猷(2002)在分析塞音、塞擦音VOT时,指出相同发音方法的辅音,具有相同或相似的VOT,认为可利用VOT均值明显地区别普通话塞音、塞擦音类别的划分^[5]。冉启斌(2008)在其《辅音现象与辅音特征》著作中用专门的章节详细梳理了涉及VOT与发音部位关系的文献工作^[6]。2)VOT在心理语言学研究中也具有十分重要的意义^[7-10],Jay(2004)研究了VOT在塞音感知以及演变过程中的作用。李林(2014)采用心理物理的实验方法,改变VOT和过渡音征参数,对中国和美国学生汉语双唇塞音的分辨点进行了研究,结果发

现母语者与二语发音人在语音知觉辨别线索上存在差异。冉启斌(2014)使用辨认、区分两种听感实验模式,将VOT作为一个连续分布的连续流,考察了汉语普通话塞音在发音方法“送气/不送气”特征上的听感分界。3)在司法语音鉴定领域下,研究基于辅音的声学特征VOT、过渡音征等是否可以作为稳定的个体特征在声纹鉴定中被采用^[11]。

鉴于每种语言的辅音都会有塞音/塞擦音、送气音/不送气音、清音/浊音的区别,但是它们的VOT均值有可能不同,这就能体现出不同语言的特点。如哈萨克语等北方少数民族语言有送气不送气之分,但他们和汉语相比,送气段是很短的。哈萨克语、蒙古语的浊塞音有一段较长的VOT,他们在VOT上都有自己的特点。正因为如此VOT对于语言发音的纠正以及第二语言的语音教学和研究发挥着重要的作用。现阶段,在第二语言语音习得相关研究中,普遍重视母语语音经验引发的发音偏误等研究。比如文献观察了日本和韩国的英语发音人,研究母语对他们学习英语中/l/-r/对立的知觉影响作用^[12]。也有一些研究从二语习得领域的理论研究出发,以中介语为指导,重点探索方言普通话身份或性质^[13];或是从文学或社会学角度分析其词汇、语法特征等^[14];或是分析其他语种、方言地区发音人普通话发声习得的难点和重点^[15-19]。此外,也有研究探索二语语音习得过程中除母语外,性别等因素的影响作用,比如有研究在语音习得过程中,对比分析了女性和男性的在语音上的习得差异^[20-21]。本文作者近年来也重点探索语音生态因素如母语、语境、性别、年龄、地域等,是如何影响少数民族地区、其他方言地区(如江苏、天津、河北等)发音人普通话语音习得的^[22]。分析上述研究不难发现,母语、性别等影响因素在二语语音习得过程中已经越来越被重视,但大多数研究仍倾向于在母语与二语语音体系对比差异下,二语语音发音偏误的问题上,而对其语音声学特征参数的影响作用分析相对较少。

基于以上,本文在发音人母语背景、样本数据上扩充了语料。选取的发音人有标准播音专业的、普通大学生、新疆少数民族地区维吾尔族、哈萨克族、粤语方言区、京畿方言区的,在一定程度上保证了语音样本信号的丰富性和相对差异性。以此为基础,本文在分析普通话辅音VOT这一典型的声学特征时,不仅仅从发声部位、发音方法展开探讨,还重点对与发音人自身基础特征相关的因素—母语语音经验和性别,从统计分析的角度进行了关联分析。

2 实验方法

2.1 实验语音样本信号

本文的语音样本信号分别选自中国传媒大学传播声学研究所建立的普通话语音数据库中的“标准普通话语音数据子集”、“新疆少数民族大学生汉语普通话语音数据子集”、“京畿方言区普通话语音数据子集”、“大学生普通话语音数据子集”、“粤语方言区普通话语音数据子集(正在逐步建设中)”。上述语音数据子集中收录了不同年龄、性别、地区、文本类型(单音素、单音节字、双字词、语句、数字串、多种体裁篇章等)的语音样本信号,其发音人共计约800多人。录音在安静的室内环境进行,要求发音人用正常的语速和语气,咬字清晰,声音不可忽高忽低,达到非考试状态下的普通话朗读。录音设备包括数字硬盘录音机(Roland R-4)、专业测录传声器(SM4001)和笔记本电脑,采样率为44.1KHz,保存为wav音频格式。

本文的实验素材包含了塞音(p、t、k、b、d、g)和塞擦音(c、ch、q、z、zh、j),分别在上述语音数据子集中随机挑选男性发音人共计52名,其中,标准普通话组5人、大学生组10人、维吾尔组10人、哈萨克组9人、粤语组3人、京畿组15人;女性发音人共计55名,其中,标准普通话组5人、大学生组10人、维吾尔组10人、哈萨克组12人、粤语组3人、京畿组15人。他们平均年龄在19-23岁之间,均熟悉汉语语音规则,无听力障碍,口齿清晰,咬字准确,且没有接受过任何形式的嗓音训练。

需要特别说明的是:1)对于新疆民族大学生语音样本信号,这部分发音人的母语分别是维吾尔族语和哈萨克族语。他们自学龄前起就开始接触汉语普通话教育,可以无障碍使用汉语交流;2)标准普通话组发音人均为播音专业大学生,均接受过系统的语音发

音训练,其数据可作为标准对比;3)大学生组发音人普通话水平较高,无口音;4)就汉语声母自然发声而言,本文的发音文本详见表1所示。

表1 辅音发音对照表

辅音	b	p	m	d	t	n	l	g
	bo	po	mo	de	te	ne	le	ge
	玻	坡	摸	得	特	讷	了	哥
辅音	j	q	zh	ch	r	z	c	k
	ji	qi	zhi	chi	ri	zi	ci	ke
	基	欺	知	吃	日	资	词	科

2.2 测量方法和统计分析

借鉴文献[6]的测量方法,同时结合Praat语音分析软件、CoolEdit音频编辑软件,以人工听辨和观察语音时域、语谱图进行VOT测量,并且每个测量点取三次再取均值所得。如图1、图2所示,Praat语音分析软件配合CoolEdit音频编辑软件可以极其便捷地将波形图在振幅、时间、频率或能量上进行比例扩展,能够比较清楚地确定VOT起止点对应位置。

而后,采用统计分析软件对所有普通话辅音测量数据进行统计分析整理,剔除不合格数据,并按辅音发音方法、发音部位、发音人母语、性别等因素分类统计整理。

3 实验结果及分析

本小节将从发音方法和发音部位两个角度分析不同母语背景下的发音人普通话辅音的VOT变化情况,文中标准普通话组标记为G1、大学生普通话组标记为G2、维吾尔组标记为G3、哈萨克组标记为G4、粤语组标记为G5、京畿组标记为G6(以下类同)。考虑到G1组是播音专业的发音人数据,在文中将其按标准普通话作为对照组进行其他各组的数据对比分析。

3.1 不同发音方法下的VOT分析

统计分析各母语语音经验背景组,并按塞音、塞擦音、擦音分组分析VOT的平均时长,并对其进行了三倍标准差检验,剔除了不合格数据。其中,按发音方法汉语普通话中声母中的塞音都是清音,包括b、p、d、t、g、k六个,根据呼出气流的强弱可以分为送气清塞音p、t、k和不送气清塞音b、d、g。由于男生和女生的生理发音器官的差异,在分析辅音时将会按性别分别进行统计分析。

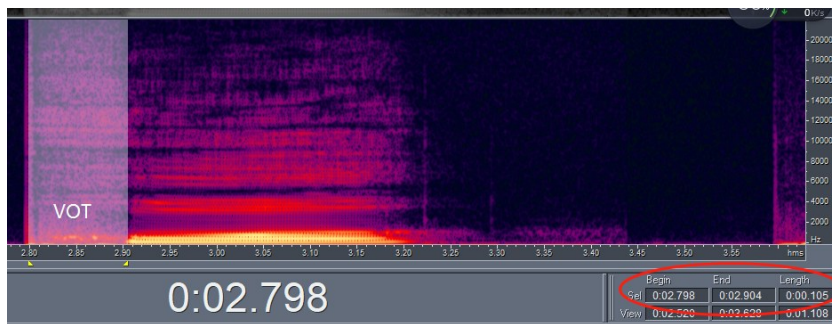


图1 Cool Edit Pro 音频软件测量塞音“p”的VOT示意图

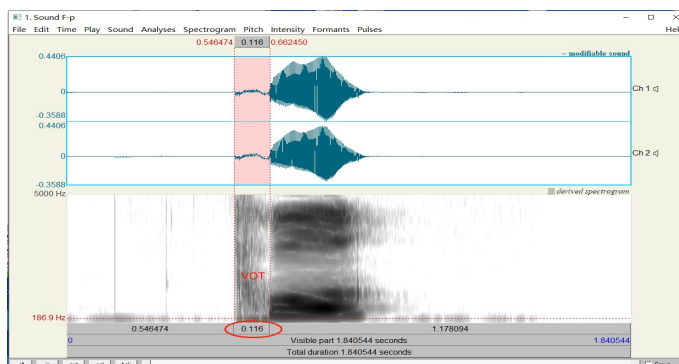


图2 Praat 语音分析软件测量塞音“p”的VOT示意图

(1) 塞音组

a) 送气塞音(p,t,k)

根据表2的VOT数据,按不同母语背景下和性别分别整理送气塞音VOT时长,对比分析得到图3。

表2 送气塞音组 VOT (ms)

送气塞音	G1	G2	G3	G4	G5	G6
女生组						
p	104.9	93.1	72.5	102.5	110.5	113.3
t	92.0	83.6	83.9	100.4	99.9	94.0
k	110.4	109.9	108.8	125.7	108.8	121.0
男生组						
p	120.2	109.4	97.0	102.0	109.1	96.2
t	113.0	107.8	81.7	92.8	82.2	78.3
k	127.1	131.0	125.0	122.6	132.2	107.2

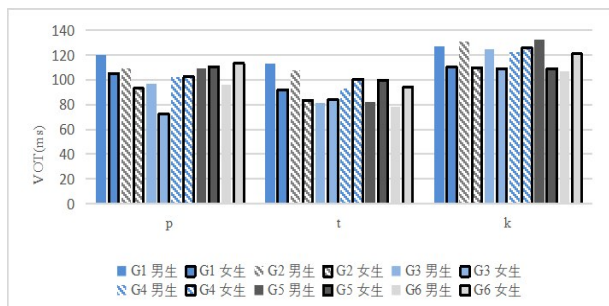


图3 不同母语背景下男生与女生同一送气塞音 VOT 时长均值对比分布

结合表1、图3分析可知,在不同母语背景下以及性别对比中,送气塞音的VOT时长均值在100ms上下波动;

在同一送气塞音下,不同母语背景发音人的塞音VOT在性别上表现出一定的差异性。接下来,采用t-检验的方法比较各母语背景下的男生和女生组数据之间的差异程度。其中,塞音p,t,k分别在G6上为(P=0.28>0.05)、(P=0.21>0.05)、(P=0.28>0.05);在G5上为(P=0.20>0.05)、(P=0.14>0.05)、(P=0.08>0.05);在G4为(P=0.66>0.05)、(P=0.11>0.05)、(P=0.82>0.05);在G3上为(P=0.30>0.05)、(P=0.25>0.05)、(P=0.31>0.05);在G2上为(P=0.26>0.05)、(P=0.09>0.05)、(P=0.41>0.05);在G1上为(P=0.38>0.05)、(P=0.18>0.05)、(P=0.51>0.05)。可见,各组内性别在送气塞音组VOT时长均值上的差异并不显著。

图4将男生组和女生组数据平均后得到各方言背景下的发音人塞音组VOT时长均值分布。进一步采用

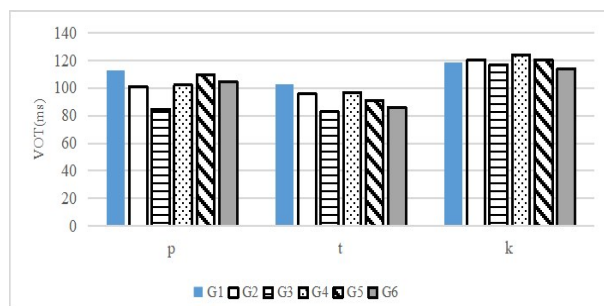


图4 不同母语背景下发音人普通话送气塞音组 VOT 分布

无重复双因素方差分析发现塞音 p 的 P 值($P=0.02<0.05$)、F 值($F=62.8>F_{crit}=2.5$),在 $\alpha=0.05$ 的水平上显著;塞音 t 的 P 值($P=0.03<0.05$)、F 值($F=335.2>F_{crit}=2.5$),在 $\alpha=0.05$ 的水平上显著;塞音 k 的 P 值($P=0.007<0.05$)、F 值($F=114.2>F_{crit}=2.7$),在 $\alpha=0.05$ 的水平上显著。说明,母语语音经验在送气塞音 VOT 上具有显著的差异性。

b) 不送气塞音组(b、d、g)

表 3 给出了不送气塞音组按母语背景以及性别分组下的 VOT 时长均值。而后,分别针对同一不送气塞音在各组内采用 t-检验方法对性别的显著性差异展开分析。实验结果表明,在不同母语背景下,性别在不送气塞音组 VOT 时长上的显著性差异表现不尽相同。具体为:除 G2 组内的不送气塞音 d 的($P=0.009<0.05$)、G3 组内的不送气塞音 b 的($P=0.03<0.05$)、G5 组内的不送气塞音 b 的($P=0.04<0.05$)在 $\alpha=0.05$ 的水平上显著,其他各组内性别在 VOT 上均无显著性影响。

表 3 不送气塞音 VOT (ms)

不送气塞音		G1	G2	G3	G4	G5	G6
女生组	b	14.5	21.3	14.7	13.7	22.6	20.6
	d	11.6	16.7	16.1	17.5	13.8	15.6
	g	27.9	38.7	35.2	38.1	45.8	33.4
男生组	b	21.0	19.5	27.5	18.8	5.8	22.7
	d	15.5	19.5	19.7	20.5	12.6	19.1
	g	43.1	43.9	39.5	44.0	41.4	36.6

图 5 将按男生组和女生组以及各母语背景下的

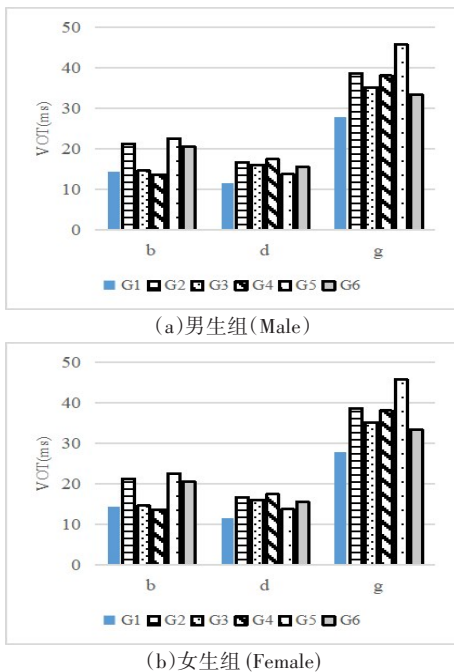


图 5 不同母语背景下发音人普通话不送气塞音组 VOT 时长均值分布

发音人不送气塞音组 VOT 时长均值分布。我们进一步采用无重复双因素方差分析发现男生组和女生组内塞音 b 分别得到的 P 值($P=0.008<0.05$)、F 值($F=623.8>F_{crit}=2.42$); P 值($P=0.01<0.05$)、(F=445.2>F_{crit}=2.56),均大于在 0.05 置信度上的所需数值,显著系数小于 0.05,即塞音 b 的 VOT 时长在不同母语背景下的差异是显著的。同样,塞音 d 和 g 的 VOT 时长在不同母语背景下的差异也呈现出显著性。

(2) 塞擦音组

a) 送气塞擦音组(c、ch、q)

表 4 给出了送气塞擦音组按母语背景以及性别分组下的 VOT 时长均值。而后,分别针对同一送气塞擦音在各组内对性别的显著性差异展开 t-检验分析。实验结果表明,各组内性别在送气塞擦音组 VOT 时长均值上并未体现出显著的差异性。

表 4 送气塞擦音 VOT (ms)

送气塞擦音		G1	G2	G3	G4	G5	G6
女生组	c	158.9	184.8	185.5	155.9	179.0	183.8
	ch	163.7	157.7	172.8	175.7	140.5	161.7
	q	168.8	173.0	179.2	148.6	185.2	173.5
男生组	c	172.0	196.3	223.3	149.0	223.8	162.4
	ch	153.5	182.4	189.9	174.2	203.7	147.0
	q	184.0	185.5	185.8	196.7	152.6	147.7

图 6 将男生组和女生组数据平均后得到各母语背景下的发音人送气塞擦音组 VOT 时长均值分布。观察图 6 数据分布发现,送气塞擦音 c 的 VOT 时长在各母语语音组内体现出一定的差异性,而其他两个送气塞擦音则不显著。进一步针对同一送气塞擦音下,母语语音经验在 VOT 时长上的显著性展开无重复双因素方差分析,得到送气塞擦音 c 的 P 值($P=0.04<0.05$)、F 值($F=126.7>F_{crit}=2.96$),在 $\alpha=0.05$ 的水平上显著。另外两个送气塞擦音 VOT 在不同母语背景下并没有显著性差异。

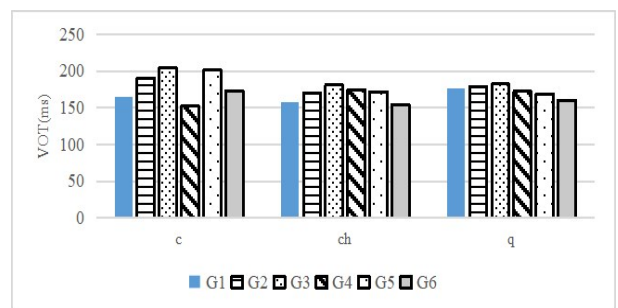


图 6 不同母语背景下发音人普通话送气塞擦音组 VOT 分布

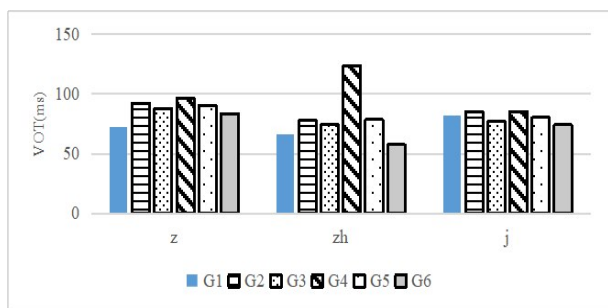
b) 不送气塞擦音组(z, zh, j)

表5给出了不送气塞擦音组按母语背景以及性别分组下的VOT时长均值。而后,分别针对同一不送气塞擦音在各组内性别的显著性差异展开t-检验分析。实验结果表明,与送气塞擦音组类似,各组内性别在不送气塞擦音组VOT时长均值上同样并未体现出显著的差异性。

表5 不送气塞擦音 VOT(ms)

不送气塞擦音	G1	G2	G3	G4	G5	G6	
女生组	z	67.1	92.0	89.5	121.8	88.6	93.5
	zh	71.1	69.8	77.7	135.1	82.5	57.5
	j	84.8	83.1	76.0	86.4	72.6	77.3
男生组	z	77.6	92.3	85.8	71.5	91.8	73.0
	zh	60.8	85.8	71.0	112.3	74.6	57.6
	j	79.2	87.6	77.9	84.4	87.9	71.2

图7将男生组和女生组数据平均后得到各母语背景下的发音人不送气塞擦音组VOT时长均值分布。观察图7数据分布发现,G4组(哈萨克母语)的不送气塞擦音zh的VOT相较于其他组明显较高。分析原因与其母语^[19]语音体系密切相关,舌尖前塞擦音、舌尖后音以及舌面后擦音在哈萨克语中是没有的,也没有与之相近的音,所以哈萨克族人在学习这部分辅音时容易产生偏误或混淆,也即呈现出母语的负迁移作用。而后,我们进一步针对同一不送气塞擦音下,母语语音经验在VOT时长上的显著性展开无重复双因素方差分析,得到不送气塞擦音zh的P值($P=0.02 < 0.05$)、F值($F=196.5 > F_{crit}=2.49$),在 $\alpha=0.05$ 的水平上显著。另外两个不送气塞擦音VOT时长在不同母语背景下并没有显著性差异。

图7 不同母语背景下发音人
普通话不送气塞擦音组 VOT 时长均值分布

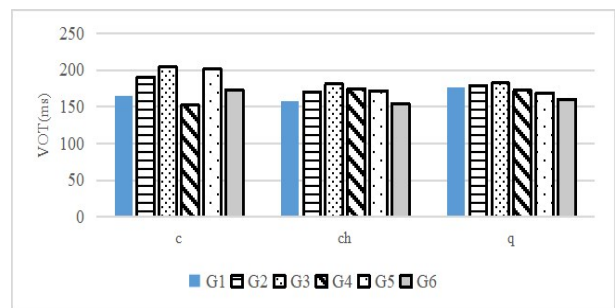
3.2 不同发音部位下的 VOT 分析

统计各母语语音经验背景组,并按与发音部位相关的唇部、舌部分组展开普通话辅音 VOT 时长与发

音部位的关联分析,并对其进行了三倍标准差检验,剔除了不合格数据。其中,按与唇部相关普通话辅音可分为(b,p)组;按舌部位置相关可分为舌尖前音组(z,c)、舌尖中音组(d,t)、舌尖后音组(zh,ch)、舌面音组(j,q)以及舌根音组(g,k)。

(1)唇部相关(b,p)

按与唇部相关整理数据得到图8所示的不同母语背景下发音人辅音组(b,p)VOT时长均值分布图。分析可得,同为双唇音的b和p的VOT时长相差较大,主要在于发音方法上的送气与否。对比之下,唇齿音的VOT时长均值也要高于双唇音。也即,同一发音部位下,送气与否与辅音VOT时长关系密切。而同为唇音部位辅音,唇齿音的VOT明显长于双唇音的VOT时长。标准组G1、G2、G6内性别在b、p的VOT时长上的并无显著性差异,而在G3、G4、G5上的体现出一定的显著性差异(详见3.1小节数据)。

图8 不同母语背景下发音人
普通话唇部相关辅音 VOT 时长均值分布

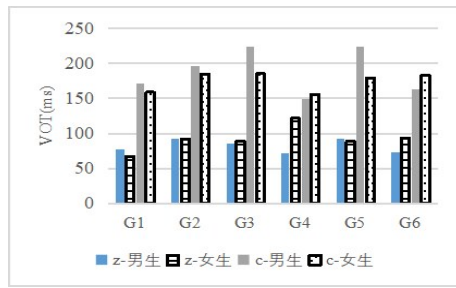
(2)舌部位相关

图9分别给出了舌部位下的各母语背景组对应的普通话辅音VOT时长分布情况,其中,按舌尖移动分为舌尖前音、舌尖后音、舌尖中音,以及舌面音和舌根音组。

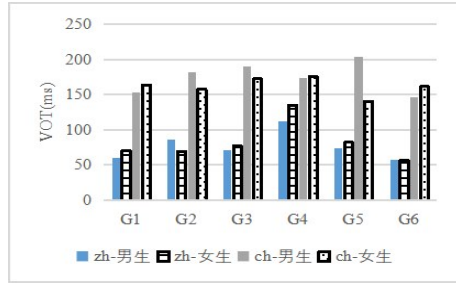
综合观察以上数据得到,同一发音部位下,同为塞擦音组内,送气音VOT明显大于非送气音。这在各母语背景组下表现一致。特别是在舌尖中音组中,送气舌尖t的VOT长约6倍于非送气d的VOT。此外,性别在各发音部位下的显著性影响作用也并不一致,其中,在各母语背景下性别在舌尖前音、中音、后音组以及舌面音组的VOT上无显著性影响。

3.3 讨论与分析

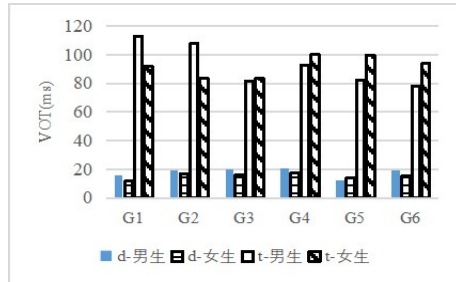
(1)VOT与发音方法、发音部位的关系分析



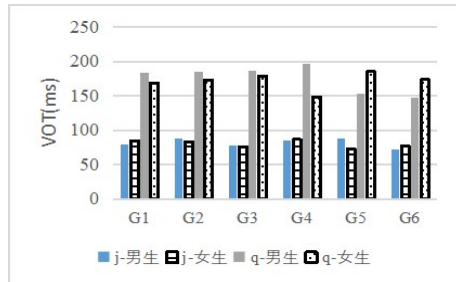
(a) 舌尖前音组



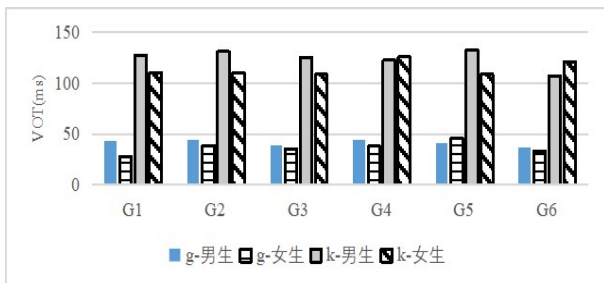
(b) 舌尖后音组



(c) 舌尖中音组



(d) 舌面音组



(e) 舌根音组

图9 不同母语背景下发音人

普通话舌部相关辅音VOT时长均值分布

上述数据分析展示了不同发音方法下的辅音VOT平均值,从小到大依次是不送气塞音b、d、g;不

送气塞擦音z、zh、j;送气塞音p、t、k和送气塞擦音c、ch、q。显然,不同的发音方法,其VOT值有着明显的差别。

接下来,观察各母语背景组下可以得到,同一种发音方法的辅音,由于发音部位的不同,VOT的值也是有差异的(见表1、表2)。具体表现在:塞音组内,舌尖部位的t、d分别在本组中最小,舌根部位的k、g最大,双唇部位的p、b居中,也即各组内三者的VOT关系为 $k > p > t$ 、 $g > b > d$;而在塞擦音组内,同一发音方法内就看不出发音部位上的太大差异,也即没有明显的一致性。

而在同一发音部位下,VOT差异无论是在塞音组还是塞擦音组内,表现为送气塞擦音 $>$ 不送气塞擦音,也即 $p > b$ 、 $t > d$ 、 $k > g$; $c > z$ 、 $q > j$ 、 $ch > zh$ 。其中,发音方法(特别是送气与否)是其关键的影响因素。送气与否是汉语普通话塞音、塞擦音的重要特征。在同一发音部位下, {+送气的, -不送气的} 是一对最小的区别对立特征。所以,VOT的差别就是塞音“送气/不送气”在声学上的具体表现。

进一步结合文献[23]中的基于言语知觉特性的普通话声母的区别特征判别决策树,发现VOT值与塞音组内的发音部位的关系主要体现在{唇齿的、双唇的、舌根的}的区别特征上,与发音方法的关系主要体现在{送气的、塞擦的、爆破的}的区别特征上。概括起来,VOT的长度可能与爆发音部位的前后相关,双唇、舌尖均属“前”的特征,舌根属于“后”的特征。而在塞擦音组内,VOT更倾向于在同一发音部位下的不同发音方法的区分上。所以,利用VOT值作为参考依据,能够明显地把普通话塞音(送气、不送气)、塞擦音(送气、不送气)从类别上进行区分,同样在塞音组内部,也可以将VOT值作为区别同一发音方法下不同发音部位塞音的参考依据。而在塞擦音组内则无法借用VOT作为区分依据。

(2)VOT与发音人母语语音经验、性别因素的关系分析

依据上述统计数据发现,性别因素在不同的普通话辅音类别上对VOT的显著性差异表现并不一致。其中,性别对普通话辅音VOT产生显著性影响的有送气塞音组,无显著性影响有塞擦音组,而在不送气塞音组内的影响作用并不一致(详见3.1小节数据分析)。此外,性别在不送气塞音组VOT上的显著性差异则与发音人母语背景呈现一定的关联性。而关于此关联性是否具有语音学上的意义,后续针对此还需

扩充不同语种或方言地区的多样化样本数据,再进一步展开深入的数据挖掘。

而后,对母语语音经验在普通话辅音 VOT 上的影响进行了显著性统计分析。其中,在对塞音组的统计数据分析中发现,母语语音经验在塞音 VOT 上具有显著的影响作用;在塞擦音组中,母语语音经验对送气塞擦音 c 和不送气塞擦音 zh 的 VOT 具有显著的影响,而在其他塞擦音 VOT 上无显著性差异。

本文中 G1 为标准发音对照组, G2 组选用的是普通话语音水平很高的发音人,在挑选其数据时,也特别剔除了带有明显地方口音的样本,而 G6 发音人母语语音为与普通话语音系统非常接近的京畿方言地区。这几组发音人的送气塞音组 VOT 值的大小关系表现较为一致。G5 组的发音人是来自粤语地区^[18],粤语语音系统辅音发音上也有送气与非送气之分。G3 组内发音人母语是维吾尔语,该语言中辅音有清浊之分,但无送气与非送气之分^[24]。他们容易将清音塞音说成浊音塞音。由于,自身母语语音经验中无送气性与非送气性,所以,在学说普通话时,并没有因其收到负迁移影响。而 G4 组的发音人母语是哈萨克语^[9],哈萨克语辅音中有送气清辅音,但却没有与之相对的不送气音。G4 组内发音人因母语语音经验负迁移的影响,即便发音方法相似的情况下,不同发音部位下 VOT 值也并没有体现出差异性。

本文结合统计分析方法,从语音生态学角度,讨论了母语语音经验、性别因素对不同母语背景发音人的汉语普通话辅音 VOT 的影响。与之类似地,母语语音经验在二语语音习得中的迁移影响在现有一些二语语音习得研究领域中以对比分析的方法被更多地深入讨论,而性别影响则相对较少。文献[25]从声学角度分析了江淮放音对英语塞擦音学习的影响,并指出该地区学习者产出的英语塞擦音的 VOT 与美国存在差异,其原因在于江淮放音中存在着与英语塞擦音相似的音素。文献[26]分别研究母语为汉语普通话、二语为英语、三语为俄语的多外语学习者第三语言塞音习得研究,经其实证研究发现语言间存在的显著声学差异会造成第三语清浊塞音生成的混淆,而且多语言习得顺序也是有关联影响的。

由此可见,我们所讲的语音无论语种如何,均体现出各自的语音特点与彼此间的差异性。这与语音的社会属性是紧密关联的。特别是当前随着国际化交流日益频繁,单一的语言已经不能满足人们的日常交流和工作需要,为突破语言交流壁垒,人们大多已

成为可同时切换多种语言的跨语言使用者。对于我们国家而言,方言种类繁多,普通话作为我国官方语言,由于不同地区的方言、少数民族语言的影响,很多地方的绝大多数人的普通话发声或多或少带有本地方言的口音甚至多地方言的口音。造成这些差异的原因,一方面与不同的语言(或方言)有不同语音结构有关,另一方面也与自己基础条件紧密关联如性别、母语、年龄等。特别是,母语语音经验在说第二语言时势必会产生一定的影响作用。这种影响作用,因两种语言或方言之间的语音体系差异,或是有益的(正向迁移)作用,又或是负面的(负迁移)作用。本文选取的 G3 组、G4 组发音人是我国新疆少数民族区, G5 组发音人来自粤语地区,他们的母语在语音体系上与普通话语音差异较大,有些元辅音在发音部位或发音方法上存在差异,但语音听感上较相似,而有些音则是普通话特有,当然也有部分音是双方语音体系上都有的。面对这些情况,不同母语语音经验下的发音人的普通话语音不可避免地带有地方方言的语音特征上,同时也影响了其对应的声学特征参数。

然而,随着计算机技术、大数据处理技术等快速发展,智能语音交互领域越来越受到重视,语音产品种类也越来越丰富,已经逐步渗透到生活、生产的方方面面,如智能车载语音、智能家居语音等。同时,用户在追求智能语音产品种类的同时,也越来越重视自身参与、个性化服务的体验。遗憾的是,国内现阶段大多数产品的基础数据集是以标准语音为主,在面对来自不同方言背景语音的用户时,口音等会严重影响用户的个人体验。可见,从声学角度分析语音特点时,发音人自身基础条件如性别、母语语音体系等因素的影响作用也是不可忽视的。此类基础性的研究是为最终面向实际应用需求必不可少的。因此,结合我们自身多方言种类特点以及语音技术产品个性化应用需求,后续需要进一步扩充语音样本的丰富性和数据量,重点探讨发音人自身基础条件如口音等是如何反映在发音人普通话语音的声学特征和感知特征上的。这些研究和数据将会在一定程度上对智能语音产品的研发和应用、第二语言语音教学提供一定的理论支持。

4 结论

本文围绕着汉语普通话辅音声学特征 VOT,选取了共 107 名发音人的普通话语音样本数据,就母语语音经验、性别、辅音发音方法、发音部位等多因素在对

比分析视角下展开统计分析。

(1) 塞音组内 VOT 关系为 $k > p > t$ 、 $g > b > d$; 在塞擦音组内, 同一发音方法内在发音部位上的没有呈现太大差异。在同一发音部位下, VOT 差异表现为 $p > b$ 、 $t > d$ 、 $k > g$; $c > z$ 、 $q > j$ 、 $ch > zh$ 。其中, 发音方法(特别是送气与否)是其关键的影响因素。

(2) 母语语音经验、性别因素是影响普通话辅音 VOT 的不可忽视的因素, 但随普通话辅音具体类别的不同对其 VOT 的显著性差异的表现并不一致。

参考文献(References):

- [1] 鲍怀翘, 林茂灿. 实验语音学概要(增订版)[M]. 北京: 北京大学出版社, 2014.
- [2] Garellek M. Theoretical achievements of phonetics in the 21st century: phonetics of voice quality[J]. *Journal of Phonetics*, 2022, vol.94:1-22.
- [3] Lisker L, Abramson A. A cross-language study of voicing in initial stops: acoustical measurements[J]. *Word*, 1964, vol.20:384-422.
- [4] 王理嘉, 林焘. 语音学教程[M]. 北京: 北京大学出版社, 1992.
- [5] 陈嘉猷, 鲍怀翘, 郑玉玲. 普通话中塞音、塞擦音、嗓音起始时间(VOT)初探[C]//中国声学学会2002年全国声学学术会议论文集, 2002.
- [6] 冉启斌. 辅音现象与辅音特性[M]. 南京: 南开大学出版社, 2008.
- [7] 梁之安. 辅音的送气特性及其听觉辨认[J]. *生理学报*, 1963, 26(3):1-7.
- [8] Timothy B. Jay. 语言心理学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2004.
- [9] 李林, 董逸飞. 汉语塞音的知觉分辨线索: 母语者与第二语言发音人的差异[J]. *心理研究*, 2014, 7(1):41-45.
- [10] 冉启斌, 刘晨宁, 石锋. 汉语普通话塞音送气/不送气的听辨范畴[J]. *南开语言学刊*, 2014, 24(2):1-8.
- [11] 唐畅. 辅音的声学特征在声纹鉴定中的应用研究[J]. *贵州警官职业学院学报*, 2011, 23(03):1-4.
- [12] Komaki R, Choi Y. Effects of native language on the perception of American English/r/and/l/: a Comparison between Korean and Japanese [C]//In Proceedings of ICPHS99, 1999: 1429-1432.
- [13] 李如龙. 论方言和普通话之间的过渡语[J]. *福建师范大学学报(哲学社会科学版)*, 1988, (02):62-70.
- [14] 侍建国. 论当今普通话的民族性及其它[J]. *语言战略研究*, 2017, 2(02):76-83.
- [15] Seyfarth S, Garellek M. Plosive voicing acoustics and voice quality in Yerevan Armenian[J]. *Journal of Phonetics*, 2018, vol.71:425-450.
- [16] 李宁, 孟子厚, 李蕾. 山西普通话的语音特征[J]. *清华大学学报(自然科学版)*, 2011, 51(09): 1298-1302.
- [17] 林春杏. 莫桑比克学生普通话声母习得偏误和实验分析—以蒙德拉内孔子学院为例[D]. 上海: 上海师范大学, 2022.
- [18] 柳俊琳. 母语为粤语的普通话发音人学习偏误研究[D]. 湖南: 湖南师范大学, 2010.
- [19] 孙益凤. 哈萨克族人普通话声母等级特征研究[D]. 江苏: 南京师范大学, 2018.
- [20] 王德春, 孙汝建, 姚远. 社会心理语言学[M]. 上海: 上海外语教育出版社, 1995.
- [21] 曹巧玲. 男女汉语普通话语音声学差异研究[C]//2012 Third International Conference on Telecommunication and Information, 2012.
- [22] 刘亚丽, 孟子厚, 周明君. 语音生态因素影响下的普通话语音发声特点分析[J]. *中国传媒大学学报(自然科学版)*, 2021, 28(3):1-7.
- [23] 章斯宇. 基于言语知觉特性的普通话区别特征系统研究[D]. 北京: 中国传媒大学, 2011.
- [24] 靳尚怡. 汉维语语音对比研究初探[J]. *新疆大学学报(哲学社会科学版)*, 1983(02):133-139.
- [25] 杨新璐, 石媛媛. 江淮方言区大学生英语塞擦音的产出实验研究[J]. *牡丹江教育学院学报*, 2010(04):47-49.
- [26] 刘佳琦, 曾婷, 郑咏滢. 多外语学习者第三语言塞音习得实证研究[J]. *外语学刊*, 2022(01):1-7.

编辑: 赵志军, 龙学锋