

山东高青方言声母声学特征研究

黄慧翔, 王弈菲, 蔡熠琛

安徽大学文学院, 安徽 合肥

收稿日期: 2024年4月8日; 录用日期: 2024年5月21日; 发布日期: 2024年5月31日

摘要

在音系整理的基础上利用praat提取所标注音档的VOT、摩擦段时长、谱矩、共振峰, 以探究高青方言声母的声学特征及其区别效应, 并据此分析声母的发音特点。实验表明, 时长分析法是区分高青方言辅音声母的重要方法。该方言舌尖音、舌面音、唇音声母的记音虽与它们在普通话中的对应相一致, 但二者的发音特点却有较明显的区别。谱矩可较好区分高青方言擦音清浊、擦音与塞擦音的发音部位。高青方言存在 η 、 η 、 l 、 l 4个普通话中没有的声母。

关键词

高青方言, 实验语音学, 声母, 声学特征

Study on the Acoustic Characteristics of Initials in Gaoqing dialect in Shandong

Huixiang Huang, Yifei Wang, Yichen Cai

College of Liberal Arts, Anhui University, Hefei Anhui

Received: Apr. 8th, 2024; accepted: May 21st, 2024; published: May 31st, 2024

Abstract

On the basis of phonological arrangement, the VOT, friction segment duration, spectral moment and formant peak of the marked audio files were extracted by praat to explore the acoustic characteristics and distinguishing effects of the initials in Gaoqing dialect, and the pronunciation characteristics of the initials were analyzed accordingly. Experiments show that the duration analysis method is an important method to distinguish the consonant initials of Gaoqing dialect. Although the pronunciation of the apical tongue, tongue sound, and labial initials of this dialect is consistent with their correspondence in Mandarin, the pronunciation characteristics of the two are quite different. The spectral moment can better distinguish the pronunciation parts of the

Gaoqing dialect fricative voiced, fricative and plosive fricative. The Gaoqing dialect has four initials that are not found in Mandarin: ŋ, n̥, l, and ʅ.

Keywords

Gaoqing Dialect, Experimental Phonetics, Initials, Acoustic Characteristics

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

高青方言位于山东方言西区的西齐片[1], 属冀鲁官话, 《中国语言地图集》将其归入沧惠片下章桓小片[2]。同时高青与胶辽官话的青临小片相隔不远, 其方言具备较明显的过渡效应和语言接触效应, 在发音上颇具特色[3]。就声母而言, 虽然记音与普通话类似, 但据田野调查, 知二者的声学特性和发声机制应存在一定差别。对山东方言声母, 前辈时贤的研究成果已较为丰富, 如钱曾怡《山东方言研究》(2001) [1]、林伽亦《山东方言声母研究》(2022) [4], 均基于对山东境内各县市乡镇的实地调查, 从整体上概括描写其声母的发音和音韵特点。而研究山东某方言点语音系统及内部社会差异的文献亦数量甚多, 语音实验与音韵地位分析并重。然从研究对象看, 就笔者目力所及, 除王蕊(2004)曾对比中古音系记录过高青方言声韵调外[5], 尚未发现以实验手段对高青方言声母的专门探讨。

本文以一位高青本地人的语音采录材料为分析对象, 拟在音系整理的基础上, 通过实验语音学方法研究山东高青方言声母的声学特征, 推断其发音特点, 并分析各声学参数对不同声母及其发音部位、发音方法的区别效应。以期借对高青方言声母的阐释, 为研究山东方言的内部变异与外部接触提供例证, 同时丰富声学语音学与生理语音学融合的尝试。

2. 山东高青方言声母音系

Table 1. Initials in Gaoqing dialect in Shandong

表 1. 山东高青方言声母

	塞音 不送气/送气	塞擦音 不送气/送气	鼻音	擦音(清)	擦音(浊)	边音
唇音	p 帮步 p ^h 怕盘		m 密妹	f 肥反	v 温	
舌尖中音	t 刀段 t ^h 头推		n 泥农			l 老乱
舌尖前音		ts 嘴造 ts ^h 蚕存		s 苏三四		
舌尖后音		tʂ 支猪 tʂ ^h 初唱		ʂ 蛇	ʐ 热弱	ʅ 耳二
舌面音		tɕ 掘 tɕ ^h 气勤	ŋ 女牛	ɕ 虾下句		
舌根音	k 该关 k ^h 开快		ŋ 藕	x 海河		
零声母			Ø 牙余药五			

高青方言共 26 个声母(包括零声母), 见表 1, 其中舌尖前音实际音值接近齿间音, 部分影、疑母一二等字声母读 ŋ, 部分晓、微母合口字声母读 v。

3. 实验说明

3.1. 研究对象及分类

声母是位于音节前端的辅音音素(零声母除外), 发音时声腔都要形成一定的阻碍[6], 肺部产生的气流配合声带的运动情况摆脱阻碍而发声。因此形成阻碍的部位和突破阻碍的方式是声母研究的重要内容。

高青方言声母按其气流破除阻碍的方式可分为塞音声母、擦音声母、塞擦音声母、鼻音声母、边音声母, 在此之上又依据气流的强弱和声带是否振动区分出送气与否和清浊的对立。其在宽带语图上亦表现为不同的模式, 包括发爆破音时的冲直条、气流摩擦时产生的乱纹、浊辅音声带振动时的横杠[6], 见表 2。高青方言声母所涉及的语图模式分类如下表。按照发音部位, 高青方言声母可分为唇音、舌尖音、舌面音、舌根音。

Table 2. The morphological pattern of different initials in Gaoqing dialect
表 2. 高青方言不同声母的语图模式

不送气塞音	冲直条
送气塞音	冲直条 + 乱纹
清擦音	乱纹
浊擦音	乱纹 + 横杠
不送气塞擦音	冲直条 + 乱纹
送气塞擦音	冲直条 + 乱纹(包括摩擦段和送气段)
鼻音、边音	横杠

3.2. 研究内容

依语图模式判断气流除阻的方式, 并据此将音系所示声母分为五类, 根据每类声母发音特点的差异分别确定需要提取的声学参数, 以便在区别除阻方式的基础上, 对声母发音部位、气流情况、清浊对立等特征进行研究, 见表 3。

3.2.1. 塞音

塞音是指发音时声道完全闭塞、爆发而成的音[7], 时长短, 具有离散性, 其声学特质不易考量[8]。塞音的声学参量从总体上说可以从两个方面观察, 其一是塞音本身的声学参量, 其二是塞音对邻近语音的影响[8]。塞音本身的声学参量包括 VOT 和 Gap 两方面, VOT 指嗓音起始时间, 表示塞音除阻与声带开始颤动这段过程两者间的相对时长关系[9], 对于区分不同类别的塞音是一项有效的参量[8]。Gap 指闭塞段时长, 表示塞音和塞擦音的持阻时间, 需在双字组中测量, 是塞音“塞”这一声学特征的重要反映[10]¹。以 VOT 为横轴, Gap 为纵轴, 可构建塞音声学空间图[11]。塞音对邻近语音的影响表现为其与后接元音共振峰、过渡音征间的关系, 由塞音向元音过渡时会产生较明显的协同发音效应, 在语图上表现为元音第二共振峰曲线的开端会受前面塞音(也会受后接元音)影响而产生向上或向下指向塞音爆破时频谱中能量相对集中区域的弯头, 这就是塞音的音征[8] [12], 一般用音轨体现。音轨方程可以用来考察元音弱化、协同发音和部位分类等问题。通过计算后接元音 F2 的起点值与目标值所形成的最佳拟合线的直线方程与直线 $y = x$ 的交点, 可以求出各部位辅音的音轨[13]。由于音轨对语料标注和数据处理的要求较高, 且本次所采语料均为单字, 故本文仅计算不同塞音的 VOT 以反映其声学特点。

¹ 冉启斌(2017)指出, VOT 主要还是针对塞音而言, 在塞擦音中摩擦段时长的概念对应于 VOT。

3.2.2. 擦音

擦音是声道中有阻碍但未完全闭塞、气流从缝隙中摩擦发出的辅音。与塞音相比，擦音音长较长，声学特征较稳定，易于考察频谱特性[14]。Svantesson (1986)采用频谱重心、能量分散度、音强分析普通话擦音声学特征，并指出能取其中任意二者为横纵轴构建擦音声学空间图[15]。冉启斌、石峰指出语音的强度具有相对性，故只选取谱重心和分散度对擦音进行考察[16]，并在后续研究中提出对其进行归一化和相对化处理的方法，以尽可能排除不同发音人个体因素的影响，使不同擦音间的位置关系更清晰[14]。李善鹏则以普通堵塞擦音为例考察摩擦段频谱的声学参数与其语音特征之间的关系[17]。本文通过时长分析和频谱分析以研究擦音声学特征。时长指擦音摩擦段时长。频谱反映了摩擦段的能量分布情况，即通过快速傅里叶变换得到即时功率谱，并划分临界带，将其转化为临界带谱以匹配人耳的听觉特性，由此得到摩擦段的谱矩(包括谱重心、谱标准差、谱峰度、谱偏度)[16]，其中，谱重心表征能量中心位置，谱标准差反映能量分散程度，谱偏度表征能量主要分布在高频还是低频，谱峰度则表征能量集中区的陡缓程度[17]。

3.2.3. 塞擦音

塞擦音是指发音时形成闭塞，气流先从阻碍中冲出窄缝，再由窄缝中摩擦而出所发出的声音，是“先塞而后擦”[18]。冉启斌提出通过计算时长性质指数和摩擦性质指数的方式来构建塞擦音的声学格局，反映塞擦音等辅音的声学性质²[18]。但由于双字组语料的缺乏，故本文仅取摩擦段时长和谱矩这两方面的参数来分析塞擦音声学特征。

3.2.4. 鼻音、边音

鼻音、边音是指发音时声带振动，气流分别由鼻腔、舌头两边流出的声音。鼻音边音发声，经鼻腔、口腔时共振，在语图上会产生类似元音的共振峰。本文通过分析鼻音边音的时长和共振峰模式以研究其声学特征。

Table 3. Content of the analysis

表 3. 研究内容

声母类型	研究内容
塞音	VOT
擦音	摩擦段时长、摩擦段谱矩
塞擦音	摩擦段时长、摩擦段谱矩
鼻音、边音	时长、共振峰

3.3. 发音人

张 XX，女，47 岁，护士，大学本科学历，常年生活于高青，且父母与配偶均为高青人。能说高青方言，发音条件良好。

3.4. 字表及录音

每个音位选取 10~20 个单字，所选例字语图清晰，并保证调类和声韵组合类别覆盖全面。

使用外置声卡“m-audio”、话筒“AKGC544L”、audition3.0、斐风进行语料采录(采样率为 44,100 HZ，精度 16 位，单声道)。发音人按字表顺序依次读出每个例字，每个字读一遍，遇到有杂音或电流声较明显的字需要多次重复录音，录完一类后及时用 praat 分析，保证音频的清晰性和准确度。录完后及时听音

²时长性质指数 = 摩擦段时长/Gap; 摩擦性质指数 = 谱重心/谱标准差。

核对，补录误读音和漏读音，并在提取数据前对音档进行降噪处理(降噪 10 dB)。

录音结束后，将同类声母的音档合并，导入 praat 标注。

3.5. 语料标注

3.5.1. 塞音声母 VOT 的标注

标注三层，分别为“汉字(HZ)”、“音节(YJ)”、“VOT”，其中“VOT”为数据提取层，依据定义，以频谱图上冲直条出现的位置为起点，以频谱能量开始显著增强的位置为终点，并且考虑元音第一、第二共振峰和元音周期性声波开始出现的位置并结合标注段音频听辨。标注示例见图 1。

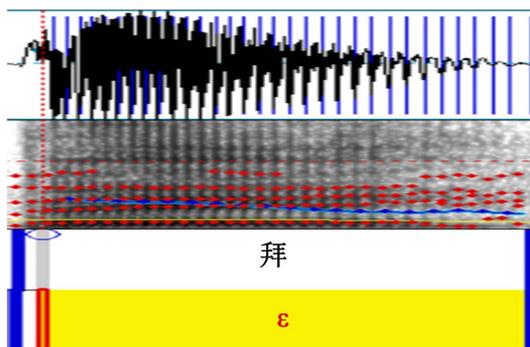


Figure 1. Annotation example of Gaoqing dialect plosive example word “Bai”

图 1. 高青方言塞音例字“拜”标注示例

3.5.2. 擦音、塞擦音声母的标注

标注两层，分别为“汉字(HZ)”、“音节(YJ)”，其中“音节”的声母部分为摩擦段时长及谱矩的数据提取层，以频谱图上声波能量及乱纹开始出现的为起点，以频谱能量开始显著增强，同时元音周期性声波也开始出现的地方为终点，并参考乱纹的消失。标注示例见图 2。

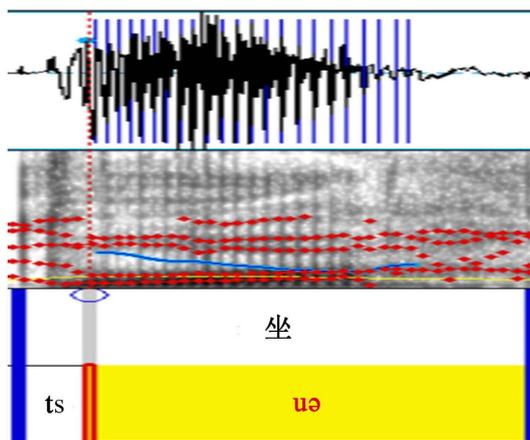


Figure 2. Annotation example of Gaoqing dialect affricative example word “Zuo”

图 2. 高青方言塞擦音例字“坐”标注示例

3.5.3. 鼻音、边音声母的标注

标注三层，分别为“汉字(HZ)”、“音节(YJ)”、“共振峰(GZF)”，其中“音节”的声母部分为时

长提取层，“共振峰”为共振峰数据提取层。“音节”层标注方式与擦音、塞擦音类同，但语图标准由乱纹变为横杠。“共振峰”层以声母段内共振峰曲线稳定出现的位置为起点，稳定结束的位置为终点。标注示例见图3。

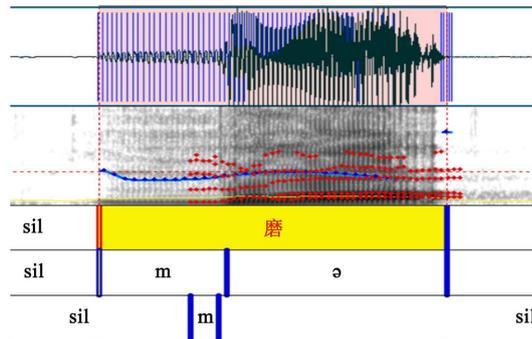


Figure 3. Annotation example of Gaoqing dialect nasal voice example word “Mo”

图3. 高青方言鼻音例字“磨”标注示例

3.6. 数据处理

上述所有声学参数均通过脚本批量提取。在进行语料标注和数据提取整理时注意听辨，去除掉录音不够清晰、因个人疏忽或气流等场外因素干扰而造成的发音瑕疵较大的语料及其数据，提高结果的准确性。以音位为单位，通过 excel 计算提取得到的其所含例字各参数值的平均值、标准差、最大值、最小值、极差，取平均值作为参数参考值，并将平均值 \pm 标准差的结果赋值为参数的浮动范围，其他值则用来检验和说明提取结果的稳定性。³

对于擦音声母，按再启斌的策略，对谱重心和谱标准差进行归一化和相对化处理，以处理后的谱重心为横轴，谱标准差为纵轴，绘制高青方言擦音声学空间图。公式如下。其中 G_x 、 D_x 分别指擦音具体的谱重心值、谱标准差值。

$$\text{谱重心: } G = (G_x - G_{\min}) / (G_{\max} - G_{\min}) * 100\%$$

$$\text{谱标准差: } D = (D_x - D_{\min}) / (D_{\max} - D_{\min}) * 100\%$$

而对于鼻音、边音共振峰，则按音位归类例字音档，通过脚本批量提取所有例字的音档在 10 个时点处的 F1、F2、F3 数据，⁴ 计算每个音位所含例字在 10 个时点处的 F1、F2、F3 各自的平均值，得到各音位 F1、F2、F3 数据各 10 个，由此绘制各音位 F1、F2、F3 值的变化折线图，进而得到各音位共振峰模式图。以上数据整理和图表绘制均在 excel 表格中进行。

4. 山东高青方言声母声学特征

4.1. 塞音声母 VOT 研究

如表 4 所示，高青方言塞音声母 VOT 值的大小关系为： $k^h > p^h > t^h > k > p = t$ 。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[9]。本实验中塞音冲直条均出现在周期性声波开始前，

³ 谱矩所涉及的参数较多，出于行文简洁的考虑，故不列最值和极值。

⁴ 记为 F1-1, F1-2……F1-10; F2-1, F2-2……F2-10; F3-1, F3-2……F3-10，对例字进行归类后，以行为单位排列每个例字，并将提取得到的每个例字的共振峰数据按上述顺序排列。

Table 4. VOT of the plosive (unit: ms)**表 4.** 塞音 VOT(单位: ms)

	p	p ^h	t	t ^h	k	k ^h
平均值	14	144	14	127	24	155
标准差	4	19	4	19	5	22
最大值	21	173	22	173	34	188
最小值	8	115	9	101	17	121
极差	13	58	13	72	17	67
平均值 + 标准差	18	163	18	146	29	177
平均值 - 标准差	10	125	10	108	19	133
浮动范围	8	38	8	38	10	44
样本数	17	15	19	18	17	15

VOT 为正值, 均为发音时声带不振动的清塞音。Cho 和 Peter Ladefoged 通过研究世界上 18 种语言发现可以根据 VOT 将塞音分成四个语音范畴: 不送气(30 ms 左右)、弱送气(50 ms 左右)、送气(90 ms 左右)、强送气(130 ms 左右) [10]。p、t、k 的 VOT 均小于 30 ms, 应定义为不送气, p^h、t^h、k^h 的 VOT 均接近或超过 130 ms, 应定义为强送气, 送气这一特征在高青方言塞音的区分中效应较为显著。朱晓农指出, 辅音被动部位越往后, 成阻部位接触面积越大, VOT 越长[19]。无论送气与否, 高青方言舌根塞音的 VOT 及其浮动范围均为最大, 而舌尖音与双唇音的 VOT 区别却不大, 送气时甚至出现双唇音大于舌尖音的情况。这说明高青方言发舌尖中塞音时, 发音部位靠前, 舌尖并非微微上翘顶住硬腭, 而是向前铺展, 舌叶或舌面与硬腭相贴, 舌尖接近齿龈或位于齿间, 带有腭化与咬舌色彩。⁵ 由此可见, VOT 在高青方言塞音中可以有效区分其是否送气及是否为舌根音, 但对双唇、舌尖两部位的区别效果不明显。

4.2. 擦音声母时长与谱矩研究

4.2.1. 擦音声母时长

Table 5. Duration of fricative (unit: ms)**表 5.** 擦音声母时长(单位: ms)

	f	s	ʃ	ʒ	ɸ	x	v
平均值	234	212	224	151	243	193	110
标准差	44	49	52	42	63	40	28
最大值	336	328	376	266	364	271	187
最小值	133	125	142	102	120	124	77
极差	203	203	234	164	244	147	110
平均值 + 标准差	278	261	276	193	306	233	138
平均值 - 标准差	190	163	172	109	180	153	82
浮动范围	88	98	104	84	126	80	56
样本数	20	20	20	20	20	20	18

⁵ 林伽亦(2022)认为, 在山东方言里像这种舌尖塞音发得偏前的只占少数。

高青方言擦音声母时长均值大小顺序为： $\epsilon > f > \xi > s > x > \zeta > v$ ，见表5。浊擦音声母时长明显小于清擦音声母。送气塞音和清擦音在语图上均表现出乱纹，但清擦音时长都在200 ms以上或接近200 ms，送气塞音VOT则多大于130 ms而低于170 ms，时长分析可作为两类声母区分的标志之一。在清擦音中，舌面音时长最长，唇音和舌尖音次之，舌根音最小，在浊擦音中唇音短于舌尖音，与清擦音情况相反。由此可见，高青方言擦音声母时长与声母发音部位或存在一定的对应关系，当发音部位靠前时，清擦音时长往往较大，而浊擦音时长则较小，据此也可以推测在高青方言中，发舌面音时，舌位应较普通话而靠前。

4.2.2. 擦音声母谱矩

Table 6. Spectral moment of fricative

表6. 擦音谱矩

		f	s	ξ	ζ	ϵ	x	v
谱重心	平均值	3949	4324	3367	2432	4809	3385	1789
	标准差	930	1002	766	414	495	888	650
谱标准差	平均值	3445	3719	2171	1917	2300	3029	1877
	标准差	401	264	226	250	183	636	670
谱偏度	平均值	1.08	0.78	0.66	1.16	0.18	1.23	2.69
	标准差	0.56	0.55	0.36	0.26	0.17	0.47	0.82
谱峰度	平均值	0.89	0.41	0.46	1.64	0.17	1.46	12.73
	标准差	1.85	1.42	1.04	0.99	0.36	1.9	8.8
样本数		20	20	20	20	20	20	20

Table 7. The center of gravity and standard deviation of the fricative after processing

表7. 处理后擦音的谱重心、谱标准差

	ϵ	f	s	ξ	v	x	ζ
谱重心	100%	72%	84%	52%	0%	53%	21%
谱标准差	27%	100%	83%	19%	0%	74%	3%

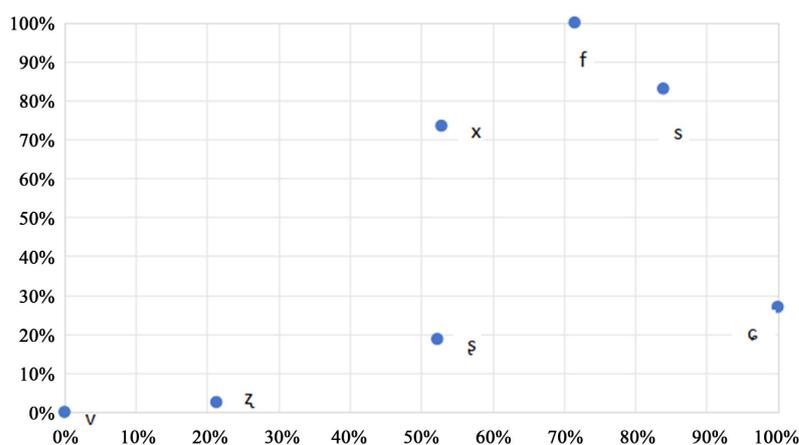


Figure 4. Acoustic spatial diagram of Gaoqing dialect fricative

图4. 高青方言擦音声学空间图

高青方言擦音声母谱重心大小顺序为： $\epsilon > s > f > x > \xi > z > v$ ，谱标准差大小顺序为 $s > f > x > \epsilon > \xi > z > v$ ，谱偏度大小顺序为： $v > z > x > f > s > \xi > \epsilon$ ，谱峰度大小顺序为： $v > z > x > f > \xi > s > \epsilon$ 。见表 6、表 7 和图 4。谱重心与谱标准差之间基本呈正相关，谱偏度与谱峰度之间基本呈正相关。四个参数对区分擦音清浊均具有较明显的主效应，浊擦音的谱重心和谱标准差低于清擦音，谱偏度和谱峰度高于清擦音。林茂灿等指出，擦音的频谱特征与发音部位息息相关，擦音的离散度与摩擦缝隙大小有关，缝隙越大，离散程度越大，而谱重心则是按唇、舌发音部位的后移，而不断递减[20]。结合数据和声学空间图可推断，高青方言舌面音 ϵ 位于图中最右边和偏下端的位置，发音时舌位偏前，且与硬腭相接近，形成较小的缝隙。舌尖前音 s 位于右上角，发音时舌头前伸，上齿抬高造成空隙，使其发音有咬舌色彩。舌尖后音谱重心在图上与舌根音接近，谱标准差与舌面音接近，其部位靠后，舌位较卷，顶住硬腭。而唇齿音 f 的谱重心小于 ϵ 和 s ，再联系双唇塞音 VOT 与舌尖塞音接近这一现象可以推测，高青方言发清唇音时部位或后移。在能量分布上，浊擦音集中在高频，高于清擦音，而对清擦音来说，谱偏度和谱峰度的大小关系均表现为：舌根音 > 唇音 > 舌尖音 > 舌面音，发音部位与能量的集中和分布情况之间具有一定相关性。

4.3. 塞擦音声母摩擦段时长与谱矩研究

4.3.1. 摩擦段时长研究

Table 8. The duration of the friction segment of the affricative (Unit: ms)

表 8. 塞擦音声母摩擦段时长(单位 ms)

	ts	ts ^h	tʂ	tʂ ^h	tc	tc ^h
平均值	37	197	30	159	80	176
标准差	7	43	5	19	17	25
最大值	53	257	38	189	110	217
最小值	23	140	23	134	57	123
极差	30	117	15	55	53	94
平均值 + 标准差	44	240	35	178	97	201
平均值 - 标准差	30	154	25	140	63	151
浮动范围	14	86	10	38	34	50
样本数	12	12	15	14	14	14

与塞音一样，高青方言塞擦音声母冲直条均出现在周期性声波出现前，均为清音。摩擦段时长大小顺序为： $ts^h > tc^h > tʂ^h > tc > ts > tʂ$ ，送气塞擦音大于不送气塞擦音，见表 8。从绝对时长看，塞擦音的摩擦段时长大于塞音 VOT，但小于清擦音的摩擦段时长。无论是否送气，舌尖后音的时长都最短，而舌尖前音和舌面音的摩擦段时长在送气和不送气两种情况下大小关系正好相反。 $tʂ$ 的摩擦段时长仅为 30 ms，与塞音接近，这与普通话中的 $tʂ$ 声母情况类似。

4.3.2. 摩擦段谱矩研究

Table 9. Spectral moment of affricative

表 9. 塞擦音声母谱矩

		ts	ts ^h	tʂ	tʂ ^h	tc	tc ^h
谱重心	平均值	3207	2639	2614	2048	4501	3233
	标准差	769	730	669	421	623	857

续表

谱标准差	平均值	2850	2555	1956	2062	2406	2238
	标准差	603	556	265	551	126	235
谱偏度	平均值	1.39	1.72	1.15	1.98	0.34	0.89
	标准差	0.51	0.58	0.57	0.45	0.28	0.52
谱峰度	平均值	2.37	3.85	2.42	5.56	0.18	1.11
	标准差	2.43	3.61	3.23	3.18	0.35	1.47

高青方言塞擦音声母谱重心大小顺序为: $te > te^h > ts > ts^h > tʂ > tʂ^h$, 谱标准差大小顺序为: $ts > ts^h > te > te^h > tʂ^h > tʂ$, 谱偏度大小顺序为: $tʂ^h > ts^h > ts > tʂ > te^h > te$, 谱峰度大小顺序为: $tʂ^h > ts^h > tʂ > ts > te^h > te$ 。见表 9。谱重心、谱偏度、谱峰度可较好区分送气情况, 送气塞擦音的谱重心低于对应的不送气塞擦音, 谱偏度和谱峰度却高于对应的不送气塞擦音。谱重心和谱标准差对塞擦音发音部位的区分均具有显著的主效应。在谱重心上表现为: 舌面音 > 舌尖前音 > 舌尖后音。李善鹏曾通过实验表明普通话塞擦音中发音部位与谱重心大小的对应关系为舌尖前音 > 舌面音 > 舌尖后音, 谱重心随发音部位的后移而降低 [17]。由此对比可以推测, 在高青方言塞擦音中, 发舌面音时, 舌位应偏前, 实际发音部位或接近舌叶, 发舌尖前音时, 舌尖偏后, 与齿龈存有一小段距离。谱标准差可借能量的分散情况表征发音时摩擦缝隙的大小, 一般空间越大, 谱标准差越大, 能量越分散。数据表明高青方言塞擦音中谱标准差与发音部位的对应关系为: 舌尖前音 > 舌面音 > 舌尖后音。舌尖前音发音时, 开口度应略大, 硬腭抬高, 齿间留有一定缝隙, 与后缩的舌尖配合, 在发声时造成听感接近齿间音的效果。综合前文对擦音 s 的描述, 可知所谓高青方言舌尖前音咬舌, 应是由其特殊的发音方式所导致, 从部位上看并非严格的齿间音, 因此仍应记为 ts 、 ts^h 、 s 。舌面音发音时舌头与硬腭靠近。发舌尖后音时舌尖抵住硬腭而卷舌。舌面音的谱偏度和谱峰度均低于舌尖音, 说明与舌尖音相比, 其发声时能量集中在低频, 变化较缓。对舌尖音而言, 送气音的谱偏度和谱峰度均高于不送气音。由此可见, 发音部位的差别和是否送气均会对塞擦音发声时能量的分布产生较为明显的影响。

4.4. 鼻音边音声母时长与共振峰研究

4.4.1. n 和 η 、l 和 l 的分合问题

高青方言存在 n 和 η 、l 和 l 两组音位。通过听音, 笔者认为 n 和 η 同属合流后的娘、泥二母, 在洪音前读为 n, 在细音前读 η 。来母今读 l, 而在普通话中读为卷舌元音 ər 的, 在高青方言中读 $l\text{ə}$, 且本地人也能互相区别这 4 个音位。现通过时长和共振峰模式来对比它们的声学特征差异, 进一步说明其分合问题。

1) 时长比较

Table 10. The duration of the two sets of phonemes (Unit: ms)

表 10. 两组音位的时长(单位: ms)

	n	η	l	l
平均值	124	64	89	181
标准差	14	21	25	6
平均值 + 标准差	138	85	114	187

续表

平均值 - 标准差	110	43	114	175
时长浮动范围	28	42	50	12
样本数	10	10	10	10

2) 共振峰模式比较

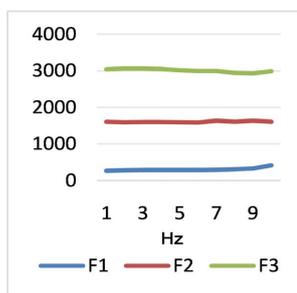


Figure 5. Formant pattern plot of “n”
图 5. n 共振峰模式图

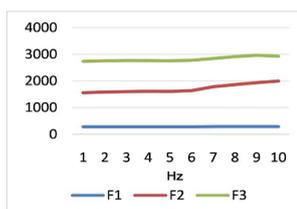


Figure 6. Formant pattern plot of “ŋ”
图 6. ŋ 共振峰模式图

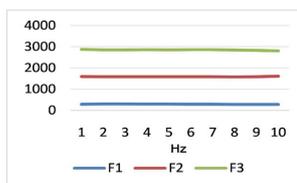


Figure 7. Formant pattern plot of “l”
图 7. l 共振峰模式图

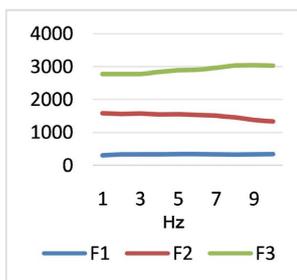


Figure 8. Formant pattern plot of “ɹ”
图 8. ɹ 共振峰模式图

3) 讨论

两组音位的时长和共振峰模式图分别见表 10、图 5~8。在时长上, $n > \eta$, $l > l$, 且两两之间的差异较为显著。在共振峰模式上, n 和 l 的 F1 与 F2 较为稳定, n 的 F1 末端略有上扬, 但 η 的 F2 后段有明显的上升, l 的 F2 后段有明显的下降, n 和 η 、 l 和 l 的共振峰模式存在较大区别。

综上所述, n 和 η 、 l 和 l 彼此间在音长和音色上差别较大, 且能互相区别意义, 应视作不同音位。但注意到它们出现的条件各不相同, 发音部位和发音方法较为类似, 故彼此间应视作互为条件变体。

4.4.2. 鼻音、边音声母时长研究

Table 11. Duration of nasal voice and side voice (Unit: ms)

表 11. 鼻音、边音声母时长(单位: ms)

	m	n	η	l	l	η
平均值	96	124	64	89	181	119
标准差	26	14	21	25	6	35
平均值 + 标准差	122	138	85	114	187	154
平均值 - 标准差	70	110	43	64	175	84
浮动范围	52	28	42	50	12	70
样本数	10	10	10	10	10	10

高青方言鼻音、边音声母时长大小顺序为: $l > n > \eta > m > l > \eta$ 。见表 11。 l 、 n 、 η 只接洪音, m 、 l 洪音、细音均可接, 而 η 后只接细音。从发音动作上看, 接洪音时, 发音部位间的接触面相对更大, 接细音时则更小, 这或在一定程度上影响声母发音的持续性, 故推测鼻音、边音时长与其后接元音类型相关。 l 、 n 、 η 与 m 、 η 相比, 发音部位偏后, 因此预测在高青方言鼻音、边音中, 发音部位靠后, 声母时长变长, 但舌尖中音 l 的时长却较短, 可能是因为发 l 时舌面较展, 发音部位相对偏前。

4.4.3. 鼻音、边音声母共振峰研究

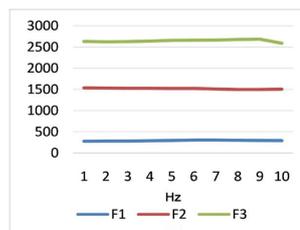


Figure 9. Formant pattern plot of “m”

图 9. m 共振峰模式图

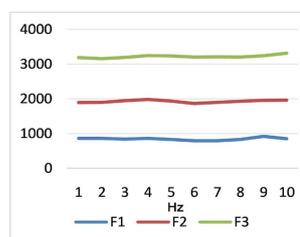


Figure 10. Formant pattern plot of “η”

图 10. η 共振峰模式图

m 和 η 共振峰模式图见图 9 和图 10。n、ŋ、l、ɭ 共振峰模式图已在前文说明。

由共振峰模式图可知, m 和 l 的 F1、F2 曲线较为平稳, l 的 F2 值大于 m, 舌根音 η 的共振峰曲线起伏最大, 共振不够稳定, 或与其发音部位有关。田良娟在 2010 年调查汉语九方言点鼻音边音共振峰情况时曾指出, 边音 l 的 F1 总体呈下降趋势, F2 则呈上升趋势[6], 而 ɭ 的 F2 曲线却是下降的, 说明 ɭ 并非边音。

5. 结论

结论 1: 时长分析法是区分高青方言辅音声母的重要方法:

- 1) 针对除阻方式不同的声母, 具体表现为: 清擦音摩擦段时长 > 送气塞擦音摩擦段时长 > 送气塞音 VOT > 浊擦音摩擦段时长 > 不送气塞擦音摩擦段时长 > 不送气塞音 VOT。
- 2) VOT 和摩擦段时长分别对塞音和塞擦音“送气”这一特征的区分具备显著的主效应。
- 3) VOT 和摩擦段时长均可区分塞音、擦音、塞擦音声母是否存在清浊对立。

结论 2: 高青方言声母音系虽大部分与普通话声母音系重合, 但部分声母的发音特点却与普通话中对应的声母有较明显的区别。

- 1) 发舌尖中音时会腭化与咬舌, 舌面较展。
- 2) 发舌面音时舌头靠前, 与硬腭贴近。
- 3) 发舌尖前音时开口偏大, 留出空隙, 在发声时造成咬舌、齿间色彩。
- 4) 发舌尖后音时, 卷舌动作十分明显。
- 5) 发清唇音时, 发音部位较普通话后移。

结论 3: 谱矩可较好区分高青方言擦音清浊、塞擦音是否送气、擦音与塞擦音的发音部位。

结论 4: 高青方言存在 η、ŋ、l、ɭ 4 个普通话中没有的声母, 在时长和共振峰呈现出互有差异, 应视作不同的音位。

基金项目

本文系 2023 年国家级大学生创新创业项目《山东高青方言语音系统的声学特征研究》(项目编号: 202310357162)阶段性成果。

参考文献

- [1] 钱曾怡. 山东方言研究[M]. 济南: 齐鲁书社, 2001: 87.
- [2] 中国社会科学院语言研究所, 等. 中国语言地图集(汉语方言卷) [M]. 第 2 版. 北京: 商务印书馆, 2012.
- [3] 黄慧翔, 蔡熠琛, 王弈菲. 山东高青方言单字声调实验研究[J]. 现代语言学, 2024(2): 763-778.
- [4] 林珈亦. 山东方言声母研究[D]: [博士学位论文]. 济南: 山东大学, 2022.
- [5] 王蕊. 山东高青方言语音研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2004.
- [6] 林焘, 王理嘉. 语音学教程(增订版) [M]. 北京: 北京大学出版社, 2013.
- [7] 冉启斌, 石锋. 塞音的声学格局分析[C]//中国社会科学院语言所. 第八届中国语音学学术会议暨庆祝吴宗济先生百岁生日语音科学前沿问题国际研讨会论文集. 2008: 6.
- [8] 冉启斌. 辅音声学格局研究[J]. 当代外语研究, 2011(09): 12-16, 60.
- [9] 刘亚丽, 齐娜, 陈静, 等. 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(3): 15-23.
- [10] 昌雅洁. 洛阳方言音系实验研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京师范大学, 2018.
- [11] 李冰. 基于 Praat 软件的河北滦南方言塞音格局研究[J]. 燕赵中文学期刊, 2023(1): 137-151.

-
- [12] 艾金勇, 陈小莹. 藏语拉萨话塞音过渡音征研究[J]. 甘肃科技纵横, 2015, 44(11): 76-78.
- [13] 冉启斌, 石锋. 从音轨方程考察普通话不送气塞音声母的协同发音[J]. 南开语言学报, 2006(2): 45-54, 165.
- [14] 冉启斌, 石锋. 北京话擦音格局分析[J]. 华文教学与研究, 2012(1): 67-72.
- [15] 亓海峰, 李明兴. 山东荣成方言擦音性别差异的实验研究[J]. 南开语言学报, 2023(2): 50-61.
- [16] 冉启斌. 汉语普通话清擦音的声学空间分析[C]//中国社会科学院语言所. 第八届中国语音学学术会议暨庆贺吴宗济先生百岁华诞语音科学前沿问题国际研讨会论文集. 2008: 6.
- [17] 李善鹏, 顾文涛. 普通话语擦音的声学特性研究[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2016, 56(11): 1202-1208.
- [18] 冉启斌. 北京话塞擦音的声学格局分析[J]. 中国语文, 2017(4): 459-467, 511-512.
- [19] 罗增勇, 杨艳. 哈尼语木达话硬腭塞音的声学特征[J]. 玉溪师范学院学报, 2023, 39(4): 65-72.
- [20] 丁雅凡. 日本留学生汉语辅音语音习得与教学方案设计研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国社会科学院大学, 2022.