

# 载瓦语声调的声学及感知研究\*

陆尧 孔江平

[提要] 本文采用声学和感知方法对载瓦语的声调进行研究。声学分析表明载瓦语有2个平调、3个降调和1个升调,调值分别是55、44、51、31、21、35。此外,载瓦语的元音发声有正常嗓音和紧嗓音两种类型,其中升调35音节中的元音只能是正常嗓音,其他声调音节中的元音可以是紧嗓音,也可以是正常嗓音。在声学分析的基础上,本文选取3种声调和发声的组合进行了感知研究:1)声调不同,元音同为正常嗓音;2)声调不同,元音同为紧嗓音;3)声调不同,元音发声类型也不同。声学分析和感知研究发现,基频和发声类型对载瓦语的声调感知都有贡献,在不同情况下,其作用有别;当发声类型缺失时,被试出现“基频感知中立”。

[关键词] 载瓦语 发声类型 声学分析 声调感知

## 一 引言

语音感知研究对研究人类语言音位的心理实体和确立音位的范畴非常重要。20世纪70年代,声调的感知研究开始得到语言学界的重视(Wang 1976; Abramson 1979)。学界普遍认为,声调的高低、升降、曲直主要是由基频的变化决定的,所以对于声调的感知研究,基本上是通过改变基频的高低来进行听辨实验(Wang 1976; Abramson 1979; Francis et al. 2003; Hallé et al. 2004; Xu et al. 2006; Peng et al. 2010; Chen et al. 2017; 于谦 2017)。

Wang (1976)发现母语者对于普通话阴平-阳平的感知是范畴感知(categorical perception)。Abramson (1979)发现中央泰语母语者对3个平调的感知是连续感知(continuous perception)。Abramson (1979)认为,其实验结果与Wang (1976)不同的原因有两点:一是Wang (1976)的实验中刺激是从平调到升调的连续体,而他的实验中,3个声调均是平调;二是Wang (1976)的实验中负载声调的是一个单元音音节*i*,而他的实验中是相对复杂的*kha:*。Francis et al. (2003)同时考察了母语者对粤语中不同平调、平调与曲拱调以及不同曲拱调的感知情况。实验结果显示,3个平调的感知结果是连续感知,与Abramson (1979)的感知实验结果相同;平调与曲拱调的感知结果是范畴感知,与Wang (1976)的感知结果相同;不同调型的曲拱调与曲拱调(低升调与低降调)是范畴感知,调型相同、只是终点音高有差别的两个曲拱调之间(低升调与高升调)是连续感知。一系列有关汉语普通话声调的感知实验

\* 本文得到教育部基地重大项目“基于语言多模态的语言本体研究”(17JJD740001)的支持。孔江平为本文通讯作者,电子邮件:jpkong@pku.edu.cn。数据采集过程中得到了德宏州检察院检察官杨晓华、瑞丽市户育乡宣传委员王珏、户育村党总支书记腊端、户育村村委会主任翁草鲁、户育村村民杨果、德宏师范高等专科学校载瓦语专业讲师李木迪及其学生关立、董木鲁等的大力协助与支持,在此一并表示感谢。

研究证明普通话母语者对阴平与阳平、阴平与去声、阳平与去声的声调感知是范畴感知 (Xu et al. 2006; 杨若晓 2009; Peng et al. 2010; 王韞佳等 2010; 王韞佳等 2015; 覃夕航 2012; 荣蓉 2013; Chen et al. 2017; 于谦 2017)。综上所述, 前人研究大多认为, 母语者对于调型相同的声调的感知往往是连续感知, 如平调与平调、升调与升调; 而对调型不同的声调的感知往往是范畴感知, 如平调与升调、平调与降调、升调与降调。但是, 这个规律是否适用于所有的声调语言, 目前尚待进一步研究。近年来, 随着声学、生理学和心理学研究的进展, 学界已经意识到仅仅依靠基频不能够准确描写声调, 也不能对声调的感知结果做出全面解释, 尤其是当该语言中存在特殊发声类型时。张锐锋、孔江平 (2014) 发现, 河南禹州方言声调的感知中, 发声类型起到了一定的作用, 在基频差别大的情况下发声类型对感知的贡献较小; 在基频差别小的情况下, 发声类型在感知上的贡献就会变大。刘文、张锐锋 (2016) 发现, 鱼粮苗语低平调 (T5:22) 和低降调 (T6:31) 的区分是发声和基频二者共同作用的结果。

中国境内的一些少数民族语言, 不同声调之间不仅存在基频的对立, 同时还存在发声类型的对立, 那么, 母语者对声调的感知是基频起了作用还是发声类型起了作用? 声调的“区别性特征”到底是什么? 这些问题仍需做深入研究。

本文选择载瓦语作为研究对象。首先, 通过声学分析确定其声调数目、调值及发声类型; 其次, 从中选取“声调不同, 元音同为正常嗓音<sup>①</sup>”、“声调不同, 元音同为紧嗓音”、“声调不同, 元音发声类型不同”这 3 种声调和发声类型的组合进行感知实验研究, 以期探讨基频和发声类型对于母语者感知的贡献。

## 二 载瓦语声调的声学分析

载瓦语是中国景颇族中自称“载瓦”的支系使用的语言, 属于汉藏语系藏缅语族缅语支, 当地人称“小山话”。根据徐悉艰、徐桂珍编著《景颇族语言简志 (载瓦语)》(1984), 载瓦语声调共有 3 个, 调值分别为 21、55、51。何勒腊 (2016) 认同载瓦语有 3 个声调, 但是认为调值应为 22、55、51。戴庆厦 (1989) 指出, 对载瓦语声调的归类有两种方法: 一种主要根据调值的相近程度, 把舒声调和促声调合为一类。这样的话, 声调有 3 个, 即 21、55、51, 但是在 21、55 两个调里既有舒声调, 又有促声调; 另一种方法是把舒声调和促声调分开, 归为 5 个调, 即 3 个舒声调 (21、55、51) 和 2 个促声调 (21、55)。他还指出, 如果为了研究载瓦语声调的发展变化, 似乎把舒声调和促声调分开分析更方便些。前人对载瓦语声调的研究多是依靠田野调查的听音、记音, 未曾进行过全面的声学分析。

为更准确地厘清载瓦语的声调情况, 本文选择了 4 名来自云南省德宏傣族景颇族自治州瑞丽市户育乡的村民作为发音人采集数据。其中, 2 名女性, 一名 19 岁, 一名 48 岁; 2 名男性, 一名 20 岁, 一名 36 岁。他们的母语均为载瓦语。根据得到的语音样本, 提取男女发音人的基频数据作平均值, 然后使用 5 度值计算公式  $[(\lg f_x - \lg f_2) \div (\lg f_1 - \lg f_2) \times 4] + 1$ , 将基频数据转换为 5 度值 (李洪彦、蓝庆元、孔江平 2006), 其中  $f_1$  为调域内的基频最高值,  $f_2$  为调域内的基频最低值,  $f_x$  为实测基频值。载瓦语声调基频及五度值情况如图 1 所示。

<sup>①</sup> 本文中载瓦语的“正常嗓音 (modal voice)”即通常所说的“松音”, “紧嗓音 (pressed voice)”即通常所说的“紧音”。

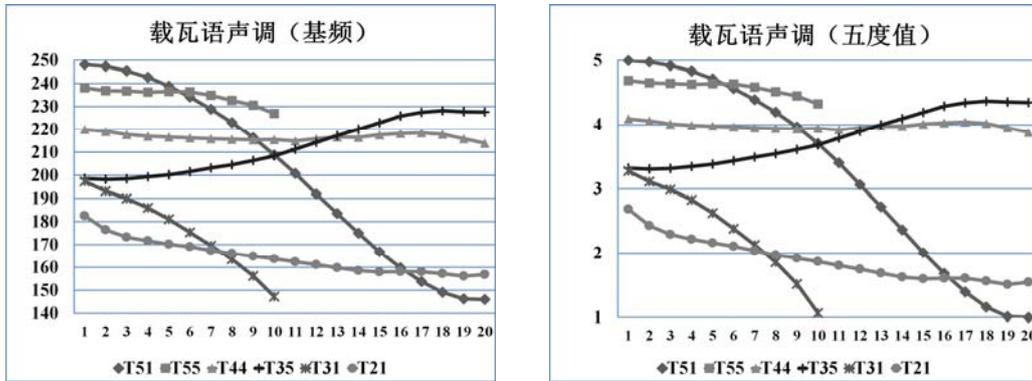
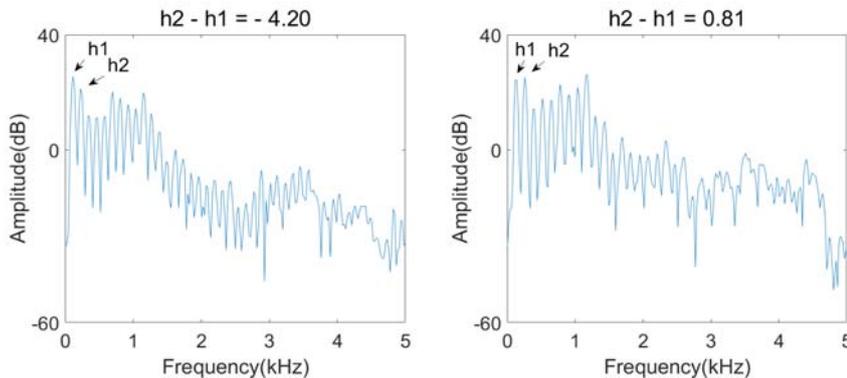


图1 载瓦语声调基频和五度值图

从图1可以看出，基于基频分析得出的载瓦语声调系统包括6个声调，与传统记音归纳的3声调系统差异较大，其原因有二：首先是舒声调与促声调的分合。3声调系统（徐悉艰、徐桂珍 1984；何勒腊 2016）的55调和21（22）调两个声调都既包括舒声调，又包括促声调，但声学实验发现其中的舒声调和促声调的基频有较大差异，舒声调的低一些，促声调的高一些，因此我们认为宜将传统分类的55调析分为44调和55调（如pa<sup>44</sup>“坝子”和pat<sup>55</sup>“蝥”）、21（22）调析分为21调和31调（如pu<sup>21</sup>“衣服”和put<sup>31</sup>“涂、抹”），即前文戴庆厦（1989）提到的“把舒声调和促声调分开”的处理方式。其次是55调及所谓其变调的处理。3声调系统将55调与15调（我们记为35调）归并为一个调位，认为二者是由于发声类型及声母的不同而形成的音位互补。我们采用发声类型声学研究中最常用的频谱分析法，对载瓦语 mau<sup>35</sup>“奇怪”和 mau<sup>44</sup>“骗人”这两个单音节词中元音 a 和 a 的稳定段进行分析，主要是测量第一谐波（h1）和第二谐波（h2）的振幅（dB），其谐波的振幅差（h2-h1的数值）一般能反映声带振动时的紧张程度，振幅差越大，声带越紧（孔江平 2001）。结果如图2所示，确实存在发声类型的对立（即传统上所说的松紧对立）。且元音为正常嗓音的音节 mau 实际调值为35，紧嗓音音节 mau 的实际调值为44，差别显著，不宜将二者归为一个调位。



正常嗓音[a]稳定段功率谱及谐波振幅差      紧嗓音[a]稳定段功率谱及谐波振幅差  
图2 [a]-[a]元音功率谱

综上所述, 本文认为载瓦语声调宜处理为 6 个, 其中 2 个平调, 1 个升调, 3 个降调, 调值应分别记为 55、44、35、51、31、21。升调 35 音节中的元音只能是正常嗓音, 其他声调音节中的元音可以是紧嗓音, 也可以是正常嗓音。

### 三 载瓦语声调感知实验

为了考察基频及发声类型对声调感知的影响, 我们选取了 3 组载瓦语单音节词作为母本进行声调感知实验, 分别为:  $po^{21}$  “蛙” 和  $po^{51}$  “便宜”、 $i^{21}$  “尿” 和  $i^{51}$  “酒”、 $mau^{35}$  “奇怪” 和  $mau^{44}$  “骗人”。这 6 个词都为载瓦语的常用词。其中, 第 1、2 组母本声韵母相同, 声调不同, 元音发声类型相同, 都为紧嗓音或都为正常嗓音, 即这两组母本仅存在基频对立; 第 3 组母本声韵母相同, 声调不同, 且元音发声类型不同, 1 个为正常嗓音, 1 个为紧嗓音, 即本组母本同时存在基频和发声类型的对立。

录音在安静的室内进行, 具体录音设备包括: 录音软件 (Cool Edit 2.1)、麦克风 (Sony ECM-44B)、笔记本电脑 (ThinkPad X1)、外置声卡 (SBX) 和调音台 (XENYX 302 USB)。录音时的采样频率为 22050 赫兹, 采样精度为 16 位。母本由一位 20 岁男性载瓦语母语者发音, 为了排除时长对声调感知的影响, 6 个音节的时长均为 500 毫秒。

#### 3.1 实验刺激

本文使用 Praat 软件, 通过基音同步叠加方法 (pitch-synchronous overlap and add, PSOLA) 对上述 3 组母本分别合成实验刺激。以  $po^{21}$ - $po^{51}$  这组为例: 首先用 Praat 脚本程序等距离地分别提取出  $po^{21}$  和  $po^{51}$  这两个音节的声调各 11 个点的基频数据; 接着, 通过插值计算出 11 个基频测量点之间 9 个刺激样本的基频; 然后我们以  $po^{21}$  作为母本和组内第一个刺激样本; 接着按照计算出的 9 个基频数据逐步改变  $po^{21}$  的基频, 均匀地合成 9 个刺激样本; 最后按照  $po^{51}$  的实际基频, 在  $po^{21}$  的母本上合成第 11 个刺激样本。母本的不同会影响被试的感知结果, 因此, 我们随后再以  $po^{51}$  作为母本, 同样通过上述方法逐步改变基频得到 11 个刺激样本。最终, 我们合成了 6 组刺激样本连续体, 每组 11 个, 共计 66 个刺激样本, 刺激样本的基频曲线图如图 3 所示。

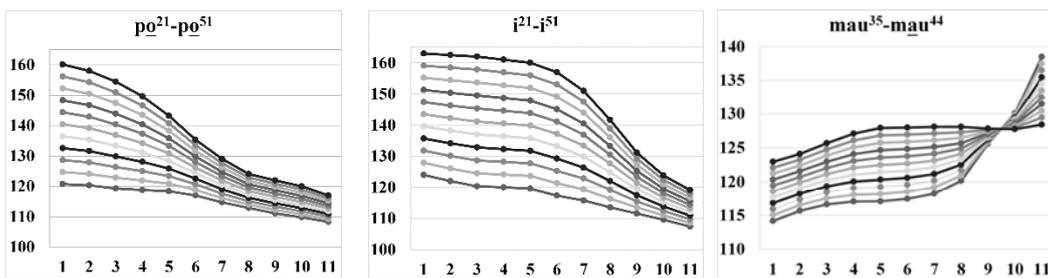


图 3 刺激样本基频曲线图

图 3 中, 左图为  $po^{21}$ - $po^{51}$  (元音为紧嗓音) 的刺激样本, 基频最低为 108.31 赫兹, 最高为 160.12 赫兹; 中图为  $i^{21}$ - $i^{51}$  (元音为正常嗓音) 的刺激样本, 基频最低为 107.41 赫兹, 最高为 162.5 赫兹; 右图为  $mau^{35}$ - $mau^{44}$  (元音分别为正常嗓音与紧嗓音) 的刺激样本, 发声类型对立, 基频最低为 115.69 赫兹, 最高为 138.49 赫兹。

### 3.2 实验被试

本文选取 28 名被试 (12 男, 16 女), 均来自云南省德宏傣族景颇族自治州瑞丽市户育乡户育村尹山、广帕、芒弄、户育 4 个村民小组, 年龄范围 16-52 岁。所有被试从小在该村生长, 以载瓦语为母语, 平时与家人、朋友交流以载瓦语为主, 听力和视力正常, 最低具有小学文化水平。

### 3.3 实验过程

每个被试都参与了感知实验中的识别和区分任务。所有的刺激由 SONY MDR-7506 耳机播放出来。实验和数据采集使用心理学实验设计软件 E-PRIME 2.0 进行。

#### (1) 识别实验

实验将 6 组刺激随机播放, 每组的 11 个刺激样本各随机出现 2 次 ( $2 \times 11 = 22$ ), 每次每个刺激样本连续播放 2 遍, 被试共需作出 132 ( $22 \times 6 = 132$ ) 次反应。声音播放的同时屏幕上会出现 2 个与声音对应的载瓦文词语及汉语意思, 播放完毕后, 被试必须在 5 秒内做出判断, 并在 2 个备选项中选择他听到的是哪个词。

#### (2) 区分实验

本文采用区分实验的 AX 范式, 即两个刺激样本配对播放, 由被试判断是否相同, 样本对由“相同样本对”和“不同样本对”组成。本实验中的“不同样本对”由 1-3、2-4、3-5、4-6、5-7、6-8、7-9、8-10、9-11 和 3-1、4-2、5-3、6-4、7-5、8-6、9-7、10-8、11-9 这些刺激样本对构成, 共 18 对, 每对 2 个刺激样本之间间隔 2 个步长; “相同样本对”由 2-2、3-3、4-4、5-5、6-6、7-7、8-8、9-9、10-10 这些刺激样本对构成, 共 9 对。6 组刺激样本共组成了 162 ( $18 \times 6 + 9 \times 6 = 162$ ) 个样本对。每个样本对在实验中播放 2 次, 被试共需作出 324 ( $162 \times 2 = 324$ ) 次反应。每对 2 个刺激样本播放间隔 500 毫秒 (Pisoni 1973); 被试有 5 秒的时间判断这对刺激样本是“相同”还是“不同”。所有样本对的播放都是随机的。

### 3.4 数据分析

本文统计了每个被试的识别实验结果和区分实验结果, 以期探讨基频与发声类型对声调感知的贡献, 确定母语者对不同声调对立组的感知模式。数据统计分析软件使用 Excel 2010、SPSS (IBM SPSS Statistics 20.0) 及 R 语言 (the R Project for Statistical Computing)。

#### (1) 识别实验结果

每个刺激样本的识别率是被试将其识别为一个载瓦语词的百分比。根据识别实验数据, 本文构造了二元逻辑回归模型 (the binary logistic regression model), 方程为  $\log_e (P1 \div (1-P1)) = b_0 + b_1 x$  (Xu et al. 2006)。对每一组声音连续体, P1 为识别率, x 为刺激样本连续体的步长,  $b_0$  和  $b_1$  是回归模型函数中自变量 x 的回归系数和常数,  $b_1$  可以用来计算回归曲线的斜率, 识别率为 0.5 时所对应的 x 值即为识别边界, 即  $b_0 + b_1 x_{cb} = \log_e (0.5 \div (1-0.5)) = 0 \rightarrow x_{cb} = -b_0 \div b_1$ 。边界宽度等于识别率为 25% 和识别率为 75% 之间的线性距离 (Xu et al. 2006)。识别曲线越陡峭, 边界宽度越窄, 则范畴化程度越高, 反之则越低。

#### (2) 区分实验结果

本文采用如下公式计算区分率:  $P = P("S"|S) \times P(S) + P("D"|D) \times P(D)$  (Xu et al. 2006)。其中,  $P("S"|S)$  为相同样本对的判断正确率,  $P("D"|D)$  为不同样本对的判断正确率,  $P(S)$  和  $P(D)$  是相同样本对和不同样本对在整个区分实验中的比例, 本次实验中,  $P(S)$  和  $P(D)$  分别为 1/3 和 2/3。得到所有区分率数据之后, 需要判断区分波峰的位置, 本文通

过单因素方差分析 (One-way ANOVA) 方法确定各样本对区分率之间是否具有显著差异, 再通过图基事后检验法 (Tukey HSD post-hoc) 进行两两比较, 确定哪个或哪几个样本对的区分率显著高于其他样本对 (张文彤、董伟 2004; 贾俊平 2006; 于谦 2017)。

3.5 实验结果

(1)  $i^{21}$ - $i^{51}$  声调对立组

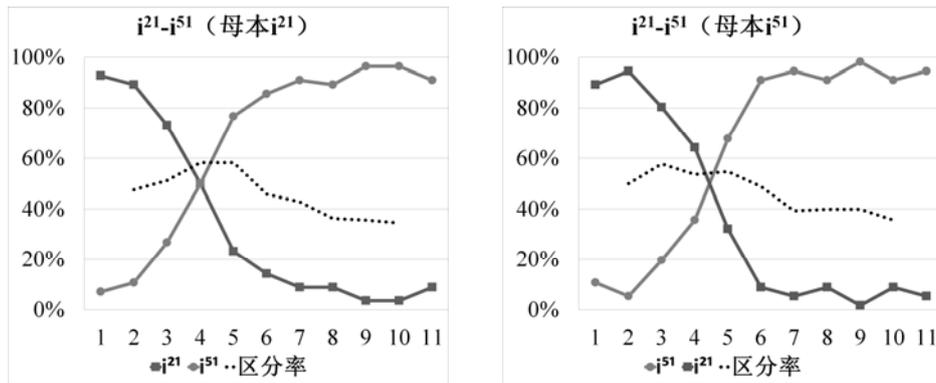


图 4  $i^{21}$ - $i^{51}$  声调对立组感知结果

图 4 左图是母本为  $i^{21}$  的声调感知结果。统计得出, 识别边界和边界宽度分别为 4.22 和 3.04, 识别边界大致位于刺激样本中间位置, 识别曲线相对陡峭。图 4 右图为母本为  $i^{51}$  的声调感知结果。识别边界和边界宽度分别为 4.44 和 2.99, 识别边界大致位于刺激样本中间位置, 识别曲线相对陡峭。两组感知结果的识别边界基本重合。从区分结果来看, 经过单因素方差分析, 两组感知结果区分率差异均十分显著 ( $F(8,243) = 5.758, p = 0.000$ ;  $F(8,243) = 4.927, p = 0.000$ )。经过图基事后检验, 两组感知结果区分率均可分为 3 个子集, 子集内部没有显著差异, 子集之间有显著差异, 但 3 组子集重叠严重, 无法判断区分波峰, 如表 1 所示。

表 1  $i^{21}$ - $i^{51}$  声调对立组区分率统计数据

$i^{21}$ - $i^{51}$ (母本 $i^{21}$ ) 区分率分组统计数据				$i^{21}$ - $i^{51}$ (母本 $i^{51}$ ) 区分率分组统计数据				
	N	alpha = 0.05 的子集			N	alpha = 0.05 的子集		
		1	2	3		1	2	3
Tukey HSD	9	28	0.35		Tukey HSD	10	28	0.33
	10	28	0.36			8	28	0.36
	8	28	0.39	0.39		7	28	0.38 0.38
	7	28	0.46	0.46 0.46		9	28	0.39 0.39
	2	28	0.49	0.49 0.49		6	28	0.46 0.46 0.46
	6	28	0.50	0.50 0.50		4	28	0.48 0.48 0.48
	3	28		0.56 0.56		2	28	0.48 0.48 0.48
	4	28		0.60		5	28	0.54 0.54
	5	28		0.63		3	28	0.59
	显著性		0.22	0.11 0.14		显著性		0.11 0.11 0.29

(2)  $po^{21}-po^{51}$  声调对立组

图5左图为母本为  $po^{21}$  的声调感知结果。统计得出，识别边界和边界宽度分别为 6.14 和 2.79，识别边界大致位于刺激样本中间偏右位置，识别曲线相对陡峭。图5右图为母本为  $po^{51}$  的声调感知结果。识别边界和边界宽度分别为 4.46 和 3.91，识别边界也大致位于刺激样本中间位置，识别曲线相对陡峭。合成刺激样本的母本虽不同，但识别边界差异不大。

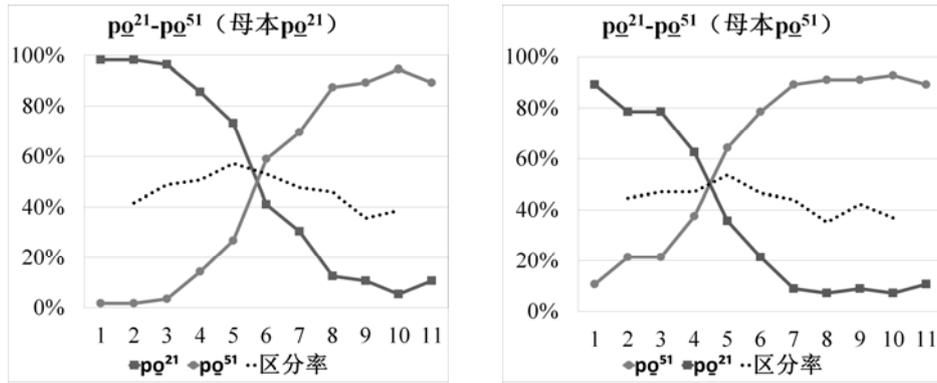


图5  $po^{21}-po^{51}$  声调对立组感知结果

从区分结果来看，母本为  $po^{21}$  时，区分率差异显著 ( $F(8,243) = 3.827, p = 0.000$ )，分为 3 个子集，但子集间重叠严重，无法判断区分波峰；母本为  $po^{51}$  时，区分率差异不显著 ( $F(8,243) = 1.574, p = 0.133$ )，属于一个子集，不存在区分波峰。如表 2 所示。

表 2  $po^{21}-po^{51}$  声调对立组区分率统计数据

$po^{21}-po^{51}$ (母本 $po^{21}$ ) 区分率分组统计数据					$po^{21}-po^{51}$ (母本 $po^{51}$ ) 区分率分组统计数据		
	N	alpha = 0.05 的子集			N	alpha = 0.05 的子集	
		1	2	3		1	
Tukey HSD	9	28	0.36		8	28	0.33
	2	28	0.40	0.40	10	28	0.35
	10	28	0.43	0.43	2	28	0.36
	8	28	0.45	0.45	7	28	0.40
	7	28	0.48	0.48	6	28	0.40
	3	28	0.51	0.51	9	28	0.40
	6	28	0.53	0.53	3	28	0.42
	4	28		0.58	4	28	0.42
	5	28			5	28	0.48
显著性			0.11	0.11	显著性		0.08

(3)  $mau^{35}-mau^{44}$  声调对立组

图6左图为母本为  $mau^{35}$  的声调感知结果。统计得出，识别边界和边界宽度分别为 10.21 和 5.86，识别曲线非常平缓，识别边界几乎靠近最后一个刺激样本，边界宽度也较宽。从图

中还可看出，被试将第一个刺激样本识别为  $mau^{35}$  的比率几乎为 100%，识别为  $mau^{44}$  的比率几乎为 0%。但随着刺激样本声调从 35 变化到 44，虽然被试对  $mau^{35}$  的识别率不断下降，但始终没有降至 0%；对  $mau^{44}$  的识别率不断上升，但也始终没有上升到 100%，在第 10 和第 11 个刺激样本处，对  $mau^{35}$  和  $mau^{44}$  的识别率几乎各为 50%。

图 6 右图为母本为  $mau^{44}$  的声调感知结果。被试对  $mau^{35}$  的识别率从 100% 逐渐降至 0%，对  $mau^{44}$  的识别率从 0% 逐渐升至 100%。统计得出，识别边界和边界宽度分别为 4.82、3.04。识别边界大致位于刺激样本中间位置。可以看出，不同母本的声调感知结果差异显著，母本为  $mau^{44}$  的边界宽度要窄得多，即识别曲线更为陡峭。

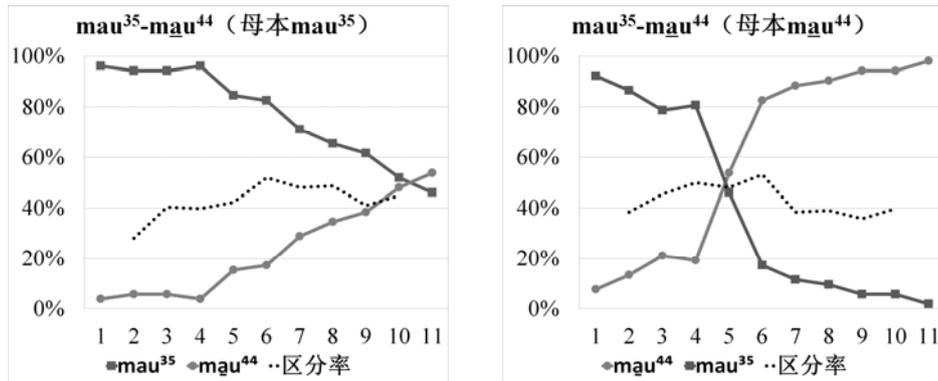


图 6  $mau^{35}$ - $mau^{44}$  声调对立组感知结果

从  $mau^{35}$ - $mau^{44}$  声调对立组的区分实验结果来看，母本为  $mau^{35}$  时，区分率差异显著 ( $F(8,243) = 3.537, p = 0.001$ )，分为 3 个子集，但子集间重叠严重，无法判断区分波峰；母本为  $mau^{44}$  时，区分率差异显著 ( $F(8,243) = 2.250, p = 0.025$ )，但仅分为 2 个子集，且子集间重叠严重，不存在区分波峰。如表 3 所示。

表 3  $mau^{35}$ - $mau^{44}$  声调对立组区分率统计数据

$mau^{35}$ - $mau^{44}$ (母本 $mau^{35}$ ) 区分率分组统计数据				$mau^{35}$ - $mau^{44}$ (母本 $mau^{44}$ ) 区分率分组统计数据			
	N	alpha = 0.05 的子集			N	alpha = 0.05 的子集	
		1	2	3		1	2
Tukey HSD	2	28	0.33		9	28	0.35
	3	28	0.41	0.41	10	28	0.37
	4	28	0.42	0.42	7	28	0.40 0.40
	10	28	0.43	0.43 0.43	2	28	0.40 0.40
	9	28	0.48	0.48 0.48	8	28	0.41 0.41
	6	28	0.48	0.48 0.48	3	28	0.44 0.44
	5	28	0.50	0.50 0.50	5	28	0.45 0.45
	8	28		0.52 0.52	4	28	0.46 0.46
	7	28		0.62	6	28	0.58
显著性			0.11	0.69 0.06	显著性		0.72 0.10

### 3.6 讨论

实验结果显示,  $i^{21}-i^{51}$  和  $po^{21}-po^{51}$  这两组声调对立组的感知实验, 识别曲线均较为陡峭, 高降调与低降调能够被明确地区分为两个对立的音位, 即在范畴内部无论基频如何变化, 都只能被感知为同一个声调; 一旦基频变化跨越识别边界就会被感知为另一个声调。在每组声调对立组内部, 由不同母本合成的实验刺激, 识别边界位置也差异不大。这说明在语言学意义上, 被试能够识别这两个音位主要是基频起了作用。从感知模式上来看, “识别曲线陡峭、区分曲线存在波峰且与识别边界位置对应” 是大多数学者认同的两项范畴感知判断标准 (Lieberman et al. 1957; Studdert-Kennedy et al. 1970; Xu et al. 2006; Peng et al. 2010; Chen et al. 2017; 于谦 2017), 这两组感知实验结果的识别曲线虽较为陡峭, 但区分曲线的统计结果上并未出现波峰, 因此感知模式为连续感知。前人研究大多认为, 母语者对调型相同、调值不同的声调感知模式是连续感知, 这两组实验结果同样验证了这一点。

第三组  $mau^{35}-mau^{44}$  声调对立组, 当母本不同时, 母语者的感知结果出现显著差异。当刺激样本的母本为  $mau^{35}$  (元音为正常嗓音) 时, 识别曲线非常平缓, 被试几乎不能将  $mau^{35}-mau^{44}$  区分为两个声调音位范畴。造成这种现象的原因是什么呢? 首先, 由于母本的元音为正常嗓音, 那么即使声调从 35 变化到 44, 在发声类型不变的情况下, 仅凭基频的变化, 被试无法将刺激样本识别为  $mau^{44}$ 。其次, 结合载瓦语的音系来看, 虽然  $mau^{44}$  这个词不存在, 但 “声母+元音为正常嗓音+平调 44” 这种音节组合形式的词是存在的, 如表 4 中的  $khau^{44}$  “表兄弟”。因此, 当母本为正常嗓音时, 被试会对越来越趋向于  $mau^{44}$  的刺激样本感到疑惑, 从而与  $mau^{44}$  产生混淆, 但也不会将其完全识别成  $mau^{35}$ , 对  $mau^{44}$  和  $mau^{35}$  的识别率都在 50% 左右。也就是说, 发声类型在这里对声调感知起到了主要作用, 一旦母本缺失了发声类型, 基频对声调感知实际上没有起到作用, 被试出现了 “基频感知中立”。当母本为  $mau^{44}$  (元音为紧嗓音) 时, 识别曲线较为陡峭, 两个声调被明确地区分为两个音位范畴。也就是说, 当声调从 44 变化到 35 时, 由于载瓦语音系中不存在 “声母+元音为紧嗓音+升调 35” 这种音节组合形式的词, 被试反而忽略了发声类型的异常, 仅凭基频的变化即将其识别为  $mau^{35}$ 。这组实验结果显示, 基频在这里对声调的感知起到了主要作用。此外, 虽然该组感知结果的识别曲线较为陡峭, 但由于无法判断区分曲线波峰, 被试对本组声调对立组的感知模式仍为连续感知。

表 4 载瓦语平调与升调声韵母配合情况

声母					
韵母	正常嗓音	正常嗓音	紧嗓音	正常嗓音+塞尾	紧嗓音+塞尾
声调	35	44	44	55	55
例词	$mau^{35}$ 奇怪	$khau^{44}$ 表兄弟	$mau^{44}$ 骗人	$ʃut^{55}$ 错	$tsut^{55}$ 肺

## 四 结 论

本文首先通过声学分析确定载瓦语的声调数目、类型及其调值。载瓦语有 6 个声调, 2 个平调 (55、44)、3 个降调 (51、31、21) 和 1 个升调 (35), 其中升调 35 音节的元音只能是正常嗓音, 其他声调音节中的元音可以是紧嗓音, 也可以是正常嗓音。在此基础上, 本文

随之重点研究了被试对平调 44 和升调 35、低降调 21 和高降调 51 的感知。结果表明：载瓦语母语者对声调不同、元音发声类型相同的声调对立组能够区分音位范畴，但感知模式为连续感知。声调和发声类型都不同的声调对立组，当母本元音为紧嗓音时，被试感知模式虽然为连续感知，但能够区分音位范畴；而当母本元音为正常嗓音，被试无法区分音位范畴。这说明，载瓦语的基频和发声类型对声调的感知都有贡献，都具有语言学意义，当发声类型缺失时，被试出现“基频感知中立”。

### 参考文献

- 戴庆厦：《载瓦语声调研究》，《中央民族学院学报》1989 年第 1 期。
- 高云峰：《声调感知研究》，上海师范大学博士学位论文，2004 年。
- 何勒腊：《载瓦语语音研究》，上海师范大学博士学位论文，2016 年。
- 贾俊平：《统计学》，清华大学出版社，2006 年。
- 孔江平：《紫云苗语五平调系统的声学和感知研究》，马学良主编、中国民族语言学会编《民族语文研究新探》，四川民族出版社，1992 年。
- 孔江平：《藏语（拉萨话）声调感知研究》，《民族语文》1995 年第 3 期。
- 孔江平：《论语言发声》，中央民族大学出版社，2001 年。
- 孔江平：《实验语音学基础教程》，北京大学出版社，2015 年。
- 李洪彦、蓝庆元、孔江平：《壮语龙州话声调的声学分析》，《民族语文》2006 年第 6 期。
- 刘复：《四声实验录》，群益书社，1924 年。
- 刘文、张锐锋：《鱼粮苗语低平调和低降调的声学感知研究》，《语言学论丛》（第 54 辑），商务印书馆，2016 年。
- 覃夕航：《母语经验对汉语普通话声调范畴化感知的影响》，北京大学硕士学位论文，2012 年。
- 荣蓉：《汉语普通话声调的听感格局》，南开大学博士学位论文，2013 年。
- 王搢佳、李美京：《调型和调阶对阳平和上声知觉的作用》，《心理学报》2010 年第 9 期。
- 王搢佳、覃夕航：《普通话单字调阳平和上声的辨认及区分——兼论实验设计对声调范畴感知结果的影响》，《语言科学》2015 年第 4 期。
- 徐悉艰、徐桂珍编著：《景颇族语言简志（载瓦语）》，民族出版社，1984 年。
- 杨若晓：《基于发声的汉语普通话四声的范畴知觉研究》，北京大学硕士学位论文，2009 年。
- 于谦：《方言背景与普通话声调范畴感知研究》，北京大学博士学位论文，2017 年。
- 张锐锋、孔江平：《河南禹州方言声调的声学及感知研究》，《方言》2014 年第 3 期。
- 张文彤、董伟：《SPSS 统计分析高级教程》，高等教育出版社，2004 年。
- Abramson, A. S. 1979. The noncategorical perception of tone categories in Thai, in B. Lindblom & S. Ohman (eds.), *Frontiers of Speech Communication Research*, 91-100. London: Academic Press.
- Chen, F., Peng, G., Yan, N., & Wang, L. 2017. The development of categorical perception of Mandarin tones in four- to seven-year-old children. *Journal of Child Language*. 44(6):1413-1434.
- Francis, A. L., Ciocca, V., & Ng, B. K. C. 2003. On the (non)categorical perception of lexical tones. *Perception & Psychophysics*. 65(7):1029-1044.
- Hallé, P. A., Chang, Y. C., & Best, C. T. 2004. Identification and discrimination of Mandarin Chinese tones by Mandarin Chinese vs. French listeners. *Journal of Phonetics*. 32(3):395-421.

- Lieberman, A. M., Harris, K. S., Hoffman, H. S., & Griffith, B. C. 1957. The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries. *Journal of Experimental Psychology*. 54(5):358-368.
- Peng, G., Zheng, H. Y., Gong, T., Yang, R. X., Kong, J. P., & Wang, W. S-Y. 2010. The influence of language experience on categorical perception of pitch contours. *Journal of Phonetics*. 38(4):616-624.
- Pisoni, D. B. 1973. Auditory and phonetic memory codes in the discrimination of consonants and vowels. *Perception & Psychophysics*. 13(2):253-260.
- Studdert-Kennedy, M., Liberman, A. M., Harris, K. S., & Cooper, F. S. 1970. Motor theory of speech perception: a reply to Lane's critical review. *Psychological Review*. 77(3):234-249.
- Wang, W. S-Y. 1976. Language change. *Annals of New York Academy of Sciences*. 280(1):61-72.
- Xu, Y., Gandour, J. T., & Francis, A. L. 2006. Effects of language experience and stimulus complexity on the categorical perception of pitch direction. *Journal of the Acoustical Society of America*. 120(2):1063-1074.

## Acoustic and Perceptual Studies on the Zaiwa Tones

LU Yao and KONG Jiangping

**[Abstract]** The Zaiwa language, a Sino-Tibetan language, is spoken by the Zaiwa branch of the Jingpho ethnic group. According to our acoustic and perceptual studies, the Zaiwa language has six tones for monosyllabic words, including two level tones, three falling tones and one rising tone, whose tone values are 55, 44, 51, 31, 21, and 35. In addition, the pressed voice will never occur in the rising tone (35), but the modal voice and pressed voice can both appear in the other tones. Therefore, this paper undertakes a perceptual experiment on three types of combinations of tones and phonation: 1) different tones, vowels with modal voice; 2) different tones, vowels with pressed voice; 3) different tones, vowel with modal voice vs. vowel with pressed voice. The result turns out that both the fundamental frequency (F0) and phonation contribute to the perception of Zaiwa tones, but to varying degrees in different environments, and the absence of phonation will lead to the “F0 neutral perception” phenomenon.

**[Keywords]** the Zaiwa language    phonation types    acoustic analysis    tone perception

(通信地址: 陆 尧 100871 北京 北京大学中国语言文学系/中国人民大学图书馆

Email: luyiru2012@163.com

孔江平 100871 北京 北京大学中国语言学研究/中国语言文学系

Email: jpkong@pku.edu.cn)

【本文责编 胡鸿雁】