

哈萨克语构形附加成分感知研究*

乌兰·阿布尔哈斯木 孔江平**

[摘要] 本文运用声学分析、语音合成和感知研究的方法对哈萨克语的构形附加成分进行研究。具体考察了哈萨克语母语者对8个哈萨克语词(/qolda/-/qoldə/、/dʒolda/-/dʒoldə/、/eldi/-/elde/、/tildi/-/tilde/)附加成分的感知范畴，从而揭示了哈萨克语附加成分的有关声学参量对构形语素感知的贡献。声学分析和感知研究结果表明：哈萨克语构形附加成分感知的主要声学贡献是共振峰；在行为学上，构形附加成分/də/-/də/的感知范式既有连续感知，也有范畴感知；/di/-/de/的感知范式为范畴感知。

[关键词] 哈萨克语 构形附加成分 声学分析 感知研究

一 引 言

人们大脑中的音位系统由不同的声音感知范畴组成（孔江平 2019），音位的感知是一个复杂的物理变量到音位感知范畴的认知过程，仅凭语音的物理变量很难计算出言语者大脑中的音位系统，因此，需要通过语音的感知和认知实验测试出音位的感知范畴。在音位的感知研究中，音位感知范畴、范畴感知和连续感知是三个重要的概念。音位感知范畴存在于任两个音位之间。音位感知范畴有两种范式：范畴感知和连续感知。这两种范式体现了音位范畴不同的性质。Liberman et al. (1957) 提出良好的范畴感知意味着在不同音位范畴之间的边界语音刺激附近的辨认准确率有着陡峭的上升或下降。王士元、彭刚（2006）认为范畴感知是指把无限多的、连续的语音信号归纳为有限的音位范畴。Xu et al. (2006) 认为范畴感知在范畴间区分能力得到提升，区分准确率升高；范畴内区分能力受到抑制，区分准确率降低。在音位的感知研究中，元音共振峰的频率基本上可以决定一个元音的音色，因此，对元音的感知实验主要是通过改变元音共振峰结构进行。Fry et al. (1962) 最早用哈斯金斯实验室的 Alexander 合成器，改变元音的第一和第二共振峰频率，合成了跨越/i/、/ɛ/、/æ/ 3 个元音的 13 个刺激连续体。8 个被试听辨实验的结果显示，3 个元音之间的识别曲线变化比之前 Liberman et al. (1957) 的辅音实验结果要缓和得多，没有一个陡峭的范畴边界，区分曲线也没有在边界处形成一个明显的波峰。Fry et al. (1962) 认为，元音的这种感知范式是连续感知。此后，还有其他相关研究（如 Pisoni 1973, 1975 等）都得到类似的结果。因此认为连续感知由于没有明显的音位感知边界，其范畴性较弱。然而，近期对二合元音的感知研究发现，

* 本文的研究获得教育部哲学社会科学实验室、北京大学语言学实验室的资助。在语音合成、听辨程序的制作和数据处理中，北京大学中文系博士生王璐以及杨洁博士、李斌博士和梁昌维博士提供了帮助。三十位被试参与了实验。匿名审稿专家提出了具体的修改意见。谨此一并致谢。

** 通讯作者，北京大学中国语言文学系，Email: jpkong@pku.edu.cn。

二合元音和单元音之间的音位感知体现为范畴感知（陈飞等 2019；王璐、孔江平 2021）。

语音的感知和认知研究是当前语音学和心理语言学研究的热点问题。随着语音合成技术的提高，中国对语音感知的研究已经从初级阶段进入到更深、更普遍的研究阶段。现有文献主要涉及声调的感知（Wang 1976；孔江平 1995；高云峰 2004；曹文 2010；荣蓉、石锋 2013；于谦 2017；陆尧、孔江平 2019）、汉语焦点重音的感知（王韫佳等 2006；陈墨玉、孔江平 2019）、元音的感知（王萍 2008；王海波、阿布力克木 2010；陈飞等 2019；王璐、孔江平 2019、2021）等方面。其中，声调感知研究最为活跃，有较多的研究成果。Wang (1976) 对普通话阴平和阳平的感知范式进行了研究，指出普通话母语者的感知为范畴感知，非声调语言的美式英语母语者感知为连续感知。后来的研究大多遵循这种模式。近期的研究，除了基频外，能量包络（振幅）、音长等声学参数，发声类型也被认为是影响声调感知的重要因素（张锐锋、孔江平 2014；陆尧、孔江平 2019）。目前，汉语普通话音位感知的研究已比较普遍，而对少数民族语言语音感知和认知的研究刚刚开始，特别是对阿尔泰语系语言的感知研究还比较少。

哈萨克语从形态类型上看属于黏着型语言，在系属上属于阿尔泰语系突厥语族克普恰克语支。哈萨克语的附加成分非常丰富。白斯木汗·浩斯别克（2006）认为哈萨克语语素有词根、词干和附加成分三种类型。根据附加成分在哈萨克语中的作用，可将其分为构词附加成分和构形附加成分。通过构形附加成分，哈萨克语可以表达多种语法意义。目前对哈萨克语附加成分的研究还不多。武金峰（1995）讨论了哈萨克语语素 da 的用法，认为 da 是现代哈萨克语中使用频率很高的语素，其主要功能是充当代格成分。张定京（1995）讨论了哈萨克语宾格词尾显性形式和隐性形式的使用条件；宾格词尾是一种语法形式，表示其所处位置的名词性词语是随后动作行为的客体（直接涉及对象）。杨庆国（2007）认为哈萨克语的位格是一种使用频率较高的、表示动作行为的时间、地点和范围等的格范畴；位格附加词尾不仅可以附加在名词、代词后，还可以附加在数词、形容词、副动词及动词不定式等的后面。

上述研究都是基于传统语言学研究方法，从语法理论角度对哈萨克语附加成分进行的研究。目前关于哈萨克语附加成分的声学表现和感知问题的研究很少，而附加成分在音位认知层面和普通的音位认知有什么不同、感知到底是什么范式以及影响附加成分感知的参数有哪些等，都需要进行研究。本文选取 4 个构形附加成分，即 /da/（位格附加成分）、/də/（宾格附加成分）、/di/（宾格附加成分）、/de/（位格附加成分），作为附加成分感知实验的语料，试图通过哈萨克语附加成分的听辨感知实验研究，揭示其在认知层面的性质和内在规律。

二 声学分析

（一）实验语料

在哈萨克语常用词中，我们选取 /qol/ “手”、/dʒol/ “路”、/el/ “人民”、/til/ “舌” 4 个名词，后面附加 /da/、/də/、/di/、/de/ 4 种附加成分，形成 /qolda/ “在手上” - /qoldə/ “把手…”、/dʒolda/ “在路上” - /dʒoldə/ “把路…”、/eldi/ “把人民…” - /elde/ “在人民中”、/tilde/ “把舌头…” - /tilde/ “在舌头上” 4 组词作为实验语料。

发音人为伊犁电视台的工作人员，男性，1986 年出生。录音在伊犁电视台播音室内进行，录音设备包括联想台式电脑（启天 M410-D077(C)）、调音台（XENYX 302 USB）、麦克风（Sony ECM-44B）、外置声卡（Creative Labs Model No. SB109S），录制软件为 Adobe Audition，双

声道录制，采样率为 44 千赫兹，采样精度为 16 位。录制实验时，每个词读 3 遍。

(二) 声学分析

4 组实验词 /qolda-qoldə/、/dʒolda-dʒoldə/、/eldi-elde/、/tildi-tilde/ 中，每个词有 2 个音节。我们从每个词的每个音节取 20 个点的基频，4 组词有 16 个音节，因此一共提取了 320 个点的基频。如图 1 所示。第一组中，第一音节 /qol/ 的两个基频基本相同；第二音节 /da/ 和 /də/ 的基频基本相同，逐渐缓慢下降。第二组中，第一音节 /dʒol/ 的两个基频基本相同；第二音节 /da/ 和 /də/ 的基频基本相同，逐渐缓慢下降。第三组中，第一音节 /el/ 的两个基频基本相同；第二音节 /di/ 和 /de/ 的基频基本相同，逐渐缓慢下降。第四组中，第一音节 /til/ 的两个基频基本相同；第二音节 /di/ 和 /de/ 的基频基本相同，逐渐缓慢下降。由于音高在哈萨克语构词中没有区别意义的作用，基频差别对感知不起作用，并且这 4 组词都没有重音。

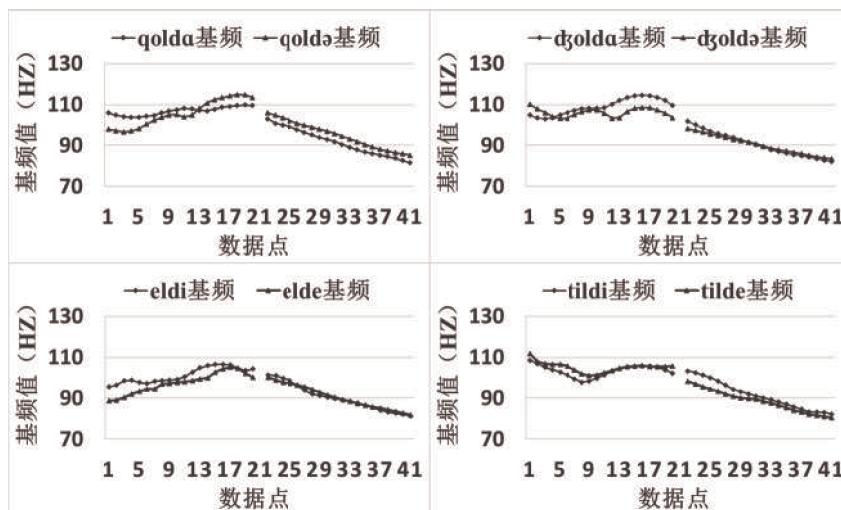


图 1 4 组词基频值

提取共振峰的方法跟提取基频一样，第一个音节的元音中提取 20 个点，第二个音节的元音中提取 20 个点。因此，4 组词一共提取 320 个点的前两个共振峰，如图 2 所示。左上图，第一组第一音节 /qol/ 的第一共振峰和第二共振峰基本相同；第二音节 /da/ 和 /də/ 的第一、第二共振峰有一定的差异，/da/的第一共振峰平均值为 481.40Hz，/də/ 的第一共振峰平均值为 433.42Hz，/da/ 的第二共振峰平均值为 1184.19Hz，/də/ 的第二共振峰平均值为 1240.15Hz。右上图，第二组第一音节 /dʒol/ 的第一和第二共振峰大致相同；第二音节 /da/ 和 /də/ 的第一共振峰有明显的差异，/da/ 的第一共振峰平均值为 499.12Hz，/də/ 的第一共振峰平均值为 428.94Hz，/da/ 和 /də/ 的第二共振峰基本没有差异。左下图，第三组第一音节 /el/ 的第一共振峰和第二共振峰基本相同，没有差异；第二音节 /di/ 和 /de/ 的第一、第二共振峰都有一定的差异，/di/ 的第一共振峰平均值为 390.96Hz，/de/ 的第一共振峰平均值为 307.43Hz，/di/ 的第二共振峰平均值为 1474.73Hz，/de/ 的第二共振峰平均值为 2318.08Hz。右下图，第四组第一音节 /til/ 的第一和第二共振峰大致相同，没有差异；第二音节 /di/ 和 /de/ 的第一共振峰基本没有差异，第二共振峰有明显的差异，/di/ 的第二共振峰平均值为 1522.74Hz，/de/ 的第二共振峰平均值为 2284.38Hz。

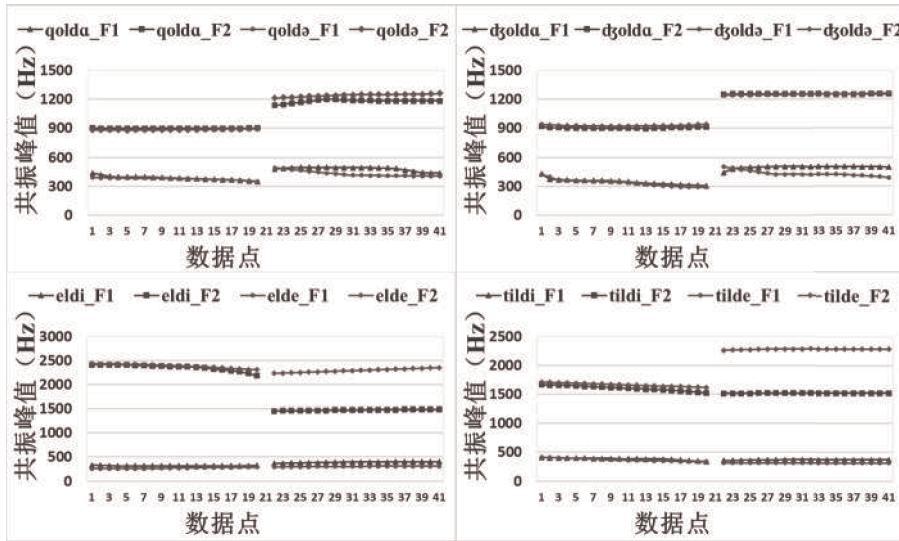


图 2 4 组词两个音节的第一、二共振峰

三 感知实验

(一) 实验刺激

附加成分刺激样本的对立形式共 8 种: /qolda/-/qoldə/、/qoldə/-/qolda/、/dʒolda/-/dʒoldə/、/dʒoldə/-/dolda/、/eldi/-/elde/、/elde/-/eldi/、/tildi/-/tilde/、/tilde/-/tildi/。由于元音前 3 条共振峰是其听辨最重要的物理线索 (Ladefoged & Broadbent 1957; Liberman et al. 1967), 因此借助 Praat 软件 (Boersma & Weenink 2009) 下运行 Winn (2016)^① 基于 LPC 算法编写的共振峰过渡脚本, F1、F2 分别以 75Hz、85Hz 为一个步长合成刺激样本。样本的共振峰参数过渡值如图 3 所示, 纵轴为共振峰 (Hz), 横轴为点数, 每个样本取 20 个共振峰点。

合成刺激样本的步骤如下: 以 /qolda-qoldə/ 组为例, 以 /qolda/ 为母本, 合成从 /qolda/ 的第二音节 /da/ 共振峰值过渡到 /qoldə/ 的第二音节 /də/ 共振峰值的 9 个刺激样本, 含母本共 11 个, 接着, 利用 Adobe Audition 将第一音节 /qol/ 的波形和对应序号刺激样本的波形拼接为完整词, 得到 /qolda/ 为母本的 /qolda-qoldə/ 组的 11 个刺激样本; 以 /qoldə/ 为母本, 合成从 /qoldə/ 的第二音节 /də/ 共振峰值过渡到 /qolda/ 的第二音节 /da/ 共振峰值的 9 个刺激样本, 含母本共 11 个, 接着, 利用 Adobe Audition 将第一音节 /qol/ 的波形和对应序号刺激样本的波形拼接为完整词, 得到 /qoldə/ 为母本的 /qolda-qoldə/ 组的 11 个刺激样本, 共计 $11 \times 2 = 22$ 个刺激样本。如图 3 (1) 所示。按照同样的方法合成其余三组 /dʒolda-/dʒoldə/、/eldi/-/elde/、/tildi/-/tilde/ 的刺激样本, 如图 3 (2) (3) (4) 所示。依此, 共获 $11 \times 8 = 88$ 个实验刺激样本。

^① Winn, M. B. 2016. http://www.mattwinn.com/praat/Make_Formant_Continuum_v37.txt.

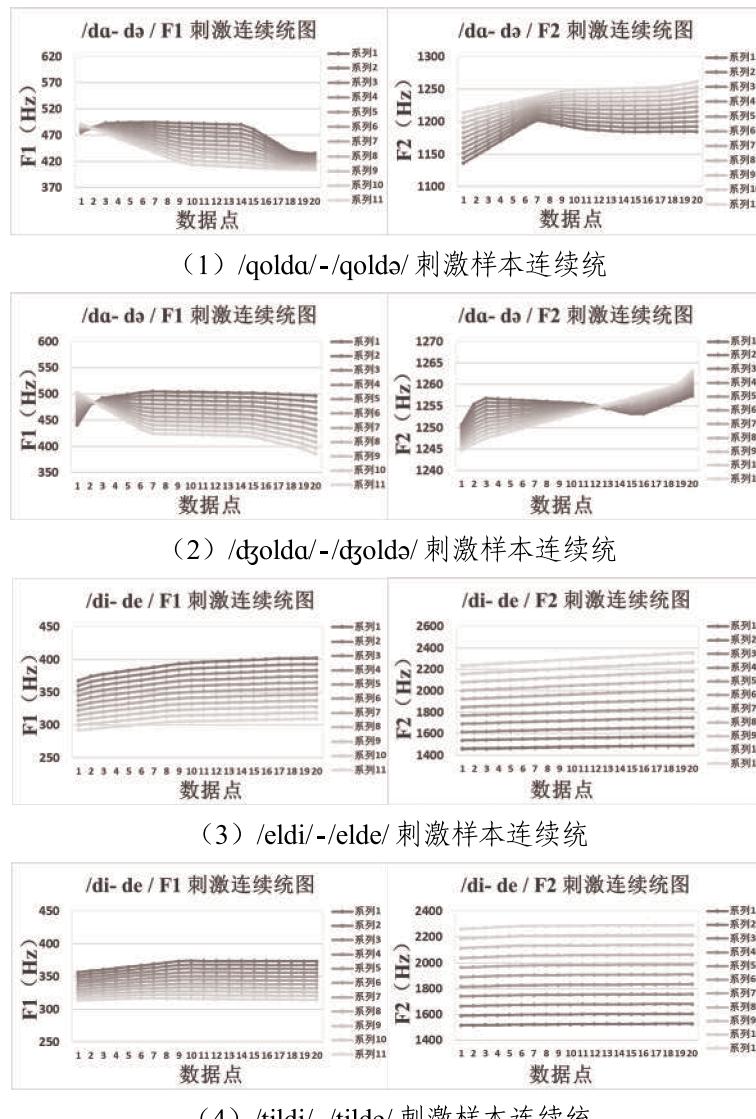


图 3 4 组合成刺激样本共振峰参数值

(二) 实验过程

实验选择 30 名哈萨克语母语者大学生作为被试，其中男性 14 名，女性 16 名，年龄为 19-22 岁，平均 21 岁，均为土生土长的伊犁人，能用哈萨克语、汉语流利地进行日常交流，能识哈萨克文。所有被试均完整参与了感知实验的全部任务，并在实验完成后获得一定报酬。

实验通过 E-prime 软件实现，利用笔记本电脑随机播放刺激材料，被试要在屏幕上出现的两个哈萨克语词中二选一。如前所述，共有 11×8 组刺激，每个刺激出现两次，共计 $2 \text{ 次} \times 11 \times 8 \text{ 组} = 176$ 次按键反应。被试需要在 5 秒内通过电脑键盘上的“←”“→”按键选择其所听到的是哪个词。在正式实验之前，被试可以进行循环练习，以便熟悉实验程序。在正式感知实验中，被试可随时暂停稍事休息。每个被试完成整个识别实验共需要 25 分钟左右。

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。实验中，“不同样本对”由 1-3、2-4、3-5、4-6、5-7、6-8、7-9、8-10、9-11 和反方向的 3-1、4-2、5-3、6-4、7-5、8-6、9-7、10-8、11-9 等刺激样本配对构成，共 18 对，每对中两个刺激样本间隔 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 等刺激样本配对构成，共 9 对。“不同样本对”刺激正序、倒序各播放两遍，“相同样本对”刺激播放两遍，刺激对播放顺序随机，一组刺激共计 18 对 \times 2 次 + 9 对 \times 2 次 = 54 对，共计 54 对 \times 8 组 = 432 次按键反应。为了最大程度上区别范畴内和范畴间的不同，每对两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是“相同”还是“不同”。所有样本对的播放都是随机的。实验中间的休息时间由被试自己决定。在正式实验之前，被试可以进行循环练习。每个被试完成整个区分实验约需 45 分钟。

(三) 数据分析

听辨实验结果的数据处理使用 SPSS23.0 和 Excel 2016 软件进行，计算出 30 位被试的感知数据，考察的参数包括确认实验的边界位置和边界宽度、区分实验的正确率。

1. 识别实验数据处理

识别实验的边界位置是指两个识别函数的曲线在识别率达到 50% 处（即两条曲线的交点处）所对应的刺激序号值；边界宽度是指识别率为 25% 和 75% 间的线性距离。根据识别实验结果，可以计算出被试将某个刺激的识别率 P_1 ，将其代入二分变量逻辑回归方程 (Xu et al. 2006): $\text{log}(P_1 \div (1-P_1)) = b_0 + b_1 \times x$ 。公式中 b_0 、 b_1 分别为回归直线的截距和斜率， x 表示在第几个样本位置，要计算识别边界的位置 x_0 ，就是要计算识别率 P_1 为 50% 时的样本位置。令在第 x_0 个样本处， $P_1=50\%$ ，代入方程可得： $x_0 = -b_0 \div b_1$ 。要计算识别边界的宽度，令 P_1 值为 25% 时样本位置为 x_1 ， P_1 值为 75% 时样本位置为 x_2 ，则 $x_1 = [\text{log}(25\% \div (1-25\%)) - b_0] \div b_1 = [\text{log}(1/3) - b_0] \div b_1$ ， $x_2 = [\text{log}(3) - b_0] \div b_1$ ，代入方程得： $w = x_2 - x_1 = \text{log}9 \div b_1$ 。

2. 区分实验数据处理

根据区分实验结果可统计出每位被试区分每个刺激对的正确率 P ，根据 Xu et al. (2006) 的公式 $P = P(\text{"S"}|\text{S}) \times P(\text{S}) + P(\text{"D"}|\text{D}) \times P(\text{D})$ ，其中 S 代表“相同 (same)”， D 代表“不同 (different)”，“S”代表每一个刺激对正确判断为相同的个数，“D”代表每一个刺激对正确判断为不同的个数。 P 由两部分组成， $P(\text{"S"}|\text{S})$ 是将相同刺激对正确判断为相同的概率， $P(\text{"D"}|\text{D})$ 是将不同刺激对正确判断为不同的概率， $P(\text{S})$ 是相同刺激对在所有刺激对中的比重。我们把所有的区分刺激对重新划分为 9 组，每组中均包括 3 种类型的刺激对形式，比如第一组包含 2-2、1-3 和 3-1 等 3 个刺激对。对每一组的区分实验结果，经过单因素方差分析 (One-way ANOVA) 和事后检验 (Tukey HSD post-hoc)，两两比较，统计区分率组间差异是否显著。若区分率组间差异不显著，则判断为连续感知范式；若区分率组间差异显著，且区分率峰值所在的样本对与识别边界所跨越的样本对一致，则判断为范畴感知范式；若区分率组间差异显著，但区分率峰值所在的样本对与识别边界所跨越的样本对不一致，则判断为连续感知范式。

(四) 实验结果

根据以上的数据处理方法，现将识别感知和区分感知实验的结果用图表的方式展示出来，以便进行分析。识别曲线和区分曲线绘制在同一张图上，如图 4-7 所示。

1. 识别曲线和区分曲线

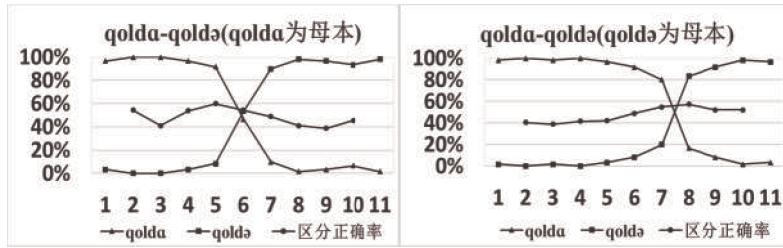


图 4 /qolda/-/qoldə/ 对立组感知结果

图 4 左图是以 /qolda/ 为母本的刺激连续体的感知结果：识别曲线呈“X”形，呈现出明显的音位范畴，靠近样本刺激 6 处形成交叉，区分正确率峰值为 60%。右图是以 /qoldə/ 为母本的刺激连续体的感知结果：识别曲线大体呈“X”形，但仍表现出明显的音位范畴，样本刺激在 7 和 8 之间形成交叉，区分正确率峰值为 57%。

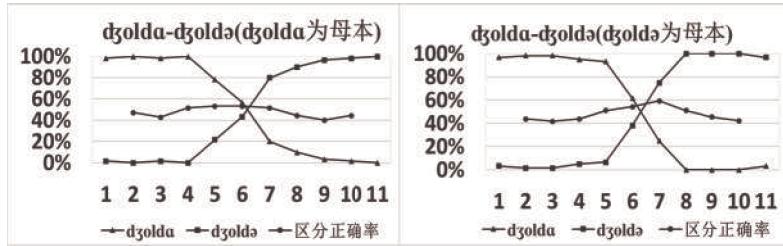


图 5 /dʒolda/-/dʒoldə/ 对立组感知结果

图 5 左图是以 /dʒolda/ 为母本的刺激连续体的感知结果：识别曲线呈“X”形，并表现出明显的音位范畴，样本刺激在 6 和 7 之间形成交叉，区分正确率峰值为 53%。右图是以 /dʒoldə/ 为母本的刺激连续体的感知结果：识别曲线大体呈“X”形，并表现出明显的音位范畴，样本刺激在 6 和 7 之间形成交叉，区分正确率峰值为 59%。

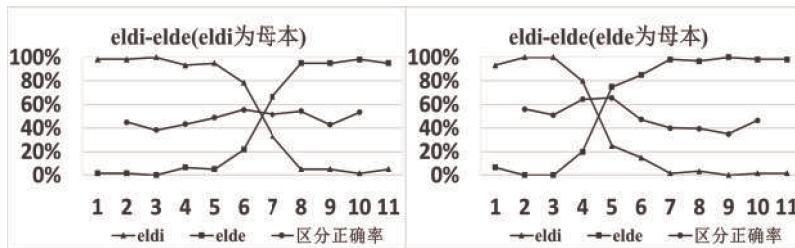


图 6 /eldi/-/elde/ 对立组感知结果

图 6 左图是以 /eldi/ 为母本的刺激连续体的感知结果：识别曲线呈“X”形，并表现出明显的音位范畴，样本刺激在 6 和 7 之间形成交叉，区分正确率峰值为 56%。右图是以 /elde/ 为母本的刺激连续体的感知结果：识别曲线大体呈“X”形，并表现出明显的音位范畴，样本刺激在 4 和 5 之间形成交叉，区分正确率峰值为 66%。

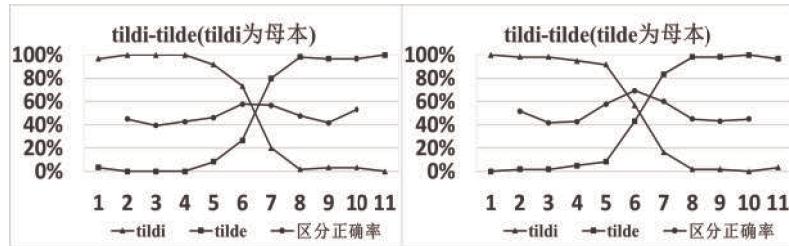


图 7 /tildi/-/tilde/ 对立组感知结果

图 7 左图是以 /tildi/ 为母本的刺激连续体的感知结果：从两条曲线走势来看，识别曲线呈“X”形，并表现出明显的音位范畴，样本刺激在 6 和 7 之间形成交叉，区分正确率峰值为 58%。右图是以 /tilde/ 为母本的刺激连续体的感知结果：识别曲线大体呈“X”形，并表现出明显的音位范畴，样本刺激在 6 和 7 之间形成交叉，区分正确率峰值为 69%。

2. 边界位置与边界宽度

通过二元 logistic 回归方程的常量 b_0 和斜率 b_1 得到的所有被试的识别边界位置和边界宽度，如表 1 所示：

表 1 4 组刺激连续体的边界位置与边界宽度统计数据

刺激样本序号	样本对立	母本	b_0	b_1	边界位置	边界宽度
A1	/qoldə/~/qoldə/	/qoldə/	-3.55	0.70	5.05	3.12
A2		/qoldə/	-4.61	0.71	6.49	3.09
A3	/dʒoldə/~/dʒoldə/	/dʒoldə/	-3.49	0.60	5.80	3.66
A4		/dʒoldə/	-5.11	0.65	7.83	3.36
A5	/eldi/~/elde/	/eldi/	-5.11	0.83	6.16	2.65
A6		/elde/	-2.09	0.57	3.69	3.87
A7	/tildi/~/tilde/	/tildi/	-2.36	0.48	4.96	4.62
A8		/tilde/	-4.18	0.69	6.08	3.19

由表 1 所示，以 /qoldə/ 为母本的刺激连续体 A1 的边界跨越 4-6、5-7 样本对；以 /qoldə/ 为母本的刺激连续体 A2 的边界跨越 5-7、6-8 样本对；以 /dʒoldə/ 为母本的刺激连续体 A3 的边界跨越 4-6、5-7 样本对；以 /dʒoldə/ 为母本的刺激连续体 A4 的边界跨越 6-8、7-9 样本对；以 /eldi/ 为母本的刺激连续体 A5 的边界跨越 5-7、6-8 样本对；以 /elde/ 为母本的刺激连续体 A6 的边界跨越 3-5、4-6 样本对；以 /tildi/ 为母本的刺激连续体 A7 的边界跨越 4-6、5-7 样本对；以 /tilde/ 为母本的刺激连续体 A8 的边界跨越 5-7、6-8 样本对。

由表 1 所示，以 /qoldə/ 为母本的刺激连续体 A2 的边界位置比以 /qoldə/ 为母本的刺激连续体 A1 的边界位置明显后移；以 /dʒoldə/ 为母本的刺激连续体 A4 的边界位置比以 /dʒoldə/ 为母本的刺激连续体 A3 的边界位置明显后移。以 /elde/ 为母本的刺激连续体 A6 的边界位置比以 /eldi/ 为母本的刺激连续体 A5 的边界位置明显前移；以 /tilde/ 为母本的刺激连续体 A8 的边界位置比以 /tildi/ 为母本的刺激连续体 A7 的边界位置明显后移。另外，8 个连续体中，A5 的边界宽度最小，A1、A2、A8 的边界宽度相对较窄，A7 的边界宽度最宽。

3. 区分正确率

从第一组的区分实验结果来看, 如表 2 所示, 经过单因素方差分析和事后检验, 以 /qolda/ 为母本时, 区分率组间差异显著 ($F(8,261)=4.483, p=0.000$), 两两比较显示分为 3 个子集, 但子集间重叠严重, 区分峰值出现于 4-6 样本对, 与识别边界 5.05 所跨越的样本对 4-6 完全对应, 属于范畴感知。以 /qoldə/ 为母本时, 区分率组间差异显著 ($F(8,261)=4.929, p=0.000$), 两两比较显示分为 3 个子集, 但子集间重叠严重, 区分峰值出现于 7-9 样本对, 与识别边界 6.49 所跨越的样本对 5-7、6-8 完全不对应, 属于连续感知。

表 2 /qolda/-/qoldə/ 区分正确率的 Tukey's HSD 结果

(母本为 /qolda/) (母本为 /qoldə/)

组别	N	Alpha 的子集 = 0.05			组别	N	Alpha 的子集 = 0.05		
		1	2	3			1	2	3
第八组	30	0.3889			第二组	30	0.3889		
第二组	30	0.4111	0.4111		第一组	30	0.4056		
第七组	30	0.4111	0.4111		第三组	30	0.4111		
第九组	30	0.4556	0.4556	0.4556	第四组	30	0.4222	0.4222	
第六组	30	0.4889	0.4889	0.4889	第五组	30	0.4889	0.4889	0.4889
第三组	30	0.5111	0.5111	0.5111	第八组	30	0.5000	0.5000	0.5000
第一组	30		0.5444	0.5444	第九组	30	0.5222	0.5222	0.5222
第五组	30		0.5444	0.5444	第六组	30		0.5500	0.5500
第四组	30			0.6000	第七组	30			0.5722
显著性		0.225	0.134	0.075	显著性		0.059	0.084	0.602

从第二组的区分实验结果来看, 如表 3 所示, 以 /dʒolda/ 为母本时, 区分率组间差异显著 ($F(8,261)=2.028, p=0.044$), 但两两比较显示为 1 个子集, 不存在区分波峰, 区分峰值出现于 4-6 样本对, 是连续感知。以 /dʒoldə/ 为母本时, 区分率组间差异显著 ($F(8,261)=3.937, p=0.000$), 两两比较显示分为 2 个子集, 区分峰值出现于 6-8 样本对, 与识别边界 7.86 所跨越的样本对 6-8、7-9 完全对应, 是范畴感知。

表 3 /dʒolda/-/dʒoldə/ 区分正确率的 Tukey's HSD 结果

(母本为 /dʒolda/) (母本为 /dʒoldə/)

组别	N	Alpha 的子集 = 0.05		组别	N	Alpha 的子集 = 0.05	
		1	2			1	2
第八组	30	0.4000		第三组	30	0.4111	
第二组	30	0.4278		第二组	30	0.4167	
第九组	30	0.4444		第九组	30	0.4222	
第七组	30	0.4444		第一组	30	0.4389	
第一组	30	0.4722		第八组	30	0.4556	0.4556
第三组	30	0.5056		第四组	30	0.5111	0.5111
第六组	30	0.5222		第七组	30	0.5111	0.5111

第五组	30	0.5333	第五组	30	0.5444	0.5444
第四组	30	0.5333	第六组	30		0.5944
显著性		0.151	显著性		0.096	0.70

从第三组的区分实验结果来看,如表4所示,以/eldi/为母本时,区分率组间差异显著($F(8,261)=2.768, p=0.006$),两两比较显示分为2个子集,但子集间重叠严重,区分峰值出现于5-7样本对,与识别边界6.16所跨越的样本对5-7完全对应,属于范畴感知。以/elde/为母本时,区分率组间差异显著($F(8,261)=13.158, 458, p=0.000$),两两比较显示分为5个子集,组均值最高的是3-5、4-6样本对,即为区分波峰,区分峰值出现于4-6样本对处,与识别边界3.69所跨越的3-5、4-6样本对完全对应,属于范畴感知。

表4 /eldi/-/elde/ 区分正确率的 Tukey's HSD 结果
(母本为 /eldi/)

组别	N	Alpha 的子集 = 0.05		组别	N	Alpha 的子集 = 0.05				
		1	2			1	2	3	4	5
第二组	30	0.3833		第八组	30	0.3444				
第六组	30	0.4111	0.4111	第七组	30	0.3944	0.3944			
第七组	30	0.4231	0.4231	第六组	30	0.4000	0.4000			
第八组	30	0.4278	0.4278	第九组	30	0.4667	0.4667	0.4667		
第三组	30	0.4278	0.4278	第五组	30	0.4722	0.4722	0.4722		
第一组	30	0.4500	0.4500	第二组	30		0.5111	0.5111	0.5111	
第四组	30	0.4889	0.4889	第一组	30			0.5611	0.5611	
第九组	30	0.5333	0.5333	第三组	30				0.6389	0.6389
第五组	30		0.5556	第四组	30					0.7389
显著性		0.064	0.087	显著性		0.193	0.304	0.601	0.193	0.522

从第四组的区分实验结果来看,如表5所示,以/tildi/为母本时,区分率组间差异显著($F(8,261)=8.290, p=0.000$),两两比较显示分为2个子集,但子集间重叠严重,无法判断区分波峰,区分峰值出现于5-7样本对,与识别边界4.96所跨越的样本对4-6、5-7完全对应,属于范畴感知。以/tilde/为母本时,区分率组间差异显著($F(8,261)=43.259, p=0.001$),两两比较显示分为4个子集,区分波峰位于1-3、5-7、6-8样本对,为一个显著波峰,区分峰值出现于6-8样本对,与识别边界6.08所跨越的样本对5-7、6-8完全对应,属于范畴感知。

表5 /tildi/-/tilde/ 区分正确率的 Tukey's HSD 结果
(母本为 /tildi/)

组别	N	Alpha 的子集 = 0.05		组别	N	Alpha 的子集 = 0.05			
		1	2			1	2	3	4
第二组	30	0.3944		第七组	30	0.4167			
第八组	30	0.4167	0.4167	第八组	30	0.4333			
第三组	30	0.4333	0.4333	第二组	30	0.4500	0.4500		

第一组	30	0.4500	0.4500	第三组	30	0.4500	0.4500		
第四组	30	0.4611	0.4611	第四组	30	0.4500	0.4500		
第七组	30	0.4722	0.4722	第九组	30	0.5167	0.5167	0.5167	
第九组	30	0.5333	0.5333	第一组	30		0.5778	0.5778	0.5778
第六组	30		0.5667	第五组	30		0.6000	0.6000	
第五组	30		0.5667	第六组	30			0.6833	
显著性		0.127	0.072	显著性		0.405	0.115	0.657	0.329

四 讨 论

本文研究哈萨克语附加成分的感知，选用构形附加成分作为感知实验的对象。下面从声学分析和感知实验的结果进行总结和讨论。

基于提取的基频与共振峰数据，哈萨克语构形附加成分 /da/-/də/、/di/-/de/ 声学特征的差异主要在于共振峰。/da/-/də/、/di/-/de/ 的第一共振峰与第二共振峰之间都存在一定的差异，如图 2 所示。因此，构形附加成分感知的主要声学贡献是共振峰。

哈萨克语构形附加成分主要表达语法意义，跟通常的音位范畴不同，它体现的是语法范畴。从识别曲线走势来看，每一条识别曲线大体呈“X”形，并表现出明显的语法范畴。第一组中 /da/-/də/ 的识别边界靠近第 5 刺激样本处，而 /də/-/da/ 的识别边界靠后，在第 6 和第 7 刺激样本之间；第二组中 /da/-/də/ 的识别边界在第 5 和第 6 刺激样本之间，而 /də/-/da/ 的识别边界靠后，在第 7 和第 8 刺激样本之间；第三组中 /di/-/de/ 的识别边界靠后，在第 6 和第 7 刺激样本之间，而 /de/-/di/ 的识别边界靠前，在第 3 和第 4 刺激样本之间；第四组中 /di/-/de/ 识别边界在第 4 和第 5 刺激样本之间，靠近第 5 刺激样本处，而 /de/-/di/ 的识别边界在第 6 和第 7 刺激样本之间，靠近第 6 刺激样本处。如表 1 所示。这说明哈萨克语里还有其他的成分影响识别边界，因此对感知边界的影响是否在完整的句子中能得到补偿需要进行进一步的研究。另外，边界宽度、识别曲线的斜率 b_1 和常量 b_0 等参数能不能在附加成分的感知过程中起作用还需要进一步研究。

从区分曲线走势来看，每条区分曲线表现不一致。第一组中以 /qolda/ 为母本时，区分率组间差异显著，出现了明显的区分波峰，且在识别边界位置呈现明显的凸起峰值，形成范畴感知的范式。第二组中以 /dʒoldə/ 为母本时，区分率组间差异显著，出现了明显的区分波峰，且在识别边界位置呈现明显的凸起峰值，形成范畴感知的范式。第一组中以 /qoldə/ 为母本和第二组中以 /dʒoldə/ 为母本的区分曲线整体平缓，不存在区分波峰，且区分峰值与识别边界不一致，没有形成范畴感知的范式。这些没有形成范畴感知的区分正确率是否在完整的句子中能得到矫正，需要进行进一步的研究。第三组和第四组的 4 条区分曲线出现了明显的区分波峰，且在识别边界位置呈现明显的凸起峰值，形成范畴感知的范式。

基于实验数据，哈萨克语构形附加成分 /da/-/də/ 的感知范式既有连续感知，也有范畴感知，/di/-/de/ 的感知范式属于范畴感知。很显然，虽然行为学的感知研究能够测出构形附加成分感知范畴的差异，但这两种感知范畴的本质并没有被揭示。在当前的语音认知研究领域，还有很多能够更深入解释语音认知的研究方法。如脑电（ERP）是一种特殊的脑诱发电位，

是大脑对特定的刺激或事件做出反应的神经电生理体现，借助于脑电技术，从神经生理指标来进一步研究构形附加成分的感知范畴和内在性质，为后续研究提供了科学方法和研究路径。

五 结 论

本文通过声学分析提取了哈萨克语两组词的基频和共振峰等声学参数。在此基础上，合成感知样本，设计听辨感知实验，初步讨论了哈萨克语构形附加成分的感知性质。实验结果表明：第一，每条识别曲线都呈现为“X”形，并表现出明显的语法范畴。第二，哈萨克语构形附加成分 /da/-/də/ 在行为学上的感知范式既有连续感知，也有范畴感知；/di/-/de/ 在行为学上其语法范畴体现为范畴感知范式。本文的研究既为阿尔泰语系语言的感知研究提供了数据和研究范例，也为从词汇的音位感知范畴到句法感知范畴的研究奠定了基础。

参考文献

- [1] 白斯木汗·浩斯别克. 2006. 《哈萨克语构词法探讨》，《伊犁师范学院学报》第2期.
- [2] 曹文. 2010. 《汉语平调的声调感知研究》，《中国语文》第6期.
- [3] 陈飞、张昊、王士元等. 2019. 《内部因素与元音范畴化感知》，《语言科学》第4期.
- [4] 陈墨玉、孔江平. 2019. 《汉语焦点重音感知研究》，《中国语音学报》（第11辑）第147-157页，北京：中国社会科学出版社.
- [5] 高云峰. 2004. 《声调感知研究》，上海师范大学博士学位论文.
- [6] 孔江平. 1995. 《藏语（拉萨话）声调感知研究》，《民族语文》第3期.
- [7] 孔江平. 2019. 《中国语音感知研究的新进展》，《中国语音学报》（第11辑）第1页，北京：中国社会科学出版社.
- [8] 陆尧、孔江平. 2019. 《载瓦语声调的声学及感知研究》，《民族语文》第1期.
- [9] 荣蓉、石锋. 2013. 《音高和时长对普通话阴平和上声的听感影响》，《语言科学》第1期.
- [10] 王海波、阿布力克木. 2010. 《维吾尔口语里元音长短的听辨与声学分析》，“第九届中国语音学学术会议论文集”第908-914页，天津，5月28-30日.
- [11] 王璐、孔江平. 2019. 《德宏傣语长短元音声学及感知研究》，《中国语音学报》（第11辑）第42-48页，北京：中国社会科学出版社.
- [12] 王璐、孔江平. 2021. 《德宏傣语单元音和复元音感知范畴研究》，《民族语文》第1期.
- [13] 王萍. 2008. 《北京话二合元音 /ai/、/au/、/ia/、/ua/ 韵腹 /a/ 的听感实验研究》，《语言文字应用》第3期.
- [14] 王士元、彭刚. 2006. 《语言、语音与技术》，上海：上海教育出版社.
- [15] 王韫佳、初敏、贺琳. 2006. 《汉语焦点重音和语义重音分布的初步实验研究》，《世界汉语教学》第2期.
- [16] 武金峰. 1995. 《哈萨克语语素 da 之用法探讨》，《语言与翻译》（汉文）第4期.
- [17] 杨庆国. 2007. 《浅谈哈萨克语位格与连词 ω/ω' 》，《语言与翻译》（汉文）第3期.
- [18] 于谦. 2017. 《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.
- [19] 张定京. 1995. 《关于哈萨克语宾格词尾的显性形式和隐性形式》，《语言与翻译》（汉文）第4期.
- [20] 张锐锋、孔江平. 2014. 《河南禹州方言声调的声学及感知研究》，《方言》第3期.

- [21] Boersma, Paul & David Weenink. 2009. Praat: Doing phonetics by computer (Version 6.0). <http://www.praat.org>.
- [22] Fry, D. B., A. S. Abramson, P. D. Eimas & A. M. Liberman. 1962. The identification and discrimination of synthetic vowels. *Language and Speech*, 5(4): 171-189.
- [23] Ladefoged, Peter & Donald Eric Broadbent. 1957. Information conveyed by vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 29(1): 98-104.
- [24] Liberman, A. M., Franklin S. Cooper, Donald P. Shankweiler & Michael Studdert-Kennedy. 1967. Perception of the speech code. *Psychological Review*, 74(6): 431-461.
- [25] Liberman, A. M., K. S. Harris, H. S. Hoffman & B. C. Griffith. 1957. The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries. *Journal of Experimental Psychology*, 54(5): 358-368.
- [26] Pisoni, D. B. 1973. Auditory and phonetic memory codes in the discrimination of consonants and vowels. *Perception & Psychophysics*, 13(2): 253-260.
- [27] Pisoni, D. B. 1975. Auditory short-term memory and vowel perception. *Memory & Cognition*, 3(1): 7-18.
- [28] Wang, W. S-Y. 1976. Language Change. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 280(1):61-72.
- [29] Xu, Y., J. T. Gandour & A. L. Francis. 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.

A Perceptual Study on the Inflectional Suffixes in the Kazakh Language

Ulaan Abilhaasim and KONG Jiangping

[Abstract] In this paper, the methods of acoustic analysis, speech synthesis and perceptual research are used to explore into the inflectional suffixes in the Kazakh language. This paper studies the native speakers' perceptual categories of eight Kazakh words (*qolda* and *qoldə*, *dzolda* and *dzoldə*, *eldi* and *elde* as well as *tildi* and *tilde*), and reveals the contribution of the acoustic parameters of the inflectional suffixes to the perception of inflectional morphemes. The results of acoustic analysis and perceptual research show that formants have the primary role in the perception of these inflectional morphemes in Kazakh; ethologically, the perceptual paradigm between the suffixes *-da* and *-də* spans both continuous perception and categorical perception, while that between *-di* and *-de* is categorical perception.

[Keywords] Kazakh language inflectional suffix acoustic analysis perceptual research

(通信地址: 乌兰·阿布尔哈斯木 200234 上海 上海师范大学人文学院
孔江平 100871 北京 北京大学中国语言文学系)

【本文责编 吴雅萍】