

蒙古语长短元音听觉实验研究*

包桂兰 苏日古嘎

[提要] 本文利用 E-Prime 实验软件,对蒙古语长、短元音进行了听觉实验研究,实验分为辨认实验和区分实验。实验在探究区分蒙古语长、短元音的重要声学线索的同时,对长、短元音的感知边界、感知宽度及其对应的声学时长作进一步的探讨。研究发现,时长是区分蒙古语长、短元音的最重要声学参数;蒙古语长、短元音的时长感知是相对离散的,如果将长、短元音视为一个由1到10的连续统,那么它们之间有一个较为显著的时长感知边界,其听感边界位置为4.594(约占46%),边界宽度为1.099(约占11%),在横轴上,以4.594为界限,往左以短元音为主,往右以长元音为主。

[关键词] 蒙古语 长元音 短元音 听觉实验

一 引言

蒙古语有分布较整齐并区分词汇意义的长、短元音的对立。蒙古语长、短元音对立的,主要区别特征是音长,对此,学界基本没有异议。有些学者认为音长是蒙古语长、短元音对立的唯一区别性因素,有些学者则认为除了音长之外,蒙古语的长、短元音在音质方面也有所不同。内蒙古大学蒙古语文研究所(2005:169)认为“在舌位高低、圆展、阴阳等方面,长元音和与之对应的短元音之间是完全相同的,不同的只是发音时的时长问题”;清格尔泰(1991:17)认为“基本长元音的发音与其对应的基本短元音一样,只是音长不同”。通过对蒙古语各方言长、短元音进行声学分析后得出的结论看似与传统语音学有所差异,实则是因为研究层面和研究方法不同而已。呼和(1999:60)通过声学分析认为“蒙古语长、短元音不仅在音长上有差异,而且在音质方面也有所不同”。呼和、确精扎布(1999:158-159)认为“在察哈尔方言,词首音节长元音的舌位三角形比短元音舌位三角形大且相对下降”,这表明长元音的开口度普遍比短元音大,随之音强也会有所提高。白音门德(1997:18)发现“在巴林土语,词首音节长元音和词首音节短元音的不同不仅体现在发音时长上,发音部位上也有明显差异”。据观察,不只是蒙古语如此,其他有长短元音对立的语言中,其长元音和短元音的差异不仅表现在时长上,在舌位高低或前后维上也有或多或少的差异,还有可能存在附带的音强和音高的不同。

那么,蒙古语长短元音的对立差异与声学参数以及舌位有何对应关系?如上所述的声学

* 本文获得国家社科基金西部项目“蒙古语标准音音典的研究(16XY020)”的资助。匿名审稿专家提出重要修改意见和建议。谨一并致谢。

格局或其他差异，是一套目标不同的发音动作或发音规则，抑或只是发音到位与否的问题？这些疑问与大脑中的语言存储和加工及其产出问题都有密切关系。

基于以往的研究，本文利用 E-Prime 实验软件对蒙古语单音节词进行了长、短元音的听觉实验。通过实验，首先统计分析对长、短元音刺激音的辨认度及自然度、听辨反应时间，对比分析母本和刺激样本的相似度；其次，分析蒙古语单音节词长短元音的感知边界、边界宽度以及长短元音的声学时长范围等。

二 长短元音听觉实验

（一）实验方法与实验设计

1. 被试

实验被试为10名蒙古语母语者（6女，4男），均为内蒙古大学蒙古学学院一、二年级硕士研究生，年龄和教育程度相当。所有被试听力正常，从小接受蒙古语教育。

2. 实验刺激

本次实验选用长短元音对立的两组词，A组为包含/e、ə、i、ɔ、u、o、u/等短元音的单音节词各两个，B组为包含/e:、ə:、i:、ɔ:、u:、o:、u:/等长元音的单音节词各两个。该两组词对应的长短元音在相同的语境中，即C1VC2—C1V:C2（V和V:的前置辅音或后续辅音是相同的），如[ther]/[the:r]、[tər]/[tə:r]……等共14对词作为考察对象。实验刺激音音源的发音人（6女，4男）是母语为蒙古语的锡林郭勒盟正蓝旗人，现就读于大学本科播音主持专业。录音在专业语音实验室中进行，录音采样频率为22050赫兹。

使用Praat 6.1.01软件，通过改变该14对词的元音音长的方法分别合成实验刺激。以[ther]/[the:r]组为例：以原音频为母本，首先用praat软件分别计算出这一组母本中的元音时长；其次，把短元音（或长元音）时长拉长（或缩短）到对应的长元音（或短元音）时长程度，并合成刺激音A1组（或B1组）。拉长或缩短元音时长时，对其前后其他音段及过渡段未作任何调整，只对其元音稳定段进行了调整。最终合成刺激音共计28个。

表1 [t^her]/[t^he:r]元音时长数据（单位：毫秒[ms]）

编号	词	IPA	元音时长/毫秒	拉长/缩短比例
5	ᠬᠡᠷ	t ^h er	68.575	177.562/68.575=2.59
6	ᠬᠡᠷᠢ	t ^h e:r	177.562	68.575/177.562=0.39

表1为[t^her]/[t^he:r]一组词的元音时长数据。从表1可以看出，[t^her]元音时长为68.575毫秒，[t^he:r]元音时长为177.562毫秒。将e元音音长拉长至177.562毫秒得到刺激样本A组，将e:元音时长缩放至68.575毫秒得到刺激样本B组。

（二）实验分析与结果

每一位被试都在无干扰的安静环境下单独参与了辨认实验和区分实验。听感实验和数据采集均用联想笔记本电脑（Lenovo 小新 Air-142019）上的 E-Prime 2.0 进行。

1. 辨认实验

辨认实验中，播放 A1、B1 两组刺激样本，每组有 14 个刺激音。每次每个刺激音连续播

放 2 次，同时在屏幕上呈现对应的长、短元音对立的候选实验词组，要求被试对所听到的刺激音作 1（如 ᠠᠢ ($t^h\text{er}$)）或 2（如 ᠠᠢ ($t^h\text{er}$)）的双向迫选。然后从自然度选项：①发音非常自然；②发音有些不自然，但是能听懂；③发音不自然，勉强能听懂；④似懂非懂；⑤完全听不懂。从这 5 个选项中选出一项，对 A1、B1 两组刺激音的自然度进行听辨。

10 位被试对两组刺激样本的辨认结果为：A1 组所有词都被识别为长元音，B1 组所有词都被识别为短元音；被试平均反应时间为 2100 毫秒。图 1 为 A1、B1 两组刺激样本的自然度感知结果及反应时间对比图。以自然度等级为 X 轴，自然度百分比为 Y 轴，反应时间为次坐标轴。

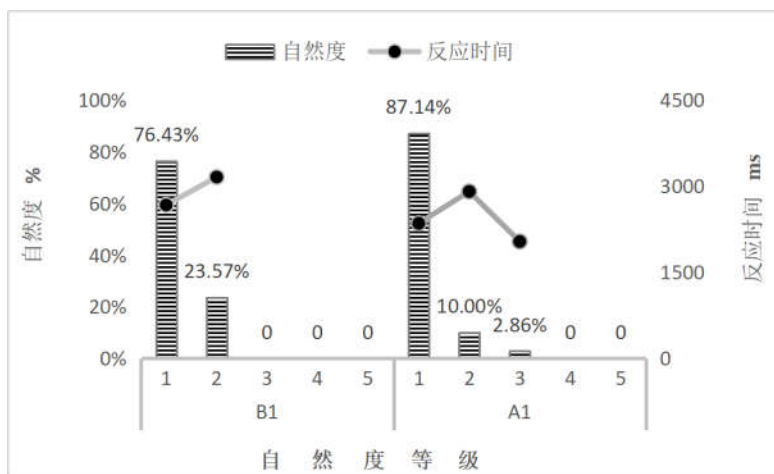


图 1 B1、A1 组刺激样本自然度感知结果及反应时间对比图

从图 1 可以看出，选择自然度等级为 1 的比例非常高，被试反应时间也较快；选择自然度等级为 2 的比例少，被试反应时间慢慢递增，说明犹豫度较高；在 A1 组有 2.86% 的人选择“发音不自然，勉强能听懂”。

从实验数据可以看出，虽然对自然度的感知有一些区别，但是被试均非常快速且准确地识别了长、短元音。关于自然度的感知，A1 组的自然度等级选择 1 的比例比 B1 组的多，发现这与有无非成音节的词末弱短元音有一定的关系。如发音人说 A 组（包含短元音）音的时候 85% 的词带有弱短元音，而说 B 组（包含长元音）音的时候没有词末弱短元音。因此，合成后的 A1 组长元音词带有弱短元音，而合成后的 B1 组短元音词没有词末弱短元音，这表明蒙古语词末（音节末）弱短元音对单词、尤其是对短元音词的感知起到一定的补充作用；在 A1 组，少数（2.86%）被试快速地选择自然度等级为 3，这与元音时长的拉长比例有一定的关系，为了与相对应的长元音有同样的时长，合成 A1 组音时，有一些短元音的时长拉长后达到原音的 4 倍左右，这导致被试对刺激音组的感知受到了明显的影响。

如上所述，被试者不仅非常快速且准确地识别长、短元音，且选择自然度等级为 1 的占多数。虽然有一部分选择了自然度等级为 2，但是犹豫度较高，即被试在等级 1 和 2 之间犹豫。这初步可以证明长、短元音的音质基本一样，虽然以往研究中发现其发音部位有些不同，但没有达到质的不同，至少在听感上没有明显的不同。相对而言，长元音的发音可能更到位。对于长、短元音，时长还是区分其性质的重要因素，且时长大小对于长短元音的自然度感知

有明显的影响,因此可以初步得出结论认为长、短元音的时长有一个明显的感知界限。

2. 区分实验

区分实验采用AX范式,即一个母本和一个刺激样本配对播放,由被试判断相似度。相似度等级分5个等级:①发音完全一致;②发音基本一致;③相比有些不自然;④不像同一个词;⑤完全不同。图2为本实验中配对播放由A-B1、B-A1两组刺激样本的相似度及其反应时间对比图。每组有14对音频,每对音频播放两遍。被试者听完之后从相似度的五个等级中作出选择。

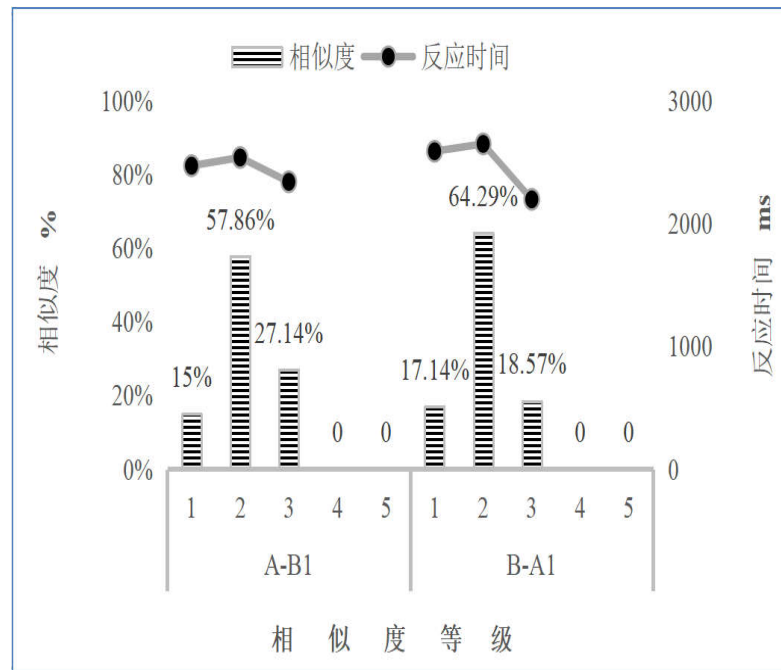


图2 A-B1、B-A1两组刺激样本的相似度及其反应时间对比图

图2为A-B1、B-A1两组刺激样本的相似度听感结果及其反应时间对比图。以相似度等级为X轴,相似度百分比为Y轴,反应时间为次坐标轴。从图2可以看出,被试反应都集中在相似度等级为1、2、3上。其中,选择相似度等级为2的比例较高,被试反应时间也最长。其次是相似度等级为3,最后是相似度等级为1。从实验数据来看,配对播放的这两组刺激音虽然在听感上有些不同,但是被试者都认为是一个词,因为后两个等级才被认为是不同的单词。通过该实验我们进一步证明蒙古语长、短元音的音质基本相同。除了时长,其他因素,如舌位、音高、音强等还不足以成为区分长、短元音的要素。

除此之外,A-B1组(短元音组)相似度等级为1和2的比例比B-A1组(长元音组)少,这与上述辨认实验一样,与词末非成音节弱短元音有一定关系。这进一步说明蒙古语词末弱短元音(音节末)对短元音的感知提供非常重要的线索。这次实验中,相似度等级为3的这些词大多数都是上述辨认实验中自然度等级为2或3的词。也就是说,原音和合成音的相似度与合成词元音的拉长或缩短程度密切相关,过渡的拉长或缩短使相似度降低,这进一步表明长元音和短元音之间有一个较明显的音长感知边界。

3. 听感边界实验

该实验中把B组实验词的长元音时长缩短为10个不同等级。以 $t^h\text{er}$ 为例：母本 e 元音时长为177.562毫秒，将 e 元音时长缩短为10个不同等级，缩短比例如表2，分别合成10个等级的刺激样本C组，共计140个。实验中，播放C组刺激样本，总共140个刺激音。每次每个刺激音连续播放2次，同时在屏幕上呈现对应的长、短元音对立的候选实验字组，要求被试对所听到的刺激音作①或②的双向迫选；①是被识别为短元音，②是被识别为长元音。

表2 $[t^h\text{er}]$ 的元音时长数据及其缩短比例（单位：毫秒[ms]）

编号	词	IPA	元音时长	缩短等级	元音缩短比例
6	ᠮᠡᠷ	$t^h\text{er}$	177.562	1	$177.562 * 1/10$
				2	$177.562 * 2/10$
				3	$177.562 * 3/10$
				4	$177.562 * 4/10$
				5	$177.562 * 5/10$
				6	$177.562 * 6/10$
				7	$177.562 * 7/10$
				8	$177.562 * 8/10$
				9	$177.562 * 9/10$

图3为长、短元音听感曲线及其边界感知结果图。以长元音时长缩短等级为 X 轴，长短元音感知度为 Y 轴。

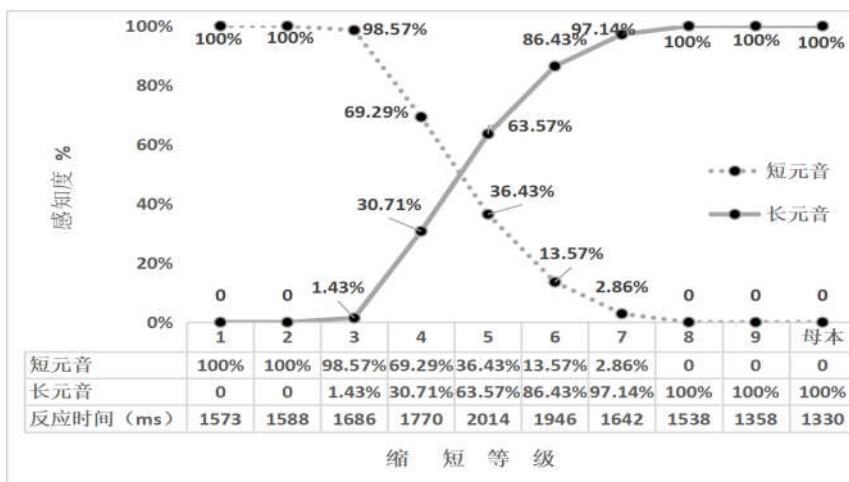


图3 长、短元音听感边界图

从图3识别曲线可以看出，当元音时长缩短等级为1、2时，所有被试全部感知为短元音。当缩短等级为3时，开始出现少数的长元音感知，但感知为短元音的还是占98.57%；当缩短等级达到5时，感知为长元音的比例明显占优势，被试反应时间也最长，犹豫度最高。当缩短

等级达到8时,所有被试全部感知为长元音。从被试反应时间来看,随着缩短等级的递增,被试反应时间也逐渐递增,当缩短等级达到5的时候,被试反应时间最长,随后又逐渐递减。综上所述,缩短等级为1-3时基本被听辨为短元音,7-9级时被听辨为长元音,而听辨分界主要集中在中间等级4-6,并且犹豫度以等级5为中心往两边递减。

表3是元音时长及其长、短元音感知比例。

表3 元音时长数据及其长、短元音感知比例

缩放等级	1-3	4-6	7-母本
元音声学时长[ms]	17.7562-106.0668	106.0668-124.2934	124.2934-353.556
感知为短元音比例%	99.5%	39.8%	0.95%
感知为长元音比例%	0.5%	60.2%	99.05%

结合图3和表3可以看出,当元音时长约17.8-106.1毫秒时,能快速地被感知为短元音。当元音时长约124.3-353.6毫秒时,也较快地被感知为相对应的长元音。长、短元音的大体听感分界在4-6级之间,所对应的声学时长约106.1-124.2毫秒之间,并在听感分界处呈现相对陡峭的上升或下降,这表明蒙古语长元音和短元音的时长感知是离散的,它们之间有一个较为显著的感知边界。上面统计出的具体声学时长数据对蒙古语长、短元音的切分、标注及其分界等提供一定的声学线索,但对于一个语言的语音系统来说,算出其时长感知边界位置及边界宽度更为重要。

根据以往相关感知研究,感知边界位置及边界宽度的计算方法如下:每个刺激音的识别结果是被试将其识别为“1”和“2”的百分比。根据识别结果构造二分变体量逻辑回归模型: $\log(P1/(1-P1)) = b_0 + b_1x$,其中P1为每个刺激的识别结果,x为声音缩放等级, 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,识别率为50%时所对应的x值即为识别边界(X_{cb})= $-b_0/b_1$,边界宽度(W_{cb})则为识别率为25%和75%之间的线性距离(Xu et al. 2006)。

根据以上公式可以得出此次辨认实验的识别边界为4.594,边界宽度为1.099,如表4。我们可以把蒙古语相互对立的短元音和长元音视为一个从1至10的连续统,那么其听感边界位置在整个连续统的4.594(46%)处,左右浮动宽度为1.099(11%)。即以等级4.594为界限,在整个连续统的线性标尺中,往左以短元音为主,往右以长元音为主。当元音音长等级大于4.594+1.099时完全被感知为长元音,而小于4.594-1.099时,完全被感知为短元音。

表4 长、短元音感知边界及边界宽度

长、短元音对立	Xcb	占比	Wcb	占比
	4.594	约46%	1.099	约11%

三 结 论

通过一系列实验分析,可得出以下结论:

第一,从听辨的角度看,时长是区分长、短元音的最重要声学参数(相关物),有关其他声学参数,如音强、音高等在长短元音的感知中所起到的作用问题有待进一步研究。

第二,蒙古语长、短元音感知中词末弱短元音或音节末弱短元音提供一定的听辨线索。

该结论虽然与本次实验刺激音的发音人自身的发音特点有一定的关系,但是该问题发人深思。如词末弱短元音或音节末弱短元音是否为实现某种语音问题,甚至是韵律问题而使用的一种手段?值得深入探究。

第三,蒙古语长、短元音的时长感知是相对离散的,它们之间有一个较为显著的时长感知边界。如果我们把蒙古语相互对立的短元音和长元音视为一个从1之10的连续统,其听感边界位置在整个连续统的4.594(约占46%)处,左右浮动宽度为1.099(约占11%)。在整个连续统的线性标尺中,音长大于46%+11%处完全被感知为长元音,而小于46%-11%处时,完全被感知为短元音。

参考文献

- [1] 白音门德. 1997.《巴林土语研究》,呼和浩特:内蒙古人民出版社.
- [2] 呼和、确精扎布. 1999.《蒙古语音声学分析》,呼和浩特:内蒙古大学出版社.
- [3] 呼和. 1999.《蒙古语元音声学分析》,《民族语文》第4期.
- [4] 内蒙古大学蒙古语文研究所. 2005.《现代蒙古语》,呼和浩特:内蒙古民族出版社.
- [5] 清格尔泰. 1991.《蒙古语语法》,呼和浩特:内蒙古人民出版社.
- [6] Xu, Yisheng, Jackson T. Gandour & Alexander L. Francis. 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 Long and Short Vowels in Mongolian

BAO Guilan and Suriguga

[Abstract] This paper conducts an auditory-perceptual study on the long and short vowels in Mongolian, employing the E-Prime software. The perceptual experiments include identification and discrimination tests. This study explores the acoustic clues essential for distinguishing the long vowels from the short ones, and in the meantime, further discusses the perceptual boundary, the perceptual width and the corresponding acoustic duration of the long and short vowels. It is found that duration is the acoustic parameter of vital importance to distinguish the long and short vowels in Mongolian, and the perception of duration is relatively discrete. If the long and short vowels are seen as a continuum from one to ten, there is a significant perceptual boundary of duration between them. The position of the perceptual boundary is situated at 4.594 (roughly 46%), and the width is 1.099 (roughly 11%). Along the horizontal axis, the short vowels mainly distribute to the left of 4.594, while the long vowels mainly occupy the right side of this boundary.

[Keywords] Mongolian long vowels short vowels perceptual experiment

(通信地址: 010021 呼和浩特 内蒙古大学蒙古学学院)

【本文责编 普忠良】