

四平方言中元音声学研究

唐安琪 JIMÉNEZ Jesús

摘要 本文从声学上分析四平方言的中元音变体。通过研究该地区女性发音人的中元音的第一、第二共振峰频率、音长和音强，讨论中元音变体数量及其特性。结果表明，四平方言区中元音存在最多五个元音 [o], [ɤ], [ə], [e] 和 [e̞]，但对于某些发音人来说，最后某些音被视为同一个元音的变体。在学界，尽管有些学者根据互补分布规则认为中元音只需一个音位，但由于这五个变体之间较远的声学距离，大部分学者根据唇形的圆展和发音部位的不同，普遍认为中元音需多个独立的音位。这是

关键词 中元音，四平方言，共振峰，音长，音强

AN ACOUSTIC ANALYSIS OF MID VOWELS IN SIPING CHINESE (JILIN PROVINCE)

TANG Anqi, JIMÉNEZ Jesús

Abstract In this paper, we analyze the mid vowels that are found in the Chinese spoken in Siping (Jilin province, northeastern China). The study has two main objectives: first, to characterize acoustically the realization of these vowels and, second, to discuss which phonological interpretation fits better the attested variants. To study the mid vowels, we have recorded a group of six young female speakers from the Siping variety, with a similar cultural background. The vowels appear in eight different contexts: in open syllables, after a palatal consonant: yē ‘coconut’, after a velar consonant: gē ‘brother’, after a retroflex alveolar consonant: shē ‘luxurious’, and after a labial consonant: pō ‘hillside’, and, in closed syllables, before a front glide: gēi ‘to give’, before a back round glide: gōu ‘ditch’, before an alveolar nasal: gēn ‘to follow’, and before a velar nasal, gēng ‘to change’. All the words have been registered inside the carrier sentence wǒ shuō _ dā yí cì ‘I say _ dā once’, to obtain a sample as homogeneous as possible both segmentally and tonally. The subjects have been asked to read aloud each sentence seven times. All in all, we have analyzed a sample of 336 vowels: 6 speakers x 7 repetitions x 8 contexts. The vowels have been manually segmented and labeled with Praat, taking the spectrogram and the intensity as acoustic cues. A Praat script has been used to extract the duration of the whole segment and, measured at the center of each vowel, the intensity and the first two formants, which have been normalized following Watt & Fabricius (2002) procedure. With these data, one-way analysis of variance (ANOVA) tests have been carried out, taking the extracted parameters as the dependent variables and the vocalic contexts as the independent variable.

The results show that there are no differences in the intensity of the vowels. As for the duration, vowels in closed syllables tend to be longer than vowels in open syllables, as expected. Finally, the data drawn from the normalized formants indicate that there are up to five different segments: [o] (context gōu), [ɤ] (contexts gēn, gē, shē, and pō), [ə] (context gēng), [e] (context yē), and [e] (context gēi). According to the first normalized formant, the variants display two degrees of openness, with [o] and [e] as slightly more closed than [ɤ], [ə], and [e]. Since the two most closed vowels, [o] and [e], appear before the glides [w] and [j], their relative closeness can be attributed to the assimilatory influence of these segments. On the other hand, although the statistic test distinguishes between [e] and [e], these sounds can be considered variants of the same vowel, whose openness depends on its length, being the longest segment, [e], the most open vowel.

As for the place of articulation of the segments, based on the second normalized formant, there are four distinctions, going from the back round vowel [o] to the front vowels [e] and [e], with [ɤ] closer to [o] and [ə] closer to [e] and [e]. The back unrounded vowel [ɤ] displays small differences in place of articulation in the contexts gēn, gē, shē, and pō, but the test interprets these variants as occurrences of the same vowel, realized as slightly fronted (in the context gēn) or slightly backed (in the context pō) with respect to a central reference in the contexts gē and shē. The realization of the vowel in the context pō, approximately as the vowel in gē and differently from the back round segment in gōu (namely, as a back unrounded vowel [ɤ]), is a typical feature of the Chinese spoken in northeastern China (see, among others, Cai Yue, 2021). As for the variants [ɤ] (context gēn, gē, shē, and pō) and [ə] (context gēng), defined by the statistic as different, their distance is similar to the separation found in the allophones of the vowel /a/ in the contexts gān ‘to dry’ and gāng ‘just’; hence, they could be considered variants of the same vowel as well.

The five variants identified in the Siping variety by the statistic tests occur in complementary distribution and, therefore, could be derived from a single mid vowel, as suggested by some researchers (see, for instance, Cheng, 1973, and Duanmu, 2007). In our case, /ɤ/, which is the variant appearing in most open syllables, would be the best candidate to derive the other pronunciations. However, the great acoustic distance existing between some of these variants makes more plausible their interpretation as realizations of different mid phonemes, which is the most common view among Chinese researchers (see, for instance, Wang, 1983; Tian, 1996; Huang & Liao, 2002; Shao, 2007, and Liu, 2015): according to our data, a front unrounded vowel /e/, with two contextual variants [e] and [e]; a back unrounded vowel /ɤ/, with a more fronted variant [ə] and a more backed variant [ɤ], and a back round vowel /o/. This Siping three-vowel system is, hence, defined by the roundness of the segments and by their place of articulation, with height differences mostly dependent on the length of the variants, as determined by their syllabic distribution.

Keywords Mid vowels, Siping Chinese, Formants, Duration, Intensity

1. 引言

对于元音音位的归纳，学界一直存在不同意见（黄伯荣、廖旭东，2002），主要存在两种归纳方法（可参考 Cole & Hualde, 2011；Krämer, 2012）。自 Trubetzkoy (1939) 起，学界普遍认为，如果两个音素处于对立关系中，那么这两个音素则被视为不同的音位，比如“跟”字里的中元音与“肝”字里的低元音就分属于两个

不同的音位。但当两个相对相似的音素处于互补分布的关系中，可将这两个音素归纳成同一个音位，因为在相同语音环境里的音素不可能是对立关系。

以普通话元音为例，归纳中元音的第一种方法主要依据互补分布原则，比如 Cheng (1974)、徐世荣 (1980) 和 Duanmu (2007) 都认为普通话中元音只需一个音位 /ə/ 并包括五个中元音变体。基于徐世荣 (1980) 和 Duanmu (2007) 的观点，

我们在表 1 中列举了普通话各中元音变体及其例字：[E]也可标为比[e]再低些的[e]，是中元音区的前半低音，出现在韵头 i、ü 后边，在 ie、üe 两韵母中做主要元音，如在“椰、约”等字韵母里做主要元音。[e]：前半高音，出现在韵尾-i 前，在 ei 韵母中做主要元音，比如在“给、飞”等字韵母中做主要元音。[ə]：央中元音，出现在韵尾-u 前以及出现在韵尾 -n 前或 -ng 前，如在“沟、跟、更”等字韵母里做主要元音¹。[ɤ]：后半高不圆唇元音，出现于 e 韵母中，如在“哥、奢”等字韵母里做主要元音。[o]：后半高圆唇元音，出现在唇音声母之后，在 o、uo 俩韵母中做主要元音，如在“泼、窝”等字韵母里做主要元音。

表 1 普通话音位 /ə/ 的中元音变体

变体	韵母	例字
[e] 或 [E]	出现在韵头 i、ü 后边： 韵母 ie、üe	椰、约
[e]	出现在韵尾-i 前：韵母 ei	给、微
[ə]	出现在韵尾-u 前、-n 前 或-ng 前：韵母 ou、 en、eng	沟、跟、更
[ɤ]	出现在 e 韵母中	哥、俄、社
[o]	出现在唇音声母之后： 韵母 o、uo	窝、泼

第二种方法侧重语音的近似性。在普通话中，尽管各个中元音互补分布，但由于元音之间的语音差异较大，王理嘉（1983）和田小枫（1996）则从语音近似原则出发，根据语音变体的舌位前后进行音位归纳，包括前元音 /e/、央元音 /ə/ 和后元音 /ɤ/ 三个音位。这种归纳方式既可以简化语音系统，还可以减少实际发音和归纳音位之间的差异。

另外，在根据分布互补与强调语音近似性的原则下，部分学者也会更侧重语音细节，根据不同变体的实际音值进行音位归纳。比如刘思维（2015）根据嘴唇圆展这一特征

将各变体分为圆唇元音（归为音位 /o/ 或 /ɔ/）和不圆唇元音，而在不圆唇元音这组，又根据舌位前后将各变体分为前元音（归为音位 /e/ 或 /ɛ/，或开口程度中等的 /E/）和非前元音（归为音位 /ɤ/ 或 /ɔ/）（黄伯荣、廖旭东，2002；邵敬敏，2007）。

以上的音位归纳的处理意见有的侧重于互补分布，有的侧重于语音近似性。根据互补原则，各个中元音理论上似乎可以归纳为一个音位，可简化语音系统（田小枫，1996）。互补分布的分析弥补了对立分析法的不足，在音素互不相遇、互不对立的情况下解决了部分音位的归并（徐青，1992）。然而，从互补分布原则来看，其主要问题在于单一的音位和变体可能存在很大的在发音和声学上的距离。

国内的学者在互补分布的原则上更强调语音的近似性。根据邵敬敏（2007），互补分布是把变体归纳为一个音位的必要条件，但不是充分条件。是否应该归纳为一个音位，还要看语音是否近似。属于一个音位的各个变体在语音上应该是近似的，至少本地人听起来比较近似，如果两个音的音感差异明显，即使存在互补关系也不能归并为一个音位。当然，只强调语音近似的归纳方法同样可以简化语音系统，但另一方面却不能有力地解释个别变体的差异以及其分布的局限性。

正如赵元任先生（2003）指出：“把一种语言里的音化成音位系统，通常不止一种可能的方法，得出的不同的系统或答案可以只看成适用于各种目的的好坏问题。这些原则有时是相互矛盾的，有不同的侧重点，而所属的音位系统可能存在一定的差异。”

值得注意的是，目前研究的重点都集中于普通话，本文探讨四平方言中元音的音系归纳问题。根据《中国语言地图集》第二版（中国社会科学院语言研究所，2012），四平方言属于东北官话，与吉林省的长春、白城、东丰等 66 个县市的方言同属于哈阜片（张志敏，2005）。该片区方言的语音特征与普通话较为接近（朱剑、景体渭，2011）。由于目前尚未有关于四平方言的语音研究，我们参考了蔡悦在《白城方言声调与元音格局研究》（蔡悦，2021）中对白城方言音

¹ 在表 1 和整篇文章中，由于学者们都一致认为“跟”字里的中元音为开口度中等的央元音，近似 [ə]，所以我们将出现在“跟”字里韵母的主要元音作为参考元音，以用于在文中讨论中元音特性。同时，我们将使用表 1 中中元音所在的例字分析四平方言的中元音特性。

系的研究, 正如上文所说, 四平市与白城市均位于吉林省, 同属于东北官话中的哈阜片的长锦小片, 二者方言在语音上十分相近。

白城方言与普通话的元音系统基本相似, 共有韵母 37 个, 其中包括 8 个单元音韵母: a[A]、e[x]、i[i]、u[u]、ü[y]、-i[ɿ]、i[ʅ]、er[ə]; 13 个复元音韵母: ai[ai]、ei[ei]、au[au]、ou[ou]、ia[iA]、ie[iɛ]、ua[uA]、uo[uɤ]、üe[ye]、iau[iau]、iou[iou]、uai[uai]、uei[uei], 和 16 个带鼻音韵母: an[an]、en[ən]、ian[ien]、in[in]、uan[uan]、uen[uən]、üan[yan]、ün[yn]、ang[aŋ]、eng[əŋ]、ong[uŋ]、iang[iaŋ]、ing[iŋ]、iong[yŋ]、uang[uaŋ]、ueng[uəŋ] (蔡悦, 2021)。关于中元音, 在白城方言中, 不存在单元音韵母 o。比如“泼”字的主要元音不是 o, 而是不圆唇元音 e[x], 单元音韵母[x]的实际音值为[ə] (蔡悦, 2021)。由此可以看出, 白城方言与普通话唯一不同在于白城方言不区分圆唇音[o]和不圆唇元音[x]。这一现象也在东北官话的其他方言中普遍存在 (单永贤, 1995; Duanmu, 2007)。但除了蔡悦 (2021) 以外, 目前几乎没有针对东北官话方言元音系统的实验研究。此外, 这种中后元音不区分圆唇不圆唇的现象或许能为元音系统的音位归纳方法提供新的视角和数据。

2. 研究方法

2.1 发音人

本研究发音人为六名四平方言母语者, 年龄均在 26-28 岁之间, 皆为女性。她们的教育程度相似, 都受过大学本科教育, 无长时间在外生活的经历。第二语言为英语且学习英语的经历相似。所有发音人均自愿参与。

2.2 样本采集

本研究在安静的环境中进行录音, 录音设备使用心型指向性电容式麦克风 (AKG C520L) 和数字录音机 (Zoom H4), 采样频率为 48kHz, 分辨率为 24bits。

在录音过程中, 要求发音人以正常的语速, 朗读含有目标字的实验句: 我说“椰

([ɛ])、给 ([e])、跟 ([ə])、哥 ([x]或[ə])、奢 ([ə])、更 ([ə])、坡 ([x]或[ə])、勾 ([o])”搭一次。为了更清楚地分析目标元音, 同时防止将目标元音与之后的“一”字连读产生混淆, 我们在目标字和“一”字之间加了“搭”字。每个目标句需连续重复 7 遍。

2.3 元音的声学分析

本研究利用 Praat 软件 (Boersma & Weenink, 2016) 进行了元音的声学分析。由于“椰、给、沟”字韵母里的韵腹与介音相邻, 所以在频谱图中很难找到这两个音之间明确的边界。我们通过观察音强线以及观察元音共振峰向介音过渡的位置来标注元音: 我们找到“椰”字的介音向韵腹过渡时音强线不再升高的位置点, 以及找到“给、沟”字的韵腹向介音过渡时音强线开始下降的位置点, 通过这两个位置来界定韵腹的边界。

待标记好所有目标元音后, 使用 Praat 的脚本提取以下参数: 元音的音长 (单位: ms)、音强 (单位: dB) 和元音中点位置的第一、第二共振峰频率 (下文分别记作 F1 和 F2 表示, 单位: Hz)。

2.4 元音共振峰频率归一化

为了进一步减少各个发音人在声道形态方面上的声学差异, 本文采用 Watt 和 Fabricius (2002) 的 S 中心点 (S-centroid) 归一法, 通过计算不同发音人元音空间中不同元音到元音三角重心之间的距离对发音人所发元音的第一、第二共振峰频率值进行归一化处理², 图 1 为该方法的示意图。

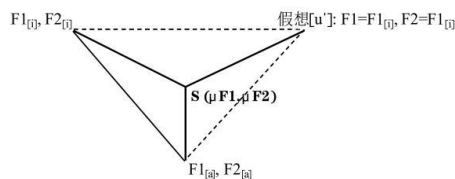


图1 S中心点归一法示意图

² 目前学界还有其他方法可以对元音进行归一化处理, 对不同方法的测评可以参看 Fabricius 等 (2002)。S 中心点归一法的优点在于中央元音归一化后的 F1 和 F2 通常都接近 1, 便于实验结果分析。

由图 1 可见, 在该方法中, 元音三角的三个顶点分别为元音/a/、/i/和假想 u。其中, i 为实验句“我说滴搭一次”中的“滴”字的 i, i 值为连读 7 遍“滴”字中 i 的 F1、F2 均值; a 为实验句“我说搭搭一次”中的“搭”字的 a, a 值为连读 7 遍“搭”字中 a 的 F1、F2 均值; 假想 u ([u']) 的数值则根据 i 的值而定, 假想 u 的 F1、F2 值均为 i 的 F1 值。S 为三角形的重心 (S-centroid), F1 为三个顶点元音 F1 值的平均值, F2 为三个顶点元音 F2 值的平均值。

为了对单个发音人的数据进行归一化处理, 我们将每个元音具体的共振峰频率赫兹值 [F1, F2] 除以每位发音人所对应的 S 点的值 [S1, S2], 这样每个元音就得到了两个无单位的归一值 NF1 和 NF2:

$$NF1 = \frac{F1}{S1} \quad (1)$$

$$NF2 = \frac{F2}{S2} \quad (2)$$

NF1 值越小, 说明元音越闭合; 当一个元音开口度越大, NF1 值就越大。NF2 值越小, 说明该元音就越靠后, 反之则更靠前。如果一个元音的 NF1 和 NF2 的数值接近[1, 1], 也就是中点 S 的值, 那么该元音则趋向为中央元音。

2.5 数据统计分析

我们利用 SPSS 进行了单因素方差分析 (ANOVA), 因变量为 NF1、NF2 的归一化值、音长和音强, 自变量为各个中元音。如果某参数存在显著差异, 则进行事后分析 (post-hoc) 以查看元音的分组情况。考虑到在我们的案例中, 不同因变量会存在方差不齐的现象, 因此我们选择使用 Games-Howell 事后检验法。

3. 实验结果

图 2 为四平方言归一化后的中元音在元音空间上的分布。为了方便比较, 我们将三个顶点元音/i/、/a/、/u/的 F1、F2 归一化均值置于该声学空间中进行分析(这三个元音的绝对值可在附录 4 中查阅)。这三个顶点元音分别取自“滴、搭、督”三个字

(其归一化值为 i = [0.65, 1.74], a = [1.71, 1.04], u = [0.70, 0.53]; Tang, 2020)。³ 此外, 为了更直观的对比各中元音在声学空间中的位置, 我们在横坐标 1.04 位置处绘制了一条竖线作为参照, 对应元音 a 的 NF2 值; 同时在纵坐标 1.056 位置处绘制了一条横线作为参照, 该数值也就是“跟”字韵母里元音的 NF1 值。

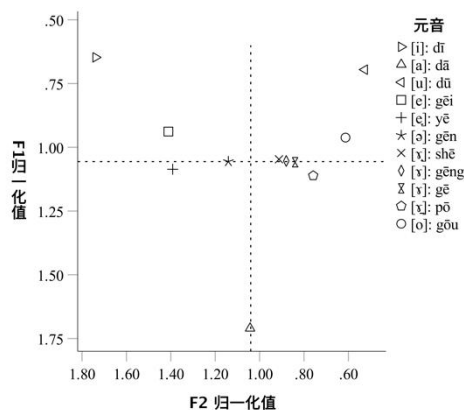


图2 四平方言普通话中元音和三个顶点元音在声学空间中的位置

图 2 表明, 中元音各个变体在 NF1 和 NF2 上均呈现出不同的数值。方差分析结果显示, 各中元音的 NF1 值存在显著差异

³ 该 u 的值取自于实验句“我说督搭一次”中的“督”字里的 u (Tang, 2020)。在原本的归一化方法中并没有使用以赫兹为单位的 u 的绝对值, 因为在英语中该元音的共振峰具有很高的可变性 (Watt & Fabricius, 2002)。但四平方言的元音 u 并没有太大变化 (Tang, 2020; 详细数据请见附录 2 和附录 4)。我们本可以使用该元音的值作为三角形第三个顶点的值, 但和其他语言一样, 在普通话中, 与 i 相比较, u 的 F2 值更接近 a 的值 (详细数据请见附录 4)。所以假如我们用 u 的共振峰赫兹值来表示第三个顶点, 那三角重心点 S 在水平位置上有可能会偏向 i, 这将会导致归一化值出现偏差, 比如像“搭”字里的 a 一样的央元音的 F2 值就不会像本研究一样接近 1 (其值为 1.04), 而可能小于 1。为了实现本研究的目标之一, 即确定各个元音的舌位前后, 在我们的研究方法中, 居央元音 a 的 F2 值需要接近 1, 因此, 根据 Watt 和 Fabricius (2002) 的归一方法, 我们建议用假想 u 值作为元音三角的第三个顶点。

($F_{(7, 328)} = 13.682, p < 0.001$)，并且可以根据 Games-Howell 事后检验结果分为两个不同的组（见表 2）。

表 2 四平方方言各中元音 F1 归一化值的均值和标准差（左）。根据 Games-Howell 检测，各中元音 F1 归一化值的分组情况（右）

中元音所在字	样本	F1 的归一化值		Games-Howell 事后检验, subset for $\alpha = 0.05$	
		均数	标准差	1	3
gēi	42	0.937	0.075	0.937	
gōu	42	0.962	0.097	0.962	
shē	42	1.048	0.092		1.048
gēng	42	1.052	0.119		1.051
gēn	42	1.056	0.046		1.056
gē	42	1.059	0.094		1.059
yē	42	1.086	0.115		1.086
pō	42	1.112	0.156		1.112

一组由“给、沟”字的两个主要元音组成 ($p = 0.889$)，二者开口程度较小。而其余的开口度较大的元音则组成另外一组，在这组中元音中，即使差异最大的“奢”和“泼”字的元音也在同一组里 ($p = 0.310^4$)。可见“给、沟”字里的两个主要元音在 NF1 值上与其余元音区别较大。

各中元音的 NF2 值同样存在差异 ($F_{(7, 328)} = 279.260, p < 0.001$)。我们再次执行 Games-Howell 事后检测来查看分组，该分组情况较为复杂，共分为五组，如表 3。

表 3 四平方方言各中元音 F2 归一化值的均数和标准差（左）。根据 Games-Howell 检测，各中元音 F2 归一化值的分组情况（右）

中元音所在字	样本	F2 的归一化值		Games-Howell 事后检验, subset for $\alpha = 0.05$				
		均数	标准差	1	2	3	4	5
gōu	42	0.613	0.045	0.613				
pō	42	0.758	0.156		0.758			
gē	42	0.840	0.099		0.840	0.840		
gēng	42	0.881	0.088			0.881		

⁴ 在 SPSS 中，除了表明这个值正常大于 $p=0.05$ 之外，Games-Howell 检测并没有为含有两个以上元音的子集提供概率值。在这种情况下，为方便评估分组的可靠性，我们使用该组中相距最远的两个元音的分组概率值作为参考，也就是该组成组的最小概率值。

shē	42	0.913	0.125			0.913	
gēn	42	1.141	0.069				1.141
yē	42	1.392	0.085				1.392
gēi	42	1.410	0.175				1.410

组 1、组 4 和组 5 的元音舌位呈从后到前的趋势：从“沟”字里的主要元音，即舌位最靠后的元音，到“椰”和“给”字里的主要元音，即两个舌位最靠前的元音 ($p = 0.999$)；舌位居央位的元音为“跟”的元音。除了这三组以外，“泼、哥、更、奢”字的元音可以分为两组，而“哥”中的元音在这两组中起到一个过渡的作用：“哥”和“泼”里的后元音为一组 ($p = 0.146$)，而另外一组则是由“哥”字，以及“更、奢”字里的前元音组成 ($p = 0.283$)。总的来说，虽然组 2 和组 3 可以合并为同一组，但如表 3 所示，检测表明可分为五个不同的组。

音长方面，方差分析表明中元音的音长存在差异 ($F_{(7, 328)} = 35.296, p < 0.001$)，Games-Howell 事后检测结果如表 4 所示。

表 4 四平方方言各中元音音长的均数和标准差（左）。根据 Games-Howell 检测，各中元音音长的分组情况（右）

中元音所在字	样本	音长		Games-Howell 事后检验, subset for $\alpha = 0.05$		
		均数	标准差	1	2	3
gēn	42	57.17	13.835	57.17		
gēng	42	58.02	13.417	58.02		
gēi	42	84.10	28.738		84.10	
gōu	42	94.45	33.889		94.45	
yē	42	94.98	20.126		94.98	
pō	42	130.00	47.559			130.00
shē	42	137.88	44.973			137.88
gē	42	140.55	60.712			140.55

如表 4 所示，闭音节“跟、更、给、狗”字里的主要元音并未被分为同一组，但这些元音的音长均最短。第一组由“给、沟、椰”字里的主要元音组成，这三个元音的音长居中，对比“给、椰”字里的主要元音，这一组分成一组的最小可能性相当高 ($p = 0.483$)。另外一组由音长最短的“跟、更”字里的元音组成，该组成组的可能性很高 ($p = 1$)。最后，出现在开音节的“泼、

奢、哥”字里的元音组为一组，该组元音音长最长，成组的最小可能性为 $p = 0.986$ 。

最后，音强的方差分析表明各元音的强度之间没有差异 ($F_{(7, 328)} = 1.105, p = 0.359$)。因此，如表 5 所示，Games-Howell 事后检测将所有变体归为同一组，各变体的音强几乎相同。正如前文所说，所有的元音均为重读、语境相同且声调一致，所以音强也相同。

表 5 四平方言各中元音音强的均数和标准差(左)。根据 Games-Howell 检测，各中元音音强的分组情况(右)

中元音所在字	样本	音强		Games-Howell 事后检验, subset for $\alpha = 0.05$
		均数	标准差	1
shē	42	76.26	6.033	76.26
pō	42	76.36	5.465	76.36
gē	42	76.90	6.411	76.90
gōu	42	77.19	6.819	77.19
gēng	42	78.00	3.436	78.00
yē	42	78.12	3.858	78.12
gēi	42	78.29	5.936	78.29
gēn	42	78.36	3.900	78.36

4. 讨论

在本节中，我们将对数据进行分析并对四平方言的中元变体的标音进行讨论。根据实验结果，“沟”字里的主要元音：该元音为半高后圆唇元音，正如与普通话的特征一致 (Howie, 1976; 邵敬敏, 2007)，因为与“跟”字里的元音相比，“沟”字里的主要元音与介音韵尾相邻，介音影响该元音，具有使韵腹偏高、偏后且圆唇的作用。同样，“给”字里的主要元音也同样出现了这种情况，元音 *i* 自身的性质决定了当它作为介音时，具有使韵腹偏高、偏前的作用 (刘思维, 2015)，该前元音的特性与普通话一致。接下来，“椰”字的元音同样受介音的影响作用，为前元音，根据实验结果，该元音与普通话一样，舌位居中，且比“给”字里的主要元音要低。

“给、椰”字里的主要元音的 NF2 值相似，但在舌位高低和音长上均有所不同：

“椰”字的中元音音长最长，开口程度也最大。由于元音 F1 的值与音长相关，所以这两个开口程度不同的元音可归为同一个音位：

在开音节中，元音音长越长开口程度越大；在闭音节中，元音音长越短开口程度越闭合，其他语言里也也遵循该语音现象 (Lehiste, 1970; Toivonen 等, 2014)。研究数据表明，元音的音长与 F1 归一化值确实存在一定的相关性 (样本数 = 84, $r = 0.242, p = 0.026$)。在研究过程中发现，其中有两位发音人的数据与其他发音人略有不同，如果排除掉该差异，那么相关性则增加 (个案数 = 56, $r = 0.608, p < 0.001$)。因此，我们将“给、椰”字里的中元音视为同一变体，其开口程度与元音音长相关，但仍需要进一步收集更多的样本才能完全确定二者之间的相关性。

鉴于两个前元音存在这种关系，我们也对两个音长不同的“沟、泼”字里的中元音进行了同样的研究，以了解二者在音长和舌位高低之间是否也存在相关性。但测试结果显示这两个变量之间并不存在相关性 (个案数 = 84, $r = -0.060, p = 0.588$)，因此元音的高低似乎与其音长并无相关性。

因为在前期实验中并未研究出现在介音 *u* 后的变体，如“窝”字里的主要元音，所以本文研究数据并未包括该元音。但后期我们分析了在句子“我说搭搭一次”中“我”字的主要元音的相关数值，并将该元音与“沟、泼”二字里的中元音进行了比较。结果表明，该元音的音强 (76dB) 基本与其他元音相同，另外该元音的音长 (93.17ms) 与“沟、椰”字里的中元音的音长几乎相同。另一方面，该元音 NF2 值为 0.76，说明这个元音与“泼”字的元音的舌位一致，但比“沟”字里的主要元音要更靠前；该元音 NF1 值为 0.98，表明该元音比“泼”字的元音更闭合，与“沟”字里的主要元音的高度基本相同⁵。当然，为了更确切地研究出

⁵ 由于“我”字主要元音的 F1 值与“沟”的基本一致，虽然研究这两个元音的音长和开口程度之间的相关性的意义不大，但我们还是发现在这两个元音在音长和开口度上存在一定的相关性，也就是说，这一组的元音同样也是开口度越大则音长越长 (样本数 = 84, $r = 0.419, p < 0.001$)。但是本研究并未观察到“我、泼”二字的中元音在音长和开口度方面存在关联 (样本数 = 84, $r = -0.151, p < 0.170$)

现在韵头 u 之后的中元音，其字音仍需保持在语境相似、声调相同的前提才能做进一步的研究。目前来看，“我”字的主要元音更接近“沟”字里的主要元音。总的来说，“椰、给”字里的中元音仅在舌位高低上有区别，而且“我、沟”二字的中元音的舌位高低相似，但舌位前后不同，嘴唇的圆展也可能不同（王理嘉，1983）。⁶

“奢、哥、更、泼”字里的中元音的 NF1 和 NF2 值均相似：这四个字的主要元音均为中元音，与王萍（2009）关于普通话说“哥、更”字的元音的研究结果一致。四平方言的这些元音在 NF1 值上基本无差异，仅在舌位前后上略有不同：“泼”字的元音最靠后，“奢”的元音最靠前，“哥、更”二字的元音居央。由于这四个元音在 F2 上呈从后到前的趋势，我们将这四个元音归为同一个音 [ɤ]，也是因为受临近声母协同发音异化作用的结果，“泼”字的元音受唇音声母的影响更靠后；“哥、更”字的元音受软腭音的影响位置居央；“奢”字的元音受卷舌音的影响更靠前。

在舌位前后上，四平方言“更”字的元音要更靠后，与普通话一致（邵敬敏，2007）。但在舌位高低上却与普通话不同，研究表明该元音居中，而在普通话中为半低元音（王理嘉，1983）或半高元音（邵敬敏，2007）。关于“泼”的元音，在四平方言中，该元音比“哥”的元音要略靠后，但基本无区别。

最后，“跟、更”二字的元音仅在舌位前后有区别，与普通话一致，前者比后者更靠前（王萍，2009）。从韵尾就可以预测出二者的不同，由于后鼻音 ng 在腭咽闭合前的上膛音即口腔共鸣比前鼻音 n 宽，导致韵母 eng 中的元音的 F2 值较低，从而能合理解释这一现象。这种现象也同样出现在

⁶ “椰、给”字里的两个主要元音的舌位高低不同，而“我、沟”字里的主要元音在舌位高低上却相同。从类型学角度来看，这种现象非常有趣，在其他语言里也会出现该现象，也就是说，如果前元音和后元音在舌位高低上的差异性均有不同，那么前元音的差异性可能会更大（Schwartz 等，1997）。

位于前鼻音和后鼻音之前的低元音 a 的变体中，例如“三”和“兵”字里的两个低元音。

根据图 2 声学空间图和实验数据，表 6 从前元音到后元音，总结了本文所研究的四平方言的中元音特征：“给”字里的中元音变体为前半高元音，可标为 [e]；“椰”字里的变体为前半元音，我们将其表示为 [e]。[e] 与 [e] 的开口程度上不同与音长有关：元音音长越长则开口更大；音长越短则越闭合，因此这两个变体可视为同一个音 [e]，其 F1 的值取决于音长；“跟”字里的中元音变体为央中元音，可表示为 [ə]，在后文所讨论的四个变体之中，该元音最靠后。“奢、更、哥、泼”字里的四个变体均为后不圆唇元音，均可表示为一个音 [ɤ]，由于协同发音异化作用的影响，最靠前的是“奢”字里的变体，“更、哥”的变体居中，最靠后的是“泼”字的变体。在四平方言，“泼”字与“沟”字里的主要元音不同：“沟”字里的主要元音是一个典型的后圆唇元音且略闭合，表示为 [o]，该元音开口度与“给”字里的主要元音相同，这是由于二者受到临近介音舌位高度的影响作用。相反，“我、泼”二字的元音同样都靠后，并且“我”字和“给、沟”二字里的主要元音一样均为偏闭合的中元音；我们可以将“我”字的中元音描写为一个偏前的 [o]，但该元音的特征，尤其是圆唇与否，还需在与其他元音相同语境、相同声调的情况下做进一步的研究。关于音强，各中元音的音强并没有区别；关于音长，开音节中的元音音长更长，而闭音节中的元音音长更短。

表 6 四平方言普通话中元音特征汇总

		中元音		
		不圆唇		圆唇
半高	[e] ([kej]给)		我	[o] ([kow]沟)
	[e] ([je]椰)	[ə] ([kan]跟)	[ɤ] ([sɤ]奢, [kɤ]更, [kɤ]歌, [pʰɤ]波)	
		前	央	后

总体而言, 研究结果证明四平方言共存五个不同的中元音: [e], [ɛ], [ə], [ɤ] 和 [o]。本研究数据证实了“椰、给、跟、哥、奢、沟、更”字里的中元音特征与普通话中元音变体的特征一致。“更”字里的元音为中后不圆唇元音, 且与“哥”的元音相似。而“泼”的元音为不圆唇元音, 这也证实了单永贤 (1995)、Duanmu (2007) 和蔡悦 (2021) 关于东北方言区中元音特性的观点。

与普通话相同的是, 四平方言中元音的特性同样可以通过韵母的特性简单地推测出来, 比如 [je] “椰”和 [kej] “给”里的中元音在舌位高度上的区别, 亦或是 [ɤɿ] “奢”, [kɤ] “哥”和 [pʰɤ] “泼”的中元音在舌位前后的区别, 同样也可以推测出 [kəŋ] “跟”和 [kɤŋ] “更”的元音的舌位前后。然而整体上这些变体都是固化变体, 不能仅从周围的声母韵母来推测出其中的差别, 即使 Duanmu (2007) 根据分布互补原则将中元音都归为同一个音位, 但不同变体之间的固化性加上它们在声学距离上的差异, 使得将各个中元音归为多个不同音位的观点更为合理。

按照舌位的前后, 四平方言的各个中元音最多可分为四组, 从前到后可归为 /e/, /ə/, /ɤ/ 和 /o/ 四个音位。但我们认为 /ə/ 和 /ɤ/ 可不作区别, 均可简化归为“哥”字元音所在的音位 /ɤ/。因此, 可简化为共三个音位: /e/, /ɤ/ 和 /o/, 同时我们参考黄伯容和廖序东 (2002)、邵敬敏 (2007) 和刘思维 (2015) 根据嘴唇唇展对普通话中元音音位进行归纳的观点, 将这三个音位分为具有圆唇特征的音位 /o/, 以及不圆唇且靠前的音位 /e/ 和不圆唇不靠前的音位 /ɤ/。该音位的归纳方式准确地反映了各个变体的发音部位, 相比于归纳为同一音位, 归纳成三个音位的优势是大大消除了音感不同的变体之间所存在模糊界限。但各中元音变体在第一共振峰上并无区别, 正如我们所讨论的关于“椰 [je]”和“给 [kej]”中的中元音变体那样, 元音的高低或取决于元音的音长, 因此从中元音所在字音的音节结构就可以提前判断出中元音的高低特性。简而言之, 归纳四平方言中元音最可取且最简化的方式是根据

元音舌位前后的位置, 分为三个音位: /e/, /ɤ/ 和 /o/。

5. 致谢

本文研究项目得到西班牙国家研究机构 (<http://www.ub.edu/GEVAD>) 项目 (编号: PID2020-113971GB-C21)、西班牙瓦伦西亚大学研究项目 (编号: GIUV2013-137) 和湖南省教育厅科学研究项目“汉语与西班牙语元音系统实验对比及应用” (编号: 21B0073) 的经费支持。感谢瓦伦西亚天主教大学的 Ricard Herrero 教授及 Maria-Rosa Lloret 女士的指导。同时非常感谢审稿人的意见。

参考文献

- Boersma, P., & Weenink, D. (2016). Praat: doing phonetics by computer, version 6.0.21. <http://www.praat.org/> visited 25-Sep-16.
- Cheng, C.C. (1973). *A synchronic phonology of Mandarin Chinese*. The Hague: Mouton.
- Cole, J., & Hualde, J.I. (2011). Underlying representations. In van Oostendorp, M., Ewen, C.J., Hume, E., & Rice, K. (Eds.) *The Blackwell companion to phonology* (pp. 1-26). Oxford: John Wiley.
- Duanmu, S. (2007). *The phonology of standard Chinese*. Oxford: Oxford University Press.
- Fabricius, A.H., Watt, D., & Johnson, D.E. (2009). A comparison of three speaker-intrinsic vowel formant frequency normalization algorithms for sociophonetics. *Language Variation and Change*, 21, 413-435.
- Howie, J.M. (1976). *Acoustical studies of Mandarin vowels and tones*. Oxford: Oxford University Press.
- IBM Corp. (2013). IBM SPSS Statistics for Windows, version 22.0. IBM Corp., & Armonk, NY.
- Krämer, M. (2012). *Underlying representations*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lehiste, I. (1970). *Suprasegmentals*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Schwartz, J.-L., Boë, L.-J., Vallée, N., & Abry, C. (1997). Major trends in vowel system inventories. *Journal of Phonetics*, 25(3), 233-253.
- Tang, A. (2020). *Estudio acústico de las vocales del noreste de China y de su adquisición por parte de hablantes con castellano como L1 y catalán*

como *LI*. PhD Dissertation. Universitat de València, Spain.

Toivonen, I., Blumenfeld, L., Gormley, A., Hoiting, L., Logan, J., Ramlakhan, N., & Stone, A. (2014). Vowel Height and Duration. In Steindl, U. *et al.* (Eds.) *Proceedings of the 32nd West Coast Conference on Formal Linguistics* (pp. 64-71). Somerville: Cascadia Proceedings Project.

Trubetzkoy, N. (1939). *Grundzüge der Phonologie*. Prague: Jednota Československých Matematiků a Fysiků.

Watt, D.J.L., & Fabricius, A.H. (2002). Evaluation of a technique for improving the mapping of multiple speakers' vowel spaces in the F1~F2 plane. *Leeds Working Papers in Linguistics and Phonetics*. 2002(09), 159-173.

蔡悦:《白城方言声调与元音格局研究》, 硕士学位论文, 辽宁师范大学, 2021年。

黄伯荣、廖序东:《现代汉语》, 高等教育出版社 2002年版。

刘思维:《普通话复韵母里中元音音位归并的探测性研究》,《现代语文》2015年第6期, 13-16页。

单永贤:《谈东北话与普通话语音的对应规律》,《语文学刊》(高等教育版)1995年第5期, 41-43页。

邵敬敏:《现代汉语通论》, 上海教育出版社 2007年第二版。

田小枫:《普通话中元音音位评述》,《南都学坛》(哲学社会科学版)1996年第5期, 72-91页。

王理嘉:《北京话的中元音音位》,《语文研究》1983年第3期, 21-33页。

王萍:《北京话声调和元音的实验与统计》,南开大学出版社 2009年版。

徐青:《论音位的互补分布》,《湖州师专学报》1992年第1期, 38-44页。

徐世荣:《普通话语音知识》,文字改革出版社 1980年版。

张志敏:《东北官话的分区(稿)》,《方言》2005年第2期, 141-148页。

赵元任:《语言问题》,商务印书馆 2003年版。

中国社会科学院语言研究所:《中国语言地图集》(第二版),商务出版社 2012年版。

朱剑、景体涓:《长春地区方言语音探析》,《吉林华侨外国语学院学报》2011年第2期, 128-131页。

唐安琪

博士, 湖南师范大学外国语学院, 讲师, 主要研究领域为语音学、西班牙语语音习得。
Email: tanganqi913@163.com

Jesús Jiménez Martínez

博士, 西班牙瓦伦西亚大学加泰罗尼亚语系, 副教授, 主要研究领域为加泰罗尼亚语语音学和音韵学、语言变异研究和方言学。
Email: jesus.jimenez@uv.es

附录 1 四平方言各发音人 (共 7 位发音人) 的中元音 F1 的均值 (单位: Hz; 括号内为标准差) 和整体均值 (μ ; 42 个样本)

元音	1	2	3	4	5	6	μ
gēi	536 (10)	519 (14)	475 (12)	475 (5)	602 (15)	513 (6)	520 (45)
yē	517 (25)	673 (38)	539 (7)	637 (6)	650 (34)	593 (10)	601 (62)
gēn	613 (10)	604 (47)	537 (10)	599 (11)	586 (12)	572 (7)	585 (32)
shē	561 (10)	639 (13)	543 (17)	610 (23)	509 (13)	617 (8)	580 (48)
gēng	542 (21)	544 (12)	526 (16)	666 (5)	652 (10)	568 (14)	583 (57)
gē	547 (8)	677 (8)	580 (31)	544 (10)	557 (10)	614 (43)	586 (52)
pō	530 (12)	691 (10)	559 (46)	676 (9)	531 (14)	702 (13)	615 (79)
gōu	565 (17)	490 (43)	479 (20)	496 (17)	599 (33)	567 (25)	533 (53)
wō	488 (60)	475 (21)	587 (25)	575 (23)	533 (24)	591 (11)	541 (56)

附录 2 四平方言各发音人 (共 7 位发音人) 的顶点元音 i, a 和 u 的 F1 均值 (单位: Hz; 括号内为标准差) 和整体均值 (μ ; 42 个样本)

元音	1	2	3	4	5	6	μ
dī	415 (26)	413 (14)	363 (18)	371 (16)	301 (16)	293 (6)	359 (51)
dā	918 (46)	914 (38)	880 (11)	892 (74)	1059 (21)	1018 (41)	947 (79)
dū	369 (10)	444 (15)	396 (13)	438 (13)	319 (6)	347 (17)	385 (48)

附录 3 四平方言各发音人 (共 7 位发音人) 的中元音 F2 的均值 (单位: Hz; 括号内为标准差) 和整体均值 (μ ; 42 个样本)

元音	1	2	3	4	5	6	μ
gēi	2353 (35)	2261 (83)	2288 (128)	2695 (53)	2346 (63)	1930 (186)	2312 (246)
yē	2499 (29)	2038 (77)	2286 (25)	2391 (138)	2187 (134)	2324 (48)	2287 (170)
gēn	1780 (101)	1752 (33)	1971 (65)	2004 (29)	1804 (93)	1932 (114)	1874 (125)

shē	1360 (35)	1330 (62)	1790 (23)	1693 (18)	1160 (93)	1689 (38)	1504 (239)
gēng	1146 (77)	1238 (50)	1372 (56)	1653 (31)	1344 (75)	1503 (53)	1376 (177)
gē	1189 (80)	1346 (42)	1607 (67)	1365 (67)	1173 (20)	1612 (18)	1382 (185)
pō	879 (29)	1231 (69)	1278 (31)	1435 (40)	1001 (40)	1655 (34)	1247 (264)
gōu	929 (30)	913 (38)	1037 (67)	1009 (33)	1020 (75)	1140 (60)	1008 (91)
wō	1288 (113)	1317 (24)	1278 (106)	1147 (94)	1199 (44)	1269 (41)	1249 (94)

附录 4 四平方言各发音人（共 7 位发音人）的顶点元音 i, a 和 u 的 F2 均值（单位：Hz；括号内为标准差）和整体均值（ μ ；42 个样本）

元音	1	2	3	4	5	6	μ
dī	2761 (32)	2517 (35)	2927 (91)	2878 (54)	3002 (17)	3074 (42)	2860 (190)
dā	1826 (78)	1550 (45)	1926 (44)	1638 (29)	1594 (80)	1764 (59)	1716 (146)
dū	819 (16)	843 (63)	973 (67)	919 (40)	797 (71)	846 (74)	866 (78)