

# 论唇齿发音动作作为元音附加特征——基于吴语瑞安方言的发音研究

**摘要** 本文以吴语瑞安方言为研究对象，探讨唇齿特征也可以作为描写元音的一个特性。瑞安方言中的唇齿元音[u ɥ]在共振峰结构和生理发音上都与对应的[u y]存在显著差异。而两者本身又因为都使用了唇齿特征，使用以往的成音节近音[ɥ]的转写方法所难以揭示其语音和音系特点，因此需要用元音的描写方法将其区分开来。此外，本研究还检视了[u ɥ]与其对应的复合元音[əu əu]之间的关系，发现两者之间的运动轨迹并不完全一致，依旧存在统计上的差别。[əu əu]并不是两个音段目标的序列，而只有一个目标的动态元音。

**关键词** 瑞安方言，元音，摩擦元音，EMA

## LABIODENTALIZATION AS A VOWEL FEATURE: ARTICULATORY EVIDENCE FROM RUI'AN WU

HE Youjue

**Abstract** This paper focuses on the Wu dialect of Rui'an, exploring the idea that labiodental features can also serve as a distinguishing characteristic in vowel description. The labiodental vowels [u ɥ] in the Rui'an dialect show significant differences from their corresponding [u y] in both formant structure and articulatory properties. Since both [u ɥ] and [u y] share labiodental characteristics, traditional transcription using the syllabic approximant [ɥ] fails to adequately capture their phonetic and phonological distinctions. Therefore, a vowel-based approach to their description is necessary to differentiate them. In addition, this study examines the relationship between [u ɥ] and their corresponding diphthongs [əu əu], revealing that the trajectories of the two are not fully aligned and show statistically significant differences. [əu əu] are not sequences of two segmental targets, but dynamic vowels with only a single articulatory target.

**Keywords** Rui'an Wu, Vowels, fricative vowels, EMA

### 1. 引言

瑞安方言是吴语瓯江片的一个下属方言，与温州方言（鹿城话）可以互通，但是也存在一定的差异。瑞安方言与大多数吴语一样，有较为丰富的元音库藏（vowel inventory），其中单元音尤为丰富，如表1所示：

表1

i	y	ɿ	ʉ	ɯ	u
e				ø	o
ɛ					ɔ
		a			

瑞安方言的单元音大多集中在非低元音的自然类中，而高元音中有三个带有摩擦特征的元音[ɿ u ʊ]。其中ɿ是在汉语方言中普遍存在的舌尖元音，具有很强的摩擦性。对于汉语中的舌尖元音的语音学和音系学的描述有着不同的看法，Karlsgren (1916-15) 最先用舌尖元音 (apical vowel) 来描述，这一术语也一直被汉语学界所沿用；Duanmu (2000) 则将其看作是擦音；Lee & Zee (2003) 认为是一种成音节的近音 (syllabic approximant)，Lee-Kim (2014) 用超声技术检视了汉语普通话的舌尖元音，也支持这一观点；Ladefoged & Maddieson (1996) 将其描述为摩擦元音 (fricative vowel)。

从发音上来说，ɿ 的摩擦特性来自于舌尖与上腭形成的收紧点 (constriction)，而 u 和 ʊ 的摩擦特征则来自于发音时的次要调音——唇齿部位的阻碍。其中唇齿元音 ʊ 在大多数汉语方言文献中大多被音位化为 u，然后另行说明其音值是成音节的唇齿近音[v̥]或者唇齿浊擦音[v̥] (董同龢 1956; 郑张尚芳 1964; 何丽&张春红 2011; 曹兴隆 2021)。此外少数民族语言中同样存在唇齿元音 ʊ (王锋 2001; 戴庆厦 2009, 2015; 徐世梁 2014; Chirkova 等 2015)。不过很多情况下，音位化为 u 的唇齿元音往往只是作为音位变体存在 (Ladefoged & Maddieson 1996)，例如普通话的 f 之后 u，其实际音值就是唇齿元音，但很少人会特意提及。

当然在许多吴语和西南官话中，被描写为 u 的元音大多数情况下就是唇齿元音[v̥]，但是从音位分析上来说，并没有将其特化为[v̥]韵母的必要，而是仅仅用 u 代替即可。但是瑞安方言中却有着更为特殊的情况：瑞安方言存在[u o ʊ(v̥)]三重对立，这情况主要是因为来源于中古合口的麻韵字\*uo 逐渐变为 u，音位符号 u 必须让位给音值更为接近的[u]，因此也就必须有一个新的音标来音位化原来的唇齿元音 ʊ(v̥)。除此之外，瑞安方言还有一个唇齿元音[u]可以在前后维度上与 ʊ 形成对立，那么在前后已经可以区分的情况下，为什么也要增加一个唇齿特征呢？

关于唇齿元音的产生，朱晓农 (2004) 将其称之为高顶出位的一种，与舌尖元音的产生是一样的，也是擦化的结果。孔慧芳&

孔慧芳和姚健 (2021) 则认为摩擦特征可以增加感知区分度。何友珏 (2021) 认为，瑞安方言唇齿元音的产生是语音变化中为了保持音位对立，选择产生新的不圆唇音位，但摩擦特征并不是必须的。本文认为，对于唇齿元音的特征还需要更为细致的描写，尤其是从生理角度，检视[u o ʊ(v̥)]的音值描写，有助于更好地处理其音系地位。由于摩擦元音同样在双元音中出现，因此本文也将双元音也作为研究目标之一。双元音如表 2 所示：

ia	iɛ	io	yo	uo
ai	ei	au	əu	əu

## 2. 实验方法

本研究完整录制瑞安方言的 12 个单元音和 10 个双元音，大部分元音仅 1 个例字，部分元音有多个例字，每个例字读 5 遍，最后共 170 个样本。本实验发音人为一位时年 23 岁的男性 (作者本人)，无言语及听觉障碍，从小在瑞安长大，会说地道的瑞安方言。实验数据采集在中国社会科学院语言研究所的生理实验室完成，录音环境安静，无噪声干扰。

实验的声学数据用 SONY 话筒及 Lexicon 外置声卡采集，采样率为 16000Hz。发音生理数据采用德国 Carstens Medizintechnik GmbH 公司制造的 AG500，采样率为 200Hz，共 16 个采集通道。本实验主要使用第 6 通道舌尖 (Tongue Tip, 以下简称 TT)、第 5 通道舌背 (Tongue Dorsum TD)，第 4 通道舌体 (Tongue Body TB) 的中矢状面 (Mid-sagittal) 运动学数据作为舌形变化的参数，第 7 通道下颌 (Jaw 实际为外侧下齿龈)，第 8 通道下唇 (Lower lip LL)，第 9 通道上唇 (Upper lip UL) 的中矢状面运动学数据作为开口度及唇形变化的参数。

对于声学样本通过 Praat (Borseman 2022) 进行标注，每个声学样本选取 11 个均匀的采样点，声学数据在 Voicesauce (2020) 中提取。如图 1 所示，用 VisArtico (Ouni 等, 2004) 校验发音生理数据的可用性，通过 Emalyse 系统计算并提取原始的发音生理数

据，按照先前的声学标注提取发音生理数据。例如在总时长为  $t$  秒的样本中，起始时间分别为  $s$  秒和  $e$  秒，该样本的 EMA 数据共  $200 * t$  个数据点，则取第  $s * 200$  和  $e * 200$  点之间的数据点作为目标音段的最终数据，每个发音生理样本选取 11 个均匀的采样点。本文的数据分析和绘图在 R (2022) 中完成。

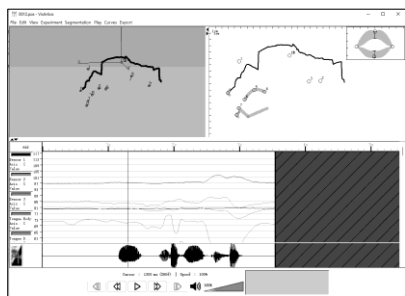


图 1 VisArtico 界面

### 3. 实验结果

#### 3.1 声学研究

在剔除无效数据后，可用的发音生理数据样本为 135 个。为保持声学数据和发音生理数据的一致性，每个例字选则 4 个样本，绘制瑞安方言的声学元音图，如图 2 所示。

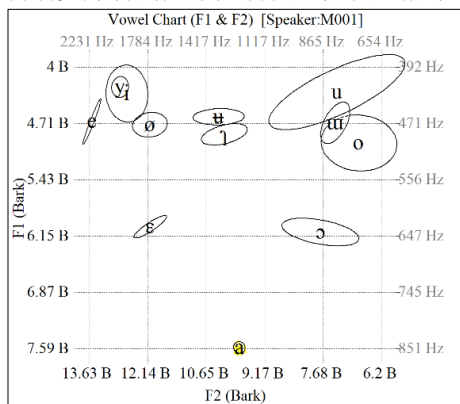
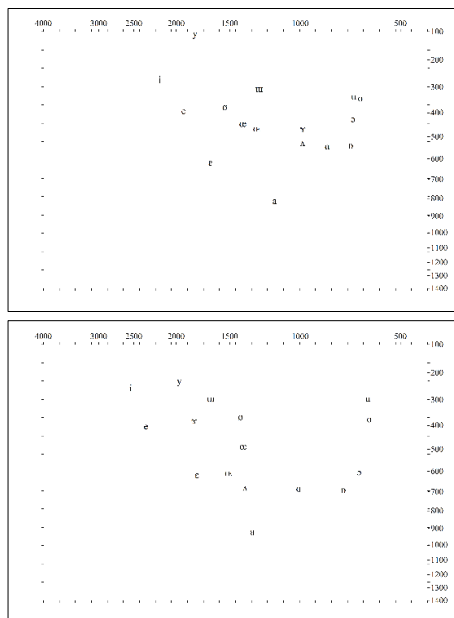


图 2

瑞安方言的后高元音和后次高元音在声学空间上较为接近，其中  $u$  的离散度较大，这可能是由于后高元音的第二共振峰较难提取的元音所造成的。此外，瑞安方言的摩擦

元音  $ɯ$  在听感上与常见的正则元音  $u$  就有较大差异，这在声学元音图中也有所体现。图为国际语音学会官网<sup>1</sup>中 Ladefoged 和 Elsing 的正则元音录音的声学元音图。



高元音很容易擦化 (朱晓农, 2004)，因此针对  $[ɯ u]$  的摩擦特性，还需要对摩擦元音与其他高元音之间的谐噪比 (HNR) 进行比较。如图 3 所示，典型的带有强烈摩擦的舌尖元音  $[ɿ]$  的 HNR 要明显低于其他元音，由于样本量较少，此处采用 Kruskal-Wallis 检验高元音之间的 HNR 差异。结果为有显著差异 ( $p < 0.05$ )，且 Dunn's 事后检验显示  $[ɯ u]$  ( $p = 0.37$ ) 和  $[u y]$  ( $p = 0.95$ ) 之间都不存在显著差异，但和  $[ɿ]$  都存在显著差异。

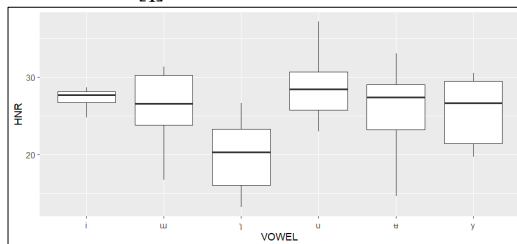


图 3

<sup>1</sup>[https://www.internationalphoneticassociation.org/IPAcharts/inter\\_chart\\_2018/IPA\\_2018.html](https://www.internationalphoneticassociation.org/IPAcharts/inter_chart_2018/IPA_2018.html)

### 3.2 生理发音研究

#### 3.1.1 单点静态的研究

图是[ɯ]（圆形、实线）和[u]（三角、虚线）在元音中点的发音动作情况。首先，两者舌体的发音动作较为接近，[u]的 TD 位置要比[ɯ]高，且 TT 位置要更为后缩。这意味着[u]比[ɯ]在舌面后有更高的舌位。其次，两者的 UL 和 LL 的位置也有明显差别，[u]的 UL 比[ɯ]要更前一些，LL 比[ɯ]要更靠下一些，这意味着两者的唇形也不相同，[u]是典型的圆唇特征，而[ɯ]则更接近不圆唇。最后两者 JAW 的位置也相差很大，[u]比[ɯ]要更靠下一些，也就是说两者的下颌打开程度也不相同。

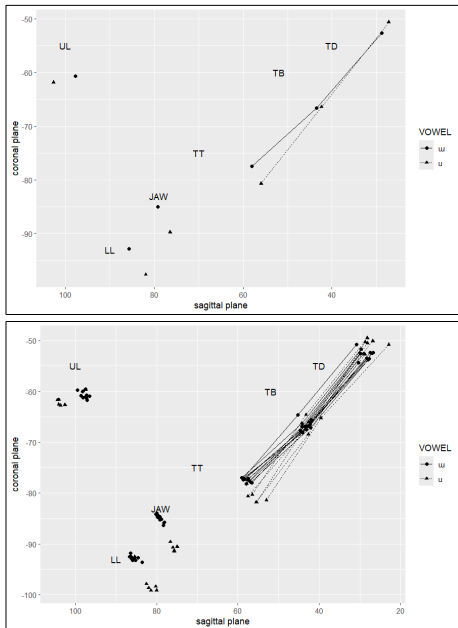


图 4 [ɯ u]的发音动作（上：均值，下：散点）

图 5 是[ɯ]（圆形、实线）和[y]（三角、虚线）在元音中点的发音动作情况。相比[ɯ u]，[ɯ y]的发音模式截然不同，[y]的发音时的最高点是 TB，且远高于 TD；而[ɯ]的 TB 要低于 TD。[ɯ y]的 LL 和 JAW 的位置都比较接近，但是 UL 的有较大差异，这意味着[y]的圆唇程度[ɯ]要更高一些，UL 要更向前突出一些。

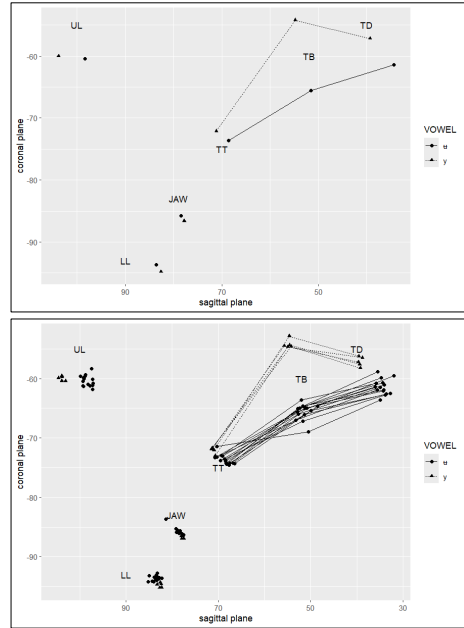


图 5 [ɯ y]的发音动作（上：均值，下：散点）

在声学元音图上[ɯ ɿ]的距离也较为接近，因此这里再对两者进行发音比较。从图 6 可以看到[ɯ]（三角、虚线）的 TB 位置是拱起的，而[ɿ]（圆形、三角）的 TB 位置是下凹的，且 TT 位置抬起。[ɿ]之所以称作舌尖元音，正是因为舌尖抬起使得舌尖齿龈部位形成了限制点（constriction），而[ɯ]并没有这样的调音动作，因此可以断定[ɯ]并非舌尖元音。而另一点值得注意的是，[ɯ ɿ]在嘴唇之间的差异并不大，这也是可以说明[ɯ]的圆唇程度并不高，与[ɿ]接近。

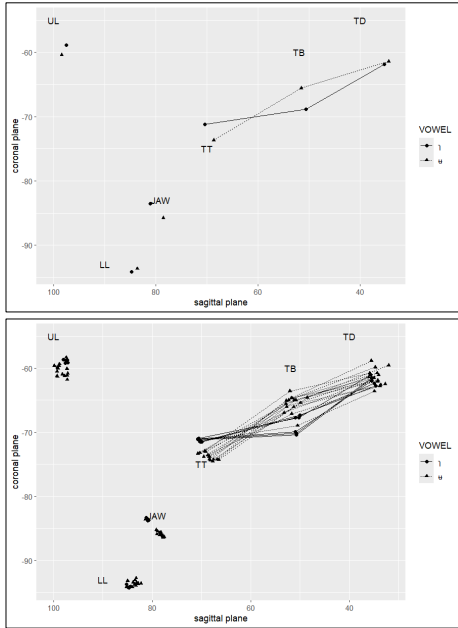


图 6 [u] 的发音动作 (上: 均值, 下: 散点)

### 3.1.2 动态研究

单元音[u] (三角) 和复合元音[əu] (圆形) 中相似的音段的动态轨迹如图 7 所示, 可以看到[əu]动程十分明显, 而[u]则保持在一定范围内有所扰动, 并且两者在后期的确有很大的重合程度。

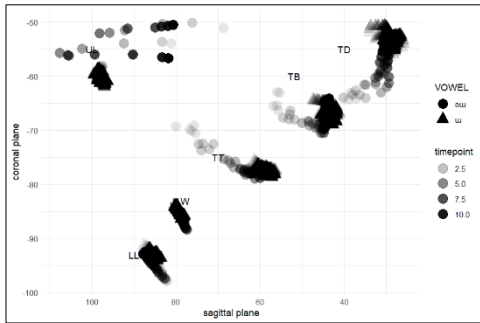


图 7

图 8 是水平方向的 [u əu] 位移差异的 GAM 结果比较, 可以看出水平方向上 TT、TB 的差异一直存在, 但 TD 在末尾趋于一致, 没有显著差异

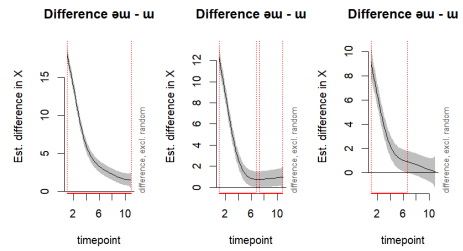


图 8 左: TT, 中: TB 右: TD

图 9 是垂直方向的 [u əu] 位移差异的 GAM 结果比较, 可以看出垂直方向上 TB、TD 的差异大都存在差异, 但 TT 在末尾趋于一致, 没有显著差异。

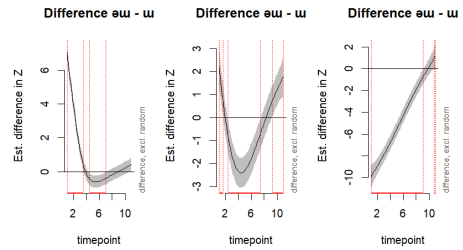


图 9 左: TT, 中: TB 右: TD

单元音[u] (三角) 和复合元音[əu] (圆形) 中相似的音段的动态轨迹如图 10 所示, 可以看到[əu]的确存在动程, 没有不如[əu]那样明显, 两者在后期的确有很大的重合程度。

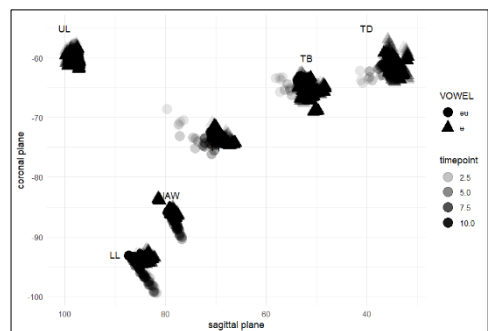


图 10

图是水平方向的 [u əu] 位移差异的 GAM 结果比较, 可以看出水平方向上 TT、TB、TD 的差异一直存在。

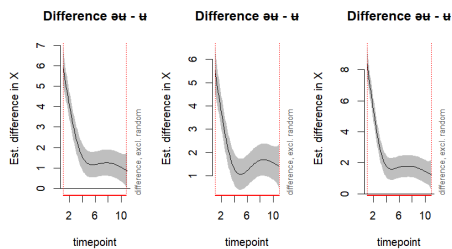


图 11 左: TT, 中: TB 右: TD

图 12 是垂直方向的[u əu]位移差异的 GAM 结果比较, 可以看出垂直方向上 TT、TB 有过一部分重合, 但是在开始和末尾都存在显著差异, 而 TD 的差异一直存在。

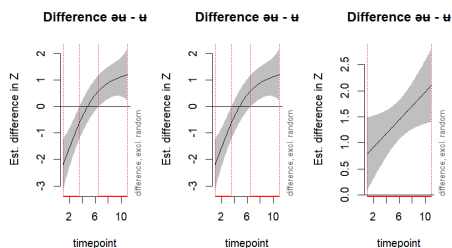


图 12 左: TT, 中: TB 右: TD

## 4. 讨论

瑞安方言中摩擦元音[u əu]和普通元音[u y]在声学 and 发音生理上都存在着差异。如果按照以往的传统, 将唇齿元音记作[ɸ]在瑞安方言这样复杂的元音系统中容易忽略一些重要语音信息。例如[ɸ]本身无法表示舌位的高低前后圆唇, 但因为其普遍性, 向舌尖元音用[ɿ]表示一样, 并不妨碍人们对其音值的认知, 也不会对音系分析造成困扰。但通过本文的研究可以发现, 唇齿元音[ɸ]的确有类似后高圆唇元音的发音生理表现, 但是至少在瑞安方言中, 表现更低的收紧点, 更低的圆唇度和更低的舌头紧张程度, 同时又与典型的后高不圆唇元音 u (如泰语的-ᨾ) 不同, 因此本文建议将其实际音值描写为 u<sup>ɸ</sup> (带有唇齿特征的圆唇程度较低的松高元音), 音位化为/u<sup>ɸ</sup>。瑞安方言中的 u<sup>ɸ</sup> 与 u o 的对立, 在发音生理中表现为声道收紧点和声道前腔容积的不同, 从在声学上呈现出共振峰结构的差异。

唇齿元音[u<sup>ɸ</sup>]的圆唇程度比 u 要高, 但是比典型的前圆唇元音[y ə]要低很多, 在舌形上反而更接近舌尖元音, 但是其舌形仍未上凸而非向舌尖元音那样下凹。瑞安方言中[u<sup>ɸ</sup>]和[u]还存在变读的情况, 例如地名的“宁波[pəu]”和人名“阿波[pəu]”, 但并不稳定。再比如府[fəu] ≠ 火[fəu], 也会出现府[fəu] = 火[fəu], 但并会出现反向的将[u]读作[u<sup>ɸ</sup>]的情况。这其中可能有收到来自权威方言(鹿城话)或者普通话的影响, 但也可能是音系内部的某些因素。比如 u<sup>ɸ</sup> 的标记性 (Markedness) 要低于 u, 因此鹿城话中 u<sup>ɸ</sup> 并入了 u, 瑞安方言可能也会经历相同的过程。

瑞安方言中的双元音[əu əu]在音系上其实与[u əu]互为音位变体, 可以形式化为:

$\emptyset \rightarrow \text{ə} / [+obstruent, +anterior] \_ [ +syllabic, +labiodental ]$

当唇齿元音与齿龈部位的辅音相拼, 会增生一个混元音。

但这两个双元音并不存在一个稳定的音段成分[ə], 可以看作是仅有一个目标的动态元音(胡方 2013)。不过值得注意的是, 两者在历史来源上却略有不同。百年的瑞安方言中, 唇齿元音与齿龈部位的辅音是可以直接相拼的。换言之, 今天 əu 全是由 u 裂化而来的, 但 əu 有一部分来自与中古流摄字, 在百年前就已经裂化与来自果摄的字形成了对立, 但在今天的瑞安方言中发生了合流。

/u əu/在舌位上存在与对应的普通元音的差异, 两者都存在唇齿发音动作, 但这一调音动作并不影响两者的谐噪比, 而其在音系中有充当元音的成分。因此, 本文认为将其看作带有唇齿特征的元音, 比将其当作成音节的辅音更能揭示其语音特性和音系地位。

## 5. 参考文献

- Boersma, P & Weenink D. PRAAT: Doing phonetics by computer. Version 6.3.10, <http://www.praat.org> (accessed May 2023). 2023.
- Chao Y. Studies in the modern Wu dialects. 1928.
- Duanmu S. The phonology of standard Chinese. OUP Oxford, 2007.

- Ladefoged, P & Maddieson I. The sounds of the world's languages. Oxford & Malden, MA:Blackwell. 1996.
- Lee-Kim S I. Revisiting Mandarin 'apical vowels': An articulatory and acoustic study. Journal of the International Phonetic Association, 2014, 44(3): 261-282.
- Lee W S, Zee E. Standard chinese (beijing). Journal of the International Phonetic Association, 2003, 33(1): 109-112.
- Shue Y L, Keating P, Vicenik C, et al. Voicesauce. p. Program available online at <http://www.seas.ucla.edu/spapl/voicesauce/>. UCLA, 2009.
- Ouni S., Mangeonjean L., Steiner I. VisArtico: a visualization tool for articulatory data, Interspeech2012, September 9-13, 2012, Portland, OR, USA.
- 曹兴隆: 甘肃清水方言两字组连读变调 . 方言, 2021, 43 (02): 223-227.
- 戴庆厦,常俊之: 元江苦聪话概况 . 民族语文, 2009, (03): 60-81.
- 戴庆厦,经典: 碧约哈尼语概况 . 汉藏语学报, 2015, (00): 92-126.
- 胡方: 论宁波方言和苏州方言前高元音的区别特征——兼谈高元音继续高化现象. 中国语文, 2007 (5): 455-465.
- 胡方: 降峰双元音是一个动态目标而升峰双元音是两个目标: 宁波方言双元音的声学与发音运动学特性. 语言研究集刊, 2013 (1): 12-37.
- 何友珏: 吴语瑞安方言的元音研究. 中国社会科学院研究生院. 2021.
- 孔慧芳,姚健: 安徽江淮官话摩擦元音实验研究. 安徽理工大学学报(社会科学版),2021,23(5):52-57.
- 徐世梁: 卓仓藏语中的元音高化和高顶出位 . 语言科学, 2014, 13 (01): 82-95.
- 何丽,张春红: 贵州都匀话音系 . 南阳师范学院学报, 2011, 10 (10): 33-37.
- 王锋: 西山白语概况 . 民族语文, 2001, (05): 70-80.
- 朱晓农: 汉语元音的高顶出位. 中国语文, 2004, (05): 440-451+480.
- 郑张尚芳: 温州音系. 中国语文, 1964 (1): 28-60.
- 郑张尚芳: 温州方言志. 中华书局, 2008.

何友珏

北京大学中文系

[info@heyoujue.com](mailto:info@heyoujue.com)