

河南武陟方言两字调实验研究

朱玉柱 李爱军

摘要 本文基于武陟方言 11 个发音人的 9207 条两字调语料，在语音变调范围内讨论了两字调的连读变调和协同发音作用。本文对连读变调和声调协同发音概念做了梳理，总结了两条参考性标准：标准一是音高数据显示调型出现明显变化，可直接认定为连读变调；标准二是音高数据显示调型不变，但音高和单字调相比，声调特征由 H 变为 L 或 L 变为 H，认定为连读变调。基于此，从音系学角度分析了武陟方言两字调连读变调。随后，对两字调进行了协同发音分析，结果显示：1. 逆向作用大于顺向作用，顺向作用和逆向作用之间是一种非对称性关系；2. 两字调边界处的声调极值对声调的方向影响较大；3. 越是靠近边界处的基频点，其所受影响越大。4. 两字调基频最低点基本上只出现在后字末尾；两字调最高点取决于两字组合中单字调的最高音值。

关键词 武陟方言，两字调，声学分析

A PHONETIC STUDY OF TWO - CHARACTER TONE IN WUZHI DIALECT

ZHU Yuzhu, LI Aijun

Abstract Based on the experimental data of speech output of 9207 corpora from 11 pronouncers in the Wuzhi dialect, this paper analyzes the two - character tone of the Wuzhi dialect in detail, and limits the scope of the two - character tone to the phonetic tone change, not including the phonetic - semantic tone change. The purpose of it is to discuss the tonal sandhi and the tonal coarticulation of the two characters, excluding the non - phonetic factors of the two - character tone's change and ensuring that the analysis in this paper is purely about phonetic aspect. The pitch diagram of the two - character tone's fundamental frequency curve drawn in this article adopts the same method as the single - character tone's fundamental frequency curve pitch diagram, in order to ensure the consistency of the comparison standard. Before the phonology and tonal coarticulation analysis of the two - character tone, this paper summarizes the precedent concept of tonal sandhi and tonal coarticulation. We believe that purely regarding of phonetic tone change, tonal coarticulation on phonetics level leads to changes in pitch, and this quantitative change will cause qualitative changes to a certain extent. That is, once the tonal coarticulation breaks through the auditory perception category of the tone itself, it can be identified as a tonal sandhi on phonology. In short, if you summarize it in one sentence: purely regarding of phonetic tone change, the relationship between tonal coarticulation and tonal sandhi is a relationship of ‘quantitative change causing qualitative change’. However, there is still a question about the blurred boundary between tonal sandhi and tonal coarticulation. So this paper proposes two criteria. One criterion is that when the pitch data shows that there is a significant change in the tonal pattern, it can be directly identified as tonal sandhi. The second criterion is that when the pitch data shows that the key pattern remains unchanged, but compared with the pitch and the single word tone, the tone characteristic changes from H to L or L to H, it is recognized as tonal sandhi. After clearly delineating the range of pure phonetic tone change of two - character tone and defining the quantitative criteria for tonal sandhi and tonal coarticulation, this paper then analyzes the two - character tone sandhi of Wuzhi dialect from the perspective of phonology. Subsequently, we analyze the tonal coarticulation of the two - character tone, finding that: 1. The latter character effects the former one more than the former character does to the latter one. That is, the reverse effect is greater than the forward effect, and there is an asymmetric relationship between the forward effect and the reverse effect; 2. Under normal circumstances, the tone extremum at the boundary of the two - character tone has a great influence on the direction of the tone; 3. According

to the ANOVA data of 5 fundamental frequency points at the boundary of the two - character tone, the closer to the fundamental frequency point at the boundary, the greater the impact it got; 4. The lowest point of the range of the two - character tone's fundamental frequency curve basically only appears at the end of the latter character; The highest point of the range of the two - character tone's fundamental frequency curve depends on the highest pitch of the single - character tone in the two - character combination.

Key words Wuzhi dialect, two - character tone, acoustic analysis

1. 引言

从李荣先生（1979）在《方言》杂志创刊号上发表《温岭方言的连读变调》以来，汉语方言的连读变调现象始终是学界关注的热点话题，不断有连读变调的材料发表（贺巍，1979；张盛裕，1979/1980；张惠英，1979；侯精一，1980/1982；许宝华、汤珍珠、钱乃荣，1981/1982/1983；张振兴，1983；邢向东，1999；王晓梅，2003；孔祥卿，2011；崔平、王韫佳，2019；曹梦雪，2020等），新材料涌现的同时也推进了对连读变调的性质、类型和特殊变调的理论概括和认识（王福堂，1999，王洪君，1999，李小凡，2004）。尤其是对连读变调性质的认识，从赵元任（1979：21）提出“当声调连在一起时，就出现某些音位的音位变体的变化，这就是变调”这一权威表述以来，学界已经逐渐认识到连读变调不仅仅只是单纯语音性质的语流音变，至少还涉及构词和句法结构等因素（熊正辉1984，何伟棠1987，李小凡1998/2004，王福堂1999），各家的提法虽有不同之处，但最终目的都是将连读变调中的非语音音素逐一剥离出来，分而析之，进而认清连读变调的真面目。

从已有文献来看，学界对河南武陟方言中的连读变调现象研究不多，目前仅可见牛顺心（2009）《河南武陟方言的降升式连读变调及其成因初探》一文，文中根据李小凡（2004：19）的分类，将武陟方言的连读变调（含两字和三字）分为A类的语音变调和B类的音义变调，且重点分析了B类的降升式连读变调现象。

本文将在语音产出数据的基础上，运用实验语音学方法，从音系学角度分析河南武陟方言的两字调连读变调现象，且只涉及语音变调，不讨论音义变调。基于

《河南武陟方言单字调实验研究》（朱玉柱、李爱军，待刊）的发现，本文将重点关注以下几个问题：①两字调的数据产出情况；②音系学视角下两字连调的模式及形式变化；③两字调中前后字的声调协同发音效应。

2. 材料与方法

2.1 发音人及语料

本次调查地点为河南省焦作市武陟县（发音人出生地：大虹桥乡8人、三阳乡1人、谢旗营镇2人，不同乡镇声调差异不大），调查及录音时间为2021年4月13日至18日。两字调的发音合作人为11人，其中有7名男性，编号M1—M7（和单字调的发音人相比，增加了M7）；4名女性（F5由于客观原因没有进行两字调录音），编号为F1—F4。发音合作人均没有听力和发音障碍，其年龄、学历等分布如表1。

表1 发音人情况表

男性发音人			女性发音人		
编号	年龄	学历	编号	年龄	学历
M1	31	初中	F1	31	中专
M2	31	中专	F2	35	中专
M3	46	初中	F3	46	初中
M4	59	初中	F4	58	初中
M5	69	高中	—	—	—
M6	73	小学	—	—	—
M7	33	研究生	—	—	—

本次录音所用两字调连读变调的语料参考《方言调查词汇表》拟定，连读变调样例如下，限于篇幅，只举部分：

表2 两字调连读变调举例

		后	清平	浊平	清上	浊上		清去	浊去	清入	浊入
		前									
清平	飞机	清明	工厂	孙女	公社	书记	车站	钢笔	生日	生活	
浊平	农村	农民	牙齿	牛奶	城市	难过	名字	毛笔	农业	粮食	
清上	火车	水池	手表	起码	水稻	水库	手艺	粉笔	体育	死活	
浊上	老师	码头	老板	养老	远近	满意	午饭	美国	礼物	老实	
	坐车	象棋	动手	道理	犯罪	市镇	社会	道德	动物	技术	
清去	汽车	酱油	报纸	送礼	制造	会计	政治	政策	四月	中毒	
浊去	地方	大门	代表	大雨	味道	位置	大路	办法	树叶	事实	
清入	国家	骨头	黑板	谷雨	接受	节气	铁路	节约	作业	复习	
浊入	木工	麦田	日子	物理	落后	力气	立夏	蜡烛	目录	越剧	
	读书	实名	石板	十五	活动	白菜	实现	白色	十六	学习	

2.2 录音数据采集及实验分析方法

录音的采集地为武陟县城，在隔音良好的居民楼中的安静卧室进行。

设备信息为笔记本电脑外加声卡 Sound Blaster Play3（信噪比93分贝），录音耳麦 Philips SHM1900（录音频率范围30—15000Hz）。

录音软件为中国社会科学院语言研究所熊子瑜开发的 X - Recorder 软件（采样率为22KHz），语音数据自动切分使用X - Segmenter 软件（熊子瑜，2019）。

根据选定的837个两字组词，每位发音人录一遍，这样我们就得到了 $837 \times 11 = 9207$ 条录音数据。数据处理包括语音标注、声学参数提取和基频规整。

首先进行语音标注。根据已经确定的武陟方言调类和调值（朱玉柱，2018），运用X - Segmenter 软件对所有音节自动切分，然后利用 Praat 进行三层语音标注：文本层、音节层、声母韵母层。五位标注人员的标注一致率在90%以上。

其次，利用 Praat 脚本自动提取声学参数（熊子瑜，2019）。提取前，先对自动提取的基频进行人工校对修改，然后提

取所需声学参数，包括两字组中每个韵母的时长（调长）、每个韵母段等间隔的11个基频音高值（即声调音高值）。

最后，按照每个人的音高均值和标准差，对每个发音人的音高数据进行 Z - Score 规整（朱晓农，2010: 281 – 282），可见公式（1）（朱晓农，2010: 287 – 288）。

$$LZ = (x_i - \mu) / \sigma \quad (1)$$

语音数据提取过程中，分别按照两字调的所有声调组合提取音高数据，分别包括前字同调 1 + X, 2 + X, 3 + X, 4 + X, 5 + X；后字同调 X + 1, X + 2, X + 3, X + 4, X + 5。每个人的录音数据整体计算处理完成之后，按照这10组的方式分别绘制基频音高曲线图。

3. 两字调的语音数据描写

根据声调组合情况来看，我们将分为十组来分析武陟方言中的两字调表现情况。为便于比较，此处列出同批次录音中的单字调基频音高曲线图（朱玉柱、李爱军，待刊），如图1。

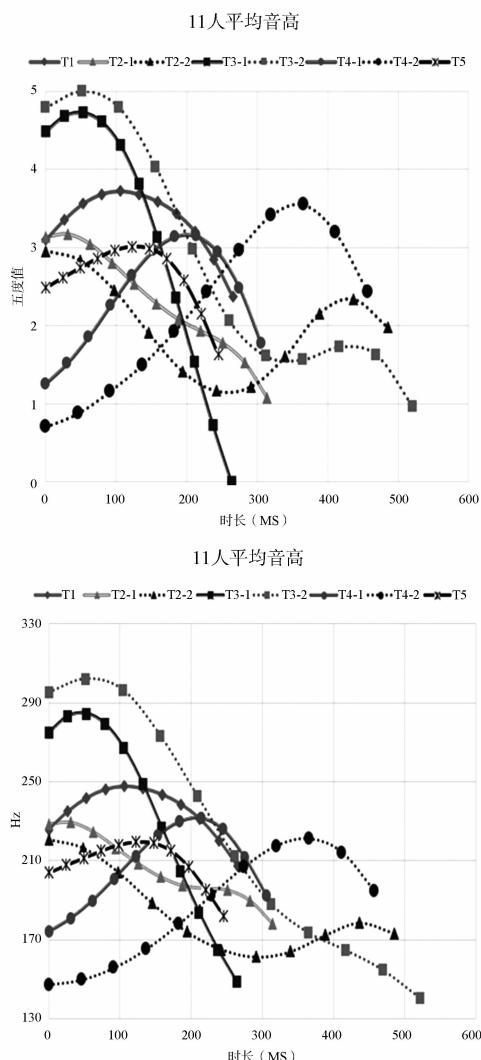


图1 武陟方言单字调基频音高曲线图

音值如下：

表3 武陟方言单字声调和特征

调类	阴平 T1	阳平 T2	上声 T3	去声 T4	入声 T5
调值	/44/	/31/	/51/	/242/	/3/
声调特征	HH	ML	HL	LHL	M

说明：单字中的 T2/T3/T4 三个声调各有两种变体，即 T2 - 2 调值是 [312]，

T3 - 2 调值是 [522]，T4 - 2 调值是 [142]，但并不影响其声调特征的描述，我们只以第一种形式作为本调。因为声调系统中存在两个降调，声调特征用 LMH 三级音高来表示，更符合实际的音高特征，一个字母表示的为短调，两个字母表示的为常规声调，三个字母表示的为折调。

3.1 两字 X + T1

从图 2 来看，后字为 T1 时，后字变化并不大，仍可定为 44，仍保持 HH 特征。

前字变化：T2 为 31，保持 ML 特征；T3 变为 42，保持 HL 特征；T4 变为 23，声调特征由 LHL 变为 LM，丢掉降尾，但仍保持为升调（Rising）；T5 变为 4，由 M 变为 H 特征。

3.2 两字 X + T2

从图 2 来看，后字为 T2 时，后字由 312 变为 41，由 ML 变为 HL 特征。

前字变化：T1、T3、T5 都变为高平调 55，其中 T3 声调特征由 HL 变为 HH，T5 由 3 变为 5，声调特征由 M 变为 H。T2、T4 都变为 35，其中 T2 声调特征由 ML 变为 LH；T4 声调特征由 LHL 变为 MH，丢掉降尾，但仍保持为升调（Rising）。

3.3 两字 X + T3

从图 2 来看，后字为 T3 时，后字不变，T3 仍为 51 调，保持 HL 特征。

前字变化：T1 变为 55 调，仍为 HH；T5 变为短调 5，声调特征由 M 变为 H；T2、T3 变为 33 调，其中 T2 由 ML 变为 MM，T3 由 HL 变为 MM；T4 变为 24 调，丢掉降尾，但仍保持 LH 特征。

3.4 两字 X + T4

从图 2 来看，后字为 T4 时，在 T1、T2、T5 后变为 12（或 121），仍能看到后半段略有凸拱状；在 T3 后变为 11；T4 后变为 21；整体来看，T4 作为后字时，调值略有差异，但后字 T4 声调特征由 LH 变

为 LL。

前字变化：T1 变为 42，声调特征由 HH 变为 HL；T2 变为 32，仍保持 ML 特征；T5 仍保持短调 3，特征为 M；T3 变为 54，声调特征由 HL 变为 HH；T4 变为 35，由 LHL 变为 MH 特征，丢掉降尾，但仍保持为升调（Rising）。

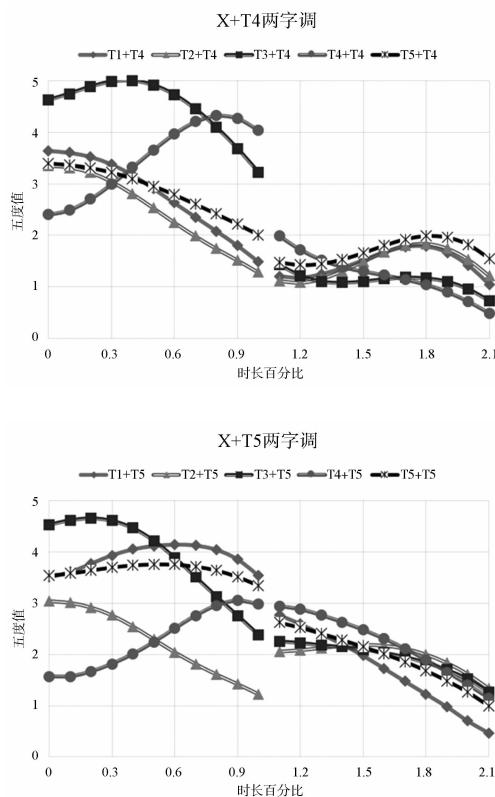
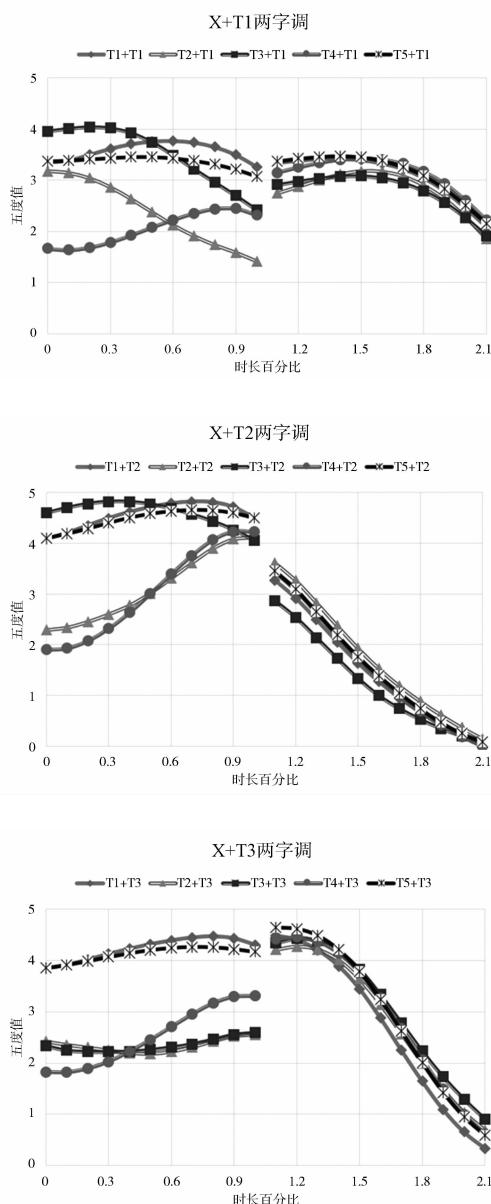


图2 武陟方言两字调 X + T1 – T5 基频音高曲线图

3.5 两字 X + T5

从图2来看，后字为 T5 时，T5 由短调 3 变为正常时长的 32，声调特征由 M 变为 ML。

前字变化：T1 变为 55，仍保持 HH 特征；T2 为 31，仍保持 ML 特征；T3 变为 53，由 HL 变为 HM 特征，但仍为降调（Falling）；T4 变为 24，丢掉降尾，保持 LH 特征；T5 变为短 4，由 M 变为 H 特征。

3.6 两字 T1 + X

从图3来看，前字为阴平 T1 时，除 T1 + T4 外，仍保持 HH 特征。

前字变化：在 T1、T5 前保持原调 44，T2、T3 前变为 55，仍保持 HH 特征；在

T1 + T4 中 T1 由平调 44 变为调 42，声调特征由 HH 变为 HL。

后字变化：T1 + T2 中 T2 变为 41，由 ML 变为 HL；T1 + T4 中 T4 变为 22，由 LHL 变为 LL，调型微凸，也可记为 lhl；T1 + T5 中 T5 由单字短调 3 变为 31，由 M 变为 ML。

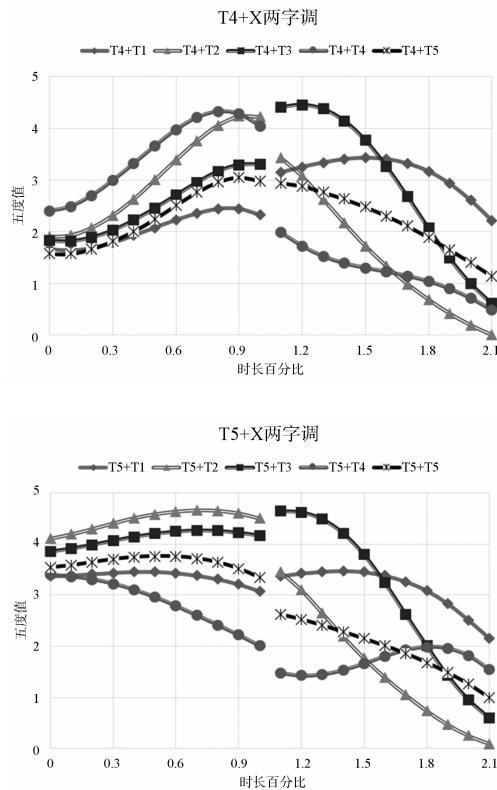
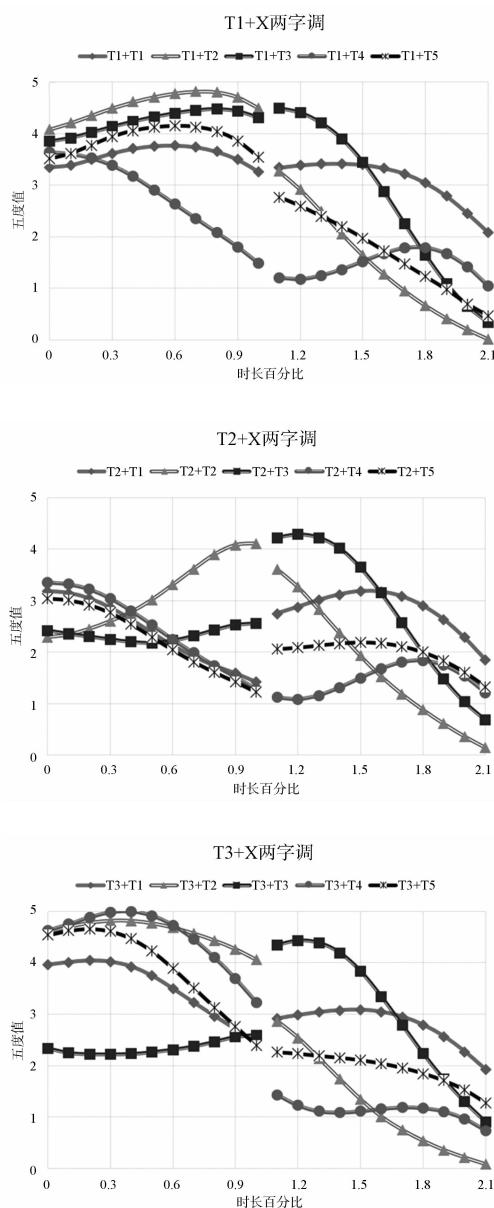


图3 武陟方言两字调 T1 – T5 + X 基频音高曲线图

3.7 两字 T2 + X

从图3来看，前字为 T2 时，无折调出现。

前字变化：T2 + T1, T2 + T4, T2 + T5 中，前字 T2 变为 42，声调特征由 ML 变为 HL；T2 + T2 中，前字 T2 变为 35，声调特征由 ML 变为 MH；T2 + T3 中，T2 变为 33，声调特征由 ML 变为 MM。

后字变化：T2 + T2 中，后字 T2 变为 51，声调特征由 ML 变为 HL；T2 + T4 中，后字 T4 变为 22（或 23），声调特征由 LHL 变为 LL，调型微凸，也可记为 lhl；T2 + T5 中，后字 T5 变为 22，由 M 变为 LL。

3.8 两字 T3 + X

从图3来看，前字为 T3 时，总体上是高降消失。

前字变化：T3 + T1，T3 + T5 中，前字 T3 变为 53，声调由 HL 变为 HM 特征，但保持降的特点；T3 + T2，T3 + T4 中，前字 T3 变为 54，声调特征由 HL 变为 HH，但仍保持微降；T3 + T3 中，前字 T3 变为 33 调，声调特征由 HL 变为 MM。

后字变化：T1 变为 33，声调特征由 HH 变为 MM；T2 仍为 31，保持 ML 特征；T4 变为 21（或 22），声调特征由 LHL 变为 LL；T5 变为 32，声调特征由短调 M 变为 ML。

3.9 两字 T4 + X

从图 3 来看，前字为 T4 时，凸调消失，只保留前半段的上升段，末尾三分之一处的下降段消失。

前字变化：T4 + T1 中，前字 T4 变为 23，特征由 LHL 变为 LM，仍为上升调；T4 + T2、T4 + T4 中，前字 T4 变为 35，特征由 LHL 变为 MH；T4 + T3、T4 + T5 中，前字 T4 为 24，丢掉末尾的 L，保持 LH 特征。

后字变化：T4 + T2 中，后字 T2 由 31 变为 41，声调特征由 ML 变为 HL；T4 + T4 中，后字 T4 由 242 变为 31，声调特征由 LHL 变为 ML，单字的上升段丢失，只剩下下降段；T4 + T5 中，T5 由短平调 3 变为 32，声调特征由 M 变为 ML。

3.10 两字 T5 + X

从图 3 来看，前字为 T5 时，总体仍保持短平调，由短平调 3 变为短平调 4（或 5），声调特征由 M 变为 H。

前字变化：T5 + T1，T5 + T5 中前字 T5 变为短调 4，由 M 变为 H 特征；T5 + T2，T5 + T3 中前字 T5 变为短调 5，由 M 变为 H 特征；T5 + T4 中，前字 T5 变为短降调 43，声调特征由 M 变为 HM。

后字变化：T5 + T2 中，后字 T2 由 31 变为 41，声调特征由 ML 变为 HL；T5 + T4 中，后字 T4 变为 23（或 22），声调特征由 LHL 变为 LL，调型微凸，也可记为 lhl；T5 + T5 中，后字 T5 变为 32，由短调变为普通调，特征由 M 变为 ML。

4. 两字调的音系学分析

4.1 连读变调和声调协同发音的区别

在讨论两字调变调情况之前，我们先要对连读变调和声调协同发音概念做一个较为明确的区分。

从定义来看，连读变调是指“在语流里，由于音节和音节相连时相互发生影响，基本调值会发生变化。通常把一个音节单念时的调值叫本调，音节相连时本调发生了变化就叫变调。”（北京大学中文系现代汉语教研室 1993：21）“只在语音层面发生声调变异的为语音变调，在语音层面和语义层面都发生变异的为音义变调。”（李小凡，2004：29）

协同发音是指语流中普遍存在的一种语音生成机制，普遍作用于音段音位（如：元音和辅音）和超音段音位（如：声调）。协同发音的动力源于语言交际中的两种需要：精确原则和省力原则。（Yan Sun / Chilin Shih, 2021）

Shen, X. S. (1990) 曾指出协同发音和变调的区别：(1) 变调受语言特有的形态音位限制所致，即：各个语言都有自己特有的不同变调规则；协同发音则受生物力学的限制，即：协同发音在不同语言中是普遍存在且类似的。(2) 变调和协同发音的语音机制不同。变调中，声调变化包含同化和异化；协同发音则不包含声调异化。(3) 变调不必保存原来声调本身特性，变调作用是音位的。

李智强（待刊）指出“在声调语言中，相邻声调之间发生的不引起范畴改变的音高变化现象称为‘声调协同发音’。声调协同发音不同于声调的连读变调，前者主要表现为声学语音变化，通常不改变声调自身的听觉感知范畴，也不会导致音系对立中和。不过在某些情况下，二者之间的界限不是很容易界定。如普通话两个去声相连时，前音节去声变为半去（Chao, 1968）。”

从以上观点可以看出，连读变调主要是音系学层面的声调音位变化，更强调各个不同语言声调变化的特殊性；声调协同

发音主要是语音学、生理学层面的声调变化，更强调不同语言之间的声调变化的普遍性。

对于连读变调和声调协同发音的区别，我们赞同李智强（待刊）的观点。在语音变调范围内，语音学层面的声调协同发音导致声调发生变化，这种量变达到一定程度就会引起质变，也即声调协同发音一旦突破声调自身的听觉感知范畴，就可认定为出现了音系层面的连读变调。总之，如果用一句话来概括：在语音变调范围内，声调协同发音和连读变调之间是量变和质变的关系。

但从量化的角度，要把两者做出非常明确的区分，并非易事。因为界定连读变调的标准虽然是“本调发生变化”“引起音系对立中和”或“改变听觉感知范畴”，但变化的标准是什么，听觉感知的范畴以什么为准，并没有特别明确的量化标准，比如上文提到的普通话两个去声相连时，前音节去声变半去（Chao, 1968）。

包智明、曹栌文（2014: 262）在讨论汉语声调的连读变调时，提到：“大量的声调材料证明调高和调形是分开的”。这在我们的两字调分析中是同样适用的。

基于以上观点，我们倾向于采取如下做法：

(1) 为避免仅靠耳听定调可能会出现声调细节疏漏的情况，两字调的连调定调，以实际得到的音高数据作为主要指标，辅以耳听的判断来确定最终的两字调连调情况。比如：T1 + T3，音高数据显示前字 T1 读为 55 调，但在实际听感上前字是介于 4 与 5 之间的，此时我们以音高数据为准。

(2) 为保证两字调分析的准确性，本文两字调分析的大前提是只限定在语音变调范围内，语义和结构都不在本文语料及讨论范围之内。比如：本次调查语料中录音的“处理”“好歹”“小姐”“小米”等词，在 11 位发音人中不同程度地出现了降升式连调的情况，在数据处理过程中已全部剔除。

(3) 为避免在界定连读变调和协同发音时出现的界限模糊问题，我们的区分标

准仍是以实际音高数据（调型标准 + 调高标准）作为主要判别指标，辅以参考母语者的听感标准。

符合以下两个标准可认定为连读变调：

标准一是音高数据显示调型出现明显变化，可直接认定为连读变调，比如：T2 + T2 中前字由 31 变为 35，前字认定为连读变调，从声调的特征表达来看，即为 LM→LH；T5 + T4 中后字由 242 变为 22，从声调的特征表达来看，即为 LHL→LL。

标准二是音高数据显示调型不变，但音高和单字调相比，声调特征由 H 变为 L 或 L 变为 H，认定为连读变调，比如：T1 + T4 中前字由 44 变为 42，前字可认定为连读变调，从声调的特征表达来看，即为 HH→HL；T1 + T4 中后字由 242 变为 22，后字可认定为连读变调，从声调的特征表达来看，即为 LHL→LL。

4.2 武陟方言连读变调的音系学解释

根据 3.1—3.10 的具体描写，我们可以将武陟方言的连读变调用音系学公式表示如下：

T1 为前字：HH→HL/_ LL (T4)；
后字为低调时，T1 变高降。

T1 为后字：HH 不变调。

T2 为前字：ML→LH/_ HL (T2)；
后字为 T2，前字变 LH。

ML→MM/_ HL (T3)；后字为 T3，
前字变 MM。

T2 为后字：

$$\text{ML}\rightarrow\text{HL}/ \left\{ \begin{array}{l} \text{HH (T1)} \\ \text{ML (T2)} \\ \text{HL (T3)} \\ \text{LHL (T4)} \\ \text{M (T5)} \end{array} \right\} _-$$

前字无论是什么，后字 T2 都变为 HL。

T3 为前字：

$$\text{HL}\rightarrow\text{HH}/ \left\{ \begin{array}{l} \text{ML (T2)} \\ \text{LHL (T4)} \end{array} \right\}$$

后字为 T2 和 T4 时，前字变 HH。

HL→MM/_ HL (T3)；后字为本调 T3 时，前字变 MM。

T3 为后字：HL 不变调。

T4 为前字：

$$\text{LHL} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{LM} \\ \text{MH} \\ \text{LH} \end{array} \right\} \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{HH (T1)} \\ \text{ML (T2)} \\ \text{HL (T3)} \\ \text{LHL (T4)} \\ \text{M (T5)} \end{array} \right\}$$

后字无论是什么调，前字 T4 都只保留单字调中前半段的上升部分。

T4 为后字：

$$\text{LHL} \rightarrow \text{LL} / \left\{ \begin{array}{l} \text{HH (T1)} \\ \text{ML (T2)} \\ \text{HL (T3)} \\ \text{LHL (T4)} \\ \text{M (T5)} \end{array} \right\} \longrightarrow$$

前字无论是什么调，后字 T4 都变为低调 LL。其中在 T1/T2/T5 之后，亦可表示为调域受到压缩的凸调，即 lhl。

T5 为前字：

$$\text{M} \rightarrow \text{H} / \left\{ \begin{array}{l} \text{HH (T1)} \\ \text{ML (T2)} \\ \text{HL (T3)} \\ \text{LHL (T4)} \\ \text{M (T5)} \end{array} \right\}$$

后字无论什么调，前字都变为高调。T4 前的短降调可认定为协同发音影响所致。

T5 为后字：

$$\text{M} \rightarrow \text{ML} / \left\{ \begin{array}{l} \text{HH (T1)} \\ \text{ML (T2)} \\ \text{HL (T3)} \\ \text{LHL (T4)} \\ \text{M (T5)} \end{array} \right\} \longrightarrow$$

前字无论什么调，后字 T5 都变为 ML，但就听感而言，我们亦可将其认定为一个低调的 LL。

4.3 调长比较

从时长比较来看，T1—T5 在两字调中的时长均小于单字调时长；且在两字调中，T1—T5 在前字的时长小于在后字的时长。

同时，我们还可以观察时长与前后字的音高和调型变化关系，分析如下：

T1 在前字时，时长大约在 180—

220ms，在 T1—T5 前分别是 188ms、200ms、197ms、211ms、217ms。在 T4 前，T1 时长较长，且由平调变为降调。

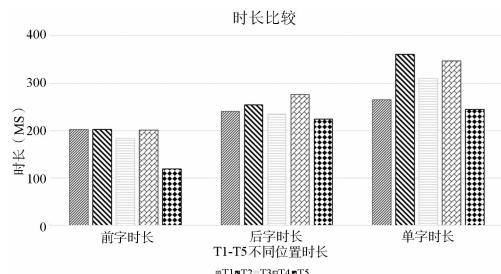


图 4 声调时长比较

表 4 时长比较表 (单位 ms)

声调	前字时长	后字时长	单字时长
T1	203	241	265
T2	203	255	361
T3	183	236	311
T4	201	276	347
T5	120	225	245

T1 在后字时，时长大约在 230—260ms，在 T1—T5 后分别是 258ms、243ms、237ms、231ms、234ms。后字 T1 调型无明显变化。

T2 在前字时，时长大约在 200—210ms，在 T1—T5 前分别是 201ms、201ms、199ms、205ms、207ms。T2 和 T3 前的 T2 变调和时长无明显关联。

T2 在后字时，时长大约在 230—280ms，在 T1—T5 后分别是 239ms、272ms、272ms、247ms、241ms。T2 在后字时，全都由 31 变为 41，ML→HL。

从 11 位不同发音人的两字基频图来看，M6 和 F1 后字 T2 时长分别是 299ms 和 317ms，这两个人的后字 T2 都表现为折调，M1 后字 T2 时长是 336ms，但也表现为降调。其他 8 位发音人后字 T2 时长都在 250ms 以下，且都表现为降调 HL。

T3 在前字时，时长大约在 160—190ms，在 T1—T5 前分别是 181ms、169ms、193ms、184ms、186ms。前字 T3

(除 T3 + T3 外) 由 51 变 53, 即 HL→HM, 可能和前字 T3 的时长缩短有关。

T3 在后字时, 时长大约在 220—240ms, 在 T1—T5 后分别是 239ms、239ms、230ms、228ms、240ms。后字 T3 无明显变化。

T4 在前字时, 时长大约在 180—210ms, 在 T1—T5 前分别是 201ms、205ms、188ms、197ms、212ms。前字 T4 虽然音高并不完全一致, 但基本保留了单字调的前半段升的特征。

T4 在后字时, 时长大约在 240—290ms, 在 T1—T5 后分别是 289ms、288ms、277ms、247ms、279ms。在 T1/T2/T5 后仍呈现出凸调特征, 但调域出现明显的压缩, 即 LHL→lhl, 且 T1/T2/T5 后的 T4 时长都比较长, 维持的凸调特征可能和时长较长有关。

从 11 位不同发音人的两字基频图来看, M1/M6/F1 的后字 T4 时长分别为 322ms/323ms/317ms, 后字凸调压缩幅度普遍较小; 以 M6 为例, 其后字 T4 在 T1/T2/T3/T5 后的音高值可描写为 132, 和单字调 242 相比, 压缩并不明显。其他 8 位发音人的后字 T4 时长都在 280ms 以下, 且在 T1/T2/T5 后都出现了不同程度的调域压缩情况, 即 LHL→lhl。据此, 可以看出时长和维持凸调特征呈现正相关的关系。

T5 在前字时, 时长大约在 110—140ms, 在 T1—T5 前分别是 115ms、113ms、114ms、121ms、133ms。整体来看, T5 为前字时, 音高由 M 提到到 H。但总体仍保持为入声的短调。

T5 在后字时, 时长大约在 200—230ms, 在 T1—T5 后分别是 233ms、232ms、232ms、207ms、216ms。在后字位置时, T5 由入声的短调变为和舒声调同样的正常时长。调型由 M 变为 ML, 其听感上有低降的特点, 这可能和边界效应相关。

4.4 小结

根据图 2 和图 3 两字调连读变调的基频曲线音高图, 可从中总结出如下两字调

变调情况表 (采用声调特征来表达, 只标记声调特征变化的情况, 用加粗加下划线表示, 声调特征无变化的划√):

表 5 X + T1—X + T5 两字调情况表

后 前	T1	T2	T3	T4	T5
T1	√	HH + <u>HL</u>	√	<u>HL</u> + LL	HH + M L
T2	√	<u>LH</u> + <u>HL</u>	<u>MM</u> + <u>HL</u>	ML + <u>LL</u>	ML + <u>ML</u>
T3	√	<u>HH</u> + <u>HL</u>	<u>MM</u> + <u>HL</u>	<u>HH</u> + <u>LL</u>	<u>HM</u> + <u>ML</u>
T4	<u>LM</u> + HH	<u>MH</u> + <u>HL</u>	<u>LH</u> + <u>HL</u>	<u>MH</u> + <u>LL</u>	<u>LH</u> + <u>ML</u>
T5	H + HH	H + <u>HL</u>	H + <u>HL</u>	M + <u>LL</u>	H + <u>ML</u>

5. 两字调的协同发音分析

Shen, X. S. (1990) 提到: “声调协同发音是同化作用, 也就是说, 一个低升调终点或始点使后面的始点或前面的终点降低, 而一个高声调终点或始点把后面的始点或前面的终点抬高。”结合图 2 和图 3 两字调基频音高图和实际的两字调协同发音的情况, 我们可以观察武陟方言两字调声调协同发音中的顺向作用和逆向作用。

5.1 顺向作用

从图 2 中 X + T1, X + T2, X + T3 的情况来看, 阴平 T1、阳平 T2、上声 T3 在 5 个声调后基本保持不变, 声调起点略有差异, 主要是受前字声调终点高低的影响呈现同步变化。

从图 2 中 X + T4 的情况来看, 去声 T4 由单字调的 242 变为 11 或 22 的低平调 (去声 T4 后, 变为 21 调)。声调起点不同, 也是受前字声调终点高低的影响呈现同步变化。前字声调终点较低的情况下 (前字声调为 T1/T2/T5), 呈现出原有的凸调调型, 近似 121 调, 表现为调域压缩下的凸调。前字声调中调较高的情况下, 凸调调型特征消失。

从图 2 中 X + T5 的情况来看, 入声 T5 由单字调的短调 3 变为舒声 31 调。声调起点略有差异, 也是受前字声调终点高

低的影响呈现同步变化。

5.2 逆向作用

从图 3 中 $T1 + X$ 的情况来看，前字 $T1$ 音高起点都是 4，但终点差异比较大，在阳平 $T2$ 和上声 $T3$ 前，前字 $T1$ 终点能达到 5。在阴平 $T1$ 和入声 $T5$ 前，前字 $T1$ 终点仍为 4。在去声 $T4$ 前，前字 $T1$ 终点为 2。可以说，前字终点音高受到后字起点音高的影响，呈现出同步变化的趋势。

从图 3 中 $T2 + X$ 的情况来看，前字 $T2$ 音高起点受后字音高起点的影响，呈现出两分趋势：后字音高起点高的 $T2$ 和 $T3$ ，前字 $T2$ 音高起点略低，为 3；后字音高起点略低的 $T1$ 、 $T4$ 和 $T5$ ，前字 $T2$ 音高起点略高，为 4。前字 $T2$ 音高终点呈现出三分趋势：后字 $T2$ 时，前字 $T2$ 由 31 变 35，声调的协同发音量变引起质变，后字音高起点和前字音高终点同步变为 5；后字 $T3$ 时，前字 $T2$ 音高终点受后字 $T3$ 的音高起点 5 影响，同步变高；后字为 $T1$ 、 $T4$ 和 $T5$ 时，前字 $T2$ 音高终点保持一致。

从图 3 中 $T3 + X$ 的情况来看，前字 $T3$ 音高起点受后字音高起点的影响，基本呈现出后字音高起点高，前字音高起点低的特点。其中， $T3 + T3$ 中前字出现异化，变为 33 调。前字音高终点呈现的特点是：后字音高起点高，前字音高终点低；后字音高起点低，前字音高终点高。

从图 3 中 $T4 + X$ 的情况来看，前字 $T4$ 音高起点受后字音高起点影响，呈现出后字音高起点高，前字音高起点低的特点。其中，后字为上声 $T3$ 和去声 $T4$ 时，对前字 $T4$ 影响更显著。后字为阴平 $T1$ 、上声 $T3$ 、去声 $T4$ 和入声 $T5$ 时，前字音高终点呈现出后字音高起点高，前字音高终点低的特点；后字为阳平 $T2$ 时，后字音高起点由单字调的 3 提升到 4，前字去声 $T4$ 的音高终点则由 2 提升到 5。

从图 3 中 $T5 + X$ 的情况来看，前字 $T5$ 音高起点略受后字音高起点影响，并不是非常显著，可以分开来观察：前字为阳平 $T2$ 和上声 $T3$ 时，呈现出后字音高起点高，前字音高起点低的特点；前字为去声 $T4$ 和入声 $T5$ 时，呈现出后字音高起点高，

前字音高终点高的特点。前字音高终点受后字音高起点的影响较大，整体呈现出后字音高起点高，前字音高终点高的特点。

5.3 小结

根据上文的分析，我们可以对武陟方言中两字调的声调协同发音总结如下：

(1) 后字对前字的影响大于前字对后字的影响，即逆向作用大于顺向作用，顺向作用和逆向作用之间是一种非对称性关系， $T1 - T5 + X$ 组合中前字所受影响程度远大于 $X + T1 - T5$ 组合中后字受前字影响的程度。

(2) 一般情况下，两字调边界处的声调极值对声调的方向影响较大，如： $T1 + X$ 组合中 $T1 + T4$ ，前字 $T1$ 在后字 $T4$ 低起点的影响下，调值由 44 变为 42； $T2 + X$ 组合中 $T2 + T3$ ，前字 $T2$ 在后字 $T3$ 高起点的影响下，调值由 31 变为 33； $T5 + X$ 组合中 $T5 + T4$ ，前字 $T5$ 在后字 $T4$ 低起点的影响下，调值由 3 变为 42。

(3) 从两字调边界处 5 个基频点的方差分析数据来看，越是靠近边界处的基频点，其所受影响越大。

(4) 两字调基频曲线音域范围的最低点基本上只出现在后字末尾（例外： $X + T1$ 组中 $T2 + T1$ ，最低点是前字 $T2$ 末尾）；且在 $T1 - T5 + X$ 组合中，五种组合中的音域最低点只出现在后字 $T2$ 末尾。

(5) 两字调基频曲线音域范围的最高点则取决于两字组合中单字调的最高音值，无论是 $T1 - T5 + X$ 组合还是 $X + T1 - T5$ 组合，任一组合中的最高点以 $T3$ 为主（例外： $T1 + X$ 组中 $T1 + T2$ ，最高点在前字 $T1$ ）。在 10 个组合中，最高点出现在前字有 6 组，有 4 组最高点出现在后字 ($T2 + X$, $T4 + X$, $T5 + X$, $X + T3$)。

(6) 从时长比较来看，在武陟方言中，单字调时长 > 两字的后字时长 > 两字的前字时长。

6. 结语

本文基于语音产出的实验数据，对武陟方言的两字调进行详细分析，且将两字

连调的范围限定在语音变调内，不考虑音义变调，目的是将两字调变调的非语音因素排除在外，确保本文的分析是在纯语音范围内，讨论前后字的连读变调和协同发音作用。本文绘制的两字调基频曲线音高图，采用了和单字调基频曲线音高图同样的方法，以确保在比较时标准的一致性。

在对两字调进行音系学和协同发音作用分析之前，本文对连读变调和声调协同发音的概念做了界定，我们认为：在语音变调范围内，语音学层面的声调协同发音作用导致声调调值发生变化，这种量变达到一定程度就会引起质变，也即声调协同发音一旦突破声调自身的听觉感知范畴，就可认定为出现了音系层面的连读变调。总之，如果用一句话来概括：在语音变调范围内，声调协同发音和连读变调之间是量变和质变的关系。

但学界对于连读变调和声调协同发音之间的区分仍存在界限模糊的问题，本文总结了两条标准：标准一是音高数据显示调型出现明显变化，可直接认定为连读变调；标准二是音高数据显示调型不变，但音高和单字调相比，声调特征由 H 变为 L 或 L 变为 H，认定为连读变调。

本文在明确划定了两字调的纯语音变调范围，梳理并明确了连读变调和协同发音的量化标准之后，进而从音系学角度分析了武陟方言两字调连读变调。随后对两字调进行了协同发音分析，我们发现：(1) 后字对前字的影响大于前字对后字的影响，即逆向作用大于顺向作用，顺向作用和逆向作用之间是一种非对称性关系；(2) 一般情况下，两字调边界处的声调极值对声调的方向影响较大；(3) 从两字调边界处 5 个基频点的方差分析数据来看，越是靠近边界处的基频点，其所受影响越大。(4) 两字调基频曲线音域范围的最低点基本上只出现在后字末尾；两字调基频曲线音域范围的最高点则取决于两字组合中单字调的最高音值。

以上发现，是我们基于武陟方言 11 个发音人的 9207 条语料进行数据分析之后所观察到的情况。而武陟方言两字调中出现的声调协同发音效应，在周边方言以

及其他汉语方言中是否有类似现象，这一协同发音效应是否为汉语方言两字调的普遍现象，这需要我们对更多方言做同类型的数据分析和比较才能进一步确认。

7. 致谢

本研究得到了中宣部文化名家暨“四个一批”人才自主选题项目“语调类型学研究”的经费支持。此次调查得到中国社会科学院语言研究所熊子瑜研究员、梁红丽老师、澳门科技大学博士生黄干的诸多技术支持；论文写作过程中，美国旧金山大学李智强教授提供了诸多建设性建议。中国社会科学院语言研究所博士生张小砚、北京语言大学硕士生何鑫、英国伦敦大学学院硕士生熊声悦帮忙处理了数据，在此一并致谢。文中如有问题，文责由笔者承担。

参考文献

- Chao, Y. R. (1968) *A Grammar of Spoken Chinese*. Berkeley: University of Berkeley Press.
- Shen, X. S. (1990). Tonal coarticulation in Mandarin. *Journal of Phonetics*, 18, 281 – 295.
- Yan Sun, Chilin Shih (2021). Boundary – conditioned anticipatory tonal coarticulation in Standard Mandarin, *Journal of Phonetics*, 84, 1 – 27.
- 包智明、曹栌文：《汉语声调和生成音系学理论》，《当代语言学》2014 年第 3 期。
- 北京大学中文系现代汉语教研室编，《现代汉语》，商务印书馆 1993 年版。
- 曹梦雪：《河北昌黎城关方言非叠字两字组连读变调和轻声》，《方言》2020 年第 4 期。
- 崔平、王韫佳：《抚顺话“上声 + 阴平”变调的声学和知觉研究》，《中国语音学报》2019 年第 11 辑。
- 何伟棠：《广东增城方言的变调》，《方言》1978 年第 1 期。
- 贺巍：《获嘉方言的连读变调》，《方言》1979 年第 2 期。
- 侯精一：《平遥方言的连读变调》，《方言》1980 年第 1 期。
- 侯精一：《平遥方言广用式三字组的连读变调》，《方言》1982 年第 2 期。
- 孔祥卿：《辛集方言两字组连读变调与轻声》，《中国语文》2011 年第 1 期。

李荣：《温岭方言的连读变调》，《方言》1979年第1期。

李小凡：《苏州方言语法研究》，北京大学出版社1998年版。

李小凡：《汉语方言连读变调的层级和类型》，《方言》2004年第1期。

李智强：《声调协同发音》，《大百科全书词条》待刊。

牛顺心：《河南武陟方言的降升式连读变调及其成因初探》，《南开语言学刊》2009年第2期。

王福堂：《汉语方言语音的演变和层次》，语文出版社1999年版。

王洪君：《汉语非线性音系学》（增订版），北京大学出版社2008年版。

王晓梅：《天津方言三字组的连读变调》，《中国语文》2003年第2期。

邢向东：《神木方言的两字组连读变调和轻声》，《语言研究》1999年第2期。

熊正辉：《怎样求出两字组的连读变调规律》，《方言》1984年第2期。

熊子瑜：《xSegmenter 音段自动切分与标注工具》，《中国语音学报》2019年第11辑。

许宝华、汤珍珠、钱乃荣：《新派上海方言的连读变调》，《方言》1981年第2期。

许宝华、汤珍珠、钱乃荣：《新派上海方言的连读变调（二）》，《方言》1982年第2期。

许宝华、汤珍珠、钱乃荣：《新派上海方言的连

读变调（三）》，《方言》1983年第3期。

张惠英：《崇明方言的连读变调》，《方言》1979年第4期。

张盛裕：《潮阳方言的连读变调》，《方言》1979年第2期。

张盛裕：《潮阳方言的连读变调（二）》，《方言》1980年第2期。

张振兴：《漳平（永福）方言的连读变调》，《方言》1983年第3期。

赵元任（吕叔湘译）：《汉语口语语法》，商务印书馆1979年版。

朱晓农：《语音学》，商务印书馆2010年版。

朱玉柱：《武陟方言名词变韵研究》，博士学位论文，清华大学2018年。

朱玉柱、李爱军：《河南武陟方言单字调实验研究》，待刊。

朱玉柱

博士，中国社会科学院语言研究所博士后/北京第二外国语学院文化与传播学院讲师，主要研究领域包括汉语方言学、实验语音学。

Email: yuzhu789@126.com

李爱军

博士，中国社会科学院语言研究所研究员，主要研究领域为言语韵律、L1 & L2 语音习得、情感语音。系本文通讯作者。

Email: liaj@cass.org.cn

[本文原载《中国语音学报》第18辑，2022年]