

语言学交叉教学视域下泾源方言单字调声学研究

李娟娟¹, 吕士良^{2*}, 丁海丽², 穆莎莎²

¹西北民族大学语言与文化计算教育部重点实验室, 甘肃 兰州

²西北民族大学甘肃省民族语言文化智能信息处理重点实验室, 甘肃 兰州

收稿日期: 2026年6月8日; 录用日期: 2026年7月13日; 发布日期: 2026年7月23日

摘要

本文以语言学交叉教学与汉语声调发音训练为背景, 采用实验语音学方法, 对宁夏固原市泾源县方言单字调的声学特征进行分析。研究利用Praat提取声调负载段的基频和时长数据, 并结合T值归一化与五度值换算归纳调型和调值。结果表明, 泾源方言单字调可分为阴平[41]、阳平[35]、上声[52]、去声[55]四个调类; 各调类在基频走势和调域分布上差异明显, 基频是区分声调的主要声学参数, 时长具有辅助说明作用。研究进一步表明, 声调实验能够将音高升降、调域差异和发音时长转化为可视化曲线与量化数据, 为声调听辨、发音纠正和教学反馈提供客观依据。本文可为泾源方言声调描写、宁夏方言比较研究以及实验语音学辅助汉语声调教学提供参考。

关键词

泾源方言, 单字调, 基频, 实验语音学, 语言学交叉教学

An Acoustic Analysis of Individual Tones in the Jingyuan Dialect for Interdisciplinary Linguistic Education

Juanjuan Li¹, Shiliang Lyu^{2*}, Haili Ding², Shasha Mu²

¹Key Laboratory of Language and Culture Computing, Ministry of Education, Northwest Minzu University, Lanzhou Gansu

²Gansu Provincial Key Laboratory of Intelligent Information Processing for Ethnic Languages and Cultures, Northwest Minzu University, Lanzhou Gansu

Received: June 8, 2026; accepted: July 13, 2026; published: July 23, 2026

*通讯作者。

文章引用: 李娟娟, 吕士良, 丁海丽, 穆莎莎. 语言学交叉教学视域下泾源方言单字调声学研究[J]. 现代语言学, 2026, 14(7): 645-653. DOI: 10.12677/ml.2026.147688

Abstract

This paper examines the acoustic characteristics of monosyllabic tones in the Jingyuan dialect of Guyuan City, Ningxia, within the context of interdisciplinary linguistic education and Chinese tone training. Using Praat, it extracts F0 and duration data from tone-bearing segments, and applies T-value normalization and five-degree tone conversion. The results show four tone categories: Yinping [41], Yangping [35], Shangsheng [52], and Qusheng [55]. The tones differ mainly in F0 trajectory and pitch range, while duration plays a supplementary role. By visualizing pitch movement and quantifying tonal contrast, tone experiments provide objective support for tone perception, pronunciation correction, and teaching feedback. The findings can inform dialect description, Ningxia dialect comparison, and experimental-phonetic tone instruction.

Keywords

Jingyuan Dialect, Monosyllabic Tone, Fundamental Frequency, Experimental Phonetics, Interdisciplinary Linguistics

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

声调是汉语语音教学和发音训练中的重要内容。传统声调教学多依赖教师示范、学生模仿和听辨纠正,具有一定直观性,但对声调高低、升降幅度和调域差异的呈现不够精确。Praat 作为语音声学分析中常用的软件工具,能够对语音材料进行基频、时长、强度等参数提取,为声调实验研究提供技术支持[1]。相关研究也表明,实验语音学方法已逐渐应用于汉语声调教学与发音研究之中,能够通过声学数据和曲线图呈现学习者的声调发音特点[2]。将声学实验引入声调研究与教学实践,有助于推动语言学交叉学科人才培养模式的创新。

泾源县隶属于宁夏回族自治区固原市,位于六盘山东麓,地处陕、甘、宁三省交界地带[3]。泾源方言属于北方方言区内的中原官话,受地理位置、人口流动和周边方言接触等因素影响,其语音系统具有一定地域特色。高葆泰《宁夏方言的语音特点和分区》(1989)较早讨论了宁夏方言的语音特点和方言分区,为宁夏方言研究奠定了基础[4]。张秋红《宁夏方言的声调类型及调类合并分析》(2023)从宁夏方言声调类型入手,指出宁夏方言存在四声调、三声调、两声调等不同类型,并进一步分析了调形、调值接近与调类合并之间的关系[5]。总体来看,已有研究为宁夏方言及泾源方言研究提供了基础,但专门针对泾源方言单字调的声学实验研究仍相对不足。此外,汉语方言声调的实验研究已有较多实践。游汝杰、杨剑桥对吴语多个方言点的单字调和连读变调进行了实验分析,为方言声调的声学描写提供了重要参照[6];黄慧翔等对山东高青方言单字声调进行声学分析,说明基频、时长及调值归纳可有效呈现方言声调系统的内部差异[7]。这些研究为本文考察泾源方言单字调提供了方法借鉴。

基于此,本文以泾源方言单字调为研究对象,利用 Praat 提取声调负载段的基频和时长数据,并结合 T 值归一化、五度值换算及时长统计等方法,对其调型、调值及声学特征进行分析。研究旨在为泾源方言声调系统描写提供实验依据,同时为实验语音学辅助汉语声调教学和语言学交叉学科教学实践提供案例参考。

2. 实验设计与研究方法

2.1. 发音材料

本文实验例字以《方言调查字表(修订版)》(2004)为主要依据[8],并结合涇源方言的实际使用情况进行筛选。为便于后续声调负载段的切分和声学参数提取,选字时尽量选择韵母结构较为简单、发音清晰稳定的常用字。同时,结合声学实验对语音材料稳定性的要求,韵母选择以 a、i、u 三个极端外围元音及发音较清晰的音节为主,以减少复杂韵母结构对声调负载段切分和基频提取的影响。

在上述原则基础上,本文将实验材料按涇源方言的声调调类分为阴平、阳平、上声、去声四类,每类选取 8 个样字,共 32 个单字音。所有例字均为涇源方言中的常用字,发音人能够自然、准确地读出,具体调查例字见表 1:

Table 1. Experimental example of monosyllabic tone in Jingyuan dialect
表 1. 涇源方言单字调实验例字

调类	例字							
阴平	师	瞎	低	开	婚	知	抓	香
阳平	拿	牙	才	鹅	娘	银	羊	白
上声	堵	耳	纸	五	女	笔	土	眼
去声	客	面	盖	麦	六	饭	庙	爱

2.2. 发音人

为保证实验结果的可靠性,本文选取 1 位宁夏回族自治区固原市涇源县本地人作为发音人。发音人长期生活于涇源方言区,日常交际中主要使用涇源方言,具有较稳定的方言背景,能够自然、熟练地运用本地方言;同时,发音人无明显语言表达障碍和听力障碍,发音清晰、自然,能够按照实验要求准确朗读实验材料,因而其语音材料能够较好地反映涇源方言单字调的基本面貌。

2.3. 录音环境

本次录音在西北民族大学文津楼语音实验室完成。录音环境安静,隔音条件较好,能够减少外界噪声对语音样本的影响。录音软件采用 Adobe Audition 2024,采样率设置为 44,100 Hz,采样精度为 16 bit,声道为单声道,录音文件统一保存为 WAV 格式。正式录音前,研究者向发音人说明实验要求,并让其熟悉发音材料;正式录音时,发音人使用自然、地道的涇源方言逐字朗读例字,字与字之间保持适当停顿。录音过程中如出现错读、漏读或发音不自然等情况,则及时重录,以保证语音样本的清晰度和可分析性。

2.4. 数据提取与处理

录音完成后,利用 Praat 对语音样本进行声学分析。首先根据波形图、语图和基频曲线切分声调负载段。切分时主要遵循“去弯头、除降尾、留韵腹”的原则,尽量保留能够稳定承载声调信息的主要元音部分,排除声母过渡、起始扰动和结尾降尾对基频曲线的影响[9]。

声调负载段确定后,使用 Praat 提取各样本的基频和时长数据。每个声调负载段在时间维度上归一化为 10 个采样点,并分别提取各采样点的基频值[10];随后将数据导入 Origin,计算同一调类在各采样点上的基频均值,绘制 F0 均值曲线。

为减少发音人个体音高差异对调值判断的影响,本文采用石锋提出的 T 值法对基频数据进行归一化处理,石锋从声调格局角度对汉语声调的声学表现和归纳方法进行了系统讨论,其相关方法为方言声调实验中的基频归一化和调值归纳提供了重要依据[11]。公式如下:

$$T = 5 \times \frac{(\lg x - \lg b)}{(\lg a - \lg b)} \quad (1)$$

式中, x 表示某一测量点的基频值, a 表示调域上限频率, b 表示调域下限频率, T 表示归一化后的基频值。获得 T 值后,再结合五度值对应关系,对泾源方言单字调的调型和调值进行归纳。

除基频外,本文还对各调类声调负载段的时长进行统计。再采用游汝杰、杨剑桥在《吴语声调的实验研究》中使用的时长归一化方法,该方法在方言声调实验研究中较为常用,有助于削弱不同样本之间绝对时长差异对比较结果的影响[6]。公式如下:

$$ND_i = \frac{D_i}{m_D} = \frac{D_i}{\left(\frac{1}{n}\right) \sum D_i} \quad (2)$$

式中, D_i 表示某一调类的平均绝对时长, m_D 表示各调类平均时长的总均值, ND_i 表示归一化后的相对时长, n 表示参与比较的调类数量。通过上述处理,本文从 $F0$ 曲线、 T 值曲线、五度值和时长四个方面分析泾源方言单字调的声学特征。

3. 实验结果分析

本节在语音样本切分、基频提取和时长统计的基础上,从基频曲线、 T 值曲线、五度值及时长四个方面考察泾源方言单字调的声学特征。其中,音高是区分调类的主要依据,时长作为辅助参数加以说明。

3.1. 音高特征分析

本文将各单字音声调负载段归一化为 10 个采样点,计算同一调类各采样点的基频均值,绘制 $F0$ 均值曲线;再通过 T 值归一化和五度值换算,归纳四个调类的实验调值。

3.1.1. 单字调基频曲线

根据 Praat 提取的基频数据,可得到泾源方言四个单字调的基频均值,具体数据见表 2,并据此绘制基频曲线图,见图 1。

由表 2 和图 1 可见,四个调类在基频走势和调域分布上差异明显:阴平由较高调域降至低调域,呈高起低落的降调,可归为[41];阳平由中部调域升至高调域,呈上升走势,可归为[35];上声起点最高,随后下降至较低位置,降幅较大,可归为[52];去声始终稳定在高调域,升降幅度较小,可归为高平调[55]。因此,原始基频曲线已能较清楚地显示阴平、阳平、上声和去声之间的声学对立。

Table 2. Mean fundamental frequencies of single-character tones in the Jingyuan dialect

表 2. 泾源方言单字调基频均值表

调类	点 1	点 2	点 3	点 4	点 5	点 6	点 7	点 8	点 9	点 10
阴平 T1	222.6	216.0	203.4	188.6	174.9	162.2	152.7	146.0	141.6	137.4
阳平 T2	191.5	194.4	200.3	206.5	212.8	222.6	232.9	243.7	251.2	255.0
上声 T3	251.2	243.7	232.9	219.3	203.4	188.6	177.6	169.7	162.2	157.4
去声 T4	247.4	247.4	251.2	251.2	255.0	255.0	251.2	251.2	247.4	247.4

注: T 指调类,后文不再重述。

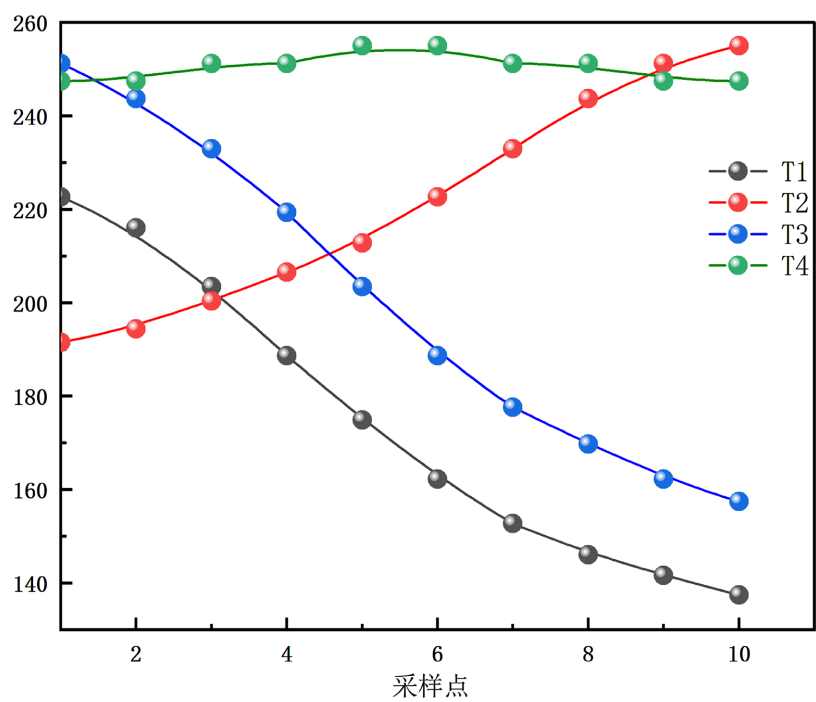


Figure 1. Graph of the mean F0 values for individual tones in the Jingyuan dialect
图 1. 泾源方言单字调 F0 均值曲线图

3.1.2. 单字调 T 值曲线

为减少发音人个人音高差异对调值判断的影响,本文进一步采用 T 值法对基频数据进行归一化处理。各调类 10 个采样点的 T 值数据见表 3, T 值曲线见图 2。

Table 3. T-value data table for single-character tones in the Jingyuan dialect
表 3. 泾源方言单字调 T 值数据表

调类	点 1	点 2	点 3	点 4	点 5	点 6	点 7	点 8	点 9	点 10
阴平 T1	4.1	3.9	3.5	3.0	2.5	2.0	1.6	1.3	1.1	0.9
阳平 T2	3.1	3.2	3.4	3.6	3.8	4.1	4.4	4.7	4.9	5.0
上声 T3	4.9	4.7	4.4	4.0	3.5	3.0	2.6	2.3	2.0	1.8
去声 T4	4.8	4.8	4.9	4.9	5.0	5.0	4.9	4.9	4.8	4.8

从表 3 和图 2 看,归一化后的四个调类仍保持稳定区分:阴平 T 值由高部降至低部,阳平由中部升至高部,上声由最高调域明显下降,去声则基本维持在最高调域附近。由此可见, T 值曲线与原始 F0 曲线的判断基本一致,进一步证明泾源方言单字调存在“降、升、高降、高平”的调型对立。

3.1.3. 单字调五度值归纳

在 T 值归一化基础上,本文依据五度值对应关系,将连续的声学数据转换为传统声调描写中常用的五度调值。具体结果见表 4。

表 4 显示,泾源方言单字调可归纳为阴平[41]、阳平[35]、上声[52]、去声[55]。其中,阴平为高起低落的降调,阳平为由中升高的升调,上声为起点较高、降幅较大的高降调,去声为整体稳定于高调域的高平调。四个调类的调型和调值区分清楚,说明基频走势和调域位置是判定其单字调类别的核心依据。

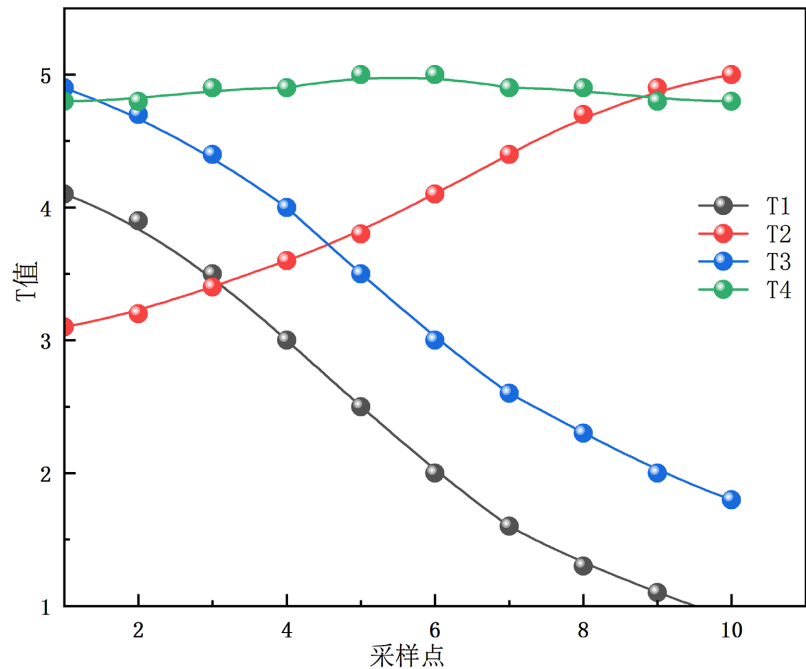


Figure 2. T-value curve for single-character tones in the Jingyuan dialect
图 2. 泾源方言单字调 T 值曲线图

Table 4. Table of experimental tone values for single-character tones in the Jingyuan dialect
表 4. 泾源方言单字调实验调值表

调类	T 值起点	T 值终点	调型	实验调值
阴平(T1)	4.1	0.9	降调	[41]
阳平(T2)	3.1	5.0	升调	[35]
上声(T3)	4.9	1.8	高降调	[52]
去声(T4)	4.8	4.8	高平调	[55]

3.2. 时长特征分析

除音高外，本文还统计了各调类声调负载段的平均时长，并将绝对时长转换为相对时长，以观察不同调类在发音长短上的差异。统计结果见表 5，时长对比见图 3。

由表 5 和图 3 可见，四个调类的时长存在一定差异：上声平均时长最长，阳平次之，阴平和去声相对较短。这一结果说明时长能够在一定程度上反映不同调型的发音特点。不过，泾源方言单字调的主要

Table 5. Statistical table of absolute and relative durations for each tone class in the Jingyuan dialect
表 5. 泾源方言各调类绝对时长与相对时长统计表

调类	平均时长/s	相对时长
阴平 T1	0.34	0.96
阳平 T2	0.37	1.04
上声 T3	0.39	1.1
去声 T4	0.32	0.9

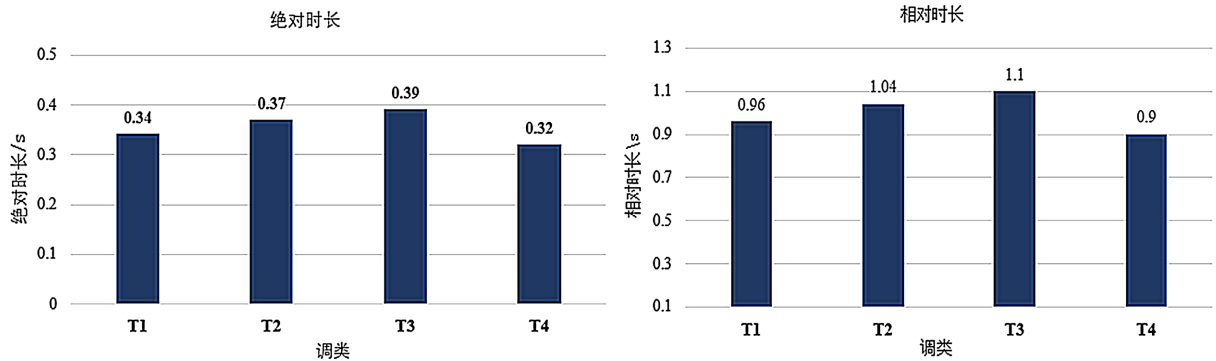


Figure 3. Comparison of the duration of tone classes in the Jingyuan dialect
图 3. 泾源方言各调类时长对比图

区别仍体现在基频走势、起止点高低和调域跨度上，时长只具有辅助说明作用，并非区分调类的决定性参数。

3.3. 泾源方言单字调声学特征归纳

综合基频曲线、T 值曲线、五度值换算和时长统计结果，泾源方言单字调的声学特征可概括如下。

第一，四个调类的音高走势对立清楚。阴平为降调，阳平为升调，上声为高降调，去声为高平调，分别表现出不同的升降方向和曲线形态。

第二，调域分布具有层次性。上声起点最高且降幅最大，阳平终点最高，阴平由高部降至低部，去声则稳定在高调域附近，各调类在调域中的位置错落分布。

第三，动态调与静态调并存，且基频作用更为突出。阴平、阳平、上声均有明显升降变化，去声则较为平稳；相较之下，时长差异主要起辅助说明作用。总体而言，泾源方言单字调可归纳为阴平[41]、阳平[35]、上声[52]、去声[55]，音高走势和调域分布是区分四个调类的主要依据。

4. 讨论

4.1. 实验调值与传统调值的比较

综合 F0 曲线、T 值曲线和五度值换算结果，本文将泾源方言单字调归纳为阴平[41]、阳平[35]、上声[52]、去声[55]。与传统记录相比，阳平[35]和上声[52]基本一致，阴平和去声则在调域高度上有所差异：阴平由传统记录的[31]表现为[41]，仍为降调，但起点明显升高；去声由[44]表现为[55]，调型仍为平调，但整体调域上移[12]。这说明，传统记音与实验测量并非简单矛盾关系，而是从不同角度呈现了泾源方言声调系统的面貌：传统记录更侧重听辨印象和调类概括，实验结果则通过基频曲线、调域位置和归一化数据揭示声调实现中的细微差别。由此可见，泾源方言单字调的整体调型较为稳定，实验结果与传统记录的差异主要体现在部分调类的具体音高位置上。

4.2. 调值差异的可能原因

实验调值与传统调值之间的差异，可能与研究方法、语音材料处理及方言变化等因素有关[13]。从更大的语言环境看，这种差异还可能与语言接触、社会流动和方言系统内部调类平衡等因素有关。首先，传统调值多依赖听辨记音，容易受到调查者听感经验和标调习惯的影响[14]；实验语音学方法则以基频数据为依据，通过 T 值归一化和五度值换算呈现声调的连续变化，因而能够更细致地反映调域差别。相关方言单字调实验研究表明，基于发音人语音材料提取基频并进行归一化处理，能够较为客观地呈现方言

声调格局及其变化趋势[15],这也说明后续研究可在扩大涇源方言发音人数量的基础上,进一步考察不同群体声调实现的差异。其次,声调负载段的切分会影响基频起点和终点的提取,进而影响调值归纳。再次,发音人的年龄、语速、嗓音条件及普通话接触程度等个体因素,也可能造成声调实现上的差异。此外,涇源地处陕、甘、宁交界地带,方言接触频繁,当地居民在日常交际中可能受到周边中原官话、普通话以及区域人口流动的共同影响,这些因素都可能促使部分调类在实际发音中出现调域抬高或调值靠近的现象。阴平和去声调域的抬高也可能反映出涇源方言声调系统的细微变化,同时也可能是声调系统内部为了维持阴平、阳平、上声、去声之间对立关系而产生的音高重新分布。但这一判断仍需更多发音人和更大规模语料进一步验证。

4.3. 涇源方言单字调系统的特点

从实验结果看,涇源方言单字调系统具有较清楚的四调格局,包括阴平、阳平、上声、去声四个调类。四个调类在调型和调域分布上形成稳定对立:阴平[41]为降调,阳平[35]为升调,上声[52]为高降调,去声[55]为高平调。其中,阴平、阳平和上声具有明显的动态变化,去声则基本稳定于高调域,表现为静态平调。总体而言,涇源方言单字调的主要区别体现在基频走势、起止点高低和调域跨度上,时长差异虽能辅助说明不同调类的发音特点,但并非区分声调的主要依据。

4.4. 研究局限

本文对涇源方言单字调进行了初步声学分析,但仍存在一定局限。首先,发音人数量有限,尚不能充分反映不同年龄、性别及地域背景下的声调差异。其次,实验材料每类选取8个例字,样本规模仍有扩展空间。再次,本文主要考察单字调,尚未涉及双字组、连续语流及连读变调等问题。后续研究可在扩大语料和发音人数量的基础上,结合更多声学参数和感知实验,并进一步考察不同年龄层、普通话接触程度及周边方言接触对声调实现的影响,对涇源方言声调系统作进一步考察。

5. 结语

通过实验语音学分析,涇源方言单字调可归纳为四个调类:阴平[41]、阳平[35]、上声[52]、去声[55]。四个声调在F0曲线、T值曲线和五度值分布上均表现出较明显的差异,其中阴平为降调,阳平为升调,上声为高降调,去声为高平调。从声学表现看,基频走势和调域分布是区分涇源方言单字调的主要依据,时长差异则具有辅助说明作用。整体而言,涇源方言单字调系统调类清楚,调型对立较为稳定。

相关分析结果可为涇源方言声调系统描写及宁夏方言声调比较研究提供声学依据。与此同时,从语言学交叉学科教学的角度看,实验语音学方法能够将声调的高低、升降和调域差异转化为直观的曲线图和数据结果,有助于弥补传统声调教学中过度依赖听辨和模仿的不足。在实际教学中,可将Praat基频曲线、T值归一化结果和五度调值分析引入声调教学与发音训练,引导学习者通过“听辨-观察-比较-模仿”的路径理解声调特征,从而提高声调感知和发音纠正的效果。由此可见,涇源方言单字调的声学分析不仅具有方言描写价值,也可作为实验语音学辅助汉语声调教学的实践案例。

从教学转化的角度看,本文的实验过程可进一步设计为声调教学中的实践环节。教师可先让学习者听辨涇源方言或普通话声调,再借助Praat显示基频曲线,引导学生观察不同声调在起点、终点、升降方向和调域跨度上的差异;随后结合T值归一化和五度值换算,使学生理解声学数据如何转化为传统声调描写。这样既能帮助学生掌握实验语音学的基本方法,也能将方言材料转化为汉语声调教学、发音训练和语言学交叉课程中的案例资源。

受发音人数量和实验样本规模限制,相关结论仍有进一步验证的空间。后续研究可扩大语料范围,

增加不同年龄层和不同性别发音人,并结合双字调、连读变调及感知实验,对泾源方言声调系统进行更全面的考察。

基金项目

甘肃省高等教育教学改革研究项目“铸牢中华民族共同体意识视域下语言学交叉学科人才培养模式创新研究与实践”。甘肃省陇原青年英才项目“甘肃省内多民族语言共演化特征研究”。

参考文献

- [1] Boersma, P. and Weenink, D. (2026) Praat: Doing Phonetics by Computer. University of Amsterdam.
- [2] 郝翠雪, 吕明. 近二十年对外汉语声调实验研究回望[J]. 现代语言学, 2023, 11(1): 326-334.
- [3] 泾源县志编纂委员会. 泾源县志[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1995.
- [4] 高葆泰. 宁夏方言的语音特点和分区[J]. 宁夏大学学报(社会科学版), 1989, 11(4): 37-50.
- [5] 张秋红. 宁夏方言的声调类型及调类合并分析[J]. 北方民族大学学报(哲学社会科学版), 2023(2): 120-127.
- [6] 游汝杰, 杨剑桥. 吴语声调的实验研究[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2001.
- [7] 黄慧翔, 蔡熠琛, 王弈菲. 山东高青方言单字声调实验研究[J]. 现代语言学, 2024, 12(2): 763-778.
- [8] 中国社会科学院语言研究所. 方言调查字表: 修订本[M]. 北京: 商务印书馆, 2004.
- [9] 卢振杰, 陶燕茹, 赵梓彤, 郑淳元. Praat 语音软件在普通话语音教学中的应用[J]. 沈阳大学学报(社会科学版), 2024, 26(6): 98-108.
- [10] 余洁. 青阳新河镇方言单字调实验研究[J]. 现代语言学, 2024, 12(8): 212-228.
- [11] 石锋. 语音格局: 语音学与音系学的交汇点[M]. 北京: 商务印书馆, 2008.
- [12] 高葆泰. 宁夏方音跟陕、甘、青方音的比较[J]. 宁夏大学学报(社会科学版), 1982, 4(4): 23-33+67.
- [13] 郭文娟. 成都方言单字调实验研究[J]. 现代语言学, 2024, 12(6): 601-616.
- [14] 吴宗济. 赵元任先生在汉语声调研究上的贡献[J]. 清华大学学报(哲学社会科学版), 1996, 11(3): 60-65.
- [15] 孙语婕, 安丽卿. 西宁方言单字调实验研究[J]. 西北民族大学学报(自然科学版), 2024, 45(1): 1-6.