

东部裕固语元音舌位研究

——兼与蒙古语族语言比较

周学文

[提要] 本文采用元音归一方法,即 Z 归一法,对东部裕固语元音发音舌位进行分析,并与其余 7 种蒙古语族语言/方言的 3 个主要元音/e/、/i/、/u/的舌位进行了比较。研究发现东部裕固语/a/的舌位非常低,/a/和/ə/舌位非常接近,从元音音质上说,/a/似乎类似于/a/;/o/和/ɔ/的舌位非常接近。东部裕固语与东乡语、保安语、土族语的舌位较为接近,其中/e/、/i/舌位与东乡语、保安语、土族语类似,而/u/舌位与蒙古语陈巴尔虎方言和察哈尔方言类似,和硕特方言的/e/最靠后、/i/最高,整体舌位范围最大。东部裕固语与蒙古语族其他语言元音舌位差异较大。

[关键词] 蒙古语族语言 东部裕固语 元音 舌位 元音归一

一 引言

裕固族主要居住在我国西北地区。根据 2020 年第七次全国人口普查统计,裕固族总人口数为 14706 人。裕固族主要使用三种语言:一种是东部裕固语,属阿尔泰语系蒙古语族,它和同语族的蒙古语、东乡语有着密切的关系,操东部裕固语的裕固族主要分布在甘肃省肃南裕固族自治县康乐区;一种是西部裕固语,属阿尔泰语系突厥语族,它和同语族的维吾尔语、哈萨克语等有着密切的关系,操西部裕固语的裕固族主要分布在甘肃省张掖市肃南裕固族自治县西部的明花区、大河区等地;一种是汉语,因为与汉族的交往日益密切,很多裕固族转用汉语。关于操东部裕固语的裕固族的来源,学界一般认为是元代以来统治撒里畏兀地区的元宗室或其他说蒙古语族语言的部落,以及某些改用蒙古语族语言的突厥语族部落。

国外对东部裕固语的研究起始于 20 世纪中叶。根据吴汉、李永宏(2017)对东部裕固语研究文献的综述,国外对东部裕固语的研究是一个逐步深化的过程,早期主要关注调查和描写以及借词问题,后期关注与周边语言的接触问题。

国内对东部裕固语的研究较少,主要成果有《东部裕固语简志》(照那斯图 1981)、《东部裕固语和蒙古语》(保朝鲁、贾拉森 1992)、《东部裕固语词汇》(保朝鲁 1985)、《东部裕固语带擦元音》(呼和、梅花 2019)等。照那斯图(1981)认为,在蒙古语族内,东部裕固语同土族语、东乡语、保安语的语音共性较多,而词汇和语法方面与蒙古语的共性多些。这些观点主要基于语言调查时语言学家的感官(听觉和视觉)和经验,缺乏量化的实验数据的实证。本文拟用实验语音学的手段以及元音归一方法,对东部裕固语元音的舌位及与蒙古语族其他语言元音舌位的异同进行量化研究,为语言间元音相似度的研究提供量化依据。

二 实验方法

(一) 实验材料

本文选定的东部裕固语男女两位母语发音人为肃南裕固族自治县康乐区康乐乡达赫隆村牧民, 年龄为 40~50 岁之间, 另外本文选择了蒙古语的标准音、和硕特(卫拉特)方言、陈巴尔虎(巴尔虎—布里亚特)方言和察哈尔(内蒙古)方言, 以及东乡语、保安语、土族语为比较对象, 这 8 种语言/方言(土语)均属于蒙古语族。

语音声学参数数据提取过程如下: 1) 制定发音词表, 发音词表中包括 2000 多个词(单音节、双音节和多音节); 2) 在录音室或其他静音环境下由母语发音人用朗读语速朗读词表, 用联想 ThinkPad 电脑录音; 3) 使用基于语音分析软件 PRAAT 的自动标注软件对语音词进行声学参数标注, 使用自动提取软件生成语音声学参数库; 4) 将语音声学参数库导入到“中国少数民族语音声学参数平台”(以下简称“平台”), 开发“平台”的检索、统计和分析功能。本文利用“平台”检索和导出功能统计了相应元音的声学参数, 为了保持元音参数比较基准的一致, 元音参数都取自男发音人多音节词的词首音节(东部裕固语还提取了女性发音人数据), 每种语言各元音样本量 100 个左右。

因为记音的年代不同和语音变化, 对东部裕固语的元音音系归纳有不同观点, 本文采用照那斯图(1981)《东部裕固语简志》的音位系统, 包含 9 个基本元音: /ə/、/i/、/u/、/ɔ/、/ɑ/、/ø/、/e/、/ɛ/、/ʊ/, 本文对其发音舌位进行研究, 并讨论其特点。

(二) 元音的归一

Joos(1948)提出, 元音的舌位与元音共振峰相关, 舌位高低与第一共振峰 F1 有关, 舌位前后与第二共振峰 F2 有关, Delattre(1969)对此理论做了优化, 提出第三共振峰 F3 与唇的圆展和 -r 化音色有关。由于发音人的生理特征(声道、口腔)差异以及发音的语境、韵律等的影响, 对于音系系统中记音相同的元音, 其实际发音样本中测量的共振峰值的变化范围很大。据笔者测试, 其波动一般在 10%~30%之间, 很难获得元音“稳定”的共振峰特征值。因此, 要进行元音发音特性的比较, 必须对元音共振峰进行规整或归一(Wowel Normalization), 在保留元音区别意义的同时, 减小发音人的个性生理特征、发音特征、语境等方面的差异, 获得元音固有的、稳定的、发音人无关的特征值。

Johnson(2005)回顾了二十世纪五十年代以来 Peterson(1961)、Sussman(1986)、Miller(1989)等语音学家提出的元音共振峰归一公式, 归一值为高阶共振峰与低阶共振峰(或基频)之间的对数差。为了统一归一公式的评估标准, 笔者提出了两个指标: 一是用变异系数 CV(Coefficient of Variance)评估归一值的收敛性, CV 是比较不同数字序列收敛性的常用参数, 它是标准差(σ)与平均值(μ)的比值, 该值越小说明归一值越收敛, 越可能将元音归一特征值“压缩”到较小范围内; 二是用多个发音人归一值的比值评估发音人波动性, 即发音人的归一值均值之间的比值与 1 的差的绝对值, 该值越接近于零, 说明发音人波动越小。通过对多种语言(彝语、藏语、维吾尔语、英语、汉语普通话等)的几万个样本的元音共振峰进行归一化测试, 笔者发现了一种效能极佳的共振峰的相对关系公式, 即对数商关系(以下称 Z 归一法, $Z1=\log F2/\log F1$, $Z2=\log F3/\log F2$), 并与国际上公开的归一化公式进行了比较, 结果显示, 就以上两个指标而言, Z 归一法远远优于其他归一公式, Z 归一法的 CV

一般在为3%以内, 发音人波动性一般在2%以内, 而其他归一方法的CV在3%~20%之间, 发音人波动性可达20%以上(Xuwen Zhou 2017; 周学文 2020)。例如, 以彝语单音节词(男女两位发音人, 样本数量500以上)为例, 如果采用Z归一, 则/a/的CV均小于1.3%, 发音人波动性1%~2%; /i/的CV均小于2.7%, 发音人波动性1%~2%; /u/的CV均小于6%(彝语特殊的唇颤发音造成/u/共振峰波动较大, 因而归一效果稍差), 3个元音发音人波动性均小于2%, 其他元音的归一结果也类似。如果采用其他归一法(Peterson公式、Miller公式等), 则CV值要比Z归一大5~10倍, 发音人波动性为3%~20%, 均远逊于Z归一法。

Peterson & Barney (1952) 研究了美国英语元音的声学特征和听觉感知的关系, 10个元音的共振峰平均值见表1所示, 本文对表1的数据分别计算归一的Z值, 结果如表2所示。

表1 美国英语三组发言人10个元音的共振峰平均值(单位: 赫兹)(Peterson & Barney 1952)

共振峰	发音人	/i/	/ɪ/	/ɛ/	/æ/	/ɑ/	/ɔ/	/o/	/u/	/ʌ/	/ə/
F1	男	270	390	530	660	730	570	440	300	640	490
	女	310	430	610	860	850	590	470	370	760	500
	童	370	530	690	1010	1030	680	560	430	850	560
F2	男	2290	1990	1840	1720	1090	840	1020	870	1190	1350
	女	2790	2480	2330	2050	1220	920	1160	950	1400	1640
	童	3200	2730	2610	2320	1370	1060	1410	1170	1590	1820
F3	男	3010	2550	2480	2410	2440	2410	2240	2240	2390	1690
	女	3310	3070	2990	2850	2810	2710	2680	2670	2780	1960
	童	3730	3600	3570	3320	3170	3180	3310	3260	3360	2160

表2 美国英语10个元音共振峰归一的Z值、CV及男女童三组比

Z值 元音	Z1					Z2				
	男	女	童	CV %	三组比	男	女	童	CV %	三组比
/i/	1.382	1.383	1.365	0.600	1:1:0.99	1.035	1.022	1.019	0.677	1:0.99:0.98
/ɪ/	1.273	1.289	1.261	0.900	1:1.01:0.99	1.033	1.027	1.035	0.330	1:0.99:1
/ɛ/	1.198	1.209	1.204	0.374	1:1:1	1.040	1.032	1.040	0.364	1:0.99:1
/æ/	1.148	1.129	1.120	1.031	1:0.98:0.98	1.045	1.043	1.046	0.119	1:1:1
/ɑ/	1.061	1.054	1.041	0.788	1:0.99:0.98	1.115	1.117	1.116	0.073	1:1:1
/ɔ/	1.061	1.070	1.068	0.362	1:1:1	1.157	1.158	1.158	0.041	1:1:1
/o/	1.138	1.147	1.146	0.352	1:1:1	1.114	1.119	1.118	0.193	1:1:1
/u/	1.187	1.159	1.165	1.029	1:0.98:0.98	1.140	1.151	1.145	0.393	1:1.01:1
/ʌ/	1.096	1.092	1.093	0.155	1:1:1	1.098	1.095	1.102	0.261	1:1:1
/ə/	1.164	1.191	1.186	0.994	1:1.02:1.02	1.031	1.024	1.023	0.347	1:0.99:0.99

从表2可知, 绝大部分Z1和Z2的CV值小于1%, 只有两个值略大于1%: 1.031 (/æ/的Z1)和1.029 (/u/的Z1), Z归一的收敛性令人满意; 观察Z1和Z2的三组比, 比例均在1±2%以内, 意味着三组发音人元音归一值波动性在2%以内。

如果不对元音进行归一，美国英语元音/i/、/a/、/u/的三组发音人（男女童）的共振峰平均值，以及总平均值、标准差、CV、三组比例如表3所示，其共振峰的收敛性CV介于10~20%之间，波动性介于10~45%之间，远远超过Z归一法的1%的CV和2%的波动性。

表3 英语3个元音的共振峰分组平均值及总平均值、标准差、CV和三组比

元音	共振峰	男	女	童	μ	σ	CV %	三组比
/i/	F1	270	310	370	317	41	12.98	1:1.15:1.37
	F2	2290	2790	3200	2760	372	13.48	1:1.22:1.39
	F3	3010	3310	3730	3350	295	8.81	1:1.10:1.24
/a/	F1	730	850	1030	870	123	14.17	1:1.16:1.41
	F2	1090	1220	1370	1227	114	9.33	1:1.12:1.26
	F3	2440	2710	3180	2777	306	11.01	1:1.11:1.30
/u/	F1	300	370	430	367	53	14.49	1:1.23:1.43
	F2	870	950	1170	997	127	12.73	1:1.09:1.34
	F3	2240	2670	3260	2723	418	15.35	1:1.19:1.45

（三）Z图的发音生理意义

语音学界常以F1和F2为两个维度表示声学元音图（以下称F图），纵轴F1表示舌位高低，横轴F2表示舌位前后，同理，我们也可以用Z归一法的Z1和Z2值画出元音的Z图。经过对多种语言的F图和Z图比较，两图上元音之间的舌位相对位置关系均保持一致，即纵轴Z1表示舌位高低，横轴Z2表示舌位前后，如图1为汉语普通话4个元音的F散点图和Z散点图，经过与鲍怀翘、林茂灿（2014）引用周殿福、吴宗济（1963）所做的普通话元音的X光舌位轨迹图的比较，图1（右）Z图与X光的元音舌位关系均一致，尤其是/u/和/i/的高低关系一致（i/高/u/低），而图1（左）中这两个元音明显不同（高度几乎相等）。

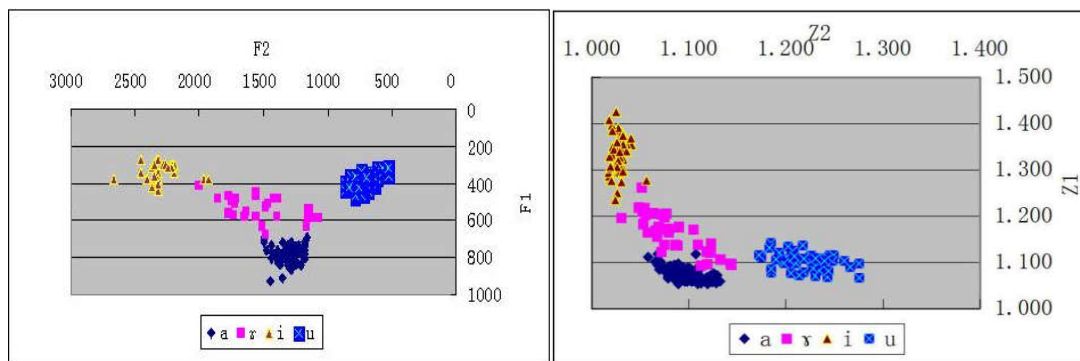


图1 汉语普通话的F图（左）和Z图（右）

观察图1，F图元音在两个维度的最大变化达到100%，而Z图元音在两个维度的最大变化大约15%，但因为Z图的发音人归一值均值（Z1和Z2）的波动率仅为2%，所以单个发音人元音的归一值均值具有相当的稳定性，可以代表该元音的舌位特性，而归一值均值的波动率超过2%的元音的发音舌位可能存在明显差异。

在理想的元音图上,相同的元音具有较高的收敛度(较小的CV),占据的区域较小;不同的元音间具有较高的离散度(Dispersion),不同元音间的区域相互距离较远或重叠较少。本文提出用3个标杆元音/a/、/i/、/u/之间的相对距离计算离散度,其值为两元音在某维度上的距离差($\mu_1-\mu_2$ 的绝对值)减去各自波动率(以 $\sigma_1+\sigma_2$ 表示)后的值与该距离差的比例。离散度分高低和前后两个维度,我们定义纵向离散度 $VerDis = (ABS(\mu_1-\mu_2) - (\sigma_1+\sigma_2)) / ABS(\mu_1-\mu_2)$,对于F图, μ_1 、 μ_2 为/i/和/a/的F1均值, σ_1 、 σ_2 为/i/和/a/的F1的标准差,ABS为绝对值,定义横向离散度 $HorDis = (ABS(\mu_1-\mu_2) - (\sigma_1+\sigma_2)) / ABS(\mu_1-\mu_2)$,对于F图, μ_1 、 μ_2 为/i/和/u/的F2均值, σ_1 、 σ_2 为/i/和/u/的F2的标准差。对于Z图,离散度公式同上,但VerDis使用Z1的平均值和标准差,HorDis使用Z2的平均值和标准差。使用藏语和东部裕固语(以/e/代替/a/)3个标杆元音计算离散度的结果显示,Z图的高低离散度比F图有改善,而Z图的前后离散度比F图有所降低,其他语言的离散度计算结果也类似。因此,F图和Z图的离散度相差不大,但相对于F图,Z图极大提高了收敛度(减小了CV),从而缩小各元音的分布区域并稳定了其位置。

三 实验结果

首先我们比较东部裕固语男女两位发音人的归一值,表4为东部裕固语男女两位发音人3个元音Z归一值的均值及其波动性,Z1和Z2的波动性(男女比与1差的绝对值)均在2%以内,说明Z归一法具有极小的发音人波动率。

表4 东部裕固语男女两位发音人3个元音Z归一值的均值

元音	Z1-男	Z1-女	Z1 男女比	Z2-男	Z2-女	Z2 男女比
e	1.118	1.101	1.02	1.089	1.082	1.01
i	1.284	1.314	0.98	1.036	1.034	1.00
u	1.143	1.175	0.98	1.153	1.134	1.02

东部裕固语男发音人的9个元音的Z归一值、标准差和收敛度CV如表5所示。

表5 东部裕固语元音的Z值平均值 μ 、标准差 σ 和收敛度CV(男发音人)

元音及Z值	e	i	u	ɔ	ʊ	ø	e	ɔ	ʊ	
Z1	μ	1.118	1.284	1.143	1.194	1.198	1.235	1.238	1.111	1.125
	σ	0.026	0.039	0.016	0.029	0.033	0.013	0.018	0.017	0.026
	CV%	2.3	3.0	1.4	2.4	2.8	1.0	1.5	1.5	2.3
Z2	μ	1.089	1.036	1.153	1.085	1.098	1.049	1.048	1.138	1.132
	σ	0.017	0.010	0.018	0.021	0.024	0.007	0.008	0.022	0.026
	CV%	1.5	0.9	1.6	1.9	2.2	0.7	0.8	2.0	2.3
样本量	439	76	70	147	91	83	165	165	75	

东部裕固语9个元音的Z图如图2所示。

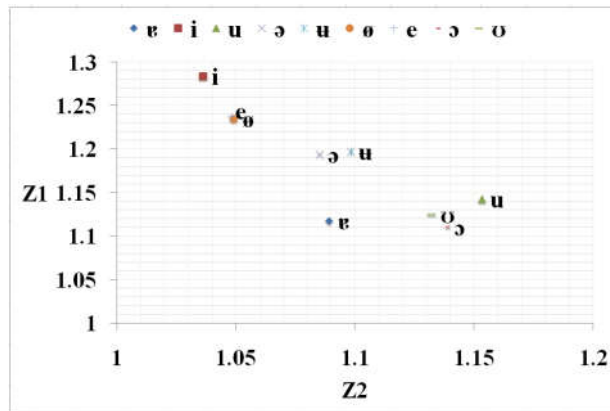


图2 东部裕固语元音的Z图

表5显示东部裕固语所有元音Z值的收敛度CV均在3%以内，这意味着图2上每个元音的分布较为集中，元音的舌位相对关系与国际音标表的元音相对关系一致，/e/和/ø/的舌位几乎相同，差别只是非圆唇与圆唇；/ɤ/和/ə/舌位非常接近，/ɤ/的舌位非常低，从元音音质上说，/ɤ/似乎类似于/ə/；另外，/o/和/ɔ/的舌位非常接近。东部裕固语的音位系统有不同的记法，有人把/ɤ/和/ə/合记为/ə/，把/o/和/ɔ/合记为/o/，比较图2，这样的音位归纳也有一定的合理性。

下面我们进行8种蒙古语族语言/方言（土语）元音舌位的比较。利用元音Z值平均值进行比较的原理是基于如下事实：1) Z值的收敛性很好；2) Z值的发音人差异极小；3) Z值的生理意义得到了多种语言数据的证实，即Z1代表舌位高低，Z2代表舌位前后。表6为8种语言/方言（土语）的3个标杆元音的Z值平均值（每种语言的元音样本为100个左右，均来自男性发音人的词首音节）。

表6 8种语言/方言（土语）的3个标杆元音的Z值平均值

元音	Z值	和硕特方言	陈巴尔虎方言	东部裕固语	察哈尔方言	蒙古语	东乡语	保安语	土族语
e	Z1	1.107	1.100	1.118	1.105	1.097	1.100	1.117	1.113
	Z2	1.118	1.066	1.089	1.062	1.065	1.078	1.072	1.073
i	Z1	1.310	1.292	1.284	1.306	1.299	1.276	1.283	1.267
	Z2	1.049	1.050	1.036	1.036	1.043	1.041	1.046	1.044
u	Z1	1.157	1.162	1.143	1.157	1.183	1.155	1.186	1.174
	Z2	1.139	1.160	1.153	1.140	1.111	1.115	1.107	1.107

应用统计软件SPSS对表7数据进行快速聚类结果如表7所示。

表7 元音分类结果

语言/方言	元音分两类			元音分三类		
	e	i	u	e	i	u
蒙古语	2	1	1	2	1	1

和硕特方言	1	1	2	1	1	2
陈巴尔虎方言	2	1	2	2	2	2
察哈尔方言	2	1	2	2	1	2
东乡语	2	2	1	2	3	3
保安语	2	2	1	3	2	1
土族语	2	2	1	3	3	1
东部裕固语	2	2	2	3	2	2

在表7中观察元音分两类的结果,对于/e/,除了和硕特方言外(其舌位显著靠后),其余语言的/e/均相似(因为Z值最大最小相差在2%以内),对于/i/和/u/,东乡语、保安语、土族语属于一类,i/较低,u/靠前,而东部裕固语与该类的/i/相似,蒙古语与该类的/u/相似,而和硕特方言、陈巴尔虎方言和察哈尔方言与该类的/i/和/u/均不相似。对于表7中元音分三类的结果,对于/e/,除了和硕特方言外,蒙古语标准音及方言均相似,对于/i/和/u/,蒙古语标准音及方言大部分相似。对非蒙古语标准音及方言的语言而言,对于/e/,大部分相似(除东乡语外),而/i/和/u/的分组不同。

四 结论和讨论

根据保朝鲁、贾拉森(1992)的观点,东部裕固语是在蒙古语族诸语言中最接近蒙古语的语言,二者语音系统接近,除大量同源词外,还拥有相同的形态变化和句法结构。根据3个标杆元音(/e/、/i/、/u/)的发音舌位特点,本文研究发现,蒙古语标准音及方言的3个元音大多类似,但和硕特方言的元音/e/舌位明显靠后,显著区别于其他语言。东乡语、保安语、土族语之间3个元音较为类似。对于/a/、/u/,东部裕固语与蒙古语标准音及方言大部分均类似,对于/i/,东部裕固语与东乡语、保安语、土族语较为类似。总之,就3个元音的发音而言,东部裕固语与东乡语、保安语、土族语的舌位较为接近,这一点支持了照那斯图(1981)的观点。至于东部裕固语的音系,因为元音的Z图显示,/u/和/ɔ/接近,/ɔ/和/ɔ/接近,所以可考虑分别合记为/ɔ/和/o/,如果只考虑发音舌位的关系,这样的音位归纳应该更为合理。

参考文献

- [1] 保朝鲁. 1985.《东部裕固语词汇》,呼和浩特:内蒙古人民出版社.
- [2] 保朝鲁、贾拉森. 1992.《东部裕固语和蒙古语》,呼和浩特:内蒙古人民出版社.
- [3] 鲍怀翘、林茂灿主编. 2014.《实验语音学概要》(增订版),北京:北京大学出版社.
- [4] 呼和、梅花. 2019.《东部裕固语带擦元音》,《满语研究》第1期.
- [5] 吴汉、李永宏. 2017.《东部裕固语研究文献综述》,《现代语文》(语言研究版)第4期.
- [6] 照那斯图. 1981.《东部裕固语简志》,北京:民族出版社.
- [7] 周殿福、吴宗济. 1963.《普通话发音图谱》,北京:商务印书馆.
- [8] 周学文. 2020.《基于归一化的元音发音部位比较——以彝藏普通话元音为例》,《民族语文》第6期.
- [9] Delattre, Pierre. 1969. An acoustic and articulatory study of vowel reduction in four languages. *International*

- Review of Applied Linguistics in Language Teaching*, 7(4): 295-325.
- [10] Johnson, Keith, 2005. Speaker Normalization in Speech Perception. In D. B. Pisoni & R. Remez (eds.). *The Handbook of Speech Perception*, pp. 363-389. Oxford: Blackwell Publishers.
- [11] Joos, M. A. 1948. Acoustic phonetics. *Language Supplement*, 1-136.
- [12] Miller, J. D. 1989. Auditory-perceptual interpretation of the vowel. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 85(5): 2114-2134.
- [13] Peterson, G. E. 1961. Parameters of vowel quality. *Journal of Speech and Hearing Research*, 4: 10-29.
- [14] Peterson & Barney. 1952. Control methods used in a study of the vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 24: 175-184.
- [15] Sussman, H. M. 1986. A neuronal model of vowel normalization and representation. *Brain and Language*, 28: 12-23.
- [16] Xuewen Zhou & Congjun Long. 2017. An Efficient Vowel Normalization Algorithm-Logarithmic Quotient Model. *O-COCOSDA, November 1-3, 2017 Proceeding*, Seoul, Korea.

A Research on Lingual Positions of Vowels in the Eastern Yugur Language: With a Comparison with Other Mongolic Languages

ZHOU Xuewen

[Abstract] In this paper, a vowel normalization method, the Z-normalization method, is used to analyze the lingual positions of the Eastern Yugur vowels in the Chinese Minority Phonetic Acoustic Parameter Platform, and a comparison is conducted on the lingual positions of the three main vowels /e/, /i/ and /u/ in Eastern Yugur and seven other Mongolic languages and their dialects. It is found that the lingual position of the vowel /u/ in Eastern Yugur is very low, which is very close to that of /ə/. In terms of vowel quality, it seems that /u/ is similar to /ə/. In addition, /o/ and /ɔ/ are also close in tongue positions. The lingual positions of Eastern Yugur vowels are similar to those of Dongxiang, Bao'an and Tu (aka Monguor) vowels; to be specific, the lingual positions of /e/ and /i/ are similar to those of their counterparts in Dongxiang, Bao'an and Tu languages, while the lingual position of /u/ is similar to that of its counterpart in the Chenbarhu and Chahar dialects. Among all Mongolic languages, the lingual position of /e/ is the most backward and that of /i/ is the highest in the Heshuote dialect, and the overall range of tongue positions of the Heshuote vowels is the biggest. Eastern Yugur shows great differences from other Mongolic languages in tongue positions of vowels.

[Keywords] Mongolic languages Eastern Yugur language vowel lingual position vowel normalization

(通信地址: 100081 北京 中国社会科学院民族学与人类学研究所)

【本文责编 木再帕尔】