

北京话单字音声调的统计分析

石 锋 王 萍

提要 本文通过对 52 位北京人的语音材料进行统计分析,考察了北京话单字音声调的统计特性。通过主体分布分析、极限分布分析以及对比分析,得到了每一个声调调位内部声调变体的分布趋势,从而区分出每个声调调位的稳态段和动态段。每个声调调位的稳态段和动态段与其他调位相区分时发挥的作用有大小的不同,稳定程度也相应地有高低的差别。

关键词 北京话 声调 统计分析 稳态段

一 北京话单字音研究概述

北京话的声调研究由来已久。国内最早见到的是赵元任的记录。他是用七弦琴为工具依据听感做成曲线画在五线谱上,但认为这“不过是半定量半定性的结果,还不够算纯定量的记载。希望大家都用精确的方法再作能成定案的研究。”(赵元任,1922)此后,刘复(1924)、白涤洲(1934)、林茂灿(1965)、石锋(1994)等采用不同的实验手段和标调方法对北京话的单字音声调又进行了深入细致的分析,其中石锋采用了 T 值计算方法。由于不同发音人的调域相差很大,采用 T 值的计算方法,可以使不同的实验结果之间具有最大程度的可比性。(石锋,1994)所以本文也采用了 T 值的方法。

上述研究都是选择数量较少的发音人进行实验分析,本文则是对 52 位北京人的发音进行较大规模的实验和统计分析,其中主要是对北京话 4 个调类的总体分布趋势进行统计分析,并且在此基础上区分了每个调位的稳态段和动态段。

二 声学实验和统计分析的基本步骤和程序

2.1 发音样品的选择和制作

我们在包括 52 位北京发音人发音的《汉语语音数据库》(由美国学者 Robert Sanders 和石锋合作完成)中挑选出阴平、阳平、上声、去声每个声调各 10 组字的录音作为样本。发音样本中没有选择声母是鼻音、边音和零声母的字。Howie(1976)曾分析声调覆盖的范围,认为以浊辅音和半元音开头的音节中,声调曲线跟其他音节的声调曲线存在着有规律的差别。前者有弯头,而后者没有。前者的弯头只是预期性的调节段,弯头后面才是真正的声调。因此,声调的范围不是音节中全部的带音部分,而限于元音和它后面带音的部分,也即,声调作用由韵母表现。石锋(1987)对天津话声调的分析中也得到相同的结论。

每个发音人 4 个声调各有 10 组发音,即每个声调为 520 个取样。我们共得到 $52 \times 10 \times 4 = 2080$ 个有效样品。发音字表的具体情况请参看本文附录。52 位发音人按照年龄、性别、家

庭语言背景进行分组,分布情况见下面的统计图。

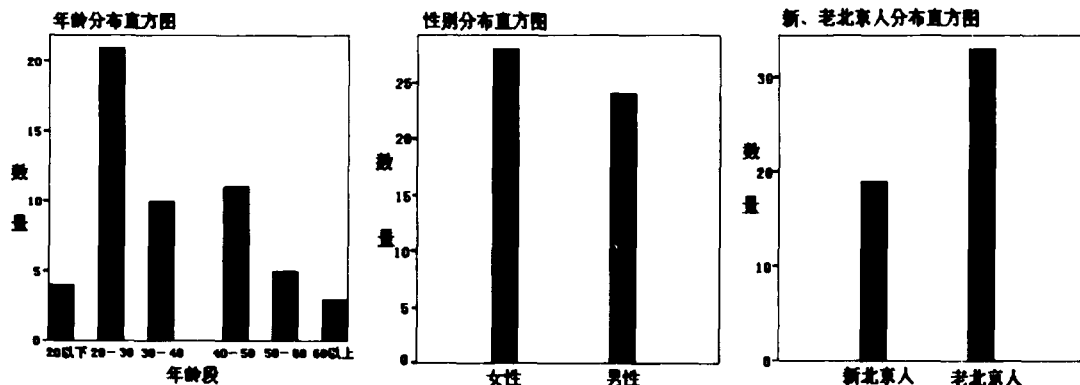


图1 提供调查样本的发音人背景分布图

图1表现出样本发音人的年龄分组基本上符合正态分布,其中20—30岁年龄段的人数多了一些。发音人的性别比例大体上平衡。家庭语言背景的分布中,老北京人比新北京人多一些。这里的新、老北京人的判断标准是参照胡明扬先生的意见,老北京人是父母双方为北京人,本人在北京长大;新北京人则是父母双方或一方不是北京人,而本人在北京长大。

2.2 声学实验中声学参数的提取

我们以南开大学开发的计算机语音分析系统“桌上语音工作室”为实验工具,分别对每位发音人的语音样本进行声学分析。测量点的选取方法是先在每一条声调曲线的起点和止点之间取中点,可以得到三个点;然后在起点跟中点和中点跟止点之间再各取一个中点,就会得到五个点;最后在相邻的两点之间再各取一个中点,这样就得到九个点。这个过程可以在“桌上语音工作室”中自动完成。同一组样品在同样测量点上的测量数据进行平均计算。这样做便于不同的声调在时长上进行归一,当然,如果有短促入声的情况还可以单独处理。

2.3 语音数据的相对化

语音研究应该采用相对化和归一化的数据,而非绝对的数据。这样才能有效剔除性别、年龄等外部因素带来的差异。据此得到的研究结果才会具有普遍性的意义。

正如元音的分析采用相对化的Bark值一样,我们的声调分析全部采用相对归一的T值计算。(石锋,1986)声调T值的计算公式如下:

$$T = \frac{\lg x - \lg b}{\lg a - \lg b} \times 5$$

其中,a为调域上限频率,b为调域下限频率,x为测量点频率。得出的T值就是x点的五度值参考标度。也即:

$$T = \{ [\lg x - \lg(\min)] / [\lg(\max) - \lg(\min)] \} \times 5$$

在计算中应注意,进入公式的数值不是每个测量点上单个样品的测量值,而是在这个测量点上全组样品经过统计整理的平均值。

首先需要得出整个样本中(例如北京话声调实验样本)每一组样品(例如阴平、阳平、上声、去声四组样品)各个测量点(如每一声调取9个测量点)的频率数据的平均值(即每个声调有9个平均值,四个声调共有36个平均值)。上文中的调域上限频率和调域下限频率分别是全部测量点平均值(如这里的36个平均值)中的最大值和最小值,测量点频率则是指每一个测量点的平均值,这样计算得出的就是每一个测量点的T值。

根据公式计算的T值取值范围只能在0到5之间。T值跟五度值之间的对应关系为:从0到1之间大体可以看作五度值的1度;1到2之间看作2度;2到3之间看作3度;3到4之间看作4度;4到5之间看作5度。

2.4 相对化数据的统计分析

我们以SPSS10.0为统计工具,对声学分析的T值数据继续进行总体的统计分析。统计整理的过程就剔除了个别的离群值,从而保证了数据的整体客观性。在语音实验中,各个发音人的调域相差很大,并且言语声调的音高是相对音高。所以我们采用T值的计算方法。这样可以使不同的实验结果之间具有最大程度的可比性。

2.5 根据相对化的统计结果进行语音学分析

我们根据相对化的统计结果,分析语言现象背后存在的差异、趋势、规律,进而求得语音学研究中的一般性结论。

三 北京话单字音的统计分析

3.1 语音样本的总体统计分析

我们对2080个语音样品的分析采取声学实验和统计分析相结合的方法。具体来说,在声学实验中,分别测算52位发音人每个声调的T值,其中每个声调选取9个测量点,共计得出 $52 \times 4 \times 9 = 1872$ 个点的T值数据。然后将声学分析得到数据输入统计软件,分别计算出每个声调各个测量点在全部发音人中的平均值、标准差、最大值、最小值。最后,根据数据分别做出有关的统计图表。

统计图表的横坐标是依照时长归一的原则依次等距离标出的9个点,纵坐标则是跟五度值相对应的从0到5的T值标度。我们经过测算得到的每一个T值数据都可以在坐标图中依次找到对应的一个点,属于同一个声调的9个点就能够确定这个声调的调型曲线。

3.2 语音样本的主体分布

声调格局中,每一声调所占据的不是一条线,而是一条带状的声学空间,这如同在声学元音图上用画圈的办法标示每个元音音位的声学空间。因此,通常所作的声调调型曲线不应只看成是一条线,而应该作为一条带状包络的中线或主线。(石锋,1994)因此,我们对语音样本的总体统计分析采取如下的方法:用平均值加减标准差来得到每个声调的声学空间。标准差表示一组数据对于均值 \bar{x} 的离散程度。用这种方法计算出的声学空间的范围可以排除一些偶然的个别因素。(见下页图2)

图2中每个声调的声学空间都由均匀分布的3条曲线组成。其中,位于中间的曲线由9个点的平均值确定,这就是带状包络的中线或主线;上方和下方的曲线分别由平均值加减标准差得到。图中每个声调的音长数据都进行了归一化。图2可以清楚地表现每一个声调的情况。

图3(见下页)是石锋(1994)为了说明声调分布的声学空间,根据刘复(1924:1位发音人)、白泽洲(1934:5个取样)、林茂灿(1965:2个发音人,38个取样)、石锋(1994:5个发音人,45个取样)的实验数据,统一采用T值公式计算作出的示意图。这个图形和图2的统计结果的总体趋势是一致的。北京话的4个声调是以去声的起点为最高点,上声的折点为最低点确定的调域。并且北京话的不同调位之间的对立是很明显的,一高一低,一升一降,4个调型曲线构成准对称图形。

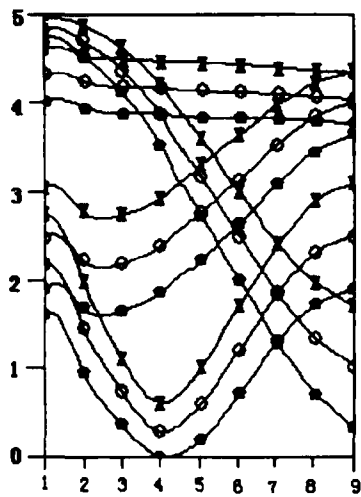


图2 北京话四个声调的主体分布总图

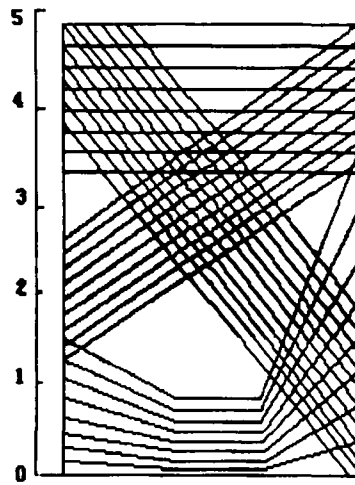
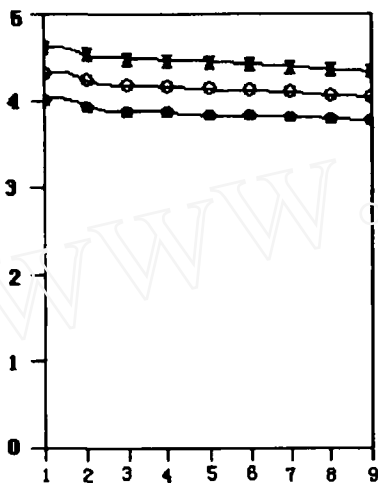
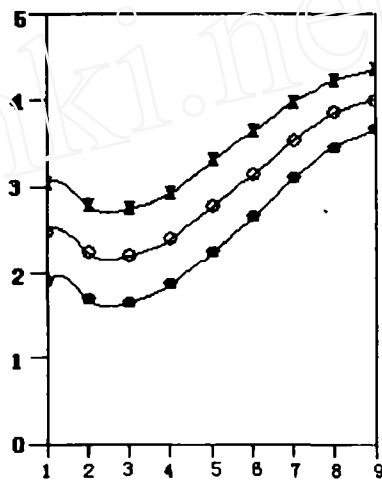


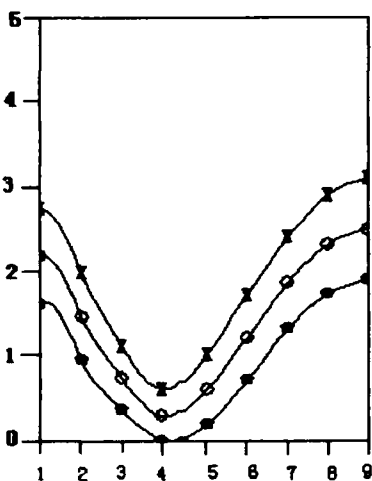
图3 北京话四个声调的声学空间(石铎,1994)



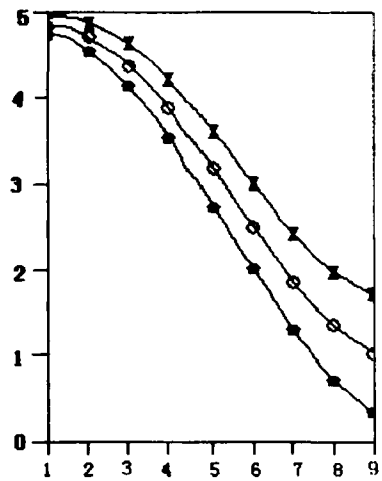
北京话阴平调的主体分布



北京话阳平调的主体分布



北京话上声调的主体分布



北京话去声调的主体分布

图4 北京话四个声调的主体分布分图

阴平调完全位于调域的上部,平调其实并不是一个绝对水平的调型。起点的平均 T 值最高,为 4.33;终点最小,为 4.07。阴平调声学空间的动态范围:起点和终点的标准差都是 0.29,中间各点稍高。整个声调的音高范围基本在 5 度中,起伏不超过 0.5 度。因此,其调值可以记作 55。

阳平调是从调域中部到调域上部的升调,起始处有小的“凹”形。起点的平均 T 值为 2.48;音高最小的是第三个点,T 值为 2.21;终点的 T 值最高,为 4.02。阳平调的动态范围:起点标准差最大,为 0.57,以后各点逐渐减低,第三点为 0.54,终点标准差最小,为 0.35。对应为五度值:上限 435,中线 335,下限 224。因此其调值可记为 335 或 35。如果在实验中选取的测量点较少,只计算起点和终点的音高,就会忽视这个阳平调起始段的“凹”形表现。这是声带发音的生理物理机制自然造成的伴随特征,“凹”、“凸”应该作为声调表现的一种重要特征给予重视。(石锋,1987)

上声调是主要位于调域下半部分的曲折调。它的特点可用“低”和“凹”来概括。起始部分有些下降,将近一半时长都停留在调域的底层,末尾部分上升到声调的最高值。起点 T 值为 2.19,第四个点最低,为折点,T 值是 0.29,终点 T 值为 2.51。上声调的动态范围:起点标准差为 0.56,以后几个点依次减低,到折点标准差最小,为 0.31;然后各点再逐渐增高,至终点标准差最大,为 0.60。对应为五度值:上限 314,中线 313,下限 212。由此,调值可记为 313,如果取起点的最低值和终点的最高值,就可以记为 214。阳平和上声的调型都有“凹”特征,表现并不相同:首先,我们应注意阳平第三点标准差跟上声的折点标准差在数值上的差异。其次,前者的折点接近起点,在第二、三点之间;后者的折点接近中点,在第四点上,是为区别于其他声调而发音着力之处。

去声调从调域顶部到调域底部,是典型的全降调,其特点可以用“降”和“凸”来概括。起始处下降比较平缓,然后急速下降至最低。起点最高,T 值为 4.84;终点最低,T 值为 1.03。去声调的动态范围:起点标准差最小,为 0.09;以后各点逐渐增高,到终点标准差最大,为 0.69。对应为五度值:上限和中线 52,下限 51。调值可记为 52。

从四个声调各个测量点的数据分布范围来看,阳平的升调跟去声的降调形成对比:阳平是起点最大,依次过渡到终点最小;去声则是起点最小,逐步过渡为终点最大。阴平跟上声可以成为对比:上声是中间的折点最小,向两端逐渐增高,到起点和终点最大;阴平则是两端小,中间各点稍大。

如果把标准差的数值作为声调稳定段的指标,以 0.5 为界限,则可以把标准差小于 0.5 看作较稳定的分布,把标准差大于 0.5 看作不稳定的分布。本文中较稳定的分布是阴平的起点和终点,阳平的终点,上声的折点,去声的起点。不稳定的分布是阳平的起点、上声的起点和终点、去声的终点。

3.3 语音样本的极限分布

我们在所有的统计数据中选择每个声调中每个测量点的极值——最大值和最小值,做出了图 5,可以和图 2 作对照比较。图 6 是把图 2 叠加在图 5 上得到的,可以比较极值跟均值的距离大小。为了看得更清楚,我们把图 6 按照不同的调类拆分为图 7。(图见下页)

阴平调分布在调域上部仍为高平调。起点的最大值为 4.80,最小值为 3.70。终点最大值为 4.70,最小值为 3.50。阴平调声学空间的范围在 4 度和 5 度之间。最大值的调值可记作 55,最小值的调值可记作 44。

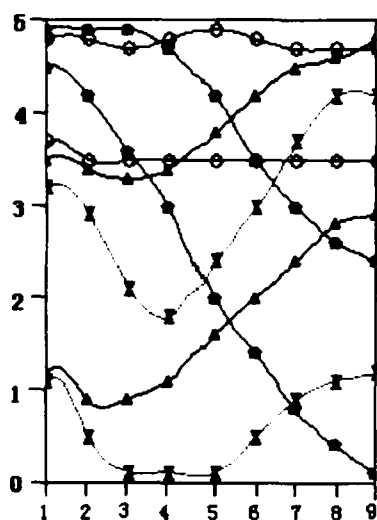


图5 北京话四个声调的极限分布

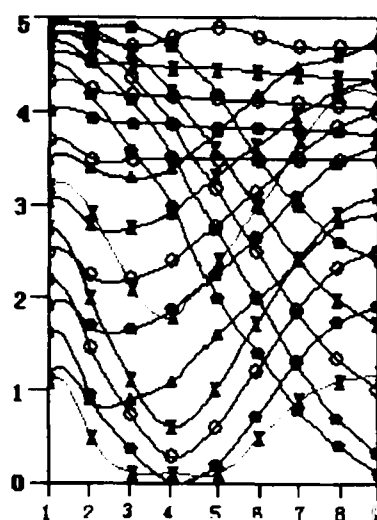


图6 北京话四个声调统计图

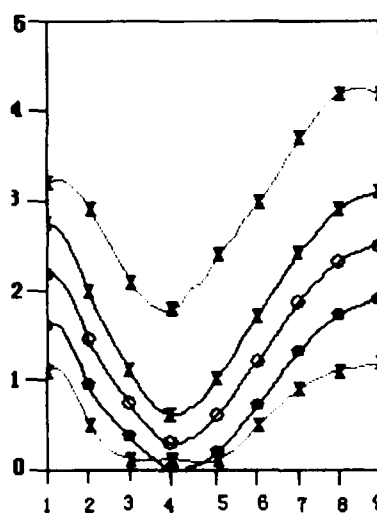
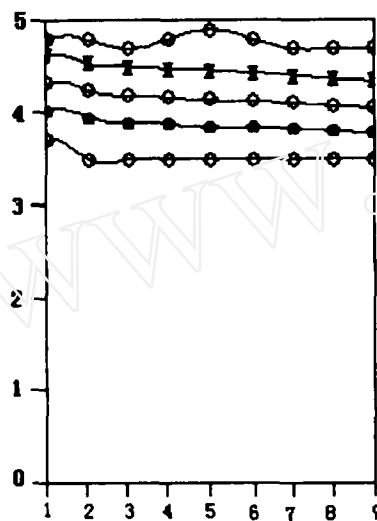
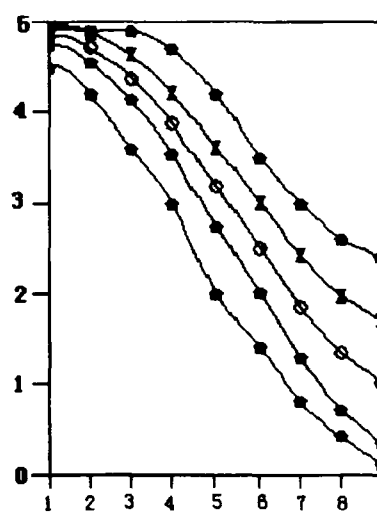
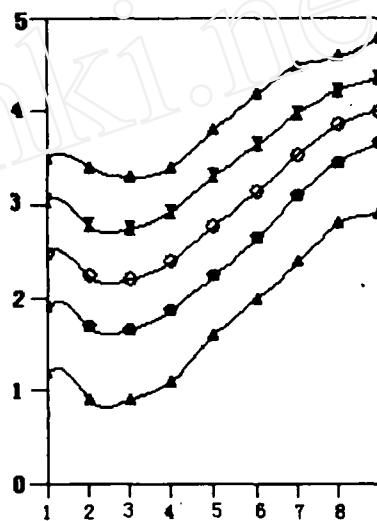


图7 北京话四个声调统计分图



阳平调保持调型的“凹”、“升”特征。起点的最大值为3.50,最小值为1.20。折点的最大值为3.30,折点的最小值为0.90。终点最大值为4.80,最小值为2.90。按最大值为高升调,按最小值则为低升调。阳平调的声学空间范围:起点、折点和终点的跨度都在2度或2度以上。最大值的调值可记作445,最小值的调值可记作223。从图7可以看到最小值跟均值的距离较大,说明低升数据较少。这表明数据分布的向上集中趋势。

上声调调型“低”、“凹”的曲折调特征不变。起点的最大值为3.20,最小值为1.10。折点的最大值为1.80,最小值为0.10。终点的最大值为4.20,最小值为1.20。上声调的声学空间范围:起点跨度较大,折点跨度稍小,终点跨度最大,达到3度。最大值的调值可记做425,最小值的调值可记做212。从图7可以看到折点处最大值跟均值的距离很大,最小值则跟均值很接近,说明折点处的数据分布向下集中,多在调域底部。这表明“低”是最重要的特征。终点的大跨度分布则表明它的高低对于声调的区分作用不大。

去声调保持“高”、“降”调型。起点的最大值为4.90,最小值为4.50。终点的最大值为2.40,最小值为0.10。去声的声学空间范围:起点跨度很小,只有0.4度,终点跨度较大,为2.3度。

从上文图2跟图5的对照比较中可以看到:表现主体分布的图2中,每个声调的起点、折点、终点的分布跨度与图4中极值的分布跨度有一定的对应关系。例如:去声起点的跨度在主体分布中最小,只有0.18度,其极值分布的跨度也是最小的,只有0.4度;上声终点的跨度在主体分布中较大,为1.20度,其极值分布中的跨度最大,为3.0度。

图5表现出每个声调的极值分布空间明显比图2都有不同程度的扩大,但基本的调型特征以及相互的位置关系仍然保持不变。值得注意的是阳平调和上声调的极值分布范围有相当部分的叠合。通过跟均值的比较,我们知道阳平调的数据趋向于较高的分布;上声调折点的数据则是集中于调域的底部。这样,叠合相混的情况就会减少很多。另外,这种叠合大多不是出现在同一个人的发音中。然而尽管如此,我们也不能完全排除二者出现混淆的可能,现实的言语交际中就时有发生。

四 结语

本文对北京话四个声调语音实验数据进行了大样本总体统计分析。通过主体分布分析、极限分布分析以及对比分析,可以得到每一个声调调位内部声调变体的分布趋势,从而区分出每个声调调位的稳态段和不稳定段。稳态段就是特征段,不稳定段就是动态段。

数据集中的测量点跟数据离散的测量点对于声调的区分作用是不一样的,即每个声调的不同部位的重要性是不同的。数据集中的测量点(跨度较小的点)对于声调区分的贡献较大,更多地承载着声调的调位信息。它的分布范围受到严格的制约,可以成为声调特征点。例如:阴平的声调特征点是起点和终点;阳平的声调特征点是终点;上声的声调特征点是折点(第四点);去声的声调特征点是起点。那些数据离散度较大的测量点(跨度较大的点)对于声调区分的贡献较小,承载的调位信息也少,因此它的分布范围比较宽泛。如,阳平的起点、上声的起点和终点、去声的终点,都是如此。

由特征点构成的稳态段,更多地承载着声调的调位信息,与其他调位相区分时发挥主要作用,因而它的稳定程度就高,变化的可能性就小;由离散度较大的测量点构成的动态段,承载的调位信息少,与其他调位相区分时发挥相对次要作用,所以它的稳定程度就低,变化的可能性就大。

参考文献

- 白涤洲 1934 《北京话声调及变化》,转引自罗常培、王均《普通语音学纲要》,商务印书馆。
- 胡明扬 1981 《北京话社会调查》,《胡明扬语言学论文集》,商务印书馆。
- 1995 《规则化 系统化 计量化——当代语言学的特征》,《汉语学习》1995年第5期。
- 林茂灿 1965 《音高显示器与普通话声调的音高特性》,《声学学报》2卷第1期。
- 刘 复 1924 《四声实验录》,上海群益出版社。
- 沈钟伟 2002 《音变的有向无序性》,《东方语言与文化》,潘悟云编,东方出版中心。
- 石 锋 1987 《天津方言单字调实验分析》,《语言研究论丛》第4辑,收入《语音学探微》,北京大学出版社,1990。
- 1990 《论五度值记调法》,《天津师大学报》第3期,收入《语音学探微》,北京大学出版社,1990。
- 1991 《北京话的声调格局》,《语言研究(增刊)》,收入《语音丛稿》,北京语言学院出版社,1994。
- 赵元任 1922 《中国言语字调底实验研究法》,《科学》7卷第9期。

Hombert, Jean-Marie 1978 Consonant types, vowel quality and tone, Fromkin, V. (ed.) *Tone: A Linguistic Survey*, Academic Press, Inc.

Howie, John M. 1976 *Acoustical Studies of Mandarin Vowels and Tones*, New York: Cambridge University Press.

附录 单字音实验分析发音字表

阴平: 搓 丁 拍 兵 飘 枯 风 多 颠 坤

上声: 舍 扁 洒 懂 扫 款 舔 躲 嘴 饱

阳平: 才 遂 穿 扶 彤 肥 则 轴 层 雹

去声: 志 判 社 怕 病 偏 奋 个 在 最

语音样本的总体分析统计数据:

阴平:

	Valid N	Mini	Max	Mean	Std
A1	52	3.70	4.80	4.33	.29
A2	52	3.50	4.80	4.25	.30
A3	52	3.50	4.70	4.20	.30
A4	52	3.50	4.80	4.18	.30
A5	52	3.50	4.90	4.15	.31
A6	52	3.50	4.80	4.14	.30
A7	52	3.50	4.70	4.12	.29
A8	52	3.50	4.70	4.09	.28
A9	52	3.50	4.70	4.07	.29

阳平:

	Valid N	Mini	Max	Mean	Std
B1	52	1.20	3.50	2.48	.57
B2	52	.90	3.40	2.24	.55
B3	52	.90	3.30	2.21	.54
B4	52	1.10	3.40	2.39	.52
B5	52	1.60	3.80	2.78	.53
B6	52	2.00	4.20	3.15	.50
B7	52	2.40	4.50	3.55	.44
B8	52	2.80	4.60	3.86	.39
B9	52	2.90	4.80	4.02	.35

上声:

	Valid N	Mini	Max	Mean	Std
C1	52	1.10	3.20	2.19	.56
C2	52	.50	2.90	1.48	.52
C3	52	.10	2.10	.75	.38
C4	52	.10	1.80	.29	.31
C5	52	.10	2.40	.61	.41
C6	52	.50	3.00	1.22	.51
C7	52	.90	3.70	1.87	.55
C8	52	1.10	4.20	2.32	.59
C9	52	1.20	4.20	2.51	.60

去声:

	Valid N	Mini	Max	Mean	Std
D1	52	4.50	4.90	4.84	.09
D2	52	4.20	4.90	4.72	.17
D3	52	3.60	4.90	4.39	.25
D4	52	3.00	4.70	3.88	.34
D5	52	2.00	4.20	3.18	.43
D6	52	1.40	3.50	2.51	.50
D7	52	.80	3.00	1.86	.57
D8	52	.40	2.60	1.35	.64
D9	52	.10	2.40	1.03	.69

(石锋 王萍 南开大学汉语言文化学院 300071)

SHI Feng and WANG Ping, A statistic analysis of the tones in Beijing Mandarin

Through an acoustic experiment and statistic analysis on 52 native speakers in Beijing, this article discusses some special statistic characteristics of the tones in Beijing Mandarin. Three kinds of analyses including the main distribution, the largest distribution and comparative analysis, exhibit the distributional trends of variants in each tone. Therefore, the paper differentiates the steady part from the dynamic part for each tone. The steady part of a tone plays a more important role than the dynamic part of a tone when compared with other tones, and their steady degrees are different accordingly.

Key words: Beijing Mandarin, tone, statistic analysis, steady part of a toneme

XIN Yongfen, Changed finals of verb in the Xunxian dialect (Henan)

Changed finals of verbs convey certain grammatical meanings. These changes are wide-used in many dialects in Henan province. This essay investigates changed finals of verb in Xunxian dialect, concludes its changing system, and gives a detailed description of the three grammatical meanings of changed finals.

Key words: the Xunxian dialect, fundamental finals, changed finals of verbs, completion, continuity, telic case

LIU Minzhi, New usages of the structural particle *de* (底) in Song Dynasty and their origin

The structural particle *de* in Chinese emerged in Tang Dynasty. In Song Dynasty, some new usages arose as follows: 1. X + *de* + V/adj. 2. Insertion of a person-referring noun into a VO compound word or a VO phrase to indicate that the person is the object of the action. 3. Insertion of *de* between a verb and its object, together with *shi* (是), to mark the focus of the sentence. 4. Use of *de* in a subjunctive conditional complex sentence as a mood particle, an equivalent of *dehua* (的话). This article discusses the origin of these new usages and the grammaticalization of *de*.

Key words: Song Dynasty, structural particle *de*, new usages

XU Shu and TAN Jingchun, Remarks on the part-of-speech tagging in *The Contemporary Chinese Dictionary* (the Fifth Edition)

This paper elaborates part of speech tagging in *The Contemporary Chinese Dictionary* (*The Fifth Edition*) (CCD hereafter). It falls into three sections. The first section offers an introduction to the system of part of speech adopted in CCD and to the grammatical features of each part of speech. In the second section, the article discusses the differences between words and non-words, demonstrating that CCD tags the parts of speech for monosyllables and multi-syllables on the very basis of distinguishing words from non-words. A detailed explanation on how to differentiate words and non-words is presented in this section as well. The third section offers solutions to some divergence and provides reasons for doing so.

Key words: The Contemporary Chinese Dictionary, part of speech, grammatical function, grammatical meaning