

参 考 文 献

- [1] Birringer, R., Gleiter, H., Klein, H.-P. & Ma. pquardt, p., *Phys. Lett.*, **102A** (1984), 365—369.
[2] Rupp, J. & Birringer, R., [*Phys. Rev. B* **36** (1987), 7888—7870.
[3] 徐慧, 文胜, 物理学报 **41**(1992), 1661.
[4] 孙秀魁, 徐文绣, 徐坚, 范学书等, 物理学报, **41** (1992), 1842.
[5] Hutchins, D.A., *Physical Acoustics*, **XVIII** 1988,

- 21—123, Ed. by P. Mason and P. N. Thutston, Academic, New York.
[6] Scruby, C.B., *Ultrasonics*, **27**(1989), 195.
[7] Aussel, J. -D. & Monchalin, J.-P., *Ultrasonics*, **27**(1989), 165.
[8] Castagnède, B., Jenkins, J. T., Sachse, W. and Baste, S., *J. Appl. Phys.* **67**(1990), 2753—2761.
[9] Wei, M. -A., Yang, S., and Qian, M., *J. De Physique IV*, **2**(1992), C1—792
[10] 杨书宁, “激光超声研究”, 同济大学声学研究所硕士论文 (1991).

普通话带鼻尾零声母音节中的协同发音*

林茂灿 颜景助

(中国社会科学院语言研究所 北京 100732)

1992年12月30日收到

普通话有/n/和/ŋ/两种鼻尾。带鼻尾的零声母音节用(V)VN表示。有8种(V)Vn, 8种(V)Vŋ。本研究用的实验材料是由15位男人念的带声调的所有(V)VN音节。本实验看到,(V)VN中元音部分终点的舌位不仅受到/n/和/ŋ/不同发音部位的逆向协同发音作用,而且受到(V)V中不同主要元音的顺向协同发音作用。普通话跟英语等语言一样,鼻辅音前面元音共振峰过渡是区分/n/和/ŋ/的最重要依据。根据(V)VN中(V)V终点或/和起点共振峰频率,可以把其(V)V在一定程度上跟其在共振峰模式相似的单元音,或复合元音加以区分。

本实验还看到,(V)V和N的时长都受到声调的协同发音作用。上声使(V)V最长,阳平的次之,阴平和去声的最短;阴平,阳平和上声的/n/和/ŋ/时长大致相同,它们都比去声的长;上声使(V)VN最长,去声的最短,阳平比阴平的长。本实验还看到,鼻韵尾时长以及(V)V/N的时长比值与其前面主要元音为低的和非低的特征有关。

一、研究目的

普通话有两种类型的鼻尾/n/和/ŋ/。/n/和/ŋ/跟单元音结合,组成8种鼻尾韵母,它们是:/an, aŋ, ən, əŋ, in, yn, iŋ, uŋ/,用VN表示。它们跟二合元音结合,组成另8种鼻尾韵母,它们是:/ian, iaŋ, uan, uaŋ, uən, uəŋ, yan, yuŋ/用VVN表示。在VN和VVN前面不带任何声母,形成零声母音节,用(V)VN表示。

我们要研究的问题是,(V)VN中元音性部分终点的前三个共振峰频率,是否受到不同发音部位的/n/和/ŋ/的逆向协同发音作用,以及是否受到不同类型(V)V的顺向协同发音作

用,从而研究(V)VN中从(V)V到N的过渡部分在区分/n/和/ŋ/上的作用,和这个过渡部分在区分(V)VN中元音性部分上的作用。我们还研究普通话四声对(V)V和N的时长以及对(V)V/N的时长比值有无影响这个问题。

二、实验材料和方法

本实验所分析的(V)VN取自中国社会科学院语言研究所于1991年开始建立的北京话语音声学参数数据库。所分析的带鼻尾零声母

* 本课题为哲学社会科学国家基金项目

音节为：“安”/ān/，“俺”/ǎn/，“岸”/àn/；“咽”/iān/，“言”/ián/，“演”/iǎn/，“宴”/iàn/；“弯”/uān/，“完”/uán/，“晚”/uǎn/，“万”/uàn/；“冤”/yān/，“原”/yán/，“远”/yǎn/，“怨”/yàn/；“恩”/ēn/，“摠”/èn/；“因”/in/“银”/ín/，“引”/ǐn/，“印”/ìn/；“温”/uēn/，“文”/uénn/，“稳”/uǒnn/，“问”/uèn/；“晕”/ŷn/，“云”/ŷnn/“允”/ŷnn/，“运”/ŷnn/；“肮”/āŋ/“昂”/aŋ/，“盎”/àŋ/“央”/iāŋ/，“羊”/iáŋ/，“养”/iǎŋ/，“恙”/iàŋ/；“汪”/uāŋ/，“王”/uáŋ/，“往”/uǎŋ/；“旺”/uàŋ/；“翁”/uōŋ/，“菴”/uǒŋ/，“瓮”/uèŋ/；“英”/īŋ/，“蝇”/īŋ/，“影”/īŋ/，“硬”/īŋ/；“庸”/yōŋ/，“隅”/yúŋ/，“永”/yǒŋ/“用”/yùŋ/。这些音节由15位北京本地男发音人单独说，其次序是打乱的，目的是为避免字音之间可能引起的协同发音作用。同一发音人说这些音节时，尽可能保持用相同的气力。发音人在良好录音室里发音，用高质量录音机录下其声音。

由 Kay 7800 数字语图仪制作各个音节的宽带 (0—8KHz) 和窄带 (标度放大置于 0—2 KHz) 语图，振幅曲线及波形。由宽带语图决定元音前三个共振峰频率 (F1, F2, F3)，和鼻尾的鼻音共振峰频率 (N1, N2...N5)。由窄带语图确定基频 (F0)。各个语音成分时长由宽带语图并参照波形来测定。数字化仪 (Digitizer) 的应用提高了这些参数值的测量精度。每个音节都有 15 人的声学数据，为本研究作统计分析打下基础。

本文用双因素方差分析 (ANOVA) 研究 (V)VN 中元音性部分终点的前三个共振峰频率是否受到发音部位不同的 /n/ 和 /ŋ/ 及不同类型 (V)V 和不同四声的协同发音作用，以及 (V)V 和 N 的时长是否受到 /n/ 和 /ŋ/ 及 (V)V 和四声的协同发音作用。如果这种协同发音作用在某个水平上为显著时，用单边 t 检验确定某参数之间能区分开的显著性水平。

三、实验结果

(V)VN 音节通常有三个部分，即纯元音部

分，鼻化元音部分和鼻辅音部分。纯元音部分和鼻化元音之间的界限难以确定^[1]，然而，鼻辅音的起点通常可以确定，因为鼻辅音起点就是口腔通道开始完全关闭之时。口腔通过完全受阻时，在语图上可以看到其频谱和/或振幅的跃变。本文主要讨论元音部分和鼻辅音部分的声学特性。

1. (V)V 的特性。

对 (V)VN 音节来说，(V)V 部分的特性主要表现于它向鼻辅音的过渡上。本文只研究这个过渡终点 (它跟后面的鼻辅音紧挨着) 的表现。下面称这个过渡终点为 (V)V 终点。

表 1 鼻尾 [n] 和 [ŋ] 之前 (V)V 终点的前三个共振峰频率，受不同类型 (V)V 和不同四声的协同发音作用，用双因素方差分析得到的显著性水平

	(V)V 类型	声 调
F1 终点	[n] $F(5, 331) = 150.49$ $p < 0.001$	$F(3, 331) = 12.38$ $p < 0.001$
	[ŋ] $F(3, 222) = 265.39$ $p < 0.001$	$F(3, 222) = 3.05$ $p > 0.001$
F2 终点	[n] $F(5, 331) = 66.21$ $p < 0.001$	$F(3, 331) = 3.23$ $p > 0.001$
	[ŋ] $F(3, 222) = 163.22$ $p < 0.001$	$F(3, 222) = 0.59$ $p > 0.001$
F3 终点	[n] $F(5, 331) = 9.28$ $p < 0.001$	$F(3, 331) = 4.71$ $p > 0.001$
	[ŋ] $F(3, 213) = 48.61$ $p < 0.001$	$F(3, 213) = 2.40$ $p > 0.001$

表 1 给出鼻尾 /n/ 和 /ŋ/ 之前 (V)V 终点的前三个共振峰频率，受不同类型 (V)V 和不同声调的协同发音作用，用双因素分析得到的显著性水平。从表 1 可以看到，不同类型 (V)V 对 /n/ 和 /ŋ/ 之前 (V)V 终点的前三个共振峰频率，在 $p = 0.001$ 时有显著作用，而不同声调对它们的作用，除了 /n/ 之前的 F1 在 $p = 0.001$ 时显著以外，其它的在 $p = 0.001$ 时都不显著。

表 2 给出 /n/ 之前 (V)V 终点前三个共振峰频率平均值及其标准差；表 3 给出 /ŋ/ 之前

表 2 [n] 之前 (V)V 终点前三个共振峰频率的平均值及其标准差

		a(n)	ia(n)	ua(n)	ya(n)	e(n)	ue(n)	y(n)	i(n)
F1 (Hz)	平均值	631	602	686	665	555	548	441	404
	标准差	86	96	82	92	78	66	58	48
F2 (Hz)	平均值	1613	1775	1619	1680	1705	1658	1842	2003
	标准差	103	130	137	121	89	98	158	156
F3 (Hz)	平均值	2696	2767	2745	2752	2847	2766	2678	2849
	标准差	149	140	116	147	112	150	128	161

表 3 [ŋ] 之前 (V)V 终点前三个共振峰频率的平均值及其标准差

		a(ŋ)	ia(ŋ)	ua(ŋ)	e(ŋ)	ue(ŋ)	yu(ŋ)	i(ŋ)
F1 (Hz)	平均值	723	729	729	577	550	475	502
	标准差	84	69	60	79	66	50	72
F2 (Hz)	平均值	1158	1205	1138	1137	1062	762	1624
	标准差	84	77	57	83	79	69	198
F3 (Hz)	平均值	2711	2789	2879	2887	2861	2623	2522
	标准差	237	167	182	414	171	164	186

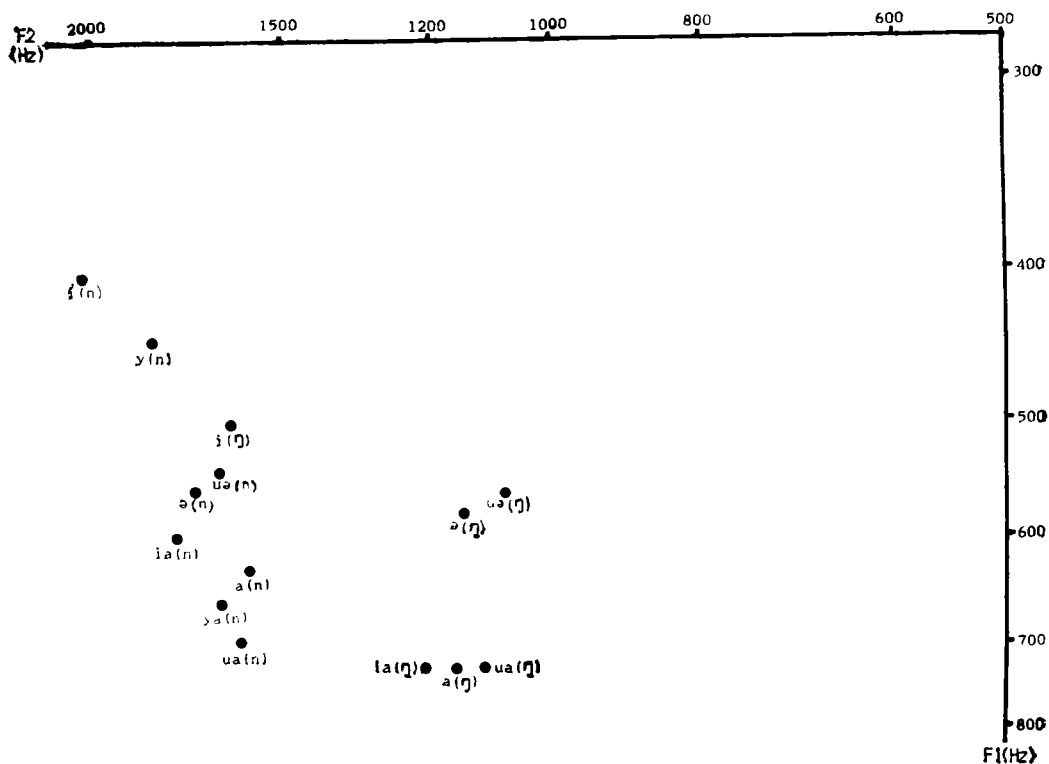


图 1 鼻尾 [n] 和 [ŋ] 之前 (V)V 终点的声学舌位

(V)V 终点前三个共振峰频率平均值及其标准差。为了讨论方便, 在以 F1 和 F2 为坐标的声学元音图上, 用表 2 和表 3 中的数据, 画出 /n/

和 /ŋ/ 之前 (V)V 终点的声学舌位图, 如图 1 所示。从图 1 和 t 检验结果可以看到, 在 $p = 0.001$ 时, /n/ 之前 /i/ 终点舌位比 /y/ 的高和

前，/y/终点舌位比/ə/和/uə/的高，/ə/和/uə/终点舌位比/a/，/ia/，/ua/和/ya/的高；/ŋ/之前/i/终点舌位比/ə/和/uə/的高和前，/ə/和/uə/终点舌位比/a/，/ia/，/ua/和/ya/的高，而/yu/终点舌位比/ə/和/uə/的高和后。总起来说，/n/和/ŋ/之前(V)V 终点舌位受到(V)V 中主要元音的顺向协同发音作用，使得/n/和/ŋ/之前(V)V 终点舌位跟其主要元音舌位有关。从图上还可以看到，除了 i(ŋ) 中/i/终点舌位外，(V)V_n 中(V)V 终点舌位明显地比(V)V_ŋ 中(V)V 终点舌位的前；在声学元音图上，(V)V_n 中(V)V 终点舌位与(V)V_ŋ 中(V)V 终点舌位(i(ŋ) 的除外)明显地分成两个区域，虽然 i(ŋ) 元音终点舌位跟 uə(n) 和 ə(n) 的相近，但它们之间的共振峰模式完全不同。

我们在观察宽带语图时发现/a(n)/中元音共振峰模式，尤其是前两个共振峰模式跟/ai/的相似；/ian/中的跟/ie/的相似；/uan/中的跟/uai/的相似；/uən/中的跟/uei/的相似；/yn/中的跟/ye/的相似。同样，/a(ŋ)/中元音部分前两个共振峰模式跟/a/的相似；/iaŋ/的跟/ia/的相似；/uaŋ/中的跟/ua/的相似；/əŋ/中的跟/ɛ/的相似；/iŋ/中的跟/ie/的相似；/uəŋ/中的跟/ua/或/uo/的相似。根据(V)V_n 和(V)V_ŋ 中元音部分起点和终点前两个共振峰频率数据跟所相似的单元音，二合元音或三合元音前两个共振峰频率数据（由语言研究所语音参数库给出），在以 F1 和 F2 为坐标的声学元音图上，画出/n/和/ŋ/之前的(V)V起点和终点，以及所相似的单元音，二合元音和三合元音起点和终点的声学舌位图，如图 2 所示。从图 2 可以看

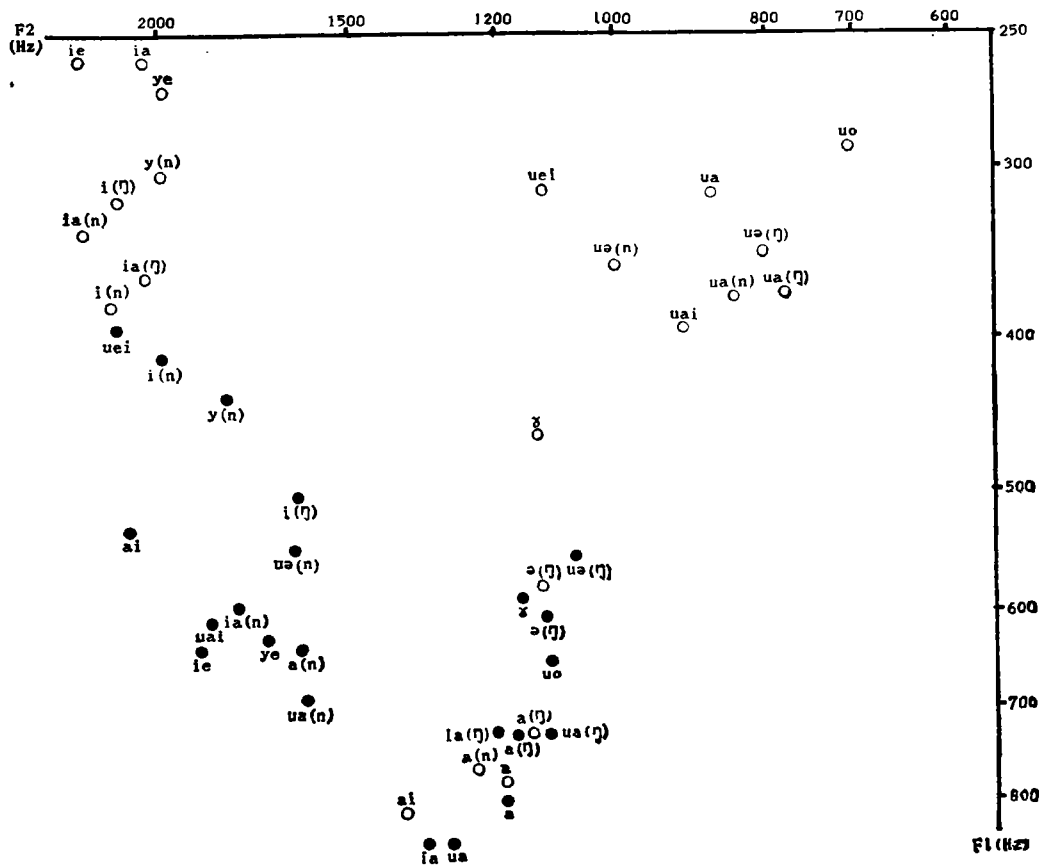


图 2 声学元音图

“○”代表(V)V_n 中鼻尾前元音起点,及单元音,二合和三合元音起点声学舌位 “●”代表其终点声学舌位。

到, a(n) 中元音起点舌位比 ai 的后, 其终点舌位比 ai 的低和后; /ia(n)/ 中元音起点舌位比 /ie/ 的低, 而它们终点舌位大体相同; /ua(n)/ 中元音起点舌位跟 /uai/ 的大体相同, 而其终点舌位比 /uai/ 的后; /i(n)/ 中元音起点舌位比 /ie/ 的低, 其终点舌位比 /ie/ 的前和高; /uə(n)/ 元音起点舌位比 /uei/ 的低, 其终点舌位比 /uei/ 的低和后; /y(n)/ 元音起点舌位比 /ye/ 的低, 其终点舌位比 /ye/ 的前和高。总起来说, /a(n)/, /uan/, /uā(n)/ 中元音舌位要移到 /n/ 位置, 其共振峰模式分别跟 /ai/, /uai/ 和 /uei/ 的相似, 但其终点舌位明显地比 /i/ 的后; /ia(n)/ 的实际标音为 /iε(n)/, 所以, 其元音部分共振峰模型跟 /ie/ 的相似, 但其起点舌位比 /ie/ 的低; /i(n)/ 和 /y(n)/ 中 /i/ 和 /y/ 为高前元音, 其舌位要移到 /n/ 位置, 其共振峰模式相似于 /ie/ 和 /ye/, 但其起点舌位比 /ie/ 和 /ye/ 的低, 其终点舌位比 /ie/ 和 /ye/ 的前和高。从图 2 还可以看到, /a(ŋ)/ 中元音起点和终点舌位都比 /a/ 的后和高; /ə(ŋ)/ 元音起点舌位比 /ə/ 的低, 但终点舌位大体相同; /ia(ŋ)/ 和 /i(ŋ)/ 元音起点舌位比 /ia/ 和 /ie/ 的低, 其终点舌位比 /ia/ 和 /ie/ 的高和后; /ua(ŋ)/ 和 /uə(ŋ)/ 元音起点

舌位比 /ua/ 的后, 其终点舌位比 /ua/ 的高和后。总起来说, VV(ŋ) 中 VV 舌位要移到 /ŋ/ 位置, 其共振峰模式跟二合元音相似, 其终点舌位比相似的二合元音终点舌位高和后; /a(ŋ)/ 中元音起点和终点舌位都比 /a/ 的高的后; /ə(ŋ)/ 元音起点舌位比 /r/ 的低, 但它们终点舌位大体相同。

表 4 给出 /n/ 和 /ŋ/ 之前的 (V)V 时长因不同类型 (V)V 和不同声调的协同发音作用, 作双因素分析而得到的显著性水平结果。从表 4 可以看到, 在 $p = 0.001$ 时, 不同类型 (V)V 和不同声调对 /n/ 和 /ŋ/ 之前 (V)V 时长都有显著作用。

表 4 鼻尾 [n] 和 [ŋ] 之前的 (V)V 时长, 受不同类型 (V)V 和不同四声的协同发音作用, 用双因素方差分析得到的显著性水平

	(V)V 类型	声 调
[n] 之前 (V)V 时长	$F(5,331) = 54.19$ $p < 0.001$	$F(3,331) = 85.34$ $p < 0.001$
[ŋ] 之前 (V)V 时长	$F(3,213) = 40.23$ $p < 0.001$	$F(3,213) = 59.46$ $p < 0.001$

表 5 给出 /n/ 和 /ŋ/ 之前 (V)V 的平均时长

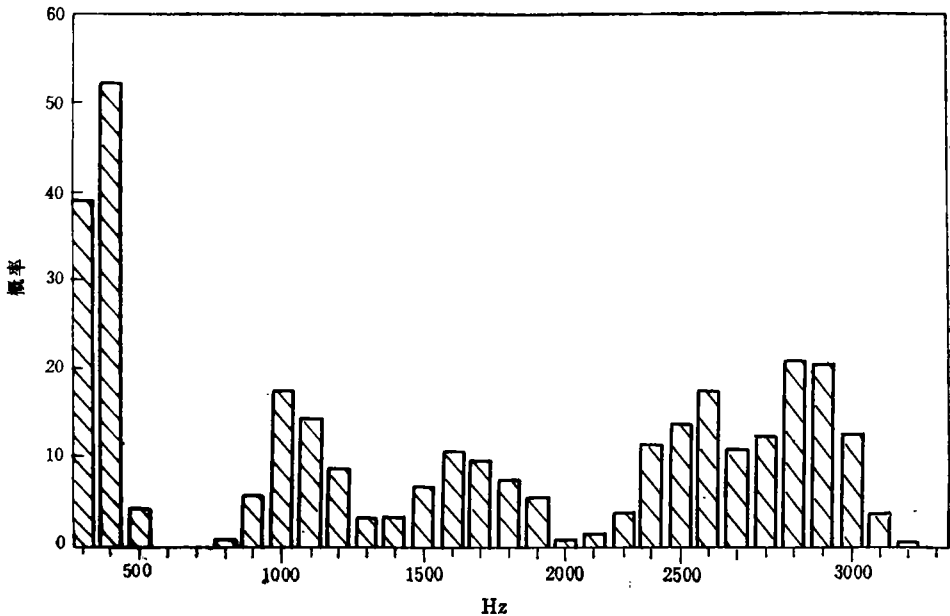


图 3 鼻尾 [n] 的共振峰频率分布直方图

及其标准差。表 6 给出 /n/ 和 /ŋ/ 之前 V(V) 的四声平均时长。根据 t 检验结果,在 $p = 0.001$ 时, /n/ 和 /ŋ/ 前面 V(V) 时长在阴平和去声中无显著差别,是四声中最短的;阳平时长比阴平和去声的长;上声最长。根据 t 检验结果,在 $p = 0.001$ 时, /ia(n)/ 与 /ya(n)/ 之间时长无显著差别,它们最长; /a(n)/, /ua(n)/, /i(n)/, /uə(n)/ 和 /y(n) 之间时长无显著差别,它们次长; /ə(n)/ 时长最短; /ia(ŋ)/ 与 /ua(ŋ)/ 之间时长无显著差别,它们最长; /a(ŋ)/, /yu(ŋ)/, /uə(ŋ)/ 和 /i(ŋ)/ 之间时长无显著差别,它们次之; /ə(ŋ)/ 时长最短。

表 5 [n]和[ŋ]之前 (V)V 的平均时长及其标准差

	平均时长 (ms)	标准差 (ms)		平均时长 (ms)	标准差 (ms)
a(n)	243	47	a(ŋ)	204	44
ia(n)	296	57	ia(ŋ)	285	62
ua(n)	262	66	ua(ŋ)	277	60
ya(n)	314	60			
e(n)	141	45	e(ŋ)	149	41
ue(n)	206	62	ue(ŋ)	220	49
i(n)	213	52	i(ŋ)	215	57
y(n)	234	64	yu(ŋ)	219	60

表 6 [n]和[ŋ]之前四声的 (V)V 平均时长

条 件	[n]之前 (V)V 平均时长 (ms)	条 件	[ŋ] 之前 (V)V 平均时长 (ms)
tone-1	212	tone-1	208
tone-2	250	tone-2	240
tone-3	317	tone-3	309
tone-4	212	tone-4	205

2. 鼻尾 /n/ 和 /ŋ/ 的特性

在宽带语图上,频率由小到大按出现次序测量鼻音共振峰。频率最低的鼻音共振峰,由于能量大,在语图上往往容易测量到;频率高的由于能量小,在语图上有时测不出来。图 3 和图 4 给出鼻尾 /n/ 和 /ŋ/ 各个共振峰出现概率直方图。在这个直方图中,纵坐标为出现概率,横坐标为频率,其范围从 300Hz 到 3300Hz。本文把从 300—3300Hz 的频率范围分成 5 个域区:区域 1 从 300Hz 到 500Hz;区域 2 从 800—1300 (Hz);区域 3 从 1400—2000 (Hz);区域 4 从 2100—2600 (Hz);区域 5 从 2700—3300 (Hz)。在每个区域,计算其平均频率和标准差。本文把每个区域的频率平均值称为这个区域的鼻音共振峰,把它记为 N。N1 为区域

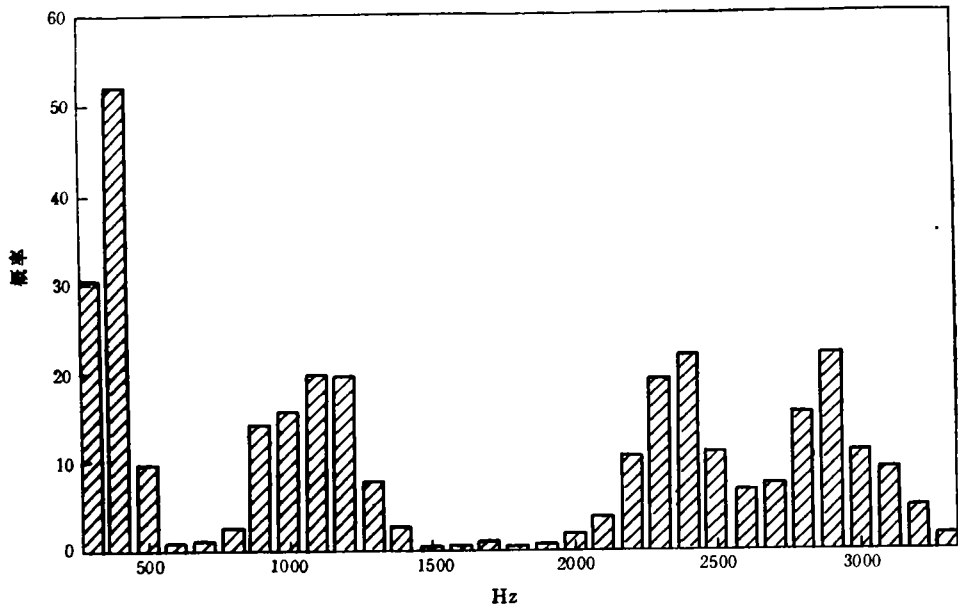


图 4 鼻尾 [ŋ] 的共振峰频率分布直方图

表7 [n] 和 [ŋ] 的鼻音共振峰平均频率
及鼻音平均时长

[n]	平均值	标准差
N1	363Hz	57Hz
N2	1070Hz	112Hz
N3	1671Hz	149Hz
N4	2426Hz	124Hz
N5	2866Hz	116Hz
[n] 的平均时长	102ms	38ms

[ŋ]	平均值	标准差
N1	378Hz	62Hz
N2	1090Hz	144Hz
N3		
N4	2353Hz	141Hz
N5	2920Hz	147Hz
[ŋ] 的平均时长	107ms	34ms

表8 鼻尾 [n] 和 [ŋ] 时长受不同类型 (V)V 和
不同声调的协同发音作用, 作双因素方差分析得
到的显著性水平

	(V)V 类型	声 调
[n] 时长	$F(5,332) = 38.23$ $p < 0.001$	$F(5,332) = 30.77$ $p < 0.001$
[ŋ] 时长	$F(3,213) = 60.83$ $p < 0.001$	$F(3,213) = 31.30$ $p < 0.001$

表9 不同类型 (V)V 后面的 [n] 和 [ŋ] 的平
均时长及其标准差

[n]	平均时长 (ms)	标准差 (ms)	[ŋ]	平均时长 (ms)	标准差 (ms)
(a)n	83	30	(a)ŋ	88	29
(ia)n	74	28	(ia)ŋ	78	29
(ua)n	84	38	(ua)ŋ	80	27
(ya)n	73	29			
(e)n	132	49	(e)ŋ	145	42
(i)n	125	45	(i)ŋ	131	44
(ue)n	136	46	(ue)ŋ	130	34
(y)n	115	40	(yu)ŋ	131	39

1 的鼻音共振峰, N2 为区域 2 的, N3 为区域 3 的, N4 为区域 4 的, N5 为区域 5 的。表 7 给出 /n/ 和 /ŋ/ 的各个鼻音共振峰平均频率和鼻尾平均时长。对鼻音共振峰频率可能受四声和其前面不同 (V)V 的协同发音作用, 本文

表10 不同声调对鼻尾 [n] 和 [ŋ] 平均时长的影响

	[n] 的平均时长 (ms)		[ŋ] 的平均时长 (ms)
tone-1	116	tone-1	118
tone-2	111	tone-2	107
tone-3	106	tone-3	127
tone-4	77	tone-4	79

表11 (V)VN 的平均时长及 (V)V/N 时长比值

(V)VN	(V)VN 平均时长 (ms)	(V)V/N 时长比	(V)VN	(V)VN 平均时长 (ms)	(V)V/N 时长比
an	326	2.92	aŋ	292	2.31
ian	370	4.00	iaŋ	363	3.05
uan	346	3.11	uaŋ	357	3.46
yan	387	4.30			
en	273	1.06	eŋ	294	1.02
in	338	1.70	iŋ	346	1.67
uen	342	1.51	ueŋ	350	1.69
yn	349	2.03	yuŋ	346	1.67

暂不作讨论。下面只研究鼻尾 /n/ 和 /ŋ/ 时长受四声和其前面不同 (V)V 的作用问题。表 8 给出鼻尾 /n/ 和 /ŋ/ 时长受不同声调和不同 (V)V 的协同发音作用, 作双因素分析得到的显著性水平。从表 8 可以看到, 在 $p = 0.001$ 时不同类型 (V)V 和不同声调对鼻尾 /n/ 和 /ŋ/ 时长都有显著影响。表 9 给出不同类型 (V)V 后面的 /n/ 和 /ŋ/ 的平均时长和标准偏差。从表 9 可以看到, /a/, /ia/, /ua/ 和 /ya/ 后面的 /n/ 或 /ŋ/ 时长明显地比 /ə/, /i/, /u/ 和 /y/ 后面的短。表 10 给出不同声调对鼻尾 /n/ 和 /ŋ/ 平均时长的影响。从表 10 可以看到, 阴平, 阳平和上声的 /n/ 和 /ŋ/ 时长大致相同, 但去声的 /n/ 和 /ŋ/ 时长都比它们的短。

根据表 5 的 (V)V 时长和表 9 的 /n/ 和 /ŋ/ 时长, 表 11 给出带鼻尾零声母音节平均时长和 (V)V/N 时长比值。从表 11 可以看到, $p = 0.001$ 时, /ian/ 和 /yan/ 之间时长无明显差别, 它们最长; /an/, /uan/, /in/, /uən/ 和 /yn/ 之间时长无明显差别, 它们次长; /ən/ 的时长最短; /iaŋ/, /uaŋ/, /iŋ/, /ueŋ/ 和 /yuŋ/ 之间时长无明显差别, 它们最长; /aŋ/ 和 /əŋ/ 之间时

长无明显差别,它们最短。但从(V)V/N时长比值上看,/an/,/ian/,/uan/和/yan/中的比值大于/ən/,/in/,/uən/和/yn/的;/aŋ/,/iaŋ/和/uaŋ/中的比值大于/aŋ/,/iŋ/,/uəŋ/和/yuŋ/的。

四、结论和讨论

本实验得到下面几个结论。

1. 在带鼻尾零声母音节(V)VN中,由于受到不同发音部位/n/和/ŋ/的逆向协同发音作用,(V)V终点舌位在 $p = 0.001$ 时有明显差异。在声学元音图上,除了/iŋ/中的以外,(V)Vn中(V)V终点舌位与(V)Vŋ中(V)V终点舌处于两个不同区域。鼻音产生时,其声带波通过喉腔、咽腔和鼻腔时受到共振,形成鼻音共振峰,而口腔通道处于阻塞,对声波传播来说,它起分流作用,大量地吸取声能,形成鼻音反共振峰。显然,区分/m/,/n/和/ŋ/可以根据其反共振峰的位置。我们是根据语图研究鼻音特性的,语图只能给出鼻音共振峰。他人研究结果也表明,跟鼻音比邻的元音共振峰过渡在识别各类鼻辅上无疑要起更重要甚至是起支配地位的作用^[2-3]。至于/iŋ/的/i/,其终点仍比/in/中/i/终点低而后。由于/ŋ/是舌面后对软腭,其接触位置容易受前面元音的顺向作用而变动。所以,/iŋ/中/i/的终点又由于/ŋ/的逆向作用而移前。

2. 在(V)VN中,(V)V终点舌位还受到(V)V中V舌位的顺向协同发音作用。/n/之前/i/终点舌位比/y/的前和高;/y/终点舌位比/a/和/uə/的高;/ə/和/uə/终点舌位比/a/,/ia/,/ua/和/ya/的高。/ŋ/之前/i/终点舌位比/a/,/uə/的前和高;/ə/和/uə/终点舌位比/a/,/ia/,/ua/和/ya/的高,而/yu/终点舌位比/a/和/uə/的后和高。

3. 在(V)VN中,(V)V的舌位要移到/n/和/ŋ/位置,因而,(V)Vn和(V)Vŋ中元音部分的共振峰模式往往跟单说的相应(V)V不同。但是,(V)VN中元音部分的共振峰模

式常常跟普通话某个单元音,二合元音或三合元音的共振峰模式相似。本实验看到,(V)VN中元音部分的共振峰模式,虽然跟某个单元音,二合元音或三合元音相似,但两者的终点或/和起点,在 $p = 0.001$ 时,有明显差别。

4. 在3300Hz以下,/n/有5个共振峰,而/ŋ/只有4个,在1400—2000Hz区域往往不出现鼻音/ŋ/共振峰。/ŋ/的 $N1 = 378\text{Hz}$,/n/的 $N1 = 363\text{Hz}$,/ŋ/的 $N1$ 大于/n/的 $N1$ 。Fant(1958)计算的/ŋ/共振峰在3000Hz以下有4个,在他测量和计算的/n/共振峰在3000Hz以下为5个,/ŋ/的 $N1$ 大于/n/的 $N1$ 。由于我们是在宽带语图上测量共振峰频率值,其测量误差要大一些,但/n/和/ŋ/共振峰分布情况大体与其它研究成果一致。

5. (V)VN中,四声对(V)V和N的时长都有影响。在 $p = 0.001$ 时,/n/和/ŋ/前面的(V)V时长,都为上声最长,阳平次之,阴平和去声为最短;/n/和/ŋ/本身时长都是阴平、阳平和上声的大体相同,而且都比去声的长。对(V)VN来说,上声最长,去声最短,阳平的比阴平长。/n/和/ŋ/本身时长在去声中为最短这个现象,在语图中是经常可见到的,去声中/n/和/ŋ/本身时长可能接近于零,此时对鼻尾的辨认完全借助于元音中的鼻化现象。

6. 本实验还看到,/a/,/ia/,/ua/和/ya/后面的/n/或/ŋ/时长明显地比/y/,/ə/,/i/和/uə/后面的短。也就是说,鼻尾时长在主要元音开口度大/a/后面的,比在主要元音开口度非大的后面的短。这个实验结果可以用在一些语言中观察到不同元音跟其邻近鼻辅音之间相互作用有不同的起始时间来解释。人们观察到,在鼻辅音前面的元音中,鼻音耦合的起始点时间跟元音高度有关,这种时间分布模式因语言而异,例如,在Hindi语中,鼻音耦合时长占高元音时长46%,而低元音为94%,而在瑞典语,对短元音来说,鼻音耦合时长占高元音时长93%,占低元音时长87%^[4]。由此,我们设想在鼻辅音前面的低元音中,由于鼻音耦合开始得早,使得鼻辅音本身时长较短,而在高元音中,

由于鼻音耦合开始得晚,因而鼻辅音本身时长较长。

7. 本实验看到,在/əŋ/和/əŋ/中,V/N 时长比值接近于1,是各类(V)V/N时长比值中最小的;/in/和/uən/,/yn/及/iŋ/, /uəŋ/和/yuŋ/的(V)V/N时长比值大于1而小于2;主要元音为开元音/a/的(V)V/N时长比值都大于2。

总起来说,北京话跟英语等语言一样,鼻辅音前面的元音共振峰过渡特性是区分/n/和/ŋ/的最重要依据。本实验看到,根据(V)V的终点或/和起点特性,可以把各类(V)VN 音节在一定程度上跟共振峰相似的单元音或复合元音加以区分。四声对(V)V和N的时长都有显著影响,关于(V)V时长,上声最长,阳平次

之,阴平和去声最短;/n/和/ŋ/时长,阴平,阳平和上声的大致相同,它们比去声的长;对(V)VN来说,上声最长,去声最短,阳平比阴平的长。本实验还看到,鼻韵尾时长及(V)V/N时长比值,跟其前面主要元音为低或非低的特征有关。

参 考 文 献

- [1] Hawkins S. S. & Stevens K. N., *J. Acous. Soc. Am.*, **77** (1985), 1560—1875.
- [2] Fant, G., *Acoustic Theory of Speech Production*, Mouton, The Hague, 1960.
- [3] Fujimura O., *J. Acous. Soc. Am.*, **32** (1962), 1865—1875.
- [4] Clumeck H., *Journal of Phonetics*, **5** (1976), 337—351.

《MC90-1 型微机多功能超声治疗仪》通过技术鉴定。

1993年8月20日,军内外从事康复医学和无线电专业的专家教授13名在广西桂林对解放军第一八一医院和空军高炮学院共同研制的“MC90-1型微机多功能超声治疗仪”进行了技术鉴定。专家们认为,该仪器具有多频率,多工作方式,配备九种治疗声头,设有声头欠耦合装置、超温预警装置、自动计时等安全保护系统,采用微机控制,数码显示等先进技术。输出峰值功率高,强度直观准确,适用于治疗人体不同层次组

织、器官等疾病。有治疗骨关节病损、皮肤疤痕、医学美容、前列腺炎等的特殊功能。经六家医疗单位验证842例,总有效率为93.6%,在国内同类产品中处于领先水平。该仪器已申办发明专利(92114332x),现转交桂林国营长海机器厂试产,取得了广西区医药管理局审发的新产品试产批号。

(北京军区总医院 周万松、欧阳清芬)

8400、8700 型超声波塑料焊接机

上海超声波仪器厂与美国必能信超声公司合资经营的上海必能信超声有限公司,最新推出了一种先进的塑料焊接设备——8400、8700型超声波塑料焊接机。该机由超声源、控制器、指示器和立式工作台组成。它具有操作简便安全,焊接速度快,牢度高,表面光洁,密封性好,而且不用任何粘合剂等优点,该机能广泛地用于电子、汽车、玩具、家庭用品等各种使用热塑性材料的行业。

主要特点

1. 具有多种焊接功能,能对热塑性材料进行桩焊、插焊、铆焊、点焊等,并对塑料薄膜能进行密封焊接。
2. 具有自动频率控制和自动幅度补偿功能。

3. 该机内设监控系统;当遇工作状态不佳时,如超声源过载、焊头或聚能器损坏等,监控器会关闭超声源,以起到保护超声源和其它部件的作用。

4. 采用组合式结构,使主要零部件拆卸容易,便于维修。

主要技术指标

工作频率: 20KHZ, 最大输出功率: 8400型, 900W; 8700型, 1500W

焊接时间: 0.1—4.0S, 保持时间: 0.05—3.0S, 最大压力: 1.96KN, 触发压力: 67—734N, 重量 8400型: 63kg, 8700型: 65kg

(上海必能信超声有限公司 高玉)