

汉语普通话辅音音长分析*

齐 士 铃 张 家 骥

(中国科学院声学研究所)

汉语普通话辅音音长是语音的基本参数之一,在语言合成、语言识别等研究中,这一参数有很大实用价值。

本测量是对七个男声、六个女声进行分析,得到普通话 22 个辅音的平均音长及其标准偏差。

按照测量的需要,设计了试验词表。词表是由 22 个词组成,每个词有两个音节,每个音节有相同的辅音,不同的元音和声调。当然,每个音节长度各不相同。这样便于考察在连读中辅音音长与所在位置、相拼元音、声调的关系;比较音长绝对值与相对值的关系。

发音人在消声室进行录音。他们绝大部分是青年,能讲纯正的普通话。通过录音,由语图仪进行分析。由于有些辅音频带宽、能量弱、作用时间短,在语图分析时使用高速档并提高放声电压和烧灼电压,使辅音部分在语图中能得到清晰的反映。

经过统计处理,得到以下几点初步结论:

1. 辅音音长与送气状态有直接关系,不送气塞音最短,送气塞擦音最长。各种发音方式之间有一定的音长比值。而音长与发音部位关系不大。
2. 辅音音长与声调、全音节长度关系不大,但送气塞擦音受后接元音影响,元音开口度大音长短。
3. 在连读中,前后两音节中的辅音长度与所在前后位置无关。

引 言

汉语普通话辅音时间长度是语音的基本参数之一,也是研究语言合成、语言识别、听觉等方面工作所关心的基本量。

辅音一般说来,有的能量弱、有的频带宽、还有的作用时间短、与元音分界位置不够明显等特点。在声学测量中有一定困难,因此辅音研究不像元音那样充分。

我们对七个男声、六个女声进行了测量,经过统计得到普通话22个辅音平均音长和标准偏差,并得到几点初步结论。

一、测 量 方 法

首先,根据测量需要,设计了试验词表(附表1)。表中包括全部 22 个辅音,由 22 个双声词组成。双声词的前后两音节尽可能有不同的元音、四呼和声调。这样,前后两音节和各个词的音节长度也就各不相同,以便于考察在连读中辅音所在前后音节位置与音长的关系,也可以考察辅音音长与元音、四呼、声调的关系。由于音节长度不同,便于比较辅音音长的绝对值与

* 本文 1980 年 6 月 25 日收到。

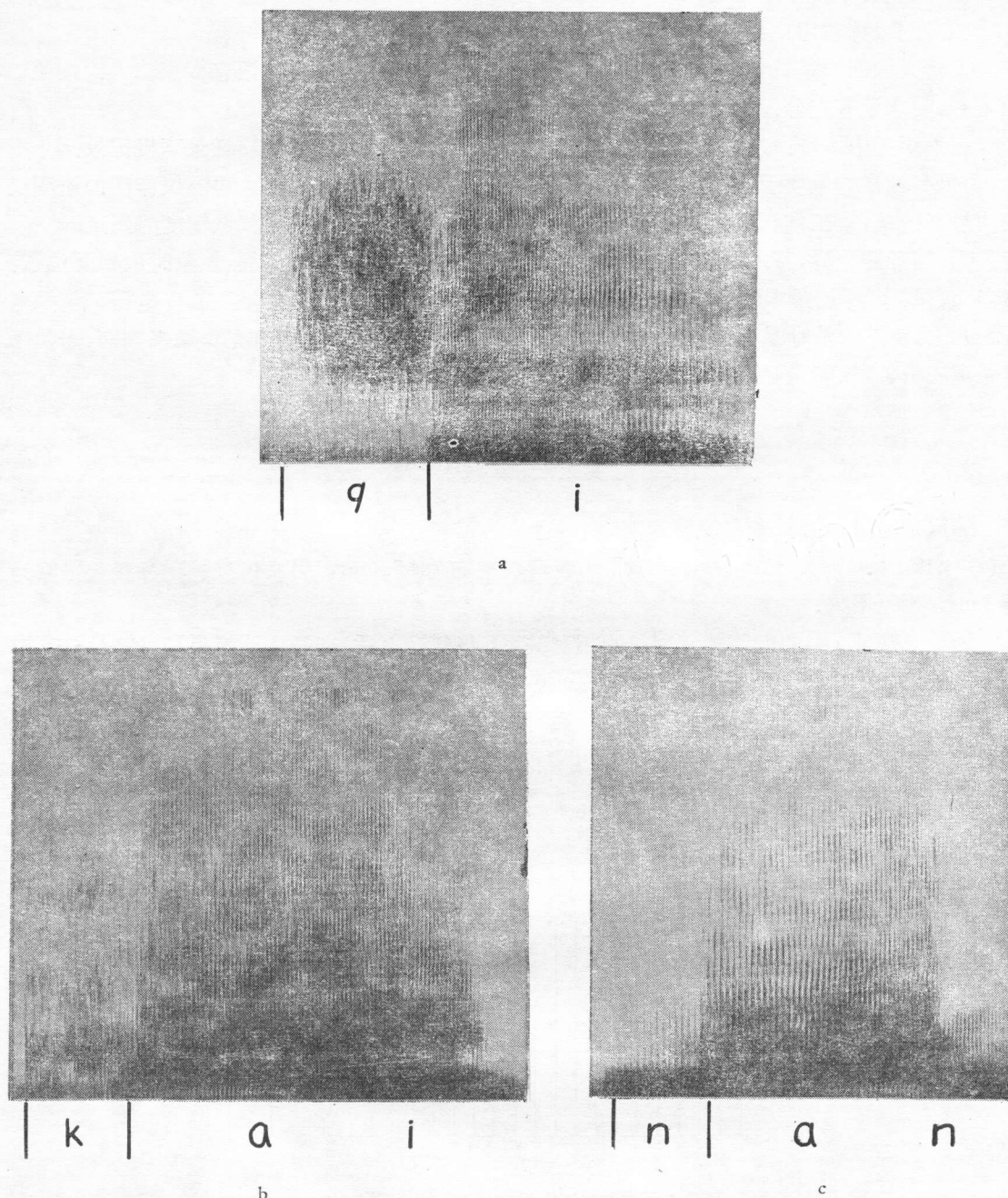


图1 辅音、元音分界例举

a. qi 分界明确, b. kai 取过渡中间位置, c. nan 依能量变化划分
 Some examples of margin between consonant and vowel

相对值的关系。

词表的设计也考虑到词的常用性和易于按口语发音等。

发音人大部份是青年,能讲纯正普通话并经过专门训练,另外还有语音专家二人,按照口语发音,要求读音充分。

在消声室中发音。发音人距传声器 1m 远,发话声级 65 dB,经高质量录声机记录。分析时,为提高辅音能量便于在语图上显示,信号先加以高频提升,然后送入语图仪作图。语图仪使用最高速档,使工作频率到 16 kHz,同时语图在时间维得以展宽,使测量精度可到 1 ms。

元、辅音的分界,基本以有无声调来判别。但往往有较长的过渡过程,测量时取中间位置。塞音 b、d、g 等能量很弱而作用时间又很短(往往低于 10 ms),采用提高放声电压与烧灼电压的办法,使图形清晰易读。对于浊辅音 m、n、l、r、ng,就不能以有无声调来判别,需要考虑噪声成份位置、能量强弱变化等。

二、测量结果

测量分析时,把每个双声词的前、后两音节的辅音依‘前’、‘后’先分别统计,再做‘前’与‘后’平均统计。结果表明,男女声‘前’辅音音长平均为 85.0 ms,男女声‘后’辅音音长平均为 84.3 ms,相差不大。

为了观察前、后两音节辅音音长的相对关系,将‘前’、‘后’音长统计结果和‘前’与‘后’平均统计结果,分别依音长为序,顺序排列,把‘前’排列和‘前’与‘后’平均排列相比,位次差在一位以内的共 18 个,占全部辅音 82%;‘后’排列和‘前’与‘后’平均排列相比,位次差在一位以内的共 15 个,占全部辅音 68%。这说明‘前’、‘后’辅音音长的相对关系也大体一致。

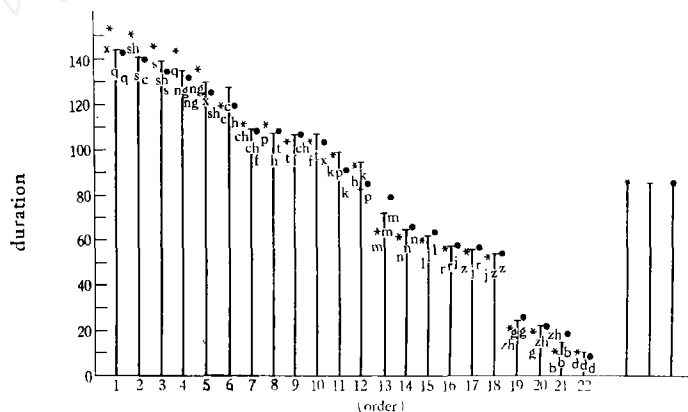


图2 ‘前’、‘后’辅音音长位次比较(*——男女‘前’音长平均;

●——男女‘后’音长平均;■——男女‘前’、‘后’音长平均)

Comparison of duration between consonants in first syllable and second syllable of test words
(*——First ●——Second ■——Average of first and second)

由于‘前’、‘后’音长相差不大,统计结果以‘前’、‘后’平均表示(附表2)。

虽然词表各音节的声调、音节长度各不相同,但对辅音在音节中所占相对长度测量的结果表明,依音长绝对值顺序排列与依音长对全音节长的相对值顺序排列相比较,二者基本一致。

位次差在一位以内的占 82%。这说明在正常发音条件下辅音音长与声调、全音节长度关系不大。从测量中也可以看出,对于送气塞擦音往往受后接元音影响。元音开口度大的,音长略短。

在研究辅音时,传统上有依发音部位和依发音方式两种分类。若把数据依几种发音部位归纳统计,数据离散很大,看不出彼此之间的关系。如 b、p 虽同属双唇音,但 p 的音长可以是 b 的七倍。音长与发音部位无关。若把数据依几种发音方式归纳统计,数据离散很小,彼此间成一定比例关系。音长是按不送气塞音(b、d、g)、不送气塞擦音(j、zh、z)、浊音(m、n、l、r、ng)、送气塞音(p、t、k)、擦音(f、h、x、sh、s)、送气塞擦音(q、ch、c)这一顺序逐渐加大。若以不送气塞音音长进行归一,大体上成为 1:3:5:6:8:8 的比例关系,男女声基本相同。详见下表。

不同发音方式的辅音音长及其相对值

The average duration of Chinese consonants and its relatives values for different manners of articulation

类 别	不送气塞音 b. d. g	不送气塞擦音 j. zh. z	浊 音 m. n. l. r. ng	送气塞音 p. t. k	擦 音 f. h. x. sh. s	送气塞擦音 q. ch. c
男 声	12.2 ms, 1	40.7 ms, 4	73.9 ms, 6	82.8 ms, 7	104.5 ms, 9	106.8 ms, 9
女 声	19.0, 1	46.4, 3	81.5, 4	119.2, 6	147.1, 8	149.3, 8
男女声	15.5, 1	43.3, 3	77.4, 5	99.6, 6	124.2, 8	126.4, 8

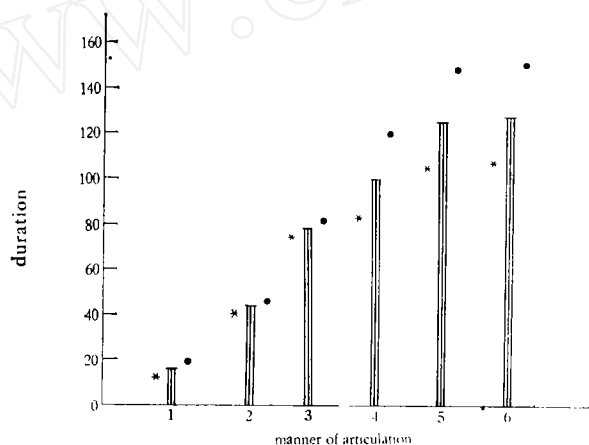


图3 辅音依发音方式划分音长比较

1 不送气塞音; 2 不送气擦音; 3 浊音; 4 送气塞音; 5 擦音; 6 送气塞擦音(*——男 ●——女 ■——男女平均) Comparison of average durations of Chinese consonants between different manners of articulation 1 Unaspirated plosives, 2 Unaspirated fricatives, 3 Voiced, 4 Aspirated plosives, 5 Fricatives 6 Aspirated stop-fricatives (*——male ●——female ■——average)

三、结 论

通过研究,除得到汉语普通话辅音音长值外,还得到以下几点初步结论。

1. 辅音音长与送气状态有直接关系,不送气塞音最短,送气塞擦音最长,各种发音方式之间,有一定音长比。发音部位与辅音音长关系不大。

2. 辅音音长与声调,全音节长度关系不大,但送气塞擦音往往与后接元音开口度有关;开口度大,音长短。

3. 连读中,前后两音节中的辅音长度不受前后位置影响。

轻声音节的辅音音长将另有专文研究。

本研究,承文字改革委员会徐世荣先生、孙修章先生、广播学院同学协助发音,在此仅致谢意。

附表 1 试验词表

List of test words

báibù pípàn mǎmù fāfèn diàndēng tántǔ nǎnnǚ liliàn gāoge kaikuò huhǎn jiǎnjiě qíqíú xīnxian
zhànzhōng chūchāi shǒushù ruǎnrùo zéizang cenci sèsù

附表 2 汉语普通话辅音音长平均值和标准偏差

The averages and standard deviations of duration of Chinese for different talkers

辅音 类别	男 声		女 声		男声和女声	
	音长 ms	标准偏差 ms	音长 ms	标准偏差 ms	音长 ms	标准偏差 ms
b	11.7	6.3	17.2	9.1	14.2	8.1
p	77.7	18.5	122.0	34.7	98.2	35.0
m	65.4	21.6	78.2	25.9	71.3	24.1
f	90.1	25.7	125.7	24.4	106.6	30.5
d	7.9	2.3	11.5	4.2	9.6	3.7
t	95.7	11.7	118.6	27.8	106.3	23.4
n	65.0	23.6	62.5	7.3	63.9	17.8
l	60.6	17.2	62.5	12.9	61.5	15.1
g	18.0	4.4	28.4	8.3	23.2	8.4
k	75.0	13.5	116.9	20.9	94.4	27.2
h	88.2	20.6	128.0	27.1	106.6	30.0
j	42.5	10.8	69.5	17.2	55.0	19.5
q	114.0	16.6	178.2	21.3	143.7	37.5
x	105.1	31.8	150.9	38.0	129.1	43.1
zh	20.2	4.3	22.2	6.1	21.1	5.2
ch	95.4	15.2	124.5	28.1	108.9	26.2
sh	118.7	29.9	161.7	24.4	138.6	34.7
r	54.7	10.9	58.0	15.2	56.3	12.9
z	59.3	20.4	47.5	17.1	53.9	19.5
c	111.0	21.3	145.2	34.5	126.9	32.6
s	120.4	26.4	163.4	22.5	140.3	32.6
ng	123.8	18.2	146.2	23.5	134.2	23.4
平均	73.7		97.5		84.7	

n 做韵尾男声为 149.6 ms 女声为 140.4 ms 男声和女声为 145.8 ms

A STUDY OF DURATION OF CHINESE CONSONANTS

QI Shi-qian ZHANG Jia-lu

(*Institute of Acoustics, Academia Sinica*)

The duration of consonants is one of the fundamental parameters of speech sounds. It is important both for speech synthesis and automatic speech recognition. In this paper, the duration of consonants of Putongha (standard colloquial Chinese) are found.

The list of test words is composed of 22 bisyllable words. In any word, the same one consonant is used as the initial of each syllable, but the finals and tones are different. Thirteen talkers (7 males and 6 females), whose daily speaking are standard colloquial Chinese, uttered the list of test words in an anechoic chamber at normal speed and sound level individually, and recording was made by a tape recorder. The duration of consonants were measured on sonagrams. In order to get the sonagram of consonants more clearly, playback level and mark level of sonagraph were raised.

Conclusions:

1. The duration of consonants mainly depends on the manner of articulation, but it is no related to the place of articulation. The average duration of unaspirated plosive is shortest, and that of the aspirated stop-fricatives is longest. It is found that there is a simple proportional relation between the duration of consonants for different manners of articulation.

2. The consonant durations are rather independent on the tone and the duration of syllable, except the aspirated stop-fricatives. Increase of the openness of the following vowel will reduce the duration of aspirated stop-fricatives.

3. In any tested bisyllable words, the consonant durations of each syllable are identical.