

## 普通话韵律词和重音问题

林茂灿、颜景助

### 摘要

本文介绍普通话韵律词和突显 (prominence) 的实验研究结果, 主要涉及韵律词的边界特点和其内部各音节基频 (文中用  $F_0$  表示基频) 及时长 (文中用  $T$  表示时长) 的表现, 对韵律词和韵律短语的边界特点作了比较。在语句韵律结构基础之上, 提出语句的三个层次  $F_0$  顶线和底线, 从而看到重音与  $F_0$  音域之间的关系, 并讨论语调问题。

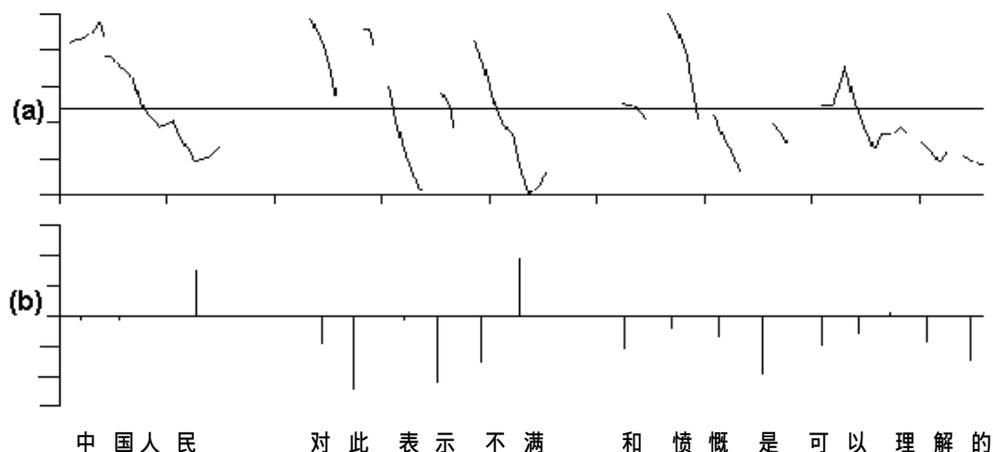
### 1. 问题的提出

图一是发音人 M00 说普通话“中国人民对此表示不满和愤慨是可以理解的”这句话  $F_0$  规一化曲线 (图一上部, a) 和音节  $T$  规一化值 (图一上部, b)。第四节“声学分析”中将介绍如何对  $F_0$  和  $T$  进行归一化。

这句话以及本试验用的所有句子都取自一个普通话语句语料库, 就是说, 实验者对发音人怎么念这些句子没有提出任何要求和限制, 因而, 这些句子自然地反映出语

句在韵律上的正常表现。人们听这句话时, 可以清晰听到他说的是“中国人民对此表示不满和愤慨是可以理解的”, 不仅没有感到其音色在宏观上有什么变化, 而且也没有感觉到句子中各音节声调除连读变调外跟其单独念的有什么不同。然而, 从图一 (a) 看到, 这句话不少音节  $F_0$  的表现与其单独念的相比发生了很大变化。从这句话各音节的  $F_0$  表现以及时长分配 (timing) 上看, 至少可以提出以下几个问题。

“中国人民”的“国”, “人”和“民”单独念时都是阳平调, 其  $F_0$  应是上升的, 可是在这句话中“国” $F_0$  曲线变成了下降, 没有任何上升倾向, 这是由于它受到紧跟着它的“人民”的“人” $F_0$  位置低的逆向协同发音作用; “人”的  $F_0$  位置 (在图一的归一化  $F_0$  空间中,  $J$  值大,  $F_0$  位置相对高;  $J$  值小,  $F_0$  位置就低) 在随着前音节  $F_0$  继续下降的同时, 其  $F_0$  曲线有点上升; “民” $F_0$  位置在继续下降的同时, 其  $F_0$  曲线比“人”的上升大些。一方面“中国人民”里的  $F_0$  曲线总体呈下降趋势, 另一方面“人民” $F_0$  范围 (音域) 的幅度比“中国”的小。从图



图一 M00 说普通话“中国人民对此表示不满和愤慨是可以理解的”各音节的归一化  $F_0$  和  $T$

一 (b) 各音节韵母 T 归一化 (下面将对各音节时长归一化作说明) 看到, “中”, “国”和“人”时长相对于“民”的都短得多, 即“中”, “国”和“人”比“民”念的快。自然语句中  $F_0$  作如此变化和活动看来意味着发音人念这四个音节时声带是逐步放松的 ( $F_0$  大, 声带紧;  $F_0$  小, 声带松), 它们是一起被念出来的。听音人对“中国人民”这样的  $F_0$  活动和时长分配有什么反映? 听音人会不会认为这句话里的“中国人民”四个音节是紧密地连在一起念出来的? 这是要回答的第一个问题。

在“对此表示不满”中, “对此”的“此”本调是上声, 由于受其后面“表”上声连读的影响, 按道理其  $F_0$  应该变成上升的, 而在图中看到的  $F_0$  却变成了有点高降, 其降度很小。“此”的  $F_0$  下降, 是由于紧跟着它的“表示”的“表”念成‘半上’, 其  $F_0$  位置低, 对“此”  $F_0$  产生了逆向协同发音作用所致。“表示”和“对此”是两音节组, 由于“此”和“表”之间既存在变调作用, 又发生协同发音作用, 显然, 这位发音人是把“对此”和“表示”紧密地连在一起念出来的。从图一可以看到, “表示”  $F_0$  的位置比“对此”的低; “对”, “此”和“示”相对于“表”念的很短。从图一看到, “表示”的“示”  $F_0$  在上声“表”之后并不立即下降, 而是先抬高。在词中, 上声音节之后音节的  $F_0$  要抬高, 是否总是这样? “不满”两个音节组里的  $F_0$  位置逐渐下降, “不”的  $F_0$  只下降一点, “满”  $F_0$  就接着念出来。“不满”  $F_0$  的位置相对于“表示”的“示”而言还发生了重设, 能不能认为在“对此表示不满”中, “对此表示”和“不满”是不是分别单独念出来的? 这是要回答的第二个问题。

从图一看到, “可以”(上声+上声)的“可”念成上升的  $F_0$ ; “理解”(上声+上声)的“理”也念成  $F_0$  上升的阳平调。“理解”的  $F_0$  位置明显地比“可以”的下降, “理解”的  $F_0$  音域幅度也比“可以”的小。但是, “以”  $F_0$  与“理”  $F_0$  之间没有发生协同发音作用, 即使“可”, “以”和“解”相对于“理”念得较短。下面把“可以理解”的声学表现跟

“中国人民”的作个比较。在“可以理解”中, “以”  $F_0$  与“理”  $F_0$  之间没有发生协同发音, 而在“中国人民”中“国”受到“人”的逆向协同发音的严重影响; “可以理解”和“中国人民”在时长分配方面也有不同。“理解”的  $F_0$  位置明显地比“可以”的下降, “理解”的  $F_0$  音域幅度比“可以”的小, 这跟“中国人民”的“中国”和“人民”的表现相似。发音人 M00 “可以理解”的读法跟“中国人民”的既相同又不同, 听音人对它们会有什么反应?

“的”念得短, 而且其  $F_0$  位置跟“理解”的大体一样。能不能认为发音人把助词“的”跟其前面的连在一起念出来? 这是要回答的另一问题。

图一 (a) 中的水平线表示这句话  $F_0$  平均值。“是”本来是去声调, 其  $F_0$  下降程度应该很大, 在图一 (a) 中其  $F_0$  应该从那条水平线之上某点开始下降, 通过水平线, 终止于那条水平线之下某点处。可是从图一 (a) 看, “是”的  $F_0$  在平均值之下开始下降, 由于其后面“可”读高升调的协同发音作用, 它的  $F_0$  不能降到应该降的位置, 只下降了一些。从图一 (a) 还看到, 发音人把“和”  $F_0$  念成下降了, 它几乎是从  $F_0$  的平均值开始下降, 大概由于受后面“愤慨”的“愤”  $F_0$  高起点的作用, 其  $F_0$  只下降一些, 而且其时长很短。“和”是不是跟“愤慨”一块念, “是”是不是跟其后面的语音片段一块念出来? 这个问题本研究必须回答。

Chilin Shi (石基琳, 1997, 81) 指出, 北京话上声连读变调有力地证明了语音中存在着按层次组织的韵律结构。她指出在像“老李买好酒”这句话中, 上声连读变调能够跨过主语“老李”和动词“买”之间的坚固边界而进行。她认为这类上声连读变调, 从句法难以解释得通, 如果把 D. A. Beattie 在 1985 年用的“word”和她的用的“food”在韵律结构中给以同样看待, 就容易解释了。她也指出, C. C. Cheng (郑锦诠) 在 1973 年解释“老李买好酒”“李”和“买”之间的“上上”连读变调时, 已经考虑了韵律重组问题。八十年代以后人们认识到, 在汉语声调连读变化的复杂事实背后是话语的韵

律结构在起作用。

王洪君(1999, 250-251)把“几字连读而形成的韵律小单元称为‘连调域’”。

从图一看到,“中国人民对此表示不满和愤慨是可以理解的”这句话发音人用两个停顿念出来,一个停顿发生在“中国人民”和“对此表示不满”之间,另一个发生在“对此表示不满”和“和愤慨是可以理解的”之间。在“普通话语句中的间断和韵律短语”(林茂灿,《当代语言学》2000年4期)一文指出,由停顿分开的音节组,是韵律短语(prosodic phrase)。“中国人民”,“对此表示不满”和“和愤慨是可以理解的”分别是韵律短语。如果对“对此表示”,“不满”和“和愤慨”等语音片段,听音人认为发音人是紧密地连在一起念出来的,我们把这样的语音片段叫做韵律词,当然,“中国人民”既是韵律短语又可叫做韵律词。

为回答以上问题,本文研究什么是“韵律词”以及“突显”等问题。本研究有个基本假设:在语句的声音中,韵律词内各音节间没有什么间断(break),还有自己特定的声学表现包括其边界征兆,而人们在听辨它们的声音时对这些表现和征兆会有相应的反映。本研究把听辨试验和声学分析相结合,从而揭示韵律词的声学性质。

揭示韵律词中音节  $F_0$  的声学表现,既要涉及声调( $F_0$ )协同发音,也要涉及“上上”连读变调。关于声调( $F_0$ )协同发音,请参看拙作(林茂灿、颜景助,1992; Lin and Yan, 1993)。自然语句中音节  $F_0$  的微观变化,跟声调  $F_0$  协同发音密切相关,我们将另文介绍这方面的研究成果。本文只能在涉及一些重要问题时对它作必要说明。

## 2. 研究目的和意义

著名言语工程学家 B. S. Atal 在 1995 年 8 月间瑞典首都斯得哥尔摩召开的第 13 届国际语音科学会议上作的特邀报告“言语机器”强调指出,“言语科学的前沿正在扩展,它要回答这样一个基本问题:口语词如何结合起来以表达概念”。研究口语如何由词和短语所组成,是当前言语工程的重要前

沿课题。言语识别系统所面对的是流利、自然的口语,如果识别系统能把语流自动地切分成韵律词和韵律短语等,语言学知识在识别系统中的使用效率将大大提高。语句韵律结构的研究结果对言语合成系统的贡献是十分显然的,如果能找到象图一中的语句  $F_0$  变化规律,合成语音的自然度必然会大大提高,其声音就会达到像人说的那样自然悦耳。

调子(tune)和相对突显(relative prominence)这些语调特征以韵律结构所允许的方式分布于话语(utterance)中。(Ladd, 1996, P. 10)我们研究普通话韵律结构的一个目的,在于寻找到语句重音的声学表现并构建语句  $F_0$  模式,进而研究汉语语调。

## 3. 听辨试验

本研究做两个听辨试验,一个为确定韵律词,另一个为确定韵律词中的突显部分。

3.1 韵律词的听辨:前面用图一说明了本研究提出的韵律词含义,认为韵律词是语句中这样的语音片段,听音人认为片段中各个音节是被连在一起紧密地念出来的。本研究通过听辨试验来确定韵律词;在听辨基础之上,再寻找韵律词的  $F_0$  声学表现和边界征兆。

听辨用的语料取自国家“八六三”语句语料库中(祖漪清,1999)两位男人(M00, M01)和一位女人(F00)念的句子,M00的有21句,M01的有21句和F00的有17句。三人的语句分别存于计算机中,通过高质量耳机分别送给每位听音人。每个句子的播放次数,听音人可根据需要而定。

20位生长和工作在北京,听力正常但基本没有语言学知识的年轻女同志参加听辨试验。听音人对本研究的目的一无所知。我们给发音人付了酬金,她们很认真参加试验。听音试验在听音室里进行。每位听音人都有一张用汉字写的语句表。听音试验分三次进行,每次听辨一位发音人的语句,间隔一两个星期。听音人的任务,是对听到的句子逐一指出哪些音节是紧密连在一起的,对那些认为是紧密连在一起念的音节组,她们

就在这些音节相应的汉字底下画横杠。在 20 位听音人中，90% 以上听音人认为是紧密连在一起念的那些音节组，就定为一般简单韵律词；约 60% 的听音人认为是紧密连在一起念的音节组，定为复合韵律词。本研究分简单韵律词和复合韵律词，是因为两者在声学性质上有十分不同的表现，从而引起听音人对它们有不同的反应。在“中国人民对此表示不满和愤慨是可以理解的”中，“中国人民”是简单韵律词，“可以理解”是复合韵律词。

3.2 突显的听辨：在韵律词确定以后，用 Kay 公司出品的 3700 型 Multi-speech 的“切音”装置，从各个语句中把韵律词一一切割出来。三位无听力毛病的中年人（一男，二女）参加试验，每人有一张写有上述语句的语句表。他们通过耳机听到韵律词，其任务是指出在所听到的韵律词中哪一两个音节听起来较为尖锐、有力，并在相应汉字上划个圆圈。每个韵律词的播放次数，由听音人根据需要而定。我们发现，韵律词中被听音人认为尖锐、有力的音节，绝大多数是那些阴平，阳平和去声  $F_0$  位置高和/或  $F_0$  音域较大的，和上声  $F_0$  较完整的音节。阴平，阳平和去声  $F_0$  位置高和/或  $F_0$  音域大，上声  $F_0$  较完整，如果其时长也长，则更多听音人认为它是尖锐而有力的。韵律词中的突显部分指那些尖锐有力的音节，它往往是一个音节，但可以不只一个音节。

#### 4. 声学分析和数据处理

用 Kay 公司出品的 3700 型 Multi-speech，对三位发音人的语句进行分析，每句都得到包含波形、宽带和窄带的语图。我们主要根据宽带语图，并参考窄带曲线，画出每句话所包含音节的界限；再测量各音节时长数据，存于计算机；然后根据窄带语谱中的谐波，每 10 毫秒得到一个  $F_0$  值，从而划出各音节的  $F_0$  曲线。

用下面的公式，对语句各音节  $F_0$  进行规一化（林茂灿，1999；2000）：

$$J=5 \times (F_0 - F_{0 \min}) \div (F_{0 \max} - F_{0 \min})$$

公式中  $F_{0 \max}$  代表某个发音人某句话的  $F_0$  最

大值， $F_{0 \min}$  代表同一个发音人同一句话的  $F_0$  最小值， $F_0$  是某句话任意的待规整基频值。把  $F_0$ ， $F_{0 \max}$  和  $F_{0 \min}$  代入这个公式，可以得到不同  $F_0$  的 J 值，它就是  $F_0$  的规整值。本文是对某个发音人某句话的  $F_0$  进行规整的，规整的 J 值最大为 5，规整的 J 值最小的为 1。

用下面的公式，计算音节时长 T 的规整值：

$$t = (t - t_{adv}) / sd$$

公式中， $t_{adv}$  代表某人所念所有音节的韵母时长平均值，sd 为其标准差， $t$  代表待规整的某人某音节韵母的时长值， $t$  代表某音节韵母的时长规整值。本文各音节韵母的规整，是对某发音人的所有韵母进行的，以便对不同句子进行比较。在 T 规整图中，如图一（b）那样，T 规整值大于零的画在横轴的上面，横轴之上的竖线越长，表示规整值越大，即时长越长；小于零的的规整值画在横轴的下面，横轴之下的竖线越长，表示规整值越小，即时长越短；横轴之上的时长，当然大于横轴之下的。

#### 5. 实验结果

##### 5.1 韵律词中音节 $F_0$ 表现：

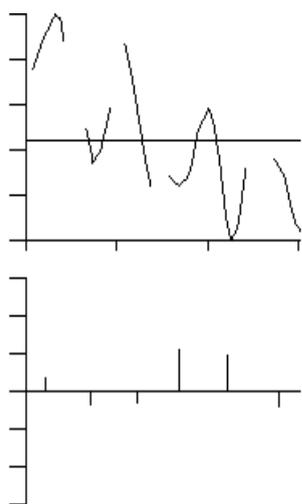
通过对听辨试验得到的韵律词进行分析和研究，得到词内各音节的声学表现。

##### 5.1.1 简单韵律词：

5.1.1.1 两音节组的韵律词：人们说一句话时，长度最短的音节组绝大多数是两音节组（词或短语），它往往是简单韵律词。

图二给出发音人 M00 说普通话“刚才被罚五块”各音节的归一化  $F_0$  和 T。图二中的“刚才”，“被罚”和“五块”，听音人认为是简单韵律词。“刚才”是两音节副词，它的  $F_0$  表现大体与它们各自单念时的一样，但是“才”  $F_0$  位置比“刚”的低。“才”时长短，使“才”声音附着于“刚”。“刚才”与“被罚”之间，有明显的  $F_0$  重设，这是韵律词的边界表现。所以，“刚才”成为一个韵律词。听这句话时，也会觉得“刚”比“才”尖锐、有力。

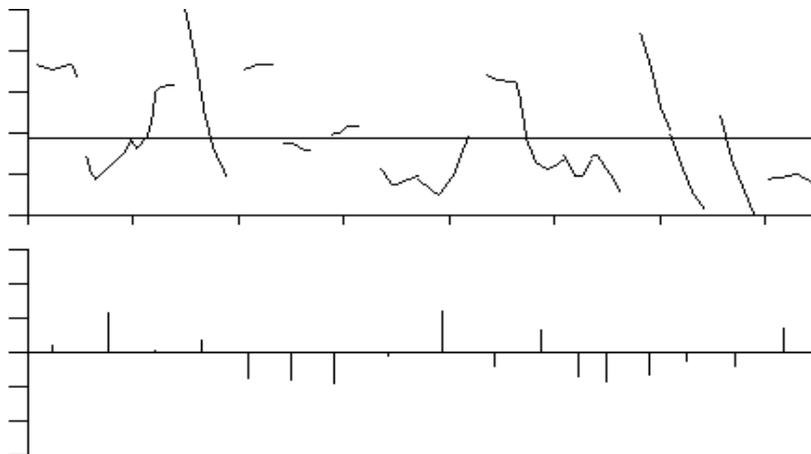
“五块”与“被罚”之间也可能有  $F_0$  重设，不过不是正的  $F_0$  重设，而是负的  $F_0$  重设，“五”为零声母，其  $F_0$  与前面的连在一起了。“被罚”的“罚”  $F_0$  起始段紧接着“被”  $F_0$ ，而且“被”的时长短，“被”依附于“罚”，成为一个韵律词。听起来，“被”比“罚”尖锐、有力。“刚才”和“被罚”这种声调组合的两音节组，所包含的音节  $F_0$  位置往往是下降的，这是这种声调组合的韵律词中音节  $F_0$  的自然表现。



刚才 被罚 五块

图二 发音人 M00 念普通话“刚才被罚五块”各音节的归一化  $F_0$  和 T

“五块”是数量词，“五”上声念得比较完整，其  $F_0$  曲线显示出“低降升”，“块”的  $F_0$  比“五”的先抬高一些然后下降。这是韵律词中上声之后音节  $F_0$  的正常表现。听起来“五”较为尖锐、有力。



中国 一贯 积极 支持 南非 人民的 正义 斗争

图三 发音人 F00 念普通话“中国一贯积极支持南非人民的正义斗争”各音节的归一化  $F_0$  和 T 60

图三是发音人 F00 念普通话“中国一贯积极支持南非人民的正义斗争”各音节的归一化  $F_0$  和 T。“中国”与“一贯”之间有个  $F_0$  重设，因为“一”的  $F_0$  上升与“国”的  $F_0$  上升之间明显有个变化。“一贯”与“积极支持”（“积极支持”四个音节为什么一起讨论，“复合韵律词”中加以解释）也有个  $F_0$  重设，因为“贯”  $F_0$  下降较充分，“积极支持”的“积”  $F_0$  需要重设，这叫做下倾式  $F_0$  重设 (declination reset)。“积极支持”与“南非人民的”（“南非人民的”为什么放在一起讨论，“复合韵律词”中加以解释）之间和“南非人民的”与“正义”之间有  $F_0$  重设，因为“积极的”  $F_0$  一直下降，“南非”  $F_0$  需要重设，“人民的”  $F_0$  一直下降，“正义”  $F_0$  需要重设。“正义”与“斗争”之间有  $F_0$  重设，其道理如同“一贯”与“积极支持”之间的  $F_0$  重设。

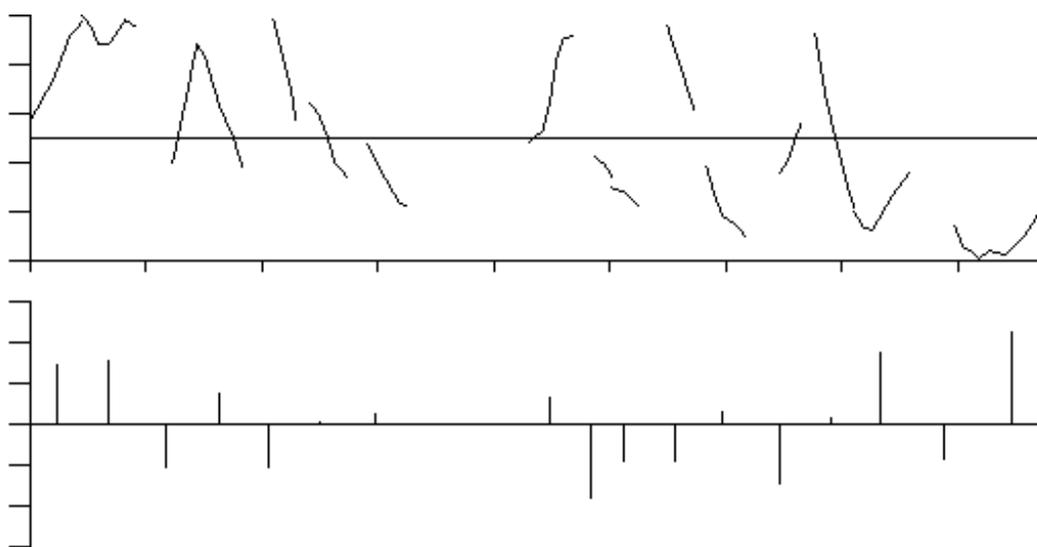
听音人认为在“中国”与“一贯积极支持南非人民的正义斗争”之间有个“有声间断” (break without silent)，这是由于“中国”的“国”时长比“中”的长的多，加上“一贯”的“一”相对于“中国”的“国”有个  $F_0$  重设而引起的。“中国”的“国”时长长，说明它念得比“中”慢，“国”念得慢给人以似乎要停下来的感觉，加上“中国”之后又有个  $F_0$  重设，人们觉得它们之间发生了“有声间断”。“一贯积极支持”和“南非人民的正义斗争”之间也有一个“有声间断”，这是因为“南非”的“南”时长很长，而其前面“支持”的“持”念得短，给人以类似轻音的感觉，加上“南非人民”的“南”相

对于“积极支持”的“持”有个  $F_0$  重设。关于“有声间断”的研究，请参看拙作“普通话语句中的间断和韵律短语”（林茂灿，《当代语言学》2000年4期）。“有声间断”也像“无声间断”那样，把语句分成大小短语。在这句话中，虽然没有出现通常的“无声停顿”，却由于“有声停顿”使“中国”，“一贯积极支持”和“南非人民的正义斗争”成为三个韵律短语。“中国”既是韵律短语，又是韵律词。听音人认为“一贯”，“正义”和“斗争”是分别一起念出来的，它们是简单韵律词。“积极支持”和“南非人民的”是复合韵律词，留待下面解释。这儿先说明“中国”，“一贯”，“正义”和“斗争”的声学表现和其边界特征。“中国”的“国”  $F_0$  位置比“中”的低，又处于有声间断前，它

$F_0$  位置比“一”的抬高，听起来“贯”尖锐有力。在语句中，两音节组可以前音节比后音节尖锐、有力，也可以后音节比前音节尖锐、有力，听起来还有前后音节在尖锐和有力方面彼此不分上下的情况。

5.1.1.2 三音节组的简单韵律词：图四是发音人 M00 念普通话“由于服用兴奋剂引起的各种疾病而死亡”这句话各音节的归一化  $F_0$  和 T。“兴奋剂”与其前面“服用”之间有  $F_0$  重设，“兴奋剂”三个音节的  $F_0$  逐步下降，所以，“兴奋剂”为韵律词。“兴”  $F_0$  比其后面音节的高，听起来尖锐、有力，但“剂”稍尖锐、有力。

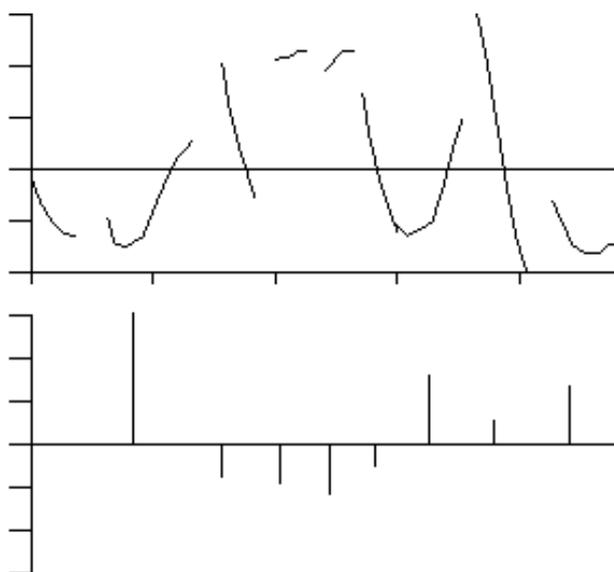
图五是发音人 F00 念普通话“耳旁是唧唧的鸣叫声”这句话各音节的归一化  $F_0$  和 T。在“鸣叫声”中，“鸣”是阳平调，其



由于服用兴奋剂引起的各种疾病而死亡  
图四 发音人 M00 “由于服用兴奋剂引起的各种疾病而死亡”各音节的归一化  $F_0$  和 T

是韵律短语又是是韵律词。“正义”与其前面“南非人民的”之间有  $F_0$  重设，而且“正义”中“义”  $F_0$  位置比“正”的低，其时长长短不一，所以，“正义”是韵律词。“斗争”与“正义”之间有  $F_0$  重设，“斗”  $F_0$  位置比“争”的高，“斗”时长明显比“争”的短，所以，“斗争”为韵律词。听起来“正义”是前音节比后音节尖锐、有力一点。听起来“斗争”的前后音节轻重差不多。“一贯”的“一”在去声“惯”前念阳平调，“惯”

$F_0$  上升，“叫”  $F_0$  位置比“鸣”的高；去声“叫”念得完整，其后面阴平“声”  $F_0$  位置不能继续下降，而是稍抬高一些，这与图三“斗争”一样。听起来，“鸣叫声”的“叫”尖锐、有力。由此看到，三音节的韵律词中，既可以第一音节尖锐、有力，也可以中间音节尖锐、有力，甚至末音节也可以尖锐、有力，如把“运动会”的“会”念重了。



耳 旁 是 唧 唧 的 鸣 叫 声

图五 发音人 F00 “耳旁是唧唧的鸣叫声”各音节的归一化  $F_0$  和 T。

5.1.1.3 多音节组也可能成为简单韵律词，如图一“中国人民”，各音节  $F_0$  逐渐下降，参加试验的所有听音人都认为这四个音节是连在一起说出来的。听起来，“中”较尖锐、有力；由于“中国人民”既是韵律词，又是韵律短语，所以，“民”时长很长，“民”听起来较清晰。

5.1.1.4 人名、地名等专有名词是简单韵律词，因为人们往往把它们连在一起说出来。

5.1.1.5 附着形式：助词“的”、“着”和“了”等等，往往跟其前面的连在一起念，组成一简单韵律词。

图三中“南非人民的”的“的”  $F_0$  在“民”  $F_0$  曲线之后下降。图五“是唧唧的”的“的”  $F_0$  在“唧唧”  $F_0$  之后立即下降。上声后面的助词  $F_0$  先抬高然后也许下降，如图一“可以理解的”的“的”  $F_0$  表现。阳平后面的助词  $F_0$  可能先太高再下降，如图十二“把改革的”的“的”  $F_0$  表现。

副词“也”和“不”（表示否定）等，如果轻读，往往跟其后面的词连在一起读成简单韵律词。如图六“也”念得短，其  $F_0$  位置在图中平均值附近，跟其后面“没有排除”组成复合韵律词。

5.1.1.6 单音节也可能成为简单韵律词。动词“是”、“得”（表示许可），单音节副词“不”、“都”和“可”等等，介词“把”、“被”

等等，如果被强调了，成为韵律词。

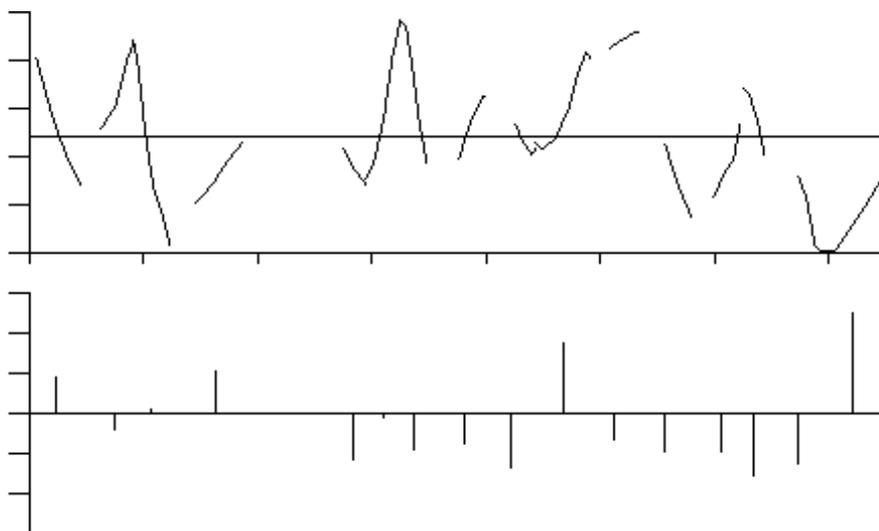
图六是 M00 说普通话“但博尔格也没有排除联合组阁的可能”各音节的归一化  $F_0$  和 T。“博尔格”是外来词，往往要连在一起念。从图六看到，“博”  $F_0$  位置比“尔”的高，这既符合两个声调的  $F_0$  正常活动模式，也符合前面说过的韵律词中  $F_0$  下降的规律；可是上声“尔”后面的“格”  $F_0$  位置不能继续下降了，因而要抬高。图六中的“组阁”和“可能”的“阁”和“能”  $F_0$  都比其前音节的抬高。本研究看到，在韵律词中，上声后面的音节  $F_0$  都要抬高。从图六还看到，“但”  $F_0$  下降程度大并穿过这句话的  $F_0$  平均值，加上时长长，听起来“但”没有跟其后面“博尔格”连在一起念，所以，“但”是一个韵律词。

5.1.1.7 什么是简单韵律词：简单韵律词多数是两音节和三音节词和短语，以及强调念的单音节，如副词和介词等。人名，地名，专有名词及外来词念做简单韵律词。助词“的”、“着”和“了”等等，往往跟其前面的词连在一起念，成为简单韵律词。副词“也”和“不”（表示否定）等，如果轻读，往往跟其后面的词连在一起读成简单韵律词。

5.1.1.8 简单韵律词  $F_0$  声学表现是：1) 阴平后面音节的  $F_0$  往往下降；阳平后面音节的  $F_0$  位置多数下降，也有抬高的；“上声”

后面音节的  $F_0$  位置比其前面的高，也就是说，上声之后音节的  $F_0$  不会立即下降；去声后面音节的  $F_0$  位置有的下降，有的抬高。2) 有一个音节时长较长，其它音节的往往较短。3) 音节间既可能发生连读变调，也可能发生  $F_0$  协同发音。4) 韵律词与韵律词之间有  $F_0$  重设，可以是正的  $F_0$  重设，也可以是负的  $F_0$  重设。

简单韵律词中有一两个音节听起来较尖锐、有力，我们把这些尖锐而有力的音节，叫做突显。



但博尔格也没有排除联合组阁的可能  
图六 M00 “但博尔格也没有排除联合组阁的可能”各音节的归一化  $F_0$  和 T

5.1.1.9 图七(1)给出了两音节韵律词  $F_0$  变化的例证，这些例子来自本实验用的59句。两音节组四个声调共有16个声调组合，图七(1)缺“阳平+阴平”组合。在“阴平+上声”组合中，“三点”和“领奖”的  $F_0$  曲线形状大体相同，可是其  $F_0$  音域和位置都不同，这是因为它们来自不同句子，和同一句子的不同位置引起的。在“阳平+去声”组合中，“模式”的“模”  $F_0$  位置略高于“式”，而“活动”的“动”  $F_0$  位置大大高于“活”的，这可能由于“活动”的“动”念得比“活”重所致。“恶性”和“事件”都是“去声+去声”组合，“恶性”中“性”的  $F_0$  随着“恶”的下降，可是在“事件”中，“件”的  $F_0$  就不下降，这大概因为“件”不比“事”念得轻。在“去声+阳平”组合中，“获释”的“释”  $F_0$  在“获”下降后变成上升，是由于它跟后面的发生  $F_0$  协同发

音作用；而“各国”中“国”的  $F_0$  没有上升，也是由于逆向协同发音的缘故。

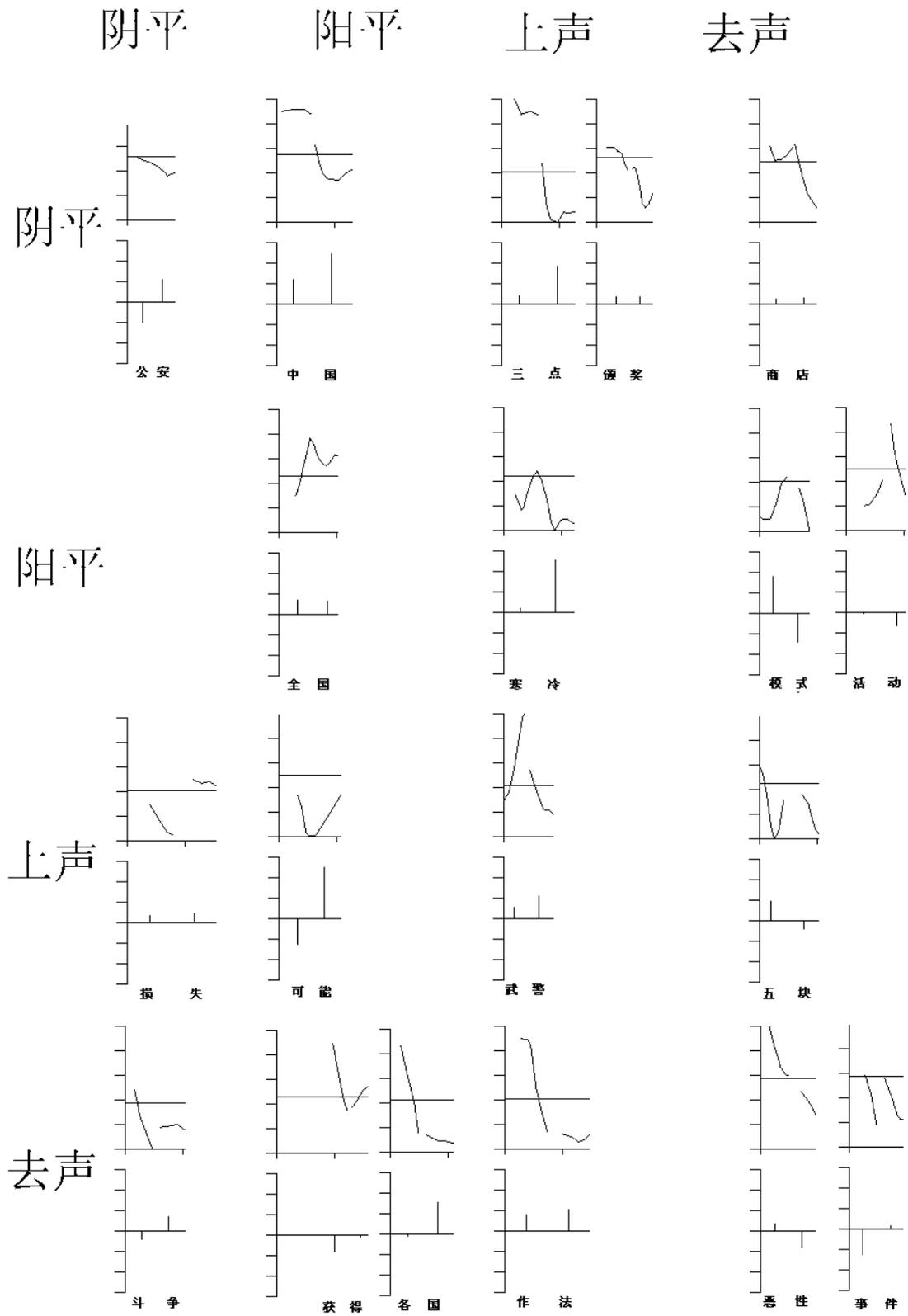
图七(2)给出了三音节韵律词  $F_0$  变化的一些例子。“鸣叫声”中的“叫”  $F_0$  位置比其前后音节的都高，这是因为发音人念这三个音节时把“叫”音节强调了。“兴奋剂”三个去声的  $F_0$  逐步下降，可是，“奥运会”也是三个去声，第三个音节“会”  $F_0$  的反而抬高了，这是重音落在不同位置上造成的。“检察长”和“老朋友”都是“上声+阳平+上声”组合，“检察长”中“察”重读

了，而在“来朋友”中，“老”被重读了。

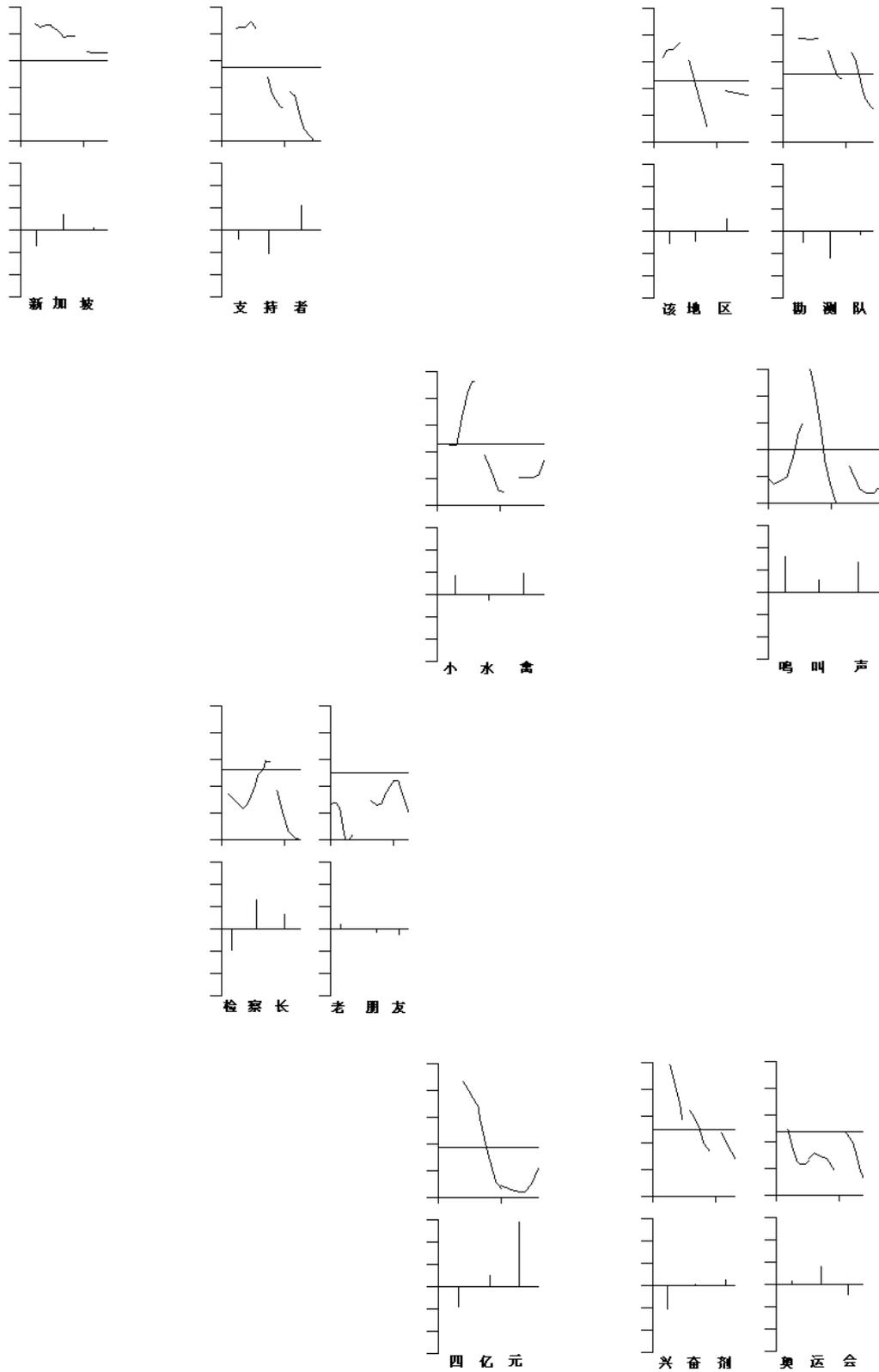
图七(3)给出了带附着成分的韵律词  $F_0$  变化的一些例子。先看“的”的例子。组词“的”附着于其前面成分一起念处来，组成简单韵律词，可是“的”的  $F_0$  表现却随其前面音节声调的不同而变化，“是唧唧的”中“的”  $F_0$  在其前面阴平音节  $F_0$  之后才下降，“单位的”的“的”  $F_0$  随其前面“位”  $F_0$  下降而下降，“改革的”中“的”  $F_0$  在“革”  $F_0$  上升之后下降，上声之后的“的”  $F_0$  曲线被太高了。本研究语料中，只有“苦笑”的”和“坐着的”的两个“着”的例子。在韵律词中，“了”的表现，有点像“的”。“也来到”中副词“也”和“不允许”中否定词“不”，这位发音人都没强调，它跟后面的连在一起念，其  $F_0$  变化跟同样声调的相似。

#### 5.1.2 复合韵律词：

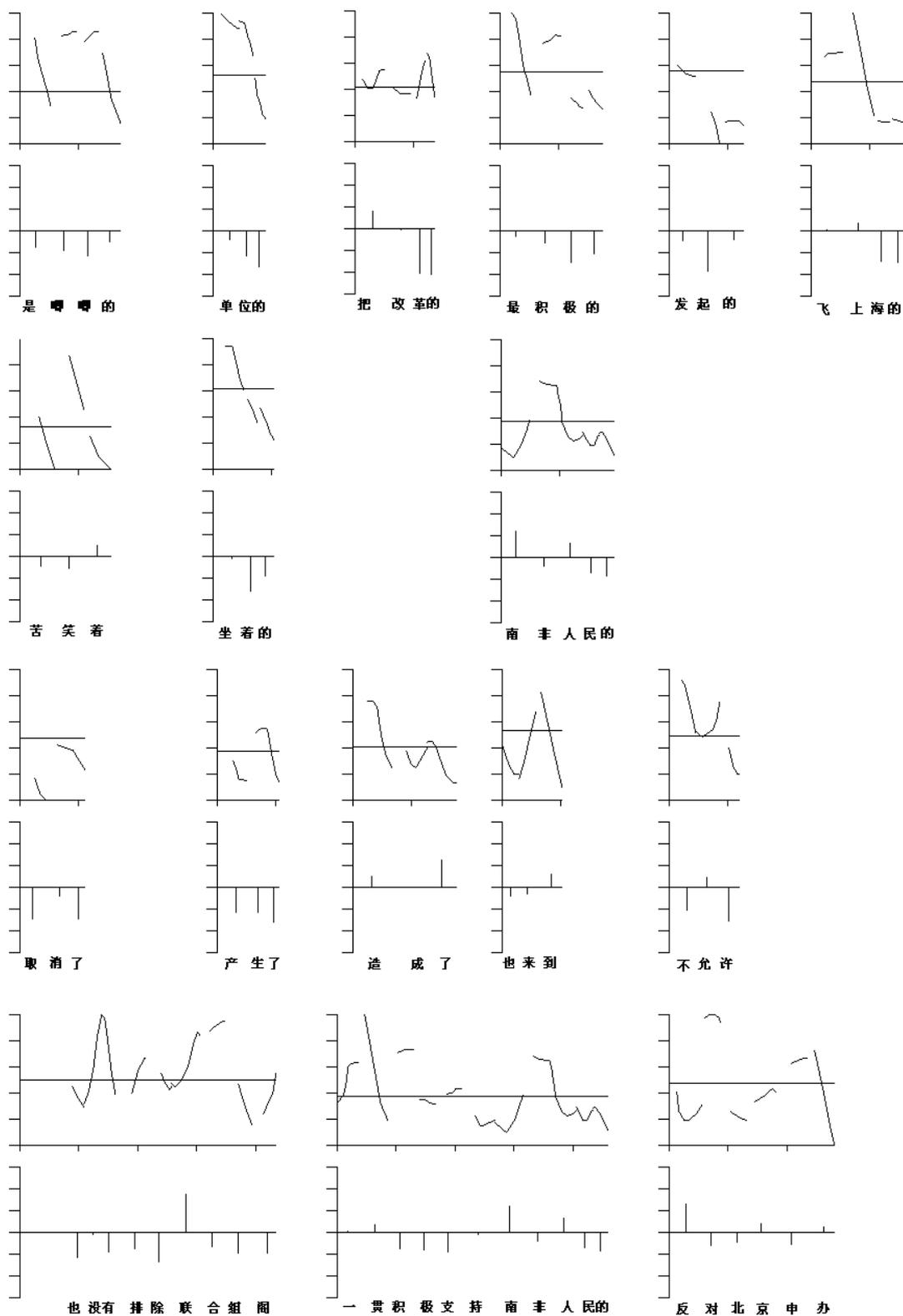
##### 5.1.2.1 复合韵律词举例。复合韵律



图七 (1) 二音节韵律词  $F_0$  变化的例证



图七 (2) 三音节韵律词 F<sub>0</sub> 变化的例证

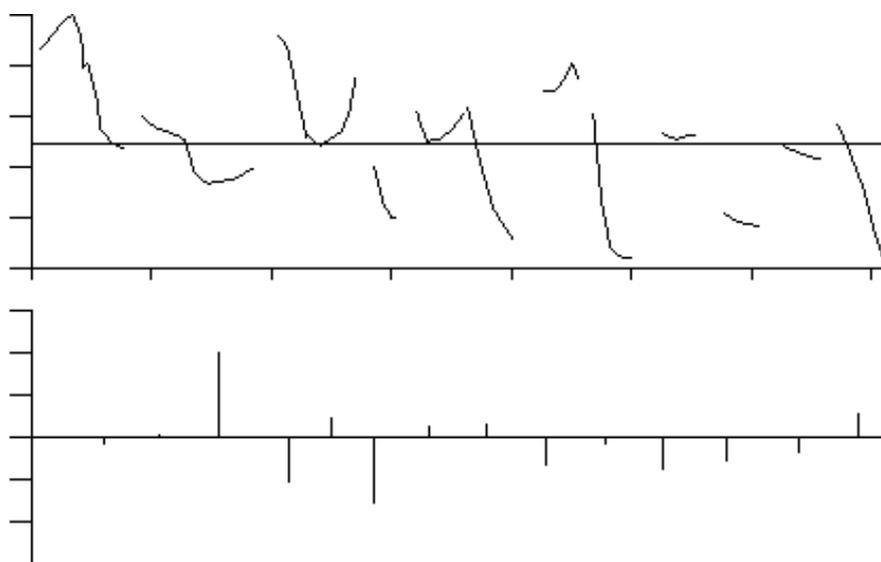


图七（3）带附着成分的韵律词和复合韵律词中音节  $F_0$  变化的一些例子

词由两个以上简单韵律词组成。如图三中的“积极支持”，从听辨结果看，一半以上听

音人认为这四个音节是连着念出来的；从这四个音节的  $F_0$  声学表现看，“积极”和“支持”之间基本没有  $F_0$  重设，“支持”的  $F_0$  位置比“积极”的下降，而且“积”，“极”和“支”的时长比“持”的长。所以说，“积极支持”是复合韵律词。听音人认为，“积极”比“支持”尖锐而有力。听音人认为“南非人民的”是复合韵律词，其声学表现是：“人民”的  $F_0$  位置和  $F_0$  音域比“南非”的低得多和小得多。听起来，“南非”也比“人民”尖锐有力。

不允许商店非法搜查包袋”各音节规一化  $F_0$  和  $T$ 。图八中的“中国公民”，虽然在“中国”和“公民”有一点点  $F_0$  重设，但是“公民”  $F_0$  位置比“中国”的低得多，“公民”  $F_0$  音域也比“中国”的小，而且“中”、“国”和“公”时长比“民”的短得多。多数听音人认为它们是复合韵律词。由于“中国公民”的“民”时长很长，人们认为在“中国公民”之后有个无声间断，因而，“中国公民”既是韵律词，又是韵律短语。“中国公民”中，“中国”较尖锐有力，“民”时长很长，听起来较清晰。不少听音人认为“不允许商店”



中国公民不允许商店非法搜查包袋  
图八 发音人  $F_{00}$  念普通话“中国公民不允许商店非法搜查包袋”各音节的归一化  $F_0$  和  $T$

多数听音人认为“没有排除”是紧密地连在一起念的。图六中，“没有”和“排除”之间也基本没有  $F_0$  重设；“没有”的  $F_0$  位置高于“排除”，其  $F_0$  音域也大于“排除”；“有”，“排”和“除”的时长比“没”的短。听起来，“没有”的“没”比“排除”稍尖锐有力。

图七(3)有几个复合韵律词的例子。在“反对北京申办”中，“反对”  $F_0$  音域和位置比“北京”的大和高，而“北京”与“申办”之间发生  $F_0$  重设，因而，“反对北京”是复合韵律词，“申办”是简单韵律词。

图八是发音人  $F_{00}$  念普通话“中国公民

紧密连在一起念，大概是因为“许”与“商”之间的  $F_0$  表现不被认为是  $F_0$  重设，“许”时长很短，使得“许”附着于“商店”。

5.1.2.2. 复合韵律词和它的声学表现：复合韵律词多数是由两个以上韵律词组成的，其特点是，一个音节组的  $F_0$  音域和  $F_0$  位置比另一个的小和低。图九(3)中“国际”与“航空公司”组成复合韵律词，这是因为“航空公司”与“国际”之间没有  $F_0$  重设；“航空公司”  $F_0$  音域和位置都比“国际”的小和低；“航空公司”四个音节的音域都很小。由于复合韵律词的组成成分在  $F_0$  音域和  $F_0$  位置的不同， $F_0$  位置高和/或  $F_0$  音域大的音节或音节组往往被感觉为

尖锐有力。

### 5.2 韵律词的边界特点

表一给出了三位发音人念的不紧挨“无声停顿”前和“有声停顿”之前韵律词的末音节和首音节韵母 T 平均值及其标准差,即表一所给韵律词的末音节和首音节韵母 T 数据,不包括紧挨“无声停顿”之前和“有声停顿”之前的韵律词数据。韵律词包括简单韵律词和复合韵律词。单音节如果被强调了成为一个韵律词,不过,在表一中没给予计算。从表一可以看到,三位发音人的不在

表二给出了发音人韵律词与韵律词之间的  $F_0$  重设。从表二可以看到,三位发音人念的句子中,韵律词的首音节  $F_0$  与前一个韵律词的末音节  $F_0$  之间,大多数发生了正  $F_0$  重设,还可以发生负  $F_0$  重设。三位发音人中,韵律词之间发生的正  $F_0$  重设值最大的是 86Hz,最小的 30Hz;韵律词之间发生的负  $F_0$  重设值最大的是 43Hz,最小的 23Hz。不过它们的偏差都很大。

5.3 韵律词的声学表现:韵律词边界特点是,韵律词的末音节韵母时长不是总比其

发音人	计算的韵律词数目	首音节韵母时长 T 平均值和标准差 (ms)	末音节韵母时长 T 平均值和标准差 (ms)	t 检验
M00	37	$T_{b\text{ ave.}}=149\text{ms}$ $T_{b\text{ sd}}=47\text{ms}$	$T_{e\text{ ave.}}=163\text{ms}$ $T_{e\text{ sd}}=48\text{ms}$	$p>0.1$
M01	40	$T_{b\text{ ave.}}=153\text{ms}$ $T_{b\text{ sd}}=47\text{ms}$	$T_{e\text{ ave.}}=155\text{ms}$ $T_{e\text{ sd}}=42\text{ms}$	$p>0.5$
F00	37	$T_{b\text{ ave.}}=163\text{ms}$ $T_{b\text{ sd}}=44\text{ms}$	$T_{e\text{ ave.}}=164\text{ms}$ $T_{e\text{ sd}}=50\text{ms}$	$p>0.1$

表一 不紧挨“无声停顿”和“有声停顿”前的韵律词末音节与首音节韵母时长 T 的比较

“无声停顿”和“有声停顿”之前韵律词的末音节韵母 T 平均值都比首音节的大几毫秒或十几毫秒,但其平均值在统计上没有意义,因为表一告诉我们,它们的方差检验的显著性水平都大于 0.1。例如,发音人 M00 不在“无声停顿”和“有声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长平均值  $T=163\text{ms}$ ,首音节韵母时长平均值  $T=149\text{ms}$ ,其时长差平均为 14ms,在三位发音人中差值是最大的,但其平均值缺乏统计意义,因为其平均值偏差更大。因而,韵律词末音节韵母时长不是总比其首音节的长。

首音节的长,但是韵律词之间发生了程度不同的  $F_0$  重设。

韵律词内各音节  $F_0$  不仅可发生连读变调和  $F_0$  协同发音,而且在  $F_0$  位置和/或音域方面也有其特征。由于韵律词内  $F_0$  的这种声学表现,我们把韵律词称之为“ $F_0$  变化组”。

韵律词与韵律词之间的  $F_0$  重设,和韵律词内部各音节  $F_0$  的特有表现,是口语在韵律方面形成的十分重要特点;它对口语的自然悦耳,起了很大作用。

### 5.4 韵律词边界特点与韵律短语边界特

	$F_0$ 正重设的平均值,标准差和个数	$F_0$ 负重设的平均值,标准差和个数
M00	$F_{0\text{ ave.}}=30.38\text{Hz}$ $F_{0\text{ sd}}=15.37\text{Hz}$ N=39	$F_{0\text{ ave.}}=-26.27\text{Hz}$ $F_{0\text{ sd}}=11.75\text{Hz}$ N=9
M01	$F_0(\mu)=35.43\text{Hz}$ $F_{0\text{ sd}}=20.55\text{Hz}$ N=46	$T_{f\text{ ave.}}=-23.42\text{Hz}$ $F_{0\text{ sd}}=17.35\text{Hz}$ N=12
F00	$F_0(\mu)=86.36\text{Hz}$ $F_{0\text{ sd}}=59.00\text{Hz}$ N=45	$F_{0\text{ ave.}}=-43.33\text{Hz}$ $F_{0\text{ sd}}=8.15\text{Hz}$ N=3

表二 三位发音人韵律词之间的  $F_0$  重设

点的比较

在“普通话语句间断和语句韵律短语”（林茂灿，2000）一文指出，韵律短语由“无声停顿”（pause with silent）（无声间断 break with silent）和“有声停顿”（pause without silent）（有声间断 break without silent）隔开，这个结论是从发音人 F00 的语料得出来的。最近又对发音人 M00 和 M01 的语料作了韵律短语边界的听辨试验和声学分析，看到 M00 和 M01 跟 F00 一样，既存在“无声停顿”，又存在“有声停顿”。下面先讨论两种停顿前后音节的  $F_0$  重设情况，然后再把韵律词边界  $F_0$  重设跟韵律短语边界  $F_0$  重设作比较，进而对韵律词末音节时长跟韵律短语末音节时长进行比较。

语最后音节之间发生的  $F_0$  重设。从表三看到，三位发音人“无声停顿”前后音节间的  $F_0$  重设，并不是总比“有声停顿”前后音节间的大。

从表三还看到，“无声停顿”和“有声停顿”之后音节相对其前面音节，发生正  $F_0$  重设的居绝大多数。那么，停顿前后音节的  $F_0$  正重设是不是比韵律词之间的大呢？

从表四看到，M01 在显著性  $P=0.01$  条件下，“有声停顿”和“无声停顿”的前后音节  $F_0$  重设比韵律词之间的大，但是 M00 和 F00 的就得不到结论，因而，“有声停顿”和“无声停顿”的前后音节  $F_0$  重设不是都比韵律词之间的大。

表五给出了三位发音人“无声停顿”之前韵律词的末音节和其首音节韵母时长的

		$F_0$ 正重设的 $F_0$ 平均值，标准差，和个数	$F_0$ 负重设的 $F_0$ 平均值，标准差，和个数
M00	无声停顿	$F_{0\text{avg}}=35.00\text{Hz}$ $F_{0\text{sd}}=21.11\text{Hz}$ $N=27$	$F_{0\text{avg}}=-15.34\text{Hz}$ $F_{0\text{sd}}=$ $N=1$
	有声停顿	$F_{0\text{avg}}=30.0\text{Hz}$ $F_{0\text{sd}}=32.36\text{Hz}$ $N=3$	$F_{0\text{avg}}=$ $F_{0\text{sd}}=$ $N=0$
M01	无声停顿	$F_{0\text{avg}}=72.80\text{Hz}$ $F_{0\text{sd}}=37.58\text{Hz}$ $N=20$	$F_{0\text{avg}}=-18.53\text{Hz}$ $F_{0\text{sd}}=-$ $N=1$
	有声停顿	$F_{0\text{avg}}=86.50\text{Hz}$ $F_{0\text{sd}}=31.53\text{Hz}$ $N=4$	$F_{0\text{avg}}=-12.00\text{Hz}$ $F_{0\text{sd}}=-8.49\text{Hz}$ $N=2$
F00	无声停顿	$F_{0\text{avg}}=68.50\text{Hz}$ $F_{0\text{sd}}=58.72\text{Hz}$ $N=4$	$F_{0\text{avg}}=-29.00\text{Hz}$ $F_{0\text{sd}}=$ $N=1$
	有声停顿	$F_{0\text{avg}}=106.11\text{Hz}$ $F_{0\text{sd}}=45.53\text{Hz}$ $N=9$	$F_{0\text{avg}}=-55.00\text{Hz}$ $F_{0\text{sd}}=$ $N=1$

表三 三位发音人语句中“无声停顿”及“有声停顿”之后音节和其前面音节之间的  $F_0$  重设

	M00	M01	F00
韵律词之间的 $F_0$ 正重设与无声停顿前后音节间的 $F_0$ 正重设的比较	$p>0.1$	$p<0.01$	$p>0.1$
韵律词之间的 $F_0$ 正重设与有声停顿前后音节间的 $F_0$ 正重设的比较	$p>0.1$	$p<0.001$	$p>1$

表四 韵律词之间的  $F_0$  重设，与停顿前后音节之间的  $F_0$  重设的方差分析

表三给出了三位发音人念的语句中“无声停顿”及“有声停顿”之后音节相对于其前音节之间的  $F_0$  重设数据，这个数据当然反映了韵律短语第一音节与其前面韵律短

平均值和标准差，以及方差分析结果。

从表五看到，发音人 M00 和 F00 “无声停顿”之前的韵律词末音节韵母时长，在千分之五显著性条件下，比其首音节的长：M00

“无声停顿”之前韵律词末音节韵母时长  $T=189\text{ms}$ ，首音节韵母时长  $T=146\text{ms}$ ；F00 “无声停顿”之前韵律词末音节韵母时长  $T=231\text{ms}$ ，首音节韵母时长  $T=186\text{ms}$ 。但是，发音人 M01 “无声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长与其首音节韵母时长之间的差

末音节韵母时长  $T=261\text{ms}$ ，首音节韵母时长  $T=174\text{ms}$ 。

表七给出三位发音人“有声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长与它前面所有韵律词的末音节韵母时长的方差分析结果。表七告诉我们，在显著性水平百分之五条件

发音人	计算的韵律短语数目	首音节韵母时长 T (平均值和标准差)	末音节韵母时长 T (平均值和标准差)	F 检验
M00	49	$T_{b\text{ ave}}=146\text{ms}$ $T_{b\text{ st}}=45\text{ms}$	$T_{e\text{ ave}}=189\text{ms}$ $T_{e\text{ st}}=45\text{ms}$	$p<0.0001$
M01	42	$T_{b\text{ ave}}=163\text{ms}$ $T_{b\text{ st}}=37\text{ms}$	$T_{e\text{ ave}}=168\text{ms}$ $T_{e\text{ st}}=40\text{ms}$	$p>0.5$
F00	21	$T_{b\text{ ave}}=186\text{ms}$ $T_{b\text{ st}}=40\text{ms}$	$T_{e\text{ ave}}=231\text{ms}$ $T_{e\text{ st}}=41\text{ms}$	$p<0.005$

表五 无声停顿之前韵律词的末音节韵母时长 T 与其首音节的作比较

值却缺乏统计意义。

表六给出了三位发音人“有声停顿”之前韵律词的末音节和其首音节韵母时长的平均值和标准差，以及方差分析检验结果。从表六看到，在显著性水平千分之五下，三位发音人念的“有声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长 T 的平均值都比其首音节的长。M00 “有声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长  $T=219\text{ms}$ ，首音节韵母时长  $T=126\text{ms}$ ；M01 “有声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长  $T=194\text{ms}$ ，首音节韵母时长  $T=135\text{ms}$ ；F00 “有声停顿”之前韵律词的

下，“有声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长比其前面所有韵律词的末音节韵母时长长。表六和表七告诉人们，三位发音人“有声停顿”之前音节韵母的时长被拉长了，它的长度约为 200ms。

表八给出了三位发音人“无声停顿”之前韵律词末音节韵母时长与其前面所有韵律词的末音节时长的方差分析结果。从表八看到，在百分之五显著性条件下，发音人 M00 和 F00 “无声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长 T，大于其前面所有韵律词的末音节时长，可是，发音人 M01 “无声停顿”之前的末音节韵母时长，不大于其前面所有

发音人	计算的韵律词数目	首音节韵母时长 T (平均值和标准差)	末音节韵母时长 T (平均值和标准差)	F 检验
M00	3	$T_{b\text{ ave}}=126\text{Hz}$ $T_{b\text{ st}}=35\text{Hz}$	$T_{e\text{ ave}}=219\text{Hz}$ $T_{e\text{ st}}=43\text{Hz}$	$<0.005$
M01	9	$T_{b\text{ ave}}=135\text{Hz}$ $T_{b\text{ st}}=27\text{Hz}$	$T_{e\text{ ave}}=194\text{Hz}$ $T_{e\text{ st}}=20\text{Hz}$	$<0.0001$
F00	18	$T_{b\text{ ave}}=174\text{Hz}$ $T_{b\text{ st}}=50\text{Hz}$	$T_{e\text{ ave}}=261\text{Hz}$ $T_{e\text{ st}}=50\text{Hz}$	$<0.00001$

表六 “有声停顿”之前韵律词的末音节韵母与其首音节韵母时长 T 的比较

	M00	M01	F00
“有声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长与其前面所有韵律词的末音节韵母时长的比较	$t=0.05$	$t<0.01$	$T<0.00001$

表七 三位发音人“有声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长与其前面所有韵律词的末音节韵母时长的方差分析

韵律词的末音节韵母时长。因而，语句中“无声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长，不是都大于其前面所有韵律词的末音节韵母

上海的航班因大雾取消了”的听辨结果和对图九这句话作的声学分析看到，“国际航空公司”是复合韵律词；“航班”，“因”，“大

	M00	M01	F00
“无声停顿”之前韵律词的末音节时长与其前面所有韵律词的末音节时长的比较	$t < 0.05$	$t > 0.5$	$T < 0.0005$

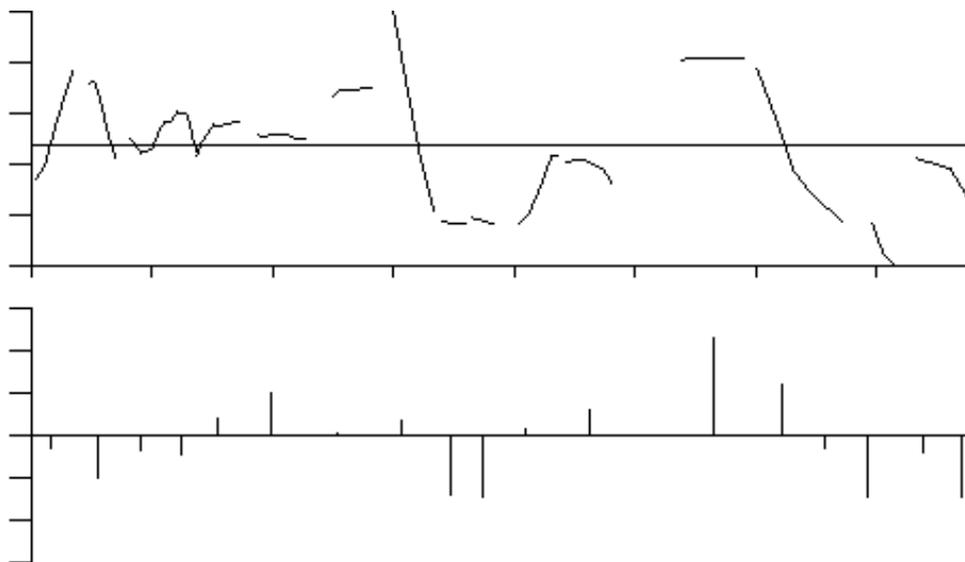
表八 三位发音人“无声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长与其前面所有韵律词的末音节韵母时长的方差分析

时长  $T$ 。

总起来说，停顿有“无声停顿”和“有声停顿”两种，两种停顿边界处绝大多数都发生了程度不同的  $F_0$  重设，但是，没有发现两种停顿边界处的  $F_0$  重设在频率值大小上有什么系统差异，也没有发现两种停顿边界处的  $F_0$  重设与韵律词边界处  $F_0$  重设在频率值大小上有什么差异；“无声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长，不是都大于其前面所有韵律词的末音节韵母时长，可是，“有声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长，都大于其前面所有韵律词的末音节韵母时长，也就是说，只有“有声停顿”之前的音节时长被拉长了，它的长度约为 200ms。

雾”及“取消了”和“非上海的”是简单韵律词。在“国际航空公司”和“非上海的”中，“国际”和“上海的”分别比“航空公司”和“非”听起来尖锐有力。韵律词中那些听起来尖锐有力的一两个音节，给人以突显的感觉。韵律词中的突显部分，我们称它为词重音。

从图九还看到，“国际航空公司”中“司”时长很长，它使得人们觉得在“国际航空公司”之后有个小间断，也就是说“国际航空公司”既是韵律词又是韵律小短语。从图九还可看到，“国际航空公司飞上海的航班”和“因大雾取消了”之间有个无声停顿，因而，“国际航空公司飞上海得航班”



图九 国际航空公司飞上海的航班因大雾取消了  
发音人 M01 念普通话“国际航空公司飞上海的航班因大雾取消了”各音节

归一化  $F_0$  和  $T$

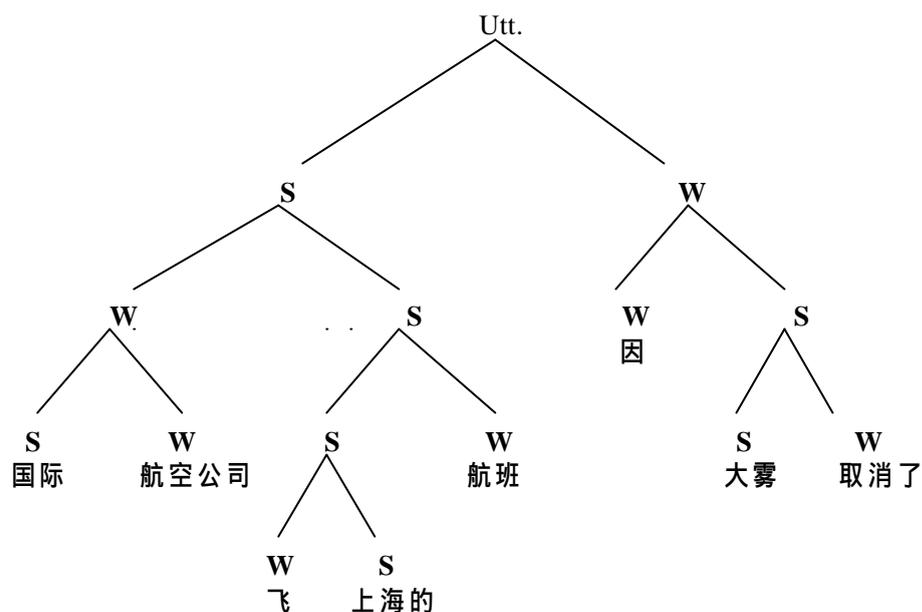
### 5.5 突显和重音

从对 M01 念普通话“国际航空公司飞

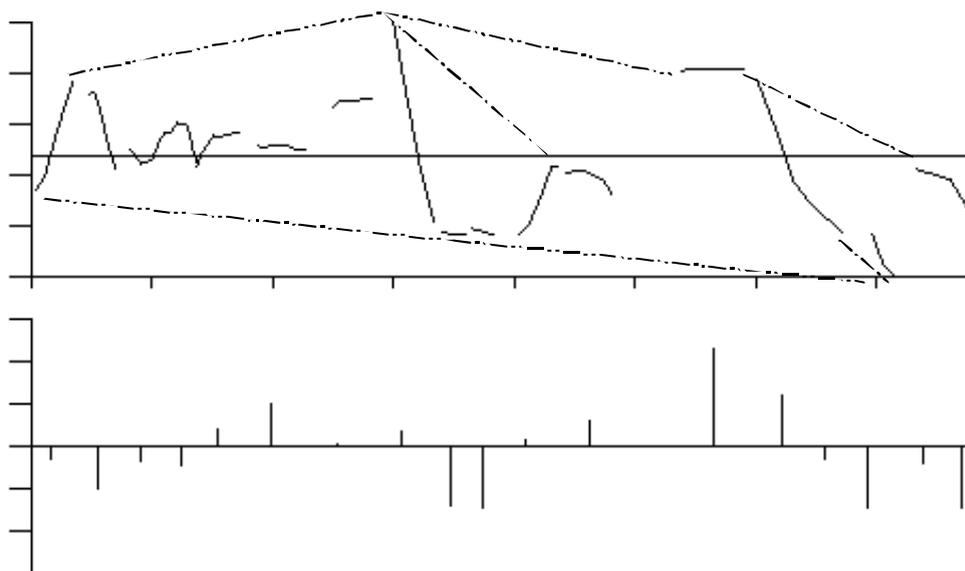
和“因大雾取消了”分别是韵律大短语。韵律大短语“国际航空公司飞上海的航班”由

两个韵律小短语“国际航空公司”和“飞上海的航班”组成。图十是 M01 念普通话“国际航空公司飞上海的航班因大雾取消了”的节律分布。这个句子的重音，看来是“上海的”了。在句子中，句重音的  $F_0$  位置和  $F_0$  音域幅度最高和最大。韵律短语由不只一个韵律词组成时，其中最突显的音节，称之为短语重音。

总起来说，在韵律词中，有一两个音节听起来较为尖锐而有力。这个音节为阴平，阳平和去声时，其  $F_0$  值大；这个音节为上声的话，其  $F_0$  往往呈现低降升。这一两个音节时长如果也长，听起来更突显。韵律词中听起来突显的一两个音节，称作词重音。韵律短语由韵律词组成，其中最为突显的一两个音节，称为短语重音。句子重音是这个句子突显的一两个音节。



图十 M01 念普通话“国际航空公司飞上海的航班因大雾取消了”的节律分布



国际航空公司 飞 上海的航班 因 大雾取消了  
图十一 发音人 M01 念普通话“国际航空公司飞上海的航班因大雾取消了”的三个层次  $F_0$  顶线和底线

### 5.6 重音与 $F_0$ 范围 (音域)

基于语句重音的层次性, 我们提出语句中有三类  $F_0$  顶线和底线, 它们是韵律词的  $F_0$  顶线和底线, 韵律短语的  $F_0$  顶线和底线和全句的  $F_0$  顶线和底线。韵律词  $F_0$  顶线和底线分别指韵律词中高音高的音节  $F_0$  最大值或高音高的几个音节  $F_0$  最大值的连接线, 和低音高的音节  $F_0$  最小值或低音高的几个音节  $F_0$  最小值的连接线。韵律短语  $F_0$  顶线和底线则是分别是把所包含韵律词的  $F_0$  最大值和最小值连接而成的。同样的道理, 全句的  $F_0$  顶线和底线是由所包含韵律短语的  $F_0$  最大值和最小值分别连接而成。图十一给出了 M00 念“国际航空公司飞上海的航班因大雾取消了”这句话的韵律词的  $F_0$  顶线和底线, 韵律短语的  $F_0$  顶线和底线和全句的  $F_0$  顶线和底线。图十一中, 实线代表语句中各音节  $F_0$  变化, 点线代表韵律词的  $F_0$  顶线和底线, 横点线代表韵律短语的  $F_0$  顶线和底线, 横双点线代表全句的  $F_0$  顶线和底线。韵律词的  $F_0$  顶线和底线, 韵律短语的  $F_0$  顶线和底线和全句的  $F_0$  顶线和底线, 给出了各自的  $F_0$  活动范围。在韵律词的  $F_0$  顶线和底线所给出的  $F_0$  活动范围中,  $F_0$  范围最大和/或  $F_0$  位置最高的部分就是韵律词重音所在的音节或音节组。同样, 韵律短语  $F_0$  顶线和底线所给出的  $F_0$  活动范围中,  $F_0$  范围最大和/或  $F_0$  位

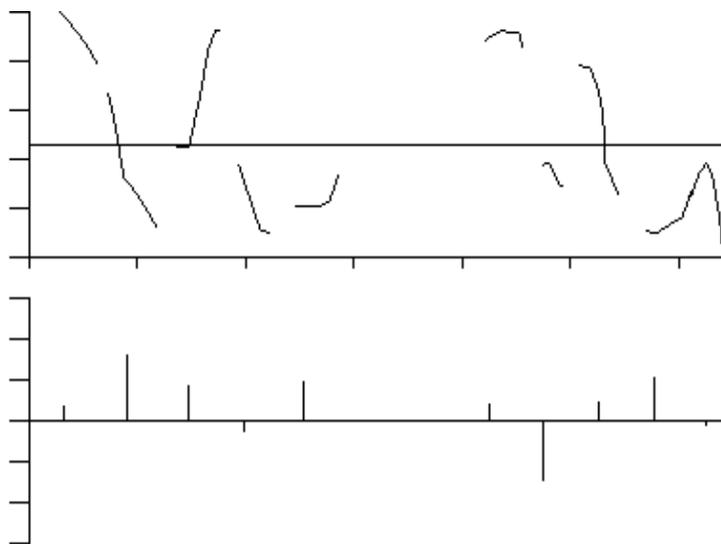
置最高的部分就是韵律短语重音所在的音节或音节组。全句重音当然就是指那些  $F_0$  范围最大和/或  $F_0$  位置最高的部分。

从此看到, 汉语语句三类重音跟它们的  $F_0$  范围 (或称  $F_0$  音域) 和/或  $F_0$  位置密切相关。

### 5.7 韵律词与变调

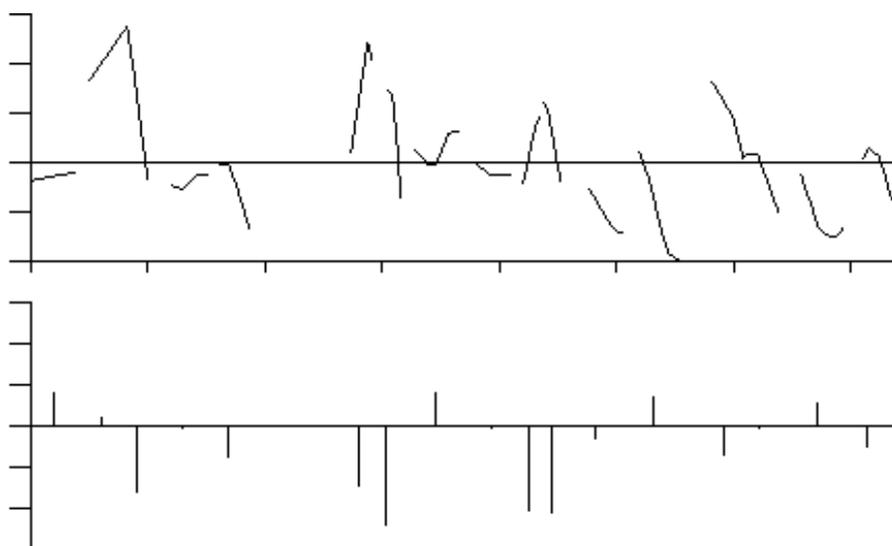
这儿介绍在本研究材料中看到的普通话“上上”连读变调的一些表现。

图十二给出了发音人 M01 念普通话“发展小水禽兴起大产业”的归一化  $F_0$  和 T。听音人认为“发展”和“小水禽”是韵律词, 这是因为“发展”的“展”和“小”的时长都很长, 以及“发展”的“展”  $F_0$  已很低, “小”的  $F_0$  需要重设。“发展”的“发”本来是阴平调, 因为受后面“展”上声调的逆向协同发音的作用, “发”的  $F_0$  变成了下降的, “发展”的  $F_0$  从前音节到后音节是下降的, 听起来觉得“发展”是一起念出来的。“小”与“水”两个上声连读, 使“小”变成阳平, 其  $F_0$  上升; “水”是上声, 即使念成了“半上”, 前面说过, 也使“禽”的  $F_0$  位置抬高。“小水禽”是一起念出来的。“展”, “小”和“水”原来都是上声音节, 但由于“发展”和“小水禽”为两个韵律词, 所以, 只有“小”和“水”两个上声连读, “小”读为阳平调的上升  $F_0$ 。普通话“上上”连读变调在韵律词内发生。



发 展 小 水 禽                      兴 起 大 产 业

图十二 发音人 M01 念“发展小水禽兴起大产业”各音节的归一化  $F_0$  和 T



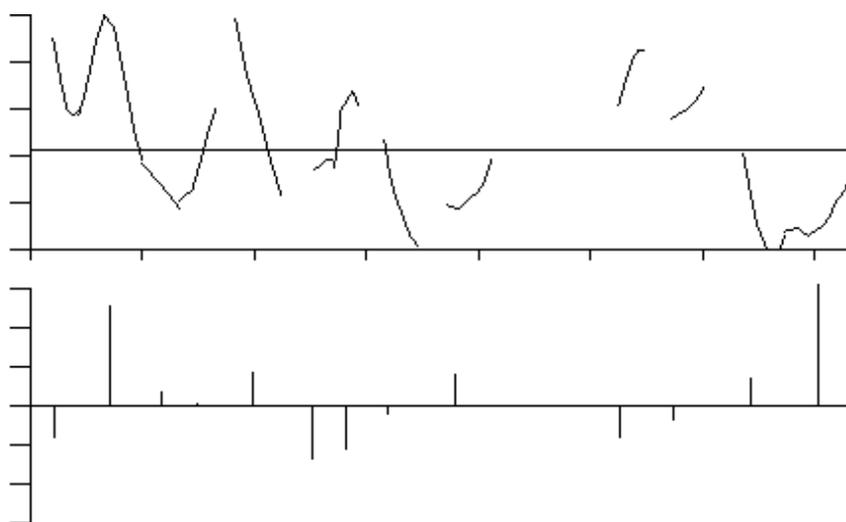
武钢的同志 不是把改革的口号挂在嘴上  
图十三 M01 念“武钢的同志不是把改革的口号挂在嘴上”各音节的归一化  $F_0$  和 T。

图十三给出了 M01 念普通话“武钢的同志不是把改革的口号挂在嘴上”各音节的归一化  $F_0$  和 T。图十三看到，“武钢的同志”和“不是把改革的口号挂在嘴上”之间有个“无声停顿”，使它们成为两个韵律大短语。“口号”的“号”时长长，加上“口号”与“挂在”之间可能有很大的  $F_0$  重设，使“不是把改革的口号”与“挂在嘴上”之间又有一个“有声停顿”，这个“有声停顿”使它们成为韵律小短语。在“不是把改革的口号”这个短语中，“不是”，“把改革的”和“口号”分别是韵律词，因为“不是”与“把改革的”之间有正的  $F_0$  跃变，“把改革的”的“革”和“的”念的很短，使得它们附着于前面，因而与“口号”分开。“口号”中，“口”念作“半上”，使“号”  $F_0$  位置抬高。介词“把”跟其后面“改革”连在一起读，使“把”念作  $F_0$  上升的调子；“改革”是两音节组词，由于“改”是上声调，使“革”的  $F_0$  抬高。“把改革的”的“的”附着于“改革”，由于“革”  $F_0$  上升，使“的”  $F_0$  也先太高。在韵律词中，两个上声连读使第一个上声变成阳平。

三个上声连读时前两个上声读成  $F_0$  上升的例子，见图十四。发音人 M00 念普通话“在庙里一站几个小时苦苦揣摩”中，“在

庙里一站几个小时”和“苦苦揣摩”之间有个无声停顿，使“在庙里一站几个小时”和“苦苦揣摩”成为两个韵律短语。在这儿，“苦苦揣摩”也是韵律词，因为它们是连在一起念的。“苦苦揣摩”中，“苦”和“揣”是上声音节，“苦苦”受其后面上声音节“揣”的连读作用，其  $F_0$  都读成上升的；“苦苦揣摩”的前三个音节时长相对于“摩”都短。从图十四还看到，在发音人 M00 念的这个语音片段中，“在庙里”，“一站”和“几个小时”都是韵律词。

在发音人 M00 在念“中国人民对此表示不满和愤慨是可以理解的”这句话中，“可以理解”四个音节都是上声字，但它不是按“上上上上”“前三个上声变成阳平”规律念，而是“可以”和“理解”分别连读变调，那么，“可以理解”是不是两个独立的韵律词呢？在“问题的提出”一节中分析了它们的声学表现后指出，发音人 M00 的“可以理解”的读法跟“中国人民”的既相同又不同。从听辨试验结果看，参加本研究的全部听音人认为“中国人民”是一起念出来的，而只有 60% 的听音人认为“是可以理解的”是连在一起念出来的，约 40% 听音人认为是“是可以”和“理解的”分别念出来的。把这句话声学分析和听辨试验的结果放



在 庙 里 一 站 几 个 小 时                      苦 苦 揣 摩  
图十四 发音人 M00 念“在庙里一站几个小时苦苦揣摩”各音节的归一化  $F_0$  和 T

在一起看，本研究提出了在韵律词分简单韵律词和复合韵律词的相法，M00 把“中国人民”念做简单韵律词，而把“可以理解”念做复合韵律词。“上上”连读变调在简单韵律词内进行。

## 6. 结论和讨论

普通话语流中的停顿有“无声停顿”和“有声停顿”之分。两种停顿在边界处都会发生程度不同的  $F_0$  重设，但是，没有发现两种停顿处前后音节的  $F_0$  重设在频率大小上有什么系统差异，也没有发现两种停顿处前后音节的  $F_0$  重设跟韵律词边界处的  $F_0$  重设在频率大小上有什么系统差异。韵律词之间的  $F_0$  重设，和停顿前后音节之间的  $F_0$  重设，可以是正跃变，也可以是负跃变。

在讨论和分析韵律词时长时，我们分别讨论了紧挨“无声停顿”之前的韵律词，紧挨“有声停顿”之前的韵律词和不紧挨“无声停顿”和“有声停顿”之前韵律词的三种情况。本研究看到，不紧挨“无声停顿”和“有声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长不比其首音节的长；紧挨“无声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长也不比其首音节的长；只有紧挨“有声停顿”之前韵律词的末音节韵母时长比其首音节的长。可是，在

英语中，韵律词末音节的韵母时长，随其后面间断等级 (break index) 的增大而加长 (见 P. J. Prince 等学者论文图三及其说明，1991)。

韵律词除了边界处发生程度不同的  $F_0$  重设外，其特点在于它是一个“ $F_0$  变化组” ( $F_0$  variation group)，它分为简单韵律词和复合韵律词。

简单韵律词多数是两音节和三音节词和短语。人名，地名，专有名词及外来词都念做韵律词。助词等一定跟前面的组成简单韵律词。这些简单韵律词是绝对的，但也有不是绝对的及任意的，如单音节副词在被强调时才能成为简单韵律词。简单韵律词中，阴平后面音节的  $F_0$  往往下降；阳平后面音节的  $F_0$  位置多数下降，也有抬高的；“上声”后面音节的  $F_0$  位置比其前面的高，也就是说，上声之后音节的  $F_0$  位置不会立即下降；去声后面音节的  $F_0$  位置有的下降，有的抬高。普通话上上连读变调在简单韵律词中进行。简单韵律词中还可能发生  $F_0$  协同发音。韵律词中一个音节时长较长，其它音节的往往较短。

复合韵律词的特点是，它由两个 (或两个以上) 简单韵律词组成；一个简单韵律词的  $F_0$  音域幅度和/或  $F_0$  位置比另一个的小和低；如果有附着成分的话，还要加上附着成

分的  $F_0$  表现。

韵律词中  $F_0$  较大和/或  $F_0$  音域较大的音节或音节组，人们听起来往往觉得它尖锐有力。我们把这些较尖锐有力的音节，叫做词重音，也就是说，韵律词有重音。韵律词有自己的重音，使得短语和语句也有重音。语句重音具有层次性。

基于语句的韵律结构，我们提出三个层次的  $F_0$  顶线和底线。由三个层次  $F_0$  顶线和底线所形成的三个层次的  $F_0$  区域，给出了三个层次的  $F_0$  活动范围。从三个层次的  $F_0$  活动范围可以看到， $F_0$  活动范围中面积最大部分分别与词重音，短语重音和全句重音相对应。从三个层次的  $F_0$  活动范围再次看到： $F_0$  音域与重音的密切相关。

沈炯（1985）在用他的实验句对汉语声调与语调关系进行研究后指出，“语调是由一连串声调音域组织起来的音高调节形式，声调是在声调音域中活动的曲线。语调对声调有调节作用，声调音域的改变表现在声调曲拱发生的量变上。”沈炯最近又指出（1999），他从1985年到1995年采用“声调音域和语调构造概念，阐述了声学界面和全句语调问题。”

本研究基于汉语的韵律结构，提出了语句重音的层次性，看到  $F_0$  音域是重音的重要声学表现。语句中音节  $F_0$  受到连续变调作用和  $F_0$  协同发音的干扰，其曲线本身可能发生这样那样的变化，有的还可能失去了原来的特点。语句中音节  $F_0$  的这种变化，属于音节间的相互作用，当然， $F_0$  协同发音还可能跨音节发生。韵律词中还必然发生  $F_0$  音域的扩大或且缩小和/或  $F_0$  位置抬高或者降低， $F_0$  的这种变化是由于人们说话时引起的，属于语句平面的一种音系行为。也就是说，语句各个音节  $F_0$  曲线及其可能的变化，属于声调和变调问题，而各个音节组  $F_0$  音域的扩大或缩小和/或  $F_0$  位置的抬高或降低，属于语句重音问题。声调和语句重音属于不同的语音学和语言学事件（Ladd, 1996, P.155），当然，它们之间也可能有相互影响。从新近发展的自主音段节律音系学理论（Autosegmental-metrical theory,

AM theory）（Ladd, 1996）看，本研究所说的重音模式是汉语语调的特征之一。语句中，声调是音节的音高变动（平，升，降，等等），而音高的尖锐有力则是跟句子有关的重音问题。我们以为，声调信息和语句重音信息可以这样从  $F_0$  中加以分离。

我们要继续研究汉语语调的其它表现，力图给出其定量模式。

#### 参考文献：

- 林茂灿、颜景助（1993），普通话正常重音四音节词和短语中的声调协同发音，《声学学报》，17卷6期；
- 林茂灿（1999），语句  $F_0$  曲线的构建和其作用---兼谈语句和时长的归整，《现代语音学论文集》（吕士楠等主编），进城出版社；
- 林茂灿（2000），普通话语句中间断和语句韵律结构，《当代语言学》2000年2期；
- 沈炯（1985），北京话声调的音域和语调，《北京语音实验录》（李焘和王里嘉等著），北京大学出版社；
- 沈炯（1999），汉语音高载信系统模型，《中国语言学的新进展---庆祝王士元教授六十五华诞》，香港城市大学出版社，355-380页；
- 王洪军（1999），《汉语非线性音系学---汉语的音系格局与单字音》，北京：北京大学出版社；
- 祖漪清（1999），识别用汉语语句语料库的设计，《声学学报》，18卷3期；
- Ladd, D. Robert (1996), *Intonational Phonology*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Lin Maocan and Yang Jingzhu (1993), Tonal coarticulation patterns in quadrisyllabic words and phrases with normal stress of Standard Chinese, *Chinese Journal of Acoustics*, Vol. 12, No. 3;
- Price, P. J., Ostendorf M., Shattuck-Hufnagel S., & Fong C. (1991), The use of prosody in syntactic disambiguation, *Journal of Acoustics of American Society*, Vol. 90, pp. 2956-2970;

Shih Chilin (1997), Mandarin third tone sandhi and prosodic structure. In *Studies in Chinese phonology*, eds.: Wang Jialing and

Norval Smith, pp. 81-123, Berlin: Mouton de Gruyter.

## PROSODIC WORD AND ITS STRESS IN STANDARD CHINESE *Maocan Lin and Jingzhu Yan*

It has been found that in Standard Chinese, prosodic word is a “ $F_0$  variation group”,  $F_0$  reset always occurs between them in different degree. It's not like the prosodic word in English whose duration of the last syllable is lengthened (Prince, 1991). Prosodic phrase is characterized not only by pause with silence, but also by pause without silence.

The perceived acute and intense syllable (s) (prominence) is induced by higher  $F_0$  or lower  $F_0$  in syllable or wider  $F_0$  range of syllable-group in prosodic word. The stress in prosodic word refers to the acute and intense syllable (s). So, prosodic word has its own stress. The stress of a prosodic phrase is the most acute and intense syllable (s) or most prominence part in the contained prosodic words. Also, The stress of an utterance is the most acute and intense syllable (s) or most prominence part in the contained prosodic phrases. In Standard Chinese, stress is hierarchical as shown in Figure 10.

Based on the prosodic structure, three level of top and bottom  $F_0$  lines are proposed as shown in Figure 11. The top and bottom  $F_0$  lines of prosodic word are those that link up the maximum  $F_0$ s in the contained syllables with high pitch and minimum  $F_0$ s in the contained syllables with low pitch. So are the top and bottom  $F_0$  lines of the prosodic phrase and the utterance. In other words, the top and bottom  $F_0$  lines in the utterance are inferred from those of prosodic phrase, and the top and bottom  $F_0$  lines in the prosodic phrase are inferred from those of prosodic

word. It appeared that the top and bottom  $F_0$  lines in the utterance cannot be drawn directly from the  $F_0$  of the syllables.

The area covered by the top and bottom  $F_0$  lines of PW provides the  $F_0$  range in PW. Within the area covered by the top and bottom  $F_0$  lines of PW, the syllable(s) with the biggest  $F_0$  range is stress of the PW. Similarly, The stress in PP refers to the syllable(s) which has the biggest  $F_0$  range, and The stress in utterance refers to the syllable(s) which has the biggest  $F_0$  range. From the areas covered by the top and bottom  $F_0$  lines of the PW, the PP and the utterance, it is further found that stress is related to the  $F_0$  range.

Chinese is a tone language.  $F_0$  in syllable can be varied to different extent, even to lose its identity, due to the effects of tone sandhi and the perturbation by  $F_0$  coarticulation. The variations in  $F_0$  of syllables are the events that are due to the intersyllabic action of course,  $F_0$  coarticulation can do across adjacent syllable. However, the rising or lowering of  $F_0$  place and expansion or contraction of  $F_0$  range is caused by the sentence spoken, it is the events that are due to utterance level. It seems to us that the variations in  $F_0$  of syllable have been distinguished from the  $F_0$  range modification in Chinese, namely, tone information has been differentiated from stress pattern in utterance. The hierarchical stress may be one of the cues to Chinese intonation.

We will further discover another cues to Chinese intonation.