

探索语调本质——《汉语语调实验研究》书评

祖漪清

摘要 林茂灿先生的专著《汉语语调实验研究》系统地介绍了他关于汉语语调的相关研究成果。林茂灿先生基于赵元任先生的语调思想和现代语调的自主音段(AM)理论,以声学分析和感知实验为基础,系统地研究了汉语普通话单音节、单词的声调表现和句子的语调,本著作是他相关研究成果的集中呈现。林茂灿先生在专著中探讨了赵元任先生的总语调问题,并提出了汉语语调的双要素是语气和边界调,

关键词 音高,语调理论,赵元任,重音,边界调

THE NATURE OF MANDARIN INTONATION: A REVIEW OF EXPERIMENTAL STUDY ON MANDARIN INTONATION

ZU Yiqing

Abstract Based on Yuen-Ren Chao's intonation theory, and the Autosegmental-Metrical(AM) theory for intonation, Prof. Maocan Lin has been pursuing studies on the nature of Mandarin intonation by means of acoustic analysis and perception experiments. His newly published book, *Experiment Study on Mandarin Intonation*, summarizes the phonetic analysis on tones, word stress, sentence stress, and functional mood of Standard Chinese. Additionally, he discussed Yuen-Ren Chao's resultant intonation idea, and proposed that functional mood and boundary tone are two key elements of Chinese intonation.

Key words Tone, Intonation, Yuen-Ren Chao, Stress, Boundary tone

1. 引言

一代语言学宗师赵元任先生和刘复先生等中国语音研究先驱早在二十世纪初就对声调、语调的性质和论述做出了重大贡献,为中国语音乃至世界的语音研究留下了巨大财富。赵元任在《英语语调(附美语变体)与汉语对应语调初探》[47]中指出,“英语和汉语两种语言中都有一项要素的分类,是嗓音基频音调的时间函数,统称为语调。”就是说,赵元任指出汉语语调跟英语等语言的一样,音高曲线(F_0)反映了语调。

汉语是声调语言,因而,在整体音高曲线中,声调和语调两类信息是同时存在的。刘复(半农)先生的研究了声调的音高表现,并完成了他的博士论文《四声实

验录》[16]。如何从实际的音高变化趋势中,把语调的音高和声调的音高区分开,从而了解汉语语调的本质,一直是汉语语调研究的难点和重点。中外学者几十年来从不同角度,采用各种不同方法,不断地探索和研究汉语语调,对汉语语调的认识步步深入,取得了许多丰富的成果。林茂灿先生的《汉语语调实验研究》[30]是以赵元任先生的语调学说为指导,运用现代语调的自主音段(AM)理论,汲取调群语调理论的调核要素,以实验为基础研究汉语语调,而写成的一本汉语功能语调专著。

2. 汉语语调研究

二十世纪初,语音学大师赵元任、刘复就开始了对汉语声调和语调的探索。刘

复先生 [16] 利用浪纹计测算声调频率, 用实验语音学方法确定了当年的北平话声调四声体系; 赵元任先生敏锐地提出“汉语的语调实际是词的或固有的字调和语调本身的代数和”, 并形象地将声调和句调的关系比喻成“大波浪和小波浪”, 将重音比喻成“橡皮带”的拉长或缩短 [44, 45, 46]。

吴宗济先生在 30 年代就师从赵元任先生, 经历战争和社会变革后, 于二十世纪 50 年代开始, 在普通话的音段和韵律方面做了一系列的实验研究 [36, 37, 39, 40], 提出了变调块和移调思想, 提出语调是“必然变调”加“或然变调”。中国社会科学院语言研究所 (简称语言所) 在吴宗济先生的带领下, 开展了系统完整的音段、韵律研究。

此外, 沈炯 [31] 提出了“声调音域”的概念, 并针对陈述句、疑问句和感叹句等不同句型, 系统地研究了语句音高曲线的高线和低线变化 [32, 33, 34, 35], 他认为汉语的语调是语句中一系列重音连贯过程表现出来的音域调节的语句类型, 汉语语调有调冠、调头、调核和调尾四部分。调核音节的时长对语调类型又有重要的贡献。

许毅提出了 [12, 13] 平行编码、目标接近模型 (PENTA, 即 Parallel Encoding and Target Approximation)。在该模型中, 局部目标和音节同步。编码参数包括音高目标的高度、斜度、和力度。在连续话语中, 编码参数控制着各个局部目标的实现。并行编码是指不同功能信息并存且相互独立, 如声调、词重音、句型 (疑问或陈述)、焦点、话题等, 这些信息都会落实到各局部目标上。不存在统一的和以形式为定义的整体语调结构。

石基琳 [10] 和 Jiahong Yuan [14] 曾在汉语普通话语调实验中发现语句的基频曲线有整体下倾的趋势; 整体汉语疑问语调和陈述语调主要依靠整体基频曲线的抬高以及疑问语调句末音节音高的提高来区分。

郑秋豫 [42, 43] 通过语流中节奏、响度、音段延长和停顿等方面考察语流的

韵律表现, 提出“阶层式多短语韵律句群 (PG, 即 Prosodic Phrase Grouping)”, 并将韵律层级的概念推广到篇章, 认为语篇韵律是来自字调、韵律词、韵律短语、呼吸群和语篇韵律规范的总和, 并将 PG 修改成“阶层式多短语语流韵律架构 (HPG, 即 Hierarchical Prosodic Phrase Grouping)”。

语调研究的另一条战线, 是语音合成的基频模型。具有代表性的模型包括 Fujisaki 模型 [1, 2]、Tilt 模型 [11] 和 PENTA 模型 [13]、Intsint 分析合成模型 [4]、IOP 模型 [3]、Stem-ML 模型 [5] 等。

3. 从音高显示器到语调研究—林茂灿先生的语调研究历程

1924 年, 刘复先生完成了他的博士论文《四声实验录》, 开创了定量研究声调的先河。刘复先生用“浪纹计”记录语音波形, 然后用他发明的乙二推断尺推算出基频曲线, 明确揭示了汉语普通话四声的本质。由于测量声调的过程繁杂, 赵元任于 1937 年派吴宗济去上海找中央研究院物理研究所丁西林所长, 研制电动画调器。由于抗战, 此项工作一直没有完成。二十世纪 50 年代, 罗常培、吕叔湘、吴宗济、马大猷和魏荣爵等前辈都对音高的自动提取非常期待和关切。

林茂灿先生在南京大学物理系学习声学时的毕业论文题目是“音高自动提取”。吴宗济先生获悉此事, 由当时的中国科学院语言所出面和南京大学联系, 致使林茂灿先生于 1959 年毕业分配到语言所。林茂灿先生在当时的中国科学院电子研究所语言声学研究室, 经过一年多的努力, 研制成功了“音高显示器”。但是“音高显示器”要显示基频和波形必须配合双线示波器, 用一种底片平移的照相机拍摄, 然后冲洗成照片。由于不能实时得到所要的音高曲线, 测量基频还是不够方便。文化大革命结束后, 语言所添置了数字计算机, 1977 年初开始, 林联合等先生和林茂灿先生合作用数字计算机提取基频, 基频

曲线可以即时显示出来。从此, 语言所关于音高的研究从模拟电子仪器步入数字计算机时代。

借助音高显示的物理手段, 林茂灿先生开始了声调和变调研究。他于1965年和1992年分别发表了关于声调和声调协同发音两篇文章 [20, 21], 接着开展轻重音和韵律研究 [22, 23, 24, 25], 后来开展了语调研究, 《汉语语调实验研究》一书就是林茂灿先生关于语调的研究成果。

4. 《汉语语调实验研究》的主要内容

4.1 声调

林茂灿先生通过音高的声学分析, 讨论了声音四要素中的音强, 音长和音高(基频)这三个要素。他的实验表明: 音高对单念音节四声的正确辨认率约为95%。音高是辨认普通话声调的充分而又必要的征兆。调型段里的音高模式是四声的最小信息单元。

吴宗济先生 [41] 指出, 音高显示器“发现声调的开始和结尾还各有一小段的曲线, 称为‘弯头’和‘降尾’。一个单字调有三个段落: 弯头段、调型段和降尾段。头尾两段对于听感关系不大, 但对语音合成是重要的。”因此, 单念音节的音高曲线的弯头段和降尾段对辨认四声来说是冗余的, 调型段里的音高模式是四声的最小信息单元。

4.2 词重音

词中有轻声和正常重音。

林茂灿先生的声学分析 [22] 和林焘先生的合成实验 [19] 表明, 音节强度在普通话轻声感知上不起什么作用, 时长缩短则是轻声的重要特征; 能量显著减弱是轻声的重要特点; 轻声音节的音段特性趋于央化。林茂灿先生通过声学分析还证实: 阴平、阳平和去声后面的轻声音高呈下降型, 上声后面的轻声音高呈中平或略升型。合成实验结果表明, 音高在轻声中的作用主要表现在轻声音节起点的高低;

时长的作用最重要; 缺少音强信息不会影响对轻声的识别。

正常重音指不含轻声音节的单词中的重音。两音节词重音分“重轻”和“中重”两种类型。三音节词中, “中轻重”是最常见的重音模式。

实验表明, 单词的音节强度跟正常重音的感知作用不大。时长对正常重音音节有辅助作用。

普通话词中正常重音的声调信息也存在于主要元音之中。

总而言之, 声音四要素中, 对两音节和三音节词正常重音的感知来说, 音强没有什么作用, 时长起辅助作用。

音强在语音中, 为什么不起什么作用呢? Lehiste 在她的“Suprasegmentals”一书 [6] 中指出, “影响元音响度有以下四个因素: 声门下压力、元音固有强度、元音基频与共振峰频率之间的相对关系、元音目标值强度与相邻辅音的过渡音强度之间的差。”四声的音强曲线与音高曲线之间不存在一一对应的关系, 直接用强度解释正常重音(及宽焦点重音)也变得比较困难。当然, 如果对某一两个音节特别用力, 以形成强调重音, 其基频就会显著加大, 音强也会随之加大。

4.3 语句重音

普通话焦点重音分为窄焦点重音和宽焦点重音, 都以音高变化为主。当窄焦点重音落在非上声音节上时, 音高高点抬高; 当落在上声音节上时, 其音高低点下压, 而宽焦点是其高点下降, 低点比其前面音节的下降快些, 末音节音域最大。窄焦点重音的特征是: [+RAISEH] or [+LOWERL]; 而宽焦点特征是: [-RAISEH] [+LOWERL] [29]。

4.4 语气

林茂灿先生 [8, 26, 27, 28] 的实验表明, 疑问边界调相对于陈述边界调有三种音高表现, 其中最多出现的是, 携带疑问边界调音节的起点音高明明显高于携带陈述句边界调音节的起点, 疑问边界调音节的终点音高比陈述句边界调音节的终点

提高得更加明显; 林茂灿先生在进一步研究边界调与声调的关系时看到, 普通话疑问边界调音高是相对于这个音节声调的抬高, 而陈述的边界调音高是相对于这个音节声调的压低。边界调音高的抬高或降低是区分疑问语气与陈述语气的本质。林茂灿先生认为普通话疑问和陈述边界调的特征用符号可以表示为: [+Raised Tone] 和 [+Lowered Tone]。

陈虎 [15] 认为普通话无标记感叹语气的感知要素是强重音与宽调域。重音的加强与调域的加宽可以使陈述语气向感叹语气转化。重音的显著减弱与调域的显著压缩也可使感叹语气丧失殆尽。林茂灿先生提出, 感叹语气的基本特征是: [+RaisedH] 与 [+RaisedH] [+Lowered L], [+RaisedH] 表示强重音, [+RaisedH] [+Lowered L] 表示宽调域。

路继伦与孙佳 [18] 的研究表明命令语气主要通过边界调得到体现; 命令短语的时长短于陈述短语的时长。林茂灿先生也提出了命令语气的边界调也是相对于这个音节单念时音高会抬高, 其基本特征为: [+Raised Tone]。

李爱军分析了高兴、害怕、难过、生气这四种情感句的重音模式与对应中性句重音模式之间的关系, 考察发音人之间的情感句重音模式, 发现边界调具有表达情感的功能 [7, 17]。

5. 《汉语语调实验研究》的特色

5.1 赵元任语调学说及其意义

赵元任先生认为: “语气和重音, 通过‘代数和’和‘橡皮带’, 作用于声调和中性语调, 生成了‘耳朵听到的总语调’”。通过功能语调的研究, 林茂灿先生对赵元任语调学说进行了解释: 汉语“总语调”包括了声调、中性语调(或节奏语调)、重音和语气, 并用图1表示这个概念。

赵元任先生对汉语字调和句子的语调解释是: “可将音节的声调和句子的语调比作小波浪跨在大波浪上, 实际是两种波

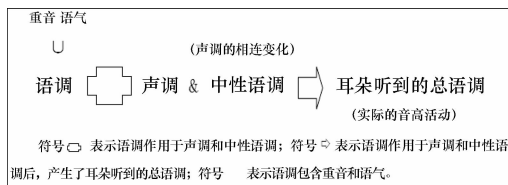


图1 赵元任语调学说的示意图

浪的代数和。”林茂灿先生从赵元任先生“北平语调的研究” [44] 中说明“代数和”的例子中看到: “上升语调”和“下降语调”只作用于句末音节, 即“上升语调”使得句末音节音高相对于这个音节单念时抬高(音阶抬高), “下降语调”使得句末音节音高相对于这个音节单念时降低(音阶降低), 但句子整体调型不变。林茂灿通过一系列实验验证了赵先生“代数和”主张的科学性, 从而提出了“汉语也有边界调”。

赵元任先生用“橡皮带”比喻重音性质。赵先生在《中国话的文法》 [48] 中提出汉语重音“从音位学的观点看, 最好分为三种: 正常重音、对比重音和弱重音”、“在没有中间停顿的一连串的正常重音中, 不论是短语还是复合词, 其实际轻重程度不是完全相同的, 其中最末一个音节最重。”从这些话看到, 赵先生提出的正常重音, 实际上是西方有关学者上世纪六七十年代说的宽焦点重音(无焦点重音或自然焦点重音), 它们可以存在于词中, 也可以发生在短语中; 而对比重音相当于窄焦点重音。林茂灿先生用实验证实, 赵元任用“橡皮带”比喻重音, 既形象又准确。

从语调本身包含重音和语气两个要素看, 赵元任语调学说比自主音段(AM)理论早了半个世纪, 当然自主音段(AM)理论的贡献还在于提出了音高重音和边界调的特征。赵元任的语调学说具有语言学意义, 对语调描写有巨大贡献。

5.2 声学分析和感知实验

寻找语音的信息单元或特征, 除了声学分析外, 还要采用感知实验, 而且后者

可能更重要。声学分析是基础, 感知实验是关键, 正如林焘先生在他的《探讨北京话轻音性质的初步实验》一文 [19] 指出的“用合成语音办法变换其时长、基频和强度等参数, 让本地人测听判断, 是探讨轻重音本质的一种很有效的办法。”音高曲线上哪些部分是最小信息单元, 哪些部分是冗余的, 必须借助于制备刺激的感知实验。

5.3 冗余率与语音最小信息单元

冗余信息 (Redundancy) “指超过传递最小信息量的信息量。”或者说是“一个特征如果为识别一个语音单位所不必出现的, 就是冗余的。”因而, 语音最小信息单元就是传递某个语音所需的最小信息量, 或者说是识别一个语音单位所必须出现的特征。

吴宗济先生在谈到“实验语音学是一门综合学科” [38] 时说, “语音中, 究竟哪些要素是可以忽略的, 哪些是不可缺少的, 缺少了它, 语音就会失真甚至听不懂。”“通讯工程需要寻找语言在传输中, 哪些频率是必需的, 哪些是次要的, 因而出现了冗余率概念。也就是说, 语音研究需要而且必须找到语声的‘最小信息单元’, 需要而且必须去掉那些冗余率。实验证明, 元音的最小信息单元是其前两三个共振峰。”因而, 学者们认识到, 元音的特征是前两三个共振峰, 前两三个共振峰以外的频率成分对传递辨别元音信息而言是冗余的。

5.4 普通话语调的最小信息单元和耳朵听到的“总语调”是什么?

林茂灿先生认为声调、正常重音、焦点重音和边界调等都有一定的音高模式。无论单音节还是词语中的音节, 其声调的最小信息单元都存在于调型段中, 元音携带了调型的主要信息; 音高曲线中的弯头段和降尾段以及过渡部分等对识别这些语音是冗余的。林焘先生认为, 时长是轻声的本质, 是识别轻声的最小信息单元, 而音强对识别这些语音是冗余的。但是, 语音音高曲线上的冗余部分, 对语流的自然

度是重要的。

林茂灿先生认为, 重音和边界调是汉语语调的本质与核心, 语调短语音高曲线上的其他部分由协同发音等因素引起, 对语调特征而言是冗余的 (redundancy)。他提出汉语语调基于重音和边界调特征的双要素模型, 并用图 2 (图中符号含义见该书 289 页) 表示。边界调分成前边界调 (语调短语的首音节) 和后边界调 (语调短语的末了一两个音节), 表达疑问、陈述和命令等语气; 重音可由窄焦点或宽焦点形成, 感叹语气也会引起重音 [9]。

	边界调	重音	边界调
疑问或陈述	RT%orLT%		RT%orLT%
感叹		[+RH] and [+RH] -[+LL]	
命令			RT%
窄焦点		[+RH] or [+LL]	
宽焦点		[+RH] [+LL]	

图 2 汉语普通话语调的双要素模型

从语音合成韵律标注的经验来看, 重音和边界调两个方面确实是最容易捕捉的信息。将这两个层次的韵律信息标注出来后, 相关的声学表现, 例如重读前、后的基频表现和整句的基频情况都可以通过统计模型学习。

林茂灿先生认为, 研究“耳朵听到的总语调”指实际的音高活动, 反映了汉语节奏, 即通常说的“轻重缓急、抑扬顿挫”。语句节奏是韵律短语节奏和韵律词 (或句法词) 节奏的综合知觉效果。

5.5 关于正常重音的实验

林茂灿先生在 20 世纪 70 年代中期开始研究词重音。普通话是否存在正常重音, 其声学表现如何, 学术界有着不同看法。林茂灿先生以认真严肃的态度对待这个问题, 使用《普通话水平测试实施纲要》中的词语, 陆续花了近七八年时间, 进一步研究声调和词重音。《纲要》的词语有表 1 和表 2 两部分, 包含单音节词、两音节词、三音节词和四音节词, 及轻声词和儿化词, 由资深播音员方明和于芳朗读。林茂灿先生用表 1 (少量来自表 2) 的 1099 个单音节研究声调, 用表 1 的

3358个两音节词及表1和表2的403个三音节词语进一步研究词重音。林茂灿先生认为播音员在朗读这些不含轻声的词语时,好像是在说一个一个“事件的发生”,他们用“极平淡没有特别口气”说出每个词,因而这些词的重音是正常重音。不过发音人朗读时也出现一些偏离正常重音的,但偏差的声音很少。通过这个实验,林茂灿先生认为正常重音是发音人以“极平淡没有特别口气”说的重音效果,训练有素的发音人朗读偏差很少。

6. 语调研究的应用、及需要深入研究的领域

语音合成系统是语调应用的最好平台。当前语音合成技术取得了长足的进步,接近播音员朗读效果的合成语音已经不再罕见。应该深入研究语句节奏还不够,还应该扩展到研究篇章的节奏。在篇章的层次上,存在更丰富的语调表现。语音合成的下一个目标是具有高表现力(包括篇章、小说、对话等)的合成效果。

在统计手段日益强大的环境下,语调研究的声学分析成果,可以通过语音合成数据库的标注规范及标注这一载体,在语音合成系统的声学模块(从语音符号到声音)上得到实现。然而语调研究的另一个层面—文本分析端(从文本到语音符号)是实现高表现力语音合成的瓶颈,也就是说,如何在文本上判断分段位置、焦点位置、感情色彩等语调表现,可能比语调的声学分析更难。在数据充分的互联网时代,言语工程师和语音学家不能回避文本端的语调分析。

探究语调在汉语中的声学表现及其感知模式,不仅对语音合成、识别等语音系统有重要意义,而且对语音教学有积极作用。大力开展汉语(普通话及各方言)语调和少数民族语言语调(及节奏)的研究,定会推动中国语言的语调研究,让赵元任先生的语调思想得到发扬光大。

林茂灿先生的专著《汉语语调实验研究》是对赵元任先生和吴宗济先生有关汉语语调研究成果的传承,起到了承上启下

的作用,具有重要的理论指导意义和实践意义。

参考文献

- [1] Fujisaki, H., Nagashima, S., "A model for the synthesis of pitch contours of connected speech", Annual Report of the Engineering Research Institute, University of Tokyo, 28, 1969.
- [2] Fujisaki, H., Hirose, K., "Analysis of Voice Fundamental Frequency Contours for Declarative Sentences of Japanese", *Journal of the Acoustical Society of Japan (E)*, Vol. 5(4): 233-241, 1984.
- [3] Hart, J., Collier, R., Cohen, A., *A perceptual Study of Intonation—An experimental-phonetic approach to speech melody*, Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [4] Hisrt, D., "The analysis by synthesis of speech melody: From data to model", *Journal of Speech Sciences*, Vol. 1(1): 55-83, 2011.
- [5] Kochanski, G., Shih, C., Jing, H., "Quantitative measurement of prosodic strength in Mandarin", *Speech Communication*, Vol. 41: 625-645, 2003.
- [6] Lehiste, I., *Suprasegmentals*, MIT Press, 106-153, 1970.
- [7] Li, A., Fang, Q., Dang, J., "Emotional intonation in a tone language: experimental evidence from Chinese", *ICPhS' 2011*.
- [8] Lin, M. C., "Boundary tone of Chinese intonation and its pitch(F_0) pattern", 载《语音学与言语处理前沿》(G.方特和H.藤奇博也等主编), 外语教学与研究出版社2004版。
- [9] Lin, M. C., Li, Z. Q., "Focus and boundary tone in Chinese intonation", *Proc. ICPhS, Hongkong*, 1246-1279, 2011.
- [10] Shih, C., "Declination in Mandarin", *ESCA Workshop on Intonation: Theory, Models and Application*, Athens Greece, 1997.
- [11] Taylor, P. A., "A phonetic model of English intonation", Ph. D. thesis, University Edinburgh, 1992.
- [12] Xu, Y., Fant, G., Fujisaki, H., Cao, J., "Separation of functional components of tone and intonation from observed F_0 patterns", *From Traditional Phonology to Modern Speech Processing: Festschrift for Professor Wu Zongji's 95th Birthday*, Bei-

- jing: Foreign Language Teaching and Research Press, 483—505, 2004.
- [13] Xu, Y., "Transmitting Tone and Intonation Simultaneously-The Parallel Encoding and Target Approximation (PENTA) Model", *Proceedings of International Symposium on Tonal Aspects of Languages: With Emphasis on Tone Languages*, Beijing, 215—220, 2004.
- [14] Yuan, J., Shih, C., Kochanski, G. P., "Comparison of Declarative and Interrogative Intonation in Chinese", *Proceedings of Speech Prosody*, 11—13, 2002.
- [15] 陈虎:《汉语无标记类感叹句语调研究》,《语言教学与研究》2008年第2期。
- [16] 刘复:《四声实验录》,群益出版社1924年版。
- [17] 李爱军:《友好话语的声学分析》,《中国语文》2005年第5期。
- [18] 路继伦、孙佳:《汉语命令句音高、时长与音系模式》,《中国语音学报》2010年第2期。
- [19] 林焘:《探讨北京话轻音性质的初步实验》,《北京语音实验录》,北京大学出版社1985年版。
- [20] 林茂灿:《音高显示器及普通话声调特性》,《声学学报》1965年第2期。
- [21] 林茂灿、颜景助:《普通话四音节词和短语的声调协同发音》,《声学学报》1992年第6期。
- [22] 林茂灿、颜景助:《普通话轻声的声学性质》,《方言》1980年第3期。
- [23] 林茂灿:《普通话轻声与轻重音》,《语言教学与研究》1990年第3期。
- [24] 林茂灿:《普通话语句中间断和语句韵律短语》,《当代语言学》2000年第4期。
- [25] 林茂灿:《普通话语句的韵律结构和音高高低线构建》,《当代语言学》2002年第4期。
- [26] 林茂灿:《汉语语调与声调》,《语言文字应用》2004年第3期。
- [27] 林茂灿:《疑问和陈述语气与边界调》,《中国语文》2006年第4期。
- [28] 林茂灿:《赵元任语调思想与边界调》,《中国语音学报》2008年第1期。
- [29] 林茂灿:《汉语焦点重音和功能语调及其特征》,《中国语音学报》2011年第3期。
- [30] 林茂灿:《汉语语调实验研究》,中国社会科学出版社2012年版。
- [31] 沈炯:《北京话的声调和语调》,《北京话语音实验录》,北京大学出版社1985年版。
- [32] 沈炯:《汉语语调模型刍议》,《语文研究》1992年第4期。
- [33] 沈炯:《北京话上声连读的调型组合和节奏形式》,《中国语文》1994年第4期。
- [34] 沈炯:《汉语语势重音的音理(简要报告)》,《语文研究》1994年第3期。
- [35] 沈炯:《汉语语调构造和语调类型》,《方言》1994年第3期。
- [36] 吴宗济:《汉语语句中的声调变化》,《中国语文》1982年第6期。
- [37] 吴宗济:《普通话三字组变调规律》,《中国语音学报》1985年第2期。
- [38] 吴宗济、林茂灿:《实验语音学概要》,高等教育出版社1989年版。
- [39] 吴宗济:《汉语普通话语调的基本句型》,《王力先生纪念文集》,商务印书馆1990年版。
- [40] 吴宗济:《普通话语调分析的一种新方法:语句中基本调群单元的移调处理》,《吴宗济语言学论文集》,商务印书馆2004年版。
- [41] 吴宗济:《吴宗济语言学论文集》,商务印书馆2004年版。
- [42] 郑秋豫:《语篇韵律与上层讯息——兼论语音学研究方法与发现》,《语言暨语言学》2008年第9卷。
- [43] 郑秋豫:《语篇的基频构组与语流韵律体现》,《语言暨语言学》2010年第11卷。
- [44] 赵元任:《北平语调的研究》,《赵元任语言学论文集》,商务印书馆1929年版。
- [45] 赵元任:《国语语调》,《赵元任语言学论文集》,商务印书馆2002年版。
- [46] 赵元任:《汉语的字调和语调》,《中研院史语所集刊》第四本第三分,1933年;《赵元任语言学论文集》,商务印书馆2002年版。
- [47] 赵元任:《英语语调(附美语变体)与汉语对应语调初探》,《中研院史语所集刊》外编《蔡元培先生六十五岁庆祝论文集》,1932年;《赵元任语言学论文集》,商务印书馆2002年版。
- [48] 赵元任:《中国话的文法》,美国加州大学出版社1968年版。

祖漪清 安徽科大讯飞信息科技股份有限公司上海办公室 200122