



汉语自然话语 韵律模式研究



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS



汉语自然话语 韵律模式研究



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

汉语自然话语韵律模式研究/王茂林著. —广州:暨南大学出版社, 2011. 12

ISBN 978 - 7 - 5668 - 0056 - 5

I. ①汉… II. ①王… III. ①汉语—韵律(语言)—研究
IV. ①H11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 244391 号

出版发行: 暨南大学出版社

地 址: 中国广州暨南大学

电 话: 总编室 (8620) 85221601

营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

邮 编: 510630

网 址: <http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版: 广州市天河星辰文化发展部照排中心

印 刷: 广州市怡升印刷有限公司

开 本: 890mm × 1240mm 1/32

印 张: 6.875

字 数: 180 千

版 次: 2011 年 12 月第 1 版

印 次: 2011 年 12 月第 1 次

定 价: 18.00 元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

目 录

- 1 引言 / 001
 - 1.1 本研究的意义 / 001
 - 1.2 文献回顾 / 004
 - 1.3 本研究所做的工作 / 013
- 2 语料及标注 / 015
 - 2.1 语料 / 015
 - 2.2 标注 / 019
- 3 韵律结构 / 022
 - 3.1 韵律词 / 027
 - 3.2 中间短语 / 031
 - 3.3 语调短语 / 031
 - 3.4 韵律组 / 036
 - 3.5 小结 / 036
- 4 韵律组块分析 / 038
 - 4.1 优选论简介 / 042
 - 4.2 韵律单元的长度 / 043
 - 4.3 单音节韵律词分析 / 047
 - 4.4 双音节组合分析 / 054
 - 4.5 三音节组合分析 / 061
 - 4.6 四音节组合分析 / 067
 - 4.7 中间短语分析 / 070

4.8 小结 / 072

5 宏观音高分析 / 074

- 5.1 讲话人基频低点及音域 / 074
- 5.2 语调短语的音高范围和音高位置 / 076
- 5.3 下倾 / 083
- 5.4 下倾同语句功能的关系 / 095
- 5.5 小结 / 104

6 微观音高分析 / 105

- 6.1 韵律词音高位置分析 / 105
 - 6.1.1 韵律词音高位置模式 / 105
 - 6.1.2 不同长度语调短语的韵律词音高位置 / 109
 - 6.1.3 韵律词音高位置表现的语言学动因 / 113
- 6.2 韵律词音高范围分析 / 121
 - 6.2.1 不同长度语调短语各韵律词音高范围 / 122
 - 6.2.2 韵律词音高范围表现的语言学动因 / 125
- 6.3 韵律词内部音高模式 / 131
 - 6.3.1 双音节组合分析 / 133
 - 6.3.2 三音节组合分析 / 140
- 6.4 阴平音节序列的音高分析 / 141
- 6.5 小结 / 147

7 时长 / 149

- 7.1 音节平均时长 / 150
- 7.2 轻声时长 / 153
- 7.3 不同长度语调短语的时长模式 / 156
- 7.4 不同长度韵律词平均音节长 / 158
- 7.5 不同长度韵律词时长模式 / 159

7.6	不同词性音节平均时长	/ 159
7.7	小结	/ 161
8	重音	/ 162
8.1	语调短语重音分析	/ 168
8.2	韵律词重音分析	/ 170
8.2.1	双音节韵律词重音分析	/ 170
8.2.2	三音节韵律词重音分析	/ 172
8.3	重音与音段的关系	/ 175
8.4	小结	/ 180
9	讨论与结论	/ 182
	参考文献	/ 188
	后记	/ 212

1 引 言

1.1 本研究的意义

韵律是语音研究的基本问题之一，它是话段内部大小不同的成分组成的结构（Beckman and Edwards, 1994）。韵律特征也称超音段特征，通常指的是言语中除音色之外的音高、音长和音强三个方面的特征。韵律特征的适当变化，可以帮助听话人更好地理解说话人话语的含义。说话人的语气、态度、感情色彩、个体风格在话段的韵律特征中都有所体现，从而使话段中音节的韵律特征产生各种各样的变化，而说话人的思想正是通过韵律特征的变化得到确切体现的（蔡莲红等，2001）。

近年来，韵律研究日益受到语言学界和言语工程学界的重视。提高合成的自然度，最重要的决定因素就是韵律（Price A. C. et al., 1991）。如果能使合成系统构拟出人进行自然会话时的音高模式，势必会提高合成的自然度。这一工作的第一步，就是要对人会话的机制及自然话语的韵律模式有一个清楚的认识。以计算机文—语转换（TTS）语音合成为例，其基本任务就是把输入的文字材料转换为自然的语音输出。目前，虽然已经能够合成连续的语句，但是自然度不理想。具体地说，就是节奏感较差，缺少轻重缓急和抑扬顿挫（曹剑芬，2001）。初敏（2001）谈到，合成语音自然度与人的语言的差距主要体现在两方面：一方面是音质的差距，由于语音合成通常存在一个从语音中提取参数（如音高、音长、音强等），经过适当的变换（如

PSOLA 等)再生成语音的过程。经过语音到参数再从参数返回到语音的转换过程,合成的语音在音质上往往会有明显的损失,如出现杂音、回声、机器声等现象。另一方面是韵律上的差距,语音合成系统通常只能生成有限的语调模式,因而使合成语音听起来很单调枯燥。而且语音合成系统还会在节奏、轻重、停顿等方面处理得不够恰当,使合成的语音听起来很别扭。

深入全面地理解自然语言的韵律特征,无论对语音学研究,还是对提高语音合成的自然度及识别语音的正确率来说,都是至关重要的。话语的韵律结构和韵律表现在话语交际过程中起着非常重要的作用,它会影响听话人对话语结构的感知和对话语意义的理解。正确把握话语的韵律结构是正常交际的前提,同时也是实现人机对话和人工智能的基础。目前语音合成中主要采用的是基于语料库选取单元的方法,采用这种方法进行合成,从文本分析中得到韵律特征是关键的一步。提高自然度、使合成的声音能够表现出话语抑扬顿挫的变化,是当前语音合成中需要解决的重点问题。同时,在言语工程领域,语音合成和语音识别技术的发展始终都把提高合成语音的自然度和识别语音的准确性作为追求的目标,而要生成自然度和可理解度高的语音样品,或是识别比较自然的语音样品,对韵律特征的把握是关键。

韵律不仅具有辨义功能,还是影响语音表现力的主要因素。声音的轻重缓急、抑扬顿挫,不同语气和口气的传达,个人语音特征的辨别,都要依靠韵律的作用。陶建华、蔡莲红(2001)谈到,节奏作为一个重要的韵律特征,对语音合成的自然度和可理解度产生着重要的影响,它通过人的自然呼吸将语句按不同的语气分成一些片断,既增强了语句的节奏感、流畅性,同时也便于消除歧义。韵律是通过轻重音的组合和韵律短语等信息的综合作用得到体现的,因而,轻重音的预测和韵律短语边界的预测在韵律模型中有着重要的意义。韵律短语的边界在感知上体现为一系列的声学参数的特征组合,如音节间停顿加长、短语的最末一

个音节时长变长、调域的低音线下倾等。在韵律模型中，如果能够对韵律短语边界位置进行精确预测的话，能为有效地确定韵律特征中各声学参数奠定良好的基础。而在重音参与的情况下，音长和基频被认为是决定音节轻重的主要因素，根据声调的不同，在不同的环境下，如短语首、短语尾、不同语气的语句中，其表现均不尽相同。音节的重音表现，在孤立词、不同语气的连续语句中，都有很大的变化。

自然话语的研究非常重要。曹剑芬（1998a）指出，随着言语工程技术的发展，语音信息处理的对象已经从孤立的语音发展到连续的自然话语语音，问题变得越来越复杂。拿超音段的韵律变化来说，常规连续变调仅仅是人们言语交际中常见的一种模式，更多的是，由于人说话总是有轻重缓急、抑扬顿挫的变化，相关的语调和语气的运用就会使常规变调模式发生不同程度的调整，引起调域（range）的扩大或缩小以及调阈（threshold）的上浮或下沉。为了解决这个矛盾，人们力图寻找语音中的不变量（invariance），这已成为语音信息处理各个部门，包括合成、识别、理解等方面一致的需要，也是语音学界和言语工程界共同关注的热门课题。

音段和韵律是构成语音的两个共时系统，它们在语音产生过程中相互作用，最终成为一个整体。在一个语音系统中，音段特征通常是针对元音系统和辅音系统而言的；韵律特征，从广义上说，是指声调、语调、轻重音等超音段现象。研究韵律特征，准确的描写是基础。自然语言中变化韵律的手段非常丰富，说话人对相同的一句话可以自由地作出不同的韵律选择。过去的语音研究以分析音段的发音、声学 and 感知特征为主，在韵律方面多是对现象的描写。造成这种不对称性的原因至少可以归结为两点：一方面，同音段相比，韵律特征（尤其是语调）更加富于变化，在实验研究中难以驾驭；另一方面，语音学把孤立的词或词组作为重点研究对象，理解韵律特征的需要并不十分紧迫。如今，语

音研究已经进入连续语音阶段，韵律特征在自然语言理解中的作用就显得尤为突出，一系列跟韵律有关的课题被提了出来，如自然语句的语调结构和韵律结构，语流中音节的声调变化，时长结构和轻重模式，声调和语调的关系，等等（李智强，1998）。

关于韵律的研究已有很多（曹剑芬，1995a、1995b、2001；端木三，1999；胡明扬，1987；李爱军，2001、2002；林茂灿，2000、2001、2002a；王洪君，2000、2001；沈炯，1994、1998；吴宗济，1990，1998；吴杰敏、朱宏达，2000；叶军，2001a、2001b）。不过以前的研究大多使用朗读材料，而且大多使用的是小语料库。然而人们普遍认为，朗读材料与自然话语有着很大的不同（陈建民，1984；李爱军，2002a；Shattuck-Hufnagel and Turk，1996），人们使用朗读材料进行韵律研究发现的一些规律是否适合自然话语呢？随着应用技术和相关理论的发展需求，自然口语的研究变得越来越重要。提高合成语音的自然度，关键是要使合成声音的韵律特征接近人自然交谈时的表现，这就需要对自然话语的韵律有个清楚的了解。

本研究采用自然话语为研究材料，使用较丰富的语料（1 109个语调短语）对其韵律特征进行考察。

1.2 文献回顾

有关汉语韵律研究的文献比较多，现就一些主要的研究成果简述如下：

赵元任（1932、1933、1979）对比了英语和汉语中的语调，认为英语和汉语两种语言中都有一项语言要素的分类，即嗓音基频音调的时间函数，统称为语调。汉语的语调实际上是词固有的字调和语调本身的代数和。因此，有必要把二者分解开来以便找出哪些是声调，哪些是语调。他把汉语语调和字调描述为同时叠加关系，同时叠加的形式有：音高水平整个提高、音高水平整个

降低、音高范围扩大、音高范围缩小。他又用大波浪和小波浪来形象地比喻汉语中的语调和声调，大浪即便在那儿起伏，每一个浪上头仍旧可以有小波。所以字调在语调上，就仿佛小波在大浪上似的，都是可以并存的。

吴宗济（1990、1998、2002）对汉语双音节、三音节和四音节的连读变调规律进行了系统的研究。他认为单字音节本身有“字调”（在普通话中称为“四声”）；短语的几个音节在口语中连读，“字调”就起了变化而产生“短语变调”。若干个“短语变调”组合又起了变化而成为句子的“语调”。“字调”和“短语变调”是构成语调的基本单元，称为“底层调型”。若干个“基本单元”加上不同的“语气”而构成的“语调”，称为“表层调形”。因此，口语中成句的“表层调形”是“字调”、“短语变调”和“语气调势”的混合体。双音节组变调最稳定，双音节组中，两个字调有顺势连接的趋势。变调从直接成分开始，再逐层向外扩展。吴先生认为多音节变调中存在着“跳板规则”。在语句中，变调组整块向上或向下移动，在半音域中，块内的模式保持不变。在不同语气的影响下，会出现调域展宽或缩小，或是调阶加高或压低的结果。“底层调型”中的“字调”和“短语变调”，服从发音生理、言语声学以及个人言语习惯的制约，可以不假思索地自然说出，其间的单字调和短语变调都有定型，不难建立规则，这可称为“必然的变调”。由于语句中的“逻辑重音”和“感情重音”受语言环境及说话人情绪的影响，“表层调形”还可以随时随地引发底层调型的变动，其变化的因素较多，不易建立规则，这可称为“或然的变调”。

沈炯（1994a、1994b、1994c、1998）认为汉语语调由调冠（prehead）、调头（head）、调核（nucleus）和调尾（tail）构成，他指出：

语调构造典型的有声表现如下：

（1）调头和调核里有较强的语势重音，调冠里只有轻化音

节，调尾里一般没有太强的语势重音。

(2) 调核之后声调音域的高音线下移，形成明显的落差。

(3) 调核后一音节明显轻化。调核为上声本调时，后一音节轻化并被明显抬高，高音线落差在其后出现。

汉语的节奏形式主要跟音节时长的组合和声调音域低音线调节有关。在相同的条件下，单音词和多音词占用等量的音高范围。在一般情形下，完整的句子里句末的低音点最低。分别调节高音点和低音点可以使全句的音高达到两个或两个以上倍频程的宽度，节奏单元内部音节之间的节奏特征为紧。

在陈述方式下，高音线下落的过程很快完成，因此调尾一开始或一两个音节后，高音线就已经下移到最低水平。这是高音线的骤落形式。在疑问方式下，高音线下落是逐步完成的，也就是说调尾开始几个音节的高音线呈缓缓下降的曲线形式。这是高音线的渐落形式。在陈述形式下，低音线起伏幅度很大，使音域向下大幅加宽。这是低音线的下延形式。全句节奏调节使低音线往低频方向倾斜，在句末变得很低。疑问方式下这种趋势发生变化，从全句来看，声调音域的低音线上敛，它使节奏重音引起的低音线起伏变小。为了说明口气语调的方便，他把调头和调核幅宽大的称为宽带语调，属于扬调，幅宽小的称为窄带语调，属于抑调。窄带又分为高、中、低三类，它们由平均音高水平来说明。

时长对上声的语势可能只有微弱的作用，对其他三个声调的作用也是微乎其微的。语势重音是声调音域高音线向上调节的结果，是由声调音域高音线上移决定的音域扩张形式。但语势重音并不是使音高曲拱简单地向上平移或者使音域简单地地上移，也不是使它简单地扩大。它是高音线单方面向上的调节。如果低音线不变的话，它就使声调音域向上扩张。

林茂灿(2000、2001、2002a、2004、2006)认为语句包含韵律词和韵律短语，韵律短语有大小之分，韵律词有简单韵律

词、复杂韵律词和复合韵律词三种类型。简单韵律词指双音节和三音节等的词汇词，以及强调念的单音节词，如副词和介词等。复杂韵律词的特点：①一个词汇词 F_0 音域比另一个词汇词的小，而且一个词汇词 F_0 的位置比另一个词汇词的低；②有一个音节时长较长，其他音节往往较短；③音节间既可能出现连读变调，也可能发生 F_0 协同发音。复合韵律词的特点：多数是由两个以上简单韵律词和（或）复杂韵律词组成，它的一部分 F_0 音域比其另一部分的小，但其 F_0 位置不比另一部分的低，它们之间还可以发生某种 F_0 重设，这种 F_0 重设往往是就后一个成分相对其前面的音节而言的。韵律词中听起来较明显的一两个音节，称作词重音。韵律短语重音指它所包含的几个韵律词里凸显度最大的一两个音节，语句重音指它所包含的几个韵律短语里凸显度最大的一两个音节，因而语句重音具有层级性。他还阐述了韵律词的边界特点、韵律词的末音节韵母时长、韵律词与韵律词之间的 F_0 重设、语句的 F_0 高线和低线以及韵律短语的 F_0 高线和低线模式。

他指出了韵律短语的 F_0 高低线总体趋势，并将其分为 6 类，点明句子中有的无停顿，有的有一个停顿，最多的有两个停顿。对一个停顿的语句，把其前面韵律短语记为 $(SW)_1$ 和 $(WS)_1$ ，后面的记为 $(SW)_2$ 和 $(WS)_2$ 。对两个停顿的语句，这儿只考察第一个和最后一个韵律短语的情况。对没有停顿的语句，把它算作第二韵律短语。 (SW) 表示前重（第一个韵律词比其后面的重）， (WS) 表示后重（第二个韵律词比其前面的重）， (WSW) 表示中重（中间韵律词比其前面和后面的都重）。他认为，语调是口语问题，研究语调应从以韵律词（韵律词并不总等于词汇词）为基本单元的韵律结构出发。一般疑问句除了其韵律结构以外有两个重要特点：一是重音，二是疑问信息。其他疑问句的特点也是如此。考察 973 段电话对话语料中携带疑问信息音节的 F_0 表现，首先看到在自然语句中一般疑问句的疑问信息大多也是

由句末音节携带。

他认为汉语语调体现于两个变量：音高重调和边界调，并发现只有边界调起到区分疑问语气和陈述语气的作用。疑问的边界调调型都基本保持其本调形式，并没有因为语调的作用而发生改变。从音高五度值空间上看，汉语语调表现于音高重调和边界调的音高曲线的位置和（或）范围，而声调由其音高曲拱表征。语调和声调有不同的声学表现。汉语有边界调，疑问语气和陈述语气由短语的边界音节携带；边界调为重音节时，疑问 F_0 曲拱的斜率比陈述的大，或音阶比陈述的高，或者同时满足这两个条件。疑问语气和陈述语气的区分只能来自边界调。 F_0 曲拱斜率和音阶是边界调的声学关联物，有变换语气作用，疑问的边界调时长是伴随的。疑问的“高”是相对于陈述而言的，它的“高”是因为其边界调 F_0 曲拱的斜率相对大，而且（或）音阶相对高。

曹剑芬（2001）认为连续话语可以切分出韵律词、韵律短语和语调短语三级韵律单位。她认为在实际的话语中，为了满足韵律上的需要，单音节的语法词或者通过延长该音节，或者前附到另一个标准音步上，或者跟前后其他的单音节词组合，都会设法凑足一个标准音步或超音步，从而构成一个韵律词。而且，这种韵律组词并不是任意的，而是遵循着一定的原则，具有一定的规律。主要原则是：第一，单音节词或者因为处于重读地位，或者因为左邻右舍已经是完整的音步而无所依附时，就通过延长而构成独立的音步；第二，单音节词彼此黏附，或单音节与其他双音节词组合成音步时，要受各自词性的制约。她还对韵律词、韵律短语和 mini 韵律短语提出了明确的定义，并对一、二、三、四级停顿插入的句法位置做了细致的考察。

王洪君（2001）认为，用语义块的边界作为基础，再加上必要的韵律和语用控制规则，可以较简明地与韵律边界对应。她指出，黏合类结构结合紧密，无论前接或后接成分的音节数或音

步数是否为单，结构内的韵律边界总是小于结构外的韵律边界，从未由中间拉开。例如：

雨伞、雨伞厂、看清、看清楚、举手、担水

组合类结构的两个直接成分，前一成分都是“可跨界成分”。例如：

（瞧这）（暑假）（忙得）

等立类结构的韵律表现比较简单，它们内部总有边界，内边界无论在什么上下文中都不移动位置，因此它们都是说话、受话人感觉得到的边界。例如：

（今天）（白天的）|（最高）（气温）

汉语的音步大多数是双音节的，其次是三音节的，极少数是单音节的。这种构成成分数的限制可概括为“二常规、三可容、一受限”。

叶军（2001a、2001b）指出在各句法结构中，构成成分的轻重表现是：

主谓结构：谓重 动宾结构：宾重

述补结构：补重 偏正结构：偏重

他认为，新信息、焦点信息在韵律上强，旧信息、非焦点信息在韵律上弱。轻读成分主要有词缀、重叠式的后成分、方位词、介词、语气词、“是”和“有”等。句子的各种句法结构中出现停顿的条件是很不一样的。出现停顿的潜在可能性高的位置有：联合结构中、“的”后（后接长中心语）、数量短语后（后接长中心语）、“地”后（后接长中心语）、介词结构之后、时间状语之后、主谓之间等。此外，他还提出了汉语的基本语气原型，并阐述了原型的调整 and 变化形成的口气，指出轻重是口语中最重要的节奏要素，但这并不排斥语言中还存在其他节奏因素。平仄、押韵等有规律地出现在文本中，无疑会强化节奏感知。本来语言的形式相对于语言所表达的意义来说是隐性的，而当节奏被强化后，形式（就是节奏）就成了显性之物。

李爱军(2001a、2002b)认为汉语的韵律结构和英语等其他语言一样具有层级结构,韵律单元从小到大依次为:音步、韵律词、次要韵律短语、主要韵律短语和语调组。轻重音除了影响音长、高低音阶(register)之外,还要影响音域。音域的变化指音域的加宽或收窄。音域,也就是赵元任说的音高范围(range of pitch),是不同声调升降滑动的总范围。调阶是指音域的高低,调阶的变化包括音域的抬高和降低。她对汉语轻重音的研究不但要考虑音长、音域和音阶等声学相关量,而且还必须考虑韵律结构的影响。重音也同韵律结构一样有层级关系,主要有语句重音、主要短语重音、次要短语重音和韵律词重音。影响音高的因素有很多,有语言学功能方面的,如轻重音、不同句型的影响;还有来自音段的,如清擦音和塞送气可以抬高音高,而响音有降低音高的作用;此外还有音高产生和感知方面的影响。韵律标注中,轻重音和韵律边界都是主观感知量。同时,重读和非重读音节在韵律边界处的声学表现为韵律边界的划分和定义提供了客观依据。在音节作为考察单位时,重读音节的音长和音高不相关。但是,非边界前重读上声的音高上限和音长有负相关关系。

胡伟湘等(2002)以带有韵律标注的语料库为基础,从语音信号分析的角度,研究了汉语普通话韵律间断模式在语音的时长、基频和音强等三个方面的表现特征。熊子瑜(2003)基于朗读语音语料库分析不同层级的韵律单元在语流中的边界特征,发现韵律词末尾不会出现可以感知到的无声停顿,其他层级韵律单元末尾会有一定长度的无声停顿。韵律单元起首音节韵母的时长不受韵律层级的影响,既不会拉长也不会缩短。而韵律单元末尾音节韵母的时长则会明显受到韵律层级的影响,韵律词末尾音节韵母的时长不会拉长反而缩短,而且其他层级韵律单元的末尾音节韵母的时长均有不同程度的拉长。

王蓓等(2001、2002、2004、2005)研究了韵律层级结构

边界的声学表现,发现汉语语句音高的下倾和重置是由音域下限的移动实现的。韵律词边界的声学线索是低音线的不连续性和边界前音节的延长。韵律短语和语调短语边界的声学线索是低音线重置和无声段。并且,边界等级越高,低音线重置程度越大,无声段的长度也越长。知觉等级与无声段长度成对数增长关系。在语篇方面,语篇中有韵律意义的大尺度信息单元有小句、句子和段落。单句和复句边界没有知觉等级和声学特征上的显著区别,对应同一韵律单元。大尺度韵律边界等级的音高线索是通过边界前后音节的音高对比实现的,即音高重置程度。仅有首音节或末音节处的单一声学线索不足以区分边界等级。段落和复句内的语调短语基本以平行的模式存在,没有明显的、规律性的整体语调下倾的现象。信息单元越大,无声段越长且变化的自由度越大。

王安红等(2004)提出了一种通过语句中声调音域低音点和次低音点求出语调短语低音线的方法,并以低音线为基准,对大规模言语语料库中随机抽取的汉语自然语句的语调特征进行了考察。结果表明,汉语同样具有各种语言中普遍存在的音高下倾和重置的语调特征。低音线的下倾和重置可以出现在音步、语调短语和语句等不同的韵律单元中,表现最明显的是在语调短语这一级。

黄贤军等(2007)采用设计特定声调组合的实验室语句的方法,研究了汉语普通话语调降阶的规律。发现在普通话语调中同样存在自动降阶和非自动降阶两种音高现象。在有低音介入的非自动降阶中,低音对后音节音域的影响表现为使音域上限降低、音域的下限保持不变的作用上。因此汉语中的降阶是语调高音特征的表现;低音特征声调会使低音后的高音发生正向降低和低音前高音的逆向提高,并且这两种作用是可以相互包容的。在自动降阶中,高音线的下降趋势是线性的,它受重音位置及重读程度的影响。

下面我们对上述文献作简要评述:赵元任先生提出的代数和