

汉语声调、重音与语调关系的语音学和神经认知机理简析

曹剑芬

中国社会科学院语言研究所

摘要 现代语音学研究的主要目标就是揭示人类语言产生和感知的自然机制，本文试图从语言生成的自然机制的角度，对韵律语法研究中提出的一些相关问题做些简单的分析。主要内容包括：1. 声调与重音的关系；2. 声调、重音、节奏和语调的关系；3. 相关问题的神经认知机理简析。

1 声调与重音的关系——语音学的视角

说起声调，大家早已烂熟于心，而要说到它与重音的关系、特别是词层面上的语音实现关系时，就显得相当复杂。尽管两者都是基于听觉感受的语音学概念，而且，这两个概念似乎主要都是跟音高的变化密切相关；然而，在声调和重音产生的层面上，真要说清楚其中所涉及的语音实现关系，就不那么容易了。正因为如此，这里还是要从大家熟悉的声调说起。

1.1 汉语的声调

大家都知道，汉语的声调是“利用嗓音的高低来辨别字的异同的音位”，是“一个音节里头，带音部分的基音（声学里头所谓 fundamental frequency）的音高（pitch，每秒钟的颤动频率）在时间上的函数”（赵元任，1959-1980）。因此，声调具有与元、辅音音段一样的区别词义的音系功能。在传统的汉语音韵学里，把汉字/音节的语音结构分析为‘头、颈、腹、尾、神’五大部分。其中，前四个为音节各个局部的音段成分；唯有‘神’为覆盖整个音节的成分，而这个成分不但一点也不输元音和辅音音段的音位区别功能，而且还是不可或缺的。一个汉字可以没有‘头、颈、尾’，但却不能没有‘腹’和‘神’。

说到这里，我想有必要先打个岔。忽然想起赵元任先生那个经典的《施氏食狮史》的故事。如今，常常在网上看到一些人就此大赞汉语之博大精深和赵元任之高明，竟然可以全部用一个‘同音字’（shi）写出了一则如此生动的故事。一般人这么看，固然无可非议；可是，我们有些语言学工作者、尤其是从事语音学研究的，竟然也跟着说这是用‘同音字’写的故事，实在是匪夷所思了！不知道他们有没有想过，这难道真是赵元任先生写这个故事的初衷吗？其实，只消看看《施氏食狮史》这个标题里的这些字，便不难明白赵元任先生的真实用意了。我想，从事语音学研究的同仁们，决不可能不知道声调对于汉字字音的决定性作用，也不难理解赵元任的用意所在，但却视而不见这个故事的神韵全仗着声调的神奇功能！我们这些声调语言的母语者和研究者尚且如此“习而不察”，也就难怪非声调语言母语者为什么如此难以理解和掌握汉语的声调、以及跟声调相关的重音和语调的关系问题了！这就是我为什么先要在这里打个岔的理由。

再从自然言语产生的角度看，或者说从语音实现的角度看，声调就是音节内部基频（即基音）随时间而变化的轨迹。这种轨迹包含两个特征：一是升降平曲变化的曲拱（contour）特征，也就是调形特征；二是高低起落的音区（register）特征，相当于音乐上的音阶，一般分为高、中、低三级。通常，人们主要关注声调的曲拱特征而忽略其音区特征；然而，一

且涉及它与重音和语调的关系，就不得不关注它的音区特征了。

1.2 汉语的重音

语音的轻重对比是语言的共性，汉语也不例外，有词层面的，有语句层面的。语句层面的轻重对比具有语言共通性，而词层面的轻重对比则是随语言而异的，语言的类型不同，轻重对比的音系学功能及其在语境中的语音实现方式就不同。现在的许多争议，主要出现在词层面上（当然也涉及语句层面上的语音实现方式，后详）。

关于汉语的词重音，存在着种种不同看法。分歧的核心在于：第一，汉语有没有词重音；第二，怎样看待词内的重音与轻音的对比；第三，怎样看待词内重音与非重音的对比。关于后两条的讨论，还要区分是孤立单说的词还是语句中的词。

一般认为，重音就是听起来更为响亮的音，这是从语音感知的角度所做的评判。现在的许多争议，往往也都与这个层面上的判断有关。这里以普通话为例，谈点对汉语词重音问题争议的看法。

1.2.1 重音与轻音：对立及对比

人们发现，在汉语普通话里，真正稳定地构成词内重与轻的音系对立关系的、即具有辨别词义功能的，只有数量有限的辨义轻声；而其余大量读如轻声的轻音则属于重与轻的对比（contrast），而不是重与轻的音系对立（opposition），林焘先生称之为语流轻音，而轻声则是特殊的一类轻音。同时，林先生还从语音和语法关系的角度，把轻音划分为结构轻音和语调轻音两个不同的层次，并指出，语流轻音的特点也不能跟那些辨义轻声同日而语（林焘1962；又见林焘等，1992）。轻声可以在孤立词内存在，而语流轻音显然必须依赖于语句环境。结构轻音和语调轻音既然是从语音和语法关系的角度看，实际上已经超越词重音的层面，但因多半跟词汇层面的轻重对比有关，所以这里也一并介绍一下。

（1）结构轻音

结构轻音是跟语言的结构层次有关的音节轻读，例如“的、了、吗、呢、啊、得、着、过”等在语流中必须轻读，它不能独立存在，只能跟它前面的音节构成一个语音单位。这种语音单位可以是词，也可以是短语、甚至句子。所以，结构轻音的出现总是指示着一定层次的结构边界。从当今人们特别关注的韵律切分的角度看，结构轻音是一种重要的韵律边界标志。

结构轻音的另一个特点就是不能恢复为正常重音。在连续话语中，结构轻音即使在相关词语成为语义焦点的情况下也保持轻音状态。例如，在“这是谁的书？是他的书。”中，尽管语义焦点落在“谁的”和“他的”上，但其中的两个“的”仍然只能轻读。

结构轻音又可以大致分为广义和狭义的两种。广义的结构轻音是那些习惯上必须轻读的音，但不一定具有区别意义的功能。例如像“的、得、了、着、过”之类，以及一些叠音词像“哥哥”、“奶奶”、“试试”等的第二音节。狭义的结构轻音跟词法结构有关，具有构词作用，所以也叫词汇轻音，普通话的轻声就属于这一类。例如，“孙子”跟“孙·子”、“莲子”跟“帘·子”在语义上就是通过音节“子”是否读轻音来区别的。

（2）语调轻音

语调轻音是语句层面上跟语气表达相关的、临时的轻读现象。这类轻音属于语调范畴，在语句中跟语调重音相对而存在，必要时，它们又都可能读成重音。例如，在“他是学生”中的“是”通常读轻音；可是，在一定的语境下，例如在强调他的确是学生时，这个“是”就会读成重音，成为“他是学生”。

此外，语调轻音跟结构轻音不同，结构轻音一般出现在结构单元末尾而不出现在单元的开头，而语调轻音可以出现在任何位置包括句首。譬如，“他是学生”这个句子中的“他”，如果是一般叙述，其中的“他”是轻读的；只有在强调所说的学生是“他”而不是别人时，

“他”才会读成重音。

由上可见，语调轻音实际上是由语境决定的非重音，它的重轻地位会随着语境的改变而改变，所以也叫语句轻音或者语流轻音。

1.2.2 重音和非重音：对立还是对比？

再说普通话词层面的重音与非重音问题，这是词重音层面最有争议的方面。主要的分歧就是普通的双音节词的重音究竟是“重中型”还是“中重型”，或者说究竟是“左重”型还是“右重”型？长期以来，人们也不断尝试从各种角度加以探讨。

其实，话语里重与非重的差异是个客观存在，是由语句层面的轻重对比决定的一种韵律特性，并不一定属于构词层面的问题。所以，汉语重音问题的关键并不在于有无“重”与“中”的差异，而在于这种差异究竟是不是构成词层面的绝对的对立。也就是说，是否具有区别词义的音位功能？

较早提出“重”与“中”具有音位对立观点的是殷作炎（1982）“关于普通话双音节常用词轻重音的考察”，文中列出了“攻击”与“公鸡”、“攻势”与“工事”、“生气（动词）”与“生气（名词）”等实例。对此，林茂灿等（1984）曾经对这类词组织了人群听辨测试，结果并不能支持重与中构成对立的观点。

于是，大家又从声学语音学的角度进行了对比分析。首先是对两字组时长结构的考察，林茂灿等（1984）发现单念的两字组里，末字会稍微长一点；可是，王晶、王理嘉（1993）发现，当把两字组放到句中读时，却是首字最长。曹剑芬（1989，1994）的相关考察也表明，单念时跟在连续话语中出现时相比较，首、尾音节的时长分布表现出系统的差异：在单念的情况下，有的发音人多半念后长些，而有的发音人多半念后短些，没有一定规律，也并不影响理解。可是，到了语句中，首音节却普遍地比尾音节来得长。然后，是对双音节词内声调的考察，曹剑芬（1995）的相关实验发现，在普通型双音节词里，不管听起来是“重中型”还是“中重型”，前后两个音节的声调都是正常的声调，连读变调的格式也相同。比如“上上相连”，都是第一上变阳平，而并不因为“中重”与“重中”的听感差异而有所不同。并且，变调后的声调仍然属于普通话的一个调类，调形和调值相对稳定。与此相对的是，在轻声型词里，它们的声调就跟普通型的构成鲜明的对比。一般是重读的前音节保持正常声调不变，而读轻声的后音节不但失去原调，失去四声对立，而且调域大大减缩，变成了原来没有的特殊调形和调值。再有就是关于能量强弱的比较分析，根据林茂灿等（1984）的声学分析结果，既有前音节的能量大于后音节的，也有后音节的能量大于前音节的，具体情况因人而异。这说明，这类词里两个音节之间的能量差异也只不过是一种随机的量的差异，是一种相对的对比。总而言之，根据以上声学语音学的种种分析结果，都不足以支持存在“重”与“中”的词重音对立的观点。

到了2001年，王韞佳、初敏等对取自一个语料库中同一个发音人所说的300个句子里的双音节词进行听辨测试。结果听为前重的词占三分之一弱，听为后重的占五分之一强，前后音节轻重对比不大的占总数的近一半。此外，他们还发现，不同等级韵律边界前的词重音情况也不尽相同。大体说来，可以分为两类。一类是处于自然音步边界前的词，听为前重的占总数的近一半，前后对比不大的也将近一半，而只有不足十分之一的听为后重；另一类是处于较高层次边界前的词，听为后重的占总数的三分之一弱；听为前重的约占四分之一左右，而前后对比不大的占40%-50%。显而易见，依据这个听辨测试结果，依然无法判定普通话里是否存在“重”与“中”的词重音对立。

为了获得更为客观的听觉感知数据，曹剑芬（2008）又实施了更多方面的群体感知试验。听辨的对象既涉及孤立单词，也涉及语流中的词；既包括自然语言里的双音节词，也包括计算机合成的双音节词（即按照预设的“中重”或“重中”的参数输入计算机合成出听辨样本）。结果，各类样本的听辨都表明，“中重”、“重中”或“并重”（即无法判断是“中重”还是“重

中”)的分布都不存在系统一致的倾向。表1出示了一段自然话语里处于边界前后不同位置上的双音节韵律词的音高(音阶)和音长数据以及11个听辨者对这些词的重音知觉反映结果。从中你会发现,无论对哪个词的听辨感知,都没有获得群体一致的“中重”还是“重中”的知觉反映模式。

表1 不同韵律边界位置上韵律词的声学特性与重音的知觉反映模式举例

韵律词	韵律位置	前/后音节音阶 (Hz)	前/后音节时长 (ms)	11个人知觉反映结果
原来	界后	282 / 344	145 / 183	重中 5、并重 3、中重 3
说明	界前	216 / 186	206 / 305	中重 5、并重 4、重中 2
一条	界后	305 / 237	94 / 239	重中 9、中重 2
研究	界前	191 / 211	211 / 258	并重 6、中重 3、重中 2
然后	界后	241 / 266	216 / 277	中重 7、重中 3、并重 1
分析	界前	234 / 188	235 / 272	并重 6、重中 4、中重 1

从上表的知觉反映模式来看,对自然语流中样本的听辨结果,呈现出的是一种随机分布的状态,具体则因各个词在语句中的线性位置和作用地位而定。首先,处于语句起首(即边界后)的双音节词,由于受单元起始增强效应的影响,多半会被感知为重中;而处于短语或句子末尾(即边界前)的双音节词,由于受单元末尾音节延长的增强效应的影响,一般被感知为中重;尤其是处于一段话语结尾处的情况则更为复杂,因为在这里还涉及不同类型句末边界调的叠加效应。当然,更主要的,还会受到诸如语句焦点位置(之前还是之后)以及话轮、话题的持续还是转换等篇章语用因素的制约(具体参见曹剑芬 2008)。以上这个总体反应倾向跟王韞佳等(2001)所得的实验结果基本一致。主要差异在于:在他们的测试结果中,前后音节轻重对比不大的比例略大于重中的比例;而本文所得的测试结果是重中的比例略大于基本并重的比例。这种差异可能出于两个原因:第一,两者的测试对象不完全相同。他们的测试对象涵盖了句中所有韵律边界前(包括 B1, B2, B3 和 B4)位置上的双音节韵律词;而我们这里测试的是话语里所有较大终端位置上的双音节韵律词,既包括韵律边界前的,也包括韵律边界后的,只是没有涵盖韵律词那一层边界(即 B1)两边的样本。第二,他们测试的是一个说话人的语料,不能排除个人的发音特点;而我们测试的是多个发音人的语料。显而易见,无论是王韞佳等的实验结果,还是我们的多方面群体感知试验结果,依然不足以支持汉语存在“重”与“中”的词重音对立的看法。

综上所述,在汉语普通话里,就词重音而言,只存在重与轻的对立,而不存在重与中的对立。

1.2.3 如何衡量听感上的“响亮”和发音上的“用力”?

一般认为重音就是说起来更加“用力”、听起来更加“响亮”的音。那么,究竟怎样来衡量这个“用力”呢?这就得分析语音生成时的客观生理、物理特性了。实际上,无论是听感上的“响亮”还是发音上的“用力”,语音轻重所对应的物理量就是相关语言单元总体能量的大小,它是发音时语音四要素有规律地调节变化所产生的综合效应。听起来更重、更响亮的音就是能量更大的音,它是发音时语音四要素总体增强(strengthening)而产生的效应;不过,不是四要素平均增强,而是以一定语境为条件的协调变化。譬如,有的、有时以音高突出为主,有的、有时以音长加长为主,有的、有时以音强的加强为主,还有的、有时以音色的特别饱满(即所谓发音‘越位’overshot)为主。而且,无论是以哪个要素为主,其调节方式也是因具体语境的需要和可能而异的。例如,就音长要素而言,同样是边界标志性发音增强,处于边界前的音节(如词和短语的末尾音节),主要表现为韵母元音的延长;而处于边界后的音节(如词和短语的起首音节),则主要表现为声母辅音的加长。这就充分说明,某个音节能量的大,并非单纯出于某个要素的特别贡献。同样的道理,轻音的听感上

之轻、发音上之弱，也是源自语音四要素协调变化而导致的能量减缩 (reduction)，并不是绝对由某一个要素的弱化决定。譬如，从对普通话轻声音节的语音分析数据来看（曹剑芬 1986），上声音节后面的轻声音节虽然听起来很弱，但由于受它前音节上声底层音高的低音区特征的制约，这个轻声音节音强的表层实现反而变得比它前面那个重音音节的还要强，具体如表 2 所示。

表 2 叠字型轻声词的相对音强统计平均值

原声调	前音节相对音强 (dB)	后音节相对音强 (dB)
阴平	15.35	7.2
阳平	13.27	9.52
上声	9.38	10.10
去声	15.67	7.5

由上可见，从语音生成的角度看，重音并非单纯的音高高、音域大、音长长，或者声调的典型完整；轻音也不是绝对的没有音高变化，它并没有失去音调/调子 (tone)，所谓 atonic，只是失去了四声的调位区别，音域缩小了，音强相对地弱，音长相对地短。所以，既不应该单纯以有调还是无调来衡量语音的轻重。同样的道理，也不能单纯以音长或音强要素来定义孰轻孰重。既不能笼统地说‘高重低轻’，也不能简单地‘长重短轻’，更不能绝对地说‘重音就是音强强，轻音就是音强弱’。

2. 声调、重音、节奏和语调的关系

声调和语调尽管主要都与音高运动相关，而且共用同一个音高载体，那就是音节内部的基频-时间协变的函数；但是，它们却属于两个不同的音高运动体系。赵元任先生早就多次指出，声调和语调的音高运动是通过“代数和”关系和“橡皮带”伸缩原理实现同步叠加的（赵元任 1932, 1959, 1979）。譬如，1959 年，赵元任在台湾大学所作的《语言问题》讲演中，就具体讲解了两者为什么能够并存叠加的道理，他指出，“声调的升降是一个音节内部的变化，是调形，就是 contour；而语调是整个儿语句的乐调或是旋律，它的升降是调阶的高低，所谓叫 register”。

重音和语调的关系，既涉及两者音高运动的频率域分布的并存叠加，又涉及它们在时间域分布的并存叠加。赵元任的橡皮带伸缩效应比喻，就是对这种叠加原理的最简明而又通透的阐释。

相对而言，节奏给人的听觉印象，在传统上认为是跟某种语言单元的等时性或等间隔出现有关，而跟语调似乎不怎么相干。然而，随着现代测试技术的提高，人们已经认识到，节奏并不是语言单元的等时性或等间隔性；所谓节奏感，其实是对语言信息在时间域规律性分布 (timing) 的感受。所以，节奏实际上是构成整体语调结构在时间域的基本骨架。而且，这种规律性分布同样也不是单纯的时长伸缩，而是跟其余三要素协调配合的变化（曹剑芬 1998, 2001）。

语调有广义狭义之分。通常，狭义的语调仅指语句音高运动的起伏走势，有两个基本要点，一个是由发音生理制约（包括能量和时间局限。参见许毅 Xu, Y. 2007）导致的自前向后的音高下倾 (declination) 走势，这是构成狭义语调起伏走势的底层骨架（曹剑芬 2002）；另一个是局部词语的声调或短语调的音高运动轨迹，它的表层实现取决于语句总体的表达需要，这就会跟重音凸显以及节奏的边界信息表达同步叠加。所以，这部分的音高运动轨迹就显得特别错综复杂，令人眼花缭乱。然而，这部分却是认识汉语语调特点以及整体语调结构

不容回避的关键所在。这就涉及广义的语调问题了。

广义的语调就是话语轻重缓急、抑扬顿挫的腔调，就是韵律。赵元任先生曾经反复多次举例，剖解语句中不同类型的短语边界调（待续短语边界调和结束短语边界调）的音高运动特点及其语气表达功能（赵元任 1933）。其实，这正是破解语调表层音高升降起伏的复杂性的一把不可多得的钥匙。譬如，就陈述语气的语调结构而言，待续短语的边界标志是不低性（NON-L）边界调，结束短语（即句子末尾）的边界标志是低性（L）边界调，通过对两者的音高实现对比，就可以从中剥离出局部与全局的实现标志，从而揭开语句局部（譬如词和短语）的音高实现怎样既受制于总体语调表达需要、而又不失其局部表达功能的运行机制秘密。至于陈述与疑问语气的边界调区别就更加复杂了，但却同样可以根据这种并存叠加理论和方法加以分析探讨（曹剑芬 2014）。

关于韵律结构与句法结构的关系，可以大致概括为：韵律结构以句法结构为基础，但又不是同一回事。不过，这只是从语音实验所观察到的语言现象中得出的大致印象，因为笔者并不熟悉句法理论，更没有具体从事句法的研究。但是，如果按照转换生成语法的观点，每个句子都有深层和表层两个结构层次。深层结构显示基本的句法关系，决定句子的意义；表层结构则表示用于交际中的句子的形式，决定句子的语音等。句子的深层结构通过转换规则变为表层结构，从而被感知和传达。显然，转换生成语法的这个“语法”是个泛化的语言法则概念，是统辖传统意义上语言的“语义”、“语法”和“语音”（音系）三个层面的泛称。所以，这里的深层结构所决定的句子意义不仅仅是词汇意义，还包括语法意义；而表层结构则是用于交际中的句子的语音结构，所以，表层结构就表现为韵律结构。同时，句子的深层结构既然是通过转换规则变为表层结构的，那么，韵律结构与句法结构的关系不就隐含在这种种转换规则之中吗？这就提醒我们，去“吃透”、或者说去验证（包括证实与证伪）这些转换规则，或许不失为一种搞清楚韵律结构与句法结构关系的可行途径。

3. 韵律语法相关的神经认知机理简析

3.1 语言的神经认知基础简介

语言和思维都是人类认知的基本要素。从思维的角度看，本质上就是以语言为载体进行的认知活动，包括利用语言工具对事物及其关系特征进行抽象概括，形成概念，并据此进行判断、推理和解决问题的过程。从语言的角度看，作为一种特殊的音-义连结的符号系统，本质上就是应用按照一定配列规则构建的声音系统，去反映和传达思维活动抽象概括出来的概念结构，包括关于人物或事件特征的概念结构以及关于人物和/或事件之间相互关系的概念范畴。

根据普通语言学的经典理论，我们早就知道，语言是一种表达观念的符号系统。符号由“能指”（signifier）与所指（signified）两部分组成。能指是声音的“心理印迹”，或音响印象（sound image 也叫声音形象），所指就是概念（concept）。因为在这个系统里，语言符号（linguistic sign）联结的不是事物和名称本身，而是由具有心理性质的语音形象和概念内容两个部分相联结而成的。因此，语言符号具有两重性，它有两个心理实体，一个是音响印象，它是作为语言物质外壳的客观声音特性及其结构关系在头脑中的心理印迹；一个是概念意象（concept image），是事物及其相互关系在头脑中的概括抽象。这两个侧面是合二为一的，不能分离的，它们互相唤起，是对立统一的关系（索绪尔，1966）。遗憾的是，在那个时代，人们还不可能了解声音的“心理印迹”究竟是怎么回事，更不可能知道这种“心理印迹”是怎样跟头脑里的抽象概念合二为一、互相唤起的。

传统的认知语言学把语言在头脑中的表征看作语言符号的存储，称为“心理表征”，在需要的时候可以被提取，不需要的时候就不予理会。至于人的脑子究竟是如何存储和处理这些信息的，则缺乏成熟的认识。人们只知道，大脑有一种特殊的智能，能够自然地把外界的

声刺激与其所携带的言语信息联系起来；但却并不知道，大脑究竟是如何把某个特定的声学模式同某个语言中的诸如音位、词以及句子之类有区别的语言单元联系起来的。

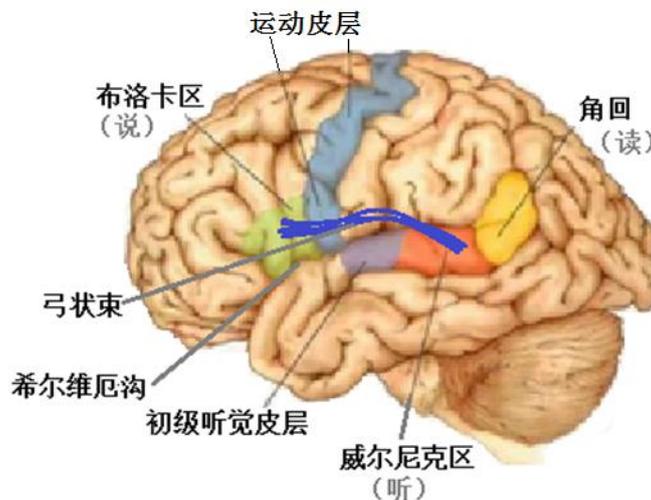
为此，人类一直在不停地探索。例如，在上个世纪中期，基于脑生理学的研究成果，不少人倾向于从分子运动和化学的角度，提出了一些科学假设。其中一种假设认为：大脑皮质神经细胞按照它们的机能划分为一束束的大分子，由外界传入的语声信息由于同某些大分子反复接触，就逐渐固定地跟这种信息产生联系；以后再有类似的信息传入大脑，这些大分子通过匹配辨认，就能感知和理解。这是一种跟现代神经认知语言学观点最为接近的科学假设。

现代脑科学和神经科学虽然已经通过多种实验手段、包括与语言活动相关的实时影像显示，观察和测量到头脑中相应的神经活动，大致确定了大脑的语言功能区。但是，至今尚未发现能够直接观察和记录心理语言表征的有效方法，只是提出了一些能以较强的说服力诠释语言神经心理机制的理论。例如，最早由威尼克提出、并发展而来的大脑神经连通定位学说，便是具有较强说服力的理论之一，而且得到了大脑成像技术观测研究以及现代神经认知语言学理论的支持。关于自然语言的心理表征（即神经表征），神经认知语言学认为，音、形、义在大脑中是分别表征的，而不是以符号单位的形式整体存储在大脑的某处。所以，人脑中并不存在先验的音系、词汇、语法和语义等任何形式的语言实体，一切语言信息都体现在由兴奋或抑制状态所代表的神经网络的联通关系之中。也就是说，不同的信息，是由不同的兴奋或抑制状态所表示的神经网络联通关系来表征的，因为“人的语言系统从机构上说是一个网络，大脑皮质也是一个网络。语言信息的网络结构的本质可以用神经解剖学来说明，或者说通过了解神经元的工作原理及其相互连接的方式来原因”（Lamb Sydney, 1999；刘宇红，2007）。

3.2 人类语言音-义联结的神经心理基础和神经认知机制

3.2.1 音-义联结的神经心理基础

通常，我们把言语活动粗略地分为说和听，或者再加上读（视）。而事实上，人类大脑的语言功能是由多个脑区共同承担的。大家最熟悉的大脑语言功能区就是布洛卡区和威尔尼克区，前者主要与言语的产生有关，称为运动语言区，后者主要与言语的感知有关，称为感觉语言区。而这个感觉是个泛称，包括听、视、触、味、嗅等五官的感受，譬如，跟阅读相关的角回就位于视觉皮质区。大脑语言功能区的分布可大致图示如下。



大脑语言功能区示意图

其实，人类语言的产生与感知是不可分割的。一方面，因为人类生来就具备言语发生和言语知觉相互连结在一起的机能系统，那就是从动物的刺激-反射本能演化发展而来的刺激-反应机能，那是人类与生俱来的本能。另一方面，从大脑结构来看，布洛卡区位于左额叶的额下回后部，威尔尼克区位于听觉皮质和角回之间的颞横回。这两个语言功能区之间（即额叶和颞叶间）通过一条神经纤维通道——弓状束（Arcuate fasciculus）连接沟通，共同形成我们熟知的语言中枢。

如上所述，根据神经认知语言学的原理，人类语言在大脑中就是一个错综复杂的神经网络，而音系、词汇、语法和语义等等就是这个复杂的关系网络中的子网络。譬如，跟音系相关的声音印象（sound image）子网络和跟语义相关的概念意象（concept image）子网络，就是跟语言音-义关联的神经机制直接相关的两个最重要的子系统。声音印象子系统的基本单元是音元，它是音系网络中最基本的声音单元的神经表征，是由通过大脑皮质初级听觉皮层区域的一组组神经基元（即神经微柱体）的神经活动表征的。概念意象子系统的基本单元是义元，它是语义网络中最基本的概念单元的神经表征，是由通过大脑皮质另一个特定区域——概念中心（大约分布在希尔维厄沟周边的脑区）的一组组神经基元的神经活动表征的（刘宇红，2007）。

3.2.2 语言音-义关联的神经认知机制简析

人类言语的生成其实是从视、听、触、味、嗅等五官的感觉输入开始的，首当其冲的就是听觉输入。当言语过程在大脑中枢神经系统启动时，听觉过程的神经系统活动也就在内耳毛细胞上开始了。耳朵接收到的声刺激信号是通过一条错综复杂的神经通路传递到大脑语言中枢的；同样，在中枢神经系统启动的神经活动，也是通过一条错综复杂的神经通路传递到内耳蜗神经细胞上的。因此，语言音-义的神经关联可以从联结脑和耳的神经通道及其联通机制得到说明。

当说话人的语言声波入射到听话人的耳朵以后，经过内耳的柯替氏器官毛细细胞的转换，就成为生理性神经冲动（生物电脉冲），然后，通过听觉神经逐级上传到大脑（曹剑芬、任宏谟，1983）。后来，根据脑磁图（MEG）实验结果以及有关语言理解和动作反馈的信息流程的大脑神经连通定位学说，已经认识到输入的语音听觉信号首先是在大脑颞叶的初级听觉皮层识别为一定的音子（phonons）之后，通过轴突纤维的远程连接，传递给威尔尼克区进行音系和语义处理，并继续远程传递，激活概念中心（concept center）。然后，又通过概念中心的各种概念特征反向激活威尔尼克区，并在威尔尼克区进行更深层的语义理解。（刘宇红，2007）

3.3 每个语言的音-义联结系统在头脑里都构成一个独特的神经网络系统

我们都知道，概念是人脑对事物及其相互关系认知的抽象概括，包括语义概念和语法概念；由于人类具有共通的神经认知机制，所以，关于事物及其相互关系的概念系统具有语言共通性（否则，不同语言之间就不可能彼此翻译和沟通）。同时，因为人类可能发出的声音以及人耳能够听得见的声音都是有限的，所以，各个语言具有一个共通的声音子/（音子 Phonons）清单。但是，由于各个语言从这个清单中选取组构音位系统的具体音子及其配列规则各不相同，因此，每个语言实现其音-义神经联通的路径必定是各自独特的，这是个不争的事实。也就是说，每个语言的音-义联结系统在头脑里都会构成一个独特的神经网络系统。这也是世界语言多样性的神经认知根源（曹剑芬，2016）。

综上所述，不同语言的音-义结合，不但涉及人类语言生成过程中一般的神经认知机理，而且涉及不同类型语言音-义神经关联的共性与特性问题；而后者，可能正是导致我们在声调、重音和语调关系问题上一系列争议的源头。进一步了解和认识言语产生与感知的神经认知机理，或许有助于破解韵律语法研究中的某些争端和疑问。

参考文献

- 曹剑芬、任宏谟 译, 1983, 《言语链——说和听的科学》, 中国社会科学出版社 (译自 Peter B. Denes and Elliot N. Pinson, *The speech Chain: The Physics and Biology of Spoken Language*. Anchor Books, Anchor Press, New York, 1973) .
- 曹剑芬, 1986, “普通话轻声音节特性分析”《应用声学》1986 年第 4 期。
- 曹剑芬 (1989, “普通话双音节词的时长分布特征——关于语音变量和相对不变量的初步探讨”, 《中国社会科学院语言研究所语音研究报告》RPR-IL (CASS) /1989。
- 曹剑芬 (1994), “普通话语句时长结构的基本格局”, 《中国语言学报》1994 年第 7 期。
- 曹剑芬, 1995, “连读变调与轻重对立”, 《中国语文》, 1995 年第 4 期。
- 曹剑芬, 1998, “普通话节奏的声学语音学特性”(原载《现代语音学论文集》金城出版社; 参见曹剑芬《现代语音研究与探索》, 商务印书馆, 2007)。
- 曹剑芬, 2002, “汉语声调与语调的关系”《中国语文》2002 年第 3 期。
- 曹剑芬, 2008, “汉语普通话词重音问题再探”《南大语言学》第三编, 商务印书馆, 北京。
- 曹剑芬, 2014, “赵元任语调思想探微”《中国语言学报》第四辑, 中国社会科学出版社 2014 年版。
- 曹剑芬, 2016, “言语的神经机制与语言的演变和语言的多样性”, 《中国社会科学院语言研究所语音研究报告》。
- Cao Jianfen (曹剑芬), 2001. *THE RHYTHM OF MANDARIN CHINESE*(汉语普通话的节奏)。原载美国伯克利加州大学《中国语言学报》, 专题论文, 2001 年 17 卷 (*Journal of Chinese Linguistics*, Monograph Series No. 17, 2001, University of California, Berkeley, USA)。
- Lamb Sydney (西德尼·兰姆) . 1999. *Pathways of the Brain: The Neurocognitive Basis of Language*. John Benjamins Publishing Co.: Amsterdam.
- 刘宇红, 2007, 《语言的神经基础》中国社会科学出版社。
- 林茂灿、颜景助、孙国华, “北京话两字组正常重音的初步实验”, 《方言》, 1984 年第 1 期。
- 林焘, 1962. “现代汉语轻音和句法结构的关系”, 《中国语文》第 7 期。
- 林焘、王理嘉著, 王韞佳、王理嘉增订. 《语音学教程》, 北京大学出版社, 1992。
- Peter B. Denes & Elliot N. Pison. 1973. *The Speech Chain*. (曹剑芬、任宏谟译, 《言语链》, 中国社会科学出版社, 1983)。
- Saussure, Ferdinand de, 1966. *Course in General Linguistics* (索绪尔著, 高名凯译, 岑麒祥、叶蜚声校注, 《普通语言学教程》, 商务印书馆, 1996)。
- 王晶、王理嘉, “普通话多音节词音节时长分布模式”, 《中国语文》, 1993 年第 2 期。
- 王韞佳、初敏、贺琳、冯勇强, 2001, “语句中双音节词重音感知的初步研究”, 《新世纪的现代语音学》, 清华大学出版社 2001 版。
- Xu, Y. (许毅), 2007, *Target approximation as core mechanism of speech production and perception*. Invited lecture given at the Institute of Linguistics of CASS.
- 殷作炎, “关于普通话双音节常用词轻重音的考察”, 《中国语文》1982 年第 3 期。
- 赵元任, 1932, “国语语调”(参见《赵元任语言学论文集》, 商务印书馆, 2002 年)。
- 赵元任, 1933, “汉语的字调跟语调”《中研院史语所集刊》第 4 本第 3 分。(参见《赵元任语言学论文集》, 商务印书馆, 2002 年)。
- 赵元任, 《语言问题》(1959 年在台湾大学的系列讲演), 商务印书馆, 1980 版。
- 赵元任著 (Yuen Ren Chao, *A Grammar of Spoken Chinese*, Univ. of California Press, 1968), 吕叔湘译, 《汉语口语语法》商务印书馆, 1979。

[本文在《第八届韵律语法论坛》的报告, 2022-10-23]