

汉语信息加工及其认知神经机制的研究 ——20年研究工作的回顾

彭聃龄 北京师范大学

提要 本文介绍作者20年来在汉语认知方面的一系列研究结果,包括前15年的基于认知心理学的研究和后5年的基于认知神经科学的研究。文章分为8个部分,分别介绍汉字的视知觉、汉字的读音及语音在阅读中的作用,汉语词汇结构的表达和加工,语句和课文理解,汉语儿童字形和语音意识的发展,汉英双语者两种语言的表征和加工,语言障碍和汉语信息加工的脑机制。在文章的最后一部分,作者简要总结了自己的研究经验,提出了汉语认知研究的一些原则,如信息加工原则、层次原则、结构和过程统一的原则、语言普遍性和差异性统一的原则、会聚一致的原则等。文章最后展望语言认知研究的未来发展,提出某些值得研究的重要领域。

关键词 汉字识别 词汇表征与加工 句子和课文理解 语言发展 汉英双语研究 语言障碍

语言是人脑的重要功能,是自然界进化到人脑这块高度复杂的物质的产物。语言在人类交往、社会发展、个体认知和人格的发展中都有重要的作用。正因为这样,语言成为多学科研究的对象。认知神经科学研究语言产生和理解的脑机制,这是揭示人脑高级功能的秘密的一条重要途径。认知科学和计算机科学借助自然语言的研究成果,创造了人类日益复杂、日益便捷的通信方式和沟通方式,并借助计算机模拟技术,把人类复杂的语言功能试图用计算机复现出来。发展心理学、教育心理学和教育学探讨儿童语言的发展,研究如何通过语言这种最有效的媒介,让儿童获得知识和技能,促进儿童的社会化,形成健康的人格。语言学则研究语言的“主体”,如语音、语法、语汇和语义以及语言的社会功能等。

从20世纪80年代中期以来,我们以信息加工(IP)理论和神经网络理论为基础,结合汉语和汉字的特点,在语言认知方面开展了系统的、多层次的研究。前15年重点研究汉字的识别过程、汉语词汇结构在词汇识别中的作用、汉语句子和文本理解、汉语识别的计算机模拟、儿童语言意识的发展、汉英双语者两种语言的加工和表征等。近年来,研究转向语言的认知神经机制。我们采用功能磁共振成像技术(fMRI)和事件相关电位技术(ERP)研究了汉字识别中形音义自动激活的脑机制、汉英双语者两种语言加工和表征的脑机制、语言类比推理中的脑机制等,同时在语言障碍和阅读障碍方面进行了一些开创性的工作。我们还关注基础研究的应用,特别是阅读过程和儿童阅读能力的发展。

1. 汉字识别的研究

1.1 汉字的视知觉

阅读是从文字提取信息的过程,也就是文字的识别过程。文字识别的单元是什么?这是认知心理学和阅读心理学中一个最重要的理论问题(Mason 1975)。

研究拼音文字识别的大量结果表明,文字识别的特点依赖于文字结构的特点。拼音文字由线条特征组成字母,由字母组成字母群或音节,再由字母群或音节组成单词。文字的这种结构特点决定了拼音文字识别的特点。拼音文字的识别一般经历着由特征到字母;再由字母到字母群或词这样一些阶段。这种看法已成为许多学者的共识,并已为计算机模拟所证实(McClelland and Rumelhart 1981; Rayner and Pollatsek 1989; Taft 1991)。

1.1.1 汉字识别的单元

汉字是一种表意文字,又是一种平面型文字。它的结构单元和结构方式都与拼音文字明显不同。有的语言学家认为:“笔画是现代汉字成形的最小单位。部件由笔画组合而成,它是合体字的结构单位”(胡裕树 1987)。不同的汉字都是由笔画按一定规则和顺序组合而成的。也有语言学家认为,汉字分独体字和合体字两类,独体字的结构成分是笔画,合体字的结构成分是部件(傅永和 1990)。有时候,汉字还可以分析到偏旁或部首。这种分析有其文字学的依据,在实际生活中也有其应用的价值。

问题是,汉字的结构单元是否就是汉字识别的单元?汉字的结构切分和对汉字的识别有什么关系?什么是汉字识别的基本单元?回答这些问题必须依赖汉字识别的心理学研究。

从 80 年代中期以来,相关的研究主要有:汉字的错觉结合(illusory conjunction)研究(Lai and Huang 1988; Fang and Wu 1989)、汉字的知觉解体(perceptual separability)研究和笔划数效应的研究。

研究发现,在注意超载或受干扰的条件下,存在着由于汉字的笔画或部件交换而产生的错觉结合现象。在字单元之下,存在着某些比字更小的单元,如笔画和部件。它们的激活可以引起字的激活。汉字的部件作为一种加工单元,在视觉加工的早期阶段可能起作用。研究还发现,人在持续地审视一个汉字时,这个字会自动地被分解为它的组成部分。字的知觉解体与刺激字的呈现方式有关。在汉字单独出现时,知觉解体的次数较多;而在词或词语中出现时,由于语境的作用,知觉解体明显减少(Huang 1984)。这说明,在文字加工中,部件可能是一个阶段性的加工单元,它的特点能影响知觉解体的发生(郑昭明、吴淑杰 1994)。

心理学的研究还发现,笔画数是影响汉字识别的一个重要因素(艾伟 1949; 曹传咏、沈晔 1963; 郑昭明 1982; Just 等 1983)。汉字笔画的多少对汉字识别有显著影响。笔画数效应可能是刺激呈现时间的函数,笔画数效应在低频字词中表现得更为明显。上述结果说明,在汉字识别中存在属性分析或特征分析的过程。以后,谭力海、彭聃龄(1988)在词汇判断作业中,喻柏林、曹河圻(1992)在命名作业中,也都证明了笔画的特征计算在汉字识别中的作用。

张武田、冯玲(1992)根据实验的结果提出,对汉字的识别是由多种构字成分(笔画和部件)综合地起作用的。对高频字来说,其中任何一种成分在数量上的差异(笔画数的差异或部件数的差异)都能引起识别反应时的显著差异;而对低频字来说,则需要两种差异同时存在才能引起命名反应时的显著不同。

为了检验上述结果,彭聃龄、王春茂(1997)进一步研究了汉字识别中的笔画数效应、部件数效应以及它们与字频的关系。结果显示:(1)在命名作业和真假字判断作业中都存在笔划数效应,这种效应不依赖于作业的性质;(2)笔划数效应同时存在于低频字和低频字中,说

明笔画是识别所有汉字的一个基本单元；(3) 部件也影响汉字识别，与笔画数效应相比，部件数效应似乎要弱一些。它的作用主要表现在低频字中。上述结果说明，部件也是汉字识别的一个单元，与笔画的特征分析相比，部件分析发生在一个更高的层次上，这种分析只有在识别低频字时才起作用。

1.1.2 部件的位置效应

在国外心理学文献中，Mason(1975)研究了字母的位置频率对英文单词识别的影响。研究表明，字母的位置频率提供了多余性信息，因而是英文识别的一个重要的信息来源。

汉字部件的位置频率存在显著的差异(傅永和 手稿)。这种差异是否会影响汉字的识别？Peng, Li, Yang(1997)在一个研究中选择了一些左右结构的人造字，按每个部件的位置频率将材料分成四组：(1)高 - 高组：两个部件的位置频率均为高频；(2)高 - 低组：左部件的位置频率高，右部件的位置频率低；(3)低 - 高组：左部件的位置频率低，右部件的位置频率高；(4)低 - 低组，左右部件的位置频率均为低频。要求被试者做真假字判断，被试者是大学生。

结果显示，高 - 高组由于部件的位置频率均高，因此被试者容易错误地把它认成字，正确拒绝的反应时较长。低 - 低组由于部件的位置频率都低，被试者容易把它看成非字，因此正确拒绝的反应时较短，正确率较高。由于高 - 高组与低 - 高组的反应时显著大于高 - 低组和低 - 低组的反应时，汉字的右部件在汉字识别中似乎起更大的作用。

近年来，Ding 等(2004)研究了汉字部件的启动效应。结果发现，(1)单个部件对包含该部件的汉字有促进作用(夫 - 规)，但这种效应只出现在低频字中；(2)当启动刺激和目标字只存在视觉上的相似时(之 - 矻)，上述效应消失；(3)当启动刺激和目标刺激共有相同位置的部件时，启动刺激对目标刺激的促进作用很显著(躯 - 枢)；而当部件的位置不同时(如欧 - 枢)，没有这种效应；(4)完全相同的部件，但位置不同时(可换位的字，如“杏”和“呆”)，引起抑制效应，这种效应只出现在低频目标字中。这些结果说明，在心理词典中，汉字是和特定的位置信息结合在一起的。

1.2 汉字的读音及语音在阅读中的作用

1.2.1 形声字读音的规则效应和一致性效应

拼音文字(如英文)中存在形 - 音的对应规则。例如，当看到下列英语单词或字母组合(book comb ghost pint mamtanness)时，一个熟悉英语的人知道，comb 中的 b 不发音；pint 和 hint 不同韵；mantanness 是一个非词等。可见在英文词的读音中存在着某些规则，即 GPC 规则(Grapheme-Phoneme Correspondence Rules, Harley 2001)。而由 GPC 规则导致的效应叫规则性效应(regularity effect)，即对符合 GPC 规则的单词的反应优于不符合规则的单词。许多研究发现，读音不规则的词(如 have)比读音规则的词(如 wave)的命名潜伏期较长，错误率也较高。这就是读音的规则效应。

汉字没有读音规则。但人们一般将声旁读音与整字读音相同的形声字(如“簧”)叫规则字，而将声旁读音与整字读音不相同的形声字(如“怡”)叫不规则字。如果形声字声旁的读音影响整字的读音，那么规则字的命名潜伏期应该比不规则字短，或者说应该有读音的规则性

效应。一些研究发现,在汉字形声字的读音中存在规则性效应,这种效应主要出现在低频字中(Seidenberg 1985; 舒华、张厚粲 1987; Hue 1992)。研究结果表明,某些字层次以下的语音线索在汉字识别中可能起作用。

形声字的读音不仅可能受到字层次以下的语音线索(如“声旁”)的影响,而且可能受到邻近字读音的影响。这种效应叫“一致性效应”(consistency effect)。用拼音文字进行的研究显示,读音一致的单词,在邻近单词的影响下,语音整合较容易,因而命名的潜伏期短;而读音不一致的单词,语音整合较难,因而命名潜伏期较长。在这里,影响单词读音的不是这个单词是否符合 GPC 规则,而是包含了某种拼写方式的所有单词的读音是否都相同。

汉字读音中也存在一致性效应(Fang *et al.* 1986; Hue 1992)。他们的研究发现,规则不一致字(如“油”)的读音比规则一致字(如“距”)的读音慢得多,这种差异主要出现在低频字中。

在前人研究的基础上, Peng, Yang, Chen(1994)进一步比较了高、低两种频率下的一致形声字、不一致形声字、例外字和非形声字。结果发现,反应时与错误率的结果模式均为:一致字反应时最短,错误率最低;例外字反应时最长,错误率最高,不一致字与非形声字的反应时与错误率居中,两者没有差异。Peng, Yang(1997)还研究了邻近字(包含敌对字与邻友字)频率的作用,发现敌对字频率高明显延长了命名反应时;邻友字频率高的目标字的错误率显著低于邻友字频率低的目标字的错误率。邻友字频率越高,一致性效应越低;敌对字频率越高,一致性效应越高。这个实验说明,邻近字的读音对目标字的读音有重要影响。友字促进目标字的读音,敌字干扰目标字的读音。

从上面的实验中我们看到,汉字形声字的读音是由两种因素共同决定的,一个是声旁的读音,它提供了字以下的语音线索;另一个是邻近字的读音,它提供了字层次上的语音线索。一个目标字的读音是这两种因素综合起作用的结果。声旁的读音有的与整字读音一致(规则字),有的不一致(不规则字);邻近字中既有友字,也有敌字。因此,无论在字下还是字水平,语音线索既有促进作用,也有抑制(干扰)作用。它们的作用是双向的,而不是单向的。

基于上述研究,陈鹰、彭聃龄(1994)提出了“汉字识别与命名的联接主义模型”(CMRP)。模型基于联结主义(connectionism)的理论框架,利用人工神经网络(neural networks)方法实现了模型在结构上的分布存储、过程上的并行加工性质。用这个模型模拟了汉字正字法-语音信息的存储和提取过程的特点。

1.2.2 语音在词汇通达中的作用

在汉字阅读中,语音是否起作用?或者说,它是否会自动得到激活,成为词汇通达的必要条件?语音作用的时间进程是怎样的?它作用在词汇通达前,还是作用在词汇通达后?搞清楚这些问题,对了解语音在词汇通达中的作用,有重要的意义。

按照文字与语言的关系,文字是标志语言的。因此,只有当字形和语言中一定的语音相联系时,才能表达一定的意义。在这个意义上,语音的激活是通达词汇的必要条件,可以说,没有语音的激活就没有语义的通达,这就是词汇通达中的语音转录假设。另一种意见认为,对熟练读者来说,由形直接到义是可能的,不必经过语音的中介作用,这就是词汇通达中的

直通假设。所谓双通道假设或赛马假设实际上是将以上两种假设结合起来。它承认有两条通道，哪条通道起作用取决于哪条通道在竞争中取得胜利。

汉字是一种表意文字。汉字字形的表意作用大于拼音文字。在汉字字义通达中，语音是否也有重要的作用？

(1) 语音的自动激活

许多研究发现，在词的阅读或词的识别中存在语音的自动激活。研究显示，语音的激活不仅存在于字母文字中，也存在于中文和日文中(Perfetti and Zhang 1991, 1994; Wydell, Patterson and Humphreys 1993; 张厚粲、舒华 1989; Cheng 等 1988)。

谭力海、彭聃龄(1991)在实验中用含一个多音字的双字词作启动词(如“会计”)，而用一个与多音字的一种读音相近的字作目标字(如“快”或“汇”)，另安排无关的字作控制字，要求被试做真假字判断。结果发现，启动字中多音字的两种读音，都对目标字的判断有促进作用。这说明，在实验条件下，启动词中多音字的两个读音都得到激活。

上述实验说明，即使不让被试命名汉字，汉字的语音信息也能不由自主地被激活起来。认识到这一点，对了解阅读过程的本质非常重要，对了解文字与语言的关系也是很重要的。

(2) 语音作用的时间进程

在阅读中或文字的信息处理中，语音的激活是发生在词汇通达前，还是发生在词汇通达后？如果说字形识别在先，语音激活在后，然后再通达字义，那么，处理形、音、义的具体时间进程又怎样呢？

彭聃龄等(1985)在一项早期的研究中，用同一性判断作业研究了汉字形、音、义的信息提取。结果发现，字形的同一性判断反应时最短，判断的误差最少，它们受到字音和字义的干扰也最少；而判断字音的同一性，反应时显著长些，误差也多些，判断字义的同一性又长于判断字音的同一性，但在成年人和小学五年级被试中，两者的差异在统计上不显著。根据这一实验，作者提出：“见形知音”和“知音识义”都需要花费一定的时间。另外，实验还发现，小学生音、义判断反应时的差异，大于大学生的差异，这也暗示我们，随着阅读熟练的提高，知音识义的时间可能变得越来越短。

近年来，陈宝国等(2001, 2003)采用基于语义和基于语音的范畴判断任务，用高频字和低频字为实验材料，在不同的 SOA(刺激不同步时间)条件下，研究了汉字识别的时间进程。结果显示，高频汉字形音义激活的时序为字形、字义、字音，这种顺序不受实验任务的影响；而低频汉字的字形激活在先，字音和字义的激活同时进行。两类汉字表现出不同的结果模式。

(3) 在词义通达中是否存在语音中介作用？

通过声音得到意义叫做语音中介作用。一些实验结果证明，语音在意义通达中可能有作用(van Orden 1987; van Orden Johnstone and Hale 1988; van Orden, Pinnington and Stone 1990)。在另一些研究中没有得到支持。如 Jared 等(1999)发现，语音在低频词的意义通达中有作用。他们也发现，差的阅读者在通达语义时更可能要通达语音，而好的阅读者先通达语义。Daneman 等(1995)根据同音词的研究也提出，词的意义首先被通达，然后是语音码的通

达,也就是词汇后通达。Taft 等(1998)用语义范畴任务检查了语音中介作用。结果发现,可定义的规则词和可定义的不规则词间没有区别。说明词的读音对通达意义是不必要的。

周晓林等(1997)采用语音中介启动任务研究了语音在汉字语义通达中的作用。结果发现,在汉字语义提取中没有语音中介启动。作者认为,语音在汉字语义通达中的作用有限。

近年来我们也研究了汉字语义通达中语音的作用,但结果不完全一样。在一项研究中,彭聃龄等(2000)采用汉语多音字为实验材料,研究了语音在语义通达中的作用。发现在命名任务中有多音字效应,而在词汇判断和范畴判断任务中,没有出现多音字效应。结果支持了语义可由视觉通路直接通达的观点。但在另一项采用 Stroop 测验的研究中,Guo 等(待发表)发现,在汉字识别中语音是自动激活的,并有利于语义通达。

1.3 汉字的语义提取及语义在字词识别中的作用

1.3.1 汉字的语义提取

80 年代末,张积家等(1990,1991)在一系列研究中以汉字形声字为材料,采用语义范畴判断的方法,考察了汉字的语义提取。结果显示:(1)汉字形声字的义符(形旁)在单字词和双字词的语义提取中有重要的作用,当义符与词义一致时,起促进作用;当义符与词义不一致时,起干扰作用。(2)被试头脑中的高级信息(如汉字结构的知识、认知策略等)在汉字的语义提取中也有重要作用。

1.3.2 语义对字词识别的影响

近年来,陈宝国、彭聃龄(2001),彭聃龄、邓园、陈宝国(2003)在一系列研究中探讨了汉语多义词的识别优势效应。在一系列研究中,我们用首字完全相同的多义词——单义词为实验材料,发现在词汇判断中存在多义词效应,且只表现在低频词中。在另一个系列实验中,当运用两个真字任意组合构成的假词(如“镜社”)作填充材料时,只发现微弱的多义性效应,且主要表现在错误率中。而当运用与源真词(如“冲锋”)形似音同的假词(如“冲烽”)作填充材料时,发现了很强的多义词优势效应,多义词优势效应主要表现在低频词中。在第三个系列的研究中,采用单字词为实验材料,发现在词汇判断、简单命名及辨别命名三个任务中均发现了显著的多义词识别优势效应。在词汇判断和简单命名任务中,多义词识别的优势效应表现在低频词中;在辨别命名任务中,多义词识别优势效应同时表现在高、低频词中。这些实验都说明,词的语义信息自上而下地影响了汉语字词的识别;语义越丰富,这种影响越大。

1.4 语境与字词识别

影响字词识别的另一重要因素是语境因素,包括词语境、句子语境和课文语境。语境提供了词识别的词外多余性,它和正字法、语音学等语言学知识一起,自上而下地决定着字词的识别(Tulving and Gdd 1963; Meyer and Schvaneveldt 1971; Zola 1984)。

汉字识别中语境效应的研究也是从 60 年代开始的。曾性初等(1965)用省略恢复法研究了句子语境对恢复被省略的汉字笔画的影响。曹传咏、沈晔(1963)在一项研究中也发现,当目标字包含在有意义的词语中时,正确辨认的时间较短;而包含在无意义的字组中时,正确辨认的时间较长。从 80 年代初以来,由于启动技术(priming technique)的应用,语境对汉字

识别的影响,已经得到较广泛的研究。

上世纪80年代末,90年代初,彭聃龄等(彭聃龄等1987;谭力海、彭聃龄1988;谭力海、彭聃龄1989;谭力海等1991)在一系列实验中系统研究了语境对汉字识别的影响。研究采用了启动范式,具体考察了语境与笔划数、字频、刺激呈现时间(SOA)、词和非词识别的关系。研究的主要结果有:(1)在快速呈现条件下,笔画多少对汉字识别的时间与精确性有显著影响。在各种语境条件下,词汇判断的时间都随笔画数的增加而上升,错误率也随之上升。语境对汉字识别也有显著影响,相关语境对不同笔画的汉字识别有促进作用,无关语境对各种笔画的汉字识别有抑制作用;(2)被试者对形似非词的虚报率明显地高于对形异非词的虚报率;语境强度对形异非词的反应时和正确率无显著影响,但却延长了对形似非词的加工时间和降低了判断的错误率;(3)语境与词频存在显著的交互作用。语境对高频词的作用不明显,对低频词的作用显著;(4)在不同SOA条件下,相关语境对低频词的启动量都显著大于对高频词的启动量。反应时与错误率的结果趋势相同。

上述结果说明,汉字识别是自下而上与自上而下的加工相互作用的结果。字的识别既依赖于视觉特征单元的激活,也依赖于语境的作用。结果还表明,人们对高频字(词)可能只进行自动加工,不消耗注意能量,因此,无关语境对高频字(词)不会有抑制作用。相反,人们对低频字(词)的加工可能是有意识的,其特征分析、词汇激活和语音输出都消耗注意能量。因此,无关语境对低频目标字(词)的识别有干扰作用。

2. 汉语词汇结构表达和加工的研究

从70年代以来,词素在词识别中的作用,一直是国际学术界关注的一个热点问题。但是,大多数的研究是围绕拼音文字中的形态复杂词(如派生词和屈折变化词)来进行的。这些研究对揭示词素在词识别中的作用,论证认知系统加工和表征的性质有重要意义。围绕这些研究,建立了关于词的形态学加工的一系列理论模型。

汉语的构词法在许多方面不同于英语和其他印欧语言。汉语是一种缺少形态学变化的语言。汉语词汇只有很少的前缀和后缀,它们的构词能力远不如英语词缀的构词能力(万惠洲1989)。在现代汉语中,复合词占绝大多数,其中双字合成词又占较大的比重。在汉语复合词中,词素的结合方式有联合式、偏正式、动宾式、后补式、主谓式等。换句话说,句法构词法是汉语构词的主要方法。逆序构词法是汉语构词的一种特殊方法,即AB—BA法。在汉语的某些词汇中,将原词中词素的位置颠倒过来,即可构成意义近似或不同的新词。

人脑如何加工和表达汉语的词汇,是我们研究关心的另一个重要问题。其中核心的问题是,在词汇加工中词与词素的关系怎样?词的识别是否依赖于词素的激活?词素的通达是否是通达词的一个必经的阶段?在复合词中不同词素的作用有没有区别?词的语义透明度是否影响单词的识别?不同词素在加工的时间进程上有没有区别?

通过一系列由计算操作的行为实验,彭聃龄等(1992,1993,1995,1997,1999)以反应时为主要指标,他们发现:(1)在心理词典中,整词表征与词素表征可能同时存在,目标词的识别既受到启动词的词义的影响,也受到启动词的词素义的影响(Peng, Zhang and Liu 1992);(2)汉语复合词中不同词素的作用依赖于汉语构词法的特点。对联合式复合词来说,两个词

素的作用一样,它们和整词的联结强度是一样的;而对偏正式复合词来说,第二词素的作用大于第一词素的作用,前者与整词的联结强度显著大于后者(Zhang and Peng 1992);(3)当识别时程较短时,只有整词的激活;当识别时程延长后,既得到整词相关的启动效应,也得到词素(含第一和第二词素)的启动效应。换句话说,只有在识别时间延长后,词素义才开始起作用(Liu and Peng 1997);(4)在透明词与不透明词中,词素与词的连接方式和连续强度可能不一样。透明词的词素与整词的联系较密切,它们对整词的贡献或促进作用较大,而不透明词的词素与整词的联系不密切,它们对整词的贡献或促进作用较少(王春茂、彭聃龄 1999)。在同形异义词素的启动条件下,由于不透明词的词素与整词间存在负性的联系,它们可能干扰或抑制对整词的识别;(5)用逆序词为材料,进一步说明了词素在词识别中的作用,并显示了词素的位置和词素的功能一样,对词的识别有重要作用(彭聃龄、丁国盛 1998)。

基于词汇识别的研究,刘颖、彭聃龄(1995)提出了基于语义的词汇判断的计算模型(CLDM模型),模拟了词汇判断条件下的语义启动现象。模拟结果显示,高频词对连接权重有较大的影响。两个词之间共有的语义特征越多,就越使高相关目标词的词典单元的激活得到加快,因而使词的“判断反应时”减小。由于词的预激活作用对低频词的效用更大,因而在高相关条件下,低频词的启动效应大于高频词。

3. 语句和课文的理解

张浩、彭聃龄(1990)用汉语句作材料,考察了语境信息对具体句和抽象句提取的影响。结果显示,在主题语境条件下的抽象句比随机语境条件下的抽象句回忆成绩好,而对于具体句的回忆,语境没有明显影响,表明适当的语境对抽象材料的回忆比对具体材料的回忆有更大的促进作用。研究还发现,完全整合语境比部分整合语境产生较好的回忆成绩,表明语境对抽象目标句的促进作用主要发生在课文这个层面上。

句法分析和语义分析之间的相互关系是研究句子理解的另一个重要问题。彭聃龄、刘松林(1993)在一个实验中,采用被试自定步调的阅读方法(subject-paced reading),要求被试对语义合理句和语义不合理句进行语法判断,结果发现,在解歧词上语义合理句比不合理句的反应时长。实验结果支持了句子理解中句法分析和语义分析的弱交互作用模型。也就是说,当存在两种分析的可能性时,句法分析模块同时给出不同的结构分析,语义信息的作用是在各种可能的结构中即时地选择一种合理的结构。

图式是一种有组织知识经验。在语句理解中,图式的作用一直受到国外学者的重视(Rumelhart 1975; Mandler 1978, 1984)。鲁忠义、彭聃龄(1990)结合汉语材料的特点探讨了故事图式的作用。实验材料为两个双情节故事,每个故事包含背景、开头、反应、尝试、结果和结尾六个基本节点。要求被试听故事录音,然后立即回忆。一半被试进行自由回忆,另一半被试进行顺序回忆。被试分为小学、中学、大学三个年龄组。结果发现:(1)回忆方式对回忆成绩有很大影响,自由回忆的成绩比顺序回忆的成绩好;(2)在自由回忆时,三个年龄组的回忆成绩有显著差异。但是在顺序回忆时,三个年龄组回忆成绩的差别不显著;(3)在自由回忆条件下被试对各类节点回忆的总体模式是:开头句和尝试句的回忆成绩较好,反应句、结果句和结尾句较差;(4)从质的方面分析,发现被试回忆句子时采用了抽象、补充、转换、

顺序颠倒等处理方式。

4. 儿童语言的发展

4.1 字形和语音意识的发展

语言意识的发展是近年来国内外学术界非常关注的一个重要问题。90年代中我们研究了汉语儿童字形意识和语音意识的发展(Peng *et al.* 1997)。在这项研究中我们采用了真假字判断方法,这种方法排除了汉字读音和语义的影响。实验中给被试者呈现各种人造汉字(假字和非字),其中有的符合汉字的正字法规则,它们的部件处于合法的位置上;有的违反汉字的正字法规则,它们的部件处于不合法的位置上,要求被试做真假字判断。被试者是三年级、六年级小学生和大学生。结果表明,三年级小学生已经有了汉字正字法的知识,但其熟练程度还不如六年级小学生和大学生。随着识字经验的增加,人们对汉字正字法越来越敏感,并且成为影响汉字识别的一种重要因素。合于正字法的部件结合,人们容易接受为字,否则就会当成非字而受到拒绝。因此汉字识别不仅要部件或笔画进行检测,而且要检测部件或笔画的结合规则。

Yang, Peng (1997)研究了小学不同年级学生在命名任务中的规则效应和一致性效应的年龄发展。结果显示,在反应时结果中,小学三年级的学生表现出显著的规则效应,而六年级学生的规则效应不显著。在三年级和六年级学生中都表现出显著的一致性效应。对反应错误率的分析表明,在三年级和六年级的学生中都有显著的规则效应和一致性效应。这说明,在汉语习得过程中,规则效应逐渐减少,也就是说形声字的声旁对形声字的语音加工的影响逐渐减小,而邻近字对形声字识别的影响随着字词量的增加而逐渐增大。

姜涛、彭聃龄(1999)研究了汉语儿童语音意识发展的特点及其在阅读发展中的作用。研究选取了小学三、四、五年级的学生为被试,然后按老师的评价把被试分成好的读者和差的读者。结果表明,语音意识的测验成绩随年级的上升而提高,汉语儿童语音意识的发展和英语儿童表现出相同的趋势,音节意识和首音-韵脚意识的发展先于音位意识的发展;好、差读者的语音意识的测验成绩有显著差异,这种差异在需要精细加工的项目上表现更明显,他们在语音意识发展的速度上也不同。较差的读者在语音意识上落后于较好的读者,可能是由于他们发展的迟滞造成的。我们的研究还发现,语音意识的发展能预测儿童早期的阅读成绩,而对预测成年期的阅读成绩作用不大。

彭聃龄等(2003)还采用 Stroop 实验范式及其变式,用大学生、小学六年级及三年级学生为被试,考察了阅读水平对语音激活和对汉字语义提取的影响。结果除了获得经典的语义 Stroop 效应之外,还发现当汉字颜色对应的读音与汉字读音一致(如红色的“洪”字)时,被试命名汉字颜色的错误率减少;当汉字颜色对应的读音与汉字读音不一致(如绿色的“洪”字)时,被试的错误率增加;随着阅读水平的提高,汉字读音对颜色命名的促进或干扰效应减少。这些结果表明,在汉字的识别过程中,语音的自动激活有助于语义通达,并且低年级的被试的语义提取更多地依赖于语音编码。

4.2 儿童词汇的发展

在一项研究中,毕鸿雁、彭聃龄(2003)采用定量与定性相结合的研究方法,对4-6岁儿童理解时间副词的能力进行了初步的探查,结果表明:(1)学前儿童对不同时间副词的理解能力是不同的。对现在时间副词的理解优于对过去时间副词的理解,对将来时间副词的理解能力最低,基本处于萌发阶段;(2)在表示将来的时间副词中,儿童对不同的具体时间副词表现出认知差异;(3)学前儿童在理解时间副词时多种策略并存。随着年龄的增长,有效策略的生成能力有了明显提高。

在另一项研究中,邓园等(2003)探讨了单字词识别中多义词识别优势效应的年龄特点。研究采用词汇判断任务,以小学三年级、五年级儿童以及大学生为被试。结果发现:(1)三组被试都表现出单字词识别中的多义词识别优势效应,且效应发生在低频字上;(2)在本实验条件下,随年龄的增长和识字能力的提高,儿童汉字识别的错误率降低;而多义词识别优势效应呈现递减的趋势。三年级小学生已经发展出多义词的识别优势,五年级小学生的反应模式上与大学生的基本接近。

4.3 儿童从电视中伴随学习汉字

陈华峰、彭聃龄(1995)研究了幼儿从电视中伴随学习单词的可能性。40名小班幼儿和46名大班幼儿参加了实验,他们在接近自然的状态下观看有字幕的动画片。结果显示:(1)幼儿在无任何指导的情况下观看有字幕的动画片,能伴随学习到汉字;(2)不同性别的儿童都能同等程度地从电视中伴随学习到单词;(3)词义的伴随学习不受幼儿原有的词汇水平和幼儿对目标词熟悉程度的影响;(4)词音的伴随学习只发生在词汇水平较高的幼儿当中,并且随着幼儿对目标词熟悉程度的增加而增加;(5)词音和词义的伴随学习存在频度效应。

5. 汉英双语者两种语言表征和加工的研究

双语研究开始于20世纪初一些语言学家和心理学家对双语者进行的自然观察和测验。50年代末,60年代初,随着认知心理学的诞生,开始了双语学习的实验研究。研究关心的问题是双语者两种语言代码的转换和双语者的语义表征。

在一项早期的研究中,王翠翔、彭聃龄(1988,1989)选用中文词和英文对译词为材料,采用重复启动的实验范式,要求被试对目标词进行词汇判断。结果显示,在语言内重复条件下,被试对重复词的判断反应时显著缩短,正确率显著提高;在语言间重复条件下,对重复词和新词的反应时和错误率没有显著差别。这说明双语者可能有两个独立的言语系统。两个系统间没有发生信息的自动转换。结果还显示,对于高意象值词,在语言内和语言间,均出现重复启动效应;而对于低意象值词,只有在语言内重复条件下,才有重复效应。这说明,对高意象值词来说,可能存在一个共同的意象系统;而对低意象值词来说,只有两个独立的语言系统。

丁朝蓬、彭聃龄(1998)考察了汉语儿童的英语语音意识的发展特点及其对英语拼写的影响。结果表明:(1)汉语儿童英语语音意识呈现与英语儿童大致相同的发展趋势,韵脚(rhyme)意识发展得较早,音位(phoneme)意识发展得较晚。由于受到汉语语音的影响,汉语儿童能较容易地将CVC型单词的结尾辅音(音位)分割出来;(2)当性别、非言语智力、汉语拼音能力等变量的影响被控制后,韵脚意识与CVC型单词的拼写成绩显著相关,汉语儿童

能够使用类比机制拼写新单词；(3) 汉语儿童常借助汉语拼音拼写英语单词。

近年来, Li, Peng (2000), 李荣宝、彭聃龄等(2001) 采用语义整合的研究范式, 以语句为实验材料, 进一步研究了汉英双语者的语义表征。实验结果表明, 对汉语的识别时间明显短于对英语的识别时间, 说明两种语言在形式上是有区别的, 双语者对不同语言的形式可能有不同的识别速度; 但是, 当一个语句的两个部分用两种不同的语言呈现时, 被试对其语义的认知速度并不比两部分用同一语言的呈现时长, 这说明语义是超形式的, 具有共同表征的特征。

6. 语言障碍的研究

语言障碍是指各种不同的语言功能的失调。主要包括失语症(aphasia), 诵读困难(dyslexia), 口吃(stuttering), 语言错乱(cluttering)等。儿童的语言障碍不仅会影响学习成绩, 也会影响儿童人格的正常发展。因此研究语言障碍既有利于探索脑的语言功能的秘密, 也有助于帮助语言障碍者恢复语言的功能。近年来, 我们进行了三方面的研究工作。

宋鲁平等(2003)采用复杂程度不同的字词阅读材料, 对比研究了发展性口吃者和正常被试的阅读成绩, 以语音产出时间为指标。结果显示, 在单字条件下, 口吃组和对照组的差异不显著; 而在双字条件下, 两者的差异很显著。说明口吃的发生可能与任务的复杂性有关。研究还发现, 在默读时, 口吃组与对照组的阅读反应时差异不明显; 而在朗读时, 两者显示了明显的差别。

徐世勇等(2001)使用真假字判断和同音判断任务比较了障碍儿童和正常儿童的字形和语音加工。研究结果显示, 阅读障碍儿童的语音加工显著慢于正常儿童, 但是字形加工没有明显落后。研究者认为语音表征缺陷也是汉语儿童发展性阅读障碍的主要原因。姜华(2003)对比研究了汉语发展性阅读障碍儿童与正常儿童在工作记忆中中央执行系统的容量和功能的差异。结果显示: (1) 汉语发展性阅读障碍儿童与高阅读水平儿童的中央执行系统容量(即工作记忆容量)在语言层面存在显著的差异; (2) 这种差异是因为发展性阅读障碍儿童存在一般的中央执行系统容量的缺陷; (3) 汉语发展性阅读障碍儿童的中央执行系统的功能存在显著缺陷; (4) 以语音回路障碍为特征的发展性阅读障碍儿童在工作记忆的另外两个子系统中也存在缺陷。

Luo 等(2003)在一项研究中分析了 16 名汉语传导性失语症患者在叙述性语篇中的衔接和连贯。结果显示, 病人在语篇的衔接上有障碍, 但在语篇的宏观连贯上并未受损。从语篇的连贯来看, 病人的整体连贯与正常人无显著差异, 但病人的局部连贯比正常人的有显著差异。进一步分析发现, 局部不连贯主要是由“持续现象”(perseveration)造成, 即病人不停地在某一点上重复说过的词语或意思, 不能使话语正常继续。局部不连贯的另一种原因是跑题, 但较为少见。需要提出的是即使病人暂时脱离主题, 却常常能回到原先的话题上来, 这说明语篇整体意义的监控机制和宏观意识还是保留下来了。

7. 汉语信息加工的脑机制研究

脑科学是当代科学的前沿。它的发展是和脑成像技术的发展是分不开的。脑成像技术很高的空间分辨率(如功能磁共振成像, 正电子发射断层扫描)和时间分辨率(事件相关电位)为

我们在无创伤条件下观察人脑加工和存储语言信息的特点提供了重要的保证。近年来,研究者使用脑成像技术研究了语言的脑机制,在揭示脑的语言功能中取得了重要的进展(Cabeza and Nyberg 2000)。

汉语的脑成像研究是近年来才开始的(Tan *et al.* 2000, 2001; Chee 1999, 2002)。由于汉语的特点,汉语加工和表征的神经机制的研究越来越引起国际学术界的关注。下面简要介绍我们近年来的一些研究结果。

7.1 汉字识别中音义的自动激活

字词识别中形、音、义的相互关系是理解阅读过程的一个重要问题。探讨它的脑机制是认知神经科学研究的热点问题之一。在一项研究中,彭聃龄等(2003)采用汉字单字词为实验材料,语音和语义两种认知任务,通过功能磁共振成像扫描,研究了汉字音、义加工的脑机制。研究发现,语音任务激活的脑区有:左侧顶叶下部和颞上回(BA 40/39/22, BA: Brodmann Area, 即布鲁德曼分区,下同),左侧枕中回(BA 18/19),右侧枕下回(BA 18/19),以及左中央前回(BA 6)。而语义任务激活的脑区有:左侧顶叶下部(BA 40/39)和左侧颞上回(BA 22),左侧额下回(BA 10/47),右侧额中回和额上回(BA 10/11),以及左侧额中回(BA 11)。研究中有意义的发现是:语义任务减语音任务激活的脑区有:左侧额下回(BA 47),左侧海马(BA 36)和右侧海马旁回(BA 36)。而语音任务减语义任务没有发现任何脑区的激活。这些结果表明,在语义任务中有语音的激活;而在语音任务中没有与语义有关脑区的激活。

为了深入考察汉字识别中音、义的自动激活,排除意识和认知策略可能的影响,在另一项研究中,彭聃龄等(Peng *et al.* 2003)研究了在非注意条件下汉字自动激活的脑机制。结果显示,汉字呈现时间与汉字频率(熟悉性)有交互作用,当呈现时间短时(51ms),与低频汉字相比,高频汉字在双侧梭状回、小脑、右侧顶叶、额中回(BA 45/46/9)及右侧颞顶联合处(BA 21/37)诱发了更强的激活。当呈现时间延长后(151ms),这种差异消失。表明这些脑区对词的熟悉性敏感。研究还发现,双侧小脑与右侧梭状回的激活随着汉字呈现时间的延长而增强,表明这些区域在汉字识别的后期有更明显的作用。

Wei等(Wei *et al.* 2001)还用事件相关电位技术(ERP)研究了在汉字语义加工中左、右半球的加工优势。研究结果显示,N1是反映汉字语义加工的一个最早的成分,主要出现在脑后部的视觉加工区。左半球的N1有较大的波幅,而右半球的N1潜伏期较短。基于这些发现我们认为,只有当右半球将有效的信息传送过来之后,左半球才开始进行处理。当左半球开始加工之后,它的强度较大。因此应该将两半球的不同加工优势分成两个维度:速度和强度。

7.2 中-英双语者词汇表征与加工的脑机制研究

世界上有数千种语言。不同语言间既有共同性,又有差异。采用双语者为被试,对比研究不同语言的特点,是揭示语言脑机制的一条有效的途径。Ding等(Ding *et al.* 2003)在一个实验中考察了中-英双语者词汇表征的脑机制。研究的一个重要发现是,汉语被试在母语加工时表现了左半球的激活优势,而在加工英文时显示了右半球更强的激活,说明右半球在加

工第二语言时有更大作用。研究还发现,在知觉水平(部件或字母搜索任务)的词汇加工中,中英文存在着差异,除两者共同激活的脑区外,中文刺激还激活了左侧颞中回以及扣带回前部等脑区,英文刺激则激活了中央前回等脑区。在语义水平(同义词判断任务)的词汇加工中,中-中和中-英激活的脑区很相似,两者均激活了左侧额下回、双侧枕叶、梭状回及双侧小脑,说明两种语言在语义层上是共同存储的。

李荣宝等(2003)还用事件相关电位技术(ERP)研究了在加工句子时汉英双语者的语义表征。实验考察了句末词呈现之后500毫秒内英汉两种语言内和语言间语义整合在语义一致和语义不一致两种条件下的P190和N400的潜伏期和波幅。结果显示,P190具有语言形式加工的效应,这种效应在英汉两种语言间有明显差异;而N400具有语义加工效应,汉英两种语言的模式相同。结果表明,双语者两种语言在形态上是分别表征的,而在语义上是共同表征的。

7.3 语言类比推理中的脑机制

类比推理是常见的一种推理,是创造性思维的重要成分。Luo等(2003)设计了一种语言类比推理,并把它和一种纯语义任务进行比较,进而研究了类比推理的脑机制。结果显示,与纯语义加工相比,推理任务在双侧额叶(右侧BA 11/BA 47和左侧BA 45),左侧颞上回后部,双侧梭状回和右侧扣带回、基底节等脑区有更多的激活。这些脑区的激活可能与单词的阅读有关,也可能与比较、整合和加工不同概念间的关系以及对任务的注意有关。这些发现既和演绎推理的脑机制不同,也和图形类比推理的脑机制不同。结果还显示,与演绎推理不同,右侧大脑在语言类比推理中有更多的参与。

8. 回顾与展望

1981年本人从美国访问两年后回国,经历了研究方向的一次重要的选择。出国前和在国外的两年中,本人主要研究了视知觉问题,但也接触了阅读的眼动研究。回国后是否仍继续视知觉的研究?经过近三年的思索,本人选择了汉语认知的研究方向。当时的想法是:(1)语言是区别人和其他动物的重要标志,研究语言是理解人的心智的一个重要突破口;(2)语言是多学科共同研究的一个重要领域,研究语言有助于多学科的联合攻关;(3)语言在社会发展和个体发展中有重要意义,研究语言可能看到较好的社会效益;(4)由于汉语的许多重要特点,开展汉语的认知研究,有助于发展我国有特色的心理学研究,对国际心理学做出贡献。

近年来,由于国际认知神经科学的发展,我们的研究方向又经历了一次新的选择,即从认知科学或认知心理学向认知神经科学的转变。在这一转变中,我们选择了脑成像技术研究汉语的脑机制,包括汉字形音义加工的脑解剖学基础及其动力学关系、汉英双语者语言加工与表征的脑机制、脑损伤与语言障碍等。

选择研究方向是一个研究工作者或一个研究集体的生命线;每次选择既意味着开拓、创新,也意味着艰难和风险。方向对了,才能为自己的研究工作开辟一条长远发展的道路。20年过去了,我们的研究取得了比较系统的成果,并在国内外产生了影响。现在回想起来,这两次重要的选择应该说都是值得的。

总结 20 年的研究经验, 本人认为下面的一些原则是可以肯定的: (1) 信息加工的原则: 我们把人脑加工汉语的过程看成是信息加工的过程; (2) 层次原则: 对汉语认知的研究是在三个层次上进行的, 即复杂行为层次, 信息加工和计算机模拟层次, 神经生理学层次; (3) 结构和过程统一的原则: 通过反应时记录技术研究汉语信息加工的过程, 同时从反应时和正确率的结果中推论人脑存储汉语信息的内部结构, 然后从 fMRI 和 ERP 的研究中进一步揭示人脑加工语言信息的时间进程和结构; (4) 语言普遍性和差异性统一的原则: 世界上有几千种语言。不同语言间既有普遍性, 也有差异性。语言的普遍性和差异性存在于语言学层面、语言的信息加工层面和语言的神经机制层面。坚持普遍性和差异性的统一, 不仅对语言本身的研究很重要, 而且对了解人脑加工语言的特点也有重要的意义; (5) 会聚一致的原则: 通过综合地运用反应时记录技术、脑电分析技术、脑成像技术、计算机模拟技术在不同层面上研究汉语认知的内部结构和过程。

认知神经科学和脑科学是当代科学发展的前沿领域。目前在语言的认知神经科学研究中涌现出了一些重要的发展趋势: 一是语言的发育神经科学的研究受到重视, 脑的可塑性日益成为大家感兴趣的重要问题。二是跨语言的比较研究正在引起各国学者的关注, 其中汉字和拼音文字的比较研究更成为关注的焦点。三是语言和其他认知过程(基本视觉和听觉、注意和意识)的关系, 人格、情绪、动机等非认知因素对语言信息加工的调节和控制作用, 开始受到重视。四是脑的动力学问题, 不同脑区在完成语言信息加工中的相互关系, 也成为研究者希望解决的一个重要的理论和方法学问题。五是语言的应用研究受到特别的关注。由于语言在个体和社会发展中的特殊作用, 语言认知神经科学的研究不仅能极大地推动认知神经科学的发展, 而且对促进个体的语言习得和发展, 提高语言障碍的临床诊断水平和康复工作的科学性都将产生重要的作用。

参考文献

- Cabeza, R., and L. Nyberg. 2000. Imaging cognition 2: An empirical review of 275 PET and fMRI studies. *Journal of Cognitive Neuroscience* 12,1:1 - 47.
- Chee, M. W. L., D. Caplan, C. S. Soon, N. Sriram, W. L. Tan, T. Thiel, and B. Weekes. 1999. Processing of visually presented sentences in Mandarin and English studied with fMRI. *Neuron* 23:127 - 37.
- Chee, M. W., N. H. Hon, D. Caplan, H. L. Lee, and J. Goh. 2002. Frequency of concrete words modulates prefrontal activation during semantic judgments. *NeuroImage* 16:259 - 68.
- Cheng Chao-ming and Shih Shui-I. 1988. The nature of lexical access in Chinese: Evidence from experiments on visual and phonological priming in lexical judgment. In In-mao Liu and Hsuar-Chih Chen and May Jane Chen, eds., *Cognitive Aspects of the Chinese Language*. Hong Kong: Asian Research Service.
- Daneman, M., E. M. Reingold, and M. Davidson. 1995. Time course of phonological activation during reading: Evidence from eye fixations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 21:884 - 98.
- Ding, Guosheng, Conrad Perry, Danling, Peng, Ling, Ma, Dejun, Li, Qian, Luo, Duo, Xu, Shiyong, Xu, and Jing, Yang. 2003. Neural mechanisms underlying semantic and orthographic processing in Chinese-English bilinguals. *NeuroReport* 14,12:1557 - 62.

- Ding, G. S., D.L. Peng, and M. Taft. 2004. The nature of the mental representation of radicals in Chinese: A priming study. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 30,20:530 - 9.
- Fang, S. P., R. Y. Horng, and O.J.L. Tzeng. 1986. Consistency effect and pseudo-character naming task. In S. K. Kao and R. Hoosain, eds., *Linguistics, Psychology and the Chinese Language*. Hong Kong University of Hong Kong Center of Asian Studies.
- Fang, S. P. and Wu, P. 1989. Illusory conjunction in the perception of the Chinese characters. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 15,3:434 - 47.
- Guo, Taomei, Danling, Peng, and Ying, Liu. to appear. The role of phonological activation in the visual semantic retrieval of Chinese character.
- Harley, T. A. 2001. *The Psychology of Language: From Data to Theory*. East Sussex: Psychology Press.
- Huang, J. T. 1984. Perceptual separability and cohesive processes in reading Chinese words. In Kao Henry S. R. and R. Hoosain, eds., *Psychological Studies of the Chinese Language*. The Chinese Language Society of Hong Kong.
- Hue, C. W. 1992. Recognition processing in character naming. In H. C. Chen and O. J. L. Tzeng, eds., *Language Processing in Chinese*. Elsevier Science Publishers, B. V.
- Jared D., B. A. Levy, and K. Rayner, 1999. The role of phonology in the activation of word meaning during reading. Evidence from proof-reading and eye movements. *Journal of Experimental Psychology: General* 128:219 - 64.
- Just, M. A., P. A. Carpenter, and Wu, R. 1983. Eye fixations in the reading of Chinese technical text (technical report). Pittsburgh: Carnegie-Mellon University.
- Lai, C., and Huang, J. T. 1988. Component migration in Chinese characters: Effects of priming and context on illusory conjunction. In Liu Irmao, Chen Hsuarchih, and Chen May-Jane, eds., *Cognitive Aspects of the Chinese Language*. Hong Kong: Asian Research Service.
- Li, R.B. and Peng, D.L. 2000. Memory of contextual information and bilingual semantic representation. *Acta Psychologica Sinica* (Suppl.) 102 - 05.
- Liu, Y. and Peng, D.L. 1997. Meaning access of Chinese Compounds and its time course. In Hsuarchih Chen, ed., *Cognitive Processing of Chinese and Related Asian Languages*. The Chinese University Press. 219 - 32.
- Luo, Qian, Conrad Perry, Danling, Peng, Zhen, Jin, Duo, Xu, Guosheng, Ding, and Shiyong, Xu. 2003. The neural substrate of analogical reasoning: An fMRI study. *Cognitive Brain Research* 17:527 - 34.
- Luo, Qian, Danling, Peng, Zhen, Jin, Duo, Xu, Lihui, Xiao, and Guosheng, Ding. 2004. Emotional valence of words modulates the subliminal repetition priming effect in the left fusiform: An event-related fMRI study. *NeuroImage* 21:414 - 21.
- Mandler, J. M. 1978. A code in the node: The use of a story schema in retrieval. *Discourse Processes* 1:14 - 35.
- . 1984. *Story, Scripts, and Scenes: Aspects of Schema Theory*. N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mason, M. 1975. Reading ability and letter search time: Effects of orthographic structure defined by single-letter position frequency. *Journal of Experimental Psychology: General* 104:146 - 66.
- McClelland, J.L. and D. E. Rumelhart. 1981. An interactive activation model of context effect in letter perception, Part 1: An account of basic findings. *Psychological Review* 88:375 - 407.
- Meyer, D. E. and R. W. Schvaneveldt. 1971. Facilitation in recognition pairs of words: Evidence of a dependence between retrieval operation. *Journal of Experimental Psychology* 90:227 - 34.
- Peng, D.L., Li, W., Li, R.B., and Liu, Y. 1999. Information processing of Chinese compound words. *Psychologica* (Japanese Psychological Society) 252 - 66.
- Peng, D.L., Liu, Y., and Wang, C. M. 1999. How is access representation organized? The relation of polymorphic words and their morphemes in Chinese. In Jian, Wang, Albrecht W. Inhoff, and Hsuarchih Chen,

- eds., *Reading Chinese Script: A Cognitive Analysis*. N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Peng, D.L., Orchard, L.N., and Stern J.A. 1983. Evaluation of eye movement variables of Chinese and American readers. *Pavlovian Journal of Biology Science* 18,2:84 - 102.
- Peng, Dan-ling, Xu, Duo, Jin, Zhen, Luo, Qian, Ding, Guo-sheng, Perry Conrad, Zhang, Lei, and Liu, Ying. 2003. Neural basis of the non-attentional processing of briefly presented words. *Human Brain Mapping* 18: 215 - 21.
- Peng, D.L., Y. P. Li, and H. Yang. 1997. Orthographic processing in the identification of Chinese characters. In Hsuan-chih Chen, ed., *Cognitive Processing of Chinese and Related Asian Languages*. The Chinese University Press. 85 - 108.
- Peng, D.L. and Yang, H. 1997. The phonological processing of Chinese phonograms. *Asia and Pacific Journal of Speech, Language and Hearing* 2:177 - 95.
- Peng, D.L., Yang, H., and Chen, Y. 1994. Consistency and phonetic independency effects in naming of Chinese phonograms. In Qicheng, Jing, Houcan, Zhang, and Danling, Peng, eds., *Information Processing of the Chinese Language*. Beijing: Beijing Normal University Press.
- Peng, D.L., Zhang, B. Y., and Liu, Z. Z. 1992. Lexical decomposition and whole word storage of Chinese coordinative two-character word. In S. Wang, ed., *Proceedings of the Second AfrAsian Psychological Congress*. Beijing: Peking University Press.
- Perfetti, C.A. and Zhang, S. 1991. Phonological processing in reading Chinese characters. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 17:633 - 43.
- . 1994. Semantics without phonology? Comparisons of English and Chinese reading. In Qicheng, Jing, Houcan, Zhang, and Danling, Peng, eds., *Information Processing of the Chinese Language*. Beijing: Beijing Normal University Press.
- Rayner, K. and Pollatsek, A. 1989. *The Psychology of Reading*. N.J.: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Rumelhart, D. E. 1975. Notes on a Schema for stories. In Bobrow D. G. and A. M. Collins, eds., *Representation and comprehension: Studies in Cognitive Science*. 211 - 36. New York: Academic Press.
- Seidenberg, M. S. 1985. The time course of phonological activation in two writing system. *Cognition* 19:1 - 30.
- Taft, M. 1991. *Reading and the Mental Lexicon*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum.
- Taft, M. and van Graan, F. 1998. Lack of phonological mediation in a semantic categorization task. *Journal of Memory and Language* 38:203 - 24.
- Taft, M., Zhu, X. P., and Peng, D.L. 1999. Positional specificity of radicals in Chinese character recognition. *Journal of Memory and Language* 40:498 - 519.
- Tan, L. H., Hoosain, R., and Peng, D.L. 1995. Role of early pre-semantic phonological code in Chinese character identification. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 21:34 - 42.
- Tan, L. H., Liu, H.L., Perfetti, C. A., Spinks, J. A., Fox, P. T., and Gao, J. H. 2001. The neural systems underlying Chinese logographic reading. *NeuroImage*, 13: 826 - 46.
- Tan, L. H., Spinks J. A., Gao, J. H., Liu, H.L., Perfetti C. A., Xiong, J., Stofer K. A., Pu, Y., Liu, Y., and Fox P. T. 2000. Brain activation in the processing of Chinese characters and words: A functional MRI study. *Human Brain Mapping* 10:16 - 27.
- Tulving, E. and C. Gold. 1963. Stimulus information and contextual information as determinants of techistoscopic recognition of words. *Journal of Experimental Psychology* 66:319 - 27.
- van Orden, G. C. 1987. A ROWS is a ROSE: Spelling, sound, and reading. *Memory and Cognition* 15:181 - 98.
- van Orden, G. C., B. F. Pennington, and G. O. Stone. 1990. Word identification in reading and the promise of subsymbolic psycholinguistics. *Psychological Review* 97:488 - 522.

- van Orden, G. C., J. C. Johnston, and B. L. Hale. 1988. Word identification in reading proceeds from spelling to sound to meaning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 14:371 - 86.
- Wei, Jinghan, Peng, Danling, et al. 2001. The Differences of two dimensions between hemispheres in Chinese character processing as revealed by event-related brain potentials. *NeuroReport* 12,17:3697 - 701.
- Wydell, T. N., K. E. Patterson, and G. W. Humphreys. 1993. Phonologically mediated access to meaning for Kanji: Is a ROWS still a ROSE in Japanese Kanji? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 19:491 - 514.
- Yang, H. and Peng, D.L. 1997. The learning and naming of Chinese character of elementary school children. In Hsuan-chih Chen, ed., *Cognitive Processing of Chinese and Related Asian Languages*. The Chinese University Press. 323 - 46.
- Zhang, B. Y. and Peng, D.L. 1992. Decomposed Storage in the Chinese lexicon. In Chen H. C. and Tzeng, O.J. L., eds., *Language Processing in Chinese*. Amsterdam: North Holland, 131 - 49.
- Zola, D. 1984. Redundancy and word perception during reading. *Perception and Psychophysics* 36:277 - 84.
- 艾伟, 1949, 《汉字之心理研究》。中央大学出版组。
- 毕鸿雁、彭聃龄, 2003, 4 - 6 岁儿童直接推理能力及策略的实验研究。《心理科学》第 2 期, 228 - 31。
- 曹传泳、沈晔, 1963, 在速示条件下儿童辨认汉字字形的试探性研究: 字体大小, 照明条件和呈现及反应主式对辨认时间的影响。《心理学报》第 3 期, 203 - 31。
- 陈宝国、彭聃龄, 1998, 词的具体性对词识别的影响。《心理学报》第 4 期, 387 - 93。
- , 1999, 词汇识别中句子与课文语境效应的研究进展。《心理学动态》第 1 期, 12 - 5。
- , 2001, 汉语双字多义词的识别优势效应。《心理学报》第 1 期, 1 - 6。
- 陈宝国、王立新、彭聃龄, 2003, 汉字识别中形音义激活时间进程的研究(2)。《心理学报》第 5 期, 576 - 81。
- 陈华峰、彭聃龄, 1995, 幼儿从电视中学习——一项伴随学习的研究。《心理科学》第 1 期, 22 - 8。
- 陈鹰、彭聃龄, 1994, 汉字识别和命名的连接主义模型。载 H. W. Chang, J.T. Huang, C. W. Hue, and Ovid J.L. Tzeng, eds., *Advances in the Study of Chinese Language Processing*. Vol. 1. Taipei: Taiwan University.
- 邓园、丁国盛、彭聃龄, 2003, 左侧前额叶语言加工功能研究综述。《心理科学》第 4 期, 116 - 9。
- 丁朝蓬、彭聃龄, 1998, 汉语儿童英语语音意识与拼读。《心理学报》第 3 期, 248 - 53。
- 傅永和, 1990, 汉字结构和构造成分的基础研究。见陈原编, 《现代汉语用字信息分析》上海: 上海教育出版社。
- 郭桃梅、彭聃龄, 2003a, 非熟练汉英双语者概念表征的通达机制。《心理学报》第 1 期, 23 - 8。
- , 2003b, 初中和高中生英语语义通达机制的发展性研究。《心理发展与教育》第 2 期, 1 - 18。
- 胡裕树, 1987, 《现代汉语》上海: 上海教育出版社。
- 姜华, 2003, 不同阅读水平儿童中央执行系统比较研究。北京师范大学心理学院毕业论文。
- 姜涛、彭聃龄, 1999, 汉语儿童的语音意识特点及阅读能力高低读者的差异。《心理学报》第 1 期, 60 - 8。
- 李荣宝、彭聃龄, 1999, 双语者的语义表征。《现代外语》第 3 期, 252 - 72。
- 李荣宝、彭聃龄、郭桃梅, 2003, 汉英语义通达过程的事件相关电位研究。《心理学报》第 3 期, 309 - 16。
- 李荣宝、彭聃龄、王春茂, 2001, 汉语认知加工过程的早期皮层电位。《心理科学》第 6 期, 667 - 72。
- 刘颖、彭聃龄, 1995, 基于语义的词汇判断的计算模型。《心理学报》第 3 期, 245 - 62。
- 鲁忠义、彭聃龄, 1990, 故事图式在故事理解中加工机制的初步实验研究。《心理学报》第 3 期, 247 - 53。
- 罗倩、彭聃龄、高素荣, 2004, 汉语传导性失语症的语篇衔接与连贯。《中国临床康复》第 1 期, 30 - 1。
- 彭聃龄, 2003, 汉字识别与联接主义模型。见赵金铭主编, 《对外汉语研究的跨学科探索》北京: 北京语言大学出版社。191 - 206。
- 彭聃龄、邓园、陈宝国, 2003, 汉语多义单字词的识别优势效应。《心理学报》第 5 期, 569 - 75。

- 彭聃龄、丁国盛, 1999, 汉语逆序词的加工——词素在词加工中的作用。《心理学报》第 1 期, 36 - 46。
- 彭聃龄、郭德俊、张素兰, 1985, 再认性同一判断中汉字信息的提取。《心理学报》第 3 期, 228 - 33。
- , 1986, 在回忆性同一判断中汉字信息提取的研究。《心理学报》第 3 期, 265 - 71。
- , 1991, 汉字字形特征和单字使用频率对汉字识别的影响。见王 主编, 《普通心理和实验心理研究进展》成都: 四川科学技术出版社。
- 彭聃龄、郭桃梅、姜华、徐伦、祁志强, 待发表, 语音在儿童汉字语义通达中的作用。
- 彭聃龄、郭桃梅、魏景汉、肖丽辉, 2004, 儿童 Stroop 效应加工阶段特点的事件相关电位研究。《科学技术与工程》第 2 期, 84 - 8。
- 彭聃龄、李燕平、刘志忠, 1994, 在重复启动条件下汉语双字词的识别。《心理学报》第 4 期, 394 - 400。
- 彭聃龄、刘松林, 1993, 汉语句子理解中的句法和语义分析。《心理学报》第 2 期, 132 - 9。
- 彭聃龄、谭力海, 1987, 词频和语境在汉语双字词视觉识别中的作用机制。《心理学杂志》第 4 期, 18 - 25。
- 彭聃龄、王春茂, 1997, 汉字识别的基本单元——来自笔画数效应和部件数效应的研究。《心理学报》第 1 期, 7 - 12。
- 彭聃龄、徐世勇、丁国盛、李恩中、刘颖, 2003, 语单字词音、义加工的脑激活模式。《中国神经科学杂志》第 5 期, 287 - 91。
- 彭聃龄、徐世勇、Marcus Taft、刘颖, 2000, 汉语双字词识别中的多音字效应。《心理学报》第 32 卷增刊, 42 - 6。
- 舒 华、张厚粲, 1987, 成人熟练读者的汉字语音加工过程。《心理学报》第 3 期, 227 - 33。
- 宋鲁平、宁宁、彭聃龄, 2003, 发展性口吃汉字朗读过程中语音的自动化程度。《中国临床康复》第 7 期, 1087 - 9。
- 谭力海、彭聃龄, 1988, 关于语义情境与汉语单字词特征分析之间关系的实验研究。《心理学动态》第 2 期, 5 - 10。
- , 1989, 快速呈现条件下语境与词频对中文语词识别的影响。《心理科学通讯》第 2 期, 1 - 6。
- , 1991, 汉字的视觉识别过程——对形码和音码作用的考察。《心理学报》第 3 期, 272 - 8。
- 万惠洲, 1989, 《汉英构词法比较》北京: 中国对外经济贸易出版社。
- 王春茂、彭聃龄, 1999, 合成词加工中的词频、词素频率及语义透明度。《心理学报》第 3 期, 266 - 73。
- 王翠翔、彭聃龄, 1988, 中英双语读者词汇表征的研究(1)。《心理学报》第 4 期, 351 - 8。
- , 1989, 汉英双语者词汇重复的研究。《心理学报》第 1 期, 61 - 7。
- 王立新、彭聃龄、王培梅, 2003, 自闭症认知缺陷的神经机制研究。《中国特殊教育》第 3 期, 76 - 80。
- 徐世勇、彭聃龄、薛贵、谭力海, 2001, 汉语发展性阅读障碍儿童心理机制的初步研究。《心理发展与教育》第 4 期, 12 - 6。
- 杨 琨、彭聃龄, 2000, 汉字阅读中语音的通达与表征 2: 形声字与其邻近字的语音激活及其交互作用。《心理学报》, 第 32 卷增刊, 27 - 33。
- 喻柏林、曹河圻, 1992, 笔画数配置对汉字认知的影响。《心理科学》第 4 期, 5 - 10。
- 曾性初、张履祥、王家柱, 1965, 汉字的信息分析 I: 文中汉字笔画的省略与恢复。《心理学报》第 4 期, 281 - 90。
- 张 浩、彭聃龄, 1990, 汉语的语境信息对抽象句和具体句回忆的影响。《心理学报》第 4 期, 391 - 8。
- 张厚粲、舒华, 1989, 汉字读音中的音似与形似启动效应。《心理学报》第 3 期, 284 - 89。
- 张积家、彭聃龄、张厚粲, 1990, 分类过程中汉字的语义提取(1)。《心理学报》第 1 期, 139 - 44。
- 张积家、张厚粲、彭聃龄, 1991, 分类过程中汉字的语义提取(2)。《心理学报》第 2 期, 139 - 44。
- 张武田、冯玲, 1992, 关于汉字识别加工单位的研究。《心理学报》第 4 期, 379 - 85。
- 郑昭明, 1982, 汉字认知的历程。见高尚仁、郑昭明编, 《中国语文的心理学研究》香港: 文鹤出版有限公司。
- 郑昭明、吴淑杰, 1994, 文字刺激的履足与解体。见 H. W. Chang, J. T. Huang, C. W. Hue, and Ovid J. L.

Tzeng 编, *Advances in the study of Chinese Language Processing*, Vol 1, 台湾大学心理学系。
周晓林, 1997, 语义激活中语音的有限作用。见彭聃龄、舒华、陈焯之编,《汉语认知研究》济南: 山东教育出版社。

作者通讯地址: 100875 北京 北京师范大学 心理学院

致 谢

《当代语言学》编辑部真挚感谢以下非编委学者在百忙之中为本刊审稿(姓氏按拼音字母顺序): 曹广顺 方梅 冯胜利 冯志伟 高一虹 郭锐 李爱军 李蓝 刘丹青 马秋武 彭聃龄 施关淦 谭景春 王灿龙 王洪君 吴福祥 武璠华 伍铁平 杨成凯 杨亦鸣 张伯江 张国宪 张振兴 邹崇理

Abstracts of Articles

Guo, Chunjie, Analysis of information structure in text

Cohesion has been the mainstream research in discourse/ text analysis. However, the main value of a text lies not in its cohesion, but in its function of information transmission. Therefore, analysis of information structure in text ought to be a very important component in discourse/ text analysis. The present research is an empirical study to analyze the information structure in text in order to detect the underlying cognitive cornerstone for textual cohesion and for the relationship between linear language expression and its non-linear reality. 30 Chinese college students were drafted to describe in Chinese a white-black picture about three people and their surroundings. The 30 texts and the picture were decomposed into comparable information units. After comparative analysis between the picture and the 30 texts in the perspective of information composition, the researcher points out that: a) What underlies the textuality of a text does not lie in linguistic **cohesion**, but in the writer's **adhesion** to his/ her cognitive patterns; b) The linguistic linearity in expression and the non-linearity of the expressed reality are interchangeable under the manipulation of cognitive modifications. The research also offers a method for information structure analysis — Item-associate Analysis.

Peng, Danling, Cognitive processing of the Chinese language and its neural mechanism

The paper reviewed a series of research on cognitive issues of Chinese language that the author and his colleagues have studied in the past 20 years, the first 15 years of which were based on cognitive psychology and the late 5 years of which on cognitive neuroscience. The results were unfolded respectively in eight parts: visual perception of Chinese character, the pronunciation of Chinese phonogram and the role of phonology of Chinese character in its meaning access (i. e. reading), the presentation and processing of morphological structure of Chinese lexicon, comprehension of Chinese sentence and text, development of orthographic and phonological awareness of Chinese children, Chinese English bilinguals' representation and processing of two languages, Chinese language disorder, and neuro-anatomic mechanism of Chinese character reading. In the last part of the review, the author summarized his year-to-year research experiences, proposed several principles in this area, and indicated some significant fields worth of further studying in the coming years.

Yang, Jing, Wang, Lixin and Peng, Danling, Acquisition age and proficiency effect on language representation in bilingual brain

The present article deals with experimental aspects of language representation in the bilingual brain. Among the many factors, which complicate the results of bilingual language representation study, second language acquisition age is a most important one. The earlier a child acquires a second language, the more similar its lateralization of language is to the native's and the less likely it has an accent. Another important factor is the bilingual's proficiency of second language. Al-