

## 汉语的认知神经心理学研究\*

韩在柱<sup>1,2</sup> 舒华<sup>1,2</sup> 毕彦超<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 认知神经科学与学习国家重点实验室, 北京师范大学, 北京 100875)

(<sup>2</sup> 应用实验心理北京市重点实验室, 北京师范大学, 北京 100875)

**摘要** 认知神经心理学为探讨语言的的心理机制开辟了一条新途径, 使得人们对心理词典的认识日渐深入。该文着重介绍了汉语方面的认知神经心理学研究成果, 其中包括语义系统、语音输出词典、语音输出 buffer 的信息表征方式, 以及汉字的书写机制与阅读机制。

**关键词** 汉语, 认知神经心理学, 汉语失语症。

**分类号** B842

### 1 引言

语言是人类特有的高级功能, 研究语言是探索人类本质的重要途径之一。为此, 对语言机制的研究一直是许多领域的热点之一。心理学界也不例外, 也在不断探讨语言信息在人脑中的表征(存储)和加工的心理机制。人们一般把人脑中的这一表征和加工系统称为心理词典(mental lexicon)。在过去, 心理学家多数是通过研究正常人的行为反应(如反应时)来考察心理词典的机理。但近年来, 人们又发展出了一种新方法, 即认知神经心理学(cognitive neuropsychology)的方法, 它通过考察语言障碍者的损伤模式来深入细致地揭示正常心理词典的内部机制。这种方法之所以能够做到这一点, 是因为一些脑疾病会造成患者选择性地损伤或保留某一或某些特定的语言功能, 研究人员通过探讨这些损伤模式的产生机制, 便能够推知正常心理词典系统的表征和加工原理。举例来说, Miceli 等人<sup>[1]</sup>曾报道了一位病人 IOC, 他对颜色本身的知识保存得很好(如能够正确识别或命名各种颜色), 但对物体的颜色知识却受到了损伤(如不知道煤是什么颜色的), 可是对物体的其它属性知识(如形状、大小、功能)保留的完好无损。也就是说, IOC 只是特异性地损伤了有关物体颜色方面的知识。由此推测, 在正常人的词典系统中, 物体的颜色知识具有相对独立的表

征或/和机制。事实上, 患者损伤的功能越细微, 我们能够揭示的心理机制也就越细致。有关认知神经心理学的研究方法和思路可参阅相关文献<sup>[2]</sup>。现以证明, 认知神经心理学的方法是传统方法的一个很好补充, 是一种非常有效的研究手段, 它已经使人们对心理词典的认识日趋深入。

目前, 人们基本上认同心理词典的功能结构系统如图 1 所示, 其中语义系统(semantic system)中存储着有关词汇意义方面的信息, 语音输入词典(phonological input lexicon)和语音输出词典(phonological output lexicon)分别存储着词汇输入和输出时的语音信息, 字形输入词典(orthographic input lexicon)和字形输出词典(orthographic output lexicon)中分别存储着词汇输入和输出时的字形信息, 语音输出 buffer(phonological output buffer)和字形输出 buffer(orthographic output buffer)分别临时存储语音输出和字形输出有关的信息。例如, 听觉词汇理解时, 听觉刺激先激活语音输入词典中的语音输入信息, 然后激活语义系统中的语义信息, 从而实现对词汇的理解; 口语词汇产生时, 语义信息先激活语音输出词典中的语音输出信息, 之后把相关的语音信息临时存放在语音输出 buffer 中, 最后把词汇的语音依次说出来。在该理论的基本框架下, 认知神经心理学家目前正在进一步深入探讨这些机制内部更详细的心理机制。总的看来, 这方面的学术成果主要来自对西方拼音文字系统的研究, 而对汉语的研究却相对较少。但是, 汉语属于非拼音文字语言系统, 它有诸多鲜明独特的属性, 这便为我们研究语言的特殊性和普遍性提供了新的突破

收稿日期: 2007-05-30

\* 国家自然科学基金(30470574, 60534080)、国家社会科学基金(07CYY009)、北京市自然科学基金(7052035)和北京市教育委员会共建项目(SYS100270661)。

通讯作者: 毕彦超, E-mail: ybi@bnu.edu.cn

口,所以对汉语的深入研究已经成为世人比较关注的热点之一。近年来,已有学者们开展了一些有关汉语方面的认知神经心理学研究,本文将这些成果做一概述,希望对后续的相关研究提供一定的借鉴。

由于这些成果相对比较零散,不很系统,所以我们只介绍其中几个比较有代表性方面的研究,包括语义系统、语音输出词典、语音输出 buffer 的信息表征方式,以及汉字的书写与阅读机制。

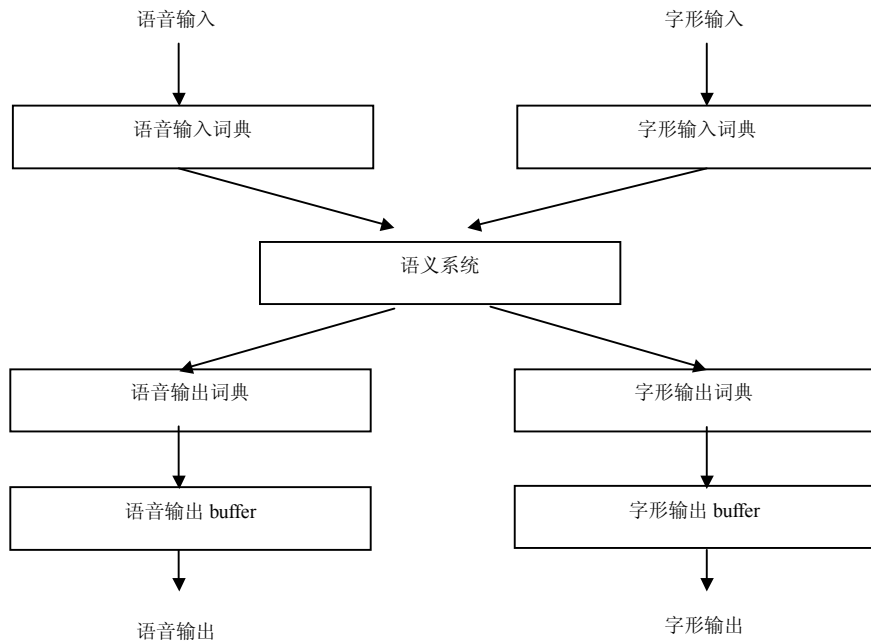


图 1 心理词典的功能结构简图

## 2 汉语的认知神经学研究

### 2.1 语义系统的信息表征方式

语义系统是心理词典的核心成分之一,其内部信息的存储是毫无规律的,还是按照特定方式组织起来的,备受当今研究者的关注。现已发现的语义范畴特异性损伤(semantic category-specific deficits)的个案为回答这一问题提供了有力证据<sup>[3]</sup>。Han 等人<sup>[4,5]</sup>曾采用完全相同的测试材料和任务,对两位汉语病例(WJX 和 WD)进行了研究。结果发现,WJX 加工有生命类的项目比无生命类项目的的能力差,而 WD 却与其恰好相反。比如,在图形命名任务中,他们共从事了三种分析,分析一是在所有的项目中,比较了患者命名 72 个有生命类和 160 个无生命类项目的的成绩;分析二是剔除一些对范畴分类有争议的项目(人体器官、乐器项目)后,比较剩余的 70 个有生命类项目和 130 个无生命类项目的的成绩;分析三是从中选出有、无生命类各 45 个项目,两个类别间严格匹配了词频、熟悉性、获得年龄、

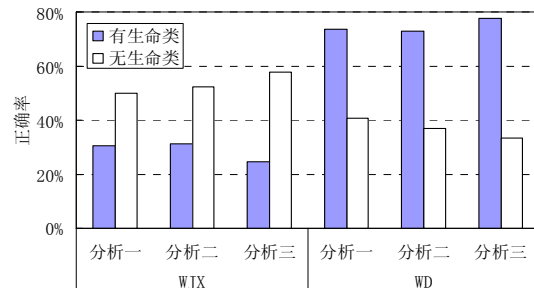


图 2 WJX 和 WD 在图形命名中对有、无生命类项目的正确率

命名一致性、表象一致性等混淆因素,比较它们的命名成绩。三种分析都一致发现,WJX 命名有生命类项目的正确率差于无生命类项目(均  $p < 0.01$ ),而 WD 命名无生命类项目的正确率不及有生命类项目(均  $p < 0.001$ ) (见图 2)。这两位患者间在有、无生命类语义范畴间的双分离模式表明,脑损伤确实会造成人脑对有、无生命类知识概念出现选择性认知

损伤,由此推断在语义系统中,有、无生命类知识的存储具有相对独立性,即有/无生命类是语义系统的一个比较重要的信息组织维度。

## 2.2 语音输出词典的信息表征方式

语音输出词典是继语义系统之后另外一个至关重要的功能成分,多数语音输出任务(如图形命名)需要从该词典中提取词条的恰当的语音信息之后,方可顺利完成后续加工,输出正确的目标语音。一旦该词典的功能失常,往往会导致患者出现找词困难,甚至命名障碍。事实上,这些命名异常患者的表现却为我们探讨语音输出词典中信息的表征机制提供了契机。

周晓林等人<sup>[6]</sup>曾报道了一位非语义性命名障碍的汉语病例 LY。LY 的词汇理解能力近乎完好,说明她的语义系统是正常的。但 LY 却存在严重的命名障碍(如图形命名的正确率仅为 14%)。又由于 LY 在图形命名时发出与目标词近似的语音(如把蝴蝶命名为“hXde”),以及她的复述表现正常。由此断定,LY 的受损部位在对语音输出词典信息的表征或加工过程中,她能够通达目标词的语义,但却难以激活正确的语音表征。由她犯语音相似性错误的情况可以看出,在语音输出词典中,激活了与目标词语音相近的语音信息。柏晓利等人<sup>[7,8]</sup>进一步发现,图形命名时,语音输出词典中不仅激活目标词语音相近的语音表征,而且也激活目标词语义相关词的语音表征。他们调查了一位类似 LY 的语音输出词典受损的患者,与 LY 不同的是,柏晓利等人<sup>[7]</sup>的病例在图形命名时不仅犯了一些语音错误,也犯了大量的语义错误(如把鼻子命名为耳朵)。语义相关错误产生的原因在于,患者在进行图形命名时,在语音输出词典中不仅激活了目标词的语音表征,也激活了与其语义相关词的语音表征。由于患者的语音输出词典的认知功能招致一定程度的毁损,所以难以通达目标语音,此时,语义相关词的语音表征却先行达到阈值,被作为最终的输出对象,便引发了语义错误<sup>[9]</sup>。

除此之外,也有研究表明,在语音输出词典中,不同词类的语音表征可能具有相对独立性。也就是说,在该词典中,动词、名词、形容词等词类间的语音信息存在一定程度的分离。支持这种观点的主要证据来自词类特异性损伤(grammatical category-specific deficits)的患者。这类损伤的主要症状是,患者对某个或某些特定词类(如动词)的认知能力

受损,而对其它词类(如名词)相对较好或不受损。

Bates 等<sup>[10]</sup>和 Zhou 等<sup>[11]</sup>最早对汉语的词类特异性现象进行了探讨,并展开了一系列讨论。最近, Bi 等人<sup>[12,13]</sup>也加入了这一讨论行列,他们深入探究了一位名词特异性损伤的命名性障碍患者 ZBL。该患者的语义系统是相对正常的,但存在严重的图形命名障碍。在图形命名中,研究人员设计了两类图形材料,一类为名词/实物图形(如猪、飞机),另一类为动词/动作图形(如跑、击剑)。动、名词图形间匹配了图形的数量、图形名称的内部结构、名称一致性值、概念一致性值和熟悉性以及标准名称的基本频率和相对频率等。结果表明,ZBL 对动词的命名正确率明显高于名词( $p < 0.01$ )。更有趣的是,当要求 ZBL 对这些材料进行图形写名时,动、名词间的差异却消失了( $p > 0.05$ )。由此说明,ZBL 的名词特异性损伤是通道特异性的,即仅限于语音输出通道,而没有延伸到字形输出通道。但是,ZBL 的名词差于动词的结果不能简单归因于测验材料的混淆因素控制不当。这是因为,如果是材料本身造成名词难于动词完成,那么 ZBL 在图形写名时也应该具有名词不及动词的表现,而实际并未如此。另外一个比较有说服力的证据是,韩在柱等<sup>[14]</sup>用相同的材料却发现了一位患者 MPJ,他表现出动词显著差于名词( $p < 0.001$ )。ZBL 与 MPJ 间的双分离模式证明,在心理层面上汉语的词典系统确实存在词类的分离。随之而来的一个问题是,对 ZBL 来说,他的名词特异性损伤是如何产生的呢?目前比较流行的一种观点认为,在心理词典中根本就不存在动、名词的区分,人们观察到的动、名词分离现象,只是语义系统中不同语义类别受损的不均衡引起的副产品<sup>[15]</sup>。按照这种观点,Bird 等人<sup>[15]</sup>预期名词特异性损伤的病人对动物类比非动物类概念损伤的更严重。为了考察这一预期,Bi 等人<sup>[12]</sup>对 ZBL 给予了进一步探讨,结果发现,虽然 ZBL 是一为名词选择性受损的个案,但是他不论在理解任务(如属性核证,attribute judgment)还是产生任务(如图形命名)都没有表现出对动物类概念的作业成绩差于非动物类。除此之外,如果说动、名词的分离源于语义系统的损伤,则 ZBL 应该在图形写名时也表现为名词不及动词的行为模式。这一系列证据表明,ZBL 的名词特异性损伤不可能用语义损伤的思想做出圆满解释。取而代之的一种解释是,在语音输出词典水平具有词类信息的表征,即动、名词有相对独立的

信息表征,脑损伤使得 ZBL 对名词信息的表征或加工选择性受损,从而引起了他对名词命名的严重障碍。这里需要指出的是,词类信息是表征在语音输出词典中,还是脱离于语音输出词典而具有自身独立的功能结构,还有待进一步探讨。

### 2.3 语音输出 buffer 的信息表征方式

大量的实验证据表明,拼音文字系统的心理词典包含语音输出 buffer 这一比较重要的组分。该 buffer 的基本功能相当于一个工作记忆系统,犹如计算机的缓冲器,临时存储等待输出的语音信息,以确保随后的加工顺利完成(见图 1)(参见 Shallice 等<sup>[16]</sup>)。基于语音输出 buffer 在词典系统中的特殊地位和作用,人们预期当它遭到特异性损伤的患者,在需要该 buffer 参与的任务会有如下表现:首先,由于 buffer 不能有效保持信息,所以对长词比短词保持更困难,因此患者会表现出明显的词长效应。其次,由于它是一个词典系统之后的受损成分,所以不会受词典因素(如词频、词类、抽象具体性、规则性等)的影响。再者,它也不受通道的输入(如复述、阅读、图形命名)和输出的影响,这是因为这些通道共用了该 buffer。最后,患者的错误主要以语音错误为主,包括替换、删除等。

Shu 等人<sup>[17]</sup>证明了汉语的心理词典中也存在语音输出 buffer。他们报道了一例传导性失语症病人 SJ,他们使用完全相同的测验材料要求 SJ 完成了三种语音产生任务(图形命名、阅读、复述)和三种字形产生任务(图形写名、听写、延迟抄写)。结果表明, SJ 在所有语音产生任务上均受到了程度相当的损伤(正确率在 54%~62%),而在字形产生任务上表现接近正常水平(正确率在 91%~94%)(见表 1)。进一步研究发现,在口语产生任务中, SJ 表现出非常明显的词长效应,而各种词典因素(如词频、词类、抽象具体性等)的效应不明显。 SJ 在三种语音产生任务中犯了 298 个错误,其中,除了一个错误外,其它所有的错误均为语音相似性错误(如 /mao4/→/bao4/),其中声母错误占多数(见表 2)。而且,70%~72%的声母错误是声母的替换。进一步分析发现,在声母替换错误中,用于替换的声母并不是被随机选择的,而是趋向于用那些与目标声母享用相同发音特征的声母进行替换。依据这些结果可以初步推测,语音输出 buffer 是汉语心理词典必不可少的成分,其内部保持着声母与韵母、声调等相对分离的信息,而且发音特征有可能是声母的一

种表征信息。 SJ 的语音输出 buffer 系统受到了损伤,其结果是主要影响到了对声母的加工,不能准确地输出目标声母,而常常以一个具有相同发音特征的声母进行替代。

表 1 SJ 在各种产生任务的正确率

任务	正确率
图形命名	62%(143/232)
阅读	54%(125/232)
复述	56%(130/232)
图形写名	91%(211/232)
听写	91%(211/232)
延迟抄写	94%(218/232)

表 2 SJ 在各种语音产生任务中每类语音错误的分布

错误类型	图形命名	阅读	复述
声母错误	72%	69%	80%
韵母错误	14%	16%	14%
声调错误	7%	1%	1%
声母+韵母错误	7%	8%	4%
声母+声调错误	0%	1%	1%
韵母+声调错误	0%	0%	0%
声母+韵母+声调错误	0%	4%	0%
合计	100%	100%	100%

### 2.4 汉字的书写机制

从视觉上看,汉字的结构非常复杂,分为整字、声旁/形旁、部件、笔画等不同水平。那么,人们在书写汉字时,在人脑中的书写系统是否要把整字进行分解呢?如果分解,分解到哪个水平呢? Law 等人<sup>[18,19]</sup>曾报道了一些粤语失写症患者,他们在书写时犯了大量声旁/形旁水平的错误,如形旁替换(如踢→扬)、删除(如茄→加)或增加(如,摩→樨)。根据这些结果,他们推测汉字的书写要把整字分解到声旁/形旁水平。然而,最近的研究表明,人们在书写汉字时,要把整字一直分解到部件水平<sup>[20,21]</sup>,其主要的依据是有些失写症病人在书写时犯了大量的部件水平的错误。例如, Han 等人<sup>[21]</sup>报道了一例字形输出 buffer 受损的病人 WLZ, WLZ 能够准确无误地对汉字进行直接抄写(抄写目标字时,该字一直呈现在他的视野中)(正确率 100%),但当改为对汉字进行延迟抄写(先让 WLZ 看目标字 2 秒钟,之后把目标字撤离他的视野,随后要求他把该

字写出来)时,他的正确率却明显下降(64%, 557/876),他在两种抄写任务中的书写样例见图3。比较有趣的是,在WLZ的所有写错的319个字中,部件错误最多(91%,如嘶→嗽),而很少犯其他水平的错误,如整字错误(被错误地写为另一个汉字,如斧→爸)、笔画错误(逃→逃)。并且,多数部件错误为部件替换(77%,如榛→棱)和部件删除(22%,如菱→菱)。而且,在写一个汉字时,越后写的部件越容易写错。WLZ的书写模式表明,人们在书写汉字时,要把整字分解到部件水平,以部件为单位依次输出。WLZ的主要困难是,由于他的字形buffer功能失常,导致本已激活的信息开始出现

异常快速消退,致使它不能有效保持存放在其中的部件信息,越后写的部件,信息丧失得就越多,就越容易写错。

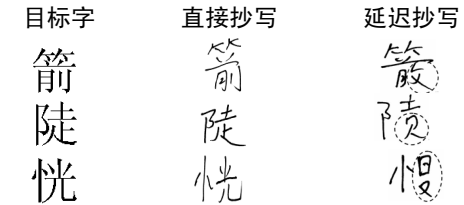


图3 WLZ在直接抄写和延迟抄写汉字时的书写样例(虚线圈示替换的错误部件)

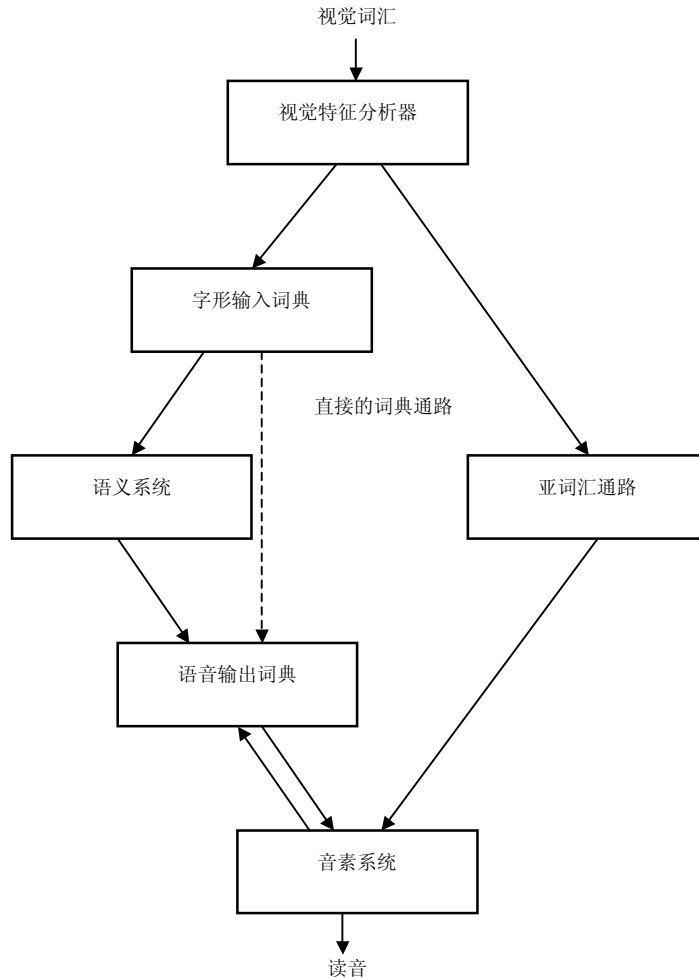


图4 拼音文字系统的口语词汇阅读模型

### 2.5 汉字的口语阅读机制

口语阅读(oral reading)是把文字从形到音(from print to sound)的加工过程,有关汉字口语

阅读机制的探讨主要是借鉴了西方拼音文字系统(如英语)的研究成果。过去人们认为英语词汇的阅读至少可以通过三条通路完成,它们是语义通路

(semantic route)、亚词典通路(sublexical route)和直接的词典通路(direct route)(见图4)。语义通路是视觉词汇通达词汇的语义,然后再提取词汇的语音。存在语义通路的证据之一是深层阅读者(deep dyslexic patients)在阅读时犯大量的语义错误,即把目标词读作了与其语义相关的词,如把cat(猫)读为了dog(狗)。由此表明这类患者在阅读时借用了从字形到语义再到语音的这条语义通路。另一条是亚词典通路(sublexical route)或GPC通路,它通过形-音转换(grapheme-to-phoneme conversion,简称GPC)规则从亚词典单元建构语音,通过从字素(grapheme)到音素(phoneme)简单的拼读规则,把词的相应读音拼出来。例如,阅读英文词汇tea通过拼读字素t和ea分别对应的音素/t/和/i:/,便把语音/ti:/得到了。可见,对于规则词(符合拼读规则的词,如heat/hi:t/)来说,可以利用这条通路获取正确语音,而不规则词(不符合英文拼读规则的词,如head/hed/)在这条通路上获取的语音是相对不可靠的或完全错误的。存在亚词典通路的证据之一是浅层阅读障碍者(surface dyslexic patients)在阅读规则词和非词(符合拼读规则的假词)是好的,而阅读不规则词差。同时,也犯大量的规则化错误(regularization errors),把不规则的词按规则直接拼读出来,如把head/hed/读做/hi:d/。这表明患者在利用亚词典的通路来阅读。存在一条直接的词典通路的证据之一是有些病人<sup>[22]</sup>在语义通路和亚词典通路都受损的情况下,仍能把词汇(包括不规则词)正确读出来,人们认为这些患者就是利用了从字形输入词典到语音输出词典的直接通路,获取了正确的目标语音。

与拼音文字系统的研究结果相类似,也有人提出汉字的口语阅读也可能存在类似的三条阅读通路。研究者也发现汉语中的深层阅读障碍者犯大量的语义错误,浅层阅读障碍者犯大量的规则化错误<sup>[23]</sup>,以及语义受损的患者仍能够正确阅读汉字包括不规则汉字<sup>[24]</sup>。然而,最近Han等人<sup>[25,26]</sup>主张汉字的阅读不一定要借助以上三条通路才能完成,事实上,只需要语义通路和另外一条通路,通过这两条通路间的交互作用就可以解释已有的阅读现象。他们认为,通过语义通路激活与目标词(如妈)语义相关词条的语音表征(如/ma1/、/ba4/、/yi2/、/gu1/等),而通过另外一条通路激活与目标词语音相关词条的语音表征(如/ma1/、/ma2/、/la2/、/mu1/等)。

在语音输出过程中,来自这两条通路的信息相互累加整合。在正常情况下,整合的最终结果是由于目标语音/ma1/受到了两条通路的同时激活,最早达到阈限,先行被输出,发出正确读音。这种理论就是Hillis和Caramazza提出的Summation假说<sup>[27,28]</sup>。

最近,Han等人<sup>[25,26]</sup>通过一位病人阅读汉字的表现作为两条阅读通路间的交互作用提供了证据。该病人是一位老年性痴呆患者WJX,他的语义系统受到了损伤(参见Han等<sup>[4]</sup>),也就是他的阅读的语义通路已经受到了一定程度的损害。Han等人<sup>[25,26]</sup>所用的主要实验材料为三类字:规则一致字(如,蝗)、规则不一致字(如,清)、不规则不一致字(如,猜)。每类包含50个汉字。在此,规则字和不规则字分别是指该字声旁的读音与其整字的读音完全相同和不同,一致字和不一致字分别是指包含该字声旁的所有汉字的读音相同和不同。例如,对于“蝗”字来说,它的整字“蝗”和它的声旁“皇”都读/huang2/,所以“蝗”是一个规则字。又由于带声旁“皇”的字(如蝗、湟、煌、隍、徨、蝗、篁,等)都读相同的音/huang2/,所以“蝗”字也是一个一致字。可见,汉字的规则性和一致性主要反映了汉字声旁的性质。如果阅读中出现了规则性效应(阅读规则字比不规则字好)和/或一致性效应(一致字比不一致字阅读好),就在一定程度上说明读者采用了亚词典通路进行阅读。Han等人<sup>[25,26]</sup>的测验任务是先定义后阅读,即每呈现一个字,要求WJX先大声说出这个字的确切含义,然后把它正确读出来。WJX对该字定义得准确与否体现了他对该字语义理解的程度,也在一定程度上反映了他对该字阅读时语义通路提供信息的程度。阅读中的规则性/一致性则体现了他利用亚词典通路进行阅读的情况。结果分析时,研究者把WJX的定义成绩分为三类:完全正确(对字义的描述是精确的)、部分正确(描述出了部分语义信息)和完全错误(描述完全错误或无任何反应)。把WJX的阅读成绩分为两种:正确和错误。结果发现,这位患者对那些完全理解和部分理解字义的汉字都能读对(正确率为100%),而对那些完全理解错误的字,显示出了显著的一致性效应,对规则一致字的阅读正确率(69%)明显高于规则不一致字(37%)和不规则不一致字(32%)。研究者共做了两次测试,都得到了完全相同的结果模式。由此可以看出,语义通路和亚词典通路之间的交互作用。具体来说,对于那些理解完全错误的字来说,由于

没有了语义通路的任何支持,患者主要借助亚词典通路进行阅读,从而体现出了一致性效应。而对于那些理解部分正确的字来说,不仅有亚词典通路的信息,还有部分语义信息的帮助,所以能够获得它们的正确读音。而对于那些理解完全正确的字来说,既有亚词典通路的信息,也有精确的语义信息的支持,便得以顺利通达目标语音。

### 3 结语

与其它认知功能(如感知觉、注意、记忆)相比,语言只是物种进化中的一个新型产物,但就是这一产物使得人类能够自由准确高效地交流思想,进而创建了有史以来最辉煌最高度发达的文明社会。语言这一如此功能强大的认知功能到底是如何得以实现的呢?从语言产生的物质基础来看,就是人脑中的神经元细胞。那么这些细胞又是如何构建并得以承载语言功能呢?从其功能来看,有听、说、读、写。为了实现这些功能,语言信息又是在人脑中如何表征和加工的呢?无疑,怀着对这些科学问题的好奇,许多研究者开始着手探索语言的心理学奥秘。

可以看出,人们对汉语的心理学机制的了解还只是冰山一角,亟待从深度和广度上进一步拓展研究。其中认知神经心理学的研究将有更广阔的应用前景。其实,它不仅是一种新的研究方法,而且也是一种新的研究思路。另外,我们只有把认知神经心理学研究与传统的心理学研究结合起来,才能更加有效。它们相辅相成,彼此验证,互相不可取代。另外,我们之所以要对汉语进行研究,绝不是仅限于想知道汉语本身的机制,而是想通过汉语这一独特的语言样例来洞悉整个人类语言系统的内部机制。或者说,一个人脑在先天遗传的基础上,经过后天不同语言环境的作用如何发展形式不同的语言应用技能。在人脑内,哪些语言机制是所有语言系统都共有的,哪些又是语言特异性的,即语言不同,机制也有所改变,并阐明其中的缘由。

### 参考文献

- Miceli G, Fouch E, Capasso R, et al. The dissociation of color from form and function knowledge. *Nature Neuroscience*, 2001, 4(6): 662-667
- 韩在柱, 舒华, 柏晓利, 等. 认知神经心理学的基本假设和研究方法. *心理科学*, 2002, 6: 271-272
- 韩在柱, 柏晓利, 舒华. 语义范畴特异性损伤的理论研究进展. *心理学科学进展*, 2002, 10(1): 15-20
- Han Z, Shu H, Bai X, Bi Y. Category-specific semantic deficits: A case study. *Acta Psychologica Sinica*, 2003, 35(Special issue): 23-28
- 周筠, 韩在柱, 舒华, 毕彦超, 曹德腾. 语义范畴特异性损伤. *中国临床康复*, 2006, 10(18): 7-9
- 周晓林, 柏晓利, 舒华, 等. 非语义性命名障碍: 一个认知神经心理学的个案研究. *心理科学*, 1999, 22(4): 289-292
- 柏晓利, 熊汉忠, 徐忠宝, 毕彦超, 韩在柱, 舒华. 失语症患者口语命名障碍中语义错误的原因初探. *中华神经科杂志*, 2004, 37(4): 311-314
- 韩在柱, 舒华, 毕彦超. 汉语口语产生障碍的起因辨析: 一项个案研究. *心理学报*, 2005, 37: 927-932
- Caramazza A, Hillis A E. Where do semantic errors come from? *Cortex*, 1990, 26: 95-122
- Bates E, Chen S, Tzeng O, et al. The noun-verb problem in Chinese. *Brain and Language*, 1991, 41: 203-233
- Zhou X L, Ostrin R K, Tyler L K. The noun-verb problem and Chinese aphasia: comments on Bates et al (1991). *Brain and Language*, 1993, 45: 86-93
- Bi Y, Han Z, Shu H, et al. Are verbs like inanimate objects? *Brain and language*, 2005, 95(1): 28-29
- 韩在柱, 舒华, 毕彦超, 等. 名词特异性损伤的个案研究. *心理科学*, 2005, 28(4): 909-911
- 韩在柱, 舒华, 张玉梅, 等. 一例动词特异性损伤的原发性进行性失语个案. *中国临床康复*, 2005, 9(4): 58-59
- Bird H, Howard D, Franklin S. Why is a verb like an inanimate object? Grammatical category and semantic category deficits. *Brain and Language*, 2000, 72: 246-309
- Shallice T, Rumiat RL, Zadini A. The selective impairment of the phonological output buffer. *Cognitive Neuropsychology*, 2000, 17: 517-546
- Shu H, Xiong H, Han Z, et al. The selective impairment of the phonological output buffer: Evidence from a Chinese patient. *Behavioral Neurology*, 2005, 16(2-3): 179-189
- Law S P. Writing errors of a Cantonese dysgraphic patient and their theoretical implications. *Neurocase*, 2004, 10: 132-140
- Law S P, Yeung O, Wong W, et al. Processing of semantic radicals in writing Chinese characters: Data from a Chinese dysgraphic patient. *Cognitive Neuropsychology*, 2005, 22: 885-903
- Law S P, Leung M T. Structural representations of characters in Chinese writing: Evidence from a case of acquired dysgraphia. *Psychologia*, 2000, 43: 67-83
- Han Z, Zhang Y, Shu H, et al. The orthographic buffer in writing Chinese characters: Evidence from a dysgraphic patient. *Cognitive Neuropsychology*, 2007, 24(4): 341-350
- Funnell E. Phonological processes in reading - new evidence from acquired dyslexia. *British Journal of Psychology*, 1983, 74: 159-180
- Yin W, Butterworth B. Deep and surface dyslexia in Chinese.

- In: Chen H, Tzeng O, Eds. Language processing in Chinese. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1992. 349~366
- 24 Weekes B, Chen M, Yin W. Anomia without surface dyslexia in Chinese. *Neurocase*, 1997, 3: 51~60
- 25 Han Z, Bi Y, Shu H, et al. The interaction between semantic and sublexical routes in reading: Converging evidence from Chinese. *Brain and Language*, 2005, 95(1): 235~236
- 26 Bi Y, Han Z, Weekes B, et al. The interaction between semantic and the non-semantic systems in reading: Evidence from Chinese. *Neuropsychologia*, 2007, 45: 2660~2673
- 27 Hillis A E, Caramazza A. Mechanisms of accessing lexical representations for output: Evidence from a category-specific semantic deficit. *Brain and Language*, 1991, 40: 106~144
- 28 Hillis A E, Caramazza A. Converging evidence for the interaction of semantic and sublexical phonological information in accessing lexical representations for spoken output. *Cognitive Neuropsychology*, 1995, 12: 187~227

## Cognitive Neuropsychological Research on Chinese Language

HAN Zai-Zhu<sup>1,2</sup> SHU Hua<sup>1,2</sup> BI Yan-Chao<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(State Key Laboratory of Cognitive Neuroscience and Learning, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

<sup>2</sup>(Beijing Municipal Key Laboratory of Applied Experiment, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** The cognitive neuropsychology provides a new way to explore the psychological mechanism of languages. It has made the researchers learn the mental lexicon more and more. The current article describes the cognitive neuropsychological studies on Chinese language in past few years. The studies focus on the internal cognitive mechanism of semantic system, phonological output lexicon, phonological output buffer, writing and oral reading.

**Key words:** Chinese language, cognitive neuropsychology, Chinese aphasic patients.