

亚词汇水平加工的本质：形旁的语音激活*

周晓林 鲁学明

(北京大学心理学系, 北京 100871)

舒 华

(北京师范大学心理学系, 北京 100875)

摘 要 该研究利用启动命名技术,探讨了汉字加工时是否存在形旁的语音激活。把含有独立成字的形旁的合体字(如“躲”)作为启动字,与形旁同音的字(如“深”)作为目标字。结果发现,当合体字是低频字时,目标字的命名速度显著加快。高频合体字则没有此效应。集合 Zhou 和 Marslen-Wilson 关于声旁语义激活的研究,该文得出结论说,汉字亚词汇水平的加工与词汇水平的加工表现一样,两者之间并无本质性的差别。

关键词 阅读, 亚词汇加工, 声旁, 语音激活。

分类号 B842

1 引 言

亚词汇水平的加工是近年来语言认知研究中争论不休的课题之一,一般认为它涉及阅读者如何利用视觉输入从心理词典中提取字词的语音信息。双通道理论^[1]认为,亚词汇加工就是利用存在于词典外的形素-音素转换规则把亚词形单元转换成语音单元。而连接主义模型^[2]则认为,亚词汇加工就是把亚词形单元输入词形-语音的网络,计算出语音输出。虽然这些亚词形单元也被输入到词形-词义的计算网络中,但其输出的是整词的语义单元,而不是亚词汇成分的语义单元(尽管这些亚词汇单元本身可能就对应着词,如“TOWN”中的“OWN”)。因此,虽然不同的词汇加工理论在亚词汇单元的代表方式和加工机制上有着许多本质性的差异,但它们都认为拼音文字中亚词汇水平的加工是一个从词形到语音的计算过程。

这种思想被借用于汉字的亚词汇水平的加工研究。研究者们注意到,在合体汉字中,声旁一般具有表音功能,提示整字的发音,而形旁一般具有表义功能,提示整字的语义类别。整字的发音和声旁的发音是否一样(即“规则性”)以及包含某个声旁的所有汉字发音是否都一样(即“一致性”),会影响到对当前汉字的语音加工^[3-6]。这些效应说明,在加工某个

整字时,声旁以及包含此声旁的其他汉字的语音表达被激活了,影响到对当前汉字语音信息的加工。Zhou 和 Marslen-Wilson^[7]用启动的方法直接证明了整字加工时声旁的字形分解和语音激活。在一定时间内,对合体字“猜”的加工会促进对目标字“轻”的语音提取,因为加工合体字时,声旁“青”被分离出来,激活了它自身的、也就是与目标字共享的语音表征。因此,我们似乎应得出结论说,汉字的亚词汇水平加工与拼音文字一样,是一个从字形(或计算)到语音的激活过程。

然而,Zhou 和 Marslen-Wilson^[7,8]进一步证明,对合体字中声旁的加工不仅激活了声旁的语音信息,也激活了声旁所对应的语义信息。在一定时间内,合体字“猜”的出现会促进对目标字“蓝”的加工,因为目标字与合体字的声旁有语义关系。此发现在儿童汉字加工研究中得到了重复^{**}。这个研究表明,在汉字阅读时,亚词汇水平的加工和词汇水平的加工并没有本质性的差异,两者是平行进行的。对声旁的加工既是一个语音事件,即在字形输入同时,计算出整字和声旁语音输出;也是一个语义事件,即在字形输入的同时,计算出整字和声旁的语义输出,虽然亚词汇的语义激活只会干扰整字的语义加工。

本研究沿着上述思路,探讨在整字加工时形旁所对应的语音信息是否能够自动激活。已有实验证

本文初稿收到日期: 1998-06-18, 修改稿收到日期: 1999-05-05。

* 本研究得到了英国国家经济与社会研究基金会和香港中文大学的资助。

** 武宁宁。儿童汉字识别中的亚词汇加工特点及其发展。北京师范大学硕士论文, 1998。

明,如果形旁所表达的语义信息与整字的语义表征之间存在关联,那么,对形旁的语义加工就会促进对整字的加工,反之亦然。如果如前所述,汉字的亚词汇水平加工在本质上就是词汇水平加工,既是语音事件也是语义事件,那么,当形旁能单独成字时,对合体字中形旁的加工就应该既激活它所代表的语义信息^[7,9],也激活它所对应的语音信息。本研究依然用启动的方法,用合体字(如“躲”)作启动字,用一个与形旁同音,但与合体字不同音的字(如“深”)作目标字,要求被试尽可能快地读出目标字,考察合体字是否会促进目标字的加工。如果汉字阅读确实存在着字形分解和平行加工,如果合体字中声旁和形旁的加工确实就是词汇水平的加工,那么对合体字中形旁的加工就会激活它所对应的语义和语音信息,我们就应在某些条件下观察到合体启动字对目标字的作用。

在设计实验时,我们考虑到了两个重要因素:一是合体启动字的频率,一是对合体字加工的时间。对汉字声旁读音规则性和一致性效应的研究表明,只有当关键字是低频字时,这些效应才表现出来。在声旁的语音和语义的启动实验中,Zhou和Marslen-Wilson^[7]发现,低频合体启动字对与其声旁同音和意义相关的字有启动效应,高频合体启动字则不表现出这些效应。在本实验中,我们也把含有独立形旁的合体启动字分为低频和高频两组,细致考察整字频率对形旁语音激活的影响。另一方面,合体启动字在本实验中只呈现很短的时间(57毫秒),即启动字与目标字之间的SOA定为57毫秒。在对声旁语音与语义激活的启动研究中,Zhou和Marslen-Wilson^[7]发现,当SOA很短时,不规则合体字的声旁对它的语音或语义相关字有显著的促进作用。当SOA长达200毫秒时,即使低频率启动字,其启动效应也有所减弱。这说明在声旁和整字的语音或语义表征之间存在着竞争关系。一定时间后,整字表征的激活显著地强于并抑制声旁所对应的表征的激活。出于同样理由,我们预期形旁的语音激活只有在整字加工的最初阶段才会有所表现。

2 方 法

2.1 设计与材料

采用重复测量实验设计。首先找到52个能独立成字的形旁,以及52个包含这些形旁的合体字。除一个字是上下结构外,所有的合体字都是左右结构,其中绝大部分为形旁在左,声旁在右。这些合体字既

有高频字,也有低频字,它们的发音都与形旁不同。再找出52个与形旁同音的字作目标字。这些字与形旁以及合体启动字无语义关系,字形也不相似。形旁本身以及包含形旁的合体字即作为目标字的两种启动字。同音启动在命名任务中是一项稳定的效应^[7],使用单独呈现的形旁作同音启动字,是为了检验实验是否成功。为了检验两种启动字的启动效应,再找出与形旁、合体启动字在字形结构(是独体字或左右结构字)、字形复杂度(以笔画数为基准)、以及字频上相匹配的控制启动字。这两种控制启动字与目标字在字形、语音、语义层次上均无关联。因此,每个目标字(如“深”)有四种启动字:成字的形旁(如“身”),形旁字控制(如“京”),合体字(如“躲”),合体控制(如“验”)。这四种启动字的平均频率为984,930,323和327/百万,平均笔画数为每字5.3,5.5,10.9和10.8。目标字的平均频率和笔画数为882和7.6。

利用拉丁方设计和交叉平衡的方法,把四种启动字和它们的目标字分成四组测验,每组测验中,52个目标字的启动字中有13个是形旁,13个形旁控制字,13个合体字和13个合体控制字。在分组时,我们把高频和低频的形旁启动字均匀地分在四个组中,另外,选择148对在字形、语音、语义上都无关的字作为填空字,用在每个测验组内,以降低关联项目的比率(实为26/200)。用同一个半随机(pseudo-random)顺序把四组中关键目标字、填充目标字以及它们的启动字进行排序。这样保证了同一目标字在四组测验中出现在同一位置上,所不同的仅是关键目标字的启动字。另有20对字作为练习,其组成和随机呈现与正式测验类似。

2.2 实验步骤

所有实验材料均由DMastr实验系统控制呈现在计算机屏幕上,话筒通过接口与计算机相连。计算机同时控制两个屏幕,一个屏幕呈现刺激,另一个屏幕报告被试的反应情况(如反应时间等),呈现和计时的精度达到了1毫秒。

对于每一对启动字的目标字,计算机首先呈现眼睛注视点(“+”标记),呈现时间为300毫秒,接着300毫秒空屏,然后是呈现启动字57毫秒,紧接着呈现目标字400毫秒。注视点、启动字和目标字均呈现在屏幕中心。启动字和目标字均为48×48点阵的宋体。被试必须在目标字呈现后2.5秒做出反应,否则算错。

测验是个别进行的,主试在旁边监视。要求被试

坐在计算机前,对准话筒,尽可能快地大声读出每个目标字。计算机自动记录从目标字开始呈现到被试作出反应的时间间隔,即为反应时。主试在事先准备好的记录纸上记下被试对每个目标字的反应情况。

2.3 被试

共有 41 名北京师范大学本科生参加实验。他们是讲普通话的北方学生,视力或矫正视力正常。除一个测验组为 11 人外,每个测验组为 10 人。

3 实验结果

一名被试的数据被排除在结果分析之外,因

为他的许多反应没有被计算机记录下来。另外,有两个目标字也被排除在分析之外,一个是因为在两个测验组中,超过一半的被试反应不正确,另一个是由于实验者的错误,使得合体控制字与目标字在意义上关联。在分析所剩 40 个被试、50 个目标字时,排除了被试的命名错误、口吃,和因口中或外界杂音造成的反应时。被排除数据占全部数据的 3.7%。因命名错误率很低,故未对它们做进一步的分析。

表 1 上部列出了被试在四种启动条件下对目标字的总体平均反应时。对总体反应时进行 2(形旁字

表 1 四种条件下目标字的平均反应时(毫秒)及启动效应

	形旁字(同音)	形旁字控制	效应	合体字	合体字控制	效应
总体	573	597	24**	595	602	7
高频	572	594	22**	596	595	-1
低频	575	601	26**	594	609	15*

和合体字) × 2(相关和无关控制)的方差分析。结果发现,启动字类型主效应显著 $F_1(1, 39) = 19.755, P < 0.001, F_2(1, 49) = 11.100, P < 0.01$ 。在形旁字及其控制字作为启动字时,被试对目标字的反应相对较快;在合体字及其控制字作为启动字时,被试对目标字的反应相对较慢。这可能是由于形旁字及其控制字的频率要高于合体字及其控制字,使得前者(高频字)的加工快于后者(低频字),目标字得到更多的加工时间,命名速度加快。启动条件主效应显著, $F_1(1, 39) = 17.933, P < 0.001, F_2(1, 49) = 13.786, P < 0.001$,这说明被试的反应在启动字是有关字(形旁字和合体字)时要快于在启动字是无关控制字时。启动字类型与启动条件相互作用显著, $F_1(1, 39) = 7.788, P < 0.01, F_2(1, 49) = 6.554, P < 0.05$,这说明形旁字启动效应(24 毫秒)要显著大于合体字效应(7 毫秒)。简单效应检验发现,形旁启动效应显著: $t_1(39) = 4.903, P < 0.001, t_2(49) = 4.740, P < 0.001$;合体字效应不显著: $t_1(39) = 1.31, P > 0.1, t_2(49) = 1.166, P > 0.1$ 。

然而,当我们把各个条件下的反应时按照合体启动字的频率从高到低地排序,并求出高频的 25 个目标字(平均频率为 615 / 百万,未包括一个极大值 7991 / 百万)和低频的 25 个目标字(平均频率为 33 / 百万)的平均反应时的时候(表 1 下部),我们发现,在这两种频率情况下,同音启动效应极为相似,约为 22—26 毫秒;而合体字的启动效应却出现分离现象。高频字无任何效应,而低频字却有 15 毫秒的

效应,在简单检验中,此效应达到了显著水平, $F_2(1, 24) = 4.349, P < 0.05$ 。因此,当合体字是低频字时,形旁能够较为迅速地分解出来,激活它自身所对应的语音特征。

4 讨 论

利用启动命名技术,本实验发现,在把整字视觉刺激映射到心理词典的各种表征上时,能独立成字的形旁被分解了出来,激活它所对应的语音表征。这种亚词汇语音激活主要表现在低频合体字上。这个结果与整字加工中声旁的语音、语义激活^[7,8]以及形旁的语义激活^[7,9]极为一致。

这些实验结果说明,在加工合体汉字时,形旁和声旁被分离出来,激活它们所对应的语义和语音表征。这个字形分解和亚词汇加工与整字的语音、语义激活同时进行。亚词汇水平的加工和词汇水平的加工并无本质性的差异,都是利用视觉输入激活心理词典中的语音、语义信息。词汇、亚词汇所对应的信息激活之间存在着相互竞争、相互融合的关系。声旁的语音规则性一致性会影响整字的语音激活^[3-7],形旁的语义透明度会影响整字的语义加工^[7]。而形旁的语音激活以及声旁的语义激活几乎总是与整字的语音、语义激活不一致,干扰整字的加工,这说明词汇、亚词汇水平的平行加工是一个极为自主的过程。

很显然,汉字的亚词汇水平加工不同于拼音文字单词素的亚词汇水平加工,后者仅是利用字形输

入激活整词的语音、语义表征,不会激活亚词汇成分自身所对应的语义单元。Zhou 和 Marslen-Wilson^[7,8]认为,造成这种文字之间差异的因素至少包括以下三个:(1)合体汉字在本质上相当于合成词(如同双字合成词“马虎”),其组成部分(声旁和形旁)都对应着一定的语音和语义信息。而拼音文字中单词素词的组成部分(字符串),一般不被看作表达语义信息。(2)声旁和形旁都是一个整合的字形单元,它们的组成部分(即笔画)与语音、语义没有系统对应关系,而且声旁和形旁之间有明显的视觉间隔,因此在视觉加工时,声旁和形旁容易被分解出来,激活与它们对应的语音、语义信息。而拼音文字中的亚词汇单元之间没有明显的视觉分离,同一词可以分解成不同大小的亚词汇单元。(3)汉字的组成、汉字的结构是汉字教学中一个极为重要的方面,教师通常明确地向学生指出声旁和形旁的表音、表义功能。阅读者逐渐形成了对合体字进行自动分解的加工策略。而拼音文字中对亚词汇单元的教学通常是为了帮助学生取得整词的发音,教师不会指出亚词汇单元恰巧所对应的词及其语义信息。这些差异都说明,对合体汉字的加工本质上就相当于对汉语双字合成词的加工。

应该看到,本实验发现的高、低频合体字形旁语音激活之间的分离现象并不能说明这两种字的加工具有不同的机制。在对整字的加工中,高频字的形旁可能与低频字的形旁一样被分离出来,激活它们对应的语音信息。但对高频字来说,整字的语音信息很容易激活,词汇和亚词汇语音信息之间的相互竞争使亚词汇的语音激活效应很难表现出来。对低频字来说,整字的语音信息激活较慢,与亚词汇语音信息的竞争较弱,使亚词汇语音激活效应有机会表现出来。如果整字的加工时间足够长,整词的语音信息激活水平也许会达到较高水平,抑制亚词汇单元的语音激活,使得低频字也难以表现出明显的亚

词汇语音激活。

参 考 文 献

- 1 Coltheart, M, Curtis B, Atkins P, Haller M. Models of reading aloud: Dual-route and parallel-distributed-processing approaches. *Psychological Review*, 1993, 100: 589—608
- 2 Plaut D C, McClelland, Seidenberg M S, Patterson K E. Understanding Normal and Impaired Word Reading: Computational Principles in Quasi-Regular Domains. *Psychological Review*, 1996, 103: 56—115
- 3 Fang S P, Horng R Y, Tzeng O. Consistency effects in the Chinese character and pseudo-character naming tasks. In: H S R Kao, R Hoosain ed. *Linguistics, psychology, and the Chinese language*. Center of Asian Studies, University of Hong Kong, 1986. 11—21
- 4 Hue C W. Recognition processes in character naming. In: H-C Chen, O J L Tzeng ed. *Language processing in Chinese*. Amsterdam: North-Holland, 1992. 93—107
- 5 Peng D, Yang H, Chen Y. Consistency and phonetic-independency effects in naming tasks of Chinese phonograms. In: Q Jing, H Zhang, D Peng ed. *Information processing of the Chinese language*. Beijing: Beijing Normal University Press, 1994. 26—41
- 6 Seidenberg M S. The time course of phonological code activation in two writing systems. *Cognition*, 1985, 19: 1—30
- 7 Zhou X, Marslen-Wilson W. Sublexical processing in reading Chinese. In: J Wang, A Inhoff, H C Chen ed. *Reading Chinese script: A cognitive analysis*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 1999. 37—63
- 8 Zhou X, Marslen-Wilson W. Sublexical processing in reading Chinese characters. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1999, 25: 819—837
- 9 Feldman L B, Siok W T. Semantic radicals in phonetic compounds: Implications for visual character recognition in Chinese. In: J Wang, A Inhoff, H C Chen ed, *Reading Chinese script: A cognitive analysis*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 1999. 19—36

THE NATURE OF SUBLEXICAL PROCESSING IN READING CHINESE: PHONOLOGICAL ACTIVATION OF SEMANTIC RADICALS

Zhou Xiaolin Lu Xueming

(Department of Psychology, Peking University, Beijing 100871)

Shu Hua

(Department of Psychology, Beijing Normal University, Beijing 100875)

Abstract

Most complex Chinese characters are composed of a semantic radical on the left and a phonetic radical on the right. Semantic radicals may indicate the semantic category of morphemes corresponding to the characters, whereas phonetic radicals may point to the pronunciations of the whole character. Using a primed naming technique, this study investigated into the nature of sublexical processing in reading Chinese. Complex characters were used as primes while characters homophonic to the semantic radicals embedded in the primes were used as targets. Consistent with Zhou & Marslen-Wilson (1999a, 1999b), which observed semantic activation of phonetic radicals in reading complex characters, this study found phonological activation of semantic radicals in reading low frequency complex characters. It was concluded that there were no fundamental differences between sublexical processing of semantic and phonetic radicals and lexical processing of simple and complex characters.

Key words reading, sublexical processing, semantic radicals, phonological activation.