

句子语境中汉语词汇形、音作用的眼动研究*

任桂琴¹ 韩玉昌¹ 于 泽²

(¹ 辽宁师范大学心理发展与教育研究中心, 大连 116029) (² 信阳师范学院教育学院, 信阳 464000)

摘 要 采用眼动方法, 通过两个实验考查了句子语境中汉语词汇形、音的作用及其作用的时间进程。结果发现: (1) 在高限制性句子语境中, 音同的凝视时间和总注视时间显著短于无关控制; (2) 在低限制性句子语境中, 音同、形似的首视时间均显著短于无关控制; (3) 词频效应出现在低限制性句子语境中。该结果表明, 句子语境影响词汇形、音的作用及作用的时间进程, 汉语词汇的意义可以由字形直接通达, 也可以由形和音两条路径得到通达。

关键词 句子语境; 汉语阅读; 字形; 语音; 眼动

分类号 B842

1 引言

就阅读而言, 人们是如何由视觉词汇通达词汇的意义的? 这一问题引发了研究者们的大量研究, 这些研究主要是以拼音文字为材料的。尽管 Daneman 等人的研究(Daneman & Reingold, 1993; Daneman, Reingold, & Davidson, 1995)发现, 英语词汇的语义是由词形信息激活的, 语音的作用位于后词汇阶段(post-lexical stage)。但绝大多数的研究结果(Rayner, Pollatsek, & Binder, 1998; Newman & Connolly, 2004; Folk, 1999)都肯定了语音信息在词汇通达早期的重要作用。研究发现, 早在刺激呈现 150 ms 之内语音信息就已经得到了激活(Wheat, Cornelissen, Frost, & Hansen, 2010; Braun, Hutzler, Ziegler, Dambacher, & Jacobs, 2009), 而且可以被内隐地启动(Braun et al., 2009)。传统观点中关于词汇形、音作用的理论假设, 如直接通达假设、语音中介假设、和双通路假设也都是基于拼音文字的研究提出来的(Daneman et al., 1995; Taft & van Graan, 1998; Mielliet & Sparrow, 2004)。

与拼音文字的研究相比, 汉语词汇形、音作用的研究还相对较少, 目前仍然存在着各种分歧。Perfetti 和 Zhang (1995) 采用语义判断任务, 发现

被试对同音字作否定反应的时间显著长于对无关字作否定反应的时间, 说明字音是自动激活的。研究发现(Liu, Perfetti, & Hart, 2003; Ren, Liu, & Han, 2009), 无论被试的任务是否与语音有关, 都存在这种语音的自动激活现象。不仅如此, 汉语词汇语音的中介效应也得到了实验的有力支持(任桂琴, 韩玉昌, 周永垒, 任延涛, 2007)。Tan 等人(Tan, Hoosain, & Siok, 1996; Tan & Perfetti, 1997, 1999)通过一系列的实验肯定了语音在汉语词汇通达早期的重要作用。与此相反, 有研究发现(Wong & Chen, 1999; 黄建辉, 陈烜之, 2000; Wang, 2011), 对语义激活起到关键作用的是词汇的字形信息, 而不是语音信息。也有研究(Xu Pollatsek, & Potter, 1999)发现, 汉语词汇的语义可以通过形-义与形-音-义两条路径平行通达。最近 Liu 等人(Liu, Jin, Qing, & Wang, 2011)的研究表明, 汉语词汇识别既符合直通假设, 也符合双通路假设。这些不同的研究结果体现了汉语书写系统的独特性。在汉语普通话的书面语中, 存在大量的同音汉字, 这意味着从语音通达词汇的意义可能很困难。同时, 汉字也有表音的功能。在大量存在的形声字中, 一半以上的声旁可以准确表音。因此, 汉字的意义也可能是由语音通达的。

收稿日期: 2011-11-04

* 国家自然科学基金项目(31100732), 高等学校博士学科点专项科研基金项目(20112136120003)。

通讯作者: 任桂琴, E-mail: renguiqin@126.com

已有研究大多集中在单个字或词的认知加工上,很少在句子语境中考察词汇的加工过程。尽管单个词的识别与句子语境中的词汇识别存在一定的联系,但却存在着明显的不同。在句子阅读中被试需要对已获得的语义、句法等信息进行整合(Schlesewsky & Bornkessel, 2004),而在孤立状态下,词汇的识别几乎将全部的认知过程用于一个单个的字或词的加工。单个词的研究结论是否可以用于解释句子语境中词汇的认知加工,以及在多大程度上与语境中词汇的认知加工相吻合,还需要大量的实验研究加以验证。此外,已有的大量研究使用词汇判断或词汇命名任务来探讨形、音的作用。然而,研究者(Jared & Seidenberg, 1991)认为,这些实验任务并不能很好地回答词汇的意义究竟是由语音还是由字形激活的这一问题,因为无论哪种实验任务都会不可避免地混淆字形和语音的作用,而且不能保证词汇的意义通达。例如人们在对词汇进行命名的时候,可能会出现语音与语义分离的现象。在进行词汇判断的时候,难以排除策略、期望等因素的作用,被试在释义之前可能根据别的线索做出真假词的判断。

关于语境的作用,不同的语境对词汇加工产生不同的影响(Sanford, A. J. S., Sanford, A. J., Filik, & Molle, 2005)。词语境的作用可以看作一个词对另一个词的影响,其作用能够通过心理词典中词条的自动激活扩散得到解释。而在句子语境中,词的认知加工受到句法、语用、语义等信息的综合影响,这种影响可能来自于心理词典以外的高级过程。即便是在句子语境中,语境的限制强度不同,其影响及作用机制也可能不同(Rayner et al., 1998)。高限制性句子语境通过自上而下(top-down)的作用影响词汇加工,而低限制性语境则通过自下而上(bottom-up)的作用影响这一过程。目前尚不清楚,形、音信息在不同限制强度的句子语境中发挥怎样的作用。虽然也有研究者(Folk, 1999; Tsai, Lee, Tzeng, Hung, & Yen, 2004)在句子语境中考察了形、音的作用,但没有对句子语境的限制强度做出区分。

本研究采用眼动方法,通过两个实验分别考察高限制性句子语境和低限制性句子语境中汉语词汇形、音的作用及作用的时间进程。在这两个实验中,除了句子语境对目标词具有不同的限制强度以外,实验设计及目标词的选取标准都是相同的。若语境的限制影响词汇形、音信息的作用及作用的时

间进程,两个实验获得的数据模式应该是不同的,否则应当是类似的。为了考察形、音信息的作用以及句子语境对词汇通达的影响,本研究对目标词频率和类型进行了操纵。目标词类型包括一致、音同、形似和无关控制四个类型。同音词效应能够反映语音信息的作用(Perfetti & Zhang, 1995; Jared & Seidenberg, 1991),而字形信息的作用则可以通过形似导致的干扰效应得以体现(黄建辉,陈烜之, 2000; Wong & Chen, 1999)。

实验分析的指标为首视时间(first fixation duration)、凝视时间(gaze duration)和总注视时间(total fixation duration)。首视时间是目标区内第一个注视点的持续时间,用于反映词汇通达早期的认知加工活动(Daneman & Reingold, 1993; Daneman et al., 1995)。凝视时间又称第一次通过的时间(first-pass duration),是注视点第一次离开目标区之前的所有注视时间的总和,用于反映随后的认知加工,该加工晚于首视时间反映的加工阶段(Rayner, 1998)。总注视时间即目标区内注视时间的总和,用于反映阅读晚期的认知加工活动(Wong & Chen, 1999)。已有大量研究(Daneman & Reingold, 1993; Daneman et al., 1995; Rayner et al., 1998; Wong & Chen, 1999)表明,这些眼动指标可以有效地反映词汇加工中形、音信息的作用及作用的时间进程。

2 实验一 高限制性句子语境中汉语词汇形、音信息的作用

2.1 方法

2.1.1 被试 辽宁师范大学普通话流利的本科生和研究生 15 名,其中男 8 名,女 7 名,年龄在 19 岁~26 岁之间,平均为 21.5 岁。所有被试的裸视力或矫正视力均为 1.0 以上。

2.1.2 实验设计及实验材料 采用 2 (同音词对的频率:高,低)×4 (目标词类型:一致,音同,形似;无关控制)两因素被试内实验设计。实验材料分为关键材料、填充材料和练习材料 3 类。关键材料由 96 个汉语句子组成。从《现代汉语频率词典》和《现代汉语多功能词典》中选出 24 对同音异形单字词,其中 12 对为高频词,频率大于 92.5,平均值为 168.2; 12 对为低频词,频率小于 9.6,平均值为 5.1(单位是百万分之一)。控制同音词密集度,并对同音词对的笔画数进行匹配。以同音词对中的词为关键词,分别选取与关键词音异形似的控制词以及形、音均无关的控制词各 24 个,由此得到 4 类目标

词：一致(即关键词)，音同，形似以及无关控制。用一致类型的词汇造句，得到 24 个关键句，句子语境对位于句尾的关键词具有较高的限制性。分别用同音词、形似词、无关控制词替换关键句的末尾词，得到 72 个替换句。关键材料由关键句和替换句组成。实验材料如表 1 所示。

表 1 高限制性句子语境中的关键实验材料举例

目标词的类型	高频词	低频词
一致	燕子到南方过冬。	小尖椒非常辣。
音同	燕子到南方过东。	小尖椒非常蜡。
形似	燕子到南方过务。	小尖椒非常辩。
控制	燕子到南方过布。	小尖椒非常延。

为了确保句子语境的高限制性，由 25 名大学生对省略句尾词的不完整句进行填充。根据填充结果，选出关键词的填充概率为 73% 以上的句子，平均概率为 91.5%。为了确定形似程度，另外 25 名大学生对关键词与形似词进行了字形相似性的 7 点量表主观评定。字形非常相似的评定为 7，非常不相似的评定为 1。形似材料评定结果的平均等级为 5.05 ($SD=0.76$)。填充材料为 36 个高限制性句子，句子末尾的高频、低频词各半。以拉丁方设计将关键材料分为 4 个测验组。每个测验组包含所有类型的关键材料和填充材料。每个被试只接受一个测验组的所有实验条件。

2.1.3 实验仪器 使用美国应用科学实验室生产的 ASL 504 型眼动仪。该仪器以每秒 60 次的速度记录被试的眼睛注视位置、注视时间、注视次数等眼动数据。

2.1.4 实验程序 被试坐在距离实验材料 65cm 处的椅子上，主试对被试进行头矫正和眼矫正。然后在屏幕上呈现指导语，实验任务为正常的阅读理解，要求被试依据实验材料回答问题。对其中三分之一的实验材料进行提问，被试可以准确地回答所有问题。眼动仪自动记录被试的眼运动。

2.2 结果与分析

使用 SPSS 13.0 对数据进行分析处理。根据以往研究(Rayner, 1998; Rayner, Liversedge, & White, 2006)，对注视时间小于 80ms 的数据予以删除，并对处于正负 3 个标准差以外的极端数据进行删除，删除数据占总数据的 6.19%。分别以被试为随机变量(F_1)和实验材料为随机变量(F_2)对目标词的首视时间、凝视时间和总注视时间进行重复测量方差分析。实验结果见表 2。

对首视时间的分析发现，词频的主效应不显著， $F_1(1, 14)=0.088, p>0.05$ ； $F_2(1, 44)=0.504, p>0.05$ 。类型的主效应显著， $F_1(3, 42)=18.526, p<0.001$ ； $F_2(3, 44)=26.001, p<0.001$ 。多重比较发现，被试对一致类型的首视时间显著短于无关控制类型($p<0.001$)，而音同与无关控制、形似与无关控制之间的差异均不显著。词频与类型存在显著的交互作用， $F_1(3, 42)=6.941, p<0.01$ ； $F_2(3, 44)=8.461, p<0.001$ 。简单效应分析发现，被试对不同词频的一致类型的首视时间存在显著差异， $F(1, 14)=4.67, p<0.05$ ，低频词的首视时间显著长于高频词，体现了词频效应；对不同词频的形似类型的首视时间也存在显著差异，但表现出了词频的反转效应，即高频词的首视时间显著长于低频词， $F(1, 14)=12.00, p<0.01$ 。

表 2 高限制性句子语境中的注视时间(ms)

实验条件		首视时间		凝视时间		总注视时间	
频率	目标词类型	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
高频	一致	135	138	156	168	186	216
	音同	333	169	390	266	387	274
	形似	337	183	650	312	760	322
	控制	352	119	510	220	594	238
低频	一致	228	151	305	185	347	218
	音同	392	108	559	179	687	207
	形似	236	132	494	242	477	329
	控制	337	96	602	207	617	183

对凝视时间的分析发现，词频的主效应不显著， $F_1(1, 14)=1.34, p>0.05$ ； $F_2(1, 44)=2.45, p>0.05$ 。类型的主效应显著， $F_1(3, 42)=28.264, p<0.001$ ； $F_2(3,$

$44)=29.75, p<0.001$ 。多重比较发现，被试对一致类型的凝视时间显著短于无关控制类型， $p<0.001$ ；对音同类型的凝视时间显著短于无关控制， $p<0.01$ 。

形似与无关控制类型之间差异不显著。词频与类型存在显著的交互作用, $F_1(3, 42)=4.79, p<0.01$; $F_2(3, 44)=8.733, p<0.001$ 。简单效应分析发现, 对于一致类型和音同类型, 被试对低频词的凝视时间均显著长于高频词, $F(1, 14)=13.97, p<0.01$; $F(1, 14)=5.68, p<0.05$ 。

对总注视时间的分析发现, 词频的主效应不显著, $F_1(1, 14)=0.89, p>0.05$; $F_2(1, 44)=3.06, p>0.05$ 。类型的主效应显著, $F_1(3, 42)=33.036, p<0.001$; $F_2(3, 44)=14.154, p<0.001$ 。多重比较发现, 被试对一致类型的总注视时间显著短于无关控制 $p<0.001$, 对音同类型的总注视时间显著短于无关控制, $p<0.05$ 。形似与无关控制类型之间差异不显著。词频与类型存在显著的交互作用, $F_1(3, 42)=13.476, p<0.001$; $F_2(3, 44)=6.298, p<0.01$ 。简单效应分析发现, 对于一致类型和音同类型, 被试对低频词的总注视时间均显著长于高频词 $F(1, 14)=8.64, p<0.05$, $F(1, 14)=13.88, p<0.01$ 。但在形似类型上, 被试对高频词的总注视时间显著长于低频词, $F(1, 14)=7.00, p<0.05$, 再次体现了词频的反转效应。

由以上结果可知, 一致类型的首视时间显著短于无关控制类型, 而音同与无关控制、形似与无关控制之间的差异均不显著。这一结果表明, 当句子语境对目标词具有较高的限制强度时, 在词汇通达的早期, 无论仅仅保留词汇的语音信息还是形似信息, 与不保留任何信息类似, 在词汇通达的早期均没有产生促进作用。这一结果不支持语音信息在词汇通达的早期起到关键作用的假设。由词频与类型的交互作用可以发现, 词频效应在一致类型中得到了很好的体现, 高频词的首视时间显著短于低频词。然而在形似类型上, 词频表现出了反转效应, 即高频形似词的首视时间显著长于低频形似词的首视时间。词频的这一反转效应表明, 在认知加工的最初阶段, 被试对于形似产生的干扰较为敏感, 高频词产生的干扰明显长于低频词。因此, 该结果体现了字形在词汇通达早期的关键作用。

在凝视时间这一指标上, 音同类型的注视时间显著短于无关控制类型, 而形似与无关控制类型之间差异不显著, 表明保留一致词汇的语音信息促进了这一过程的加工, 体现了语音在词汇通达过程中的重要作用。在总注视时间这一指标上, 被试对音同类型的总注视时间显著短于无关控制, 形似与无关控制类型之间差异不显著。词频与类型存在显著的交互作用表明, 词频效应在一致类型和音同类型

都得到了体现, 但在形似类型上, 被试对高频词的总注视时间显著长于低频词, 再次体现了词频的反转效应。这些结果体现了字形及语音在词汇通达晚期的重要作用。由首视时间、凝视时间、及总注视时间所显示的时间进程及不同类型在这些指标上的数据模式可以看出, 在高限制性句子语境中, 字形在词汇通达的早期起到了关键的作用, 随后是语音的作用, 最后是形、音的共同作用。

3 实验二 低限制性句子语境中汉语词汇形、音的作用

3.1 方法

3.1.1 被试 辽宁师范大学普通话流利的本科生和研究生 14 人。其中男 6 名, 女 8 名, 年龄在 19 岁~25 岁之间, 平均为 20.2 岁。所有被试的裸视力或矫正视力均为 1.0 以上。

3.1.2 实验设计与实验材料 采用 2 (同音词对的频率: 高, 低) $\times$ 4 (目标词类型: 一致, 音同, 形似; 无关控制) 两因素被试内实验设计。实验材料的选择标准与实验一相同。实验材料分为关键材料、填充材料和练习材料 3 类。关键材料由 96 个汉语句组成。实验材料如表 3 所示。

表 3 低限制性句子语境中的关键实验材料举例

目标词的类型	高频词	低频词
一致	他不喜欢喝茶。	他欠了很多债。
音同	他不喜欢喝查。	他欠了很多寨。
形似	他不喜欢喝茶。	他欠了很多值。
控制	他不喜欢喝扁。	他欠了很多逗。

为了确保句子语境的低限制性, 由 25 名大学生对省略句尾词的不完整句进行填充。根据填充结果, 选出关键词的填充概率为 28% 以下的句子, 平均概率为 17.25%。为了确定形似程度, 另外 32 名大学生对关键词与形似词进行了字形相似性的 7 点量表主观评定。字形非常相似的评定为 7, 非常不相似的评定为 1。评定结果的平均等级为 5.15 ($SD=0.72$)。填充材料为 36 个高限制性句子, 句子末尾的高频、低频词各半。以拉丁方设计将关键材料分为 4 个测验组。每个测验组包含所有关键材料和填充材料。另外, 在每个测验组中加入 36 个填充句。每个被试只接受一个测验组的所有实验条件。

3.1.3 实验仪器及实验程序同实验一。

3.2 结果与分析

对注视时间小于 80ms 的数据以及处于正负 3

个标准差以外的极端数据进行删除, 删除数据占总数据的 5.87%。分别以被试(F_1)和实验材料(F_2)为随机变量对目标词的首视时间、凝视时间和总注视时间进行重复测量方差分析, 实验结果见表 4。

在首视时间这一指标上, 词频的主效应不显著, $F_1(1, 13)=0.059, p>0.05$; $F_2(1, 44)=2.577, p>0.05$ 。类型的主效应显著, $F_1(3, 39)=25.279, p<0.001$; $F_2(3, 44)=46.941, p<0.001$ 。多重比较发现, 被试对一致类型的首视时间显著短于无关控制类型($p<0.001$), 而音同类型、形似类型均与无关控制差异不显著。词频与类型存在显著的交互作用, $F_1(3, 39)=9.473, p<0.001$; $F_2(3, 44)=3.067, p<0.05$ 。简单效应分析发现, 被试对低频同音词的首视时间显著长于高频同音词, $F(1, 13)=5.89, p<0.05$, 体现了词频效应; 对高频无关控制词的首视时间显著长于低

频无关控制词, $F(1, 13)=10.06, p<0.01$, 表现出了词频的反转效应。

在凝视时间这一指标上, 词频的主效应显著, $F_1(1, 13)=17.682, p<0.01$; $F_2(1, 44)=32.552, p<0.001$, 低频词的凝视时间显著长于高频词。类型的主效应显著, $F_1(3, 39)=30.604, p<0.001$; $F_2(3, 44)=42.808, p<0.001$ 。多重比较发现, 被试对一致类型、音同类型的凝视时间均显著短于无关控制类型, ($p<0.001$; $p<0.001$), 而形似类型与无关控制差异不显著。词频与类型存在显著的交互作用, $F_1(3, 39)=5.439, p<0.01$; $F_2(3, 44)=4.034, p<0.05$ 。简单效应分析发现, 被试对低频同音词的凝视时间显著长于高频同音词, $F(1, 13)=11.41, p<0.01$; 对低频无关控制词的凝视时间显著长于高频无关控制词, $F(1, 13)=39.71, p<0.001$ 。

表 4 低限制性句子语境中的注视时间(ms)

实验条件		首视时间		凝视时间		总注视时间	
频率	目标词类型	M	SD	M	SD	M	SD
高频	一致	147	132	166	155	187	179
	音同	222	73	327	186	421	260
	形似	394	163	500	275	548	284
	控制	375	132	452	176	638	230
低频	一致	192	127	204	142	251	186
	音同	308	103	483	240	596	289
	形似	351	106	677	315	1207	566
	控制	363	69	838	256	1049	729

在总注视时间这一指标上, 词频的主效应显著, $F_1(1, 13)=16.646, p<0.01$; $F_2(1, 44)=32.552, p<0.001$, 低频词的总注视时间显著长于高频词。类型的主效应显著, $F_1(3, 39)=19.894, p<0.001$; $F_2(3, 44)=42.808, p<0.001$ 。多重比较发现, 被试对一致类型、音同类型的凝视时间显著短于无关控制类型($p<0.001$; $p<0.01$), 而形似类型与无关控制差异不显著。词频与类型存在显著的交互作用, $F_1(3, 39)=4.866, p<0.01$; $F_2(3, 44)=4.034, p<0.05$ 。简单效应分析发现, 被试对低频同音词的总注视时间显著长于高频同音词, $F(1, 13)=5.81, p<0.05$; 对低频形似词的总注视时间显著长于低频形似词, $F(1, 13)=27.44, p<0.001$ 。

由一致、音同、形似类型的首视时间均显著短于无关控制类型的结果可知, 当句子语境对目标词的限制强度较低时, 在词汇通达的早期, 保留词汇的语音信息与保留词汇字形的部分信息都对认知

加工产生促进作用, 表明在词汇通达的早期, 字形和语音均起到了重要的作用。此外, 被试对目标词的凝视时间与总注视时间表现出相同的特点。在这两个指标上, 低频词的注视时间显著长于高频词, 体现了词频效应; 音同类型的注视时间显著短于无关控制, 体现了语音在词汇通达中期和后期的重要作用。由此可见, 在低限制性句子语境中, 词汇形、音信息在词汇通达的早期阶段均发挥了重要的作用, 在随后的阶段中体现的是语音的作用。

4 讨论

由以上两个实验的结果可以看出, 形、音在不同限制强度的句子语境中表现出不同的作用特点。在实验一的高限制性句子语境中, 字形的作用在首视时间和总注视时间两个指标上都得到了体现, 而语音的作用则是通过凝视时间和总注视时间这两个指标体现出来的。由首视时间、凝视时间、及总

注视时间所显示的时间进程及不同类型在这些指标上的数据模式可知,在高限制性句子语境中,字形在词汇通达的早期起到了关键的作用。在实验二的低限制性句子语境中,字形和语音的作用均在首视时间上有所反映,而在凝视时间和总注视时间这两个指标上,发现的则是语音的作用。该结果表明,在低限制性句子语境中,词汇形、音信息在词汇通达的早期阶段均发挥了重要的作用。

根据词汇形、音作用的理论假设,从本研究的实验结果可以看出,在汉语词汇通达过程中,词汇的语义可以由字形直接通达,符合直通假设,也可以由字形和语音两条途径同时通达,符合双通路假设。通过变化短文中目标词的类型,研究者们(Wong & Chen, 1999; 黄建辉, 陈烜之, 2000)发现,字形在中文阅读的早期起到了关键的作用,而语音的作用则体现在词汇加工的后期阶段。该结果与本研究实验中实验一的发现是一致的。虽然这些研究没有明确指出语境对目标词的限制强度,但由实验材料可以看出,语境的限制强度至少与本研究的实验二是不同的。在最近的一项研究中, Liu 等人(2011)通过考察一致、音同、形似、义近、无关控制等五类目标词探讨了汉语阅读中形、音的作用。结果发现,形似、义近、及无关控制条件下的 P200 波幅显著高于一致条件和音同条件,音同、形似条件下的 N400 波幅显著短于无关控制条件。作者由此得到了相应的结论,即汉语词汇的语义通达既可以由字形直接通达,也可以通过字形和语音两条途径通达。

本研究中两个实验的结果与以拼音文字为材料的研究发现不尽相同。Rayner 等人(1998)发现,在高限制性句子语境中,错误同音词(相当于音同类型)与正确同音词(相当于一致类型)之间在首视时间这一指标上不存在显著差异。由于英文中一对语音相同的词汇也存在形似的特点,所以该结果表明,在词汇识别的早期,形似没有对读者的认知加工产生影响,即词汇形的信息在词汇通达早期没有起到关键的作用,早期起到关键作用的是词汇的语音信息。但在低限制性句子语境中, Rayner 等人发现,在首视时间这一指标上,在正确同音词与错误同音词之间、以及错误同音词与拼写控制之间都存在显著差异,表明形和音在词汇通达的早期均起到了重要的作用。Rayner 等人用 Van Orden 等人的核证模型(van Orden, Johnston, & Hale, 1988)对这些结果进行了解释。认为在词汇通达的早期语音码激

活语义,然后完成形的核证过程。对于不同限制强度语境中得到的不同结果,他们的解释是,在高限制性语境中的核证过程较慢,不足以影响首视时间,所以在词汇通达的早期只体现了语音的作用,而在低限制性语境中,由于形的核证过程较快,因此在词汇通达的早期既有形的作用,也有音的作用。至于为什么高限制性语境的核证过程较慢,而低限制性语境的核证过程较快这一问题,并没有得到相应的说明。

来自高限制性语境的不同实验结果可能有两个主要的原因。一是可能源自 Rayner 等人(1998)对错误同音词的不同控制。在 Rayner 等人的研究中,错误同音词与正确同音词之间的形似分为前两个字母相同、前一个字母相同、完全不同几种条件。在同音词之间存在形似的条件下,错误同音词与正确同音词在单一注视点持续时间、首视时间两个指标上差异不显著,而当同音词之间不存在形似的条件下则存在显著的差异。由此可见,在同音词存在形似条件下得到的同音词效应并不能充分地表明在词汇通达的早期仅存在语音的作用,也应当与形似信息的参与有关。二是可能源自中、英文两种文字系统中形、音之间的不同联系。汉字是一种表意文字,汉语词汇中不存在形—音对应的规则(即 GPC 规则),从字形上较难准确地预测发音。而英文则是一种拼音文字,英文词汇中存在着 GPC 规则,语音一般可以从词汇的拼写中获得。因此,汉语语音在词汇通达中的作用要比英文弱一些。

本研究中的词频效应与 Becker 的核证模型(Becker, 1980)是吻合的。在本研究中,词频效应仅出现在低限制性句子语境中,且体现在凝视时间和总注视时间这两个指标上,在高限制性句子语境中没有发现词频效应。Becker 的核证模型(1980)认为,语境与词汇的频率存在交互作用,并作用于同一认知加工阶段。语境对高频词的影响较小,对低频词的影响较大。在本研究中,与低限制性句子语境相比,高限制性句子语境对目标词具有更强的约束性。由于语境对不同频率的词汇产生不同的作用,而语境的不同限制性强度必然对这种作用的大小产生相应的影响,因而高限制性语境对低频词的影响也就更大,导致低频词与高频词之间差异不显著。此外,在低限制性句子语境中,词频效应体现在用于反映词汇通达的整合加工过程的凝视时间与总注视时间这两个指标上,在反映词汇通达的早期加工的首视时间这一指标上没有发现词频效应。

这一结果反映了句子语境作用的时间位置, 即句子语境在词汇通达的早期发挥了相应的作用。词频的差异之所以在首视时间上没有体现出来, 是因为语境在词汇加工的早期对不同词频产生了不同的作用, 淹没了两者之间的差异。句子语境的早期作用已得到了实验研究(Sereno, Brewer, & O'Donnell, 2003; Martín-Loeches, Hinojosa, Casado, Muñoz, & Fernández-Frías, 2004)的证实。研究表明(Martín-Loeches, Hinojosa, J. A., Casado, P., Muñoz, F., & Fernández-Frías, 2004), 句子语境可以在刺激呈现约 250ms 时发挥作用。甚至可以更早, 出现在 200ms 以内(Sereno et al., 2003; Penolazzi, Hauk, & Pulvermüller, 2007)。

5 结论

(1) 在高限制性句子语境中, 词形信息在汉语词汇通达的早期起到了关键的作用。在词汇通达的晚期, 形、音信息对语义整合均起到了重要的作用。

(2) 在低限制性句子语境中, 形、音信息在汉语词汇通达的早期均起到了重要的作用, 在词汇通达的晚期, 语音对语义整合起到了重要的作用。

(3) 在句子语境中, 汉语词汇的意义可以由字形直接通达, 也可以由形和音两条路径得到通达。句子语境的限制强度既影响词汇形、音信息的作用, 也影响词频效应。

参 考 文 献

- Becker, C. A. (1980). Semantic context effects in visual word recognition: An analysis of semantic strategies. *Memory and Cognition*, 8, 493–511.
- Braun, M., Hutzler, F., Ziegler, J. C., Dambacher, M., & Jacobs, A. M. (2009). Pseudohomophone effects provide evidence of early lexico-phonological processing in visual word recognition. *Human Brain Mapping*, 30, 1977–1989.
- Daneman, M., & Reingold, E. M. (1993). What eye fixations tell us about phonological recoding during reading. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 47, 153–178.
- Daneman, M., Reingold, E. M., & Davidson, M. (1995). Time course of phonological activation during reading: Evidence from eye fixations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 21, 884–898.
- Folk, J. R. (1999). Phonological codes are used to access the lexicon during silent reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 25, 892–906.
- Jared, D., & Seidenberg, M. S. (1991). Does word identification proceed from spelling to sound to meaning? *Journal of Experimental Psychology: General*, 120, 358–394.
- Liu, B. L., Jin, Z. X., Qing, Z., & Wang, Z. N. (2011). The processing of phonological, orthographical, and lexical information of Chinese characters in sentence contexts: An ERP study. *Brain Research*, 1372, 81–91.
- Liu, Y., Perfetti, C. A., & Hart, L. (2003). ERP evidence for the time course of graphic, phonological, and semantic information in Chinese meaning and pronunciation decisions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(6), 1231–1247.
- Martín-Loeches, M., Hinojosa, J. A., Casado, P., Muñoz, F., & Fernández-Frías, C. (2004). Electrophysiological evidence of an early effect of sentence context in reading. *Biological Psychology*, 65, 265–280.
- Miellet, S., & Sparrow, L. (2004). Phonological codes are assembled before word fixation: Evidence from boundary paradigm in sentence reading. *Brain and Language*, 90, 299–310.
- Newman, R. L., & Connolly, J. F. (2004). Determining the role of phonology in silent reading using event-related brain potentials. *Cognitive Brain Research*, 21, 94–105.
- Penolazzi, B., Hauk, O., & Pulvermüller, F. (2007). Early semantic context integration and lexical access as revealed by event-related brain potentials. *Biological Psychology*, 74, 374–388.
- Perfetti, C. A., & Zhang, S. L. (1995). Very early phonological activation in Chinese reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 24–33.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124, 372–422.
- Rayner, K., Liversedge, S. P., & White, S. J. (2006). Eye movements when reading disappearing text: The importance of the word to the right of fixation. *Vision Research*, 46, 310–323.
- Rayner, K., Pollatsek, A., & Binder, K. S. (1998). Phonological codes and eye movements in reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 24, 476–497.
- Ren, G. Q., Han, Y. C., Zhou, Y. L., & Ren, Y. T. (2007). Eye movement study on phonological mediation effects of Chinese word. *Psychological Science*, 30(2), 308–310.
- [任桂琴, 韩玉昌, 周永垒, 任延涛. (2007). 汉语词汇语音中介效应的眼动研究. *心理科学*, 30(2), 308–310.]
- Ren, G. Q., Liu, Y., & Han, Y. C. (2009). Phonological activation in Chinese reading: An event-related potential study using low-resolution electromagnetic tomography. *Neuroscience*, 164, 1623–1631.
- Sanford, A. J. S., Sanford, A. J., Filik, R., & Molle, J. (2005). Depth of lexical-semantic processing and sentential load. *Journal of Memory and Language*, 53, 378–396.
- Schleusewsky, M., & Bornkessel, I. (2004). On incremental interpretation: Degrees of meaning accessed during sentence comprehension. *Lingua*, 114, 1213–1234.
- Sereno, S. C., Brewer, C. C., & O'Donnell, P. J. (2003). Context effects in word recognition: Evidence for early interactive processing. *Psychological Science*, 14, 328–333.
- Taft, M., & van Graan, F. (1998). Lack of phonological mediation in a semantic categorization task. *Journal of Memory and Language*, 38, 203–224.
- Tan, L. H., Hoosain, R., & Siok, W. W. T. (1996). Activation of phonological codes before access to character meaning in written Chinese. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 22, 865–882.
- Tan, L. H., & Perfetti, C. A. (1997). Visual Chinese character

- recognition: Does phonological information mediate access to meaning? *Journal of memory and language*, 37, 41–57.
- Tan, L. H., & Perfetti, C. A. (1999). Phonological activation in visual identification of Chinese two-character words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 25, 382–393.
- Tsai, J. -L., Lee, C. -Y., Tzeng, O. J. L., Hung, D. L., & Yen, N. -S. (2004). Use of phonological codes for Chinese characters: Evidence from processing of parafoveal preview when reading sentences. *Brain and Language*, 91, 235–244.
- van Orden, G. C., Johnston, J. C., & Hale, B. L. (1988). Word identification in reading proceeds from spelling to sound to meaning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 14, 371–386.
- Wang, K. (2011). An electrophysiological investigation of the role of orthography in accessing meaning of Chinese single-character words. *Neuroscience Letters*, 487, 297–301.
- Wheat, K. L., Cornelissen, P. L., Frost, S. J., & Hansen, P. C. (2010). During visual word recognition, phonology is accessed within 100 ms and may be mediated by a speech production code: Evidence from magnetoencephalography. *Journal of Neuroscience*, 30, 5229–5233.
- Wong, K. F. E., & Chen, H. -C. (1999). Orthographic and phonological processing in reading Chinese text: Evidence from eye fixations. *Language and Cognitive Processes*, 14, 461–480.
- Wong, K. F. E., & Chen, H. -C. (2000). Orthographic and phonological processing in reading Chinese. *Acta Psychologica Sinica*, 32(1), 1–6.
- [黄建辉, 陈烜之. (2000). 中文阅读中的字形与语音加工. *心理学报*, 32(1), 1–6.]
- Xu, Y. D., Pollatsek, A., & Potter, M. C. (1999). The activation of phonology during silent Chinese word reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 4, 838–858.

The Activation of Orthography and Phonology During Chinese Sentence Reading: Evidence from Eye Movements

REN Gui-Qin¹; HAN Yu-Chang¹; YU Ze²

(¹ Research Center of Psychological Development and Education, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

(² School of Education Science, Xinyang Normal University, Xinyang 464000, China)

Abstract

The issue of the role of orthography and phonology in activating the meanings of visual words has provoked a large amount of research for alphabetic writing systems, especially for English. A great deal of research has demonstrated that phonological codes are activated early in English silent reading. For Chinese, however, the role of orthography and phonology remains controversial. Specifically, some empirical evidence supports directly access hypothesis, some supports phonologically mediated access hypothesis, and some for dual-route hypothesis. Unlike English, the basic unit of writing in Chinese is character which does not associated with phonemes but with meaning instead. Chinese provides an interesting case for testing the current models of visual word recognition that developed essentially for alphabetic writing systems.

The current study focused the issue that how orthography and phonology is activated during Chinese silent reading when target words were presented in different constrained sentence contexts. Two experiments were conducted by manipulating the word frequency of homophone pairs and types of target words. All the target words were Chinese single character words and were matched for their stroke numbers across conditions. In addition, the homophone density (the number of homophones of a character has) was matched between the high- and low- frequency homophone pairs. Eye tracking method was used in this study and three types of eye movement measures such as first fixation duration, gaze duration, and total fixation duration were examined to determine how orthography and phonology is activated during Chinese sentence reading.

The results showed that a reversed effect of word frequency occurred for orthographical targets in the fixation duration and total fixation duration, while both gaze duration and total fixation duration were significantly shorter for the homophonic targets than unrelated controls when the targets were presented in the highly constrained sentence context. However, when the targets were presented in the lowly constrained sentence context, all the three measures of fixation duration were significantly shorter for homophonic targets than unrelated controls.

In conclusion, our data indicate that sentence context influences the activation of phonology and orthography during Chinese silent reading. It is orthography rather than phonology plays an early key role in reading highly constrained sentences, but both phonology and orthography are important in the late stage of processing. In contrast, for the low constraint sentence, both phonology and orthography play an important role at the early stage of processing. These findings suggest that the meaning of word can be accessed directly by orthography or dual routes by orthography and phonology during Chinese sentence reading.

Key words sentence context; Chinese reading; orthography; phonology; eye movements