

# 移动窗口条件下语音、字形信息在汉语 阅读中的作用<sup>1)</sup>\*

武宁宁 舒 华 周晓林 石东方

(北京师范大学心理系, 北京 100875)

**摘 要** 采用移动窗口方法,初步探讨了语音、字形在汉语阅读中的作用。结果发现:在错词后第一、二个字上,被试的阅读反应时加长;同音错词和形似错词同时引起反应时的增加;同音词引起的反应时增加效应消失得较早、较彻底。这表明:移动窗口条件下的汉语阅读理解过程中,(1)对语音和字形的加工是比较即时的;(2)语音和字形在正常阅读的字词识别早期同样起作用;(3)在发现错误之后,语音引导错误恢复的能力强于字形。

**关键词** 语音, 字形, 移动窗口, 汉语阅读。

**分类号:** B842

## 1 前 言

语音、字形究竟在阅读加工的什么阶段起作用、起怎样的作用,一直是研究者所关心和争论的问题。大量的英文研究并没有得出一致的结论。对词汇通达前语音的作用存在两种观点:一种观点认为词汇通达必须经过语音,语音在阅读中扮演早期或首要角色<sup>[1-4]</sup>;另一种观点认为词汇通达不一定经过语音,语音的作用和影响是在字形的影响之后,这得到 Daneman 等人眼动(eye movement)研究的支持<sup>[5,6]</sup>。他们将文章中的关键词(如“vain”)用同音词(如“vein”)或形似不同音词(如“vine”)代替,要求被试正常阅读文章,并记录被试的眼动信息。结果发现:词汇通达过程中,语音的激活和影响是在字形的作用之后,它只在词汇通达后的错误恢复(error recovery)中起作用;而且,用事后(off-line)的校对任务研究阅读中的语音激活过程不够可靠。

汉语关于语音、字形在阅读中的作用的观点也存在分歧。有人认为在汉语阅读中,词汇加工必须经过语音编码,语音的作用十分大<sup>[7,8]</sup>;而另一些研究者认为字形编码作用很大,许多词汇可以直接由词形激活词意,不用借助语音。对语音、字形在汉语阅读中作用的发展变化的研究发现:初学阅读者更依赖语音,而熟练阅读者更依赖字形<sup>[9,10]</sup>。

本研究使用即时(on-line)的移动窗口技术对语音和字形在汉语阅读中的作用进行了初步探讨。研究思路与英文眼动研究<sup>[5]</sup>相近,即用破坏正常句子的方法,以同音词、形似词

1) 本文初稿收到日期: 1997-07-18, 修改稿收到日期: 1997-11-15。

\* 本研究为国家自然科学基金项目的(批准号: 39670254)一部分,完成于北京师范大学认知实验室。

和既不同音也不形似的词代替句中正确的关键词。由于同音词保持了原词的语音，形似词基本保持了字形，音异形异词既破坏了字形又破坏了语音，因此可以从不同类型的错词引起被试阅读反应时的变化上分析语音和字形的作用。由于动词在汉语句子中有重要地位，所以本研究选用动词作为关键词。考虑到移动窗口方法的特点以及汉语切分词的困难，所有的关键词都选单字动词，且“移动窗口”将逐字呈现阅读材料。我们预期，如果语音或字形的加工是即时的，则对错误词的觉察或错词引起的加工困难应该使我们在关键词上观察到被试阅读反应时的增加；如果语音或字形在阅读中的作用大小不同或起作用的先后不同，应该观察到形似错词或同音错词引起反应时的增加幅度不同、位置不同；如果语音或字形能引导词汇通达后期的错误恢复，应该在关键词后面的字上观察到反应时恢复正常。

## 2 方 法

**2.1 实验设计** 采用单因素重复测量实验设计，自变量为关键词类型，它有四个水平：原词、同音词、形似词、音异形异词。

**2.2 被 试** 北京师范大学本科生 48 名。所有被试裸视或矫正视力正常，母语均为汉语，且无阅读障碍。实验后获得少量报酬。

**2.3 实验材料** 关键词为 24 个单字动词，如：“烧”，及其三种类型的替代词：(1)同音动词，如：“捎”；(2)形似动词，如：“绕”；(3)既不同音也不形似的动词，如：“唱”。替代词与原词在频率、笔画数等方面尽量匹配，且无语义联系。这样，关键词共有 4 类。正式实验前对所有关键词都进行了预测，确认在正常句中原词的可接受程度最高，同音词和形似词可被中等程度接受，而音异形异词的可接受程度最低，即同音词和形似词与原词中等程度相关，音异形异词与原词的相关最低。

选择 24 篇小短文作为实验短文，分别包含 24 个正确形式的关键词。每篇短文的字数控制在 40~70 之间。例如：

我刚从国外回到家的时候，家里的燃料是木炭，后来烧的是煤粉捏的大煤球，不但灰大烟大，而且碎纸、劈柴、洋火，样样不能离。（关键词：烧，捎，绕，唱）

24 篇实验短文和 4 个类型的关键词以拉丁方设计搭配为 4 组，分别加入 20 篇填充短文形成 4 组实验材料，每组的 44 篇短文以随机顺序排列。

**2.4 实验程序** 被试的主要任务是阅读呈现在计算机屏幕上的短文。短文以移动窗口方法呈现。窗口以字为单位。屏幕底色为蓝色，被试连续按动鼠标左键，白色文字将逐字呈现在绿色下划线上：每次按键，出现一个字，同时前一个字消失，直至短文结束。计算机自动记录相邻两次按键动作的时间差（每个字的呈现时间），这段时间作为对每个字的反应时，应用于数据分析。

为避免被试未理解短文就急于按键，要求被试在保持适当阅读速度的情况下尽量读懂短文。每读完 4 篇短文，呈现 4 个与短文顺序对应的有关阅读理解的判断题，被试做“是否”回答。只有回答问题的正确率达到 80% 以上，阅读反应时才作为有效数据被收集。

正式实验前，被试认真读指导语，并阅读 4 篇练习短文，回答 4 个是非判断题。正式实验中，每个被试阅读 1 组实验材料。完成实验需 35 分钟左右。

**2.5 数据分析** 对每篇实验短文选取包括关键词在内的 8 个字的反应时进行分析。这 8 个字分别为: 关键词(c)、关键词的前一个字(c-1)、关键词后面连续 5 个字(c+1、c+2、c+3、c+4、c+5)、句尾字(end)。使用 CRISP 软件,在 8 种不同字的位置上,分别对含 4 类关键词的短文进行方差分析和多重比较。

### 3 结果与解释

表 1 列出了移动窗口条件下 48 名被试在阅读包含不同类型关键词的短文时,对于关键词前后 8 个字的平均反应时。

表1 阅读四类短文的平均反应时和标准差(毫秒)

	c-1	c	c+1	c+2	c+3	c+4	c+5	end
T1*	317(52)	331(72)	322(56)	321(63)	329(77)	324(62)	328(78)	345(83)
T2	328(80)	329(125)	332(83)	343(95)	342(79)	337(84)	339(74)	337(84)
T3	328(75)	325(72)	346(93)	359(88)	367(90)	352(90)	344(78)	385(124)
T4	340(61)	343(95)	366(115)	383(98)	385(86)	379(86)	382(83)	391(109)

根据表 1 的数据,用同音词、形似词、音异形异词分别与原词数据相减,得出的差值即为替代词引起的反应时增加效应,这种效应呈现在图 1 上。

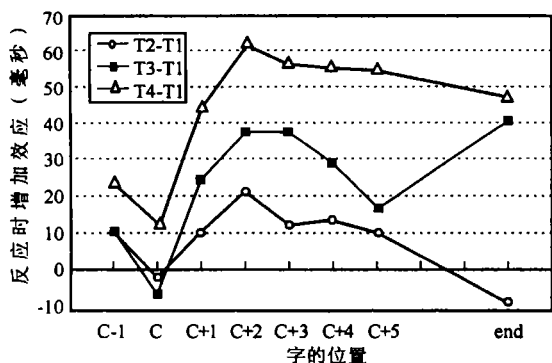


图1 三种替代词引起的反应时增加效应

从图表中可以看出,当关键词为非正确词时,被试的阅读反应时会增加,但这种增加效应在关键词位置上表现不明显,而在紧接关键词的字上表现明显。在句尾,形似词和音异形异词引起的效应较大,而同音词引起的效应已减到很小。从总体上看,同音词引起的效应最小,音异形异词引起的效应最大,而且同音词引起的效应比另两种情况减小得早。

为了考察非正确词引起的反应时增加效应的大小,还需要进一步进行统计分析:在不同字的位置上,对含四类关键词的文章的阅读时间进行方差分析和多重比较。结果表明:在关键词前一个字的位置(c-1)上,四种类型的短文的阅读反应时在被试分析上的差异刚刚达到显著水平,  $F(3, 141) = 2.800$ ,  $MSe = 1524$ ,  $P = 0.042$ ,但在项目分析上差异不显著,  $F(3, 69) = 0.703$ ,  $MSe = 3043$ ,  $P = 0.482$ 。说明在看到关键词之前,几种条件下的阅读时间并不存在非常稳定的差异。

在关键词位置(c)上,四种类型无显著差异,  $F(3, 141) = 0.670$ ,  $MSe = 4103$ ,  $P = 0.575$ ,  $F(3, 69) = 0.383$ ,  $MSe = 3598$ ,  $P = 0.767$ 。说明在刚刚看到关键词时,三种类型的错词没有引起阅读反应时的明显增加。

\* T1: 含原词的短文, T2: 含同音词的短文, T3: 含形似词的短文, T4: 含音异形异词的短文。

在关键词后面第一个字的位置(c + 1)上,四种短文的阅读反应时在被试分析上有显著差异,  $F(3,141) = 5.41$ ,  $MSe = 3266$ ,  $P = 0.002$ ,项目分析接近显著,  $F(3,69) = 2.618$ ,  $MSe = 3381$ ,  $P = 0.057$ 。Newman-Keuls多重比较结果表明,含音异形异词的短文比其它三种短文的时间长( $T1 < T4$ ,  $P < 0.01$ ;  $T2 < T4$ ,  $P < 0.05$ ;  $T3 < T4$ ,  $P < 0.1$ ),说明音异形异词引起的加工困难已经表现出来;含同音词的短文与含正确词的短文没有显著差异,含形似词的短文与正确短文的差异接近显著( $T1 < T3$ ,  $P < 0.1$ ),说明同音词尚未表现出加工困难,而形似词引起的加工困难有表现出来的趋势。

在关键词后面第二个字的位置(c + 2)上,四种短文差异显著,  $F(3,141) = 12.752$ ,  $MSe = 2537$ ,  $P = 0.000$ ,  $F(3,69) = 4.162$ ,  $MSe = 3877$ ,  $P = 0.009$ 。进一步进行多重比较,结果发现:三种类型的错词都引起了加工困难( $T1 < T2$ ,  $P < 0.05$ ;  $T1 < T3$ ,  $P < 0.01$ ;  $T1 < T4$ ,  $P < 0.01$ ),而且由音异形异词引起的反应时增加幅度最大( $T2 < T4$ ,  $P < 0.01$ ;  $T3 < T4$ ,  $P < 0.05$ ),由同音词和形似词引起的反应时增加幅度之间没有显著差异,即,字形和语音都被破坏时引起的加工困难大于只破坏字形或只破坏语音引起的加工困难,后两者之间没有差异。

在关键词后面第三个字的位置(c + 3)上,四种短文差异显著,  $F(3,141) = 15.141$ ,  $MSe = 1973$ ,  $P = 0.000$ ,  $F(3,69) = 3.754$ ,  $MSe = 3957$ ,  $P = 0.015$ 。进一步检验发现,形似词和音异形异词引起的反应时增加效应仍然保持( $T1 < T3$ ,  $P < 0.01$ ;  $T1 < T4$ ,  $P < 0.01$ ;  $T3 < T4$ ,  $P < 0.05$ ),而同音词引起的增加效应已经消失,反应时恢复正常( $T2 < T3$ ,  $P < 0.01$ ;  $T2 < T4$ ,  $P < 0.01$ )。

在关键词后面第四个字的位置(c + 4)上,四种短文差异显著,  $F(3,141) = 11.510$ ,  $MSe = 2276$ ,  $P = 0.000$ ,  $F(3,69) = 3.673$ ,  $MSe = 3562$ ,  $P = 0.016$ 。多重比较结果表明:音异形异词引起的反应时增加效应继续保持( $T1 < T4$ ,  $P < 0.01$ ;  $T2 < T4$ ,  $P < 0.01$ ;  $T3 < T4$ ,  $P < 0.01$ ),而形似词引起的增加效应有减小的趋势( $T1 < T3$ ,  $P < 0.05$ )。

在关键词后面第五个字的位置(c + 5)上,四种短文差异显著,  $F(3,141) = 11.430$ ,  $MSe = 2319$ ,  $P = 0.000$ ,  $F(3,69) = 4.268$ ,  $MSe = 3091$ ,  $P = 0.008$ 。但从进一步检验的结果上看,形似词引起的增加效应已经消失,只有音异形异词引起的增加效应仍然存在( $T1 < T4$ ,  $P < 0.01$ ;  $T2 < T4$ ,  $P < 0.01$ ;  $T3 < T4$ ,  $P < 0.01$ )。

在句尾(end),四种短文差异显著,  $F(3,141) = 6.21$ ,  $MSe = 5899$ ,  $P = 0.0005$ ,  $F(3,69) = 3.136$ ,  $MSe = 5939$ ,  $P = 0.031$ 。主效应的显著是形似词和音异形异词的作用:形似词再次引起反应时的增加( $T1 < T3$ ,  $P < 0.05$ ;  $T2 < T3$ ,  $P < 0.01$ ),并且增加幅度与音异形异词引起的增加幅度没有显著差异( $T1 < T4$ ,  $P < 0.01$ ;  $T2 < T4$ ,  $P < 0.01$ ),而同音词没有再产生增加效应。

## 4 讨 论

### 4.1 语音、字形加工的即时性

反应时结果表明,在阅读过程中,非正确词引起的加工困难并不是在关键词上立即反映出来,而是发生在关键词之后。这种反应时延后增加的现象与以前的汉语研究结果基本一致<sup>[11,12]</sup>。陈烜之的研究发现,在词汇破坏、语义破坏、句法加语义破坏三种情况下,反

应时的增加是在关键词后第二个字之后<sup>[11]</sup>。汉语阅读中的这种现象与英文阅读非常不同,英文研究发现,当正确词被破坏时,反应时会于关键词位置立即增加<sup>[5,6]</sup>。造成中英文这种阅读差异的原因,有人认为是由于在汉语阅读中读者较多地采用“分散策略”,即更依赖语境,而不是个别词;英文读者往往使用“集中策略”,从个别词获得较多的句法、语义信息,因此汉语阅读中非正确词引起的反应时增加现象出现得比英文阅读晚<sup>[12]</sup>。然而,本研究发现,虽然读者对错误的反应表现在错词之后,但并不延后很多,在关键词后第一个字上,音异形异词引起的加工困难就已经表现出来,在关键词后第二个字上又增加了由同音词和形似词引起的加工困难。所以造成“延后”的原因可能与汉语词汇中双字词居多的特点有关。由于读者在连续的单字词阅读中不能立即确定所看到的关键词(单字动词)是否是一个完整的词,因而不会在关键词上立即做出反应,而只有读到后面一、两个字时,才能确定前面的字是一个词,这时前面关键词的效应才会表现出来。由于音异形异词与原词相关最低,也就最容易判断出它与上下文的不一致,所以对这种词的反应稍早于对同音词和形似词的反应,这种现象与本研究选择实验材料时做预测的结果是相符的。因此,本研究的结果仍能够反映出,汉语阅读中对语音和字形的加工是比较即时的,这与英文阅读的加工特点相似。

#### 4.2 语音、字形在阅读中的作用

从图表中还可以看到,同音错词和形似错词同时引起反应时的增加(都是在关键词后第二个字),而且二者之间没有显著差异,说明在字形被破坏和语音被破坏的条件下,正常阅读都受到同样的影响,所以语音和字形都在汉语正常阅读的字词识别早期起作用。虽然在关键词后第一个字上,形似错词导致的加工困难有表现出来的趋势,反映出语音被破坏时产生的影响较早,但本研究还不能提供足够的证据说明语音的作用大于字形的作用或语音比字形起作用早。

另一方面,三类错词引起的反应时增加和恢复的过程可以看作错误恢复过程,即根据错词仍然保留的音、形信息找到正确词表征的过程,或者是错词引起的语义冲突的消解过程。句尾的反应时则反映了对句子意义的整合过程。

从图中可见,同音词、形似词、音异形异词引起的反应时增加趋势是不同的。音异形异词引起的反应时增加幅度最大、开始时间最早,而且到句尾位置仍与正常短文有显著差异。这说明由于音异形异词与原词差异最大,它引起的反应时增加效应也最大,而且因为在语音和字形上都受到破坏,没有保留与原正确词有关的信息,因此错词引起的语义冲突不易消解,错误恢复很困难;直到句尾仍有反应时增加效应,说明句子整合上存在困难,读者很难理解整句的意义。形似词引起的反应时增加程度居中,从关键词后第二个字到第四个字与正常短文差异显著,第五个字位置上无显著差异,而句尾位置反应时又有显著增加。形似词引起的效应能够消失,说明字形信息能够引导错误恢复,但效应消失得晚且在句尾处再次出现,表明字形引导错误恢复的能力较弱,而且并未真正使问题得到解决,在句子整合时仍会对理解造成一定困难。同音词引起的反应时增加最少,并且只在关键词后第二个字与正常短文差异显著,从第三个字上就没有反应时增加效应了,在句尾也没有增加效应出现,说明语音能较好、较彻底地引导错误恢复,使读者能较好地理解句子。

因此,在正常的汉语阅读过程中,语音和字形在字词识别早期同样起作用;而当发现

错误时, 语音可以比字形更好地促进错误恢复过程。这与一些英文研究的结论是相同的<sup>[5,6]</sup>。

### 4.3 与其它汉语研究的比较

对比其它汉语阅读研究, 本研究结果支持曾志朗<sup>[7]</sup>和张居美等人的观点, 认为语音在汉语阅读中的作用是不能忽视的, 它和字形同样作用于正常阅读。但这与近期的研究结果不尽相同。宋华、张厚粲和舒华采用校对任务研究了语音、字形在汉语阅读中作用的发展转换<sup>[9]</sup>, 发现初学阅读者对形似错字容易觉察, 对同音错字不易觉察, 成人熟练阅读者的情况则恰恰相反, 由此得出结论: 初学阅读者主要依靠语音, 熟练阅读者主要依靠字形。而从本研究的结果可以看出, 成人读者对于同音错词和形似错词能够同样觉察, 而且同音词还有利于错误的恢复。实验结果存在这样大的差异, 原因可能有两方面。一方面, 可能与两个实验采用的不同方法有关。宋华等人采用的校对任务是事后的方法, 考察的并非即时加工的问题, 而使用移动窗口方法是进行即时性研究, 其结果反映的是即时状态下的加工, 所以两个实验由于方法的不同而研究了不同的加工, 因此在结果上有差异, 但这种差异并不能说明两个研究的结论是完全矛盾的。另一方面, 可能与本研究使用的方法有关。本研究使用的移动窗口方法与正常阅读方法存在着差距, 必须逐字阅读, 而且眼睛不能回扫, 这些特点可能会迫使读者较多地使用语音信息, 从而扩大了语音的作用。所以, 本研究的结论还有一定局限性, 不能完全揭示语音、字形在汉语阅读中的作用, 这一问题还需要在研究方法和理论上进行更深入的探讨。

## 5 结 论

在移动窗口条件下的汉语阅读理解过程中,

- (1) 对语音和字形的加工是比较即时的;
- (2) 语音和字形在正常阅读的字词识别早期同样起作用;
- (3) 在发现错误之后, 语音引导错误恢复的能力强于字形。

### 参 考 文 献

- 1 Coltheart M, Davelaar E, et al. Access to the internal lexicon. In: S. Dornic ed. Attention and performance VI, San Diego, CA: Academic Press, 1977: 534--555
- 2 Van Orden G C. A ROWS is a ROSE: Spelling, sound, and reading. *Memory and Cognition*, 1987, 15(3): 181--198
- 3 Daneman M, Stainton M. Phonological Recoding in Silent Reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1991, 17(4):618--632
- 4 Pollatsek A, Lesch M, et al. Phonological Codes Are Used in Intergating Information Across Saccades in Word Identification and Reading. *Journal of Experiment Psychology: Human Perception and Performance*, 1992, 18(1):148--162
- 5 Daneman M, Reigold E. What Eye Fixations Tell Us About Phonological Recording During Reading. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 1993, 47(2):153--178
- 6 Daneman M, Reingold E, Davidson M. Time Course of Phonological Activation During Reading: Evidence From Eye Fixations. *Journal of Experiment Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1995, 21(4):884--898

- 7 Tzeng O J L, Hung D L, Wang W S Y. Speech Recoding in Reading Chinese Characters. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 1977, 3:621—630
- 8 Perfetti C A, Zhang S. Very Early Phonological Activation in Chinese Reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1995, 21(4):24—33
- 9 宋华, 张厚粲, 舒华. 语音、字形在汉语阅读中作用的发展转换. *心理学报*, 1995, 27(2): 139—144
- 10 彭聘龄, 郭德俊, 张素兰. 同一性判断中汉字信息的提取. *心理学报*, 1985, 3: 227—233
- 11 陈烜之. 浅谈汉语阅读之理解历程. In: Chang H W, Huang J T, Hue C W, Tzeng O J L. eds. *Advances in the Study of Chinese Language Processing*, Department of Psychology, National Taiwan University, 1994, 1:273—283
- 12 Chen H C. Reading comprehension in Chinese: Implications from Character Reading Times. In: Chen H C, Tzeng O J L. eds. *Language Processing in Chinese*, 1992. 175—206.

## THE ROLE OF PHONOLOGY AND ORTHOGRAPHY IN CHINESE READING COMPREHENSION: A MOVING WINDOW STUDY

Wu Ningning Shu Hua Zhou Xiaolin Shi Dongfang

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

### Abstract

In the present study, moving window method was used to examine the role of phonology and orthography in Chinese reading comprehension. It was found that reading time increased on the character which was the first on the second character following the wrong word. And the increasing effect of RT caused by homophone and visual similar word appeared at the same character position, while the former disappeared earlier. The results suggested that phonological and orthographic information were immediately processed in Chinese reading comprehension under moving window condition. The role of phonology and orthography were the same important in normal reading, while phonological information could facilitate the error recovery process.

**Key words** phonology, orthography, moving window, Chinese reading comprehension.