

# 汉语双字词句知觉广度的眼动研究\*

王丽红<sup>1</sup>, 闫国利<sup>2</sup>

(1. 天津师范大学教育学部, 天津 300381; 2. 天津师范大学心理学部, 天津 300381)

**摘要:** 阅读知觉广度通常指阅读者在阅读文本过程中每次注视能获取有用视觉信息的范围。既往的汉语知觉广度的研究一般把单字作为基本的知觉呈现单元,但在某些呈现条件下,此类呈现方式会导致阅读过程中的语义加工的完整性被破坏。本研究采用眼动追踪技术,使用移动窗口范式和中央凹掩蔽范式,使用双字词句作为阅读材料,双字词作为基本的知觉呈现单元,探讨在保证知觉呈现单元语义完整性的基础上大学生的汉语阅读知觉广度。实验一采用移动窗口范式,结果发现,知觉广度范围为注视词左侧1个双字词及右侧1-2个双字词的空间。实验二采用中央凹掩蔽范式,结果验证了实验一的研究结果。该结果表明,在汉语阅读过程中,以双字词为基本的视觉呈现单元,较既往研究中单字为基本呈现单元的情况,更好地保证了阅读中语义的完整性,从而获得了更大的知觉范围。该结果建立于视觉呈现单元的语义完整性的基础上,是对现有的汉语阅读知觉广度理论的完善和扩展。

**关键词:** 知觉广度; 语义完整性; 眼动; 移动窗口范式; 中央凹掩蔽范式

**中图分类号:** B842.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1003-5184(2021)02-0123-08

## 1 引言

阅读知觉广度通常指阅读者在阅读文本过程中每次注视能获取有用视觉信息的范围,更确切的讲,它的大小通常能够反映读者在一次注视中所获取信息的数量。它是阅读研究中的最为基本的问题之一 (McConkie & Rayner, 1975; Inhoff & Liu, 1997, 1998)。西方对知觉广度的研究较早, Rayner 等人采用眼动追踪技术中的移动窗口范式 (McConkie & Rayner, 1975) 对英语文本知觉广度的研究取得了较一致的结论,即注视点左侧3~4个字母空间到注视点右侧14~15个字母空间 (Rayner, 1975, 1981, 1998)。

与英语阅读相比,汉语阅读加工有其独特之处。首先,不同于拼音文字,汉语的词型表意不表音。其次,汉语的句子阅读中并不像英语句子那样通过空格区分语义单元 (Bai & Yan, 2008; Li, Rayner, & Cave, 2009)。由此可见,研究汉语阅读的知觉广度有其独特的理论意义 (李兴珊, 刘萍萍, 马国杰, 2011)。研究者对中文阅读知觉广度的探索始于20世纪末,陈烜之等 (1998) 使用自定速度的移动窗口技术 (非眼动追踪技术) 考察了汉语阅读的知觉广度,结果表明个体知觉广度大约为被注视的汉字及

右侧两个汉字。Inhoff 等的研究 (1998) 采用移动窗口范式探讨了汉语读者的阅读知觉广度,实验结果表明汉语阅读知觉广度范围大约从被注视汉字左侧一个汉字到右侧三个汉字之间。闫国利等 (2008) 采用移动窗口范式考察了大学生阅读不同难度中文句子的知觉广度。其先通过材料评定将阅读材料分为阅读较难材料和阅读容易材料,结果发现阅读较难材料的知觉广度为3~5个字,而阅读容易材料的知觉广度为5个字。闫国利等 (2011) 采用呈现移动窗口范式探讨了不同年级学生的阅读知觉广度范围。结果发现大学生读者在每次注视中能够对注视点右侧2个汉字进行较为精细的加工,获得信息的范围不超过注视点右侧3个汉字。

在上述的汉语知觉广度研究的研究中,单字都被作为基本的知觉呈现单元。然而在某些呈现条件下,单字作为窗口单元,语义加工的完整性存在被破坏的情况。以闫国利等 (2011) 为例,当无整行呈现条件为“这篇文章表达了群众对总理的敬爱之情”,且当“了”为注视点时,其中一种 R1 条件为“\*\*\* \*\*了群\*\*\* \*\*”,此种条件下明显地出现了阶段性的语义不完整情况。语义完整性一直被认为是汉语阅读加工中一个重要的影响因

\* 基金项目: 天津市哲学社会科学规划一般项目 (TJXX15-018)。

素。在王穗苹等(王穗苹,佟秀红,杨锦绵,冷英,2009)的研究中,作者操纵语义信息形成语义连贯和语义违背两种眼动预视条件,据此考察眼动模式的差别。结果发现语义违背预视条件下,读者对预视位置进行更长时间的加工。此外,在 Yang 等(Yang, Wang, Tong, & Rayner, 2012)的相似研究中,同样发现语义相关条件,较之语义不相关条件,读者可以获得更多的预视效益。综上可见,出现阅读中语义不完整的情况,有可能影响阅读效率,更有可能影响对于实验结果的解读。此外,已有汉语阅读知觉广度的研究中,其使用的汉语句子语料,单字词和双字词是混在一起的。但在其对结果的表述中,是以单字为计算单元的(Inhoff et al., 1998; 陈烜之等, 1998; 熊建平等, 2007)。这样,在对语料的呈现和在对结果的表述中,存在不对称性。有鉴于此,本研究中采用双字词句作为视觉呈现材料,并使得双字词作为基本的视觉呈现单元,借以减少既往单字呈现材料中出现的语义不完整的情况。

此外,除移动窗口范式外,在阅读知觉广度的研究中,还有一种范式并不为研究者所熟知,即中央凹掩蔽范式。早在 1979 年 Rayner 等(Rayner & Bertera, 1979)利用中央凹遮蔽范式(foveamask paradigm)对拼音文本阅读知觉广度问题进行了探讨。中央凹掩蔽范式是移动窗口范式的变式,它是指在读者注视时,注视点周围的内容或者是窗口内部的内容被屏蔽掉,而窗口外的信息是正常显示的(Rayner & Bertera, 1979)。掩蔽窗口大小可以由实验者控制。这种研究范式可以从相反的角度验证有效视觉区的范围以及该区域内信息的重要性,它也是知觉广度研究中的重要研究方法之一。

综上,根据汉语文本的特点,本研究以双字词句为阅读材料,将双字词作为基本的阅读呈现单元,来探讨大学生汉语阅读加工的知觉广度范围。在语料呈现和结果表述中,都以双字词作为基本构成单元。此设计一方面保证了阅读过程中语义的完整性,同时也使得阅读者的加工单元与研究者的结果表述单元在测量上是一致的。这将使得对结果的解释更具说服力。同时,通过移动窗口范式和中央凹掩蔽范式两种测量方法对汉语阅读知觉广度范围进行正反两方面的验证,以保证研究方法的有效性和研究结果的准确性。

## 2 实验一 移动窗口范式下双字词句阅读的知觉广度

实验一采用移动窗口范式探测了大学生阅读汉

语双字词句的知觉广度范围。

### 2.1 研究方法

#### 2.1.1 被试

20 名大学生(8 男,12 女)参加了实验。年龄在 19~22 周岁之间(平均年龄为 21.4 岁),所有被试视力或矫正视力正常,母语均为汉语。实验前向被试介绍实验流程并签署知情同意书,实验后付给被试一定的被试费用。该实验事先通过了所在学校的科研伦理委员会的申请。

#### 2.1.2 实验材料

实验材料为 64 个汉语句子,其中包括 4 句练习材料和 60 句正式实验材料。正式实验材料均为双字词组成的句子,句长在 16 字到 18 字之间。正式实验材料的通顺性经过 20 名大学生评定,所评定的通顺性数据为  $6.22 \pm 0.56$ (1 为非常不通顺,7 为非常通顺)。实验中使用“※”作为掩蔽材料。

#### 2.1.3 实验设计

本实验为单因素被试内实验设计。自变量为可视窗口的大小,共 5 个水平。分别为:无预视条件(窗口大小为直接注视的词),R1 条件(窗口大小为注视词+注视词右侧 1 个词),R2 条件(窗口大小为注视词+注视词右侧 2 个词),L1R2 条件(窗口大小为注视词左侧 1 个词+注视词+注视词右侧 2 个词),整行条件(窗口大小为整句的句长)。见图 1。

※※※※※※※※学会※※※※※※。(无预视条件)  
\*  
※※※※※※※※学会自己※※※※。(R1 条件)  
\*  
※※※※※※※※学会自己整理※※。(R2 条件)  
\*  
※※※※※※※※应该学会自己整理※※。(L1R2 条件)  
\*  
老师告诉我们应该学会自己整理书包。(整行条件)  
\*

图 1 设置 5 种窗口条件举例

(注:星号代表注视点的位置,右侧一列表示相应的窗口条件)

#### 2.1.4 实验仪器

实验采用 Eyelink 2000 型眼动记录仪,采样频率为 1000Hz,空间分辨率为 0.01 度 RMS,呈现变化的延迟时间为 6~12ms。被试机屏幕刷新频率为 150Hz,分辨率为 1024×768 像素。被试眼睛与屏幕之间的距离为 90cm,刺激以宋体形式呈现,每个汉字在屏幕上的大小为 29×29 像素,每个汉字成 0.7 度视角。

2.1.5 实验程序

(1)每个被试进入实验室后先熟悉环境,之后进行三点校准,以确保仪器准确记录被试的眼动轨迹。(2)向被试呈现指导语,被试理解指导语后,进行练习。(3)开始正式实验。在实验中,每次句子呈现之前屏幕左侧都会出现一个黑点,黑点的位置与句子首字的位置重合。要求被试每次注视黑点的同时按手柄键,继续下一句的阅读。在实验中设置了一些判断句,设置判断句的目的是为了保证被试认真阅读并理解每个句子。实验中判断句的比例占总句子的 20%,判断句是随机呈现的,没有固定间隔一定数量句子后出现判断句,以防止被试产生预期。

正式实验中,为了平衡实验材料和窗口呈现顺序的误差,将 60 句实验材料分成 5 组,每组有 12 个句子,全部实验句子呈现顺序保持不变,采用拉丁方设计安排 5 种窗口条件的呈现顺序,使每种窗口条件在每组句子中都得到应用,产生 5 种不同的观看顺序。在正式实验前,被试阅读 4 个练习句以熟悉实验程序。每个被试完成整个实验过程大约需要 20 分钟。

2.1.6 分析指标

结合以往文献(Haikio,2008;Rayner,2009),选取阅读速度、平均注视时间和向右眼跳幅度作为分析指标。平均注视时间是整个句子的所有注视点的平均时间。阅读速度指的是阅读者在单位时间内阅读的字数,用句子的总字数除以总阅读时间。向右眼跳幅度指两个注视点之间的间隔长度(以汉字的个数表示)。眼跳的作用是为了改变注视点、使新的刺激置于中央凹视觉区,以便看得清楚。眼跳幅度的大小在一定程度上可以反映计划下一次眼跳位置的情况。

2.2 结果分析

数据的删除标准如下:(1)删除注视点异常少(少于 3 次)的句子;(2)删除注视时间大于 1200ms 和小于 80ms 的数据(闫国利等,2011);(3)对于平均注视时间、阅读速度及向右眼跳幅度三个指标,都分别删除 3 个标准差以外的数据。实验中所有被试回答判断问题的正确率均为 92% 以上,说明被试在实验过程中,认真阅读了句子。总共剔除无效数据占总数据的 8.1%。数据用 SPSS 软件进行统计处理。

大学生读者在阅读速度、平均注视时间、向右眼跳幅度三个指标上的平均值见表 1。

表 1 每种窗口条件下大学生各眼动指标的平均值

窗口条件	眼动指标		
	平均注视时间(毫秒)	阅读速度(字/分)	向右眼跳幅度(字数)
无预视	303.44(48.77)	162.58(60.35)	1.25(0.26)
R1	262.18(30.17)	242.93(77.51)	1.64(0.26)
R2	258.43(27.94)	248.34(73.97)	1.79(0.37)
L1R2	248.75(35.18)	272.57(67.39)	1.75(0.41)
整行	241.87(29.88)	264.05(84.42)	1.80(0.68)

注:括号内为标准差,以下同。

阅读知觉广度的确定参照了 Inhoff 等人的方法(1998),在三个指标上分别进行了配对样本  $t$  检验。根据研究的需要,共进行了三类比较。一是将最大窗口条件即 L1R2 条件和整行条件相比较,以确定本研究所设定的最大窗口是否有效;二是确定知觉广度的左侧范围,比较了 R2 与 L1R2 条件。如果阅读者从注视点左侧获得有用信息,那么 L1R2 条件下阅读应比 R2 条件下的阅读更顺畅,三是确定知觉广度的右侧范围,以 R2 条件为基准,分别与无预视、R1 条件相比较,和基准条件相等的最小右侧窗口的大小就是知觉广度的右侧范围。

表 2 大学生在各眼动指标上的比较结果

	眼动指标		
	平均注视时间	阅读速度	向右眼跳幅度
L1R2—整行	2.01	0.63	-0.60
无预视—R2	4.25**	-6.78**	-7.37**
R1—R2	0.76	-0.47	-2.79*
R2—L1R2	2.00	-2.34**	0.82

注: \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ ;表内数据为  $t$  值。

为了确定所设定的最大窗口条件是否有效,将最大窗口条件即 L1R2 条件和整行条件相比较。结果发现,在各指标上差异均不显著:平均注视时间  $t(38) = 2.01, p > 0.05$ ;阅读速度  $t(38) = 1.43, p > 0.05$ ;向右眼跳幅度  $t(38) = -0.60, p > 0.05$ ;即在研究所设定的最大窗口下阅读与在整行条件下阅读没有差异,说明在最大窗口下不影响阅读,所设定的最大窗口条件是有效的。在本研究中 L2R4 条件的阅读速度略快于整行(差异不显著),在 Haikio 的研究(2009)中也出现了类似情况。这可能是由于在有窗口的条件下,读者是在一种非自然的条件下进行阅读,窗口的移动会使读者有一种时间压力感。而在整行条件下,是在相对自然的条件下阅读,所以读者阅读时更加从容。

为确定知觉广度的左侧范围,比较了 R2 ~ L1R2。在 R2 ~ L1R2 的比较中,在平均注视时间和向右眼跳幅度上差异不显著,在阅读速度上差异显著:平均注

视时间  $t(38) = 2.00, p > 0.05$ ; 阅读速度  $t(38) = -2.34, p < 0.05, d = 0.76$ ; 向右眼跳幅度  $t(38) = 0.82, p > 0.05$ 。这表明阅读速度指标支持在阅读中注视词左侧大约 1 个词的空间影响阅读活动。

为确定知觉广度的右侧范围, 比较了无预视 ~ R2、R1 ~ R2。无预视 ~ R2 的比较在各指标上差异均显著: 平均注视时间  $t(38) = 4.25, p < 0.05, d = 1.37$ ; 阅读速度  $t(38) = -6.78, p < 0.05, d = -2.19$ ; 向右眼跳幅度  $t(38) = -7.37, p < 0.05, d = -2.39$ 。在 R1 与 R2 比较中, 在阅读速度、平均注视时间上差异不显著, 而在向右眼跳幅度上差异显著: 阅读速度  $t(38) = -0.47, p > 0.05$ , 向右眼跳幅度  $t(38) = -2.79, p < 0.05, d = 0.91$ , 平均注视时间  $t(38) = 0.76, p > 0.05$ 。结果表明, 平均注视时间和阅读速度支持注视词右侧 1 个词的空间, 而向右眼跳幅度支持注视词右侧 2 个词的空间。综合三个指标的结果, 可以发现, 大学生知觉广度的右侧范围为 1 到 2 个词的空间。

### 2.3 讨论

在实验一中我们根据汉语语言的特点以双字词为窗口呈现单位, 设置了 5 种窗口呈现条件, 来探测词窗口条件下大学生的知觉广度。从研究结果可以看出, 可视窗口的大小对大学生的一些眼动活动均有显著的观看限制效应。随着窗口的增大, 平均注视时间会变短, 阅读速度会加快, 而向右眼跳幅度也会变大。这与以往的研究结果 (McConkie & Rayner, 1975, Inhoff, 1998; 闫国利等, 2008, 2011, 2014) 是一致的。

从左侧范围的检验中发现阅读速度指标支持注视词左侧 1 个双字词的信息影响大学生的阅读活动, 而平均注视时间、向右眼跳幅度分析指标支持注视词左侧的信息并不影响大学生的阅读活动。从右侧范围的检验来看, 向右眼跳幅度指标支持右侧 2 个双字词的空间, 而阅读速度和平均注视时间指标则支持右侧一个双字词的空间。一般来讲, 不同的眼动分析指标反映了不同的内涵。如平均注视时间指标反映了读者对汉字精细加工的广度, 即在这个广度内, 读者可以获得较为精细的信息, 比如字义等信息。一般来讲, 平均注视时间所反映的知觉广度范围较小。在以往阅读知觉广度的研究中, 一些研究者都认为向右眼跳幅度是确定知觉广度的重要指标。Osaka 对于日语阅读的知觉广度研究 (1993) 中只参考了眼跳幅度的数据。在 McConkie 和 Rayner 等的研究 (1975) 中也把眼跳幅度作为重要指标。Inhoff 等 (1998) 也认为眼跳幅度指标相对清晰地估计了阅读中的知觉广度。实际上向右眼跳

幅度指标反映了对汉字进行较为粗略的加工的广度, 如读者计划眼跳时需要的信息 (Rayner, 1986, 2009; Häikiö, 2009), 即需要获取诸如正字法这样低级的知觉信息以确定着陆位置。读者获取语义信息的范围是很小的, 通常是在中央凹区域, 而获取字形信息的范围较大, 可以在副中央凹区域获取。因此, 眼跳幅度支持更大的知觉广度。因此, 向右眼跳幅度指标所反映的知觉广度范围不仅包括较为精细的信息 (字义、语音等), 也包括较为粗略的知觉信息 (如正字法信息等)。阅读速度指标反映的内涵更加丰富, 它所反映的广度范围更为综合。阅读速度指标与阅读时间是一个高相关的指标, 它即可以反映较为精细的加工, 与平均注视时间支持的知觉广度一致 (Rayner, 2009; Häikiö, 2009), 也可以反映计划眼跳时进行的加工, 与眼跳幅度一致 (Häikiö, 2009)。

因此, 综合以上分析结果, 可以推测词窗口条件下大学生知觉广度的范围为注视词左侧 1 个双字词及注视词右侧 1 到 2 个双字词的空间。

### 3 实验二 掩蔽范式下双字词句阅读的知觉广度

中央凹掩蔽范式 (foveal mask paradigm) 是随眼动变化范式的变式。掩蔽范式与移动窗口范式的文本呈现方式正好相反, 它是将读者的注视点周围的“窗口”内的内容或文本掩蔽, 而将窗口外的信息或文本正常显示。这种研究范式可以从另一角度验证有效视觉区的范围以及该区域内信息的重要性。掩蔽范式的实验逻辑是: 当中央凹视觉区域被掩蔽时, 读者仍然可以通过副中央凹视觉区进行阅读, 但是当中央凹和副中央凹视觉区域都被掩蔽时, 读者几乎无法进行阅读。当掩蔽范围大于读者获取信息的范围时, 正常阅读被破坏, 其眼动指标与正常阅读条件下存在显著差异; 相反, 当掩蔽范围小于读者获取信息的范围时, 对阅读造成的影响则比较小。总之, 当掩蔽窗口大小与读者获取有用信息范围一致时, 对文本加工的破坏性最大 (Rayner, 2004)。

Rayner 的研究 (Rayner, 1981) 曾经使用该范式对英文阅读知觉广度问题做了探讨。该研究选取有效阅读速度、平均注视时间、注视次数和向右眼跳幅度作为分析指标, 研究表明, 随着掩蔽窗口的增大, 阅读者的阅读速度变慢, 平均注视时间、注视次数随之增多, 而向右方向的眼跳幅度则随之变小, 且研究验证了以往通过移动窗口范式所探测的英文知觉广度的范围。目前在中文阅读知觉广度研究中, 尚很少研究使用掩蔽范式对此问题作以验证。

因此, 本研究在实验二中采用中央凹掩蔽范式, 以双字词为呈现单元, 探讨中文阅读的知觉广度范

围。对实验一的结果做进一步的验证。

3.1 研究方法

3.1.1 被试

选取在校大学生 24 名(男 11 名,女 13 名),年龄在 19~22 周岁之间(平均年龄为 21.6),以汉语为母语,裸眼视力或矫正视力正常。实验前向被试介绍实验流程并签署知情同意书,实验后付给被试一定的被试费用。该实验事先通过了所在学校的科研伦理委员会的申请。

3.1.2 实验材料

同实验一。

3.1.3 实验设计

实验采用单因素设计。自变量为掩蔽窗口的大小,共 6 个水平(具体见图 3)。分别为 R0 条件、R1 条件、R2 条件、R3 条件、L1R3 条件和整行条件。分别指掩蔽窗口大小为注视词、注视词及右侧一个双字词、注视词及右侧两个双字词、注视词左侧一个双字词到右侧两个双字词及句子整行呈现。

老师告诉\*\*应该学会自己整理书包。(R0 条件)  
\*  
老师告诉\*\*\*学会自己整理书包。(R1 条件)  
\*  
老师告诉\*\*\*\*自己整理书包。(R2 条件)  
\*  
老师告诉\*\*\*\*\*整理书包。(R3 条件)  
\*  
老师\*\*\*\*\*整理书包。(L1R3 条件)  
\*  
老师告诉我们应该学会自己整理书包。(整行条件)  
\*

图 2 设置 6 种掩蔽窗口条件举例(注:星号代表注视点的位置,右侧一列表示相应的掩蔽窗口条件)

3.1.4 实验材料的呈现

实验中每种窗口条件下有连续的 10 个句子,前 2 句为练习句,后 8 句为正式实验句。24 名被试在每种观看顺序下各有 4 名。

3.1.5 实验仪器

同实验一。

3.1.6 实验程序

实验对被试个别施测,为保持眼动数据记录的准确性,在实验过程中使用下颌托以减少实验中被试的头部运动。首先进行校准,成功校准后开始实验。单个句子呈现前,屏幕左边出现一个黑点,其作用是确认眼球记录的正确性。被试盯准黑点,按键后黑点消失,同时句子出现。每个句子呈现的时间由被试自己控制。被试认为已经理解,可主动按键结束。实验中要求被试对每个阅读的句子进行复述。来考察被试是否能够理解句子含义。实验大约需要 50 分钟。

3.1.7 分析指标

结合以往的文献(Rayner et al.,1981;Rayner et al.,1979;Häikiö et al.,2009),分析指标选取了平均注视时间、注视次数和有效阅读速度、注视次数和向右眼跳幅度四个指标。有效阅读速度是指阅读者在单位时间内有效阅读的字数,用句子的总字数除以总阅读时间,再乘以读者正确复述句子的百分比。有效阅读速度是结合了读者的阅读速度和正确复述的百分比两个指标。它反映了读者有效的阅读的速率。由于读者在掩蔽范式下阅读并不是每种条件下都能获得百分之百的信息,甚至有些掩蔽条件下读者获得的信息很少,因此,在掩蔽范式下应用有效速度指标更为合适。注视次数是指被试阅读句子时注视点的数量,它是在掩蔽范式中较为敏感的指标。其它两个指标同实验一。

3.2 结果分析

数据删除的标准同实验二。总共剔除无效数据占总数据的 9.7%。数据用 SPSS 软件进行统计处理。

3.2.1 每种窗口条件下各眼动指标的平均值

分析在有效阅读速度、平均注视时间、注视次数和向右眼跳幅度四个指标上的平均值。

表 3 各种掩蔽条件在四个眼动指标上的平均值

窗口条件	眼动指标			
	有效阅读速度(字/分)	平均注视时间(毫秒)	注视次数(次)	向右眼跳幅度(字数)
整行	299.68(113.28)	246.87(32.17)	13.26(4.51)	1.57(0.32)
无预视	182.24(54.25)	263.27(35.65)	15.80(5.66)	1.80(0.39)
R1	40.62(20.76)	297.41(59.19)	28.62(9.79)	2.27(0.54)
R2	18.21(6.89)	301.75(49.94)	39.46(11.37)	3.07(0.78)
R3	15.80(6.03)	304.35(45.94)	38.53(19.30)	3.14(0.72)
L1R3	3.25(1.37)	299.01(55.55)	68.72(30.20)	3.62(0.97)

在四个眼动指标上对掩蔽条件进行单因素方差分析,结果表明,在平均注视时间指标上差异显著,

$F(5, 115) = 9.31, p < 0.01, \eta^2 = 0.29$ ; 在有效阅读速度指标上差异显著,  $F(5, 115) = 146.98, p < 0.01, \eta^2 = 0.87$ ; 在注视次数指标上差异显著,  $F(5, 115) = 49.02, p < 0.01, \eta^2 = 0.68$ ; 在向右眼跳幅度指标上差异显著,  $F(5, 115) = 82.67, p < 0.01, \eta^2 = 0.78$ 。这表明随着掩蔽窗口的增大, 有效阅读速度逐渐变慢, 平均注视时间逐渐变长, 注视次数逐渐增多, 而向右眼跳幅度逐渐增大。

### 3.2.2 双字词句阅读知觉广度的分析

同实验一类似, 阅读知觉广度的确定通过两类

表4 在各眼动指标上的比较结果(表内数据为  $t$  值)

	眼动指标			
	有效阅读速度	平均注视时间	注视次数	向右眼跳幅度
R3 ~ L1R3	11.29**	0.35	-4.69**	-2.89**
无预视 ~ R3	14.80**	-3.65**	-5.94**	-11.94**
R1 ~ R3	5.70**	-0.49	-2.37*	-7.52**
R2 ~ R3	1.65	-0.19	0.28	-0.74

注: \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ 。

为验证知觉广度的左侧范围, 比较了 R3 ~ L1R3。R3 ~ L1R3 两种条件的比较发现, 在有效阅读速度、注视次数和向右眼跳幅度三个指标上差异均显著, 而在平均注视时间上不显著: 有效阅读速度  $t(46) = 11.29, p < 0.01, d = 3.33$ ; 平均注视时间  $t(46) = 0.35, p > 0.05$ ; 注视次数  $t(46) = -4.69, p < 0.01, d = -1.38$ ; 向右眼跳幅度  $t(46) = -2.89, p < 0.01, d = -0.85$ 。结果表明, 有效阅读速度、注视次数和向右眼跳幅度均支持注视词左侧 1 个双字词的空间影响阅读。

为验证知觉广度的右侧范围, 比较了无预视—R3、R1—R3 以及 R2—R3。无预视条件与 R3 条件的比较在四个分析指标上均显著: 有效阅读速度  $t(46) = -14.80, p < 0.01, d = -4.36$ ; 平均注视时间  $t(46) = -3.65, p < 0.01, d = -1.08$ ; 注视次数  $t(46) = -5.94, p < 0.01, d = -1.75$ ; 向右眼跳幅度  $t(46) = -11.94, p < 0.01, d = -3.52$ 。R1 与 R3 的比较均在有效阅读速度、注视次数和向右眼跳幅度指标上差异显著, 而在平均注视时间上差异不显著: 有效阅读速度  $t(46) = 5.70, p < 0.01, d = 1.68$ ; 平均注视时间  $t(46) = -0.49, p > 0.05$ ; 注视次数  $t(46) = -2.37, p < 0.01, d = -0.70$ ; 向右眼跳幅度  $t(46) = -7.52, p < 0.01, d = -2.12$ 。在 R2 与 R3 比较中, 在有效阅读速度、平均注视时间、注视次数和向右眼跳幅度四个指标上差异均不显著: 有效阅读速度  $t(46) = 1.65, p > 0.05$ , 平均注视时间  $t(46) = -0.19, p > 0.05$ ; 注视次数  $t(46) = 0.28, p > 0.05$ ; 向右眼跳幅度  $t(46) = -0.74, p > 0.05$ 。结

果表明, 平均注视时间支持注视词右侧 1 个词的空间影响阅读, 而阅读速度和向右眼跳幅度支持注视词右侧 2 个词的空间影响阅读。综合三个指标的结果, 可以发现, 大学生知觉广度的右侧范围为 1—2 个双字词的空间。

采用配对样本  $t$  检验, 对大学生在有效阅读速度、平均注视时间、注视次数及向右眼跳幅度四个指标上进行了统计比较, 结果见表 4。

果表明, 平均注视时间支持注视词右侧 1 个词的空间影响阅读, 而阅读速度和向右眼跳幅度支持注视词右侧 2 个词的空间影响阅读。综合三个指标的结果, 可以发现, 大学生知觉广度的右侧范围为 1—2 个双字词的空间。

### 3.3 讨论

实验二使用较简单的以双字词组成的句子材料, 以双字词为掩蔽单元, 采用中央凹掩蔽范式对实验一的结果做了进一步的验证, 并得到了较为一致的结果。实验二与实验一相同, 以双字词为掩蔽单元条件下掩蔽窗口的大小对大学生的眼动活动有显著的影响(即掩蔽窗口设置的大小影响阅读, 掩蔽窗口越大, 阅读所受的干扰越大), 如随着掩蔽窗口的增大, 有效阅读速度会下降, 平均注视时间会变长, 注视次数会逐渐增多, 而向右眼跳幅度逐渐增大。这与以往的研究结果是一致的(Rayner et al., 1981; Rayner et al., 1979; Inhoff, 1998; 闫国利, 2007)。

从左侧范围的检验中发现有效阅读速度、注视次数和向右眼跳幅度 3 个指标支持注视词左侧 1 个双字词的信息影响大学生的阅读活动, 而平均注视时间指标支持注视词左侧的信息不影响读者的阅读。而从右侧范围的检验来看, 有效阅读速度、注视次数和向右眼跳幅度指标支持右侧 2 个双字词的空间, 而平均注视时间指标则支持注视词右侧 1 个双字词的空间。

### 4 总讨论

本研究通过移动窗口范式和中央凹掩蔽范式,

采用双字词为呈现或掩蔽单元对读者的中文阅读知觉广度问题进行了探讨。无论是随眼动变化范式还是掩蔽范式,所设定的窗口的大小对阅读者的眼动活动有显著的影响。当使用移动窗口范式时,随着可视窗口的增大,阅读者的阅读速度变快,平均注视时间、注视次数随之减少,向右方向的眼跳幅度则随之增大,这在以往的研究中得到了广泛的证实(Inhoff, 1998; Rayner, 1986; Häikiö, 2008; Rayner, 2009);而在中央凹掩蔽范式中,随着掩蔽窗口的增大,阅读者的阅读速度变慢,平均注视时间、注视次数随之增多,而向右方向的眼跳幅度则随之变小,这种效应也与以往的研究相一致(Rayner, 1981)。

总体来讲,两个实验的结果所反映的知觉广度范围趋于一致,但在一些指标上也出现了不同。从广度左侧范围来看,阅读速度指标在两个实验中较为一致的支持左侧1个双字词左右的空间影响阅读活动,而向右眼跳幅度指标则在两个实验中并不一致,在掩蔽范式中,向右眼跳幅度支持左侧1个双字词的信息产生影响,而在移动窗口范式中则没有体现。在广度的右侧范围的检验中,阅读速度指标在移动窗口范式和掩蔽范式中支持的知觉广度右侧范围并不一致。这可能与范式本身的特点有关,在掩蔽范式中,由于中央凹大量的信息被掩蔽,读者在阅读中出现困难,因此在获得信息的方式上发生了很大的变化,阅读也变得与正常阅读极为不同。但总的来讲实验一和实验二的研究结果是一致的,两个实验均反映了在以双字词为呈现单元时,中文阅读知觉广度的范围为注视词左侧1个词的空间到注视词右侧1到2个双字词的空间。

此外,本研究的一个较为重要的贡献就是提出了特定眼动范式下汉语阅读过程中的语义完整性的观点。既往的汉语阅读研究中,单字词作为基本视觉呈现单元的情况下,有可能出现阅读过程中的语义不完整情况。举例来看,Inhoff等(1998)以单字作为基本知觉呈现单元的研究中,R1条件显著较无预试条件更为流畅,研究者对此结果的解释为观看限制效应,但造成这种加工效率差异的另外一个可能性则是无预试情况的语义完整性被破坏。根据这一情况,本研究有针对性的以双字词作为基本的视觉呈现单元,保证眼动追踪过程中阅读的语义完整性。本研究在将汉语阅读中呈现单元为双字词时的结果与既往呈现单元为单字词时的研究结果进行比较时,发现:以往的汉语知觉广度研究中,探测到的大学生中文阅读知觉广度的范围为注视点左侧1个汉字的空间到注视点右侧2到3个汉字的空间;而本研究中以双字词为呈现单元时,中文阅读知觉广

度的范围为注视词左侧1个双字词的空间到注视词右侧1到2个双字词的空间。从知觉范围上来看,本研究的结果显示了更大的知觉范围。这可能是因为,在本研究中,以双字词为知觉呈现单元,在一定程度上保持了呈现单元语义的完整性,相对减少了阅读者的无效预视,也减少了因阅读过程中语义不完整而带来的干扰信息,从而更有利于阅读者在一次注视中获取更多的有效信息。

语义完整性是上述结果间差异的主要原因。当然,还有许多其他影响因素在起作用,如实验范式的选取,主要技术手段,被试选择,材料选取等等。因此,在未来的研究中,希望能在控制上述额外变量的前提下,将单字词和双字词作为基本视觉呈现单元的两种实验条件放在同一个研究中,进一步探讨该范式下语义完整性对于汉语阅读知觉广度的影响。

## 5 结论

在汉语阅读过程中,以双字词为基本的视觉呈现单元,较单字为基本呈现单元的情况,更好地保证了阅读中语义的完整性,从而获得了更大的知觉范围。

## 参考文献

- 李兴珊,刘萍萍,马国杰.(2011). 中文阅读中词切分的认知机理述评. *心理科学进展*, 19(4), 459-470.
- 王穗苹,佟秀红,杨锦绵,冷英.(2009). 中文句子阅读中语义信息对眼动预视效应的影响. *心理学报*, 41(3), 220-232.
- 熊建萍,闫国利,白学军.(2007). 高中二年级学生中文阅读知觉广度的眼动研究. *心理与行为研究*, 15(5), 60-64.
- 闫国利,白学军.(2007). 汉语阅读的眼动研究. *心理与行为研究*, 5(3), 229-234.
- 闫国利,王丽红,巫金根,白学军.(2011). 不同年级学生阅读知觉广度及预视效益的眼动研究. *心理学报*, 43(3), 289-295.
- 闫国利,伏干,白学军.(2008). 不同难度阅读材料对阅读知觉广度影响的眼动研究. *心理科学*, 31(6), 1287-1290.
- 闫国利,孙莎莎,张巧明,白学军.(2014). 自然阅读与校对阅读的知觉广度研究. *心理科学*, 37(2), 298-302.
- Bai, X., Yan, G., Simon, P., et al. (2008). Reading spaced and unspaced Chinese text: Evidence from eye movement. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34(5), 1277-1287.
- Chen, H.-C., & Tang, C. (1998). The effective visual field in reading Chinese. *Reading and Writing*, 10, 245-254.
- Häikiö, T., Bertram, R., Hyönä, J., & Niemi, P. (2009). Development of the letter identity span in reading: Evidence from the eye movement moving window paradigm. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102(2), 167-181.

- Inhoff, A. W. , & Liu, W. (1997). The perceptual span during the reading of Chinese text. In H. - C. Chen (Ed. ) , *Cognitive processing of Chinese and related Asian languages* ( pp. 243 - 266 ). Hong Kong: Chinese University of Hong Kong Press.
- Inhoff, A. W. , & Liu, W. (1998). The perceptual span and oculomotor activity during the reading of Chinese sentences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 20 - 34.
- Li, X. , Rayner, K. , & Cave, K. (2009). On the segmentation of Chinese words during reading. *Cognitive Psychology*, 58, 525 - 552.
- McConkie, G. W. , & Rayner, K. (1975). The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception & Psychophysics*, 17, 578 - 586.
- Osaka, N. (1993). Asymmetry of the effective visual field in vertical reading as measured with a moving window. In G. D' Ydewalle & J. Van Rensbergen (Eds. ) , *Perception and cognition: Advances in eye movement research* ( pp. 275 - 283 ). Amsterdam: North Holland.
- Rayner, K. (1975). The perceptual span and peripheral cues in reading. *Cognitive Psychology*, 7, 65 - 81.
- Rayner, K. , & Bertera, J. H. (1979). Reading without a fovea. *Science*, 206, 468 - 469.
- Rayner, K. , Inhoff, A. W. , Morrison, R. , Slowiaczek, M. L. , & Bertera, J. H. (1981). Masking of foveal and parafoveal vision during eye fixations in reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 167 - 179.
- Rayner, K. (1986). Eye movements and the perceptual span in beginning and skilled readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 41, 211 - 236.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bull*, 124(3) , 372 - 422.
- Rayner, K. , Li, X. , & Pollatsek, A. (2007). Extending the E - Z Reader model to Chinese reading. *Cognitive Science*, 31, 1021 - 1033.
- Rayner, K. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(8) , 1457 - 1506.
- Yang, J. , Wang, S. , Tong, X. , & Rayner, K. (2012). Semantic and plausibility effects on preview benefit during eye fixations in Chinese reading. *Reading and Writing*, 25(5) , 1031 - 1052.

## The Perceptual Span for Two - character Compound - word Sentence in Chinese: An Eye Movement Study

Wang Lihong<sup>1</sup>, Yan Guoli<sup>2</sup>

(1. Faculty of Education, Tianjin Normal University, Tianjin 300381;

2. Faculty of Psychology, Tianjin Normal University, Tianjin 300381)

**Abstract:** How much information can be acquired during a fixation in reading is one of the most fundamental issues of eye movement control in reading. This refers to the perceptual span, which is the size of effective vision during a fixation in reading. In order to ensure the semantic integrity of visual presentation materials, the present research was conducted by using the moving window paradigm and fovea - masking paradigm to examine the size of the perceptual span during the reading of two - character compound - word Sentence in Chinese. Sixty - four sentences were selected as materials in two experiments. Twenty college students' eye movements were recorded with a SR Research Eyelink eye tracker and 5 viewing conditions (R0, R1, R2, L1R2 and whole line) were set to examine the perceptual span of college students during the reading of two - character Sentence in Chinese In experiment 1. Similarly, 24 college students' eye movements were recorded with a SR Research Eyelink eye tracker and 6 masking conditions (R0, R1, R2, R3, L1R3 and whole line) were set to verify the perceptual span of college students during the reading of two - character Sentence in Chinese In experiment 2. Two experiments are consistently support that the perceptual span of the undergraduate students in reading two - character Sentence in Chinese extended from one word to its left to one word or two words to its right. The results show that in Chinese reading process, the two - character compound - word as the basic visual presentation unit design better ensure the integrity of the reading semantics, thus gaining a greater range of perception. as compared to character as the basic unit of the present situation.

**Key words:** perceptual span; semantic integrity; the eye movement contingent display change technique; foveal masking paradigm; masking material