

# 阅读知觉广度眼动研究述评\*

闫国利 巫金根 臧传丽 白学军

(天津师范大学 心理与行为研究院,天津 300074)

**摘要:**文章述评了测量阅读知觉广度的实验范式,并对阅读知觉广度的研究成果以及影响阅读知觉广度大小的因素进行小结,最后对国内研究阅读知觉广度需要注意的问题进行了讨论。

**关键词:**阅读知觉广度;呈现随眼动变化技术;眼动

**中图分类号:**B842.5

**文献标识码:**A

**文章编号:**1003-5184(2010)02-0023-06

阅读知觉广度(perceptual span)是指读者在阅读过程中每次注视能获得有用信息的范围。阅读知觉广度是阅读研究中的基本问题之一,也是阅读心理学家一直探讨的问题。文章对测量阅读知觉广度的实验范式和影响阅读知觉广度大小的各种因素进行述评,并对国内阅读知觉广度的研究需要注意的问题进行了讨论。

## 1 测量阅读知觉广度的方法

### 1.1 早期的测量方法

最初研究者用速示法和原始“窗口”技术来测量阅读知觉广度。速示法就是用速示器在极短的时间内快速呈现一个句子,要求读者报告所看到的一切。原始“窗口”技术就是在被掩蔽的文章上,移动一个可控制的“窗口”,“窗口”内呈现文字让读者阅读<sup>[1]</sup>,或者让读者固定注视某一窗口,而文章则在窗口内从右到左移动<sup>[2,3]</sup>。通过变化“窗口”的大小和移动速度来控制读者获得的信息范围,从而测出阅读知觉广度。

但是读者在这两种测量方法下阅读都无法进行回视,而回视是阅读的重要活动,因此读者正常的眼动受到限制,与自然阅读过程相差甚远,直接影响阅读知觉广度大小。于是有人直接在正常的默读情境下,记录读者在阅读中的眼动,然后用单词数除以阅读这些单词所用的注视次数,计算出平均每次注视所看到的字母数就是阅读知觉广度<sup>[4]</sup>。虽然该方法不会影响读者的正常阅读过程,但是其核心假设认为一个单词只被注视一次。这与读者在实际阅读中存在回视以及对一些字词注视多次等现象不符合,因此该方法得出的结论也不正确。

### 1.2 呈现随眼动变化技术

1975年,McConkie和Rayner开发出著名的“呈现随眼动变化技术”(eye-movement-contingent display changes technique)<sup>[5]</sup>。该技术可以根据眼动的位置来相应的改变屏幕上呈现内容的变化。基于该技术,研究者开发出了测量阅读知觉广度三种研究范式:移动窗口范式(moving window paradigm)、移动掩蔽范式(moving mask paradigm)和边界范式(boundary paradigm),并且已得到研究者的广泛承认和普遍采用。

#### 1.2.1 移动窗口范式

移动窗口范式是当前测量阅读知觉广度最常用的研究范式。该范式中的窗口是指注视点周围的特定视觉区域。读者眼睛每次移动,在其注视点周围将呈现一个正常的文本区域,形成一个“窗口”。窗口内的文本是正常显现,而窗口外的文本用随机字母或其它无关文字、符号(比如“×”)代替<sup>[5]</sup>。因此读者看到哪儿,在哪里就有一特定窗口内的文本可读,如图1所示。

在该范式中,实验者通过变化窗口的大小来控制读者每次注视可获得的信息范围。当窗口大到能使读者获取全部有用的信息范围时,阅读的各项眼动指标就与正常阅读时的眼动指标没有差异;相反,当窗口太小,读者获取信息的范围受到限制,其各项眼动指标就会与正常阅读的眼动指标存在显著差异<sup>[6]</sup>。

#### 1.2.2 移动掩蔽范式

在移动掩蔽范式下,读者注视到哪个位置,该位置的文本就被随机字母或其它无关文字、符号(比如“×”)掩蔽<sup>[7]</sup>。代替目标字的字或非字的也就是掩

\* 基金项目:教育部人文社会科学重点研究基地项目(2009JJDXX005),教育部新世纪优秀人才项目(NCET-06-0254),国家自然科学基金基金项目(30870781)。

蔽刺激,见图 2。

- a)语文老师正在讲解容易读错的字词。 [原句]  
 b)语文老师××××××××××。 [第一次注视]  
 \*  
 c)××××正在讲解××××××××。 [第二次注视]  
 \*  
 d)××××××××容易读错××××。 [第三次注视]  
 \*

图 1 移动窗口范式示意图

注:\*表示读者阅读句子时的注视点,下同。窗口为注视点左侧一个汉字和右侧两个汉字,共四个字。

- a)语文老师正在讲解容易读错的单词。 [原句]  
 b)××××正在讲解容易读错的字词。 [第一次注视]  
 \*  
 c)语文老师××××容易读错的字词。 [第二次注视]  
 \*  
 d)语文老师正在讲解××××的字词。 [第三次注视]  
 \*

图 2 移动掩蔽范式示意图

注:掩蔽范围为注视点左侧一个汉字和右侧两个汉字,共四个字。

Rayner 等人<sup>[7,8]</sup>采用移动掩蔽范式发现,当掩蔽中央窝和部分副中央窝信息(即注视点周围的 11~17 个字符)时,阅读几乎无法进行,读者只知道有一些单词存在或知道有一些字母串,但无法说出它们是什么。掩蔽范围和阅读知觉广度大小相当,因此该范式从相反的角度验证了阅读知觉广度和在阅读知觉广度范围内信息的重要性。

### 1.2.3 边界范式

在边界范式中,首先在句子中确定一个目标字,然后在目标位置的左侧设定一个边界位置(在文本中是不可见的)。当读者开始阅读句子时,目标位置处呈现的是一个预视字。当读者的眼跳经过这个边界位置时,预视字在瞬间内被目标字所代替<sup>[9]</sup>,见图 3。

- a)语文老师正在讲解容易读错的字词。 [正常句子]  
 b)语文老师正在讲解容 | 易续错的字词。 [当前注视点]  
 \*  
 c)语文老师正在讲解容 | 易读错的字词。 [越过边界之后]  
 \*

图 3 边界范式示意图

注:“|”表示边界位置,读者在实验过程中是无法看到的。“续”为预视单词,与目标词“读”形似。

如图所示,当读者的注视点越过边界时,目标字“读”替代了预视字“续”。如果副中央窝已对预视字的信息进行了加工,那么当读者看到的目标字信息与先前预视得到的信息不一致时,就会在目标字的注视上表现出来。通过变化与目标字不同关联的预视字,如形似预视字“续”、同音预视字“独”,记录其眼动变化,人们可以考察在阅读知觉广度范围内,副中央窝处能提取信息的类型(如字的音、形、义等信息)。

## 2 阅读知觉广度的研究

### 2.1 不同语言的阅读知觉广度研究

McConkie 和 Rayner<sup>[5]</sup>对英语阅读知觉广度进行了研究。实验使用移动窗口范式,窗口大小分别设定为:13、17、21、25、31、37、45 和 100 个字符空间,并且注视点左右的窗口大小是对称的。结果发现,缩小可视窗口的范围对阅读速度有实质性的影响,但对读者理解文章回答问题没有影响。Rayner 和 Bertera<sup>[7]</sup>的

另一项研究也发现窗口大小的变化对阅读理解没有太大影响,除非窗口缩小到只有一个字母的空间,会严重影响阅读理解。他们的研究发现阅读知觉广度是 30 个字符空间,并得到随后的实验研究的验证<sup>[8,10]</sup>。国外对阅读知觉广度进行了一系列研究后,得出比较一致的结论,对于母语是拼音文字(如英语、法语和荷兰语)的读者来说,阅读知觉广度范围为注视点右侧约 14~15 个字符空间,左侧约 3~4 个字符空间;阅读知觉广度是不对称的<sup>[11]</sup>。

Osaka<sup>[12,13]</sup>对日语阅读的研究发现,由日语汉字(表意)和平假名(表音)构成的文本阅读知觉广度大于仅由平假名构成的文本阅读知觉广度。由日语汉字和平假名共同构成的文本(这是标准的日语文本)的阅读知觉广度为注视点右侧 7 个字符空间,而对于仅由平假名构成的文本的阅读知觉广度为注视点右侧 5 个字符空间。Osaka 和 Oda<sup>[14]</sup>的研究发现:读者在阅读垂直方向的日语文本时,阅读知觉广度为 5~6 个字符空间,Osaka<sup>[15]</sup>随后的研究发现,水平阅读

和垂直阅读的阅读知觉广度都是不对称的。

## 2.2 中文阅读知觉广度的研究

汉字是世界上最古老的文字之一,也是世界上使用人口最多的语言,因此对中文阅读知觉广度的研究也引起了研究者的兴趣。Tsai 和 McConkie<sup>[16]</sup>的研究表明,汉字的阅读知觉广度是从被注视的汉字左侧一个汉字到右侧二个汉字;Inhoff 和 Liu<sup>[17]</sup>的研究得出的结果大约是从被注视汉字左侧一个汉字到右侧三个汉字之间;Chen 和 Tang<sup>[18]</sup>的研究表明,汉字的阅读知觉广度为被注视的汉字及右侧两个汉字;Tsai<sup>[19]</sup>等人的研究结果是从被注视汉字左侧一个汉字到右侧四个汉字之间;闫国利等人的研究结果表明,高中二年级学生的阅读知觉广度大约为注视点左侧一个或两个汉字到注视点右侧三个或四个汉字的空间<sup>[20]</sup>;小学五年级学生的阅读知觉广度是注视点左侧一个汉字到注视点右侧两个或三个汉字的空间<sup>[21]</sup>。不同研究者所得出的中文阅读知觉广度大小见表 1。

表 1 不同研究者所得出的中文阅读知觉广度

研究者	阅读知觉广度大小		
	实验被试	注视点左侧(个数)	注视点右侧(个数)
Tsai 和 McConkie(1995)	台湾地区学生	1	2
Inhoff 和 Liu(1998)	留美中国学生	1	3
陈焯之等人(1998)	香港地区学生	0	2
Tsai 等人(2000)	台湾地区学生	1	4
熊建萍等人(2007)	高中二年级学生	1 到 2	3 到 4
闫国利等人(2008)	小学五年级学生	1	2 到 3

以上总结可以看出,中文阅读知觉广度是不对称的,但不同研究者得出的结果不一致。闫国利和白学军<sup>[22]</sup>认为其原因有:1)实验使用的材料难度不尽相同;2)实验使用的被试不同;3)研究技术不同,有的研究使用的是移动窗口技术<sup>[16,17,20,21]</sup>,有的是自定速度的移动窗口技术(self-paced moving window technique)<sup>[18]</sup>。此外,研究者选择测量阅读知觉广度的眼动指标不同也是使得研究结果不一致的原因,如有研究者采用回视概率<sup>[17]</sup>,而也有实验研究采用其他指标<sup>[20,21]</sup>。由于不同眼动指标的认知加工含义不尽相同,所以选择不同的指标直接影响实验结果。

## 2.3 阅读知觉广度的不对称性

读者注视点两边的阅读知觉广度是否对称,如果是不对称的,读者从注视点哪一侧获得的信息更多? McConkie 和 Rayner<sup>[23]</sup>通过改变注视点左右的字母数对此问题进行研

究,结果发现注视点左侧 4 个字符空间和右侧 14 个字符空间的窗口与注视点左右两侧均为 14 个字符空间的窗口下的阅读没有差异,而注视点右侧 4 个字符空间和左侧 14 个字符空间的窗口的阅读活动却受到了显著的影响。说明注视点右边的阅读知觉广度大于左边的阅读知觉范围,阅读知觉广度左右两侧是不对称的。其他语言的研究也发现了阅读知觉广度的不对称性。Pollatsek 等人<sup>[24]</sup>对以色列人阅读从右到左排版的希伯来语的阅读知觉广度时,发现了一种有趣的现象。当阅读希伯来语时,读者的阅读知觉广度的左侧范围大于右侧;但是在阅读英文时,其阅读知觉广度的右侧范围大于左侧。可见阅读知觉广度的不对称性与文字的排版方向有关。

## 3 影响阅读知觉广度的因素

### 3.1 年龄和阅读能力

Rayner的研究发现初学阅读者的阅读知觉广度大约为注视点右侧11个字符空间,熟练阅读者(大学生)的阅读知觉广度约为注视点右侧14~15个字符空间<sup>[25]</sup>。最近有人对芬兰语研究表明,8岁的芬兰儿童字母识别广度大概为注视点右侧5个字母,10岁的儿童大概是7个字母,而12岁和成人读者则为9个字母<sup>[26]</sup>。在不同年龄组里面,阅读速度快的读者比慢的读者的字母识别广度更大,表明阅读快的读者不像阅读慢的读者那样,将大部分的加工资源集中在中央窝注视词<sup>[26]</sup>。这些研究给人们一个整体的认识,年龄和阅读能力直接影响阅读知觉广度,会随着年龄的增长和阅读能力的提高而增大。

### 3.2 阅读材料难度

在Rayner的一个实验中,让小学四年级学生和大学生阅读两种句子,其中一种符合小学生阅读水平的句子;另一种是适合大学生阅读的句子。发现句子难度影响知觉广度大小。当句子难度较大时,读者需要更多的注意加工落在中央窝区域的单词,使其阅读知觉广度变小<sup>[25]</sup>。闫国利等人考察了大学生阅读难易中文句子的阅读知觉广度,发现阅读容易材料时的阅读知觉广度为5个字,而难材料是3~5个字<sup>[27]</sup>。这些研究都有力的说明材料难度对阅读知觉广度有重要的影响。

### 3.3 工作记忆容量

工作记忆对阅读知觉广度有重要作用<sup>[28]</sup>。Kennison和Clifton考察了工作记忆容量是否会影响到中央窝预视效应<sup>[29]</sup>。结果表明,虽然读者的工作记忆并没有显著地影响到中央窝预视效应,然而实验发现阅读知觉广度小的读者与阅读知觉广度大的读者相比较,他们在预视词和目标词上,需要更多的阅读时间和凝视时间,阅读更困难。Osaka和Osaka<sup>[30]</sup>考察了不同工作记忆的读者阅读日文的阅读知觉广度。结果表明,与低工作记忆容量的读者相比较,高工作记忆容量的读者在窗口小于阅读知觉广度条件下阅读时间短,注视时间更少,理解率更高。关善玲和闫国利<sup>[31]</sup>考察了不同工作记忆容量读者在不同移动窗口大小下的阅读情况,结果表明与低工作记忆容量读者相比,高工作记忆容量读者能够更好地整合文章信息,进行更有效的阅读。

## 4 小结与展望

根据以上的介绍,今后国内阅读知觉广度的研究需要注意以下几个问题。

### 4.1 影响阅读知觉广度因素的问题

目前,虽然对影响阅读知觉广度的一些因素进行了研究,但是,影响阅读的因素很多,如被试的选择,如特殊群体(如聋哑人、语文学优生和学困生等)的阅读知觉广度等,这些问题都值得去深入探讨。

### 4.2 阅读知觉广度范围内获取行间信息的问题

阅读知觉广度范围的另外一个非常重要的问题就是读者是否能从当前阅读行的下一行获得信息。有研究者通过

让读者阅读来自目标段落的一行,但是忽视一个干扰行(来自一个相关的段落),同时记录眼动<sup>[11]</sup>。结果表明,他们能够从当前阅读行的下一行中获得信息。但是,读者不能够从下一行中获得语义信息。Pollatsek等人用移动窗口范式对该问题作了进一步探讨,得出同样的结论<sup>[11]</sup>。在英语阅读中发现读者能够从下一行获取一些信息,但是中文阅读的情况是如何,还有待进一步进行研究。

### 4.3 中文阅读知觉广度的单位问题

国外英语阅读知觉广度窗口大小是用字母为单位的。那么中文阅读知觉广度窗口大小的单位应该是字还是词?而目前的研究均是以字为单位的<sup>[16-21]</sup>。但是,这种做法是否合适是值得商榷的。双字词在汉语词汇中占总词数的80%以上,并且在汉语的词汇与句子构成中出现的频率高于其他的多字词或单字。在阅读中人们通常会由双字词的首字词而联想到整词。目前,越来越多中文眼动研究发现了词效应,如Yan等人研究发现,中文阅读者对高频词的注视时间比低频词短;对高频词的跳读率显著大于低频词<sup>[32]</sup>;Rayner等人的实验发现中文阅读者对低预期词的注视时间显著长于高预期词,对高预期词的跳读率显著大于低预期词<sup>[33]</sup>;Bai和Yan等人考察了词切分对阅读绩效的影响,发现词的切分没有促进阅读,但是对阅读也未产生任何程度上的干扰,但是字切分和非字切分的影响阅读,表明汉语阅读的基本单位是词,而不是单个的字<sup>[34]</sup>。最近Rayner等人人在E-Z读者模型的背景下模拟了中文阅读者的眼动行为,在建模工作中发现词是中文阅读的分析单位<sup>[35]</sup>。这些研究表明中文阅读者的阅读是以词为基础进行的而不是单字。那么阅读知觉广度时是以字为单位,还是以词为单位更合理?如果以词为单位,操作起来又十分困难。因为中文中有单字、双字词和三字词等。因此,这是值得去深入探讨的问题。

### 4.4 第二语言阅读知觉广度的问题

最近,闫国利等人<sup>[36]</sup>对国内大学生阅读英文材料的阅读知觉广度进行了研究。结果表明大学生英语阅读知觉广度是注视点右侧8个字符的空间,与母语读者比较起来,第二语言读者的阅读知觉广度更小。该结果也启示研究者需要深入了解第二语言阅读过程中的眼动特点和认知加工水平,揭示第二语言阅读过程的本质,为第二语言教学的改革提供更多的心理学依据。

阅读知觉广度的研究不仅能确定读者获得信息的范围与能力,而且对当前阅读理论模型的构建以及增加对阅读基础知识的了解有重要的作用,因此是一个值得深入探讨的问题。

### 参考文献

- 1 Poulton E C. Peripheral vision, refractoriness and eye movements in fast oral reading. *British Journal of Psychology*, 1962, 53: 409-419.
- 2 Newman E B. Speed of reading when the span of letters is restricted. *American Journal of Psychology*, 1966, 79: 272

- 278.
- 3 Bouma H, De Voogd A H. On the control of eye saccades in reading. *Vision Research*, 1974, 14: 273—284.
- 4 Taylor S E. Eye movements while reading: Facts and fallacies. *American Educational Research Journal*, 1965, 2: 187—202.
- 5 McConkie G W, Rayner K. The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception and Psychophysics*, 1975, 17: 578—586.
- 6 Rayner K. Eye movement, cognitive processes and reading. *心理与行为研究*, 2004, 2(3): 482—488.
- 7 Rayner K, Bertera J H. Reading without foveal. *Science*, 1979, 206: 468—469.
- 8 Rayner K, Inhoff A W, Morrison R, et al. . Masking of foveal and parafoveal vision during eye fixations in reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1981, 7: 167—179.
- 9 Rayner K. The perceptual span and peripheral cues in reading. *Cognitive Psychology*, 1975, 7: 65—81.
- 10 DenBuurman R, Boersma T, Gerrissen J F. Eye movements and the perceptual span in reading. *Reading Research Quarterly*, 1981, 16: 227—235.
- 11 Rayner K. Eye movements in reading and information processing. *Psychological Bulletin*, 1998, 124(3): 372—422.
- 12 Osaka N. Effect of peripheral visual field size upon eye movements during Japanese text processing. *Eye movements: From physiology to cognition*. Amsterdam: North Holland, 1987: 421—429.
- 13 Osaka N. Size of saccade and fixation duration of eye movements during reading: Psychophysics of Japanese text processing. *Journal of the Optical Society of America*, 1992, 9: 5—13.
- 14 Osaka N, Oda K. Effective visual field size necessary for vertical reading during Japanese text processing. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1991, 29: 345—347.
- 15 Osaka N. Asymmetry of the effective visual field in vertical reading as measured with a moving window. *Perception and cognition: Advances in eye movement research*. Amsterdam: North Holland, 1993: 275—283.
- 16 Tsai C H, McConkie G W. The perceptual span in reading Chinese text: A moving—window study. Paper presented at the Seventh International Conference on the Cognitive Processing of Chinese and Other Asian Languages, Hong Kong, 1995.
- 17 Inhoff A W, Liu W. The perceptual span and oculomotor activity during the reading of Chinese sentences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1998, 24: 20—34.
- 18 Chen H C, Tang C K. The effective visual field in reading Chinese. *Reading and Writing: An Interdisciplinary journal*, 1998, 10: 245—254.
- 19 Tsai J L, Tzeng O J L, Hung D L, et al. . The perceptual span in reading Chinese passage: a moving window study of eye movement contingent display. Paper Presented at The Annual Meeting of The Chinese Psychology Association, 2000.
- 20 熊建萍, 闫国利, 白学军. 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*, 2007, 5(1): 60—64.
- 21 闫国利, 熊建萍, 白学军. 小学五年级学生汉语阅读知觉广度的眼动研究. *心理发展与教育*, 2008, 1(1): 72—77.
- 22 闫国利, 白学军. 汉语阅读的眼动研究. *心理与行为研究*, 2007, 5(3): 229—234.
- 23 McConkie G W, Rayner K. Asymmetry of the perceptual span in reading. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1976, 8: 365—368.
- 24 Pollatsek A, Bolozky S, Well A D, et al. . Asymmetries in the perceptual span for Israeli readers. *Brain and Language*, 1981, 14: 174—180.
- 25 Rayner K. Eye movements and the perceptual span in beginning and skilled readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1986, 41: 211—236.
- 26 Tuomo Haikio, Raymond Bertram, Jukka Hyona, et al. . Development of the letter identity span in reading: Evidence from the eye movement moving window paradigm. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2009, 102(2): 167—181.
- 27 闫国利, 伏干, 白学军. 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*, 2008, 31(6): 1287—1290.
- 28 Just M A, Carpenter P A. A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 1992, 98: 122—149.
- 29 Kennison S M, Clifton C. Determinants of parafoveal preview benefit in high and low working memory capacity readers: Implications for eye movement control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1995, 2: 68—81.
- 30 Osaka N, Osaka M. Individual differences in working memory during reading with and without parafoveal information: A moving—window study. *The American Journal of Psychology*, 2002, 115: 501—513.
- 31 关善玲, 闫国利. 移动窗口条件下不同工作记忆者阅读差异的眼底研究. *心理与行为研究*, 2007, 5(4): 309—313.
- 32 Yan G L, Tian H J, Bai X J, et al. . The effect of word

- and character frequency on the movements of Chinese readers. *British Journal of Psychology*, 2006, 97: 259—268.
- 33 Rayner K, Li X S, Juhasz B J, et al. . The effect of word predictability on the eye movements of Chinese readers. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2005, 12: 1089—1093.
- 34 Bai X J, Yan G L, Simon P, et al. . Reading spaced and unspaced Chinese text: Evidence from eye movement. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2008, 34(5): 1277—1287.
- 35 Rayner K, Li X S, Pollatsek A. Extending the E—Z reader model to Chinese reading. *Cognitive Science*, 2007, 31: 1021—1033.
- 36 闫国利, 张兰兰, 郎瑞, 等. 大学生英语阅读知觉广度的眼动研究. *心理研究*, 2008, 1(2): 80—85.

## A Review of Eye—Movement Studies on Perceptual Span

Yan Guoli Wu Jingen Zang Chuanli Bai Xuejun

(Academy of Psychology and Behavior, Tianjin Normal University, Tianjin 300074)

**Abstract:** The research paradigms of eye—movement study on perceptual span were introduced in the present paper. Furthermore, the findings about these studies and the factors influenced the size of perceptual span were summarized. Finally, some promising questions needed to pay attention were discussed.

**Key words:** perceptual span; eye—movement—contingent display changes technique; eye—movement