

移动窗口条件下不同工作记忆者阅读差异的眼动研究*

关善玲 闫国利

(天津师范大学心理与行为研究院, 300074 天津)

摘要 采用 Eyelink II 眼动仪为工具, 考察在移动窗口条件下不同工作记忆容量读者的阅读差异。实验为 5 (窗口大小: 1 个字、3 个字、5 个字、7 个字、4x25 个字) x2 (工作记忆容量: 高、低) 混合设计。结果表明: 随着窗口大小的增加, 阅读时间、注视次数、眼跳次数显著减少, 阅读速度显著加快, 眼跳幅度显著增加。与低工作记忆容量被试相比, 高工作记忆容量被试能够更好地整合文章信息, 进行更有效的阅读。

关键词 工作记忆, 移动窗口, 眼动。

分类号 B842.1

1 提出问题

工作记忆的概念是从短时记忆的概念中发展而来的。完整的工作记忆模型是 Baddeley 和 Hitch^[1] 在 1974 年提出来的。国外通常采用 Daneman 和 Carpenter^[2] 的阅读广度测试方法测量工作记忆广度。

Daneman 等^[3,4] 研究认为, 在阅读的时候, 要对输入信息进行知觉编码、建构, 并与当前的文章意义相整合, 这个过程的产品将被保存一段很短的时间。在这段时间内, 工作记忆在存储连续数据的中间产品和最终产品以及读者建构和整合文章信息过程中起重要作用。除此之外, Kajii 等^[5,6] 的研究也发现, 工作记忆在阅读眼动过程, 即眼跳的信息整合和下一注视点位置的选择过程中同样起到关键作用。Just^[7] 的实验表明, 工作记忆在文章输入信息的瞬时记忆中也起重要作用。对于高工作记忆者, 信息平行加工, 能整合较长时间内获得的信息, 并且, 眼跳距离大, 工作记忆的保持时间长, 对于低工作记忆者只能整合较短时间内获得的信息, 眼跳距离短, 工作记忆保持时间短。

阅读文章时, 读者从中央窝、副中央窝和边缘视觉区中获取信息。对于正常阅读, McConkie 等^[8] 发现单眼注视的有效视野很小, 包括视网膜的中央窝和副中央窝区域。在正常阅读中, 副中央窝视觉区发挥重要作用, 利用副中央窝视觉区提供的信息,

读者会知道注视点下一次停留的位置, 没有副中央窝的信息, 阅读就会受到很大影响。Osaka 等^[9,10] 采用移动窗口范式考察高、低工作记忆容量被试在有、无副中央窝预视信息情况下的阅读表现。结果发现, 低工作记忆者阅读时比高工作记忆者遇到更多困难, 表现为对边缘词和目标词的注视较长, 而且总的阅读时间也比较长。

本实验采用阅读广度测试将被试分为工作记忆高、低两组, 同时利用移动窗口技术设置了 5 种大小窗口条件来限制视野, 比较在不同窗口条件下高、低工作记忆读者的阅读差异。根据工作记忆容量限制理论, 本研究假设限制视野将使读者阅读难度加大, 并且高工作记忆容量被试能够更有效地进行阅读。

2 研究方法

2.1 被试

根据 Daneman 和 Carpenter 的阅读广度测试方法^[2], 自编了阅读广度测试题目来测量语言理解的工作记忆容量。具体步骤是, 首先让被试阅读一组无关联的句子, 读完句子后, 被试回忆每句话的最后一个词 (都是双字词), 然后回答有关句子的问题。每组中包含的测试句的数目从 2 到 7 逐步递增, 在每一广度水平上, 都要进行 3 组相似的测试, 如此递增进行, 直至被试在某一广度水平上完

收稿日期: 2007-5-17

* 本研究受到教育部人文社会科学重点研究基地 01JAZJDXLX003 和 02JAZJDXLX003 重大项目、天津市教育科学“十一·五”规划 ZZG194 项目和教育部新世纪优秀人才支持计划项目的资助。

作者简介: 关善玲, 女, 天津师范大学心理与行为研究院硕士。

通讯作者: 闫国利, 男, 天津师范大学心理与行为研究院教授, 博士生导师。Email: psy-ygl@mail.tjnu.edu.cn。

全不能正确回忆词或回答问题。阅读广度即被试回忆词和回答问题全部正确的最大句子数。从大学本科中筛选高、低工作记忆容量者各15人,高工作记忆容量被试记忆广度平均为3.5句,低工作记忆容量被试记忆广度平均为1.8句。视力或矫正视力正常。

2.2 材料

阅读材料为20篇现代科普文章,均选自《HSK汉语水平考试模拟习题集:初、中等》,经过修改,每段文章字数均为100个字。经10名大学生进行难易度评定,难度平均值 $M=1.5$ (1为很容易,5为很难)。使用移动窗口技术呈现文章,每篇文章4行,每行25个字,用灰色带掩蔽文字,窗口内出现正常文字。5种显示窗口条件如图1所示。星号代表注视点。

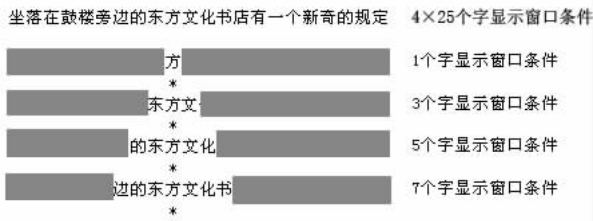


图1 实验材料示例

2.3 实验仪器

采用SR Research公司的Eyelink II眼动仪,

该仪器的采样频率为500次/秒。显示器屏幕刷新率为120赫兹,屏幕分辨率为1024×768像素,显示器屏幕距被试的眼睛约75厘米。单字像素为26×26,单字视角为0.7°。

2.4 实验设计

本实验为5(窗口尺寸:1个字、3个字、5个字、7个字、4×25个字)×2(工作记忆容量:高、低)混合实验设计,其中高、低工作记忆容量组为被试间因素,5种窗口大小为被试内因素,其中4×25个字显示窗口条件为全文显示条件。

2.5 实验程序

实验前先校准仪器,并以全文显示、4个字窗口显示、1个字窗口显示进行练习。要求被试从左至右平行读出屏幕显示的文章。每种窗口条件下有4段文章,提前告诉被试,阅读每篇文章后,要求被试回答一些与文章有关的问题,确定被试熟悉显示方式及实验程序后,进行正式实验。整个实验大约需要30分钟。

3 结果

在处理眼动记录数据时,删除因被试误操作而未读的项目,及两个问题都回答错误的项目,分析数据时将有窗口条件缺失的被试数据删除,实际保留数据为高工作记忆组12人,低工作记忆组13人。对实验数据进行分析如下,表1为各种眼动指标的平均数和标准差。

表1 各种眼动指标的平均数和标准差

工作记忆容量	窗口大小	阅读时间(秒)		阅读速度(字/分钟)		注视次数(次)		眼跳幅度(字)		眼跳次数(次)	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
低	1	54.71	11.36	114.28	24.09	153.53	20.63	1.64	0.33	347.92	112.48
	3	33.67	1.40	178.45	7.20	113.29	7.87	1.90	0.28	283.15	53.99
	5	28.36	3.71	214.85	17.43	102.18	8.50	2.29	0.33	271.69	85.06
	7	24.32	4.23	253.13	40.53	92.78	17.14	2.58	0.39	267.38	58.04
	4×25	24.01	4.31	258.33	52.69	92.04	15.93	3.47	0.32	262.31	62.99
高	1	38.74	7.59	161.27	36.28	104.81	13.52	1.84	0.40	279.67	53.06
	3	22.98	3.32	265.93	36.99	70.82	6.93	2.37	0.53	221.42	60.55
	5	20.99	3.58	293.28	48.72	68.58	12.68	2.72	0.50	219.00	61.95
	7	19.63	1.36	306.97	20.49	65.24	5.64	3.09	0.71	218.08	57.03
	4×25	20.98	4.77	298.43	63.31	67.06	7.12	4.11	1.29	222.42	57.10

3.1 阅读时间

阅读时间指被试阅读理解文章时所用的时间(从课文呈现到阅读完毕按键)。它是考察阅读能力的一项重要指标。经重复测量的方差分析表明,窗

口条件主效应显著, $F(4,92)=103.83, p<0.01$,经事后Bonferroni检验表明,1个字和3个字窗口条件与其他窗口条件差异显著, $p<0.01$,5个字、7个字窗口和全文显示条件之间差异不显著。1个字

窗口条件阅读时间最长, 7个字窗口条件下阅读时间最短。

工作记忆主效应显著, $F(1,23) = 50.30, p < 0.01$, 高工作记忆容量被试阅读时间显著少于低工作记忆容量被试的阅读时间。

窗口条件与工作记忆的交互作用显著, $F(4, 92) = 6.50, p < 0.01$ 。经简单效应检验表明, 在前四种窗口条件下, 高工作记忆容量被试阅读时间显著少于低工作记忆容量被试的阅读时间, 分别为: 1个字窗口条件下 $t(23) = -4.10, p < 0.01$, 3个字窗口条件下 $t(23) = -10.63, p < 0.01$, 5个字窗口条件下 $t(23) = -5.04, p < 0.01$, 7个字窗口条件下 $t(23) = -3.66, p < 0.05$ 。在全文显示条件下, 高低工作记忆组阅读时间无显著差异。

3.2 阅读速度

阅读速度指被试每分钟阅读文章的字数, 阅读速度的快慢在一定程度上反映了被试的阅读理解能力。重复测量的方差分析表明, 窗口条件主效应显著, $F(4,92) = 67.94, p < 0.01$, 经事后 Bonferroni 检验表明, 1个字和3个字窗口条件与其他窗口条件差异显著, $p < 0.01$, 5个字、7个字窗口和全文显示条件之间差异不显著。1个字窗口条件下阅读速度最慢, 7个字窗口条件下阅读速度最快。

工作记忆主效应显著, $F(1,23) = 47.69, p < 0.01$ 。高工作记忆容量被试阅读速度显著快于低工作记忆容量被试。

窗口条件与工作记忆的交互作用不显著。

3.3 注视次数

注视次数指被试阅读文章所用的次数, 反映了被试阅读时对课文的理解情况。经重复测量的方差分析表明, 窗口条件主效应显著, $F(4,92) = 88.68, p < 0.01$, 经事后 Bonferroni 检验表明, 1个字和3个字窗口条件与其他窗口条件差异显著, $p < 0.01$, 5、7个字窗口和全文显示条件之间差异不显著。1个字窗口条件注视次数最多, 全文显示条件下注视次数最少。

工作记忆主效应显著, $F(1,23) = 125.05, p < 0.01$ 。高工作记忆容量被试注视次数显著少于低工作记忆容量被试。

窗口条件与工作记忆的交互作用显著, $F(4, 92) = 5.10, p < 0.05$ 。经简单效应检验, 在五种窗口条件下, 高工作记忆容量被试注视次数显著少于低工作记忆容量被试, 分别为: 1个字窗口条件下

$t(23) = -6.92, p < 0.01$, 3个字窗口条件下 $t(23) = -14.26, p < 0.01$, 5个字窗口条件下 $t(23) = -7.84, p < 0.01$, 7个字窗口条件下 $t(23) = -5.30, p < 0.01$, 全文显示条件下 $t(23) = -4.99, p < 0.01$ 。

3.4 眼跳幅度

眼跳距离反映了信息提取情况, 眼跳距离越大, 说明被试一次注视所获得的信息越多, 阅读效率就高; 眼跳距离越小, 说明阅读材料具有一定的难度。眼跳距离是反映阅读效率和加工难度的重要指标。经重复测量的方差分析表明, 窗口条件主效应显著, $F(4,92) = 119.07, p < 0.01$, 经事后 Bonferroni 检验表明, 5种窗口条件之间均存在显著性差异, $p < 0.01$ 。1个字窗口条件眼跳幅度最短, 全文显示条件下眼跳幅度最长。

工作记忆主效应显著, $F(1,23) = 5.39, p < 0.05$ 。高工作记忆容量被试眼跳幅度显著长于低工作记忆容量被试。

窗口条件与工作记忆的交互作用不显著。

3.5 眼跳次数

眼跳次数指被试阅读文章时眼跳的次数, 也是反映被试阅读时对课文理解情况的一个重要指标。经重复测量的方差分析表明, 窗口主效应显著, $F(4,92) = 13.14, p < 0.01$, 经事后 Bonferroni 检验表明, 1个字窗口条件与其他窗口条件之间存在显著性差异, $p < 0.01$, 其它窗口条件之间不存在显著性差异。1个字窗口条件下眼跳次数最多, 全文显示条件下眼跳次数最少。

工作记忆主效应显著, $F(1,23) = 5.55, p < 0.05$ 。高工作记忆容量被试眼跳次数少于低工作记忆容量被试。

窗口与工作记忆的交互作用不显著。

4 讨论

阅读知觉广度是指被试一次阅读能够获得有用信息的范围。有关中文知觉广度的研究, Inhoff^[11]发现其范围为注视点左侧1个汉字, 到右侧三个汉字之间。也就是说, 在正常阅读中, 读者是从一定的视野范围内获取信息的。本研究结果表明, 窗口的大小对阅读有显著的影响, 在视野受限制条件下, 读者只能从很有限的区域中获取信息, 结果导致被试阅读难度加大。具体表现为, 在各眼动指标上窗口条件的主效应都是显著的。随着窗口尺寸增加, 阅读时间、注视次数、眼跳次数减少, 阅读速

度加快、眼跳幅度增加。实验结果与 Osaka 等^[9,10]的实验结果相似。

工作记忆在阅读时间、阅读速度、注视次数、眼跳幅度和眼跳次数等指标上的主效应都是显著的,相对于低工作记忆容量被试,高工作记忆容量被试阅读的时间更短,能够借助更少的注视次数和眼跳次数完成阅读。高工作记忆容量被试能够进行更有效的阅读。实验结果与国内关于高低工作记忆容量被试汉语阅读的研究相符^[12,13]。

在本研究中,也发现了窗口大小和工作记忆容量之间的交互作用。在相同窗口条件下,高工作记忆容量被试比低工作记忆容量被试用的阅读时间短,注视次数少。篇章阅读的信息加工除了词汇解码,还需要对词汇语义信息进行组织和概括,最终形成连贯的心理表征。这不但涉及工作记忆的语音回路,还需要中央执行系统的参与加工,尤其是中央执行系统在工作记忆过程中的信息整合功能。在篇章理解加工中,工作记忆的作用不仅体现在理解的同时储存信息,还在于不断整合工作记忆中的信息,在工作记忆容量有限的前提下,新旧信息的整合状况直接决定了工作记忆的效率^[14]。高、低工作记忆容量的读者工作记忆资源不同,保持信息多少的能力不同,由于视野受到限制,阅读难度加大,阅读时间增加,对于低工作记忆容量被试来说,信息被遗忘更严重。在信息加工的早期,高工作记忆容量被试能更好地储存和整合信息,而低工作记忆容量被试不得不将大部分的工作记忆资源用来保持信息以免遗忘。与高工作记忆容量被试相比,在窗口相同的条件下,低工作记忆容量被试由于没有足够的工作记忆资源来进行信息整合,所以采用频繁地进行注视,增加注视次数和阅读时间等眼动策略来保持和整合信息。

5 结论

第一,随着窗口增大,阅读时间、注视次数、眼跳次数明显减少,平均注视时间、眼跳幅度明显增加。

第二,与低工作记忆容量被试相比,高工作记忆容量被试能够更好地整合文章信息,进行更有效的阅读。具体表现为:高工作记忆容量被试比低工作记忆容量被试阅读时间短、注视次数少、阅读速度快和眼跳次数少、眼跳幅度大;在同窗口条件下,高工作记忆容量被试比低工作记忆容量被试阅

读时间短,注视次数少。

参 考 文 献

- 1 Baddeley A. The fractionation of working memory. *Proceedings of National Academy of Science*, 1996, 93: 13468~13472
- 2 Macdonald M C. Individual difference and probabilistic constraints in syntactic ambiguity resolution. *Journal of memory and language*, 1995, 34: 521~542
- 3 Daneman M, Carpenter P A. Individual difference in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1980, 19: 450~466
- 4 Kintsch W, Van Dijk T A. Toward a model of context comprehension and production. *Psychological Review*, 1978, 85: 363~394
- 5 Kajii N, Nazir T A, Osaka N. Eye movement control in reading unspaced text: The case of Japanese script. *Vision Research*, 2001, 41 (19) : 2503~2510
- 6 Sogo H, Osaka N. Localization of stimuli flashed before saccade execution: Integration of egocentric and exocentric localization cues. *Vision Research*, 2001, 41: 943~954
- 7 Just M A, Carpenter P A. A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 1992, 99 (1) : 122~149
- 8 McConkie G W, Rayner K. The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception and Psychophysics*, 1975, 17: 578~586
- 9 Osaka N, Oda K. Moving window generator for vertical reading during Japanese text processing. *Bulletin of Psychonomic Society*, 1991, 29: 345~347
- 10 Osaka N, Osaka M. Individual differences in working memory during reading with and without parafoveal information: A moving-window study. *American Journal of Psychology*, 2002, 115 (4) : 501~513
- 11 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 (1) : 20~34
- 12 李美华,白学军.不同认知灵活性大学生工作记忆和科技文阅读成绩的比较,心理科学,2005,28(2):329~331
- 13 闫国利,田宏杰,白学军.工作记忆与汉语歧义句加工的眼动研究,心理与行为研究,2004,2(3):524~528
- 14 杨双,刘翔平,王斌.阅读理解困难儿童的认知加工,心理科学进展,2006,14(3):368~374

EYE MOVEMENT OF THE READING FOR COLLEGE STUDENTS WITH DIFFERENT WORKING MEMORY CAPACITIES

Guan Shanling, Yan Guoli

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

Abstract

The experiment examined the eyemovement of the different working memory capacity participants when they read moving-window Chinese text. The design is 5 (size of window: 1, 3, 5, 7 characters and whole line condition) \times 2 (working memory capacity: high and low). The size of window was controlled by the moving-window technique, through which the subject could read areas of the Chinese text. The results are as follows: (1) As the window size increased, the participants' reading time, fixation count and saccade count were decreased significantly, while the reading speed, saccade amplitude were increased significantly. (2) The high working memory capacity participant had better reading performance than did the low working memory capacity one.

Key words working memory, moving-window technique, eye movement.

(上接第 287 页)

ADOLESCENT MENTAL HEALTH DIATHESIS: A STUDY OF THE MENTAL QUALITY OF INTERPERSONAL COMMUNICATION

Wang Xiaozhuang, Ma Huixia

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

Abstract

A part of the Adolescent Mental Health Diathesis Scale, the Interpersonal Communication Scale (ICS) of Adolescent Mental Quality was used to test 44063 adolescent from grade 5 to undergraduate of their mental quality of adolescent interpersonal communication. The result showed: (1) The general level of mental quality of interpersonal communication of adolescent group was at satisfactory. (2) There was some discrepancy among the developmental tendencies of adolescent in general interpersonal communication and the dimensions. There is a descending tendency with the grades' growing in general interpersonal communication, and there is also a descending tendency with the grades' growing in the ability of communication and the interpersonal adjustment, differently, there is an increasing tendency with the grades' growing in the interpersonal perception.

Key words adolescent, mental quality of interpersonal communication, developmental characteristics.