

不同年级学生阅读知觉广度及预视效益的眼动研究*

闫国利 王丽红 巫金根 白学军

(天津师范大学心理与行为研究院, 天津 300074)

摘要 本研究以小学五年级学生和大学生为被试, 采用眼动技术, 从阅读知觉广度和副中央凹预视效益相结合的角度考察读者在阅读过程中一次注视获得信息的情况。实验一采用呈现随眼动变化技术探讨了不同年级学生一次注视获取信息的范围, 即阅读知觉广度。实验二采用边界范式进一步考察不同年级学生在知觉广度范围内, 副中央凹预视获取信息的类型。研究发现, 大学生读者知觉广度范围较大, 能够在副中央凹预视中获取字形和语音的信息, 而小学生读者的知觉广度范围较小, 在副中央凹预视中仅能获取字形的信息。上述结果表明, 不同年级学生在注视时, 获取信息的范围及在副中央凹预视时获取信息的类型上均存在一定差异。

关键词 知觉广度; 副中央凹预视; 眼动

分类号 B842; B844

1 引言

读者在阅读文本信息时每次注视所获得信息的多少决定了阅读的效率。而信息的获得可以从阅读知觉广度(perceptual span)和副中央凹预视效益(parafoveal preview effect)两方面来衡量。阅读知觉广度和副中央凹预视效益是阅读研究中两个最为基本的问题, 它们从获得信息的范围和副中央凹预视获得信息的类型两个方面反映了读者在阅读过程中每次注视获得信息的情况。

汉语阅读的知觉广度指读者在阅读文本过程中每次注视能获取有用信息的范围, 它的大小反映了读者一次注视所获得信息的数量。阅读知觉广度的大小通常是以汉字的个数来衡量的。目前, 探讨阅读知觉广度最常用的方法是呈现随眼动变化技术(eye-movement-contingent display change technique, McConkie & Rayner, 1975)。该技术可以操纵一次注视呈现给被试信息的数量, 同时又使被试在比较自然的情境下阅读。自从该技术问世以来, 它被许多学者用来考察不同语言系统的阅读知觉广度(McConkie & Rayner, 1975; Rayner, 1975, 1986;

Pollatsek, Bolozky, & Well, 1981; Chen & Tang, 1998; Fine & Rubin, 1999a, 1999b, 1999c; Inhoff & Liu, 1997, 1998; Häikiö, Raymond, Jukka, & Pekka, 2009; Rayner, 1998; Rayner, Castelano, & Yang, 2009)。

副中央凹预视效益是在知觉广度范围内出现的一种阅读效应。它是指当读者注视一个词时, 其对注视点右侧的词也进行着信息加工, 从而获得了该词右侧单词的部分信息, 且即时地应用到阅读理解中。汉字包括音、形、义等信息, 在阅读过程中, 副中央凹预视可以考察在副中央凹处获得哪种类型(音、形、义)的信息, 从较为精细的角度对读者的信息加工情况进行描述(Pollatsek, Tan, & Rayner, 2000; Liu, Inhoff, Ye, & Wu, 2002; Tsai, Lee, Tzeng, Hung, & Yen, 2004; Yan, Eike, Shu, & Kliegl, 2009; Angele, Slattery, Yang, Kliegl, & Rayner, 2008; Drieghe, Rayner, & Pollatsek, 2008)。目前, 对副中央凹预视效益的研究多采用边界范式技术。这种技术可以在副中央凹处对一个单词或汉字进行音、形、义等方面的操纵(Rayner, 1975)。

不同年级读者在每次注视中是否获取相同的

收稿日期: 2010-05-05

* 教育部人文社科重点研究基地项目(2009JJDXX005)、国家社科基金项目(10BYY029)和国家自然科学基金项目(30870781)资助。

通讯作者: 闫国利, E-mail: psyylg@163.com; 王丽红, E-mail: lihongwong2006@yahoo.com.cn

信息是阅读研究者关注的重要问题。对此问题的探讨需要从读者的知觉广度大小和副中央凹预视获得的信息类型两方面着手,才能有助于揭示读者阅读效率存在差异的原因。

以往的相关研究主要以拼音文字为主,在这些研究中,有的探讨不同读者阅读知觉广度的差异,也有的探讨不同读者副中央凹预视信息的获得问题。一些研究发现了阅读技能水平调节知觉广度(Rayner, 1986; Häikiö et al., 2009)。Rayner (1986)对不同年级读者的知觉广度进行了研究,结果表明,低年级读者的知觉广度小于高年级读者。Häikiö 等人(2009)对芬兰语阅读知觉广度的研究发现,随着年级的增加,字母识别广度(the letter identity span)也增加。同时,也有研究发现阅读技能水平影响着预视效益的获得。Chace 等(2005)对高、低技能读者的副中央凹预视效益进行了研究,发现不同阅读技能读者在预视效益上存在差异,高技能读者更容易获得语音预视效益,而低技能读者则不能获得。尽管以往的研究对相关的问题有过探讨,但尚没有研究将二者结合起来,以解释不同读者阅读效率的不同。

和以往的研究相比,本研究将阅读知觉广度和副中央凹预视效益结合起来进行考察,从获得信息的范围和副中央凹预视获得信息的类型相结合的角度揭示了不同年级读者一次注视获得信息的差异。就实践意义而言,本研究试图揭示不同年级读者在阅读效率上产生差异的原因,从而为提高阅读效率提供实践指导。从理论意义上看,本研究结果可以丰富对中文阅读本质的认识,为中文阅读理解中眼动控制加工模型的构建提供数据支持。

研究共包括两个实验,实验一采用呈现随眼动变化技术探讨了不同年级学生一次注视获取信息的范围,即读者的阅读知觉广度大小。实验二采用边界范式技术进一步考察了在知觉广度范围内,不同年级学生在副中央凹预视时获取信息的类型。

2 实验一 不同年级学生阅读知觉广度的眼动研究

在实验一中,分别选取不同年级学生为被试,采用呈现随眼动变化技术探讨不同年级学生的阅读知觉广度差异。

2.1 方法

2.1.1 被试 20名小学五年级学生和20名大学生参加了实验。所有被试视力或矫正视力正常,母语

均为汉语。实验完成后可以获得一份精美礼物。

2.1.2 实验设计 实验采用2(被试类型:大学生、小学生)×8(可视窗口条件:R0、R1、R2、R3、R4、L1R4、L2R4及整行)两因素混合实验设计。其中,被试类型为被试间变量,可视窗口条件为被试内变量。

参考以往的研究(Inhoff & Liu, 1998; Rayner, 1986; Häikiö et al., 2009; Rayner et al., 2009),设定了8种可视窗口条件:无预视条件(R0)、R1、R2、R3、R4、L1R4、L2R4及整行条件。无预视条件为当前被直接注视的汉字可见;R1、R2、R3、R4分别为注视汉字及右侧呈现1至4个汉字可见;L1R4、L2R4分别对应于注视汉字左侧呈现1至2个汉字可见,而右侧均4个汉字可见;整行条件即句子全部呈现,不同窗口条件如图1所示。

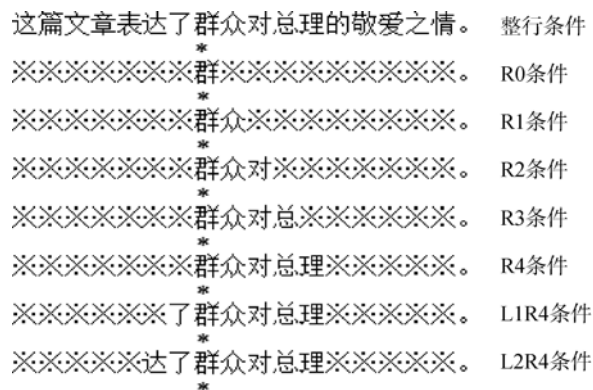


图1 八种可视窗口示意图

注: *代表注视点的位置, ※代表掩蔽材料,没有被※掩盖的文字为窗口内可见汉字,右侧一列表示相应的窗口条件。

2.1.3 实验材料 实验筛选过程如下:(1)句子的选择。从小学课外读物中选取简单易懂的句子。(2)小学生的评定。20名小学五年级学生(不参加正式眼动实验)对句子进行评定,目的在于选出不认识的字以及不懂的句子,以做修改或删除,保证选用的句子简单易懂。(3)难度的评定。请另外17名不参加正式眼动实验的五年级学生和20名大学生对材料的难易程度进行5级评定。1代表非常简单,5代表非常难。小学生和大学生评定的难度分数分别为1.27和1.07,经检验二者差异不显著, $t(35)=0.45, p>0.05$ 。

实验材料为80个中文句子,长度在17到19个字之间。研究使用“※”作为掩蔽材料。

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, 之后进行眼校准, 以确保仪器准确记录被试的眼动轨迹。实验采用三点定标。(2)向被试呈现指导语:“下面你将要阅读一些句子, 请你认真阅读并尽可能理解句子含义。每次屏幕上只出现一个句子, 阅读完屏幕上的句子请按手柄键翻页。有些句子呈现之后会随机出现阅读理解题, 如果出现, 请口头回答。”(3)被试理解指导语后, 进行练习。(4)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, 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 80 句实验材料分成 8 组, 每组有 10 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 8 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 8 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 25 分钟。

2.1.6 分析指标 结合以往的文献(Häikiö et al., 2009; Rayner et al., 2009), 选取平均注视时间、阅读速度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距离(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

根据以下标准(Rayner, Libersedge, & White, 2006; Bai, Yan, Liversedge, Zang, & Rayner, 2008)对数据进行删除: (1)追踪失败(实验中因被试头动等因素导致眼动仪记录数据丢失); (2)注视时间小于 80ms 或大于 1200ms 的数据; (3)平均数位于三个标准差之外。实验中所有被试回答判断问题的正确率均为 90%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 8.5%。数据用 SPSS 软件进行统计处理。

2.2.1 大学生的阅读知觉广度 阅读知觉广度的确定参照了 Inhoff 的方法(Inhoff et al., 1998), 在三个指标上进行了配对比较。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 L2R4 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 R4 与 L2R4 条件以及 L1R4 与 L2R4 条件。如果阅读者从注视点左侧获得有用信息, 那么 L2R4 条件下阅读应比 R4 条件下的阅读更顺畅, 在 L2R4 条件下阅读要比 L1R4 条件下阅读更顺畅; 三是确定知觉广度的右侧范围, 以 R4 条件为基准, 分别与无预视、R1 条件、R2 条件及 R3 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。

大学生在阅读速度、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与标准差

窗口条件	眼动指标		
	平均注视时间(ms)	阅读速度(字/分)	向右眼跳幅度(字数)
无预视	378(82)	113(50)	1.26(0.24)
R1	285(39)	211(75)	1.74(0.44)
R2	272(55)	256(94)	2.05(0.29)
R3	265(38)	308(97)	2.38(0.34)
R4	266(35)	315(92)	2.41(0.41)
L1R4	250(48)	326(86)	2.62(0.53)
L2R4	248(37)	341(81)	2.70(0.48)
整行	249(45)	321(71)	2.64(0.55)

注: 括号内为标准差, 以下同。

表 2 大学生在各眼动指标上的配对比较结果(表内数据为 *t* 值)

	眼动指标		
	平均注视时间(ms)	阅读速度(字/分)	向右眼跳幅度(字数)
L2R4—整行	-0.25	0.97	0.53
R0—R4	7.31**	-10.14**	-13.30**
R1—R4	2.98**	-7.13**	-3.98**
R2—R4	0.58	-3.00**	-2.72**
R3—R4	-0.22	-0.48	-0.27
R4—L2R4	3.97*	-2.12*	-2.20*
L1R4—L2R4	0.56	-1.13	-0.60

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 L2R4 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 $t(19)=-0.25, p>0.05$; 阅读速度 $t(19)=0.97, p>0.05$; 向右眼跳幅度 $t(19)=0.53, p>0.05$; 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 Häikiö 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 R4—L2R4、L1R4—L2R4。R4 与 L2R4 两种条件的比较发现, 在平均注视时间、阅读速度和向右眼跳幅度三个指标上差异均显著: 平均注视时间 $t(19)=3.97, p<0.05$; 阅读速度 $t(19)=-2.12, p<0.05$; 向右眼跳幅度 $t(19)=-2.20, p<0.05$ 。在 L1R4 与 L2R4 的比较中, 所有指标上均不显著: 平均注视时间 $t(19)=0.56, p>0.05$; 阅读速度 $t(19)=-1.13, p>0.05$; 向右眼跳幅度 $t(19)=-0.60, p>0.05$ 。这表明大学生在阅读中注视字左侧大约 1 个汉字的空

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—R4、R1—R4、R2—R4 和 R3—R4。无预视条件与 R4 条件的比较在各指标上均显著: 平均注视时间 $t(19)=7.31, p<0.01$; 阅读速度 $t(19)=-10.14, p<0.01$; 向右眼跳幅度 $t(19)=-13.30, p<0.01$ 。R1 与 R4 比较均在各指标上差异显著: 平均注视时间 $t(19)=2.98, p<0.01$; 阅读速度 $t(19)=-7.13, p<0.01$; 向右眼跳幅度 $t(19)=-3.98, p<0.01$ 。在 R2 与 R4 比较中, 在阅读速度、向右眼跳幅度上差异显著: 阅读速度 $t(19)=3.00, p<0.01$, 向右眼跳幅度 $t(19)=-2.72, p<0.01$, 在平均注视时间上差异不显著: 平均注视时间 $t(19)=0.58, p>0.05$ 。在 R3 与 R4 比较中, 各个指标差异均不显著: 平均注视时间 $t(19)=-0.22, p>0.05$; 阅读速度 $t(19)=-0.48, p>0.05$; 向右眼跳幅度 $t(19)=-0.27, p>0.05$ 。配对比较的结果表明, 平均注视时间支持 2 个汉字的空间, 而阅读速度和向右眼跳幅度支持 3 个汉字的空间。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 2~3 个汉字。

2.2.2 小学生的阅读知觉广度 小学生知觉广度的确定也进行了以上三类比较。小学生在阅读速度、平均注视时间、向右眼跳幅度三个指标上的平均值见表 3。

表 3 每种窗口条件下小学生各项眼动指标的平均值与标准差

窗口条件	眼动指标		
	平均注视时间(ms)	阅读速度(字/分)	向右眼跳幅度(字数)
无预视	381(45)	101(34)	1.57(0.73)
R1	309(42)	163(75)	1.71(0.43)
R2	301(43)	180(66)	1.96(0.46)
R3	305(39)	170(64)	2.03(0.55)
R4	306(39)	172(51)	2.04(0.50)
L1R4	266(36)	242(74)	2.37(0.63)
L2R4	267(34)	263(82)	2.39(0.70)
整行	262(39)	278(82)	2.61(0.97)

表 4 小学生在各项眼动指标上的配对比较结果(表内数据为 t 值)

	眼动指标		
	平均注视时间(ms)	阅读速度(字/分)	向右眼跳幅度(字数)
L2R4—整行	1.30	-0.64	-1.42
R0—R4	9.42**	-6.17**	-2.92**
R1—R4	0.62	-0.52	-3.81**
R2—R4	-0.73	0.93	-1.01
R3—R4	-0.05	-0.16	-0.13
R4—L2R4	7.92**	-4.81**	-3.64**
L1R4—L2R4	-0.19	-1.41	0.29

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

同样, 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 L2R4 条件和整行条件相比较, 结果发现, 在各指标上均不显著: 平均注视时间 $t(19)=1.30$, $p > 0.05$; 阅读速度 $t(19)=-0.64$, $p > 0.05$; 向右眼跳幅度 $t(19)=-1.42$, $p > 0.05$; 即在本研究所设定的最大窗口条件下阅读与在整行条件下阅读没有差异, 说明在最大窗口条件下不影响阅读, 所设定的最大窗口条件是有效的。

为确定知觉广度的左侧范围, 比较了 R4—L2R4、L1R4—L2R4。在 R4 与 L2R4 的比较中, 平均注视时间、阅读速度和向右眼跳幅度差异显著: 平均注视时间 $t(19)=7.92$, $p < 0.01$; 阅读速度 $t(19)=-4.81$, $p < 0.01$; 向右眼跳幅度 $t(19)=-3.64$, $p < 0.01$ 。在 L1R4 与 L2R4 的比较中, 所有指标均不显著: 平均注视时间 $t(19)=-0.19$, $p > 0.05$; 阅读速度 $t(19)=-1.41$, $p > 0.05$; 向右眼跳幅度 $t(19)=0.29$, $p > 0.05$ 。这表明小学生在阅读中注视字左侧 1 个汉字的范围影响阅读活动。

为确定知觉广度的右侧范围, 比较了无预视—R4、R1—R4、R2—R4 和 R3—R4。无预视条件与 R4 条件的比较在各指标上均显著: 平均注视时间 $t(19)=9.42$, $p < 0.01$; 阅读速度 $t(19)=-6.17$, $p < 0.01$; 向右眼跳幅度 $t(19)=-2.92$, $p < 0.01$ 。R1 与 R4 比较仅在向右眼跳幅度指标上差异显著, 在阅读速度和平均注视时间上不显著: 平均注视时间 $t(19)=0.62$, $p > 0.05$; 阅读速度 $t(19)=-0.52$, $p > 0.05$; 向右眼跳幅度 $t(19)=-3.81$, $p < 0.05$ 。在 R2 与 R4 比较中, 在平均注视时间、阅读速度和向右眼跳幅度上均不显著: 平均注视时间 $t(19)=-0.73$, $p > 0.05$; 阅读速度 $t(19)=0.93$, $p > 0.05$; 向右眼跳幅度 $t(19)=-1.01$, $p > 0.05$ 。在 R3 与 R4 比较中, 三个指标差异均不显著: 平均注视时间 $t(19)=-0.05$, $p > 0.05$; 阅读速度 $t(19)=-0.16$, $p > 0.05$; 向右眼跳幅度 $t(19)=-$

-0.13 , $p > 0.05$ 。配对比较的结果表明, 平均注视时间和阅读速度支持 1 个汉字的范围, 而向右眼跳幅度支持 2 个汉字的范围。综合三个指标的结果可知, 小学生知觉广度的右侧范围为 1~2 个汉字。

2.3 讨论

本研究参考以往的研究文献(Inhoff et al., 1998; Rayner, 1986; Häikiö et al., 2009; Rayner et al., 2009), 选取了 8 种以汉字为呈现单位的窗口条件, 并使用简单的阅读材料, 探讨了不同年级读者在阅读中的知觉广度大小。和以往的研究相比(Inhoff et al., 1998; Rayner, 1986; 熊建萍, 闫国利, 白学军, 2007; 闫国利, 熊建萍, 白学军, 2008; 伏干, 闫国利, 2008), 本研究在分析指标的选取上更加规范。以往的知觉广度研究指标选取不统一, 如熊建萍等的研究(2007)以凝视时间、首次注视时间、单字平均首次通过时间等为指标, 而伏干等的研究(2008)以阅读时间、眼跳次数、注视次数等为分析指标等等, 因此其所得到的研究结果并不一致。本研究在数据分析的指标选取上参考了国内外的相关研究, 以对知觉广度最为敏感的阅读速度、平均注视时间和向右眼跳幅度为分析指标(Häikiö et al., 2009; Rayner et al., 2009)。因此, 在指标的选择上, 更为合理、规范。

对大学生知觉广度左侧范围的检验发现, R4 与 L2R4 的比较在平均注视时间、阅读速度以及向右眼跳幅度上均显著, 而 L1R4 与 L2R4 的比较在三个眼动指标上均不显著。这表明读者可以从注视点左侧的一个汉字范围内获取信息。大学生右侧范围的检验发现, 在阅读速度和向右眼跳幅度上 R2 与 R4 的差异达到了显著, R3 与 R4 的差异不显著; 在平均注视时间上 R1 与 R4 的差异显著, R2 与 R4 的差异并不显著, 这表明阅读速度和向右眼跳幅度支持 3 个汉字的范围, 而平均注视时间支持 2 个汉字

的空间。对小学生知觉广度的检验发现,左侧范围的检验与大学生相似,R4与L2R4的比较在阅读速度、平均注视时间和向右眼跳幅度上均有差异,而L1R4与L2R4的比较在三个眼动指标上差异均不显著。这些结果比较一致地表明,小学生阅读时可以获取注视字左侧一个汉字的信息。在右侧范围的检验中发现,在阅读速度和平均注视时间上R0与R4的差异显著,而R1与R4的差异不显著,在向右眼跳幅度上,R0与R4、R1与R4的差异都达到了显著水平,而R2与R4的差异不显著。这表明,平均注视时间和阅读速度支持1个汉字的空间,而向右眼跳幅度支持2个汉字的空间。一般来讲,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。因此平均注视时间所反映的知觉广度范围较小。而向右眼跳幅度指标反映了对汉字进行较为粗略的加工广度,如读者计划眼跳时需要的信息(Rayner et al., 1986, 2009; Häikiö et al., 2009)。在注视的过程中,至少发生了两个加工过程:一是对知觉广度范围内的目标进行分析并对边缘视野中的目标做眼跳定位;二是为下一个眼跳做好准备(杨永胜,丁锦红,2008)。通常在做计划眼跳时,读者需要获取诸如正字法这样低级的知觉信息以确定下一次眼跳着陆位置。尽管读者在阅读中每次注视知觉到的文本范围较大,但并不意味着读者可以提取这个范围内所有汉字的语义信息。读者在一次注视时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。阅读速度反映的内涵更加丰富,它与阅读时间是一个高相关的指标。Rayner认为,阅读时间是移动窗口范式中信息量最丰富的一个指标。它既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 et al., 2009; Häikiö et al., 2009),也可以反映计划眼跳时进行的加工,与眼跳幅度一致(Häikiö et al., 2009),它所反映的知觉广度范围更为综合。从研究的结果来看,大学生在每次注视中注视点右侧2个汉字能够得到较为精细的加工,而获得信息的范围不超过注视点右侧3个汉字。综合三个指标的结果,推测大学生知觉广度的右侧范围为2~3个汉字。小学生在每次注视中注视点右侧1个汉字能够得到较为精细的加工,而获得信息的范围为注视点右侧2个汉字,因此可以推测小学生知觉广度的右侧范围为1~2个汉字。以上

结果与国外的研究是一致的(Inhoff et al., 1998; Häikiö et al., 2009)。

Chen等人(1998)发现,大学生知觉广度范围与被注视汉字及被注视汉字右侧两个汉字的空间,比本研究结果略小。出现这个现象的原因可能与两个研究使用的研究技术不同有关。Chen使用了自定步速的移动窗口技术,这种技术是通过移动鼠标实现控制窗口的移动,本研究使用了呈现随眼动变化技术中的移动窗口技术,这种技术的窗口呈现是通过眼睛的移动来实现的,更趋近于自然阅读情景。目前,绝大多数的阅读知觉广度的研究均采用呈现随眼动变化技术。而同以往Inhoff等人(1998)采用眼动仪探讨的研究结果相比,本研究所探测的大学生的知觉广度范围与其基本一致。

为了使不同年级学生的知觉广度可以比较,研究使用了相同的阅读材料,从研究结果可以看出,小学生知觉广度要小于大学生。具体来说,不同年级学生在阅读中知觉广度的左侧范围是一致的,而大学生知觉广度右侧范围较大。这表明在阅读文本信息时大学生读者一次注视所获得信息的范围更大。该结果支持了以往Rayner等人的研究结论(Rayner, 1986; Häikiö et al., 2009; Rayner & Pollatsek, 1989; McConkie et al., 1991; Rayner, 1986; Aghababian & Nazir, 2000)。

3 实验二 不同年级学生获取副中央凹预视信息的眼动研究

实验一的结果证明了不同年级学生在阅读知觉广度上存在差异,这仅仅能够从获得信息范围的角度说明不同年级学生在阅读过程中的差异。在实验二中,采用前面提到的边界范式探讨不同年级学生在副中央凹预视中获得信息的类型,它将有助于进一步较为精细地考察在知觉广度范围内读者获得信息的情况。

3.1 方法

3.1.1 被试 选取的被试同实验一。实验完成后可以获得一份精美礼物。

3.1.2 实验设计 实验采用2(被试类型:大学生、小学生)×4(四种预视:等同、音同、形似、控制)两因素混合实验设计。其中,被试类型为被试间变量,四种预视条件为被试内变量。

3.1.3 实验材料选择及评定 实验材料选取了64个目标字,目标字均是合体字。每一个目标字对应四种预视条件:等同条件、音同条件、形似条件

和控制条件。对四种预视条件下汉字的平均字频(单位为百万分之一)、笔画数进行了匹配,具体见表 5。

表 5 四种预视字的平均字频和平均笔画数

四种预视条件	等同条件	音同条件	形似条件	控制条件
平均字频	326.90(57.10)	282.31(57.12)	253.13(57.12)	247.53(57.11)
平均笔画数	9.01(0.30)	9.20(0.31)	8.81(0.32)	9.14(0.30)

28 名小学五年级学生和 28 名大学生(均不参加正式眼动实验)对形似音异预视字和目标字每组字对的形状是否相似进行了五点评定,1 为毫不相似,5 为非常相似。小学生和大学生对形似音异字与目标字的相似性的评分分别为 3.97 和 4.01, t 检验的结果不显著, $t(54) = -0.48, p > 0.05$; 24 名小学五年级学生和 24 名大学生(均不参加正式眼动实验)对音同形异字与目标字的相似性进行评定,小学生和大学生对音同形异字的相似性评分分别为 1.08 和 1.12, t 检验结果不显著, $t(46) = -1.20, p > 0.05$ 。

用 64 个目标字造句,构成 64 个句子。所有句子简单易懂,句长控制在 14-17 个字之间,目标字大约处于句子的中间位置。请 30 名不参加正式实验的小学五年级学生和 30 名大学生对实验句子的难度进行五点评定,1 代表句子非常容易理解,5 代表句子非常难理解。实验句的难度评分为 1.41 和 1.08, $t(58) = 0.98, p > 0.05$ 。

另外,30 名不参加正式实验的小学五年级学生和 30 名大学生对目标字在句子中的预期性进行评定,所有学生对目标字的预期均很低。小学生对目标字的预期为 0.46%,大学生对目标字的预期为 1.09%。

3.1.4 实验材料的呈现 实验材料使用白底黑字显示,字间没有空格。每个汉字在屏幕上的大小为 30×30 像素,对应约 0.9 度的视角。实验采用边界范式技术。被试开始阅读时,预视字出现在目标字位置,当被试眼跳经过看不见的边界时,预视字马上变成目标字。具体如图 2 所示。

妈妈小时候的最大理/理想是做个老师。(等同条件)
妈妈小时候的最大理/李想是做个老师。(音同条件)
妈妈小时候的最大理/理想是做个老师。(形似条件)
妈妈小时候的最大理/春想是做个老师。(控制条件)

图 2 实验材料举例

正式实验前,设置 4 个句子让被试进行练习,以熟悉实验程序,每个句子设置一种预视条件。正

方差分析结果表明,不同预视条件下字频的主效应不显著, $F(3, 236) = 0.41, p > 0.05$; 笔画数的主效应不显著, $F(3, 236) = 0.45, p > 0.05$ 。

式实验包括 60 个句子。实验中保持句子顺序不变,将四种预视条件的顺序平衡,保持每种预视条件下有连续的 15 个句子,这样形成四个子程序,每个被试只接受一个子程序的测试,即只接受每个句子中的一种条件。

3.1.5 实验仪器 采用 Eyelink II 型眼动仪,其采样频率为 500Hz。显示器屏幕刷新率为 120Hz,空间分辨率为 0.01 度 RMS,呈现变化的数据传输的延迟为 16ms。屏幕分辨率为 1024×768 像素,显示器屏幕距被试的眼睛约 75cm。

3.1.6 实验程序 (1)首先让被试进入实验室熟悉环境,让被试将下颌放在下颌托上以减少实验中被试的头部运动,保持眼动数据记录的准确性。(2)随后进行三点校准,成功校准后开始实验。(3)向被试呈现指导语:“下面你将要阅读一些句子,请你认真阅读并尽可能理解句子含义。每次屏幕上只出现一个句子,阅读完屏幕上的句子请按手柄键翻页。有些句子呈现之后会随机出现判断题,如果出现,请口头回答。”(4)被试理解了指导语后,进行练习。(5)随后进行正式实验。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。实验中共设置 15 个判断题,设置判断题比例占总句子的 25%,判断句是随机呈现的。实验大约需要 20 分钟。

3.1.7 分析指标 本实验参考以往的研究文献(White, Rayner, & Liversedge, 2005; Chace et al., 2005),选取首次注视时间、凝视时间、总注视时间为分析指标。首次注视时间指被试第一次注视目标词的时间,它反映着早期汉字加工的情况。凝视时间指第一次通过某一区域所有注视点的总注视时间,是汉字加工的总体指标。总注视时间指被试对目标词注视的所有时间总和,反映了单词的综合加工情况。

3.2 结果与分析

根据以往的文獻(White et al., 2005; Chace et al., 2005; Bai et al., 2008)确定删除数据四点标准。前三

点标准同实验一,第四点为:删除当被试的眼睛越过边界时,意识到呈现发生变化的项目。实验二总共剔除无效数据占总数据的 19.5%。所有被试回答阅读理解题中的正确率均为 85%以上,表明所有被试都认真阅读了实验材料。

在研究中,为确保数据分析的全面性和准确性,本研究借鉴了以往研究(王穗苹, 2009)使用的方法,采用两种分析方法对数据进行分析。一种是基于目标字的分析,即以单字作为兴趣区进行分析,分别报告目标字、前目标字(目标字前一个字)和后目标字(目标字后一个字)的注视时间。另一种是基于区域的分析,将目标字和后目标字划为一个兴趣区进行分析,作为目标区;将目标区前面两个字划为一个兴趣区,作为目标前区;将目标区后面两个字划为一个兴趣区,作为目标后区。

在分析中,对目标区(字)的分析是本实验研究

所主要关注的。除此之外,还分别对目标前区(前目标字)和目标后区(后目标字)进行了分析。这主要是因为,在阅读中,读者每次注视获得的信息都是在一定的范围之内,落在目标区(字)之前或之后的注视点同样可以获得目标区(字)文本的信息。因此,对目标前区(前目标字)和目标后区(后目标字)的分析主要是为了确保在实验中,被试在四种预视条件下对目标前区(前目标字)和目标后区(后目标字)的注视时间没有差异,或差异的趋势与目标区一致,从而更有助于确定目标区(目标字)的分析结果。

3.2.1 对目标字、前目标字和后目标字的分析

(1) 目标字

对目标字的分析是本实验主要关注的内容。不同年级学生对目标字的首次注视时间、凝视时间和总注视时间见表 6。

表 6 不同年级学生对目标字的首次注视时间、凝视时间和总注视时间(ms)

眼动指标	不同年级学生	四种预视条件			
		等同	音同	形似	控制
首次注视时间	大学生	236(31)	264(42)	265(54)	299 (60)
	小学生	277(37)	320(46)	282(45)	320 (68)
凝视时间	大学生	250(40)	286(50)	290(51)	317(55)
	小学生	285(49)	352(72)	299(68)	333(71)
总注视时间	大学生	307(116)	363(94)	419(143)	457(134)
	小学生	474(154)	542(189)	498(182)	531(246)

采用重复测量方差进行分析(以下同),结果表明:

在首次注视时间上,预视主效应显著, $F_1(3, 114)=19.50, p_1<0.001, F_2(3, 186)=76.00, p_2<0.001$;被试类型主效应显著, $F_1(1, 38)=7.16, p_1<0.001, F_2(1, 62)=34.67, p_2<0.001$;预视和被试类型的交互作用显著, $F_1(3, 114)=3.05, p_1<0.05, F_2(3, 186)=15.61, p_2<0.001$ 。进一步的简单效应分析发现,对于大学生群体,四种预视类型差异显著, $F_1(3, 57)=10.58, p_1<0.001, F_2(3, 186)=46.01, p_2<0.001$ 。等同预视条件的首次注视时间显著少于其它三种条件($p_s<0.01$),音同预视条件和形似预视条件的首次注视时间显著少于控制条件(分别为 $p_s<0.05$ 和 $p_s<0.01$),而音同预视条件的首次注视时间和形似预视条件没有显著差异($p_s>0.05$)。这表明大学生在预视中获得了字形和语音的信息。对于小学生群体,预视类型主效应显著, $F_1(3, 57)=12.20, p_1<0.001, F_2(3, 186)=53.90, p_2<0.001$ 。等同预视条件的首次注视时间显著少于

音同条件($p_s<0.001$)和控制条件($p_s<0.01$),而与形似条件没有显著差异($p_s>0.05$);音同预视条件的首次注视时间显著多于形似条件($p_s<0.001$),而与控制条件没有显著差异($p_s>0.05$)。形似预视条件显著少于控制条件($p_1<0.01, p_2<0.001$)。这表明小学生在预视中获得了字形的信息,没有获得语音信息。

在凝视时间上,预视主效应显著, $F_1(3, 114)=15.18, p_1<0.001, F_2(3, 186)=56.12, p_2<0.001$;被试类型主效应显著, $F_1(1, 38)=4.85, p_1<0.05, F_2(1, 62)=41.14, p_2<0.001$;预视和被试类型的交互作用显著, $F_1(3, 114)=3.59, p_1<0.05, F_2(3, 186)=9.09, p_2<0.001$ 。进一步的简单效应分析发现,对于大学生群体,四种预视类型差异显著, $F_1(3, 57)=14.69, p_1<0.001, F_2(3, 186)=34.02, p_2<0.001$ 。等同预视条件的凝视时间显著少于其它三种条件($p_s<0.01$),音同预视条件的凝视时间显著少于控制条件($p_s<0.01$),而音同预视条件的凝视时间和形似预视条件没有显著差异($p_s>0.05$);同样,形似预视条件的凝视时

间显著少于控制条件($p_s < 0.01$)。这同样支持了大学生在预视中获得了字形和语音的信息。对于小学生群体, 预视类型主效应显著, $F_1(3, 57) = 7.57$, $p_1 < 0.001$, $F_2(3, 186) = 34.09$, $p_2 < 0.001$ 。等同预视条件的凝视时间显著少于音同条件($p_s < 0.01$)和控制条件($p_s < 0.05$), 而与形似条件没有显著差异($p_s > 0.05$); 音同预视条件的首次注视时间显著多于形似条件($p_s < 0.01$), 而与控制条件没有显著差异($p_s > 0.05$)。形似预视条件显著少于控制条件($p_s < 0.05$)。与首次注视时间一致, 表明小学生在预视中获得了字形的信息, 没有获得语音信息。

在总注视时间上, 预视主效应显著, $F_1(3, 114) = 4.08$, $p_1 < 0.01$, $F_2(3, 186) = 25.09$, $p_2 < 0.001$; 进一步事后检验结果发现, 等同预视条件的总注视时间显著少于其它三种条件($p_s < 0.05$), 而其它三种预视条件之间无显著差异($p_s > 0.05$)。被试类型主效应显著,

$F_1(1, 38) = 9.71$, $p_1 < 0.01$, $F_2(1, 62) = 46.12$, $p_2 < 0.001$, 大学生的总注视时间显著少于小学生; 预视和被试类型的交互作用被试分析不显著, $F_1(3, 114) = 1.21$, $p_1 > 0.05$, 项目分析显著, $F_2(3, 186) = 10.87$, $p_2 < 0.001$ 。进一步简单效应分析结果与首次注视时间、凝视时间一致。

从上述结果可以看出, 三个指标较一致地支持了大学生在预视中获得了字形和语音的信息, 而小学生在预视中仅获得了字形的信息。接下来对前目标字和后目标字的分析是为了确保在实验中, 被试在四种预视条件下对前目标字和后目标字的注视时间没有差异, 或差异的趋势与目标字一致。

(2) 前目标字

不同年级学生在四种预视条件下对前目标字的首次注视时间、凝视时间和总注视时间见表 7。

表 7 不同年级学生对前目标字的首次注视时间、凝视时间和总注视时间(ms)

眼动指标	不同年级学生	四种预视条件			
		等同	音同	形似	控制
首次注视时间	大学生	222(84)	257(99)	264(129)	244(82)
	小学生	248(41)	273(59)	255(50)	259(42)
凝视时间	大学生	224(74)	258(95)	249(101)	236(58)
	小学生	253(43)	282(49)	265(47)	274(52)
总注视时间	大学生	257(98)	343(164)	361(148)	356(136)
	小学生	405(199)	473(225)	418(167)	466(160)

在首次注视时间上, 预视主效应不显著, $F_1(3, 114) = 2.20$, $p_1 > 0.05$, $F_2(3, 186) = 2.14$, $p_2 > 0.05$; 被试类型主效应不显著, $F_1(1, 38) = 0.38$, $p_1 > 0.05$, $F_2(1, 62) = 0.02$, $p_2 > 0.05$; 预视和被试类型的交互作用不显著, $F_1(3, 114) = 0.76$, $p_1 > 0.05$, $F_2(3, 186) = 1.73$, $p_2 > 0.05$ 。

在凝视时间上, 预视主效应显著, $F_1(3, 114) = 3.79$, $p_1 < 0.05$, $F_2(3, 186) = 9.02$, $p_2 < 0.05$; 进一步事后检验结果发现, 等同预视条件的凝视时间显著少于其它三种条件, 而其它三种预视条件之间无显著差异。被试类型主效应显著, $F_1(1, 38) = 4.44$, $p_1 < 0.05$, $F_2(1, 62) = 12.52$, $p_2 < 0.05$; 预视和被试类型的交互作用不显著, $F_1(3, 114) = 0.73$, $p_1 > 0.05$, $F_2(1, 186) = 1.77$, $p_2 > 0.05$ 。

在总注视时间上, 预视主效应显著, $F_1(3, 114) = 4.08$, $p_1 < 0.01$, $F_2(3, 186) = 14.57$, $p_2 > 0.05$; 进一步事后检验结果发现, 等同预视条件的总注视时间显著少于其它三种条件, 而其它三种预视条件之间无显

著差异。被试类型主效应显著, $F_1(1, 38) = 9.71$, $p_1 < 0.01$, $F_2(1, 62) = 29.49$, $p_2 < 0.05$; 预视和被试类型的交互作用不显著, $F_1(3, 114) = 1.12$, $p_1 > 0.05$, $F_2(3, 186) = 1.90$, $p_2 > 0.05$ 。

对前目标字区的分析发现, 四种预视条件在首次注视时间没有差异, 而在凝视时间和总注视时间上出现的差异趋势与目标字一致。

(3) 后目标字

不同年级学生在四种预视条件下对后目标字的首次注视时间、凝视时间和总注视时间见表 8。

在首次注视时间上, 预视主效应不显著, $F_1(3, 114) = 1.21$, $p_1 > 0.05$, $F_2(3, 186) = 1.91$, $p_2 > 0.05$; 被试类型主效应不显著, $F_1(1, 38) = 0.46$, $p_1 > 0.05$, $F_2(1, 62) = 0.13$, $p_2 > 0.05$; 预视和被试类型的交互作用不显著, $F_1(3, 114) = 2.05$, $p_1 > 0.05$, $F_2(3, 186) = 2.14$, $p_2 > 0.05$ 。

在凝视时间上, 预视主效应不显著, $F_1(3, 114) = 1.14$, $p_1 > 0.05$, $F_2(3, 186) = 2.11$, $p_2 > 0.05$; 被试类型主效应显著, $F_1(1, 38) = 4.90$, $p_1 < 0.05$, $F_2(1, 62) =$

9.31, $p_2 < 0.05$, 大学生的凝视时间少于小学生; 预视和被试类型的交互作用不显著, $F_1(3, 114) = 1.54$, $p_1 > 0.05$, $F_2(3, 186) = 0.59$, $p_2 > 0.05$ 。

在总注视时间上, 预视主效应不显著, $F_1(3, 114) = 0.59$, $p_1 > 0.05$, $F_2(3, 186) = 2.30$, $p_2 > 0.05$; 被试类型主效应显著, $F_1(1, 38) = 18.30$, $p_1 < 0.05$, $F_2(1, 62) = 51.05$, $p_2 < 0.05$, 大学生的凝视时间少于小学生; 预视和被试类型的交互作用不显著, $F_1(3, 114) = 0.01$, $p_1 > 0.05$, $F_2(3, 186) = 0.89$, $p_2 > 0.05$ 。

对后目标字的分析结果与前目标字区的分析结果基本一致, 四种预视条件在首次注视时间等指标上没有出现差异, 而在个别指标上出现的差异趋势也与目标字一致。

3.2.2 对目标区、目标前区和目标后区的分析 以上数据分析是建立在以汉字为兴趣区的基础上的。在中文阅读中, 读者向右方向的眼跳幅度约为两个到两个半汉字的空间(Inhoff, 1998)。读者较高的略读率导致大量数据缺失, 从而降低了结果的稳定性和可靠性。为了确保数据分析的全面性, 提高结果的可靠性, 本实验借鉴已有研究(王穗苹, 2009)的做法, 将两个汉字组成一个区域进行分析。以下是对区域的分析结果。

(1) 目标区

对目标区的分析是本研究所关注的主要问题。不同年级学生对目标区的首次注视时间、凝视时间和总注视时间见表 9。

表 8 不同年级学生对后目标字的首次注视时间、凝视时间和总注视时间(ms)

眼动指标	不同年级学生	四种预视条件			
		等同	音同	形似	控制
首次注视时间	大学生	235(99)	259(38)	237(92)	248(84)
	小学生	272(34)	261(97)	252(32)	252(37)
凝视时间	大学生	225(70)	263(88)	229(70)	247(75)
	小学生	277(38)	275(48)	275(51)	267(47)
总注视时间	大学生	258(93)	292(90)	302(96)	266(78)
	小学生	397(139)	413(158)	400(174)	411(140)

表 9 不同年级学生在目标区的首次注视时间、凝视时间和总注视时间(ms)

眼动指标	不同年级学生	四种预视条件			
		等同	音同	形似	控制
首次注视时间	大学生	238(48)	273(43)	283(73)	314(62)
	小学生	286(30)	343(48)	308(47)	349(40)
凝视时间	大学生	308(48)	348(52)	366(66)	413(74)
	小学生	361(101)	459(137)	433(95)	479(123)
总注视时间	大学生	496(109)	573(91)	582(144)	673(175)
	小学生	751(209)	730(299)	726(241)	744(195)

在首次注视时间上, 预视主效应显著, $F_1(3, 114) = 34.60$, $p_1 < 0.001$, $F_2(3, 186) = 90.18$, $p_2 < 0.001$; 被试类型主效应显著, $F_1(1, 38) = 10.81$, $p_1 < 0.001$, $F_2(1, 62) = 30.77$, $p_2 < 0.001$; 预视和被试类型的交互作用显著, $F_1(3, 114) = 3.80$, $p_1 < 0.05$, $F_2(3, 186) = 14.64$, $p_2 < 0.001$ 。进一步的简单效应分析发现, 对于大学生群体, 四种预视类型存在显著差异, $F_1(3, 57) = 20.32$, $p_1 < 0.001$, $F_2(3, 186) = 57.60$, $p_2 < 0.001$ 。等同预视条件的首次注视时间显著少于其它三种条件($p_s < 0.001$), 音同预视条件和形似预视条件的首次注视时间均显著少于控制条件(分别为 $p_s < 0.001$ 和 $p_s < 0.01$), 而音同预视条件与形似预视

条件的首次注视时间没有显著差异($p_s > 0.05$), 这表明大学生在预视中获得了字形和语音的信息。对于小学生群体, 预视类型主效应显著, $F_1(3, 57) = 12.30$, $p_1 < 0.001$, $F_2(3, 186) = 65.53$, $p_2 < 0.001$ 。等同预视条件的首次注视时间显著少于其它三种条件(音同预视条件为 $p_s < 0.001$ 、形似条件为 $p_s < 0.05$ 及控制条件为 $p_s < 0.001$), 音同预视条件的首次注视时间显著多于形似条件($p_s < 0.05$), 而与控制条件没有显著差异($p_s > 0.05$), 形似预视条件显著少于控制条件($p_s < 0.01$), 这表明小学生在预视中仅获得了字形的信息, 而没有获得语音信息。

在凝视时间上, 预视主效应显著, $F_1(3, 114) =$

35.58, $p_1 < 0.001$, $F_2(3, 186) = 114.20$, $p_2 < 0.001$; 被试类型主效应显著, $F_1(1, 38) = 8.32$, $p_1 < 0.001$, $F_2(1, 62) = 17.26$, $p_2 < 0.001$; 预视和被试类型的交互作用显著, $F_1(3, 114) = 2.70$, $p_1 < 0.05$, $F_2(3, 186) = 8.81$, $p_2 < 0.001$ 。进一步的简单效应分析发现, 对于大学生群体, 预视类型主效应显著, $F_1(3, 57) = 20.64$, $p_1 < 0.001$, $F_2(3, 186) = 72.79$, $p_2 < 0.001$ 。等同预视条件的凝视时间显著少于其它三种条件($p_s < 0.001$), 音同预视条件和形似预视条件的凝视时间均显著少于控制条件(分别为 $p_s < 0.001$ 和 $p_s < 0.01$), 而音同预视条件与形似预视条件的凝视时间没有显著差异($p_s > 0.05$)。对于小学生群体, 预视类型主效应显著, $F_1(3, 57) = 18.83$, $p_1 < 0.001$, $F_2(3, 186) = 63.76$, $p_2 < 0.001$ 。等同预视条件的凝视时间显著少于其它三种条件($p_s < 0.001$), 音同预视条件的凝视时间与形似预视条件、控制条件的差异不显著($p_s > 0.05$)。形似预视条件显著少于控制条件($p_s < 0.001$)。这与首次注视时间一致, 表明大学生在预视中获得了字形和语音的信息, 而小学生仅在预视中获得了字形的信息, 而没有获得语音信息。

在总注视时间上, 预视主效应边缘显著, $F_1(3, 114) = 2.24$, $p_1 = 0.087$, $F_2(3, 186) = 9.62$, $p_2 < 0.001$; 被试类型主效应显著, $F_1(1, 38) = 11.97$, $p_1 < 0.001$, $F_2(1, 62) = 24.84$, $p_2 < 0.001$; 预视和被试类型的交互作用显

著, $F_1(3, 114) = 2.54$, $p_1 = 0.06$, $F_2(3, 186) = 6.17$, $p_2 < 0.001$ 。简单效应分析发现, 对于大学生群体, 四种预视类型存在显著差异, $F_1(3, 57) = 7.54$, $p_1 < 0.001$, $F_2(3, 186) = 21.39$, $p_2 < 0.001$ 。等同预视条件的首次注视时间显著少于其它三种条件(音同预视条件 $p_s < 0.01$ 、形似预视条件 $p_s < 0.05$ 、控制条件 $p_s < 0.001$), 音同预视条件的首次注视时间显著少于控制条件($p_s < 0.01$), 而音同预视条件的首次注视时间和形似预视条件没有显著差异($p_s > 0.05$); 同样, 形似预视条件的首次注视时间与控制条件在被试分析上边缘显著($p_1 = 0.087$), 在项目分析上显著($p_2 < 0.05$)。对于小学生群体, 预视类型主效应不显著, $F_1(3, 57) = 0.10$, $p_1 > 0.05$, $F_2(3, 186) = 0.72$, $p_2 > 0.05$ 。

从三个指标的结果来看, 较一致地支持了大学生在预视中获得了字形和语音的信息, 而对于小学生, 首次注视时间和凝视时间支持其在预视中获得了字形的信息。由于总注视时间的影响因素较多, 较不稳定, 因此在本研究中首次注视时间和凝视时间更能反映读者注视信息的情况。与对目标字的分析类似, 接下来也对目标前区和目标后区进行分析。

(2) 目标前区

不同年级学生在四种预视条件下对目标前区的首次注视时间、凝视时间和总注视时间见表 10。

表 10 不同年级学生在目标前区的首次注视时间、凝视时间和总注视时间(ms)

眼动指标	不同年级学生	四种预视条件			
		等同	音同	形似	控制
首次注视时间	大学生	241(34)	257(41)	243(39)	239(43)
	小学生	229(60)	230(68)	231(55)	230(42)
凝视时间	大学生	295(65)	282(43)	272(46)	286(56)
	小学生	273(80)	318(124)	294(140)	314(100)
总注视时间	大学生	434 (97)	508(175)	511(148)	676(193)
	小学生	538(259)	628(303)	617(210)	524(118)

在首次注视时间上, 被试类型主效应不显著, $F_1(1, 38) = 1.16$, $p_1 > 0.05$, $F_2(1, 62) = 3.53$, $p_2 > 0.05$ 。预视类型主效应不显著, $F_1(3, 114) = 1.03$, $p_1 > 0.05$, $F_2(3, 186) = 1.97$, $p_2 > 0.05$ 。交互作用不显著, $F_1(3, 114) = 1.13$, $p_1 > 0.05$, $F_2(3, 186) = 2.57$, $p_2 > 0.05$ 。

在凝视时间上, 被试类型主效应不显著, $F_1(1, 38) = 0.46$, $p_1 > 0.05$, $F_2(1, 62) = 1.17$, $p_2 > 0.05$ 。预视类型主效应不显著, $F_1(3, 114) = 1.20$, $p_1 > 0.05$, $F_2(3, 186) = 1.51$, $p_2 > 0.05$ 。交互作用不显著, $F_1(3, 114) = 2.31$, $p_1 > 0.05$, $F_2(3, 186) = 0.75$, $p_2 > 0.05$ 。

在总注视时间上, 被试类型主效应显著, $F_1(1, 38) = 5.02$, $p_1 < 0.05$, $F_2(1, 62) = 9.31$, $p_2 < 0.05$ 。大学生的总注视时间显著少于小学生。预视类型主效应显著, $F_1(3, 114) = 6.56$, $p_1 < 0.01$, $F_2(3, 186) = 26.16$, $p_2 < 0.05$ 。进一步事后检验结果表明, 等同预视条件的总注视时间显著少于其它三种条件, 而其它三种条件下没有差异。交互作用不显著, $F_1(3, 114) = 0.34$, $p_1 > 0.05$, $F_2(3, 186) = 1.89$, $p_2 > 0.05$ 。

(3) 目标后区

同样, 也对目标后区的注视时间进行了分析。

不同年级学生在四种预视条件下对目标后区的首次注视时间、凝视时间和总注视时间见表 11。

表 11 不同年级学生在目标后区的首次注视时间、凝视时间和总注视时间(ms)

眼动指标	不同年级学生	四种预视条件			
		等同	音同	形似	控制
首次注视时间	大学生	249(39)	261(43)	242(33)	255(33)
	小学生	283(98)	271(57)	263(58)	268(41)
凝视时间	大学生	306(61)	308(47)	282(53)	289(50)
	小学生	319(102)	337(102)	312(96)	326(94)
总注视时间	大学生	433(114)	434(102)	387(116)	432(113)
	小学生	597(101)	498(122)	573(284)	653(192)

在首次注视时间上, 被试类型主效应不显著, $F_1(1,38)=2.03$, $p_1>0.05$, $F_2(1,62)=1.24$, $p_2>0.05$ 。预视类型主效应不显著, $F_1(3,114)=1.14$, $p_1>0.05$, $F_2(3,186)=2.58$, $p_2>0.05$ 。交互作用不显著, $F_1(3,114)=0.79$, $p_1>0.05$, $F_2(3,186)=1.01$, $p_2>0.05$ 。

在凝视时间上, 被试类型主效应不显著, $F_1(1,38)=1.64$, $p_1>0.05$, $F_2(1,62)=1.55$, $p_2>0.05$ 。预视类型主效应不显著, $F_1(3,114)=1.90$, $p_1>0.05$, $F_2(3,186)=2.52$, $p_2>0.05$ 。交互作用不显著, $F_1(3,114)=0.48$, $p_1>0.05$, $F_2(3,186)=2.41$, $p_2>0.05$ 。

在总注视时间上, 被试类型主效应显著, $F_1(1,38)=26.42$, $p_1<0.01$, $F_2(1,62)=52.73$, $p_2<0.01$, 大学生的总注视时间显著少于小学生。预视类型主效应不显著, $F_1(3,114)=2.45$, $p_1>0.05$, $F_2(3,186)=1.62$, $p_2>0.05$; 交互作用不显著, $F_1(3,114)=2.34$, $p_1>0.05$, $F_2(3,186)=1.46$, $p_2>0.05$ 。

对目标前区和目标后区的分析表明, 四种预视条件的首次注视时间和凝视时间没有差异, 而在总注视时间上, 出现差异的趋势与目标区一致。这表明对目标区的分析结果是可信的。

总之, 从以上的数据分析可以看出, 大学生在副中央凹预视中获取了字形和语音的信息, 而小学生在副中央凹预视中只获得了字形的信息, 没有获取语音的信息。这个结果得到了总注视时间、凝视时间和首次注视时间的支持。

4 讨论

实验二探讨了不同年级学生在副中央凹预视中获取信息的类型差异。实验设置了等同、音同、形似和控制四种预视条件, 探讨不同年级读者是否均能在副中央凹预视中获得语音和字形的信息。由于在本研究设计时, 文本阅读的语义预视效益是否存在尚未定论, 而关于汉语的相关研究非常少

(Pollatsek et al., 2000; Miell et al., 2004; Reichle, Pollatsek, & Rayner, 2006; Reichle, Rayner, & Pollatsek, 2003; Engbert, Nuthmann, Richter, & Kliegl, 2005; Richter, Engbert, & Kliegl, 2006), 因此在本研究中只关注了语音信息和字形信息。但是, 近些年来对汉语阅读的一些研究发现, 读者可以在预视中获得语义信息(王穗莘等, 2009; Yan et al., 2009; Yang, Wang, Tong, & Rayner, in press)。

在数据分析中, 把控制条件作为基线条件, 将等同条件、音同形异预视条件以及形似音异预视条件与控制条件相比较, 来确定阅读者是否在预视中获得了语音信息或字形信息。

从对目标字的分析可以看出, 在首次注视时间、凝视时间和总注视时间上均比较一致地发现了被试类型主效应显著及被试类型与预视类型的交互作用显著。大学生的注视时间都显著少于小学生。对于大学生群体, 音同条件和形似条件的首次注视时间、凝视时间和总注视时间均显著少于控制条件, 这表明大学生在副中央凹预视中获取了字形和语音的信息。而对于小学生, 音同条件的首次注视时间、凝视时间及总注视时间与控制条件没有显著差异。而形似预视条件的注视时间则显著少于控制条件。这表明小学生在副中央凹预视中只获得了字形的信息, 而没有获取语音的信息。这无疑表明不同年级调节副中央凹预视信息的获得, 大学生读者能够在一次注视中获得多种类型的信息。

这一结果在对以区域为兴趣区的分析中再次得到了证明。对前目标字和后目标字以及目标前区、目标后区的分析也支持了这个结果。本研究的结果与以往的研究并不矛盾。Pollatsek 等(2000)、Liu 等(2002)以及 Tsai 等人(2004)的研究发现了成年人在中文阅读中能够从副中央凹获得语音和字形的信息, 对同音字的预视及对相似字的预视有助于

目标字的识别。Chace 等人(2005)的研究探讨了不同阅读技能的个体的副中央凹预视效益, 结果发现高技能的读者在阅读中获得了语音预视效益, 而低技能的读者在阅读时不能获得语音预视效益。和成年人相比, 小学五年级学生阅读技能相对较低, 因此在阅读中不能和成年人一样在预视中获得语音的信息。这样看来, 从副中央凹预视获得信息类型的角度也可以理解不同年级读者阅读效率的差异。

在阅读中, 小学生对目标区(目标字)的首次注视时间、凝视时间和总注视时间上显著长于大学生。这个结果和以往的研究(韩玉昌, 隋雪, 任延涛, 2005; Chace et al., 2005; Rayner & Pollatsek, 1989; McConkie et al., 1991; Rayner, 1986; Aghababian et al., 2000)是一致的, 大学生与小学生相比, 无论在信息加工能力上, 还是知识经验上, 前者均优于后者。

5 总讨论

本研究尝试从读者阅读时一次注视获得信息的角度来揭示读者阅读效率上的差异。研究将阅读知觉广度和副中央凹预视两者结合起来共同探讨不同年级读者的差异。阅读知觉广度反映了读者一次注视获得信息的范围, 而副中央凹预视反映了在知觉广度范围内, 读者获得信息的类型的不同。在阅读中, 读者阅读效率的差异无疑会受到这两方面的影响, 将两者结合起来研究才能更全面地解释不同读者在阅读效率上的差异。

实验一的结果显示, 大学生在一次注视中获取信息的范围要大于小学生, 这主要体现在不同年级读者每次注视获取注视点右侧信息范围的不同。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。而小学生读者在每次注视中注视点右侧 1 个汉字能够得到较为精细的加工, 获得信息的范围为注视点右侧 2 个汉字。这一结果与以往的研究是一致的。Rayner (1986)以及 Häikiö 等人(2009)对不同年级读者知觉广度的研究均得到了类似的结果, 低年级读者的知觉广度范围要小于高年级读者。Rayner (1986)认为低技能读者的知觉广度约为注视点右侧 11 个字母空间, 而高技能读者约为 14~15 个字母, 低技能读者的知觉广度小于高技能读者。而 Häikiö 等人(2009)对芬兰语阅读的研究发现随着年级的增加, 字母识别广度在变大。同阅读快者相比, 阅读慢者更倾向于将大部分加工资

源集中在中央凹注视词。这可能是年级较低的读者在阅读时效率不高的一个原因。

相对于实验一的结果, 实验二从另一方面阐明了不同年级读者阅读效率存在差异的原因。实验二是在实验一所考察的阅读知觉广度范围内探讨读者获得预视信息的情况。对读者每次注视获得信息的类型做了较为精细的考察。结果显示, 在知觉广度范围内, 大学生读者能在副中央凹区域获取更多类型的信息, 包括语音信息和字形的信息, 而小学生读者仅能获取字形的信息。在对汉语阅读预视效益的研究中, 很多研究结果比较一致地支持中文阅读者能够在副中央凹预视中获得字形的信息(Pollatsek et al., 2000; Liu et al., 2002; Tsai et al., 2004), 而在对语音预视效益的研究中, 一些研究者发现了汉语的语音预视效益(Pollatsek et al., 2000; Liu et al., 2002), 认为汉语阅读中语音编码在词汇辨别中起到作用, 在副中央凹预视中能够提取语音信息。在本研究中仅发现了大学生读者能够获得语音预视效益, 而小学生读者不能获取语音预视效益。Chace 等人的研究(2005)得到了类似的结果, Chace 等人对英语阅读进行了研究, 发现不同技能读者在预视效益存在差异, 高技能读者更容易获得语音预视效益, 而低技能读者则不能获得。在本研究中, 小学生阅读技能相对成年人较低, 在阅读中不能和成年人一样在预视中获得语音的信息。因此, 在汉语阅读中, 语音预视效益的获得依然受到阅读技能水平的影响。

总之, 本研究的两个实验尝试从阅读知觉广度和副中央凹预视相结合的角度揭示了不同读者一次注视获得信息的差异。不同年级读者的阅读效率存在差异的原因之一可以从两点来看: 首先, 在每次注视获得信息的范围上, 小学生读者在一次注视中信息获取的范围较小, 而大学生读者一次注视中信息获取的范围较大; 其次, 从每次注视获得副中央凹预视信息的种类上, 小学生读者在每次预视中获取信息种类较少, 而大学生读者预视获得的信息种类较多。这对于解释不同年级读者在阅读过程中的信息获得情况具有一定的启发意义。

参 考 文 献

- Aghababian, V., & Tatjana, A. N. (2000). Developing normal reading skills: Aspects of the visual processes underlying word recognition. *Journal of Experimental Child Psychology*, 76(2), 123-150.
- Angele, B., Slaterry, T. J., Yang, J. M., Kliegl, R., & Rayner, K. (2008). Parafoveal processing in reading: Manipulating

- n+1 and n+2 previews simultaneously. *Visual Cognition*, 16 (6), 697-707.
- Bai, X. J., Yan, G. L., Liversedge, S. P., Zang, C. L., & Rayner, K. (2008). Reading spaced and unspaced Chinese text: Evidence from eye movements. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34, 1277-1287.
- Chace, K., H., Rayner, K., & Well, A. D. (2005). Eye movements and phonological parafoveal preview: Effects of reading skill. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 59(3), 209-216.
- Chen, H.-C., & Tang, C. (1998). The effective visual field in reading Chinese. *Reading and Writing*, 10, 245-254.
- Chinese Character Information Dictionary. (1988). Beijing, China: Science Press.
- [汉字信息字典. (1988). 北京: 科学出版社.]
- Drieghe, D., Rayner, K., & Pollatsek, A. (2008). Mislocated fixations can account for parafoveal on foveal effects in eye movements during reading. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61 (8), 1239-1249.
- Engbert, R., Nuthmann, A., Richter, E. D., & Kliegl, R. (2005). SWIFT: A dynamical model of saccade generation during reading. *Psychological Review*, 112, 777-813.
- Fine, E. M., & Rubin, G. S. (1999a). Reading with a central field loss: Number of letters masked is more important than the size of the mask in degrees. *Vision Research*, 39, 747-756.
- Fine, E. M., & Rubin, G. S. (1999b). Reading with simulated scotomas: Attending to the right is better than attending to the left. *Vision Research*, 39, 1039-1048.
- Fine, E. M., & Rubin, G. S. (1999c). The effects of simulated cataract on reading with normal vision and simulated central scotoma. *Vision Research*, 39, 4274-4285.
- Fu, G., & Yan, G. L. (2008). The perceptual span of senior high school students and oculomotor activity during the reading of two-character word based Chinese sentences. *Studies of Psychology and Behavior*, 4, 285-290.
- [伏干, 闫国利. (2008). 高中二年级学生双字词阅读知觉广度的眼动研究. *心理与行为研究*, 4, 285-290.]
- Häikiö, T., Raymond, B., Jukka, H., & Pekka, N. (2009). Development of the letter identity span in reading: Evidence from the eye movement moving window paradigm. *Journal of Experimental Child Psychology*, 10, 1016.
- Han, Y., C., Sui, X., & Ren, Y. T. (2005). A study on eye movements of reading texts for pupils with learning difficulties. *Psychological Science*, 28(3), 550-553.
- [韩玉昌, 隋雪, 任延涛. (2005). 小学学习困难生阅读过程中的眼动特征. *心理科学*, 28(3), 550-553.]
- Inhoff, A. W., & Liu, W. (1997). The perceptual span during the reading of Chinese text. In Chen H.-C. (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.
- Liu, W., Inhoff, A. W., Ye, Y., & Wu, C. (2002). Use of parafoveally visible characters during the reading of Chinese sentences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28(5), 1213-1227.
- McConkie, G. W., & Rayner, K. (1975). The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception & Psychophysics*, 17, 578-586.
- McConkie, G. W., Zola, D., Grimes, J., Kerr, P. W., Bryant, N. R., & Wolff, P. M. (1991). Children's eye movements during reading. In J. F. Stein (Ed.), *Vision and visual dyslexia* (pp. 251-262). London: Macmillan.
- Mielliet, S., & Sparrow, L. (2004). Phonological codes are assembled before word fixation: Evidence from boundary paradigm in sentence reading. *Brain and Language*, 90 (3), 299-310.
- Pollatsek, A., Bolozky, S., & Well, A. D. (1981). Asymmetries in the perceptual span for Israeli readers. *Brain and Language*, 14, 174-180.
- Pollatsek, A., Tan, L. H., & Rayner, K. (2000). The role of phonological codes in integrating information across saccadic eye movements in Chinese character identification. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26(2), 607-633.
- Rayner, K. (1975). The perceptual span and peripheral cues in reading. *Cognitive Psychology*, 7(1), 65-81.
- 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 Bulletin*, 124(3), 372-422.
- Rayner, K. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62 (8), 1457-1506.
- Rayner, K., Castelano, M. S., & Yang, J. M. (2009). Eye movements and the perceptual span in older and younger reader. *Psychology and Aging*, 24(3), 755-760.
- 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. (1989). *The psychology of reading*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Reichle, E. D., Pollatsek, A., & Rayner, K. (2006). E-Z Reader: A cognitive-control, serial-attention model of eye-movement behavior during reading. *Cognitive Systems Research*, 7(1), 4-22.
- Reichle, E. D., Rayner, K., & Pollatsek, A. (2003). The EZ reader model of eye movement control in reading: Comparisons to other models. *Behavioral and Brain Sciences*, 26, 445-476.
- Richter, E. M., Engbert, R., & Kliegl, R. (2006). Current advances in SWIFT. *Cognitive Systems Research*, 7(1), 23-33.
- Tsai, J.-L., Lee, C.-Y., Tzeng, O.-J., 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(2), 235-244.
- Wang, S., P., Tong, X., H., Yang, J., M., & Leng, Y. (2009). Semantic codes are obtained before word fixation in Chinese sentence reading: evidence from eye movements. *Acta Psychologica Sinica*, 41(3), 220-232.
- [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.]
- White, S. J., Rayner, K., & Liversedge, S. P. (2005). Eye movements and the modulation of parafoveal processing by foveal processing difficulty: a reexamination. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12 (5), 891-896.

- Xiong, J. P., Yan, G. L., & Bai, X. J. (2007). The perceptual span and eye movements in Chinese senior high school readers. *Studies of Psychology and Behavior*, 5(1), 60–64.
[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*, 5(1), 60–64.]
- Yan, G. L., Xiong, J. P., & Bai, X. J. (2008). Eye movement studies on the perceptual span of Chinese reading by fifth graders. *Psychological Development and Education*, 24(1), 72–77.
[闫国利, 熊建萍, 白学军. (2008). 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*, 1, 72–77]
- Yan, M., Eike, M. R., Shu, H., & Kliegl, R. (2009). Readers of Chinese extract semantic information from parafoveal words. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16 (3), 561–566.
- Yang, Y. S., & Ding, J. H. (2008). The generation of multiple saccadic sequences and its function in psychology. *Advances in Psychological Science*, 16(2), 240–249.
[杨永胜, 丁锦红. (2008). 系列眼跳的产生及其心理学意义. *心理科学进展*, 16(2), 240–249.]
- Yang, J., Wang, S., Tong, X., & Rayner K. (in press). Semantic and plausibility effects on preview benefit during eye fixations in Chinese reading. *Reading and Writing*.

The Perceptual Span and Parafoveal Preview Effect of Fifth Graders and College Students: An Eye Movement Study

YAN Guo-Li; WANG Li-Hong; Wu Jin-Gen; Bai Xue-Jun

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

Abstract

The amount of information that can be acquired in foveal and parafoveal vision is one of the most fundamental issues in the study of eye movement control in reading. This refers to the perceptual span, which is a measure of the portion of a line of text from which a reader can extract useful visual and linguistic information to facilitate reading on any single fixation (McConkie & Rayner, 1975). A skilled adult reader can acquire useful information from the word to the right of the fixated word; this was referred to as parafoveal preview effect (Rayner, 1975, 1998, 2009). Rayner (1986) found that as reading skill improves, the amount of information that can be extracted from upcoming words during a single fixation increases. Chace (2005) found that reading skill also modulated the preview effecting adult readers. In the present study, parafoveal preview effect was investigated in Chinese fifth graders and college students.

Two experiments were conducted using the eye-movement contingent display change technique. 20 fifth graders and 20 college students participated. Their eye movements were recorded with a SR Research EyeLink eye tracker. Eighty sentences were presented in eight viewing conditions (R0、R1、R2、R3、R4、L1R4、L2R4 and whole line) were included to examine the perceptual span of fifth graders and college students in Experiment 1. In Experiment 2, four preview types (identical, homophone, orthographic, control and random) were used to explore the parafoveal preview effect of fifth graders and college students.

The results showed that the perceptual span of college students was larger than that of the fifth graders. Orthographic and phonological information could be obtained by college students, while only orthographic information could be obtained by fifth graders in parafoveal preview.

In summary, the present study indicated that different information is acquired during fixations by college students and fifth graders. College students read more quickly than the fifth graders; one possible reason for this is that they have a larger perceptual span and acquire more orthographic and linguistic information from upcoming words than fifth graders do.

Key words perceptual span; parafoveal preview; eye movements