

# 高低水平汉英二语者阅读难易英语句子的知觉广度\*

巫金根<sup>1</sup> 刘志方<sup>2</sup> 刘妮娜<sup>3,4,5</sup> 黄发杰<sup>6</sup>

(1 阳光学院儿童发展与教育学院, 福州 350015) (2 杭州师范大学教育学院, 杭州 311121)

(3 教育部人文社会科学重点研究基地天津师范大学心理与行为研究院, 天津 300387)

(4 天津师范大学心理学部, 天津 300387) (5 学生心理发展与学习天津市高校社会科学实验室, 天津 300387)

(6 福建师范大学心理学院, 福州 350117)

**摘要** 通过考察高、低水平汉英二语者阅读难易英语句子的知觉广度, 本研究发现二语水平和句子难度调节汉英二语者的英语阅读速度, 但不影响其阅读知觉广度, 均表现为注视词左侧1个词至右侧1个词。该结果表明汉英二语者采用相对固定的注意分配策略来阅读英语, 与中央凹加工负荷假说不一致。

**关键词** 二语水平, 句子难度, 阅读知觉广度, 中央凹加工负荷假说。

**分类号** B842

## 1 引言

使用眼动追踪技术的研究发现, 汉英二语者英语阅读效率不高的两个突出表现为: (1) 缓慢的阅读速度, 汉英二语者的英语阅读速度(126~160词/分)(李馨, 李海潮, 刘璟尧, 白学军, 2017; 闫国利, 张兰兰, 郎瑞, 白学军, 2008; 朱莹, 巫金根, 张兰兰, 闫国利, 2009) 远低于母语者的阅读速度(200~400词/分)(Brysbaert, 2019; Rayner, Slattery, & Bélanger, 2010); (2) 较小的阅读知觉广度, 汉英二语者(高中生、大学生)的英语阅读知觉广度为注视点右侧8至11个字符(吴捷, 张兰兰, 巫金根, 2010; 闫国利等, 2008; 朱莹等, 2009), 小于英语母语者(大学生)的阅读知觉广度(注视点右侧15个字符)(Rayner, 1986)。

中央凹加工负荷假说认为, 当前注视词的加工难度会调节读者的阅读知觉广度, 即如果当前注视词容易识别, 那么中央凹加工负荷程度较低, 会有更多的注意资源用于右侧副中央凹区域的词汇加工, 因而阅读知觉广度更大, 反之则更小(Findelsberger, Hutzler, & Hawelka, 2019; Henderson & Ferreira, 1990; Schad & Engbert, 2012)。据此推测, 与英语母语者相比, 汉英二语者阅读英语时对当前注视词的加工较为困难, 所

以中央凹加工负荷程度较高, 不能像英语母语者那样把注意资源分配至注视点右侧更大范围的信息, 将导致汉英二语者阅读速度缓慢、阅读知觉广度更小。

Rayner 等人(2010)研究表明, 阅读速度快的英语母语者(337词/分)其阅读知觉广度右侧范围可达到3个词, 而阅读速度慢的英语母语者(207词/分)为1个词。Veldre 和 Andrews(2014)的研究也得到类似结果。这说明, 不同阅读水平的英语母语者在阅读英语时的中央凹加工负荷程度不同, 继而影响了阅读知觉广度, 符合中央凹加工负荷假说的预测。而二语者的研究结果与此不同: 有研究发现高水平二语者(日本大学生)其英语阅读速度(176词/分)显著快于低水平二语者的阅读速度(113词/分)(Leung, Sugiura, Abe, & Yoshikawa, 2014), 但是高、低水平二语者的阅读知觉广度却是一致的, 说明高水平二语者并没有把注意资源分配至注视词右侧更远的词, 形成更大的阅读知觉广度, 不符合中央凹加工负荷假说的预测。

也有研究通过操纵句子的难易程度来调节中央凹加工负荷, 发现英语母语者阅读知觉广度随着句子难度的提高而变小(Henderson & Ferreira, 1990; Rayner, 1986)。Rayner 的研究发现, 英语母

收稿日期: 2020-03-30

\* 基金项目: 福建省社会科学规划项目(FJ2017C088)。

通讯作者: 巫金根, E-mail: wujingen163@163.com。

语者(小学四年级学生)阅读难句子的知觉广度小于阅读易句子,表明阅读难句子增加了英语母语者的中央凹加工负荷,于是注意资源较少分配至副中央凹视觉区域,导致阅读知觉广度变小,支持中央凹加工负荷假说。然而来自汉英二语者的研究结果却发现:虽然阅读易句子的阅读速度(156词/分)显著快于难句子(64词/分),说明阅读易句子时的中央凹加工负荷程度比难句子更低,但是阅读难易句子的知觉广度范围是相同的(朱莹等, 2009),这又说明汉英二语者在阅读易句子时并没有把注意资源分配至注视词右侧更远的词,从而形成更大的阅读知觉广度。该结果不符合中央凹加工负荷假说的预测。

本研究推测,前述二语者的英语阅读知觉广度与英语母语者的差异可能反映了不同的注意策略,即与英语母语者相比,二语者阅读英语时并未根据中央凹加工负荷程度来调节注视词右侧的注意分配范围,而是形成了一个相对固定的阅读知觉广度。因此,结合 Leung 等人(2014)和朱莹等人(2009)的研究设计,本研究同时设置二语水平和句子难度两个变量来考察汉英二语者的英语阅读知觉广度,以期更好地理解二语阅读知觉广度与中央凹加工负荷的关系,同时也能加深对二语者阅读英语时的注意分布策略的理解。本研究假设:如果汉英二语者阅读英语时并未根据中央凹加工负荷程度来调节注视词右侧的注意分配范围,那么高低水平汉英二语者阅读难易句子的知觉广度是一致的。

## 2 研究方法

### 2.1 实验设计

实验设计为2(二语水平:高、低)×2(句子难度:难、易)×6(窗口条件:整行条件、L0R3窗口、L1R3窗口、L2R3窗口、L2R2窗口、L2R1窗口)的三因素混合设计,其中二语水平为被试间变量,句子难度和窗口条件为被试内变量。

### 2.2 被试

参考以往研究(常欣,王沛, 2013; 张辉,卞京,王茜, 2017),选取通过英语专业八级考试的24名英语专业研究生为高水平汉英二语者,以通过大学英语四级的31名非英语专业本科生为低水平汉英二语者。所有被试的视力或矫正视力正常,此前未参加过类似的实验。

### 2.3 实验材料

首先,选取难、易英语句子各90句,其中易句子选自小学英语教材,难句子选自CET6考试题。其次,把难易句子分成三组,每组有难、易英语句子各30句。选取三组大学生分别对这三组句子的难度进行5点评定(评定标准:1代表非常容易,5代表非常难)。三组大学生的CET4成绩高于386分,平均成绩为444分、437分和451分,不存在显著差异 $[F(2, 87)=1.72, p>0.05]$ 。最后,选取难易句子各60句,其中易句子的难度平均值小于等于1.3,难句子的难度平均值大于等于2.8。难句子的难度值( $M=3.26, SD=0.33$ )显著高于易句子( $M=1.18, SD=0.08$ ),  $t(118)=47.58, p<0.001$ , 难句子的单词平均字符数( $M=5.67, SD=0.61$ )显著多于易句子( $M=4.49, SD=0.59$ ),  $t(118)=10.85, p<0.001$ 。

### 2.4 实验仪器

眼动记录仪选用加拿大SR公司的Eyelink1000型,其采样率为1000 Hz。显示器是19英寸,分辨率为1024×768像素,刷新频率为75 Hz。被试的眼睛距离显示器约55厘米,每两个字符对应约0.9°的视角。

### 2.5 实验程序

考虑到朱莹等人(2009)和Leung等人(2014)的研究以字符为单位来设置可视窗口大小,这会打乱词间间隔信息,从而间接提高了阅读难度。所以本研究参考Rayner等人的研究(Rayner, 1986; Rayner, Castelano, & Yang, 2009; Rayner et al., 2010),以当前注视词为中心,以词为单位设置可视窗口,见图1。

如图1所示,符号“\*”表示当前眼睛的注视词。可视窗口中的内容正常呈现,窗口外用“X”符号来掩蔽。可视窗口跟随读者注视点的移动而移动。该范式的逻辑是:当窗口大小达到读者的阅读知觉广度时,在该窗口条件下的阅读行为与整行条件不存在显著的差异(闫国利,巫金根,胡晏雯,白学军, 2010)。以L0R3窗口为例,其表示注视词左侧可见0个词,右侧可见3个词,其余窗口以此类推。通过对L0R3窗口、L1R3窗口、L2R3窗口分别与整行条件(FL)比较来确定注视词左侧知觉广度,而L2R1窗口、L2R2窗口、L2R3窗口分别与整行条件(FL)比较能确定注视词右侧的知觉广度。实验采用拉丁方设计平衡窗口条件的呈现顺序,且每种窗口条件下先呈现易

句子, 每屏只呈现一句, 字体为 MS Gothic, 字号为 18 磅。实验为个别施测。先呈现 18 个练习句

(各窗口条件下各有 3 句), 然后开始正式实验。实验设置 24 道判断题来考察被试是否认真阅读。

|             |   |
|-------------|---|
| FL 整行条件     | You should go to bed early and you will feel better tomorrow<br>* |
| L0R3 可视窗口条件 | Xxxxxxxxxx go to bed earlyxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx<br>*   |
| L1R3 可视窗口条件 | Xxxxshouldgo to bed earlyxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx<br>*    |
| L2R3 可视窗口条件 | You should go to bed earlyxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx<br>*   |
| L2R2 可视窗口条件 | You should go to bedxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx<br>*     |
| L2R1 可视窗口条件 | You should go to xx<br>*    |

图 1 移动窗口范式和窗口范围设定示意图

注: 图中“L”表示注视词左侧, “R”表示注视词右侧。

### 3 结果

被试答题正确率均超过 90%, 说明阅读认真。首先排除一名低水平汉英二语者的数据 (有 16 句的眼动轨迹未被仪器记录)。其次删除眼跳距离为 0 和注视点少于 4 的句子, 占总数的 2.8%; 同时删除 3 个标准差范围之外的数据, 占总数据的 0.79%。分析指标包括: (1) 平均注视时间 (毫秒): 指汉英二语者在阅读该句子时所有注视点持续时间的平均值; (2) 注视次数 (个): 指汉英二语者在阅读该句子时所有注视点的个数; (3) 向右眼跳距离 (度): 向右眼跳的两次相邻注视点之间的距离; (4) 阅读速度 (词/分): 指汉英二语者在单位时间内阅读的英语单词个数, 即句子的总单词数除以总阅读时间。参考以往研究 (张骏, 全文, 刘志方, 2019; Rayner, 1986; Rayner et al., 2009, 2010), 把阅读速度作为确定阅读知觉广度的最主要参考指标。

数据分析是基于 R 语言 (R Core Team, 2017) 环境下的线性混合模型 (linear mixed model, LMM) 和 lme4 数据处理包 (Bates et al., 2017) 进行的。各项指标都做对数转化。结果报告了回归系数 ( $b$ ), 标准误 ( $SE$ ) 和  $t$  值 ( $t=b/SE$ ), 若  $|t|>1.96$ , 表示  $p<0.05$ 。线性混合模型将二语水平、句子难度和窗口条件作为固定因素来进行分析, 其中窗口条件主效应以各窗口条件与整行条件形成 5 个对比。若交互作用显著, 则分别确定各条件下的阅读知觉广度。具体结果见表 1。

(1) 平均注视时间。二语水平主效应不显著 ( $b=-0.03$ ,  $SE=0.03$ ,  $t=-1.14$ ), 句子难度主效应显

著 ( $b=0.07$ ,  $SE=0.004$ ,  $t=15.29$ ), 窗口条件主效应显著 ( $t>1.96$ ,  $ps<0.05$ ), 两两交互作用都不显著 ( $|t|<1.96$ ,  $ps>0.05$ ), 三重交互作用不显著 ( $|t|<1.96$ ,  $ps>0.05$ )。以上结果说明汉英二语者阅读易句子的平均注视时间显著少于难句子, 并且各窗口条件下的平均注视时间显著长于整行条件。

(2) 注视次数。二语水平主效应显著 ( $b=-0.20$ ,  $SE=0.07$ ,  $t=-2.93$ ), 句子难度主效应显著 ( $b=0.43$ ,  $SE=0.02$ ,  $t=18.24$ )。窗口条件主效应只在整行条件与 L0R3 窗口条件比较差异显著 (FL-L0R3:  $b=0.12$ ,  $SE=0.03$ ,  $t=4.37$ )。二语水平和句子难度的交互作用显著 ( $b=0.06$ ,  $SE=0.02$ ,  $t=3.66$ ), 表现为高水平汉英二语者只有在阅读易句子时的注视次数显著少于低水平汉英二语者 ( $b=-0.20$ ,  $SE=0.06$ ,  $t=-3.54$ )。二语水平和窗口条件的交互作用不显著 ( $|t|<1.96$ ,  $ps>0.05$ )。句子难度和窗口条件的交互作用在句子难度×FL-L0R3 条件、句子难度×FL-L1R3 条件和句子难度×FL-L2R3 条件下差异显著 ( $|t|>1.96$ ,  $ps<0.05$ ), 其他条件下差异不显著 ( $|t|<1.96$ ,  $ps>0.05$ )。三重交互作用只在二语水平×句子难度×FL-L2R3 条件下差异显著 (FL-L2R3:  $b=0.13$ ,  $SE=0.06$ ,  $t=2.12$ )。上述结果说明高水平汉英二语者的注视次数显著少于低水平汉英二语者, 阅读易句子的注视次数显著少于难句子, 而移动窗口条件对注视次数的影响不明显。

(3) 向右眼跳距离。二语水平主效应显著 ( $b=0.16$ ,  $SE=0.04$ ,  $t=3.70$ ), 句子难度主效应不显著 ( $b=-0.009$ ,  $SE=0.01$ ,  $t=-0.91$ )。窗口条件主效应在整行条件与 L0R3 窗口比较和整行条件与 L2R1 窗口比较中差异显著 ( $|t|>1.96$ ,  $ps<0.05$ ), 其他窗

口条件与整行条件比较均不显著 ( $|t|s < 1.96$ ,  $ps > 0.05$ )。二语水平和句子难度的交互作用显著 ( $b = 0.04$ ,  $SE = 0.008$ ,  $t = 4.32$ ), 表现为只有高水平汉英二语者阅读难句子的向右眼跳距离显著大于易句子 ( $b = 0.03$ ,  $SE = 0.01$ ,  $t = 2.25$ )。二语水平和句子

难度分别与窗口条件的两两交互作用不显著 ( $|t|s < 1.96$ ,  $ps > 0.05$ ), 三重交互作用也不显著 ( $|t|s < 1.96$ ,  $ps > 0.05$ )。以上结果说明, 高水平汉英二语者的向右眼跳距离显著长于低水平汉英二语者, 阅读难易句子的向右眼跳距离无显著差异。

表1 高低水平汉英二语者在各窗口条件下阅读难易句子的各项指标平均值

| 眼动指标       | 二语水平×句子难度 | 窗口条件        |             |             |             |             |             |
|------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|            |           | FL          | L0R3        | L1R3        | L2R3        | L2R2        | L2R1        |
| 平均注视时间(毫秒) | 低水平×易句子   | 226 (33)    | 260 (41)    | 244 (36)    | 240 (36)    | 238 (34)    | 248 (36)    |
|            | 低水平×难句子   | 244 (35)    | 275 (41)    | 262 (37)    | 257 (36)    | 255 (36)    | 262 (37)    |
|            | 高水平×易句子   | 221 (29)    | 252 (38)    | 235 (33)    | 235 (31)    | 231 (32)    | 237 (32)    |
|            | 高水平×难句子   | 240 (30)    | 265 (33)    | 255 (30)    | 247 (32)    | 250 (30)    | 253 (33)    |
| 注视次数(个)    | 低水平×易句子   | 20 (8)      | 23 (10)     | 20 (9)      | 20 (8)      | 19 (9)      | 20 (8)      |
|            | 低水平×难句子   | 34 (17)     | 34 (17)     | 32 (17)     | 31 (15)     | 31 (16)     | 33 (16)     |
|            | 高水平×易句子   | 17 (8)      | 18 (8)      | 17 (7)      | 16 (6)      | 16 (7)      | 16 (6)      |
|            | 高水平×难句子   | 29 (13)     | 28 (13)     | 27 (13)     | 28 (13)     | 27 (13)     | 27 (12)     |
| 向右眼跳距离(度)  | 低水平×易句子   | 2.70 (0.64) | 2.58 (0.58) | 2.70 (0.70) | 2.70 (0.63) | 2.66 (0.60) | 2.47 (0.53) |
|            | 低水平×难句子   | 2.70 (0.67) | 2.57 (0.62) | 2.66 (0.64) | 2.70 (0.68) | 2.62 (0.61) | 2.48 (0.62) |
|            | 高水平×易句子   | 3.18 (0.70) | 3.01 (0.65) | 3.17 (0.75) | 3.19 (0.74) | 3.13 (0.74) | 2.91 (0.71) |
|            | 高水平×难句子   | 3.27 (0.75) | 3.09 (0.69) | 3.19 (0.71) | 3.23 (0.78) | 3.25 (0.74) | 3.00 (0.74) |
| 阅读速度(词/分)  | 低水平×易句子   | 143 (54)    | 119 (57)    | 137 (56)    | 140 (59)    | 149 (63)    | 134 (53)    |
|            | 低水平×难句子   | 75 (38)     | 72 (44)     | 82 (48)     | 80 (42)     | 83 (48)     | 75 (40)     |
|            | 高水平×易句子   | 174 (71)    | 149 (65)    | 172 (66)    | 177 (63)    | 178 (69)    | 172 (53)    |
|            | 高水平×难句子   | 87 (41)     | 81 (40)     | 88 (39)     | 89 (40)     | 92 (42)     | 91 (40)     |

注: 括号内为标准差。

(4) 阅读速度。二语水平主效应显著 ( $b = 0.23$ ,  $SE = 0.07$ ,  $t = 3.19$ ); 句子难度主效应显著 ( $b = -0.62$ ,  $SE = 0.03$ ,  $t = -23.64$ ); 窗口条件主效应在整行条件与 L0R3 窗口比较和整行条件与 L2R1 窗口比较中差异显著 ( $|t|s > 1.96$ ,  $ps < 0.05$ ), 其他窗口条件与整行条件比较均不显著 ( $|t|s < 1.96$ ,  $ps > 0.05$ ); 三重交互作用也不显著 ( $|t|s < 1.96$ ,  $ps > 0.05$ )。二语水平和句子难度的交互作用显著 ( $b = -0.07$ ,  $SE = 0.02$ ,  $t = -3.67$ ), 表现为高水平汉英二语者阅读易句子的阅读速度显著快于低水平汉英二语者 ( $b = 0.23$ ,  $SE = 0.06$ ,  $t = 3.60$ ), 但是两组被试阅读难句子的阅读速度不存在显著差异 ( $b = 0.16$ ,  $SE = 0.09$ ,  $t = 1.76$ )。二语水平和窗口条件的交互作用不显著 ( $|t|s < 1.96$ ,  $ps > 0.05$ )。句子难度和窗口条件的交互作用在句子难度×FL-L0R3 条件和句子难度×FL-L1R3 条件下差异显著 ( $ts > 1.96$ ,  $ps < 0.05$ ), 其他条件下差异不显著 ( $|t|s < 1.96$ ,  $ps > 0.05$ )。以上结

果说明汉英二语者阅读易句子的阅读速度显著快于难句子, 同时高水平汉英二语者的阅读速度快于低水平汉英二语者, 但是主要发生在阅读易句子条件下。

对阅读速度中句子难度和窗口条件之间的交互作用进行进一步分析发现: (1) 对于易句子, 只有整行条件与 L0R3 窗口条件比较差异显著 (FL-L0R3:  $b = -0.21$ ,  $SE = 0.02$ ,  $t = -9.88$ )。该结果说明汉英二语者阅读易句子的知觉广度为注视词左侧 1 个词至右侧 1 个词。(2) 对于难句子, 整行条件与 L0R3 窗口和 L2R2 窗口比较差异显著 ( $|t|s > 1.96$ ,  $ps < 0.05$ ), 其他窗口条件与整行条件比较均不显著 ( $|t|s < 1.96$ ,  $ps > 0.05$ )。由于 L2R2 窗口下的阅读速度 (87 词/分) 快于整行条件下的阅读速度 (80 词/分), 说明该条件并未干扰正常阅读。并且 L2R1 窗口与整行条件比较又不存在显著差异, 所以汉英二语者阅读难句子的知觉广度也



是注视词左侧 1 个词至右侧 1 个词。

## 4 讨论

通过操纵二语水平和句子难度来考察不同的中央凹加工负荷如何调节汉英二语者英语阅读知觉广度, 本研究发现, 二语水平和句子难度调节汉英二语者英语阅读速度, 但不影响阅读知觉广度, 表现为高、低水平汉英二语者阅读难、易英语句子的知觉广度均为注视词左侧 1 个词至右侧 1 个词, 与研究假设不一致。

阅读知觉广度反映读者在阅读过程中的注意调控和分配范围。英语母语者的阅读知觉广度随着读者阅读能力提高而变大 (Rayner, 1986; Rayner et al., 2009; Rayner et al., 2010; Veldre & Andrews, 2014), 这符合中央凹加工负荷假说的预测。在本研究中, 虽然高水平汉英二语者的阅读速度显著快于低水平汉英二语者, 表明高水平汉英二语者的中央凹加工负荷程度更低; 但有趣的是, 不论是高水平还是低水平汉英二语者的阅读知觉广度均为注视词左侧 1 个词至右侧 1 个词, 这说明高水平汉英二语者并没有把注意资源分配至注视词右侧更大范围的词, 与 Leung 等人 (2014) 的研究结果一致。由此可见, 高水平汉英二语者并没有根据中央凹加工负荷程度来调节注视词右侧的注意分配范围, 其阅读知觉广度与低水平汉英二语者一致。

英语母语者的阅读知觉广度随着阅读句子难度的提高而变小 (Henderson & Ferreira, 1990; Rayner, 1986), 表明母语者能根据中央凹加工负荷程度来灵活调节副中央凹处的注意分配, 继而改变阅读知觉广度。在本研究中, 虽然主要的眼动指标在句子难度这一变量上主效应显著, 表明汉英二语者阅读难句子引发的中央凹加工负荷确实高于易句子, 但是阅读难易英语句子的知觉广度是一致的。该结果与朱莹等人 (2009) 的研究结果一致, 说明汉英二语者在阅读难易英语句子时, 并未根据中央凹加工负荷程度来调节注视词右侧的注意分配, 而是采用了相同的注意策略, 因此形成了相同的阅读知觉广度。

英语母语者的阅读知觉广度随着读者的阅读能力提高而变大 (Rayner, 1986; Rayner et al., 2009), 随着阅读难度的增大而变小 (Henderson & Ferreira, 1990; Rayner, 1986), 反映了母语者能根据中央凹加工负荷程度灵活调节注意分布范围。

与母语者相比, 汉英二语者在阅读英语时采用了相对固定的注意分配策略: 即汉英二语者不是根据中央凹加工负荷程度来调节副中央凹的注意分配范围, 而是把注意资源集中在当前注视词上, 会更加注意通过对每个单词的提取和识别来实现句子的语义理解。Mikulecky (1990) 指出, 二语者在阅读英语时, 无论二语熟练程度和阅读技能如何, 都习惯注意提取每个单词的意思来理解文本的意义。这可能是汉英二语者的阅读知觉广度不受二语水平和句子难度调节的原因。另外, 词汇质量和阅读流畅性等因素可能是二语者采用该注意分配策略来阅读英语的原因, 但是本研究没有对此进行测试, 也未与母语者进行直接对比, 因而还需要更多研究来验证。

## 5 结论

本研究发现二语水平和句子难度调节汉英二语者的英语阅读速度, 但是不改变阅读知觉广度。该结果表明汉英二语者采用相对固定的注意分配策略来阅读英语, 与中央凹加工负荷假说不一致。

## 参 考 文 献

- 常欣, 王沛. (2013). 二语熟练度和语言间句法结构相似性对中国学习者英语被动句加工过程的影响. *外语教学与研究*, 45(2), 241-252.
- 李馨, 李海潮, 刘璟尧, 白学军. (2017). 阅读水平和阅读任务对英语词频效应的影响: 来自非熟练汉-英双语者的眼动证据. *心理与行为研究*, 15(4), 455-461, doi: 10.3969/j.issn.1672-0628.2017.04.004.
- 吴捷, 张兰兰, 巫金根. (2010). 高中生英语阅读知觉广度的眼动研究. *心理科学进展*, 30(2), 29-34, doi: 10.3969/j.issn.1003-5184.2010.02.007.
- 闫国利, 巫金根, 胡晏雯, 白学军. (2010). 当前阅读的眼动研究范式述评. *心理科学进展*, 18(12), 1966-1976.
- 闫国利, 张兰兰, 郎瑞, 白学军. (2008). 大学生英语阅读知觉广度的眼动研究. *心理研究*, 1(2), 80-85, doi: 10.3969/j.issn.2095-1159.2008.02.017.
- 张辉, 卞京, 王茜. (2017). 不同水平的中国英语学习者英语过去时加工机制的 ERP 研究. *外语教学*, 38(2), 12-19.
- 张骏, 全文, 刘志方. (2019). 不同词长中文句子阅读知觉广度的老化: 眼动证据. *心理发展与教育*, 35(3), 312-319.
- 朱莹, 巫金根, 张兰兰, 闫国利. (2009). 大学生阅读不同难度英文句子知觉广度的眼动研究. *心理研究*, 2(4), 26-31, doi: 10.3969/j.issn.2095-1159.2009.04.005.
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., Walker, S., Christensen, R. H. B., Singmann, H., ... Fox, J. (2017). lme4: Linear mixed-effects models using 'Eigen' and S4. Retrieved April 7, 2020, from <https://CRAN.R-project.org/package=lme4>

[project.org/package=lme4](https://project.org/package=lme4)

- Brysbaert, M. (2019). How many words do we read per minute? A review and meta-analysis of reading rate. *Journal of Memory and Language*, 109, 104047, doi: [10.1016/j.jml.2019.104047](https://doi.org/10.1016/j.jml.2019.104047).
- Findelsberger, E., Hutzler, F., & Hawelka, S. (2019). Spill the load: Mixed evidence for a foveal load effect, reliable evidence for a spillover effect in eye-movement control during reading. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 81(5), 1442–1453.
- Henderson, J. M., & Ferreira, F. (1990). Effects of foveal processing difficulty on the perceptual span in reading: Implications for attention and eye movement control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16(3), 417–429, doi: [10.1037/0278-7393.16.3.417](https://doi.org/10.1037/0278-7393.16.3.417).
- Leung, C. Y., Sugiura, M., Abe, D., & Yoshikawa, L. (2014). The perceptual span in second language reading: An eye-tracking study using a gaze-contingent moving window paradigm. *Open Journal of Modern Linguistics*, 4(5), 585–594, doi: [10.4236/ojml.2014.45051](https://doi.org/10.4236/ojml.2014.45051).
- Mikulecky, B. S. (1990). *A short course in teaching reading skills*. New York: Addison-Wesley.
- R Core Team. (2017). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved December 1, 2017, from <http://www.R-project.org/>
- Rayner, K. (1986). Eye movements and the perceptual span in beginning and skilled readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 41(2), 211–236, doi: [10.1016/0022-0965\(86\)90037-8](https://doi.org/10.1016/0022-0965(86)90037-8).
- Rayner, K., Castelano, M. S., & Yang, J. (2009). Eye movements and the perceptual span in older and younger readers. *Psychology and Aging*, 24(3), 755–760, doi: [10.1037/a0014300](https://doi.org/10.1037/a0014300).
- Rayner, K., Slattery, T. J., & Bélanger, N. N. (2010). Eye movements, the perceptual span, and reading speed. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17(6), 834–839.
- Schad, D. J., & Engbert, R. (2012). The zoom lens of attention: Simulating shuffled versus normal text reading using the SWIFT model. *Visual Cognition*, 20(4–5), 391–421.
- Veldre, A., & Andrews, S. (2014). Lexical quality and eye movements: Individual differences in the perceptual span of skilled adult readers. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 67(4), 703–727, doi: [10.1080/17470218.2013.826258](https://doi.org/10.1080/17470218.2013.826258).

## The Effect of Second Language Reading Skill and Sentence Difficulty on the Perceptual Span of Chinese-English Bilinguals While Reading English Sentences

WU Jingen<sup>1</sup>, LIU Zhifang<sup>2</sup>, LIU Nina<sup>3,4,5</sup>, HUANG Fajie<sup>6</sup>

(1 College of Child Development and Education, Yango University, Fuzhou 350015; 2 College of Education, Hangzhou Normal University, Hangzhou 311121; 3 Key Research Base of Humanities and Social Sciences of the Ministry of Education, Academy of Psychology and Behavior, Tianjin Normal University, Tianjin 300387; 4 Faculty of Psychology, Tianjin Normal University, Tianjin 300387; 5 Tianjin Social Science Laboratory of Students' Mental Development and Learning, Tianjin 300387; 6 School of Psychology, Fujian Normal University, Fuzhou 350117)

### Abstract

The present study investigated the perceptual span of Chinese-English bilinguals while reading English sentences by using the gaze-contingent moving window paradigm. The results indicated that English reading skills and sentence difficulty affected the reading rate but not the perceptual span, which includes one word to the right and left of the point of fixation, of Chinese-English bilinguals. This finding is inconsistent with the foveal load hypothesis and suggests that the strategy of a relatively fixed attention range might be adopted by Chinese-English bilinguals while reading English sentences.

**Key words** second language reading skill, sentence difficulty, perceptual span, foveal load hypothesis.