

中文阅读中切词过程的年化:眼动证据*

刘志方¹, 仝文², 张智君³, 王永胜⁴

(1. 杭州师范大学心理学系, 杭州 311121; 2. 山西师范大学心理学系, 临汾 041000;
3. 浙江大学心理与行为科学系, 杭州 310028; 4. 天津师范大学心理与行为研究院, 天津 300074)

摘要:研究包含两项实验考察中文阅读中的词切分是否受年化影响。发现如下结果:(1)实验一显示,静态提示词汇正确边界(词间空格和词阴影条件)消极影响青年组总阅读时间的程度大于其对老年组的影响,静态提示词汇错误边界(非词空格)消极影响老年组总阅读时间的程度大于其对青年组的影响。(2)实验二显示,动态提示词汇正确边界(提示词 $n+1$ 边界和提示词 n 边界)积极影响老年组总阅读时间的程度大于其对青年组的影响。(3)在眼动数据上,两项实验均发现呈现条件与组别交互影响凝视时间和跳读概率。总的来说,提示词汇(正确/错误)边界影响老年组句子阅读时间/眼动过程的模式不同于其对青年组的影响,说明中文阅读中的切词会受到年化的影响。

关键词:中文阅读;切词;年化;眼动

中图分类号:B842.5

文献标识码:A

文章编号:1003-5184(2021)01-0034-07

1 引言

拼音文字阅读研究发现,词汇加工受到年化的影响。比如,英语老年人的阅读知觉广度小于青年读者,且左右对称性变大(Rayner, Castelano, & Yang, 2009),说明英语老年人在单次注视中加工词汇的数量变少。基于 SWIFT 模型的研究发现,德语阅读知觉广度也受年化影响,德语老年人的阅读知觉广度变小、左右不对称性程度则有变大趋势(Laubrock Kliegl & Engbert, 2006)。还有研究发现,英语老年人对目标词汇的预视加工程度低于青年人(Rayner, Castelano, & Yang, 2010),而德语老年人则不能像青年人那样根据连续几个词汇之间的相对难度灵活调整加工策略(Risse & Kliegl, 2011)。英语和德语阅读的研究证据显示,老年人的词频效应大于青年人;语境预测性影响老年人眼动过程的模式也不同于青年人(Kliegl, Grabner, Rolfs, Engbert, 2004; Rayner Reichle, Stroud, Williams, & Pollatsek, 2006)。

中文阅读中词汇加工的年化模式与拼音文字相似(张俊,仝文,刘志方,2019;Wang et al., 2018),但其具体影响机制仍需深入探讨。切词是中文阅读特有认知环节(Reilly & Radach, 2012),因而考察年化是否影响切词,能深化中文词汇加工机制理解。目前主要采用两种范式研究切词:范式一、在文本中添加静态线索,以提示正确/错误的词汇边界,结果

发现,正确的词切分线索难以提高阅读效率,却能减少词汇上的凝视时间,错误的词切分线索则严重影响阅读(Bai, Yan, Liversedge, Zang, & Rayner, 2008)。范式二、根据具体注视位置,改变相应词汇的字体颜色,动态地提示词 n 或者词 $n+1$ 边界,结果发现,可见青年人阅读中执行两个切词过程:切分词 n 和切分词 $n+1$ (张智君,刘志方,赵亚军,季靖,2012)。

老年与青年人在词边界效应上若无差异,说明年化不影响切词;否则则说明切词受到年化的影响。纵览文献,尚未发现考察年化影响阅读切词的完整研究。仅有一篇论文单独探讨词边界对老年人阅读效率/眼动过程的影响作用(白学军,郭志英,曹玉,顾俊娟,闫国利,2012),由于没有对照青年读者数据,尚不知老年人词边界效应与青年组之间是否存在差异,故该研究并未完全揭示切词的年化问题。本研究拟观察老年与青年读者在静态词边界效应上的差异,以及在动态词边界效应上的差异,考察阅读切词年化。研究假设:若年化影响切词过程,那么各提示词边界条件影响老年读者句子总阅读时间(或眼动数据)的程度/模式,不同于其对青年读者的影响;否则则说明阅读中的切词过程不受年化的影响。

2 实验一:静态词边界效应的年化

2.1 方法

2.1.1 被试

* 基金项目:国家社会科学基金青年项目(17CYY059)。

通讯作者:张智君, E-mail: zjzhang@zju.edu.cn。

在某大学校园内招募被试。50名母语为汉语的某大学大一本科生和40名老年人参与实验。大学生被试的年龄范围为18~22岁。老年人的年龄都在60岁以上。所有被试的视力或矫正视力正常,无色盲色弱,两组被试在矫正视力上差异不显著($p > 0.05$)。老年组被试为某大学退休教辅人员,两组被试在受教育年限上差异也不显著($p > 0.05$)。他们之前均未参加过类似实验,实验结束后获得一定报酬。

2.1.2 实验材料

正式实验材料共60个句子,实验句子的长度为15~17个汉字。在研究开始前由20个未参加随后实验的本科生分别针对句子的通顺性和难易程度进行评定(采用5点评分标准进行评定,分值越高代表难度和通顺性程度越高),结果显示这些实验句子的难度较低($M = 1.12, SD = 0.50$),通顺性较高($M = 4.80, SD = 0.76$)。

2.1.3 实验设计

实验采用2(组别:老年组 vs. 青年组)×5(呈现条件:控制条件、词间空格、非词空格、词阴影、非词阴影)两因素混合设计,其中组别为被试间变量,句子呈现类型为组内变量。实验任务是要求被试阅读各种呈现条件的实验句子,读完句子后及时按键结束任务,当出现阅读理解句子时根据前一实验句子内容按键做出正误判断。各种句子类型设置如下表1所示。以拉丁方设计方式来匹配实验材料和呈现条件变量的5个水平,60个句子随机呈现。

表1 实验一五种句子呈现方式举例

呈现条件	句子
控制条件	我们可以通过电视或网络了解国家大事。
词间空格	我们 可以 通过 电视 或 网络 了解 国家 大事。
非词空格	我 们 可 以 通 过 电 视 或 网 络 了 解 国 家 大 事。
词阴影	我们可以通过电视或网络了解国家大事。
非词阴影	我们可以通过电视或网络了解国家大事。

2.1.4 实验设备

实验采用加拿大SR research公司生产的Eye-

link II 眼动记录仪,采样频率为500HZ,空间分辨率为0.01度。被试机屏幕刷新频率为75HZ,分辨率为1024×768像素。实验句子都以宋体20号字单行呈现在屏幕中央,被试距离屏幕45厘米,每个汉字约成1.32度视角。

2.1.5 实验程序

首先,调整座椅和下巴托高度,使被试视线与屏幕中央保持水平,然后给被试佩戴头盔。然后,进入电脑实验程序,刺激材料呈现电脑上首先呈现指导语,主试向被试解释说明实验流程,待被试阅读理解指导语和实验流程后,主试调整镜头位置,并校准眼动设备(实行水平方式的三点校准),当所有校准点上校准误差低于0.5°时接受校准结果,电脑呈现实验句子并收集眼动数据。电脑呈现句子、记录眼动数据的流程中包含了两个部分:练习部分和正式实验部分。练习和正式实验中,部分句子后面跟随问题句,要求被试根据前一句内容,通过按键判断问题句的正确与错误。

2.2 实验结果

由于文本中所有词汇均受到呈现条件的处理,所以总阅读时间和词汇兴趣区内眼动数据均是因变量指标:(1)总阅读时间,读者阅读每个句子时所花费的时间,(2)平均凝视时间,对句子所有词汇凝视时间的平均值,(3)跳读概率,句子中被跳读词汇数量与总词汇数量之间的比值,(4)回视次数,读者阅读每个句子时向左眼跳的数量。分析之前,剔除练习句和判断句数据,随后还删除了正式实验句子阅读中注视点小于3个的项目,以及总阅读时间在三个标准差之外项目,共删除3.81%项目数据。各被试在不同呈现条件下因变量均值与标准误差见下表2。在R环境中使用lme4统计软件包,基于线性混合模型分析上述因变量数据(Bates, Maechler, Bolker, & Walker, 2015),模型中固定效应包含组别对比和4项呈现条件间对比(对比1:控制条件与词阴影条件间对比、对比2:控制条件与词间空格间对比、对比3:控制条件与非词阴影条件间对比、对比4:控制条件与非词间空格间对比),以及交互作用项。

表2 实验一各组在各呈现条件下因变量的均值与标准误(老年组40人,青年组50人)

	实验条件	总阅读时间	平均凝视时间	跳读概率	回视次数
青年组	控制条件	2192(134)	233(7)	46.7(1.6)	2.64(0.19)
	词阴影	2392(127)	240(7)	42.2(1.6)	2.76(0.19)
	词间空格	2396(134)	221(5)	45.2(1.7)	2.75(0.20)
	非词阴影	2684(150)	252(7)	43.9(1.6)	2.58(0.19)
	非词空格	2592(165)	233(8)	38.9(1.6)	2.75(0.21)

续表 2

	实验条件	总阅读时间	平均凝视时间	跳读概率	回视次数
老年组	控制条件	3716(150)	295(7)	24.2(1.8)	3.63(0.21)
	词阴影	3699(142)	295(8)	23.7(1.8)	3.54(0.21)
	词间空格	3607(150)	257(6)	23.3(1.9)	3.57(0.22)
	非词阴影	4100(167)	306(7)	24.3(1.8)	3.82(0.22)
	非词空格	4257(184)	311(9)	20.2(1.8)	3.64(0.23)

(注:总阅读时间和平均注视时间的单位为 *ms*,正确率、跳读概率的单位是%,下同)

总阅读时间:老年组显著大于青年组 $b = 1426$, $SE = 206$, $t = 6.93$, $p < 0.001$ 。对比 1,词阴影大于控制条件边缘显著 $b = 98$, $SE = 57$, $t = 1.726$, $p = 0.085$ 。对比 2,词间空格与控制条件之间差异不显著($p > 0.05$)。对比 3,非词阴影显著大于控制条件 $b = 382$, $SE = 65$, $t = 5.844$, $p < 0.001$ 。对比 4,非词空格显著大于控制条件 $b = 451$, $SE = 57$, $t = 7.939$, $p < 0.001$ 。组别对比和对比 1 间交互作用显著 $b = -215$, $SE = 82$, $t = -2.603$, $p < 0.01$;词阴影导致青年组总阅读时间显著增加($p < 0.01$),却不影响老年组($p > 0.05$)。组别对比和对比 2 间交互作用显著 $b = -307$, $SE = 84$, $t = -3.655$, $p < 0.001$;词间空格导致青年组总阅读时间显著增加($p < 0.05$),却不影响老年组($p > 0.05$)。组别对比和对比 3 间交互作用不显著($p > 0.05$)。组别对比和对比 4 间交互作用边缘显著 $b = 148$, $SE = 83$, $t = 1.783$, $p = 0.075$;非词空格导致老年组总阅读时间增加的程度大于其对青年组的影响($560ms$ vs $351ms$)。

平均凝视时间:老年组显著大于青年组 $b = 57$, $SE = 9$, $t = 6.143$, $p < 0.001$ 。对比 1,词阴影与控制条件之间差异不显著($p > 0.05$)。对比 2,词间空格显著小于控制条件 $b = -21$, $SE = 4$, $t = -5.645$, $p < 0.001$ 。对比 3,非词阴影显著大于控制条件 $b = 20$, $SE = 4$, $t = 5.36$, $p < 0.001$ 。对比 4,非词空格显著大于控制条件 $b = 15$, $SE = 3$, $t = 4.726$, $p < 0.001$ 。组别与对比 1 之间交互作用不显著($p > 0.05$)。组别与对比 2 之间交互作用显著 $b = -26$, $SE = 5$, $t = -5.331$, $p < 0.001$;词空格导致老年组对词汇平均凝视时间减少的程度大于其对青年组的影响($33ms$ vs $13ms$)。组别与对比 3 之间交互作用边缘显著 $b = -9$, $SE = 5$, $t = -1.88$, $p = 0.059$;非词阴影导致老年组对词汇平均凝视时间增加的程度小于其对青年组的影响程度($13ms$ vs $20ms$)。组别与对比 4 之间交互作用显著 $b = 15$, $SE = 5$, $t = 3.103$, $p < 0.01$;非词空格导致老年组对词汇平均凝视时间显著增加($p < 0.01$),但却不影响青年组($p > 0.05$)。

跳读概率:老年组显著小于青年组 $b = -0.203$, $SE = 0.023$, $b = -8.772$, $p < 0.001$ 。对比 1、词阴影显著少于控制条件 $b = 0.074$, $SE = 0.016$, $t = -4.57$, $p < 0.001$ 。对比 2、词间空格与控制条件间差异不显著($p > 0.05$)。对比 3、非词阴影显著少于控制条件 $b = 0.055$, $SE = 0.017$, $t = -3.228$, $p = 0.001$ 。对比 4,非词空格显著小于控制条件 $b = -0.109$, $SE = 0.016$, $b = -6.675$, $p < 0.001$ 。组别与对比 1 之间交互作用显著 $b = 0.039$, $SE = 0.010$, $b = 3.9$, $p < 0.001$;词阴影导致青年组跳读概率减少($p < 0.001$),却不影响老年组($p > 0.05$)。组别与对比 2 之间交互作用不显著($p > 0.05$)。组别与对比 3 之间交互作用显著 $b = 0.029$, $SE = 0.01$, $b = 2.883$, $p < 0.05$;非词阴影导致青年组跳读概率减少($p < 0.01$),却不影响老年组($p > 0.05$)。组别与对比 4 之间交互作用显著 $b = 0.039$, $SE = 0.01$, $b = 3.876$, $p < 0.001$;非词空格导致老年组跳读概率减少的程度小于青年组(7.5% vs 2.8%)。

回视次数:老年组显著大于青年组 $b = 0.941$, $SE = 0.272$, $t = 3.457$, $p < 0.001$;控制条件与其他呈现条件之间对比,以及交互作用都不显著($ps > 0.05$)。

2.3 讨论

实验一通过操控静态提示词汇边界的呈现方式,探讨年老化从影响切词效果的模式。结果发现:(1)两种提示正确词汇边界(词间空格、词阴影)条件都导致青年组总阅读时间增加,却不影响老年组总阅读时间;(2)两种提示词汇错误边界(非词空格、非词阴影)条件导致两组句子总阅读时间增加,非词空格条件对青年组的影响程度小于老年组;(3)呈现条件影响老年组第一遍阅读中词汇平均凝视时间、跳读概率的模式不同于青年组读者,但呈现条件不影响回视次数,也不与组别交互影响回视次数。

提示正确(错误)词边界从两个方面影响词汇加工:(1)促进/妨碍切词效率,(2)影响视觉加工。

词间空格条件和词阴影条件没有对老年组带来消极影响(消极影响是指与控制条件相比,该条件导致总阅读时间显著增加),说明对于老年被试而言,提示正确词汇边界促进切词,在一定程度上抵消了其词汇知觉加工的消极影响。提示错误词汇边界(非词空格条件和非词阴影条件)对老年组词汇加工的影响程度大于其对青年组的影响。提示正确词汇边界对老年组的积极影响,以及提示错误词汇边界对老年组词汇加工的消极影响程度都大于青年组,说明老年化影响切词过程。实验一不能排除视力衰退在切词中的作用,也不能解决预视切词和注视切词的老年化问题(张智君等,2012),因此组织实验二。

3 实验二:动态词边界效应的老年化

3.1 方法

3.1.1 被试

在某大学校园内招募被试。45名母语为汉语的某大学一本本科生和40名老年人参与实验。大学生被试的年龄范围为18~22,年龄平均为19.38岁,标准差为0.49。老年人的年龄都在60岁~75岁之间,其年龄均值为62.3,标准差为2.65。为了

防止老年组与青年组被试在视力上存在差异,电话预约被试前提醒被试(尤其提醒老年人佩戴老花镜)佩戴眼镜,所有被试的视力或矫正视力正常,无色盲色弱,两组被试在矫正视力上差异不显著($p > 0.05$)。老年组被试为某大学退休教辅人员,两组被试在受教育年限上差异也不显著($p > 0.05$)。

3.1.2 实验材料

实验材料的每一个实验句子均是完全由9个双字词构成,共计60句,其中20%的实验句子带有阅读理解题目(共计12个阅读理解题目)。请20名大学生分两组对句子的难度和通顺性进行评定。实验句子的难度较低($M = 1.55, SD = 0.28$)、通顺性较高($M = 4.18, SD = 0.37$)。

3.1.3 实验设计

实验采用2(组别:老年组 vs. 青年组) \times 5(呈现条件:控制条件、提示词n+1正确边界、提示词n正确边界、提示词n+1错误边界、提示词n错误边界)两因素混合设计。以拉丁方设计方式来匹配实验句子材料和句子呈现类型,同实验一。各种句子类型设置如下图1所示:

提示词 n+1 正确边界	提示词 n 正确边界
老师 要求 学生灵活运用各种方法解答问题。	老师 要求 学生灵活运用各种方法解答问题。
* 老师 要求 学生灵活运用各种方法解答问题。	* 老师 要求 学生灵活运用各种方法解答问题。
* 老师 要求 学生灵活运用各种方法解答问题。	* 老师 要求 学生灵活运用各种方法解答问题。
* 老师 要求 学生灵活运用 各种 方法解答问题。	* 老师 要求 学生灵活 运用 各种方法解答问题。
* 老师 要求 学生灵活运用各种方法 解答 问题。	* 老师 要求 学生灵活运用各种 方法 解答问题。
* 老师 要求 学生灵活运用各种方法解答问题。	* 老师 要求 学生灵活运用各种方法解答问题。
提示词 n+1 错误边界	提示词 n 错误边界
老师 要求 学生灵活运用各种方法解答问题。	老师 要求 学生灵活运用各种方法解答问题。
* 老师 要求 学生灵活运用各种方法解答问题。	* 老师 要求 学生灵活运用各种方法解答问题。
* 老师 要求 学生灵活运用各种方法解答问题。	* 老师 要求 学生灵活运用各种方法解答问题。
* 老师 要求 学生灵活运用 各种 方法解答问题。	* 老师 要求 学生灵活 运用 各种方法解答问题。
* 老师 要求 学生灵活运用各种方法 解答 问题。	* 老师 要求 学生灵活运用 各种 方法解答问题。
* 老师 要求 学生灵活运用各种方法解答问题。	* 老师 要求 学生灵活运用各种方法解答问题。

图1 实验二4种句子呈现方式举例(“*”代表注视点,斜体加粗字体表示字体改变颜色)

3.1.4 实验设备和程序

同实验一。

3.2 实验结果

根据实验一标准,删除共计2.04%的项目数据。研究分析因变量数据的方式基本同于实验一,不同的是,实验二的4项呈现条件间分别是:对比

1,控制条件与提示词n+1正确边界条件间对比;对比2,控制条件与提示词n正确边界间对比;对比3,控制条件与提示词n+1错误边界对比;对比4,控制条件与提示词n错误边界条件间对比)。各条件下因变量的均值与标准误差见下表3。

表3 实验二各组在各呈现条件下因变量的均值与标准误(老年组40人,青年组45人)

	实验条件	总阅读时间	平均凝视时间	跳读概率	回视次数
青年组	控制条件	2618(167)	256(7)	37.0(1.7)	2.17(0.19)
	提示词 n+1 正确边界	2580(166)	251(6)	37.0(1.6)	2.14(0.19)
	提示词 n 正确边界	2610(158)	260(7)	35.5(1.8)	2.02(0.17)
	提示词 n+1 错误边界	2646(182)	257(7)	36.4(1.6)	2.05(0.18)
	提示词 n 错误边界	2734(168)	268(7)	35.6(1.8)	2.05(0.18)
老年组	控制条件	4792(177)	324(7)	12.6(1.9)	2.79(0.20)
	提示词 n+1 正确边界	4545(176)	303(6)	13.0(1.7)	2.81(0.20)
	提示词 n 正确边界	4521(167)	320(7)	12.5(1.9)	2.52(0.18)
	提示词 n+1 错误边界	4768(193)	322(7)	13.5(1.7)	2.79(0.19)
	提示词 n 错误边界	4817(179)	335(8)	12.8(1.9)	2.73(0.20)

总阅读时间:老年组显著大于青年组 $b = 2049$, $SE = 235$, $t = 8.72$, $p < 0.001$ 。对比1,提示词 $n+1$ 正确边界条件显著小于控制条件 $b = -143$, $SE = 50$, $t = -2.874$, $p < 0.01$ 。对比2,提示词 n 正确边界显著小于控制条件 $b = -137$, $SE = 50$, $t = -2.739$, $p < 0.01$ 。对比3与对比4效应不显著($p > 0.05$)。组别和对比1间交互作用显著 $b = -207$, $SE = 100$, $t = -2.081$, $p < 0.05$;提示词 $n+1$ 正确边界导致老年组总阅读时间显著减少($p < 0.05$),却不影响青年组($p > 0.05$)。组别和对比2间交互作用显著 $b = -258$, $SE = 100$, $t = -2.584$, $p = 0.01$;提示词 n 正确边界导致老年组总阅读时间显著减少($p > 0.05$),却不影响青年组($p > 0.05$)。组别和对比3、对比4间交互作用不显著($ps > 0.05$)。

平均凝视时间:老年组显著大于青年组 $b = 62$, $SE = 9$, $t = 6.671$, $p < 0.001$ 。对比1,提示词 $n+1$ 正确边界条件显著小于控制条件 $b = -13$, $SE = 2$, $t = -5.424$, $p < 0.001$ 。对比2与对比3效应不显著($p > 0.05$)。对比4,提示词 n 错误边界条件显著大于控制条件 $b = 12$, $SE = 2$, $t = 5.102$, $p < 0.001$ 。组别和对比1间交互作用显著 $b = -16$, $SE = 5$, $t = -3.442$, $p < 0.001$;提示词 $n+1$ 正确边界导致老年组平均凝视时间显著减少($p < 0.001$),却不影响青年组($p > 0.05$)。组别和对比2间交互作用边缘显著 $b = -8$, $SE = 5$, $t = -1.8$, $p = 0.072$;提示词 n 正确边界条件影响老年组的趋势与其影响青年组完全相反,此条件导致老年组平均凝视时间减少($-4ms$),却导致青年组的平均凝视时间增加($5ms$)。组别和对比3间交互作用不显著 $b = -2$, $SE = 5$, $t = -0.515$ 。组别和对比4间交互作用不显著($p > 0.05$)。

跳读概率:老年组显著小于青年组 $b = -0.235$, $SE = 0.024$, $t = -9.763$, $p < 0.001$ 。各个非正常呈现条件与控制条件之间差异均不显著($ps >$

0.10)。组别和对比4间交互作用边缘显著 $b = -0.017$, $SE = 0.009$, $t = 1.791$, $p = 0.073$,提示词 n 错误边界导致青年读者跳读词汇的概率减少($p < 0.05$),却不影响老年读者跳读词汇的概率($p > 0.05$)。组别与其他3项对比间交互作用不显著($ps > 0.05$)。

回视次数:老年组显著大于青年组 $b = 0.645$, $SE = 0.252$, $t = 2.556$, $p < 0.05$ 。提示词 n 正确边界显著小于控制条件 $b = -0.209$, $SE = 0.062$, $t = -3.37$, $p < 0.001$,其他对比,以及交互作用均不显著($ps > 0.05$)。

3.3 讨论

实验二操控动态词汇边界,在不影响词汇视觉质量的情况下,探讨年老化影响中文阅读切词过程的模式。结果发现,(1)提示词 $n+1$ 正确边界条件和提示词 n 正确边界条件都导致老年人句子总阅读时间显著减少,但不影响青年人;(2)提示错误词 n 边界条件会导致青年人句子总阅读时间增加,却不影响老年人;(3)提示词 $n+1$ 正确边界条件导致老年人平均凝视时间显著减少,但不影响青年人;(4)提示词 n 正确边界条件减少老年组词汇平均凝视时间,却增大青年组的词汇平均凝视时间;(5)提示错误词 n 边界条件导致青年组跳读词汇的概率显著减少,却不影响老年组。总之,不同词边界呈现条件影响老年组句子总阅读时间、词汇平均凝视时间和跳读概率的模式不同于青年组,但在回视次数上呈现条件与组别间的交互作用不显著,说明两组读者在第一遍阅读中的切词过程有所差异,预视切词和注视切词都受到年老化的影响。

4 总讨论

本研究包含两项实验具体探讨阅读切词的年老化问题。两个实验一致显示,老年组的词边界效应不同于青年组,说明年老化会影响切词过程。

4.1 词边界效应的年龄差异

对比青年与老年读者在实验一词边界效应上的

差异,有两项主要发现:首先、提示正确词汇边界能促进老年人的切词。提示正确词边界(词间空格、词阴影、提示词 n 正确边界和提示词 $n+1$ 正确边界)对老年组句子阅读效率的促进作用大于其对青年组的影响。词阴影、提示词 $n+1$ 正确边界和提示词 n 正确边界条件都没有改变视觉拥挤度,这排除了视觉拥挤效应作用(Zhang, Zhang, Xue, Liu, & Yu, 2009)。其次、老年人视觉功能衰退影响切词。实验一空格非词消极影响老年组阅读(眼动)模式的程度大于青年组,增加空格会导致预视词汇远离中央凹,老年人副中央凹视觉敏度的衰退程度大于中央凹(Owsley, 2011)。实验二提示词 n 错误边界和提示词 $n+1$ 错误边界都没有影响老年读者的句子总阅读时间,说明空格非词效应的组别差异主要是由视觉功能衰退所致。

4.2 阅读中预视切词的老龄化

研究表明青年人阅读中的切词始于预视加工(Gu & Li, 2015; 张智君等, 2012)。预视切词是否受老龄化的影响? 实验二发现,提示词 $n+1$ 正确边界对老年组阅读/眼动的影响程度,不同于其对青年组的影响,说明老龄化影响预视切词过程。逻辑上,老龄化影响预视切词的模式有两种可能:1) 中国老年人的阅读知觉广度小于青年读者(张俊等, 2019),老年人不能预视切分词 $n+1$,这意味着提示词 $n+1$ 正确边界对老年读者阅读效率和词汇凝视时间均无影响,切词的老龄化是个质变过程。2) 老年人能够预视切词 $n+1$,仅是在切词效率上不同于青年读者,这意味着提示词 $n+1$ 正确边界对老年读者阅读效率或词汇凝视时间有所影响,但影响程度不同于其对青年读者的影响程度。

实验2发现,提示词 $n+1$ 正确边界促进了老年组的阅读效率(句子总阅读时间减少),和词汇加工效率(词汇凝视时间减少)。考虑到提示词 $n+1$ 正确边界条件除了提示词 $n+1$ 右侧边界外,还提示了词 n 的右侧边界,但提示词 $n+1$ 正确边界和提示词 n 正确边界条件影响老年组眼动数据的模式不同:尽管提示词 $n+1$ 正确边界和词 n 正确边界条件都减少了老年组的平均凝视时间,但前者在统计值上与控制条件差异不显著,而后者则显著少于控制条件;从均值上看,前者导致跳读概率和回视次数略微增加,而后者则导致两个指标略微减少。由此可见,老年人能够预视切分词 $n+1$,但在切词效率低于青年人,即老龄化影响预视切词。

4.3 阅读中注视切词的老龄化

青年人还会在注视中切词(张智君等, 2012)。切分词汇 n 是否也会受到老龄化影响呢? 实验2结

果显示,提示词 n 正确边界导致并不影响青年组的总阅读时间,仅导致青年组的平均凝视时间增加。对于老年组读者而言,提示词 n 正确边界也促进老年组的阅读效率(句子总阅读时间减少),但其对平均凝视时间的影响没有达到显著水平。“提示词 n 正确边界对老年组句子总阅读时间的影响趋势”与“提示词 $n+1$ 正确边界对老年组句子总阅读时间的影响趋势”基本相同,两个条件对词汇平均凝视时间的影响趋势相同,但在具体“影响程度”上有所差异,由此可见,注视切词 n 也受到老龄化影响,老年读者不能像青年读者那样高效地预视切词 $n+1$,他们更需要在注视中继续完成相应的切词过程。总的来说,老年人阅读中的切词效率下降,这种下降在预视切词和注视切词环节均有体现。

4.4 理论与实践启示

中文词汇识别涉及多个层次上的加工,老年人在编码词汇视觉信息、从心理词典中提取词汇表征,以及利用语境促进词汇加工等方面效率衰退都可能导致其识别词汇效率下降。本研究发现中文阅读中切词也受到老龄化的影响,这对理解中文阅读切词机制有一定价值。识别中文多字词汇涉及各层加工及其之间的交互激活(Li, Rayner, & Cave, 2009),切词仅涉及词汇层面上的整词激活,还是涉及字词加工间的交互激活呢? 如果切词仅涉及词汇层面上的整词激活,那么老年组的词边界效应应该与青年组之间没有差异,我们发现,老年人词边界效应不同于青年人,由此可见,切词应涉及字、词加工及其交互激活,并非仅涉及某个层面的加工环节。

本研究还有一定的实践价值。调查显示,阅读对老年人日常生活的影响甚于其对青年人生活的影响(Johnson, 2003)。老年人基本认知功能都有所衰退,这种衰退会影响阅读中的词汇识别。动态提示词汇边界可提高老年人的阅读效率,但这种方法在实际生活中并不可行,实验一的结果提示,静态提示词边界在影响文本视觉质量的条件下依然可见其对老年人阅读效率的促进作用,因此寻找不影响视觉质量、且能静态提示词汇边界的技术方法(比如,通过交替改变词汇的字体颜色提示词汇边界),或许能从工效学方面改善老年人的阅读。当然,相应的内容还需要深入研究。

5 结论

老龄化影响阅读切词过程。老年人预视切词和注视切词的效率均弱于青年人。

参考文献

白学军,郭志英,曹玉肖,顾俊娟,闫国利.(2012). 词切分对

- 老年人阅读效率促进作用的眼动心理. *中国老年学杂志*, 32(3), 1224 – 1226.
- 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.
- 张智君, 刘志方, 赵亚军, 季靖. (2012). 汉语阅读过程中词切分的位置: 一项基于眼动随动显示技术的研究. *心理学报*, 44(1), 51 – 62.
- Bai, X., Yan, G., Liversedge, S. P., Zang, C., & Rayner, K. (2008). Reading spaced and unspaced Chinese text: Evidence from eye movements. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34(5), 1277 – 1287.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed – effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1 – 48.
- Gu, J. J., & Li, X. S. (2015). The effects of character transposition within and across words in Chinese reading. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77(1), 272 – 281.
- Johnson, R. E. (2003). Aging and the remembering of text. *Developmental Review*, 23(3), 261 – 346.
- Kliegl, R., Grabner, E., Rolfs, M., & Engbert, R. (2004). Length, frequency, and predictability effects of words on eye movements in reading. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16(1 – 2), 262 – 284.
- Laubrock, J., Kliegl, R., & Engbert, R. (2006). SWIFT explorations of age differences in eye movements during reading. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30(6), 872 – 884.
- Li, X., Rayner, K., & Cave, K. P. (2009). On the segmentation of Chinese words during reading. *Cognitive Psychology*, 58(4), 525 – 552.
- Owsley, C. (2011). Aging and vision. *Vision Research*, 51(13), 1610 – 1622.
- Rayner, K., Castelano, M. S., & Yang, J. M. (2009). Movements and the perceptual span in older and younger readers. *Psychology and Aging*, 24(3), 755 – 760.
- Rayner, K., Castelano, M. S., & Yang, J. M. (2010). Preview benefit during eye fixations in reading for older and younger readers. *Psychology and Aging*, 25(3), 714 – 718.
- Rayner, K., Reichle, E. D., Stroud, M. J., Williams, C. C., & Pollatsek, A. (2006). The effect of word frequency, word predictability, and font difficulty on eye movements of young and older readers. *Psychology and Aging*, 21(3), 448 – 465.
- Reilly, R., & Radach, R. (2012). The dynamics of reading in non – Roman writing systems: A reading and writing special issue. *Reading & Writing*, 25(5), 935 – 950.
- Risse, S., & Kliegl, R. (2011). Adult age differences in the perceptual span during reading. *Psychology and Aging*, 26(2), 451 – 460.
- Wang, J., Li, L., Li, S., Xie, F., Liversedge, S. P., & Paterson, K. B. (2018). Effects of aging and text stimulus quality on the word frequency effect during Chinese reading. *Psychology and Aging*, 33(4), 693 – 712.
- Zhang, J. – Y., Zhang, T., Xue, F., Liu, L., & Yu, C. (2009). Legibility of Chinese characters in peripheral vision and the top – down influences on crowding. *Vision Research*, 49(1), 44 – 53.

Aging Effect on Word Segmentation in Chinese Reading: Evidences from Eye Movement

Liu Zhifang¹, Tong Wen², Zhang Zhijun³, Wang Yongsheng⁴

(1. Department of Psychology, Hangzhou Normal University, Hangzhou 311121;

2. Department of Psychology, Shanxi Normal University, Linfen 041000;

3. Department of Psychology and Behavior, Zhejiang University, Hangzhou 310028;

4. Academy of Psychology and Behaviour, Tianjin Normal University, Tianjin 300074)

Abstract: Two experiments were conducted to explore whether or not aging impacts on word segmentation in Chinese reading. The results of experiment 1 showed that comparing to the control, conditions of word boundary were marked by spaces or gray highlighting prolong the sentences reading time of young adults more than that of old readers, non – word space condition increased the sentence reading time of old readers more than that of young adults. The results of experiment 2 also showed interactive effects of word segmentation conditions with age groups on sentences reading time, with conditions of facilitating segmentation of word $n + 1$ & n reduced older readers' sentences reading time more than those of young adults. Both experiments yielded interactive effects of age groups with word segmentation conditions on eye movement measures (i. e. mean gaze duration, skipping probability). In sum, it was found that word boundary facilitatory effect was larger for older readers than for young adults, and that non – word boundary interruption effects was smaller for older readers than for young adults. Thus it indicated that aging have impacted on word segmentation in Chinese reading.

Key words: Chinese reading; word segmentation; aging; eye movements