

副中央凹中字 N+1 与字 N+2 在眼跳目标选择中的作用*

王永胜¹ 陈茗静¹ 赵冰洁¹ 李 馨¹ 白宇鸽²

(1 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 300074)

(2 美国迈阿密大学人文社科学院, 迈阿密 33146)

摘 要 为探讨汉语阅读中副中央凹预视加工在眼跳目标选择中的作用, 本研究使用了边界范式, 边界位于双字词(词 N)后, 操纵了副中央凹中双字词首字(N+1)与尾字(N+2)的预视类型, 分别为能够提供有效预视信息的目标预视与不能提供有效预视信息的假字预视。结果发现: 在从前目标词到目标词的眼跳长度上, 字 N+1 目标预视下的眼跳长度显著地长于假字预视; 当字 N+1 为目标预视时, 字 N+2 目标预视下从前目标词到目标词的眼跳长度显著地长于假字预视, 而当字 N+1 为假字预视时, 字 N+2 的预视类型并不对从前目标词到目标词上的眼跳长度产生显著影响。结果表明, 副中央凹的加工影响眼跳目标的选择, 副中央凹中字 N+1 与字 N+2 的预视加工均会影响眼跳目标选择, 字 N+2 的预视加工对眼跳目标选择的影响受字 N+1 预视加工负荷的调节。

关键词 副中央凹加工, 眼跳目标, 汉语阅读, 眼动。

分类号 B842.5

1 问题提出

阅读中眼睛移动到何处, 即眼跳目标的选择(Where 问题)是眼动控制的一个基本问题(Rayner, 1998, 2009)。在拼音文字的阅读中, 读者的眼跳目标为词的最佳注视位置(optimal viewing position, OVP), 即加工效率最高的词中心(O'Regan & Jacobs, 1992)。但由于眼跳误差注视点往往落在词的开头与词中心之间的位置, 即偏向注视位置上(preferred viewing location, PVL)(McConkie, Kerr, Reddix, & Zola, 1988; Rayner, 1979)。

基于拼音文字研究所构建的眼动阅读控制模型, 例如 E-Z 读者模型和 SWIFT 模型也将词的中心作为默认的眼跳目标位置(Engbert, Nuthmann, Richter, & Kliegl, 2005; Reichle, Rayner, & Pollatsek, 2003)。拼音文字(例如英语)读者之所以能选择词的中心作为默认的眼跳目标, 是由于读者在副中央凹加工中能够获取词边界信息, 如果破坏词间空格所标记的词边界信息, 读者的注视位置会向词首偏移(Morris, Rayner, & Pollatsek, 1990; Perea & Acha, 2009; Pollatsek & Rayner, 1982; Rayner, Fischer, & Pollatsek, 1998)。汉语文本中并没有外显的词边界信息, 因此副中央凹加工并不能获取

指引眼跳目标选择的外显词边界线索。而副中央凹文本作为随后注视的加工位置, 直接决定着注视点的落点位置(李玉刚, 黄忍, 滑慧敏, 李兴珊, 2017)。汉语读者会估计一次注视在副中央凹中获取信息的多少, 而下一跳的眼跳目标为能够获得新信息的位置, 即在副中央凹加工中获取的信息越多, 随后的眼跳长度越长(Li, Liu, & Rayner, 2015; Liu, Reichle, & Li, 2015, 2016; Wei, Li, & Pollatsek, 2013)。

虽然汉语缺少外显的词边界信息, 但与拼音文字类似, 词是汉语阅读中基本的加工单元(李兴珊, 刘萍萍, 马国杰, 2011; Li, Bicknell, Liu, Wei, & Rayner, 2014; Yan, Tian, Bai, & Rayner, 2006; Bai, Yan, Liversegde, Zang, & Rayner, 2008)。在汉语单个词的加工上, 同样存在类似于拼音文字的最佳注视位置(Liu & Li, 2013), 例如: 双字词的最佳注视位置为词的首字, 三字词与四字词的最佳注视位置为词的第二个字。即使汉语单个词的加工上存在最佳注视位置, 但汉语读者并不是将该位置作为默认的眼跳目标位置(白学军等, 2012; Liu & Li, 2014; Li, Liu, & Rayner, 2011; Ma, Li, & Pollatsek, 2015; Tsai & McConkie, 2003; Zang, Liang, Bai, Yan, & Liversedge, 2013; Yang & McConkie, 1999)。研究者

收稿日期: 2017-10-20

* 基金项目: 国家社会科学基金教育学青年课题“词边界信息对汉、英双语阅读影响的实证研究”(CBA120106)。

通讯作者: 王永胜, E-mail: wangyongsheng@mail.tjnu.edu.cn; 李 馨, E-mail: lixinpsy1983@126.com。

认为与拼音文字读者将词的中心作为默认的眼跳目标位置不同，汉语读者眼跳目标的选择是一个动态调节的过程（Liu et al., 2016），而副中央凹加工所获取的信息在眼跳目标选择过程中具有重要的调节作用。

研究者认为副中央凹加工中能否完成词切分影响随后的眼跳目标选择，如果在副中央凹加工中完成了词切分，那么词上只需要一次注视，注视位置更靠近词的中心；如果在副中央凹加工中没有完成词切分，那么词上需要多次注视，首次注视位置更靠近词首（Yan, Kliegl, Richter, Nuthmann, & Shu, 2010）。Shu, Zhou, Yan 和 Kliegl（2011）检验了字体大小对汉语眼跳目标选择的影响，字体越大词上的首次注视位置越倾向于落在词首位置。这是由于字体的增大导致离心率的增加，读者在副中央凹中完成词切分的可能性降低，因此读者的注视点更多的落在了词首位置，符合 Yan 等人（2010）所提出的眼跳目标选择策略。Yan 和 Kliegl（2016）检验了读者在阅读结构模糊的字符串时的眼跳目标选择情况，结果发现当起跳位置较近时，跳入结构模糊的字符串（例如“分管理科”，每两个相邻的字都构成一个词）的眼跳长度显著长于结构不模糊的字符串（例如“分管文科”，前两个字、后两个字分别构成一个词）。研究者认为这是由于在模糊字符串条件下，中间词的词频（“管理”）显著地高于前后两个词的词频（“分管”、“管理”），更容易被激活，也更容易吸引注意，因而这一结果表明副中央凹词切分情况影响眼跳目标选择。

Li 等人（2011）使用一种简单的“恒定步幅”的眼跳策略进行注视位置分布的模拟，得到了与 Yan 等人（2010）研究中类似的注视点分布模式。但是 Li 等人（2011）认为，这种数据模式并不能证明 Yan 等人（2010）的理论。他们认为可能并不是由于在副中央凹加工中词切分情况导致不同的注视位置分布，而是由于偶然的因素注视点落在了词的开始或者中心位置，导致了不同的注视情况。如果读者的注视点落在了词的中心位置，由于注视词中心时对词汇的加工效率最高，那么可能只需要一次注视就能完成对该词的加工，因此只对该词产生了一次注视；如果读者的注视点落在词开始的位置，那么一次注视不能完成对该词的加工，则需要对该词进行多次注视。同时研究者认为，词上的首次注视位置在单次注

视和多次注视中的不同，与读者采用何种眼跳目标选择策略无关，是采用的数据分析方法导致的。例如，Ma 等人（2015）研究三字词、三字非词的注视位置分布情况，得到了与 Yan 等人（2010）和 Li 等人（2011）类似的数据模式，即使将句子中的字进行随机排列，也得到了相同的注视位置分布。之所以在多次注视中，首次注视偏向于词首位置是由于在计算首次注视位置时，只包括了从前目标区跳向目标区的眼跳，而目标区内的向前再注视并没有包括在内，这种分析方法导致越靠近目标区开始的位置注视点的数量越多；在单次注视中，首次注视位置之所以偏向词的中心，是由于汉语阅读中的平均眼跳长度为两个字左右，以三个字的目标区为例，当首次注视落在了第二个字上，下一次眼跳跳出目标区的可能性要远大于落在目标区上，而当首次注视落在第一个字上时，再次注视仍落在目标区上的可能性要大于落到目标区之外，因此在单次注视的情况下注视点倾向于落在目标区的中心（Ma et al., 2015）。即使在词间插入空格作为外显词切分线索，也没有发现读者的注视点更倾向于落在词的中心位置，而是倾向于远离所插入的空格（Li & Shen, 2013; Liu & Li, 2014; Zang et al., 2013）。

Wei 等（2013）研究了当前注视词的特征对下一次眼跳目标选择的影响，在实验 1 中呈现一个四字词或者两个双字词；实验 2 中，呈现一个高频词或低频词。实验结果发现，从目标区域向前跳出的眼跳长度，四字词条件显著地长于两个单字词条件；高频词条件显著地长度低频词条件。据此，研究者认为汉语读者是基于加工情况选择眼跳目标（*processing-based strategy of saccade target selection*）：在汉语阅读中，读者会估计一次注视时所能加工的字数，而下一次的眼跳目标为能够获得新信息的位置。根据这一理论可以假设：读者在副中央凹加工中获取的信息越多，随后的眼跳长度也就越长。Li 等人（2015）使用边界范式的变式对这一假设进行了检验。在该实验中，当读者的注视点通过隐藏的边界后只呈现目标刺激，让被试进行词汇判断。结果发现：读者的注视点落在尾字上词汇判断的反应时显著地短于落在首字上的反应时。之所以注视点落在尾字上词汇判断反应时更短，研究者认为是由于在副中央凹加工中获取的信息更多，从而表明在副中央凹加工中获取的信息越多随后的眼跳长度越长。双

字词首字的笔画数影响目标词上的注视位置,目标词首字为少笔画数字与多笔画数字相比,注视点更远离词首位置,更靠近词的中心,同样表明了基于加工的眼跳目标选择策略的合理性(Ma & Li, 2015)。

Liu 等人(2015)操纵了中央凹注视词的词频(高频词或低频词),同时使用边界范式操纵了副中央凹信息的可见性(边界后句子部分可见或边界后的字被“※”掩蔽),来检验中央凹加工与副中央凹加工在眼跳目标选择中的作用。在中央凹注视词向前的眼跳长度上,如果汉语读者眼跳目标的选择主要受注视词加工特征的影响,那么不论副中央凹预视信息是否可见,都应存在中央凹注视词频的主效应;如果汉语读者眼跳目标的选择主要受副中央凹加工的影响,那么只有当副中央凹预视信息可见时,才会存在注视词频的效应;如果中央凹加工与副中央凹加工同时调节眼跳目标选择,那么中央凹注视词频的效应在副中央凹预视信息可见时要显著地大于预视信息不可见时。实验结果发现,只有副中央凹预视信息可见时,中央凹注视词的词频才会影响随后的眼跳长度,表明汉语读者的眼跳目标选择主要受副中央凹加工的影响,中央凹注视词的词频对随后眼跳长度的影响,是通过调节副中央凹信息加工进而影响随后的眼跳长度的。

虽然之前的研究表明汉语阅读中副中央凹加工直接决定了眼跳目标的落点位置(李玉刚等, 2017),但并没有研究表明影响眼跳目标选择的副中央凹加工范围。根据基于加工的眼跳目标选择策略,副中央凹中的预视加工获取信息的多少影响眼跳的长度,而在汉语阅读中读者不仅可以对副中央凹中的字 N+1 进行预视加工,也能对字 N+2 进行预视加工,对字 N+2 的预视加工受到字 N+1 预视加工负荷的调节(Yan, Kliegl, Shu, Pan, & Zhou, 2010; Yang, Wang, Xu, & Rayner, 2009; Yang, Rayner, Nan, & Wang, 2012),那么可以假设副中央凹中的字 N+1 与字 N+2 的预视加工均会对随后的眼跳目标产生影响,并且字 N+2 对眼跳目标的影响受字 N+1 预视加工负荷的调节。

为了对这一假设进行检验,本研究使用边界范式(Rayner, 1975),操纵副中央凹中字 N+1 与字 N+2 的预视类型(包括目标预视、假字预视),探讨了副中央凹中字 N+1 与字 N+2 预视加工对随后的眼跳目标选择的影响。根据基于加工

的眼跳目标选择策略,在副中央凹加工中获取的信息越多,随后的眼跳长度越长,那么副中央凹中字 N+1 目标预视下从前目标词跳出的眼跳长度应显著地长于假字预视下的眼跳长度;如果副中央凹字 N+2 的预视加工受字 N+1 预视加工负荷的调节,那么当字 N+1 为低加工负荷的目标预视时,字 N+2 目标预视下从前目标词跳出的眼跳长度应显著地长于假字预视下的眼跳长度;而当字 N+1 为高预视加工负荷的假字预视时,字 N+2 的两种预视条件下,从前目标词跳出的眼跳长度则不存在显著地差异。

2 方法

2.1 被试

40 名天津某高校本科生参与本实验。平均年龄 $M=22.3$ 岁($SD=2.3$)。所有被试的视力或矫正视力正常,无色盲色弱,母语均为汉语,对实验目的均不了解。实验结束后每人可得到一定的报酬。

2.2 实验设计

本实验采用 2(字 N+1 预视类型:目标预视,假字预视) \times 2(字 N+2 预视类型:目标预视,假字预视)的被试内实验设计。

2.3 实验材料

之前的研究表明,只有当副中央凹中的词为双字词时字 N+2 的预视才会影响随后的眼跳目标选择(王永胜,白学军,臧传丽,高晓雷,郭志英,闫国利, 2016),因此本研究选择 80 个双字词作为目标词(平均词频 $M=89.56$ /百万, $SD=55.73$;目标词首字平均笔画数 $M=7.28$, $SD=2.30$;尾字平均笔画数为 $M=6.81$, $SD=2.28$),根据目标词编制实验材料。同时,目标词之前的词为双字词,平均词频为 $M=387.32$ /百万($SD=207.48$)。

实验材料的评定。选择 15 名大学生对实验句子进行通顺性的 7 点评定。“1”代表非常不通顺,“7”代表非常通顺。句子的通顺性为 $M=5.93$ ($SD=1.25$),表明句子的通顺性符合实验要求。另外选择 10 名大学生对目标区的预测性进行评定。给被试呈现目标区之前的句子部分,让被试把句子填写完整。评定结果为,目标区的预测性为 $M=0.02$ ($SD=0.04$)。参与实验材料评定的大学生不参加随后的正式实验。实验材料使用的假字是使用 Windows 系统的专用字符编辑器编制。实验材料举例见表 1。

表 1 实验 1 材料举例

字 N+1 预视	字 N+2 预视	句子
目标预视	目标预视	筹备委员会一致认为比赛 规则有待进一步的完善。
	假字预视	筹备委员会一致认为比赛 规有待进一步的完善。
假字预视	目标预视	筹备委员会一致认为比赛 则有待进一步的完善。
	假字预视	筹备委员会一致认为比赛 有待进一步的完善。

2.4 实验仪器

实验采用 Eyelink1000 型眼动记录仪，采样频率为 1000 Hz。呈现变化的延迟时间为 6~12 ms。被试机屏幕刷新频率为 120 Hz，分辨率为 1024×768 像素。被试眼睛与屏幕之间的距离为 61 cm，刺激以 26 号宋体形式呈现，每个汉字在屏幕上的大小为 35×35 像素，每个汉字约为 1.17°视角。

2.5 程序

每个被试单独施测。首先向被试讲解指导语。然后进行校准，校准采用三点校准，校准的平均值小于 0.25°视角时，表示被试校准成功。校准完毕后开始实验，被试开始阅读屏幕上呈现的实验句子，其中前 8 个句子为练习句，但是并不告知被试该部分为练习部分。练习完毕之后，开始正式的实验。实验材料中，除了实验句子之外，还有 8 个练习句子，20 个填充句子，每一名被试需要阅读 108 个句子在实验。其中 40 个句子后面有简单的“是”或“否”的判断问题，以确保被试确实认真阅读了句子。

实验过程中的句子随机呈现。实验过程中，在必要时进行重新的校准，整个实验过程大约需要 25~35 min。

3 结果分析

被试回答问题的准确率为 92%，各种条件下，被试回答问题的正确率不存在显著的差异， $F_s < 1$ ， $p_s > 0.05$ ，表明被试认真阅读了实验句子。

根据以往的研究过短或过长的注视不能反映阅读的加工信息（Rayner, 1998, 2009），因此，将注视点短于 80 ms 或长于 800 ms 的注视点删除，根据如下标准将不符合要求的数据进行删除：（1）被试在句子上的注视点少于 3 个（0.01%）；（2）边界变化提前或者延迟（7.2%）；（3）边界变化或注视目标词时眨眼的的数据（3.9%）；（4）3 个标准差之外的数据（1%）。总共删除的数据占总数据的 12.11%。

在数据分析中不仅分析了注视位置的相关指标，同时也对注视时间的相关指标进行了分析，以检验实验操纵的有效性。在以下分析中只分析了前目标词在第一遍阅读中被注视时的数据。

注视时间的分析包括对目标词的分析、目标词首字（字 N+1）的分析、目标词尾字（字 N+2）的分析。分析的指标主要有：首次注视时间（*first fixation duration*）、凝视时间（*gaze duration*）和单次注视时间（*single fixation duration*）（闫国利等，2013）。对注视时间指标的分析可以检验在本实验中实验变量的操纵是否有效。

在与眼跳目标选择相关的指标上，主要分了目标词上的跳读率、前目标词到目标词的眼跳长度、前目标词向前眼跳长度（包括注视点落在了目标词上和落在目标词之后的所有眼跳）、注视点起跳位置、目标词上的首次注视位置以及目标词上的再注视比率。对以上指标的分析，均排除了注视点落在目标词上后立即产生了回视的情况，这是由于如果注视点落在目标区后立即产生了回视，表明读者注视前目标词时对目标区加工不充分，或者前目标词的加工并没有彻底完成（Yan & Kliegl, 2016）。使用重复测量方差分析对数据进行分析，以上各指标分别进行被试分析（ F_1 ）和项目分析（ F_2 ）。

3.1 注视时间指标的分析

通过对注视时间的分析，可以检验本实验中对于副中央凹预视的加工是否有效，即是否存在显著地预视效应。

对目标区的注视时间分析，经重复测量方差分析发现：

（1）在目标词上，字 N+1 的预视类型与字 N+2 的预视类型均显著地影响目标词上的注视时间， $F_s > 11.88$ ， $p_s < 0.01$ ，目标预视下的注视时间显著地短于假字预视下的注视时间。两因素的交互作用显著， $F_s > 4.62$ ， $p_s < 0.05$ 。简单效应分析发现，当字 N+1 的预视为目标预视时，字 N+2 的预视类型显著地影响了目标词的注视时间， $F_s >$

表 2 注视时间结果 (ms)

分析区域	分析指标	字N+1目标预视		字N+1假字预视	
		字N+2目标预视	字N+2假字预视	字N+2目标预视	字N+2假字预视
目标词	首次注视时间	248 (40)	283 (43)	291 (59)	291 (59)
	凝视时间	285 (64)	338 (82)	356 (89)	371 (85)
	单次注视时间	245 (41)	291 (54)	297 (63)	321 (68)
字N+1	首次注视时间	252 (54)	290 (48)	296 (69)	306 (72)
	凝视时间	262 (59)	299 (51)	321 (72)	325 (73)
	单次注视时间	254 (57)	292 (45)	302 (70)	315 (75)
字N+2	首次注视时间	245 (45)	260 (43)	255 (38)	268 (42)
	凝视时间	250 (46)	267 (43)	259 (41)	284 (48)
	单次注视时间	246 (46)	262 (45)	256 (39)	271 (44)

20.77, $p_s < 0.001$; 当字 N+1 的预视为假字预视时, 在单次注视时间上, 字 N+2 的预视类型同样对目标词的注视时间产生了显著地影响, $F_1(1, 39) = 7.66$, $p < 0.01$; $F_2(1, 79) = 3.92$, $p = 0.051$ 。在首次注视时间与凝视注视时间上, 字 N+2 的预视类型并没有目标词的加工产生显著地影响, $F_s < 3.79$, $p_s > 0.05$ 。

(2) 在字 N+1 上, 字 N+1 目标预视条件下注视时间显著地短于假字预视条件下的注视时间, $F_s > 13.84$, $p_s < 0.01$ 。字 N+2 目标预视下的注视时间显著地短于假字预视下的注视时间, $F_s > 4.69$, $p_s < 0.05$ 。各个注视时间指标上, 两因素的交互作用均显著, $F_s > 4.45$, $p_s < 0.05$; 简单效应分析发现, 当字 N+1 的预视类型为目标预视时, 字 N+2 的预视类型显著地影响字 N+1 的加工, $F_s > 11.98$, $p_s < 0.01$, 字 N+2 假字预视条件与目标预视相比显著地阻碍了字 N+1 的加工。当字 N+1 的预视为假字预视时, 字 N+2 的预视没有对字 N+1 的加工产生显著地影响, $F_s < 1.33$, $p_s > 0.05$ 。

(3) 在字 N+2 上, 字 N+1 的预视类型显著地影响了字 N+2 的注视时间, 在凝视时间上, $F_1(1, 39) = 4.46$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.10$; $F_2(1, 79) = 6.65$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.08$; 在首次注视时间和单次注视时间上, 均为被试分析不显著, 项目分析显著 (首次注视时间, $F_1(1, 39) = 2.35$, $p > 0.05$; $F_2(1, 79) = 5.48$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.07$; 单次注视时间, $F_1(1, 39) = 2.35$, $p > 0.05$; $F_2(1, 79) = 5.67$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.07$)。发现了字 N+2 的预视效应, $F_s > 6.99$, $p_s < 0.01$, 目标预视下的注视时间显著地短于假字预视下的注视时间。两因素交互作用均不显著, $F_s < 0.75$, $p_s > 0.05$ 。

通过以上注视时间的分析, 发现了显著的预视效应, 包括字 N+1 的预视效应和字 N+2 的预视效应, 并且也发现了副中央凹中字 N+1 的加工对字 N+2 加工的调节。这与之前的研究结果类似 (Kliegl, Risse, & Laubrock, 2007; Radach, Inhoff, Glover, & Vorstius, 2013; Yang et al., 2009; Yan et al., 2010; 白学军, 王永胜, 郭志英, 高晓雷, 闫国利, 2015), 表明本实验对于副中央凹中预视的操纵是有效的。

3.2 目标词注视位置指标的分析

在注视时间指标的分析中, 发现了显著地预视效应, 表明在副中央凹加工中对字 N+1 及字 N+2 均进行了加工, 那么副中央凹中的这种加工是否会影响随后的眼跳目标选择呢? 对目标词上与眼跳目标选择相关的指标进行了分析。被试在目标词上眼跳目标选择的相关指标见表 3。

经重复测量方差分析发现:

在跳读率上, 字 N+1 预视类型的主效应显著, $F_1(1, 39) = 21.72$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.34$; $F_2(1, 79) = 38.50$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.33$, 目标预视下的跳读率 (0.19) 显著的高于假字预视下的跳读率 (0.10)。字 N+2 预视类型的主效应显著, $F_1(1, 39) = 5.58$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.13$; $F_2(1, 79) = 7.93$, $p < 0.01$, $\eta_p^2 = 0.09$, 目标预视下的跳读率 (0.17) 显著地高于假字预视下的跳读率 (0.12)。两因素交互作用显著, $F_1(1, 39) = 12.60$, $p < 0.01$, $\eta_p^2 = 0.24$, $F_2(1, 79) = 5.38$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.06$ 。简单效应分析发现, 当字 N+1 为目标预视时, 字 N+2 的预视类型显著地影响目标词的跳读率, $F_1(1, 39) = 11.58$, $p < 0.01$; $F_2(1, 79) = 9.82$, $p < 0.01$; 当字 N+1 的预视为假字预视时, 字 N+2 的预视类

表 3 眼跳目标选择指标的结果

分析指标	字N+1目标预视		字N+1假字预视	
	字N+2目标预视	字N+2假字预视	字N+2目标预视	字N+2假字预视
跳读率	0.23 (0.21)	0.14 (0.14)	0.10 (0.13)	0.10 (0.12)
注视点起跳位置	1.05 (0.23)	0.99 (0.22)	0.98 (0.24)	0.96 (0.23)
前目标词到目标词 眼跳长度	2.11 (0.41)	2.01 (0.34)	1.90 (0.41)	1.94 (0.33)
前目标词向前眼跳长度	2.38 (0.66)	2.17 (0.49)	2.05 (0.58)	2.05 (0.39)
首次注视位置	1.06 (0.28)	1.02 (0.25)	0.92 (0.24)	0.97 (0.25)
再注视比率	0.16 (0.17)	0.23 (0.18)	0.25 (0.17)	0.29 (0.18)

注: 表中跳读率与再注视比率的单位为百分比, 其他指标的单位为字。

型对目标词的跳读率没有产生显著地影响, $F_1(1, 39) = 0.03$, $p > 0.05$; $F_2(1, 79) = 0.14$, $p > 0.05$ 。

在起跳位置上, 字 N+1 预视类型的主效应被试分析不显著, $F_1(1, 39) = 3.08$, $p > 0.05$; 项目分析显著, $F_2(1, 79) = 4.70$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.06$, 假字预视条件比目标预视条件下的起跳位置更靠近目标词。字 N+2 的预视类型及两因素的交互作用均不显著, $F_s < 2.40$, $p_s > 0.05$ 。

在从前目标词到目标词的眼跳长度上, 字 N+1 预视类型的主效应显著, $F_1(1, 39) = 29.08$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.43$; $F_2(1, 79) = 22.18$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.22$, 目标预视条件下从前目标词到目标词上的眼跳长度显著地长于假字预视条件下。字 N+2 预视类型的主效应不显著, $F_1(1, 39) = 1.22$, $p > 0.05$; $F_2(1, 79) = 0.06$, $p > 0.05$ 。两因素交互作用显著, $F_1(1, 39) = 5.45$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.12$; $F_2(1, 79) = 6.87$, $p < 0.01$, $\eta_p^2 = 0.08$ 。简单效应分析发现, 当字 N+1 预视为目标预视时, 字 N+2 预视类型对眼跳长度产生了显著地影响, $F_1(1, 39) = 4.74$, $p < 0.05$; $F_2(1, 79) = 3.79$, $p = 0.055$, 目标预视下的眼跳长度显著地长于假字预视下的眼跳长度; 当字 N+1 预视为假字时, 字 N+2 的预视对眼跳长度没有产生显著地影响, $F_1(1, 39) = 1.17$, $p > 0.05$; $F_2(1, 79) = 3.73$, $p > 0.05$ 。

在前目标词向前眼跳长度上, 字 N+1 预视类型的主效应显著, $F_1(1, 39) = 29.16$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.43$; $F_2(1, 79) = 23.74$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.23$, 目标预视条件下前目标词向前眼跳长度显著地长于假字预视条件下。字 N+2 预视类型的主效应被试分析显著, $F_1(1, 39) = 16.16$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.14$; 项目分析不显著, $F_2(1, 79) = 2.04$, $p > 0.05$ 。两因素交互作用显著, $F_1(1, 39) = 10.11$, $p < 0.01$, $\eta_p^2 = 0.21$; $F_2(1, 79) = 6.66$, $p < 0.05$,

$\eta_p^2 = 0.08$ 。简单效应分析发现, 当字 N+1 预视为目标预视时, 字 N+2 预视类型对眼跳长度产生了显著地影响, $F_1(1, 39) = 14.66$, $p < 0.001$; $F_2(1, 79) = 9.75$, $p = 0.01$, 目标预视下的眼跳长度显著地长于假字预视下的眼跳长度; 当字 N+1 预视为假字时, 字 N+2 的预视对眼跳长度没有产生显著地影响, $F_1(1, 39) = 0.00$, $p > 0.05$; $F_2(1, 79) = 0.42$, $p > 0.05$ 。

在首次注视位置上, 只发现了字 N+1 预视类型的主效应, $F_1(1, 39) = 9.80$, $p < 0.01$, $\eta_p^2 = 0.21$; $F_2(1, 79) = 8.64$, $p < 0.01$, $\eta_p^2 = 0.10$, 当字 N+1 为目标预视时与假字预视相比, 注视位置更远离词首。字 N+2 的预视类型及两因素的交互作用均不显著, $F_s < 3.40$, $p_s > 0.05$ 。

目标词的再注视比率上, 字 N+1 预视类型的主效应显著, $F_1(1, 39) = 13.84$, $p < 0.01$, $\eta_p^2 = 0.26$; $F_2(1, 79) = 6.66$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.08$, 字 N+1 假字预视条件下目标词上有更多的再注视。字 N+2 预视类型的主效应显著, $F_1(1, 39) = 7.47$, $p < 0.01$, $\eta_p^2 = 0.16$; $F_2(1, 79) = 4.84$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.06$, 字 N+2 假字预视条件下目标词上有更多的再注视。两因素的交互作用不显著, $F_1(1, 39) = 0.68$, $p > 0.05$; $F_2(1, 79) = 0.89$, $p > 0.05$ 。

眼跳目标选择相关指标的结果的表明, 副中央凹中的字 N+1 与字 N+2 的预视加工均会对随后的眼跳目标选择产生显著地影响, 并且字 N+2 的预视加工对眼跳目标选择的影响受到字 N+1 预视类型的调节, 当字 N+1 为目标预视时, 字 N+2 的加工才会影响随后的眼跳目标选择。

4 讨论

在本研究通过操纵副中央凹中字 N+1 与字

N+2 的预视类型, 来检验副中央凹中的预视加工对眼跳目标选择的影响。结果发现: 字 N+1 与字 N+2 在副中央凹中均得到了预视加工; 副中央凹中字 N+1 与字 N+2 的预视加工会影响随后的眼跳目标选择, 字 N+1 目标预视条件下, 前目标词向前的眼跳长度 (不管随后的注视点是否落在目标词上) 显著地长于假字预视条件; 当字 N+1 为目标预视时, 字 N+2 目标预视条件下前目标词向前的眼跳长度显著地长于假字预视条件。

本研究的结果符合基于加工的眼跳目标选择策略。本研究结果发现副中央凹中字 N+1 的预视加工影响随后的眼跳目标选择, 表现为在从前目标词到目标词的眼跳长度以及前目标词向前眼跳长度上目标预视下显著地长于假字预视; 并且当字 N+1 的预视为低预视加工负荷的目标预视时, 字 N+2 的预视类型也会影响随后的眼跳目标选择, 同样表现为目标预视下从前目标词到目标词的眼跳长度以及从前目标词向前的眼跳长度显著地长于假字预视。当字 N+1 为目标预视时, 读者可以对副中央凹中的字 N+2 进行预视加工, 因而字 N+2 的预视类型会影响随后的眼跳目标选择; 而当字 N+1 为假字预视时, 由于加工负荷较高, 读者可能没有对字 N+2 进行预视加工, 或对该字的预视加工水平较低, 因而该字的预视加工未对随后的眼跳目标选择产生显著地影响。

在前目标词到目标词的眼跳长度上, 副中央凹中字 N+1 的预视类型与字 N+2 的预视存在显著地交互作用, 但是目标词的首次注视位置上并没有发现字 N+2 预视类型的主效应以及两因素的交互作用。根据基于加工的眼跳目标选择策略 (Wei et al., 2013), 副中央凹中字 N+1 调节的是相对较短的眼跳, 而字 N+2 的调节的则是相对较长的眼跳。如果只分析从前目标词到目标词上眼跳的注视落点位置, 可能并不能完全表现字 N+2 的预视在眼跳目标选择中的作用。因此, 我们分析了从前目标词向前眼跳的注视的落点 (包括落在目标词上和目标词后面的位置) 的位置, 发现了两因素的交互作用 ($F_1(1, 39) = 10.28, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.21$; $F_2(1, 79) = 8.61, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.10$), 进一步的简单效应分析发现, 当字 N+1 为目标预视时, 字 N+2 目标预视的注视点落点位置 ($M = 1.45$) 与假字预视条件 ($M = 1.24$) 下存在显著地的差异 ($F_1(1, 39) = 12.69, p < 0.001$; $F_2(1, 79) = 10.28, p < 0.01$), 而当字 N+1 为假字预视时,

字 N+2 的预视类型并不影响随后的注视点落点位置 ($F_1(1, 39) = 0.06, p > 0.05$; $F_2(1, 79) = 0.53, p > 0.05$)。这一结果表明, 副中央凹中字 N+2 的预视影响随后的眼跳长度及注视点的落点位置, 但是影响的是相对较长的眼跳落点位置。本研究的结果符合基于加工的眼跳目标选择策略, 表明汉语阅读中眼跳目标的选择是一个动态调节的过程。

在本研究的结果中, 在目标词的分析上发现了字 N+1 预视与字 N+2 预视显著地交互作用, 只有当字 N+1 为目标预视时才存在字 N+2 目标预视的促进作用, 这一结果与之前的研究结果类似 (Yan et al., 2010)。但是在字 N+2 的分析中, 没有发现字 N+1 预视类型的调节作用。出现这种不一致的原因, 可能是由于在 Yan 等人 (2010) 的研究中副中央凹中字不能构成一个词, 而在本研究中副中央凹中的两个字构成一个词。在我们之前的一项研究中发现双字词的凝视时间要显著地短于两个单字词的凝视时间, 即使两个单字词的尾字字频显著地高于双字词尾字的字频 (两种条件下首字相同) (王永胜等, 2016)。在汉语阅读中词水平的加工与字水平的加工可能是不同的。Ma, Li 和 Rayner (2015) 的研究中发现读者在副中央凹中的加工中获取双字词首字字频的信息, 但是不能获取整词词频的信息, 研究者认为这一结果表明在汉语阅读中字水平的加工是一种平行加工的方式, 而词水平的加工是以序列的方式进行的。整个词的加工与组成词的字的加工可能存在不同, 因此本研究中字、词上加工结果的不同, 可能反映了字、词加工的不同水平。字水平的加工是以平行的方式加工的, 因此没有表现出字 N+1 的预视类型对字 N+2 预视加工的调节; 在词水平的加工, 即将两个字作为一个整体进行加工, 是以平行加工的方式进行的, 因此表现出了字 N+1 预视类型对字 N+2 预视的调节。

在之前注视位置的分析上, 只是分析目标词上的注视点的分布情况不能充分表现字 N+2 的预视类型对眼跳目标选择的影响类似, 注视点落在字 N+2 上时所加工可能并不仅仅是目标词。根据基于加工的眼跳目标选择策略, 当注视点落在字 N+2 上时, 在副中央凹预视加工中对字 N+1 进行了较为充分的加工, 因此对该字进行的跳读, 注视点落在字 N+2 上时所加工的信息不是字 N+1 与字 N+2, 而可能是字 N+2 与该字后面的字, 因此在字 N+2 上没有表现出字 N+1 预视类型对字

N+2 预视的加工的调节。为了检验这种可能性, 我们分别分析了首次注视点落在目标词首字和尾字上时, 目标词的加工情况。当首次注视落在目标词首字上时, 在凝视时间上发现了字 N+1 预视类型与字 N+2 预视类型的交互作用 ($F_1(1, 34) = 9.92, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.23$; $F_2(1, 79) = 7.23, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.09$)。进一步的简单效应分析发现, 当字 N+1 为目标预视时, 字 N+2 目标预视的凝视时间 ($M=308$) 与假字预视条件 ($M=374$) 下存在显著地的差异 ($F_1(1, 34) = 21.90, p < 0.001$; $F_2(1, 74) = 10.62, p < 0.01$), 而当字 N+1 为假字预视时, 字 N+2 的两种预视类型条件下目标词的凝视时间并不存在显著地差异 ($F_1(1, 34) = 0.01, p > 0.05$; $F_2(1, 74) = 0.41, p > 0.05$)。而当首次注视落在目标词尾字上时, 在凝视时间上没有发现两因素的交互作用 ($F_1(1, 34) = 0.01, p > 0.05$; $F_2(1, 74) = 0.41, p > 0.05$)。此外, 在字 N+2 的分析中, 没有发现字 N+1 预视类型的调节作用, 也有可能是由眼跳误差所造成的。在眼跳执行的过程中存在系统误差和随机误差, 注视点不能总是准确地落在所计划的目标位置上。在词水平加工和字水平加工中预视类型作用不同的, 需要进一步的研究加以检验。

综合目标词与字 N+2 的加工情况, 在本研究中读者在副中央凹能够对字 N+2 进行预视加工, 即使当副中央凹中字 N+1 为高预视加工负荷的假字预视时, 但在副中央凹中所获取的字 N+2 的预视信息并没有总是对眼跳目标的选择产生显著地影响, 只有当副中央凹中的字 N+1 为低加工的负荷的目标预视时, 才表现出了字 N+2 预视对眼跳目标选择的影响。这一结果表明, 汉语阅读中影响注视时间与注视位置的因素是不完全相同的。当副中央凹中的字为高预视加工负荷的假字预视时, 虽然对字 N+2 进行的预视加工, 但是这种加工并没有影响随后的眼跳目标目标, 可能是由于虽然对字 N+2 进行的预视加工, 但是加工的水平较低, 获取的信息较少, 因而没有对随后的眼跳目标选择产生影响。另一种可能是汉语读者选择眼跳目标时, 并不仅仅根据副中央凹中获取信息的多少选择随后的注视位置, 副中央凹中的信息特征也影响随后注视点的落点位置。当副中央凹中字 N+1 为假字预视时, 虽然对字 N+2 进行了预视加工, 但是读者可能意识到并没有对字 N+1 进行充分的加工, 因此仍选择字 N+1 作为随后的注

视目标, 读者是根据副中央凹中信息的分布特征最终选择眼跳目标。对于副中央凹中字 N+1 为高预视加工负荷时, 能够对字 N+2 进行预视加工, 但这种加工并没有影响随后眼跳目标选择的原先, 需要进一步的研究。

5 结论

本研究条件下, 可得出如下结论: 汉语读者可以在副中央凹中对字 N+1 与字 N+2 进行预视加工; 字 N+1 的预视加工影响随后的眼跳目标选择; 当字 N+1 的预视加工负荷较低时, 字 N+2 的预视加工也会影响随后的眼跳目标选择, 研究结果符合基于加工的眼跳目标选择策略。

参考文献

- 白学军, 梁菲菲, 闫国利, 田瑾, 臧传丽, 孟红霞.(2012). 词边界信息在中文阅读眼跳目标选择中的作用: 来自中文二语学习者的证据. *心理学报*, 44(7), 853-867.
- 白学军, 王永胜, 郭志英, 高晓雷, 闫国利.(2015). 汉语阅读中词 N+2 的预视对高频词 N+1 加工影响的眼动研究. *心理学报*, 47(2), 143-156.
- 李兴珊, 刘萍萍, 马国杰.(2011). 中文阅读中词切分的认知机理述评. *心理科学进展*, 19(4), 459-470.
- 李玉刚, 黄忍, 滑慧敏, 李兴珊.(2017). 阅读中的眼跳目标选择问题. *心理科学进展*, 25(3), 404-412.
- 王永胜, 白学军, 臧传丽, 高晓雷, 郭志英, 闫国利.(2016). 副中央凹中字 N+2 的预视对汉语阅读眼跳目标选择影响的实验研究. *心理学报*, 48(1), 1-11.
- 闫国利, 熊建萍, 臧传丽, 余莉莉, 崔磊, 白学军.(2013). 阅读研究中的主要眼动指标评述. *心理科学进展*, 21(4), 589-605.
- 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(5), 1277-1287.
- Engbert, R., Nuthmann, A., Richter, E. M., & Kliegl, R.(2005). SWIFT: A dynamic model of saccade generation during reading. *Psychological Review*, 112(4), 777-813.
- Kliegl, R., Risse, S., & Laubrock, J.(2007). Preview benefit and parafoveal-on-foveal effects from word N+2. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33(5), 1250-1255.
- Li, X. S., Bicknell, K., Liu, P. P., Wei, W., & Rayner, K.(2014). Reading is fundamentally similar across disparate writing systems: A systematic characterization of how words and characters influence eye movements in Chinese reading. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(2), 895-913.

- Li, X. S., Liu, P. P., & Rayner, K.(2011). Eye movement guidance in Chinese reading: Is there a preferred viewing location?. *Vision Research*, 51(10), 1146–1156.
- Li, X. S., Liu, P. P., & Rayner, K.(2015). Saccade target selection in Chinese reading. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22(2), 524–530.
- Li, X. S., & Shen, W.(2013). Joint effect of insertion of spaces and word length in saccade target selection in Chinese reading. *Journal of Research in Reading*, 36(S1), S64–S77.
- Liu, P. P., & Li, X. S.(2013). Optimal viewing position effects in the processing of isolated Chinese words. *Vision Research*, 81, 45–57.
- Liu, P. P., & Li, X. S.(2014). Inserting spaces before and after words affects word processing differently in Chinese: Evidence from eye movements. *British Journal of Psychology*, 105(1), 57–68.
- Liu, Y. P., Reichle, E. D., & Li, X. S.(2015). Parafoveal processing affects outgoing saccade length during the reading of Chinese. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41(4), 1229–1236.
- Liu, Y. P., Reichle, E. D., & Li, X. S.(2016). The effect of word frequency and parafoveal preview on saccade length during the reading of Chinese. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 42(7), 1008–1025.
- Ma, G. J., & Li, X. S.(2015). How character complexity modulates eye movement control in Chinese reading. *Reading and Writing*, 28(6), 747–761.
- Ma, G. J., Li, X. S., & Pollatsek, A.(2015). There is no relationship between preferred viewing location and word segmentation in Chinese reading. *Visual Cognition*, 23(3), 399–414.
- Ma, G. J., Li, X. S., & Rayner, K.(2015). Readers extract character frequency information from nonfixated-target word at long pre-target fixations during Chinese reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 41(5), 1409–1419.
- McConkie, G. W., Kerr, P. W., Reddix, M. D., & Zola, D.(1988). Eye movement control during reading: I. *The location of initial eye fixations on words*. *Vision Research*, 28(10), 1107–1118.
- Morris, R. K., Rayner, K., & Pollatsek, A.(1990). Eye movement guidance in reading: The role of parafoveal letter and space information. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16(2), 268–281.
- O'Regan, J. K., & Jacobs, A. M.(1992). Optimal viewing position effect in word recognition: A challenge to current theory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(1), 185–197.
- Perea, M., & Acha, J.(2009). Space information is important for reading. *Vision Research*, 49(15), 1994–2000.
- Pollatsek, A., & Rayner, K.(1982). Eye movement control in reading: the role of word boundaries. *Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance*, 8(6), 817–833.
- Rayner, K.(1975). The perceptual span and peripheral cues in reading. *Cognitive Psychology*, 7(1), 65–81.
- Rayner, K.(1979). Eye guidance in reading: fixation locations within words. *Perception*, 8(1), 21–30.
- 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., Fischer, M. H., & Pollatsek, A.(1998). Unspaced text interferes with both word identification and eye movement control. *Vision Research*, 38(8), 1129–1144.
- Radach, R., Inhoff, A. W., Glover, L., & Vorstius, C.(2013). Contextual constraint and N+2 preview effects in reading. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66(3), 619–633.
- Reichle, E. D., Rayner, K., & Pollatsek, A.(2003). The E-Z Reader model of eye-movement control in reading: Comparisons to other models. *Behavioral and Brain Sciences*, 26(4), 445–526.
- Shu, H., Zhou, W., Yan, M., & Kliegl, R.(2011). Font size modulates saccade-target selection in Chinese reading. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73(2), 482–490.
- Tsai, J. L., & McConkie, G. W. (2003). Where do Chinese readers send their eyes? In J. Hyönä, R. Radach, & H. Deubel (Eds.), *The mind's eye: Cognitive and applied aspects of eye movement research* (pp. 159–176). Oxford, UK: Elsevier.
- Wei, W., Li, X. S., & Pollatsek, A.(2013). Properties of fixated words affect outgoing saccade length in Chinese reading. *Vision Research*, 80(22), 1–6.
- Yan, M., Kliegl, R., Shu, H., Pan, J., & Zhou, X. L.(2010). Parafoveal load of word N+1 modulates preprocessing effectiveness of word N+2 in Chinese reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36(6), 1669–1676.
- Yan, M., & Kliegl, R.(2016). CarPrice versus CarpRice: Word boundary ambiguity influences saccade target selection during the reading of Chinese Sentences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 42(11), 1832–1838.
- Yan, M., Kliegl, R., Richter, E. M., Nuthmann, A., & Shu, H.(2010). Flexible saccade-target selection in Chinese reading. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(4), 705–725.
- Yan, G. L., Tian, H. J., Bai, X. J., & Rayner, K.(2006). The effect of word and character frequency on the eye movements of Chinese readers.

British Journal of Psychology, 97(2), 259–268.

Yang, H. M., & McConkie, G. W. (1999). Reading Chinese: Some basic eye-movement characteristics. In J. Wang, A. W. Inhoff, & H. C. Chen(Eds.), *Reading Chinese script: A cognitive analysis* (pp. 20–222). Mahwah, NJ: Erlbaum Associates.

Yang, J. M., Wang, S. P., Xu, Y. M., & Rayner, K.(2009). Do Chinese readers obtain preview benefit from word N+2? Evidence from eye movements. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception*

and Performance, 35(4), 1192–1204.

Yang, J. M., Rayner, K., Li, N., & Wang, S. P.(2012). Is preview benefit from word n+2 a common effect in reading Chinese? Evidence from eye movements. *Reading and Writing*, 25(5), 1079–1091.

Zang, C. L., Liang, F. F., Bai, X. J., Yan, G. L., & Liversedge, S. P.(2013). Interword spacing and landing position effects during Chinese reading in children and adults. *Journal of Experimental Psychology Human Perception and Performance*, 39(3), 720–734.

The Parafoveal processing of Character N+1 and Character N+2 Serially Influence the Target Selection During Chinese Reading

WANG Yongsheng¹, CHEN Mingjing¹, ZHAO Bingjie¹, LI Xin¹, BAI Yuge²

(1 *Academy of Psychology and Behavior, Tianjin Normal University, Tianjin 300074;*

2 *College of Art and Science, University of Miami, Miami 33146)*

Abstract

Whether both the processing of character N+1 and character N+2 in parafoveal affects the target selection during Chinese reading or not is still unknown. In current study, the boundary paradigm (Rayner, 1975) was used to investigate this question, the previews of character N+1 and character N+2 which are belonged to a two-character word were manipulated, identical character or pseudocharacter were used as these two kind of previews. Results showed that fixation durations on target word were significantly shorter when the preview of character N+1 was identical than when it was a pseudocharacter. the same pattern appeared when both of the previews of character N+1 and character N+2 were identical, compared to the the previews of character N+2 was pseudocharacter. The length of the outgoing saccade from the pretarget to the target region was significantly longer when the preview of character N+1 was identical compared to when it was a pseudocharacter. And when the preview of character N+1 was identical, the length of the outgoing saccade from the pretarget to the target region was significantly longer when the preview of character N+2 was identical compared to when it was a pseudocharacter. However, changing previews of character N+2 had no influence on the outgoing saccade when the preview of character N+1 was a pseudocharacter. The results indicated that character N+1 and character N+2 were preprocessed in the parafoveal before they were fixated. Parafoveal processing of character N+1 modulated the saccade target selection. The effect of parafoveal processing of character N+2 on saccade target selection is modulated by the processing load of character N+1.

Key words Chinese reading, parafoveal processing, target selection, eye movement.