

# 边界范式在阅读中词汇加工机制研究中的应用

蒋思艺 鹿士义

**摘要:** 眼动边界范式是由 Rayner (1975) 为研究阅读过程中副中央凹处的信息对阅读的影响而设计的。近年来, 该范式被广泛应用于阅读中词汇加工机制的研究, 主要包括阅读中词汇加工的一般机制和复合词及多词单位的加工机制研究。本文从理论基础、实验证据、所涉及的研究问题等方面对相关研究进行综述, 并指出在利用边界范式进行词汇加工机制研究时应当注意的事项以及未来研究的发展方向。

**关键词:** 边界范式; 词汇加工机制; 阅读; 复合词; 多词单元

## 1 引言

### 1.1 阅读中的词汇加工机制

词汇的表征与加工是心理语言学研究的重点。目前, 研究者对表征单元的探讨不断深入, 从字(语素)、词之争发展至对多词单元心理现实性的研究, 并提出了词汇识别的各种理论模型。在阅读领域, 关于词汇识别机制的争论集中体现为词汇的序列和并列加工之争。

阅读是一个复杂的动态加工过程。为了理解句子意思, 读者需要移动眼睛来不断提取信息。在每一次注视中, 读者不仅能从注视词上获得信息, 还能从副中央凹(即视觉中央 2~5 度的区域, 此处人类视敏度较低)(朱滢, 2014)处获得信息。在一次注视中所能加工的有效信息的范围被称为知觉广度(perceptual span)(Rayner, 1998)。

在知觉广度内的词是以序列的方式还是以并列的方式进行加工的, 即在一次注视中能否深度加工多个词语, 这一问题在阅读中词汇识别模型和眼动控制模型争论的焦点。根据注意梯度指引模型(guidance by attentional gradient, GAG)(如 SWIFT 模型), 词汇识别是并列进行的(Schad, Engbert, 2012); 序列注意转换模型(sequential attention shift, SAS)(如 E-Z 读者模型)则认为, 当注视点处的词汇加工完成后, 注意才会转移到注视点右侧的词  $n+1$  上, 此时  $n+1$  的词汇加工开始(Reichle, Liversedge, Pollatsek, et

*al.*, 2009)。

## 1.2 边界范式概述

边界范式是由 Rayner (1975) 为研究阅读过程中副中央凹处的信息对阅读的影响而设计的。在实验过程中, 首先在目标词左侧设置一个隐形的边界。在被试的注视点越过边界前, 目标词的位置呈现不同的预视条件 (包括和目标词相同的预视、用假词/字符串掩蔽的预视、用其他词替代的预视等); 当读者的注视点越过边界时, 预视词变为目标词。由于这一变化发生在眼跳时, 读者因而无法注意到上述变化。

近年来, 边界范式被广泛应用于探讨阅读中词汇加工的机制。作为一种呈现随眼动变化范式 (eye-movement-contingent display-changes paradigm, 指根据注视点位置改变屏幕上所呈现的信息) (McConkie, Rayner, 1975), 边界范式不仅可以保证被试处于自然阅读的状态, 而且可以帮助研究者获得丰富的副中央凹加工信息。

本文拟对以往采用边界范式探讨词汇加工机制的研究进行梳理, 并分析应用边界范式进行该领域研究时需要注意的问题, 以及未来研究的发展方向。

## 2 边界范式在阅读中词汇加工机制研究中的应用

### 2.1 理论基础与实验证据

在应用边界范式探讨阅读中词汇加工的机制时, 研究所采用的实验证据主要为预视效益 (preview benefit, PB) 和副中央凹 - 中央凹效应 (parafoveal-on-

foveal effect, PoF)。

预视效益是指副中央凹预视所提取的信息有利于之后对目标词的加工 (Rayner, 1998)。它体现了眼跳过程中副中央凹信息的整合。整合促进了被置于中央凹处的词的加工, 使得有效预视条件 (较多的信息得到整合) 下目标词的注视时间短于无效预视条件 (较少的信息得到整合) 下目标词的注视时间 (Risse, Seelig, 2019)。预视效益的大小通常是由无效预视条件 (如掩蔽预视、无关预视) 下注视目标词的时间减去有效预视条件 (如相同预视、相关预视) 下注视目标词的时间 (Angele, Rayner, 2013a)。受到一些因素的影响 (如中央凹的加工难度), 知觉广度的大小会发生变化。预视效益的大小就是知觉广度大小的反映, 体现了副中央凹加工的深度和范围。

副中央凹 - 中央凹效应是指副中央凹信息的特点 (如无效预视) 影响中央凹信息的加工 (Drieghe, Pollatsek, Juhasz, *et al.*, 2010), 其观察指标为中央凹处的第一遍阅读时间。副中央凹 - 中央凹词汇特点层面 (如语义和形态句法层面) 的效应是词汇序列/并列加工争论的核心。在 GAG 模型中, 副中央凹词的词汇特点会影响中央凹信息的加工; 在 SAS 模型中, 由于词汇加工是序列的, 所以不存在词汇层面的 PoF。

### 2.2 阅读中词汇加工的一般认知机制

#### 2.2.1 副中央凹所加工信息的类型

词汇识别的平行/序列之争所包含的一项假设是——副中央凹加工涉及不同

的层面：视觉、正字法和词汇层面 (Dare, Shillcock, 2013)。因此，在探讨阅读中的词汇识别模式时，大量研究关注副中央凹处所加工信息的类型。

在运用边界范式探讨副中央凹处能否加工正字法、语音、语义信息时，通常的操作是操控预视词和目标词共享某一特征的程度，通过比较不同共享程度的预视条件下预视效应的大小，考察能否在副中央凹处加工该特征。

具体而言，在探讨副中央凹处能否加工语音信息时，研究主要观察相比其他控制条件，与目标词共享相同音素（如相同的元音音素，Ashby, Treiman, Kessler, *et al.*, 2006；同音异形异义字串，Miellet, Sparrow, 2004；Chace, Rayner, Well, 2005；Leinenger, 2018）的预视是否促进之后目标词的加工。在探讨副中央凹处能否加工正字法信息时，实验的传统手段是在副中央凹处预视呈现一个正字法不合理的非词（orthographically illegal nonword，如 bvlkn），考察其对中央凹注视的干扰（如 Inhoff, Starr, Shindler, 2000；White, Liversedge, 2004）；或通过呈现与目标词正字法相关的预视，考察其带来的预视效益（如 Yan, Richter, Shu, *et al.*, 2009）。近年来，有研究者操控副中央凹预视与中央凹处正字法信息的相关程度，探讨相关预视（如  $n+1$  预视与  $n$  完全相同，如  $n$  为 coat,  $n+1$  的预视为 coat）相比其他预视条件（如  $n+1$  预视与  $n$  的正字法无关， $n$  为 coat,  $n+1$  的预视为 milk）对  $n$  的加工是否有促进作用（如 Angele, Tran, Rayner, 2013；Dare, Shillcock, 2013）。

副中央凹处是否存在语义加工是探讨阅读中词汇识别机制的关键问题。相

关实验的主要思路是通过比较语义相关预视（即预视词与目标词的语义相关）条件与语义无关预视条件下的注视时间，观察语义相关预视是否存在预视效益（如 Yen, Tsai, Tzeng, *et al.*, 2008；Tsai, Kliegl, Yan, 2012；Yan, Zhou, Shu, *et al.*, 2012；Schotter, 2013），以及相关因素是否影响预视效益的大小，包括文本的视觉特点（如首字母大写，Rayner, Schotter, 2014）、语义合理性（Yang, Wang, Tong, *et al.*, 2010）、可预测性（Schotter, Lee, Reiderman, *et al.*, 2015）、预视时间（Yan, Risse, Zhou, *et al.*, 2010）和阅读能力（Veldre, Andrews, 2016a；Veldre, Andrews, 2016b）等。例如，Yan, Zhou, Shu 和 Kliegl (2012) 考察中文读者能否在副中央凹处加工词汇水平和亚词汇水平的语义信息。他们将相同预视（费-费）与语义无关预视（笑-费）作为基线水平，并设置两类语义相关预视，包括字的部首语义透明（损-费）和字的部首语义不透明（耗-费）。研究发现，两类语义相关预视的注视时间（包括 FFD、SFD、GD）显著短于语义无关预视条件，而字的部首语义透明预视的 GD 显著短于字的部首语义不透明预视条件。因此，中文读者能够在副中央凹处加工词汇水平和亚词汇水平的语义信息。值得注意的是，部分研究关注不同语言的文本的语义预视加工情况，发现受到语言书写系统的影响，拼音文字和中文阅读中的词汇识别存在不同的正字法、语音、语义识别路径（Yan, *et al.*, 2009）。

在运用边界范式探讨读者能否加工副中央凹处词汇的句法信息时，研究者则多设置句法不合理的预视（如 table-

jumps), 观察该预视条件下的跳读率和注视时间与一致预视 (jumps-jumps)、句法合理预视 (waved-jumps) 之间是否存在显著差别 (Angele, Rayner, 2013b; Brothers, Traxler, 2016; Snell, Meeter, Grainger, 2017; Zang, *et al.*, 2018; Veldre, Andrews, 2018)。

### 2.2.2 注视点右侧词 $n+2$ 的加工

读者能否从注视点右侧第二个词 (即词  $n+2$ ) 处获得预视信息是词汇识别序列/并列之争的焦点之一。GAG 模型认为, 读者能够从  $n+1$  和  $n+2$  上获得预视信息; SAS 模型认为, 只有在极少数情况下 (如  $n+1$  被跳读时), 读者才能从  $n+2$  上获得预视信息。

在探讨该问题时, 研究最初多操控词  $n+2$  的预视类型, 考察在  $n+2$  的错误预视条件下是否存在预视效益和 PoF (Rayner, Juhasz, Brown, 2007; Kliegl, Risse, Laubrock, 2007; Yang, Wang, Xu, *et al.*, 2009; Yan, Kliegl, Shu, *et al.*, 2010; Yang, Rayner, Li, *et al.*, 2012)。Kliegl、Risse 和 Laubrock (2007) 操控词  $n+2$  的预视 (正确预视、任意字母序列预视), 在  $n+1$  的注视时间上发现了显著的差异。研究者认为, 这是  $n+2$  的不同预视条件造成的延迟的 PoF。然而, Angele 和 Rayner (2011) 指出,  $n+1$  上所观察到的效应很可能是落点偏差导致的。也就是说,  $n+1$  上的落点很可能本来跳过  $n+1$  而定位在  $n+2$  上, 加工对象是  $n+2$ , 结果却误落在了  $n+1$  上。此时,  $n+1$  的注视时间受到  $n+2$  的影响。该解释支持词汇的序列加工假说。

为了排除落点偏差的影响, 部分研

究对边界范式进行创新, 同时操控  $n+1$  与  $n+2$  的预视类型 (Angele, *et al.*, 2008; Angele, Rayner, 2011)。通过对比  $n+1$  错误预视条件和  $n+1/n+2$  错误预视条件下的注视时间, 研究者可以准确判断  $n+2$  的预视加工情况。

此外, 有研究以语素位置颠倒为切入点, 探讨副中央凹词  $n+2$  的识别 (Angele, Rayner, 2013a; Cutter, Drieghe, Liversedge, 2017)。例如, Cutter、Drieghe 和 Liversedge (2017) 操控边界后两个词的预视类型——相同预视 (如 hot pan)、字母位置颠倒预视 (如 hop tan)、字母替换预视 (如 hob fan)。研究者假设, 如果副中央凹处两个词的正字法信息同时投射到 (fed into) 心理词库中, 那么字母颠倒预视下的注视时间将显著短于字母替换预视。然而, 结果表明, 字母位置颠倒预视条件下的预视效益并不存在。

### 2.2.3 副中央凹信息加工的时间进程

关于副中央凹语言信息加工的时间进程的探讨使得词汇平行、并列加工的争议越演越烈 (马国杰、李兴珊, 2012)。根据 SAS 模型, 副中央凹信息提取发生在中央凹加工完成之后, 因此副中央凹的词在当前注视的晚期开始得到加工; 相反, GAG 模型认为, 在注视当前词的早期, 读者就开始获取副中央凹词的信息。相关研究主要通过操控副中央凹预视呈现的时间进程 (即正常预视呈现的时间点), 探讨副中央凹语言信息加工究竟发生在当前注视词汇加工的早期还是晚期 (Inhoff, Eiter, Radach, 2005; Yen, *et al.*, 2009; Reingold, Reichle, Glaholt, *et al.*, 2012)。

例如, Inhoff、Eiter 和 Radach (2005) 以 140 ms 作为不同预视呈现的分界点, 在实验中呈现四种预视条件: ①140 ms 之前为正确预视, 140 ms 之后为错误预视 (即注视开始时可见); ②140 ms 之前为错误预视, 140 ms 之后为正确预视 (即注视末尾时可见); ③全程正确预视; ④全程错误预视。研究者假设, 如果在当前注视的某个时间段预视信息得到加工, 那么这一时间段所呈现的错误预视将延长目标词上的注视时间。结果显示, 注视开始时可见和注视末尾时可见两种预视条件下均有显著的预视效应。这表明, 语言信息的提取并不发生在中央凹注视的最后阶段, 中央凹和副中央凹的语言加工存在时间上的重合。

### 2.3 复合词及多词单元的加工机制

词汇识别研究长期关注一般词串, 较少关注语言单元。以复合词为例, 不同于一般词串, 复合词的内部成分之间联系紧密, 其自身具有丰富的词汇特征, 且内部成分之间存在多种多样的关系。在某些语言中 (如芬兰语、汉语), 复合词内部无空格, 但在一些语言中 (如英语), 复合词内部可能存在空格。因此, 复合词内语素的加工方式可能比句子中相邻词的加工更加灵活, 且语素更有可能平行加工。探讨复合词的第二个成分的预视加工不仅有利于探讨复合词的加工机制, 而且能够作为一般词串预视加工的补充, 有利于深化对阅读中的词汇识别机制及其调节因素的认识。

就复合词的加工机制研究而言, 虽然对于复合词加工机制的研究日益增多, 但目前研究范式主要包括词汇判断任务、

命名任务和注视时间 (Shen, Li, Pollatsek, 2016), 主要的操作是操控成分/整词的频次, 观察频次对复合词加工的影响。运用边界范式考察复合词加工机制, 可以更加深入地了解阅读中复合词内部成分的加工情况。

#### 2.3.1 边界位于词内

目前大量关于眼动模型的研究大多关注相邻词加工时的注意分布, 因而将边界设置在相邻的词之间。然而, 近年来, 一些研究开始将边界设置在复合词内第一语素和第二语素之间, 操控第二语素的预视类型。

这一部分研究所涉及的具体问题包括复合词内第二个成分的预视加工与相邻词的第二个词的预视加工是否相同、第一语素的识别是否约束 (constraint) (Hyönä, Bertram, Pollatsek, 2004)、第二语素的识别、读者加工复合词各语素的方式是序列加工还是并列加工等。

研究主要将 PoF 作为实验证据, 其实验逻辑在于: 如果复合词的加工最初是序列的, 那么第二个语素的错误预视不会影响第一个语素的加工; 相反, 如果读者最初试图整体加工复合词, 那么当注视点仍位于第一个语素上时, 错误预视将影响第一个语素的加工, 产生 PoF。部分研究还将传统的语素频次效应与 PoF 相结合 (如 Hyönä, Bertram, Pollatsek, 2004; Pollatsek, Hyönä, 2005)。同时, 研究者利用 PB 考察复合词整体加工的程度——预视效益 (即错误预视带来的干扰) 越大, 则整体加工的程度越高。

Hyönä、Bertram 和 Pollatsek (2004) 首次将边界范式应用于复合词加工机制

的研究,以考察芬兰语长复合词的序列加工的观点。研究者将边界置于复合词的两个语素之间,同时操控第一个语素的频次(高频和低频)和第二个语素的预视类型(相同预视和非词预视)。研究结果表明:①第一个语素的频率影响复合词的注视时间,但不存在非词预视的PoF效应。也就是说,当注视点位于第一个语素上时,非词预视对注视词加工的影响甚小。这一发现符合复合词的序列加工模式。②频次和预视类型存在交互——第一个语素高频时,预视效益较小;第一个语素低频时,预视效益较大。对于该结果的解释,研究者提出“约束假说”(constraint hypothesis)——当第一个语素低频时,第二个语素所受的约束更大、预测性更高。因此,其加工受到副中央凹信息掩蔽的干扰更大。③凝视时间上的预视效益(101 ms)远远大于边界位于相邻词间的研究的结果(30~40 ms, Rayner, 1998)。研究者推测,这可能是由于边界位于“词”(“linguistic word”)中间,因此第一个成分对第二个成分存在约束,相比独立的词,复合词的第二个语素能够较早地、更大程度地吸引注意。这表明,复合词的成分相互影响,其加工方式与一般连续的词串存在区别。

随后,诸多研究对复合词语言单元(linguistic unit)的特性的影响进行了探讨。为了确定Hyönä、Bertram和Pollatsek(2004)所发现的芬兰语长复合词的较大的预视效益是否是由复合词语言单元的特性造成的,Juhász等(2009)以英语复合词为研究对象,通过操控预视类型(相同预视、非词预视),考察英语有空格复合词、形名短语的预视加工之间的区别。结果表明,就PoF而言,

在两者的第一个成分上均不存在显著的PoF。该实验结果支持序列加工模型。就两者预视效益的大小而言,研究发现,有空格复合词第二个语素上的凝视时间的预视效应(31 ms)大于之前研究中的一般词串(-7 ms)。研究者首先推测,这可能是由于有空格复合词是一个语言单元,存贮与心理词库中,因而其上的注意转移较早。然而,实验结果还表明,有空格的英语复合词和形名短语的预视效益之间没有显著差异。据此,研究者否定了语言单元的特性对有空格复合词预视效益的影响。Cui等(2013)以汉语复合词和形名短语为研究对象,探讨字串的语言单元特性对第二个成分的副中央凹加工的影响。研究者发现,复合词与形名短语第二个成分的预视加工情况非常相似。该结果与Juhász等(2009)的研究结果一致。Cui等通过事后的词切分评定发现,这是因为被试无法对汉语复合词和短语进行清楚的区分。为了严格控制预视字和目标字是否属于同一个语言单元,排除汉语短语和复合词词边界不清晰的干扰,关宜韞等(2019)操控边界在汉语复合词中的位置(边界位于复合词之前、边界位于复合词中间)和预视类型(一致预视、假字预视),探讨词间词呈现(如“|纸盒”)和词内词呈现(如“稿|纸”)的预视效应是否存在差异。研究发现,在首次注视时间、凝视时间以及回视路径时间上,词内词的预视效应均大于词间词的预视效应。因此,语言单元会影响预视效应的加工。

部分研究对于空格对复合词加工机制的影响同样进行了探讨。Juhász等(2009)指出,Hyönä等(2004)所发现的芬兰语长复合词的较大的预视效益可

能是由空格引起的——芬兰语复合词中无空格，因而注视点位置距离预视变化的区域较近，受边界变化影响大。据此，Juhasz 等操控预视类型（相同预视、非词预视），考察英语有空格、无空格两类复合词加工机制之间的区别。结果表明，有、无空格复合词的非词预视条件下均不存在 PoF。但是，无空格的英语复合词第二个语素的凝视时间上的预视效益（109 ms）大于有空格的英语复合词（56 ms）。研究者认为，原因之一可能是由于无空格复合词是一个视觉单元（orthographic unit），因而在其上的注意转移的速度较快。Häikiö、Bertram 和 Hyönä（2010）在 Juhasz 等的基础上，进一步探讨芬兰语长复合词和形名短语的预视加工的区别。研究者操控第二个语素的预视类型（相同预视、非词预视）后发现，芬兰语无空格的长复合词的预视效益大于形名短语。研究者指出，空间完整性（spatial unification）会影响注意的分布。但是，研究将空间完整性与语言完整性（linguistic unification）的程度混杂，因而实验结果不能充分证明空格对复合词加工的影响。

此外，部分研究关注复合词的语素结构对其加工机制的影响。Drieghe、Pollatsek、Juhasz 等（2010）发现，英语单语素词的凝视时间上的预视效益（225 ms）大于复合词（123 ms）；单语素词上存在 PoF，但复合词上不存在 PoF。因此，英语复合词的语素结构影响词内注意的分布——单语素词各部分倾向于平行加工，而复合词各成分倾向于序列加工。Cui 等（2013）以汉语单语素词和复合词为研究对象，其研究结果与 Drieghe、Pollatsek、Juhasz 等（2010）的发现相似，即单语素词上存在 PoF，但在

复合词上不存在 PoF。研究者认为，语素结构会影响复合词的加工方式。具体来说，当第一个成分表明其属于一个双字的单语素词时，右侧成分的加工会得到触发（license）；相反，对于复合词和短语而言，第一个成分可能能够独立成词，所以第二个成分的加工不会得到准许。为了进一步探讨复合词语素之间的关系对其加工方式的影响，Drieghe 等（2018）以汉语形名复合词和名名复合词为研究对象，操控第一个语素的词性（形容词和名词）和第二个语素的预视类型（相同预视、假字预视）。结果发现，只在第一个语素的凝视时间上存在较小的 PoF，研究结果支持复合词语素分解加工的观点。但同时，相比第一个语素为名词的情况，第一个语素为形容词时预视效益更大。研究者认为，这是由于相对于第一个语素的词性预测该复合词为左偏正词（left-headed compound，即名名复合词）的情况，当第一个语素的词性预测该复合词为右偏正词（right-headed compound，即形名复合词）时，读者将分配更多的资源至第二个语素。

除了以上影响因素外，Pollatsek 和 Hyönä（2005）考察语义透明度对芬兰语复合词中的预视加工的影响，但未发现语义透明度效应。Haikio 等（2010）对芬兰语长复合词的考察发现，芬兰语无空格的长复合词的预视效益大于一般词串。值得注意的是，频次影响复合词的预视加工——在高频复合词上存在 PoF，且高频复合词的预视效益大于低频复合词。实验结果证明了复合词加工的“双通道模型”（dual route model）。具体来说，复合词大于平均水平的 PB 说明，在词汇加工的最初阶段，读者首先会将注意分配至整个复合词。然而，整词表

征路径最后的占比受到词频的影响：对于高频复合词而言，注意在整词上停留的时间较长；对于低频复合词而言，整词识别加工失败后，注意会快速分配至成分词。

与以上主要利用 PoF 论证复合词的加工机制的研究不同，Shen、Li 和 Polatsek (2016) 选择以语素义和整词意义的激活为切入点，研究对象为第一个语素具有多种意义的汉语双音节复合词。实验一操控第二个语素的预视类型（相同预视、选择第一个语素主要意义的预视、选择第一个语素次要意义的预视）。研究者假设，如果复合词最初被分解为语素进行加工，此时首字的主要意义将被激活。那么，在选择第一个语素次要意义的预视条件下，预视将提高次要意义的激活水平，因而将给后期意义整合带来困难。研究结果符合这一假设。然而，为了排除整词语义相似度的干扰，实验二在实验一的基础上另外增设两个预视条件（选择第一个语素主要意义且整词与目标词语义相关的预视、选择第一个语素主要意义且整词与目标词语义无关的预视）。实验结果表明，相比选择第一个语素主要意义且整词与目标词语义无关的预视和选择第一个语素次要意义的预视条件，选择第一个语素主要意义且整词与目标词语义相关的预视条件的注视时间更短；相反，选择第一个语素主要意义且整词与目标词语义无关的预视条件和选择第一个语素次要意义的预视条件的注视时间之间无显著差别。这说明，整词水平上意义的激活是造成实验一结果的原因，汉语双音节复合词最初可能是整词通达的。

### 2.3.2 边界位于词间

目前，研究普遍发现，注视点右侧第一个词（即词  $n+1$ ）上可以获得预视效益（Schotter, Angele, Rayner, 2012）。然而，注视点右侧第二个词上是否存在预视效益仍存在较大争议。之前的拼音文字的研究发现，当词  $n+1$  的长度较短（即为 3 个字母）时，读者能够从词  $n+2$  处获得预视信息（Kliegl, Risse, Laubrock, 2007; Angele, Rayner, 2011; Radach, Inhoff, Glover, *et al.*, 2013），当  $n+1$  的长度较长（如为 4 个字母）时，不存在词  $n+2$  的预视效益（Angele, Slattery, Yang, *et al.*, 2008）。中文的研究则发现，只有当词  $n+1$  是高频时，存在  $n+2$  上的预视加工（Yang, Wang, Xu, *et al.*, 2009; Yan, Kliegl, Shu, *et al.*, 2010; Yang, Rayner, Li, *et al.*, 2012）。

基于以上发现，有研究者提出，知觉广度的大小（即  $n+2$  上是否存在预视效益）不仅受到视觉因素的限制，还会受到文本语言特征的影响。在此基础上，部分研究试图考察当  $n+1$  与  $n+2$  构成一个多词单元时， $n+2$  上是否存在预视效益，同时，探讨多词单元的加工机制问题。

Cutter、Drieghe 和 Livversedge (2014) 探讨当  $n+1$  长度较长且频次较低，但  $n+1$  与  $n+2$  组成一个有空格的复合词时，是否在  $n+2$  上存在预视效益。研究者将边界置于英语有空格复合词（如 teddy bear）第一个成分之前，操控第一个语素和第二个语素的预视（相同预视、非词预视）。研究发现，当第一个语素是相同预视时，读者能够在第二



个语素上获得预视效益。研究者认为,这是由于  $n+1$  的存在表明  $n+1$  与  $n+2$  构成复合词,因而  $n+1$  的加工触发 (licence) 了复合词的 direct look-up route 以及  $n+2$  的预视加工。结果表明,有空格复合词的两个语素被作为一个较大词汇单元中的部分得到加工。Yu 等 (2016) 探讨在中文阅读中,当  $n+1$  为低频,但  $n+1$  与  $n+2$  构成习语时, $n+2$  的预视是否得到增强。研究者将三字习语与短语 (均包含一个单字词  $n+1$  和一个双字词  $n+2$ ) 置于边界后,操控  $n+2$  的预视 (相同预视、假词预视)。研究结果部分支持习语作为一个多词单元存储和加工的观点:一方面,习语和短语的预视效益之间并无显著差异,这表明,习语最初在副中央凹处并没有被切分为大的词汇单元;另一方面,习语在中央凹处的加工时间显著短于短语。因此,研究结果支持习语加工的构造假说 (configuration hypothesis) 和混合模型 (hybrid theory),即读者首先单独识别词,在到达一定的激活水平后,习语才会作为整体得到加工。研究者进一步指出,实验结果之所以与 Cutter 等 (2014) 存在区别,是由于第一个成分包含于一个多词单元的程度不同。在此基础上,Yu 等 (2016) 认为,多词单元的词汇表征之间存在竞争,该竞争受到第一个成分包含于一个多词单元的程度的影响。

### 3 总结与展望

利用边界范式进行词汇加工机制的研究与副中央凹加工紧密结合,不仅有利于了解词汇的识别与表征,还可以探讨与副中央凹相关的诸多研究问题,完善对眼动控制模型的认识。本节将指出

使用边界范式时应当注意的一些问题,以及未来研究可能的发展方向。

#### 3.1 边界范式使用时应该注意的问题

##### 3.1.1 排除无关层面的预视加工的干扰

一般来说,某一预视呈现所产生的 PoF 或 PB 能够体现某一层面的预视加工。例如,相比语义无关预视,语义相关预视条件具有显著的 PoF 或 PB,这表明,读者在副中央凹处加工了语义信息。

但是,有时某一预视呈现具有的 PoF 或 PB 是多个层面的预视加工共同作用的结果。此时需要增设预视条件,以排除无关层面的预视加工的干扰。

例如,Wang 等 (2016) 探讨韩语母语者在阅读汉语时对副中央凹语义信息的加工情况。实验设置同源词预视 (即预视词与目标词语义相同、语音相似)。为了排除语音预视的干扰,实验又增设语义相关非同源词预视 (即预视词与目标词语义相关、语音不同)。研究结果不仅发现了显著的同源词效应,还在语义相关预视下发现了显著的预视效益,证明二语者可以不受语音相似的干扰,加工副中央凹处的语义信息。

##### 3.1.2 排除无关因素的影响

目前,诸多研究 (尤其是复合词加工机制研究) 未能完全排除无关因素的干扰,因此之后的研究需注意额外变量的控制。

其一,排除可预测性的干扰。研究者认为,复合词第一个语素对第二个语

素的加工存在约束。但是,“约束”的概念内涵尚不明确,与“可预测性”难以区分。Hyona 等(2004)指出,约束的影响与可预测性的影响非常相似,且两者显然相关。然而,约束并不等同于可预测性。他们在其实验中发现,复合词第二个语素预视效益远远大于之前的研究所发现的高预测词的预视效益。然而,在大多数情况下,研究者并未将两者进行区分,主要体现为通过操控第二个语素的“可预测性”探讨约束的作用(如 Cui, Yan, *et al.*, 2013)

其二,探讨语言单元的影响时合理选择对照组。研究在考察复合词语言单元的特性的影响时,所选择的对照组通常是形名短语(Juhasz, *et al.*, 2009; Häikiö, *et al.*, 2010; Cui, Drieghe, *et al.*, 2013)。Juhasz 等(2009)发现,两者的预视效益之间没有显著差异,据此否定语言单元的特性对预视加工的影响。但是,形名短语的句法可预测性可能会增强形名短语的预视效益,因而对实验结果造成干扰(Juhasz, *et al.*, 2009)。Cui、Drieghe 等(2013)也发现,复合词和形名短语第二个成分的预视加工情况非常相似。事后的词切分评定发现,这是因为被试无法对汉语复合词和短语进行清楚的区分。

### 3.2 增加对高水平信息预视加工的关注

语义等高水平信息的序列/并列加工是词汇识别模式争论的焦点之一。然而,目前研究(尤其是多词单位的加工机制研究)对高水平信息的预视加工关注不足。已有研究表明,语义的预视加工可以帮助进一步揭示词汇识别的路径。

例如,虽然目前大部分研究支持复合词的序列或并列加工方式,但 White、Bertram 和 Hyönä (2008)的研究结果支持复合词加工的竞争模型(race model)。他们以芬兰语长复合词为研究对象,操控预视类型(相同预视、与第二个语素语义相关预视、与第二个语素语义无关预视、非词预视),以考察词内的预视能否加工语义信息,以及成分的词汇/语义特征最初是被分别加工还是整体加工的。研究发现:①复合词第一个成分的早期加工没有受到第二个成分的预视的影响。这表明,至少在最初阶段,第一个成分和第二个成分的词汇加工是分别进行的,这一结论支持复合词的序列词汇加工。②就预视信息的类型而言,读者能够加工到副中央凹处第二个语素的语义信息,但语义效应产生相对较晚,具体表现为在语义相关预视条件下整词的回视路径阅读时间(regression path duration)显著短于语义无关预视条件。这表明,语素序列加工之后存在成分意义整合的阶段。

### 3.3 多词单位的加工机制的研究

目前大量关于词汇识别与表征的研究关注多词单位的心理表征,其中包括语块(Siyanova, Conklin, Schmitt, 2011; Yi, Lu, Ma, 2017)、韵律词(Yu, Yan, Yan, 2018)和心理词(闫国利等, 2012)。它们作为表征单元的心理现实性一定程度上都得到了实证研究的支持。

视觉认知领域的研究发现,对于拼音文字的读者来说,知觉广度的范围是注视点左侧三四字母至注视点右侧十四五字母(Rayner, 1998);对于汉语读者而言,知觉广度的范围是注视点左

侧一个汉字至注视点右侧两三个汉字 (Inhoff, Liu, 1998)。利用边界范式探讨拼音文字复合词的加工机制的研究发现, 由于知觉广度的限制, 词长会影响拼音文字复合词的表征方式 (Hyona, *et al.*, 2004), 而词长是否会影响汉语复合词的表征方式仍然存疑 (Shen, *et al.*, 2016)。值得探讨的问题是, 作为长度一般大于复合词的多词单元, 其在阅读中的加工机制是否会因其自身长度的制约而倾向于分解加工? 作为语义单元/韵律单元的整体性表征是否受到视敏度的影响?

### 3.4 与其他实验范式相结合

在探讨阅读中的词汇加工机制时, 边界范式的研究结果有时与前人采用不同的范式的研究结果不一致。这一分歧可能是由于边界范式本身的局限造成的。因此, 将边界范式与其他实验范式相结合, 一定程度上可以弥补边界范式的局限, 有利于研究的深入。

例如, Snell、Vitu 和 Grainger (2017) 将旁字母词汇判断范式 (flanking letters lexical decision paradigm, FLLD 范式, 如 ro rock ck) (Dare, Shillcock, 2013) 作为边界范式的补充, 探讨副中央凹处正字法信息的加工是否发生在词汇层面。Snell 等 (2017) 指出, 相比边界范式, FLLD 范式存在三方面的优势: ①独词呈现的注视时间充足, 能够保证深层次 (即词水平) 的信息的整合; ②目标词旁的信息较少, 因此副

中央凹加工程度较深; ③两侧的信息距离中央凹较近, 减少了视敏度的限制。在其研究中, Snell 等 (2017) 首先在边界范式实验中发现副中央凹处正字法邻居的促进作用。该结果与前人的词汇判断任务结果相反, 否定了正字法词汇层面的加工; 随后, 他们利用 FLLD 范式, 试图充分挖掘词汇层面的信息整合加工 (即副中央凹处正字法邻居的阻碍作用)。然而, 研究结果仍然表明, 目标词加工在词邻居 (如 wa barn rn) 条件下得到促进, 且这种促进没有受到词汇层面的竞争的影响而减弱。由此进一步证明, 正字法信息整合发生在亚词汇层面。

Hohenstein、Laubroc 和 Kliegl (2010) 将快速启动范式 (fast priming paradigm, 用于探讨句子阅读中中央凹语义信息提取的时间进程, Sereno, Rayner, 1992) 与边界范式相结合, 创新出副中央凹快速启动 (parafoveal fast-priming) 范式, 用于探讨副中央凹语义预视加工的时间进程。快速启动范式的研究在较短的时间窗口 (如 32 ms) 下发现了显著的语义启动效应。但是, 众多边界范式的研究 (尤其是拼音文字中的研究) 未发现显著的语义预视效益。这可能是由于传统的边界范式缺乏对启动时间的操控, 使得预视在当前注视的所有时间段完全可见。在运用副中央凹快速启动范式时, Hohenstein 等 (2010) 发现, 在对词  $n$  开始注视的 125 ms, 也就是词  $n+1$  位置呈现启动词 125 ms 时, 就可以产生语义预视效益。

### 参考文献

关宜韞, 宋悉妮, 郑玉玮, 等. 中文词间词和词内词预视加工的差异: 词间阴影的作用 [J]. 心理学报,

2019 (9).

李兴珊, 马国杰. 阅读中的注意分配: 序列与平行之争 [J]. 心理科学进展, 2012 (11).

闫国利, 张兰兰, 张霞, 等. 汉语阅读中的心理词加工 [J]. 心理与行为研究, 2012 (3).

朱滢. 实验心理学 [M]. 3 版. 北京: 北京大学出版社, 2014.

ANGELE B, RAVNER K. Parafoveal processing of word  $n + 2$  during reading: do the preceding words matter? [J]. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 2011, 37 (4).

ANGELE B, RAVNER K. Eye movements and parafoveal preview of compound words: does morpheme order matter? [J]. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 2012a, 66 (3).

ANGELE B, RAVNER K. Processing “the” in the parafoveal: are articles skipped automatically? [J] Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 2013b, 39 (2).

ANGELE B, SLATTERY T J, YANG J M, et al. Parafoveal processing in reading: manipulating  $n + 1$  and  $n + 2$  previews simultaneously [J]. Visual Cognition, 2008, 16 (6).

ANGELE B, TRAN R, RAYNER K. Parafoveal-foveal overlap can facilitate ongoing word identification during reading: evidence from eye movements [J]. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 2013, 39 (2).

ASHBY J, TREIMAN R, KESSLER B, et al. Vowel processing during silent reading: evidence from eye movements [J]. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 2006, 32 (2).

BROTHERS T, TRAXLER M J. Anticipating syntax during reading: evidence from the boundary change paradigm [J]. Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition, 2016, 42 (12).

CHACE K H, RAYNER K, WELL A D. Eye movements and phonological parafoveal preview: effects of reading skill [J]. Canadian Journal of Experimental Psychology, 2005, 59 (3).

CUI L, DRIEGHE D, YAN G, et al. Parafoveal processing across different lexical constituents in Chinese reading [J]. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 2013, 66 (2).

CUI L, YAN G, BAI X, et al. Processing of compound-word characters in reading Chinese: an eye-movement-contingent display change study [J]. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 2013, 66 (3).

CUTTER M G, DRIEGHE D, LIVERSEDGE S P. Preview benefit in English spaced compounds [J]. Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition, 2014, 40 (6).

CUTTER M G, DRIEGHE D, LIVERSEDGE S P. Is orthographic information from multiple parafoveal words processed in parallel: an eye-tracking study [J]. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 2017, 43 (8).

DARE N, SHILLCOCK R. Serial and parallel processing in reading: investigating the effects of parafoveal orthographic information on nonisolated word recognition [J]. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 2013, 66 (3).

DRIEGHE D, CUI L, YAN G, et al. The morphosyntactic structure of compound words influences parafoveal processing in Chinese reading [J]. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 2018, 71 (1).

DRIEGHE D, POLLATSEK A, JUHASE B J, et al. Parafoveal processing during reading is reduced across a morphological boundary [J]. Cognition, 2010, 116 (1).

HÄIKIÖ T, BERTRAM R, HYÖNÄ J. Development of parafoveal processing within and across words in reading: evidence from the boundary paradigm [J]. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 2010, 63 (10).

HOHENSTEIN S, LAUBROCK J, KLIEGL R. Semantic preview benefit in eye movements during reading: a parafoveal fast-priming study [J]. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 2010, 36 (5).

HYÖNÄ J, BERTRAM R, POLLATSEK A. Are long compound words identified serially via their constituents? Ev-

- idence from an eye-movement-contingent display change study [J]. *Memory and Cognition*, 2004, 32 (4).
- INHOFF A W, EITER B M, RADACH R. Time course of linguistic information extraction from consecutive words during eye fixations in reading [J]. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2005, 31 (5).
- INHOFF A W, LIU W. The perceptual span and oculomotor activity during the reading of Chinese sentences [J]. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1998, 24 (1).
- INHOFF A W, STARR M, SHINDLER K L. Is the processing of words during eye fixations in reading strictly serial? [J]. *Perception and Psychophysics*, 2000, 62 (7).
- JUHASZ B J, POLLATSEK A, HYONA J, et al. Parafoveal processing within and between words [J]. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2009, 62 (7).
- KLIEGL R, RISSE S, LAUBROCK J. Preview benefit and parafoveal-on-foveal effects from word  $n + 2$  [J]. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2007, 33 (5).
- LEINENGER M. Survival analyses reveal how early phonological processing affects eye movements during reading [J]. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 2018, 45 (7).
- MCCONKIE G W, RAYNER K. The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception and Psychophysics*, 1975, 17 (6).
- MIELLET S, SPARROW L. Phonological codes are assembled before word fixation: evidence from boundary paradigm in sentence reading [J]. *Brain and Language*, 2004, 90 (1).
- POLLATSEK A, HYÖNÄ J. The role of semantic transparency in the processing of Finnish compound words [J]. *Language and Cognitive Processes*, 2005, 20 (1/2).
- RADACH R, INHOFF A W, GLOVER L, et al. Contextual constraint and  $n + 2$  preview effects in reading [J]. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2013, 66 (3).
- RAYNER K. The perceptual span and peripheral cues in reading [J]. *Cognitive Psychology*, 1975, 7 (1).
- RAYNER K. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research [J]. *Psychological Bulletin*, 1998, 124 (3).
- RAYNER K, SCHOTTER E R. Semantic preview benefit in reading English: the effect of initial letter capitalization [J]. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2014, 40 (4).
- RAYNER K, JUHASZ B J, BROWN S J. Do readers obtain preview benefit from word  $n + 2$ ? A test of serial attention shift versus distributed lexical processing models of eye movement control in reading [J]. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2007, 33 (1).
- REICHLE E D, LIVERSEDGE S P, POLLATSEK A, et al. Encoding multiple words simultaneously in reading is implausible [J]. *Trends in Cognitive Sciences*, 2009, 13 (3).
- REINGOLD E M, REICHLE E D, GLAHOLT M G, et al. Direct lexical control of eye movements in reading: evidence from a survival analysis of fixation durations [J]. *Cognitive Psychology*, 2012, 65 (2).
- RISSE S, SEELIG S. Stable preview difficulty effects in reading with an improved variant of the boundary paradigm [J]. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2019, 72 (7).
- SCHAD D J, ENGBERT R. The zoom lens of attention: simulating shuffled versus normal text reading using the SWIFT model [J]. *Visual Cognition*, 2012, 20 (4/5).
- SCHOTTER E R. Synonyms provide semantic preview benefit in English. *Journal of Memory and Language*, 2013, 69 (4).
- SCHOTTER E R, ANGELE B, RAYNER K. Parafoveal processing in reading [J]. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 2012, 74 (1).
- SCHOTTER E R, LEE M, REIDERMAN M, et al. The effect of contextual constraint on parafoveal processing

- in reading [J]. *Journal of Memory and Language*, 2015, 83.
- SERENO S C, RAYNER K. Fast priming during eye fixations in reading [J]. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1992, 18 (1).
- SHEN W, LI X, POLLATSEK A. The processing of Chinese compound words with ambiguous morphemes in sentence context [J]. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2016, 71 (1).
- SIYANOVA-CHANTURIA A, CONKLIN K, SCHMITT N. Adding more fuel to the fire: an eye-tracking study of idiom processing by native and non-native speakers [J]. *Second Language Research*, 2011, 27 (2).
- SNELL J, MEETER M, GRAINGER J. Evidence for simultaneous syntactic processing of multiple words during reading [J]. *Plos One*, 2017, 12 (3).
- SNELL J, VITU F, GRAINGER J. Integration of parafoveal orthographic information during foveal word reading: beyond the sub-lexical level? [J]. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2017, 70 (10).
- TAI J L, KLIEGL R, YAN M. Parafoveal semantic information extraction in traditional Chinese reading [J]. *Acta Psychologica*, 2012, 141 (1).
- VELDRE A, ANDREWS S. Is semantic preview benefit due to relatedness or plausibility? [J]. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2016a, 42 (7).
- VELDRE A, ANDREWS S. Semantic preview benefit in English: individual differences in the extraction and use of parafoveal semantic information [J]. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 2016b, 42 (6).
- VELDRE A, ANDREWS S. Beyond cloze probability: parafoveal processing of semantic and syntactic information during reading [J]. *Journal of Memory and Language*, 2018, 100.
- WANG A, YEON J, ZHOU W, et al. Cross-language parafoveal semantic processing: evidence from Korean-Chinese bilinguals [J]. *Psychonomic Bulletin, Review*, 2016, 23 (1).
- WHITE S J, BERTRAM R, HYÖNÄ J. Semantic processing of previews within compound words [J]. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 2008, 34 (4).
- WHITE S, LIVERSEDGE S. Orthographic familiarity influences initial eye fixation positions in reading [J]. *European Journal of Cognitive Psychology*, 2004, 16 (1-2).
- YAN M, KLIEGL R, SHU H, et al. Parafoveal load of word  $N + 1$  modulates preprocessing effectiveness of word  $N + 2$  in Chinese reading [J]. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2010, 36 (6).
- YAN M, RICHTER E M, SHU H, et al. Readers of Chinese extract semantic information from parafoveal words [J]. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2009, 16 (3).
- YAN M, RISSE S, ZHOU X, et al. Preview fixation duration modulates identical and semantic preview benefit in Chinese reading [J]. *Reading and Writing*, 2012, 25 (5).
- YAN M, ZHOU W, SHU H, et al. Lexical and sublexical semantic preview benefits in Chinese reading [J]. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 2012, 38 (4).
- YANG J, WANG S, TONG X, et al. Semantic and plausibility effects on preview benefit during eye fixations in Chinese reading [J]. *Reading, Writing*, 2010, 25 (5).
- YANG J, WANG S, XU Y, et al. Do Chinese readers obtain preview benefit from word  $n + 2$ ? Evidence from eye movements [J]. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2009, 35 (4).
- YANG J, RAYNER K, LI N, et al. Is preview benefit from word  $n + 2$  a common effect in reading Chinese? Evidence from eye movements [J]. *Reading and Writing*, 2012, 25 (5).
- YEN M H, RADACH R., TZENG O J, et al. Early parafoveal processing in reading Chinese sentences [J].

Acta Psychologica, 2009, 131 (1).

YEN M H, TSAI J L, TZENG O J L, et al. Eye movements and parafoveal word processing in reading Chinese [J]. Memory, Cognition, 2008, 36 (5).

YI W, LU S, MA G. Frequency, contingency and online processing of multiword sequences: an eye-tracking study [J]. Second Language Research, 2017, 33 (4).

YU L, CUTTER M G, YAN G, et al. Word  $n+2$  preview effects in three-character Chinese idioms and phrases. Language [J], Cognition and Neuroscience, 2016, 31 (9).

YU M, YAN G, YAN H. Is the word the basic processing unit in Chinese sentence reading: an eye movement study [J]. Lingua, 2018, 205.

ZANG C, ZHANG M, BAI X, et al. Skipping of the very-high-frequency structural particle de (的) in Chinese reading [J]. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 2018, 71 (1).

蒋思艺, 北京师范大学心理学部, 100091

jsyelena@mail.bnu.edu.cn

鹿士义, 北京大学对外汉语教育学院, 100871

lushiyi@pku.edu.cn

(责任编辑 洪炜)

## English Abstracts

### Applications of Eye Movement Boundary Paradigm in Lexical Processing Research

---

**Abstract:** The eye movement boundary paradigm was designed by Rayner (1975) to study the effect of parafoveal information on the reading. In recent years, it has been widely used in studies on lexical processing mechanisms in reading, mainly including studies on the general lexical processing mechanism in reading and the processing mechanism of compound words and multi-word units. The present paper reviewed related research in terms of their theoretical basis, experimental evidence, and the research issues involved, and pointed out several matters that should be paid attention to when applying the boundary paradigm in lexical processing research and the future research direction.

**Key words:** eye movement boundary paradigm; lexical processing mechanism; reading; compound word; multi-word unit

### The Influence of Morphological Awareness on the Acquisition of Lexical Meaning of Intermediate CSL Learners

---

**Abstract:** Morpheme awareness gradually arouses scholars' attention in the field of second language acquisition in recent years. In