

· 基础、实验与工效 ·

## 绕口令效应对汉语阅读影响的眼动研究\*

闫国利<sup>\*\*1,2</sup> 宋子明<sup>1</sup> 刘璐<sup>1</sup> 孟珠<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 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)

(<sup>2</sup> 国民心理健康评估与促进协同创新中心, 天津, 300074)

**摘要** 绕口令效应指无论朗读还是默读, 绕口令的阅读时间都长于正常句子的阅读时间。本研究采用 EyeLink 2000 型眼动仪, 通过两个实验考察汉语阅读中的绕口令效应及其对知觉广度的影响。实验 1 结果表明: 与阅读非绕口令相比, 绕口令的阅读时间和注视次数均显著增加而阅读速度和平均眼跳幅度均显著下降。实验 2 结果表明: 绕口令的知觉广度为注视点右侧 1~2 个汉字, 控制句的知觉广度为注视点右侧 2~3 个汉字。结果说明汉语中存在绕口令效应, 使读者知觉广度变小, 阅读效率下降。

**关键词** 绕口令效应 汉语阅读 知觉广度

### 1 引言

在汉语和拼音文字的研究中都发现了语音对字词识别的重要影响。有研究发现被试对语音相似的词表的回忆正确率要低于语音不相似的词表 (Eagan & Chein, 2012); 另有研究认为在语义通达过程中, 语音和字形对语义激活均有重要的影响 (Zhou & Marslen-Wilson, 2000; Zhou, Ye, Cheung, & Chen, 2009)。而对同音词的研究发现, 在词汇判断中, 低频同音词的词汇判断时间显著长于非同音词, 即存在同音词效应 (Pexman, Luper, & Jared, 2001)。在汉语中, 陈宝国和宁爱华 (2005) 也发现了同音词效应, 他们采用视听跨通道范式研究语音对字形加工的影响, 发现同音字的反应时长于非同音字反应时。尽管研究者使用了不同的研究任务, 但都证明了词汇识别中语音的重要作用。那么语音表征是如何影响自然阅读过程的?

绕口令是研究这个问题的一种重要语料。绕口令是由大量同音字 (词) 和近音字 (词) 有意集中在一起所构成的语句。以往对绕口令的研究表明: 无论是朗读还是默读, 绕口令的阅读时间都长于正常句子的阅读时间, 即存在绕口令效应 (tongue-twister effect; McCutchen & Perfetti, 1982)。McCutchen 和 Perfetti (1982) 发现读者对绕口令进行语义可接受性的判断时间比正常句子更长。Haber 和 Haber (1982) 记录了被试阅读绕口令和控制句

的时间, 发现绕口令的阅读时间更长。Ayres (1984) 要求被试阅读含有绕口令的段落, 得到的结果与 Haber 一致。Warren 和 Morris (2009) 指出读者阅读绕口令时早期和晚期的加工指标都出现了下降。在日语绕口令的研究中, Matsunaga (2014) 要求被试朗读和默读日语绕口令, 并记录反应时和错误率, 同样证实日语阅读中也存在绕口令效应。

与英语相比, 汉语中存在大量同音字, 同音字音节在总音节中所占的比率约 80.49% (尹文刚, 2003), 且汉字的同音字密度更大 (闫国利, 孙莎莎, 崔磊, 白学军, 2013)。因此绕口令效应可能会更加明显。Zhang 和 Perfetti (1993) 考察了汉语中的绕口令效应, 实验 1 采用自定步速的移动窗口范式, 记录读者朗读和默读绕口令段落和非绕口令段落的错误率、阅读时间等, 结果发现绕口令的阅读时间更长, 表明汉语中存在绕口令效应。实验 2 记录被试阅读绕口令后的阅读理解成绩, 结果发现绕口令的阅读成绩显著低于非绕口令的成绩, 表明阅读过程中语音的干扰会影响读者的理解和记忆。

因此, 本研究拟采用眼动追踪技术, 通过两个实验探讨绕口令效应对汉语阅读的影响。实验 1 通过记录和分析读者阅读绕口令和控制句的眼动轨迹, 考察汉语中是否存在绕口令效应, 为以往的研究结果提供进一步的证据。如果存在这种效应, 说明绕口令影响了正常阅读, 降低了读者的阅读效率。

\* 本研究得到教育部人文社会科学重点研究基地重大项目 (15JJD190003) 的资助。

\*\* 通讯作者: 闫国利。E-mail: psyyl@163.com。

DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20170206

知觉广度是指读者注视一次获取有效信息的范围。Rayner, Slattery 和 Bélanger (2010) 的研究发现阅读速度快的读者的知觉广度要大于阅读速度慢的读者, 表明阅读知觉广度能够反映读者阅读效率的高低; 因此, 实验 2 通过移动窗口范式, 考察读者绕口令阅读时的知觉广度, 进一步揭示语音加工在阅读中的作用。如果读者阅读绕口令时的知觉广度变小, 说明绕口令效应影响了读者的阅读效率, 干扰正常阅读, 进而说明语音表征信息的激活对读者的阅读加工过程有重要影响。

## 2 实验 1

### 2.1 被试

19 名大学生 (男生 4 人, 女生 15 人), 平均年龄  $M = 19.5$  岁 ( $SD = 1.32$  岁)。母语均为汉语。

### 2.2 实验设计

单因素 2 水平 (句子类型: 绕口令, 控制句) 被试内设计。

### 2.3 实验材料

材料的编制: 绕口令材料选自《绕口令小辞典》(张喜燕, 2014) 和《播音员 主持人训练手册: 绕口令》(王克瑞, 杜丽华, 2012), 从中选取 60 句绕口令进行改编, 控制句为非绕口令的自编句, 与绕口令在结构、字数和意义上相匹配, 绕口令中语音相近或相同的字占总字数的 50%; 匹配句中无语音相近的字; 绕口令和控制句的句子长度均为 17~24 个字, 平均句长  $M = 21.09$  ( $SD = 2.02$ )。两类句子的平均笔画数, 绕口令  $M = 7.6$  ( $SD = .97$ ), 控制句  $M = 7.59$  ( $SD = .90$ ) 无显著差异 ( $t = .14, p > .05$ ); 平均字频 (字频来自基于电影对白编制的汉语字词语料库 (Cai & Brysbaert, 2010)): 绕口令  $M = 3843.13$ /百万 ( $SD = 2882.75$ ) 与控制句  $M = 3874.12$ /百万 ( $SD = 2883.10$ ) 无显著差异 ( $t = .28, p > .05$ )。

材料评定: 20 名大学生对 60 句绕口令和 60 句控制句的难度、通顺性和合理性进行了 5 级评定 (1-非常难/不通顺/不合理~5-非常容易/通顺/合理), 见表 1。

表 1 材料评定结果

	绕口令	控制句
难度	3.69 (.31)	3.83 (.32)
通顺性	3.88 (.37)	3.95 (.43)
合理性	3.83 (.42)	3.75 (.46)

在难度上绕口令与控制句有显著差异  $t = 3.36$ ,

$p < .01, d = .15$ , 通顺性  $t = 1.37, p > .05$  和合理性  $t = -1.23, p > .05$  均无显著差异。最终从两类句子中各选出 56 句作为正式实验材料, 见图 1。

绕口令 史老师时常讲时事而石老师时常读报纸。

控制句 王老师经常讲政治而何老师经常读报纸。

图 1 两种条件下实验句举例

材料呈现: 实验材料分为 2 组, 每组 8 个练习句, 56 个实验句 (绕口令和控制句各 28 句, 且绕口令与其匹配的控制句不出现在同一组内), 50% 的句子后设置阅读理解题 (简单的“是”/“否”判断题)。被试随机接受其中一组实验。

### 2.4 实验仪器

实验采用 Eyelink 2000 型车载眼动记录仪 (采样率 1000Hz), 被试机刷新率 150Hz, 分辨率 1024 × 768。被试眼睛距屏幕约 63cm, 刺激以宋体呈现, 每个汉字为 28 × 28 像素, 视角为 .9°。

### 2.5 程序

被试进入实验室熟悉环境后, 主试讲解指导语以确保被试理解实验程序。然后进行校准, 校准成功后进入实验。通过练习帮助被试熟悉实验过程, 然后正式实验。实验中句子随机呈现, 必要时重新校准, 整个实验约 40 分钟。

### 2.6 分析指标

实验 1 选取总阅读时间、平均注视时间、阅读速度、平均眼跳幅度、注视次数为分析指标。

### 2.7 结果

2 名被试阅读理解题目的正确率较低 (分别为 21% 和 14%), 将其数据删除。参考以往数据删除标准 (闫国利, 孙莎莎, 张巧明, 白学军, 2014) 整理数据, 被试回答判断题的正确率分别为 86% (绕口令) 和 85% (控制句)。总共剔除无效数据占总数据的 5.26%。采用 SPSS 19.0 软件进行数据处理。

在总阅读时间上, 绕口令显著长于控制句  $t_1(16) = -3.48, p < .01, d = .19$ ;  $t_2(55) = -4.14, p < .01, d = .78$ ; 对于平均注视时间, 绕口令显著长于控制句  $t_1(16) = -2.53, p < .01, d = .86$ ;  $t_2(55) = -2.83, p < .01, d = .53$ ; 在平均眼跳幅度上, 绕口令显著小于控制句  $t_1(16) = 2.53, p < .01, d = .86$ ;  $t_2(55) = 4.23, p < .01, d = .79$ ; 对于注视次数, 绕口令显著多于控制句  $t_1(16) = -4.13, p < .01, d = .41$ ;  $t_2(55) = -3.99, p < .01, d = .75$ ; 在阅读速度上, 绕口令显著慢于控制句  $t_1(16) = -2.52, p < .01, d = .86$ ;  $t_2(55) = -2.12$ ,





$< .05$ ,  $\eta^2 = .02$ ; 在向右眼跳幅度上, 不同窗口条件的被试分析和项目分析的主效应显著  $F_1(5, 225) = 10.17$ ,  $p < .05$ ,  $\eta^2 = .28$ ;  $F_2(5, 530) = 34.8$ ,  $p < .05$ ,  $\eta^2 = .25$ 。

句子类型与窗口在平均注视时间上的交互作用, 被试分析结果不显著  $F_1(5, 225) = .84$ ,  $p = .52$ ; 项目分析结果显著  $F_2(5, 530) = 6.09$ ,  $p < .05$ ,  $\eta^2 = .054$ 。在阅读

表2 不同窗口条件下绕口令和控制句的各眼动指标的均值与标准差

窗口	绕口令			控制句		
	平均注视时间 (ms)	向右眼跳幅度 (字数)	阅读速度 (字/分)	平均注视时间 (ms)	向右眼跳幅度 (字数)	阅读速度 (字/分)
1 个字	339 (.51)	1.3 (.54)	71 (30.8)	356 (.47)	1.6 (.89)	150 (404.7)
3 个字	279 (.38)	1.49 (.58)	112 (35.4)	270 (.30)	1.73 (.48)	192 (312.8)
5 个字	272 (.29)	1.81 (.41)	177 (27.2)	250 (.25)	1.87 (.37)	290 (474.5)
7 个字	268 (.28)	1.88 (.39)	121 (35.2)	245 (.24)	1.99 (.41)	158 (43.6)
9 个字	257 (.69)	1.99 (.43)	120 (34.6)	251 (.25)	2.11 (.50)	159.3 (38.3)
整行	265 (.28)	1.97 (.40)	122 (37.4)	243 (.28)	2.12 (.53)	224 (34.5)

速度上的交互作用, 被试分析和项目分析结果不显著  $F_1(5, 225) = .297$ ,  $p = .91$ ;  $F_2(5, 530) = .26$ ,  $p = .93$ ; 在向右眼跳幅度上的交互作用, 被试分析和项目分析结果不显著  $F_1(5, 225) = .44$ ,  $p = .82$ ;  $F_2(5, 530) = .21$ ,  $p = .06$ 。

根据以往研究(闫国利等, 2014)采取如下方法确定知觉广度大小: 先将最大窗口条件和整行条件比较, 结果发现最大窗口没有干扰阅读。绕口令条件下, 平均注视时间  $t_1 = -.63$ ,  $p > .05$ ;  $t_2 = .03$ ,  $p > .05$ ; 阅读速度  $t_1 = -.53$ ,  $p > .05$ ;  $t_2 = -1.0$ ,  $p > .05$ ; 向右眼跳幅度  $t_1 = .45$ ,  $p > .05$ ;  $t_2 = -.17$ ,  $p > .05$ ; 控制句条件下, 平均注视时间  $t_1 = -.46$ ,  $p > .05$ ;  $t_2 = .89$ ,  $p > .05$ ; 阅读速度  $t_1 = -.89$ ,  $p > .05$ ;  $t_2 = -.91$ ,  $p > .05$ ; 向右眼跳幅度  $t_1 = -.16$ ,  $p > .05$ ;  $t_2 = -.48$ ,  $p > .05$ , 即最大窗口条件的设定是有效的。

其次将最大窗口与其他窗口条件进行配对样本  $t$  检验以确定知觉广度右侧的范围。绕口令条件下的结果见表3, 在平均注视时间上, 1 个字窗口与最大窗口之间存在显著差异, 当窗口大小为 3 个字时, 阅读不受影响。在阅读速度上, 1 个字与 9 个字窗口间有显著差异, 当窗口大小为 3 个字时, 阅读不受影响; 在向右眼跳幅度上, 1 个字、3 个字与 9 个字的窗口间均有显著差异, 当窗口大小为 5 个字时, 阅读不受影响。综上, 结果显示绕口令的知觉广度为注视点右侧 1~2 个字。

控制句也进行了以上比较。结果见表4, 在平均注视时间和阅读速度上, 1 个字、3 个字与最大窗口之间均有显著差异, 当窗口大小为 5 个字时, 阅读不受影响。在向右眼跳幅度上, 1 个字、3 个字及 5 个字窗口与最大窗口均有显著差异, 当窗口大小为 7 个字

表3 绕口令条件下不同窗口与最大窗口  $t$  检验结果

配对	平均注视时间		阅读速度		向右眼跳幅度	
	$t_1$ (df=23)	$t_2$ (df=53)	$t_1$ (df=23)	$t_2$ (df=53)	$t_1$ (df=23)	$t_2$ (df=53)
1 个字—9 个字	$t = 4.844^{**}$	$t = 9.51^{**}$	$t = -7.79^{**}$	$t = -11.3^{**}$	$t = -4.59^{**}$	$t = -7.74^{**}$
3 个字—9 个字	$t = 1.32$	$t = 4.67^{**}$	$t = -1.43$	$t = -1.16$	$t = -4.01^{**}$	$t = -6.78^{**}$
5 个字—9 个字	$t = 1.11$	$t = -.46$	$t = 1.03$	$t = 1.11$	$t = -1.34$	$t = -1.83$
7 个字—9 个字	$t = .86$	$t = -.14$	$t = -.27$	$t = -.59$	$t = -1.78$	$t = -1.68$

注:  $^{**}p < .05$ ;  $t_1$  表示被试分析,  $t_2$  表示项目分析。

时, 阅读不受影响。结果显示知觉广度为右侧 2~3 个字。这与以往汉语阅读中知觉广度的研究结果是一致的。

### 3.7 讨论

实验2采用移动窗口范式, 操纵窗口大小考察读

者阅读绕口令和控制句时右侧的知觉广度大小, 进一步揭示绕口令效应对读者阅读效率的影响。结果发现, 与阅读控制句相比, 绕口令的阅读速度更慢, 向右眼跳幅度更小, 平均注视时间更长。方差分析

表4 控制句条件下不同窗口与最大窗口  $t$  检验结果

配对	平均注视时间		阅读速度		向右眼跳幅度	
	$t_1$ (df=23)	$t_2$ (df=53)	$t_1$ (df=23)	$t_2$ (df=53)	$t_1$ (df=23)	$t_2$ (df=53)
1 个字—9 个字	$t = 11.76^{**}$	$t = 18.85^{**}$	$t = -2.00^{**}$	$t = -3.01^{**}$	$t = -1.59$	$t = -4.49^{**}$
3 个字—9 个字	$t = 4.31^{**}$	$t = 4.93^{**}$	$t = 2.51^{**}$	$t = 3.56^{**}$	$t = -2.63^{**}$	$t = -4.47^{**}$
5 个字—9 个字	$t = .004$	$t = -.005$	$t = 1.33$	$t = 1.24$	$t = -2.84^{**}$	$t = -4.47^{**}$
7 个字—9 个字	$t = -1.27$	$t = -.46$	$t = -.31$	$t = -.20$	$t = -1.9$	$t = -1.79$

注:  $^{**}p < .05$ ;  $t_1$  表示被试分析,  $t_2$  表示项目分析。

的结果还显示句子类型在3个指标上的主效应显著,这表明材料的类型影响了读者的眼动模式,这也是对实验1结果的验证。将不同窗口条件与最大窗口两两比较发现,绕口令的知觉广度为注视点右侧1~2个汉字;控制句的知觉广度为注视点右侧2~3个汉字。在实验1中证实了绕口令中含有大量语音相同或相近的字词导致读者阅读加工过程中激活的语音表征信息出现重叠,从而使句子难度增加。以往研究表明难度是影响阅读知觉广度的重要因素之一(闫国利,张巧明,白学军,2013)。语音表征信息重叠带来的绕口令材料难度的增加,使读者阅读绕口令时认知加工负荷增大,知觉广度变小,阅读效率降低。

#### 4 综合讨论

本研究通过眼动追踪技术探讨了绕口令效应对汉语阅读的影响,实验1发现读者阅读绕口令的速度明显慢于正常句子的阅读速度,即存在绕口令效应。实验2从阅读的基本问题—知觉广度的角度进一步考察了读者绕口令阅读时效率下降的原因。结果发现绕口令的知觉广度为注视点右侧1~2个汉字,小于正常句子的阅读知觉广度,表明读者阅读绕口令时一次注视所获得的信息减少,阅读效率下降。综合实验1、2,发现语音编码在阅读起到重要影响。读者阅读绕口令时阅读速度明显下降主要是由于绕口令中含有大量语音相同或相近的字词,语音信息的大量重叠,使读者出现语音上的混淆,增加了阅读难度,降低了阅读效率。

Rayner, Pollatesk, Ashby 和 Clifton (2012)认为绕口令的阅读速度变慢与读者的内部言语有关。内部言语是不出声的语言活动,尽管读者不发出声音,但仍有言语运动器官活动,执行与出声说话相同的功能。由于绕口令中存在大量语音相同或相近的字,在阅读时内部言语中自动激活的语音表征信息出现重叠,使得读者出现语音上的混淆,导致绕口令的阅读速度下降,影响阅读效率。因此,在绕口令阅读中,语音信息的重叠使得阅读难度变大,读者的阅读时间增加;而读者阅读知觉广度的变小也正是由于语音信息重叠带来的句子难度增加引起的。

眼动追踪技术是研究阅读过程的重要工具,它揭示了阅读的实时加工过程。阅读过程中,读者注视的区域可分为三部分:中央凹,副中央凹和外围区域。中央凹的信息提取和加工的越快,副中央凹的信息加工时间就越充分,信息提取越多(Reichle

et al., 2013)。可见,中央凹和副中央凹之间存在注意资源的竞争,当中央凹处的信息难度增加时,副中央凹获取的资源就会减少。

综合实验1、2的结果,读者阅读绕口令时阅读时间和注视次数增加、阅读速度下降、向右眼跳幅度变小,这表明读者对所注视字词的编码及语义提取的时间延长,即读者对当前词的加工难度增加。绕口令中的语音干扰使得读者阅读时中央凹的负荷增加,信息加工变慢,注意不能及时转移到副中央凹,也就无法在下一次眼跳之前,从副中央凹获取更多信息,因此阅读时间增加,阅读速度变慢,读者的知觉广度变小,加工效率下降。

#### 5 结论

(1) 汉语中存在绕口令效应,与阅读正常句子相比,绕口令的阅读速度更慢、向右眼跳幅度更小、注视次数更多、平均注视时间更长。(2) 绕口令效应使读者的知觉广度变小,表现为绕口令的知觉广度为注视点右侧1~2个汉字。总之,本研究证实汉语中存在绕口令效应,使读者的知觉广度变小,阅读效率下降。

#### 参考文献

- 陈宝国, 宁爱华. (2005). 汉字识别中的同音字效应: 语音影响字形加工的证据. *心理学探新*, 25(4), 36-39.
- 王克瑞, 杜丽华. (2012). *播音员主持人训练手册: 绕口令*. 北京: 中国广播电视出版社.
- 闫国利, 孙莎莎, 崔磊, 白学军. (2013). 汉字命名与句子阅读中的同音字密度效应. *心理科学*, 36(4), 776-780.
- 闫国利, 孙莎莎, 张巧明, 白学军. (2014). 自然阅读与校对阅读的知觉广度研究. *心理科学*, 37(2), 298-302.
- 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.
- 闫国利, 张巧明, 白学军. (2013). 中文阅读知觉广度的影响因素研究. *心理发展与教育*, 2, 121-130.
- 尹文刚. (2003). 汉字同音率、同音度及其同音字音节个数随同音度增加而递减的规律. *语言科学*, 2(4), 3-6.
- 张喜燕. (2014). *绕口令小辞典*. 北京: 商务印书馆国际有限公司.
- Ayres, T. J. (1984). Silent reading time for tongue-twister paragraphs. *The American Journal of Psychology*, 97(4), 605-609.
- Cai, Q., & Brysbaert, M. (2010). SUBTLEX-CH: Chinese word and character frequencies based on film subtitle. *PLoS ONE*, 5(6), e10279.
- Eagan, D. E., & Chein, J. M. (2012). Overlap of phonetic features as a determinant of the between-stream phonological similarity effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38(2), 473-481.
- Haber, L. R., & Haber, R. N. (1982). Does silent reading involve articulation? Evidence from tongue-twisters. *The American Journal of Psychology*, 95(3), 409-419.
- Matsunaga, S. (2014). Tongue-twister effects in the silent and oral reading of Japanese sentences. *Japanese Language and Literature*, 48(2), 383-403.

- McCutchen, D., & Perfetti, C. A. (1982). The visual tongue-twister effect: Phonological activation in silent reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 21(6), 672–687.
- Pexman, P. M., Luper, S. J., & Jared, D. (2001). Homophone effects in lexical decision. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27(1), 139–156.
- Rayner, K., Slattery, T. J., & Bélanger, N. N. (2010). Eye movements, the perceptual span, and reading speed. *Psychonomic Bulletin and Review*, 17(6), 834–839.
- Rayner, K., Pollatsek, A., Ashby, J., & Clifton, C. (2012). *Psychology of reading*. New York: Psychology Press.
- Reichle, E. D., Liversedge, P. S., Drieghe, D., Blythe, H. I., Joseph, S. S. L., White, S. J., & Rayner, K. (2013). Using E-Z Reader to examine the concurrent development of eye-movement control and reading skill. *Developmental Review*, 33(2), 110–149.
- Warren, S., & Morris, R. K. (2009). Phonological similarity effects in reading. *Paper presented at the European Conference on Eye Movements Southampton, UK*.
- Zhang, S. L., & Perfetti, C. A. (1993). The tongue-twister effect in reading Chinese. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19(5), 1082–1093.
- Zhou, X. L., & Marslen-Wilson, W. (2000). The relative time course of semantic and phonological activation in reading Chinese. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 26(5), 1245–1265.
- Zhou, X. L., Ye, Z., Cheung, H., & Chen, H. C. (2009). Processing the Chinese language: An introduction. *Language and Cognitive Processes*, 24(7–8), 929–946.

# Effect of Tongue Twisters on Chinese Reading: Evidence from Eye Movements

Yan Guoli<sup>1,2</sup>, Song Ziming<sup>1</sup>, Liu Lu<sup>1</sup>, Meng Zhu<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Academy of Psychology and Behavior, Tianjin Normal University, Key Research Base of Humanities and Social Sciences of the Ministry of Education, Tianjin, 300074)(<sup>2</sup>Center of Collaborative Innovations for Assessment and Promotion of Mental Health, Tianjin, 300074)

**Abstract** There are more characters than syllables in Chinese. That means there will be a lot of homophonic characters and phonologically similar characters. An interesting question follows: how do the phonologically similar or homophonic characters influence Chinese reading? Tongue twisters are sentences that contain a number of words with the same initial consonants and/or the same vowels. Previous studies have found the tongue twister effect (TTE). The tongue twisters took more time than the normal sentences both in silent reading and oral reading. Few studies used eye tracking technique to explore the TTE. The current study employed two experiments to investigate the TTE in Chinese reading and the effect of the tongue twister on the perceptual span in Chinese reading.

In Experiment 1, the experiment design was a one-way (sentence types: tongue twister, normal sentence) within-subjects design. There are 56 tongue twisters and 56 normal sentences. Normal sentences were matched with tongue twisters in terms of the syntax structure, number of character strokes and character frequency. A total of 20 undergraduates (they did not participate in the following experiment) rated the materials on difficulty, naturalness and plausibility. There is a significant difference between the tongue twister and the normal sentence in terms of the sentence difficulty while there are no difference between the tongue twister and the normal sentence in terms of the naturalness and plausibility. 19 undergraduates participated in the experiment. Their eye movements were recorded with the SR Research Eyelink 2000 eye tracker. The results showed an effect of tongue twister, that is, there were longer reading time, slower reading rate, more fixations and shorter mean saccade length for tongue twisters than for normal sentences.

In Experiment 2, the experiment design was a 2 (sentence types: tongue twisters, normal sentences) × 6 (window size: 1 characters, 3 characters, 5 characters, 7 characters, 9 characters and full line) mixed design. The sentence type was the between-subjects factor, and the window size was the within-subjects factor. The sentences used in the experiment 2 were the same as the ones in the Experiment 1 and they were rotated in Latin square. A total of 50 undergraduates participated in the experiment. Their eye movements were recorded with the SR Research Eyelink 2000 eye tracker. The result showed that the perceptual span was one to two characters to the right of the fixated word for the tongue twister, and the perceptual span was two to three characters to the right of the fixated word for the normal sentence. The overall results showed that the perceptual span of tongue twisters became smaller, compared with the normal sentences.

In conclusion, the present study provides further evidence to demonstrate the TTE in Chinese reading and this effect influences the perceptual span in reading. Why do the tongue twisters decrease the reading rate and perceptual span? This is related to the inner speech. Due to the overlap of the phonemic representations automatically activated during reading, tongue twisters slow down the reading speed and interfere with comprehension and memory (Rayner et al., 2012). The tongue twister effect increases the difficulty of sentence reading, so the perceptual span was smaller.

**Key words** tongue twister effect, Chinese reading, perceptual span