

文本阅读中时间信息加工的二阶段模型

——来自 ERP 的证据

赖斯燕, 周灵丹, 薛颖, 罗伟, 何先友*

(华南师范大学心理应用研究中心, 广州 510631)

摘要:采用 ERP 技术,通过 2 个实验来探究文本阅读中时间信息加工的内在机制. 实验一通过控制文本阅读中事件场景持续时间,以时间词和回指词的 N400 波幅为指标,探讨时间信息转换后关键句阅读时间延长的原因;为了消除加工时间词本身对回指词加工的影响,实验二将重名回指词放在事件句句尾,进一步验证二阶段模型. 2 个实验结果表明:文本中时间转换信息引起关键句阅读时间延长的原因包括加工时间词与更新情境模型、通达先前信息与整合;文本阅读中时间信息加工符合二阶段模型,加工时间词和情境模型的更新为第一阶段,通达与整合先前信息为第二阶段. 研究结果为文本阅读中时间加工的二阶段模型进一步提供了神经生理方面的证据.

关键词:情境模型; 强印象假设; 场景理论; 时间转换; 二阶段模型

中图分类号:B84 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-5463(2017)01-0122-06

Two-Phase Model of Processing Temporal Shifts in Text Reading: Evidence from ERP Experiments

LAI Siyan, ZHOU Lingdan, XUE Ying, LUO Wei, HE Xianyou*

(Center for Studies of Psychological Application, South China Normal University, Guangzhou, 510631)

Abstract: The inner mechanism of temporal information processing in text reading is explored by using ERP technology in two experiments. In experiment 1, the reasons why temporal shifts can increase processing time of the critical sentence are tested with the index, N400 component of time words and anaphors. To eliminate the effects of processing of time words, the two-phase model is tested; the noun-phrase (NP) anaphors are changed from the beginning position of the sentence to the end in experiment 2. The results show that both the processing of time words and accessing information that is presented prior to the temporal shift could contribute the reading times of the critical sentence. Processing the time words and updating the situation model is the first phrase and the integration of the information is the second phrases. In general, this study further supports the two-phase model and gives the neurophysiologic evidence.

Key words: situation model; the strong iconicity assumption; the scenario theory; temporal shifts; the two-phase model

文本阅读是心理语言学与认知心理学研究的重要领域之一. 1978 年, KINTSCH 和 VANDIJK^[1] 提出了表层编码、文本基础与情境模型三层次的文本表征理论. 研究者通常认为时间转换会引起读者更新情境模型, 导致关键句阅读时间变长^[2-3]. 然而, 研究者对这种认知负荷却有不同看法^[4-8]: (1) 加工时间词和更新情境模型本身的负荷; (2) 通达与整合先前信息所带来的负荷.

强印象假设认为, 尽管 2 个事件在时间顺序上

是相连续的, 但只要存在时间间隔, 第 2 个事件则难以整合到情境模型中^[9]. 因此, 时间标记所导致的时间转换关键句的阅读时间应为: 短时间 < 中时间 = 长时间. 而以 ANDERSON 等^[10] 为代表的场景理论却认为, 读者是以离散的信息组块对情境进行表征, 当事件的时间处于同一场景时, 读者无表征障碍; 但时间跨越了当前场景时, 会延长阅读时间. 据此, 如果事件位于场景内, 那么时间转换关键句的阅读时间为: 短时间 = 中时间 < 长时间. 此外, ZWAAN^[9] 提

出了混合模型(Hybrid Model),认为阅读中既受到强印象的影响,也受到场景的影响,时间跨度越大,效应越大,关键句的阅读时间应为:短时<中时间<长时间. DITMAN等^[4]以时间词重名回指词作为指标,结果证明更新情境模型和通达先前信息都是阅读时间延长的原因.

何先友等^[11-12]认为强印象假设与场景理论的冲突,实质上反映了时间信息加工的2个阶段.在时间句的阅读时间模式符合强印象假设,事件句则符合场景理论,加工时间词和更新情境模型本身所带来的负担和通达先前信息所带来的负担都是引起阅读时间增加的原因,时间信息加工符合二阶段模型.在文献[11]中,由于时间词和事件句兴趣区的设置比较大,降低了眼动指标对时间加工第一阶段的敏感性,眼动实验没有得到第一阶段的结果.

因此,本文采用ERP技术,通过2个实验进一步探讨情境模型中时间信息加工的内在机制.实验一探讨了时间信息转换后关键句阅读时间延长的原因.如果时间加工确实存在2个阶段,以往对关键句阅读时间延长的争论则是由于时间加工的不同阶段造成的,我们预期,由于读者对时间词句的加工处于情境模型更新尚未完成阶段,读者认知负担只表现在时间转换上,不受事件场景持续时间的影响,因而时间词的N400波幅的表现:短时<中时≤长时;而读者在阅读完事件句后情境模型已经得到更新和整合,受到事件场景持续时间的影响,对超出场景范围的先前信息通达困难,所以回指词N400波幅表现为:短时=中时<长时.实验二将回指词置于句尾,消除了加工时间词本身对回指词加工的影响.

1 实验一

1.1 实验目的

通过控制文本阅读中事件场景持续时间,以时间词的N400波幅为加工时间词和更新情境模型的指标,以回指词的N400波幅为通达先前信息及信息整合的指标,探讨时间信息转换后关键句阅读时间延长的原因.

1.2 方法

1.2.1 被试 27名本科生,其中女生15名,裸视或矫正视力正常.

1.2.2 实验材料 根据DITMAN等^[4]的实验材料进行编写.场景句均为进行时态,事件句均为被动句(例:小崔正在厨房做蛋糕.过了一会儿,蛋糕就被他做好了).材料评定结果如表1所示.实验材料事件场景在3种时间条件下发生的合理性差异显著, $F_1(2,26)=8.711$, $MSE=0.359$, $P=0.001$, $\eta^2=0.401$; $F_2(2,298)=45.121$, $MSE=0.743$, $P<0.001$, $\eta^2=0.232$,3个时间条件合理性为:中时>短时>长时.对填充材料进行方差分析, $F_1(2,26)=14.829$, $MSE=0.868$, $P<0.001$, $\eta^2=0.533$; $F_2(2,40)=87.934$, $MSE=0.220$, $P<0.001$, $\eta^2=0.815$;3个时间条件的合理性为长时>中时>短时.本研究所采用句子合理性较高,且各条件差异不显著,排除句法因素造成的结果差异.最终选定150个事件场景,每个材料由场景句、时间词和事件句组成.时间词分3种持续时间:短时(一会儿)、中时(1小时)和长时(一整天),每种时间条件随机分配50个场景.另外,还有21个填充场景,确保被试认真完整地阅读事件场景,而不是阅读完时间词后就做出决定.

表1 实验材料事件合理性和句法合理性评定结果

Table 1 The evaluation results of rationality of experimental materials and syntax

材料合理性	短时间		中时间		长时间		
	平均数	标准差	平均数	标准差	平均数	标准差	
实验组材料	事件合理性	4.682	1.200	5.163	0.749	4.218	1.208
	句法合理性	5.633	0.746	5.573	0.696	5.382	0.978
填充材料	事件合理性	3.065	1.361	3.799	1.521	4.966	0.930
	句法合理性	5.442	1.043	5.405	0.928	5.412	0.553

1.2.3 实验设计 单因素三水平被试内设计.自变量为事件持续时间:短时、中时、长时;因变量为:(1)时间词的N400波幅;(2)回指词的N400波幅.

1.2.4 实验程序 采用DITMAN等^[4]的实验范式,第1句整句呈现,被试自行阅读,读完按空格键消

失,接着呈现红色注视点“+”,然后自动逐词呈现第2句,最后呈现问题“考虑到第1句描述的事件,第2句描述的事件是否合理?”,要求被试进行判断,合理按“F”键、不合理按“J”键.被试每做完75个材料后可进行适当的休息.实验流程图见图1.

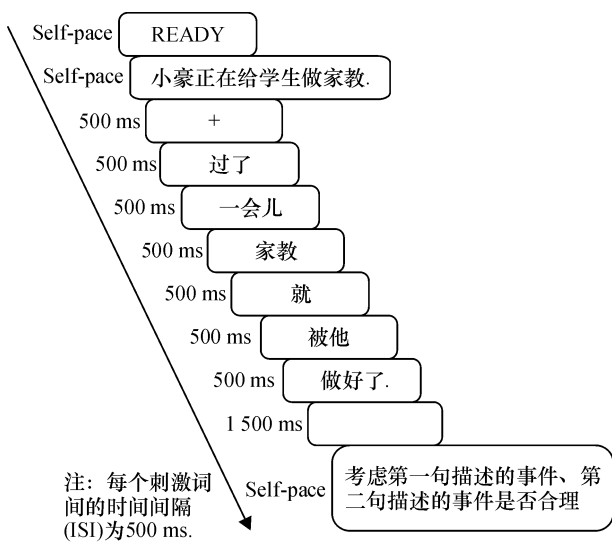


图1 实验核心流程图

Figure 1 Core flow diagram of experiments

1.2.5 EEG 数据采集 实验采用 BP-32 导工作站,记录左眼垂直和水平眼电,右眼水平眼电. M1 做左侧乳突参考,外接参考为右侧乳突参考. 脑电采用 SA 生理放大器,高低通频率为 0.01 ~ 40 Hz, AC 采样率为 200 Hz. 在线去 50 周干扰,眼电抗阻保持在 5 k Ω 以下,其他位置在 10 k Ω 以下. 离线分析时以置于右乳突的有效电极进行再参考. 对时间词和回指词在 3 种时间条件下的事件相关电位进行平均叠加. 自动矫正眨眼伪迹,叠加前剔除使脑电电压超过 $\pm 80 \mu\text{V}$ 或放大抗阻超过 200 ms 的伪迹.

1.2.6 数据分析 采用 Anylsis2.0 进行 ERP 数据分析,用 SPSS16.0 进行统计处理. 将脑区分为中线 (Fz、Cz、Pz、Oz)、内侧 (FC3 和 FC4、C3 和 C4、CP3 和 CP4、P3 和 P4) 和外侧 (F7 和 F8、FT7 和 FT8、T7 和 T8、TP7 和 TP8、P7 和 P8、O1 和 O2) 等 3 个脑区. 左和右半球对应的电极算一个电极位置 (比如 FC3 和 FC4). 由于语义 P600 效应还存在一些争论,所以并未以 P600 作为情境模型后期整合的指标. 参考 DITMAN 等^[4]的数据处理方法,以刺激呈现-100~0 ms 作为基线,分析早期成分 (0~250

ms) 和 N400 (300~500 ms). 对每个脑区的数据进行事件持续时间(短时、中时、长时) \times 电极位置的重复测量方差分析. 早期成分分析是为了排除由于时间词不同引起的早期知觉、注意差异对时间信息认知加工晚期成分 N400 的影响,若出现差异,则采用刺激呈现后 150~250 ms 作为 N400 基线,不分析其交互作用. 由于电极位置的主效应对本研究而言不具有实际意义,所以实验结果也不进行讨论分析.

1.3 结果

删除 1 个参考连接错误被试数据和 2 个伪迹过大的被试数据,对剩下的 24 个被试进行分析. 因为实验结果需排除词频对 ERP 波幅的影响,所以首先分析时间词词频,中时间的词频最高 ($M = 349.04$),长时间的词频最低 ($M = 27.16$),短时的词频位于两者之间 ($M = 99.53$).

1.3.1 行为数据 对合理性判断结果进行单因素重复测量方差分析,结果表明,被试与项目检验的效应显著, $F_1(2, 46) = 8.79$, $MSE = 167.20$, $P = 0.001$, $\eta^2 = 0.28$; $F_2(2, 298) = 18.01$, $MSE = 533.94$, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.11$; 事后检验表明,中时条件 ($M = 70.00\%$) 合理性最高 ($P < 0.001$),而短时 ($M = 59.08\%$) 和长时条件 ($M = 54.84\%$) 的合理性差异不显著 ($P > 0.05$).

1.3.2 ERP 数据 由于伪迹,去除了 6.9% 的时间词实验材料和 6.8% 的回指词实验材料. 单因素方差分析表明,时间词和回指词伪迹删除的材料数在 3 种时间条件下差异不显著 ($P > 0.10$).

对于时间词的早期成分 (0~250 ms),不同脑区在 3 种时间条件下的差异显著 ($P < 0.05$).

对于时间词的 N400 (300~500 ms),采用与 DITMAN 等^[4]一致的数据呈现方式,如表 2 所示. 在内侧和周围脑区,时间条件和电极位置的交互作用显著,其余效应不显著. 综合内侧和周围脑区的简单主效应分析结果可知,额叶区 (F3 和 F4) N400 波幅的数据模式为短时 < 中时 = 长时,侧额区 (F7 和 F8) 则为短时 < 长时,中央区 (C3 和 C4) 的数据模式为中时 < 长时,颞顶区则出现了不同的结果.

表2 实验1时间词 N400 波幅方差分析结果(基线为 150~250 ms)

Table 2 The ANOVA results of N400 for time words in experiment 1 (mental line is 150-250 ms)

脑区	时间主效应	交互作用	电极位置时间效应
中线	$F(2, 46) = 0.91$, $MSE = 3.66$, $P = 0.41$.	$F(6, 138) = 1.28$, $MSE = 1.12$, $P = 0.29$.	Cz: $1 < 3^-$.
内侧	$F(2, 46) = 0.88$, $MSE = 3.85$, $P = 0.42$.	$F(8, 184) = 3.82$, $MSE = 1.33$, $P = 0.03$, $\eta^2 = 0.14$.	F3 和 F4: $1 < 2^-$, $1 < 3^*$; C3 和 C4: $2 < 3^-$.
周围	$F(2, 46) = 0.41$, $MSE = 2.14$, $P = 0.62$.	$F(10, 230) = 2.23$, $MSE = 1.54$, $P = 0.05$, $\eta^2 = 0.11$.	F7 和 F8: $1 < 3^-$; T7 和 T8: $1 > 2^-$; TP7 和 TP8: $1 > 2^*$, $1 > 3^*$; P7 和 P8: $1 > 3^-$.

注: 1 表示短时条件, 2 表示中时条件, 3 表示长时条件; 平均波幅的差异: $^-$ 表示 $P < 0.10$, * 表示 $P < 0.05$, ** 表示 $P < 0.01$, *** 表示 $P < 0.001$, 下同; 此表参照文献[4].

对于回指词的早期成分(0~250 ms),不同脑区在3种时间条件下的差异均不显著。

对于回指词的 N400(300~500 ms),结果如表3所示。在中线脑区,时间条件的主效应不显著,时间条件与电极位置的交互作用显著;在内侧和周围脑区,时间条件的主效应和交互作用均显著。综合各

脑区的简单主效应分析结果可知,额叶(F3和F4, F7和F8, FC3和FC4, FT7和FT8),中央区(C3和C4)和颞顶叶(T7和T8, TP7和TP8)的N400波幅为短时=中时<长时,额叶(Fz)和中央顶区(CP3和CP4)为中时<长时,均未出现重名惩罚现象。顶叶区则出现不同的数据模式。

表3 实验1回指词400波幅方差分析结果(基线为0~100 ms)

Table 3 The ANOVA results of N400 for repeated noun-phrase anaphor (mental line is 0-100 ms)

脑区	时间主效应	交互作用	电极位置时间效应
中线	$F(2,46) = 1.36, MSE = 5.51, P = 0.27.$	$F(6,138) = 4.27, MSE = 1.39, P = 0.001, \eta^2 = 0.16.$	$F_z: 2 < 3^* ; P_z: 1 < 2^-.$
内侧	$F(2,46) = 2.63, MSE = 7.38, P = 0.09, \eta^2 = 0.10.$	$F(8,184) = 2.54, MSE = 1.33, P = 0.08, \eta^2 = 0.10.$	F3和F4: $1 < 3^*, 2 < 3^{**}$; FC3和FC4: $1 < 3^-, 2 < 3^*$; C3和C4: $1 < 3^*, 2 < 3^*$; P3和CP4: $2 < 3^*$.
周围	$F(2,46) = 3.63, MSE = 3.43, P = 0.04, \eta^2 = 0.14.$	$F(10,230) = 3.88, MSE = 1.94, P = 0.02, \eta^2 = 0.14.$	F7和F8: $1 < 3^*, 2 < 3^*$; FT7和FT8: $1 < 3^*, 2 < 3^*$; T7和T8: $1 < 3^*, 2 < 3^*$; TP7和TP8: $1 < 3^*, 2 < 3^*$; P7和P8: $2 > 3^-.$

1.4 讨论

时间词的 N400 支持了 ZWAAN 等^[13]、SPEER 和 ZACKS 等^[7]、何先友等^[11]的结果,说明当文本中出现时间转换时,读者就开始更新已建立的情境模型。此外,时间词词频越高加工就越容易,ERP 波幅就越小,颞顶区的 N400 可能受到词频影响而产生不同的数据模式。回指词的 N400 与 ANDERSON 等^[10]、何先友等^[11]的结果相符,说明事件场景的持续时间在文本中出现时间信息转换后就开始对先前信息的通达产生影响。结果证实了加工时间词、更新情境模型和对先前信息的通达都是文本关键词阅读时间延长的原因。

实验结果并未出现“重名惩罚现象”^[4]。结合重名惩罚的特性^[14],我们认为原因如下:事件句采用被动句使文本描述的中心发生变化,重名惩罚减弱;实验的重命名回指词是非生物的名词,如:蛋糕、电影,不像代词那样使语义变得模糊,因而不出现语法加工困难,没有重名惩罚现象。没有重名惩罚的影响,时间转换越大,时间转换前信息的通达就越困难,N400 波幅也越大,使得我们的研究结果更有说服力。

实验一初步验证了时间信息加工的二阶段模型,但由于回指词位于事件句句首,不能获得情境模型建构完成情况的波幅,因而不能直接检验二阶段模型。因此,我们设计了实验二,对实验材料和测量指标进行修改。

2 实验二

2.1 实验目的

将回指词置于句尾,消除加工时间词本身对回指词加工的影响,从而获得情境模型构建完成后信息通达与整合的波幅,进一步验证二阶段模型。

2.2 方法

2.2.1 被试 24名本科生,其中女生14名,均为右利手,裸视或矫正视力正常。

2.2.2 实验材料 将实验一材料中的回指词置于事件句句尾。例如:小崔正在厨房做蛋糕。过了一会儿/1小时/一整天,她就做好了蛋糕。

2.2.3 实验设计与程序 同实验一。

2.2.4 数据采集与分析 同实验一。

2.3 结果

删除了2个参考连接错误和3个伪迹过大的被试数据,对剩下的19个被试进行分析。

2.3.1 行为数据 3种时间条件的合理性判断结果差异显著 $F_1(2,36) = 18.31, MSE = 150.82, P < 0.001, \eta^2 = 0.50$; $F_2(2,298) = 34.34, MSE = 671.51, P < 0.001, \eta^2 = 0.19$;中时条件($M = 74.84\%$)的合理性最高($P < 0.001$),短时条件($M = 60.84\%$)比长时条件($M = 50.84\%$)的合理性高($P < 0.05$)。

2.3.2 ERP 数据 由于伪迹,去除了5%的时间词实验材料和2.52%的回指词实验材料。单因素重复测量方差分析表明,时间词和回指词伪迹去除

数量在3种时间条件下差异不具有统计学意义($P>0.05$).

对于时间词的早期成分(0~250 ms),波幅分析表明不同脑区3种时间条件下的差异显著.

对于时间词的N400(300~500 ms),除了内侧

脑区的时间条件和电极位置的交互作用显著,其他脑区的时间主效应和交互作用均不显著.简单主效应分析表明,顶叶(P3和P4)和中央顶区(CP3和CP4)的N400为短时<中时,部分符合强印象假设,详见表3.结果基本与实验一相符.

表4 实验2时间词N400波幅方差分析结果(以150~250 ms为基线)

Table 4 The ANOVA results of N400 for time words in experiment 2 (mental line is 150-250 ms)

脑区	时间主效应	交互作用	电极位置时间效应
中线	$F(2,36) = 0.28, MSE = 6.32, P = 0.75.$	$F(6,108) = 0.89, MSE = 1.13, P = 0.45.$	—
内侧	$F(2,36) = 0.80, MSE = 6.62, P = 0.46.$	$F(8,144) = 2.08, MSE = 0.68, P = 0.04, \eta^2 = 0.10.$	CP3和CP4: $1 < 2^-$ P3和P4: $1 < 2^*$
周围	$F(2,36) = 0.91, MSE = 2.43, P = 0.41$	$F(10,180) = 0.27, MSE = 0.85, P = 0.87.$	—

对于回指词的早期成分(0~250 ms),结果表明不同脑区在3种时间条件下差异均不具有统计学意义.

对于回指词的N400(300~500 ms),各脑区的

时间主效应和交互作用均不显著,但从简单主效应的数据模式可以看出,额叶和颞顶叶部分符合场景理论,短时<长时,而中时和长时条件差异不显著,详见表5.波形图和地形图见图3.

表5 实验2回指词N400波幅方差分析结果(以-100~0 ms为基线)

Table 5 The ANOVA results of N400 for repeated noun-phrase anaphors in experiment 2 (mental line is -100-0 ms)

脑区	时间主效应	交互作用	电极位置时间效应
中线	$F(2,36) = 1.95, MSE = 4.46, P = 0.16.$	$F(6,108) = 0.92, MSE = 1.19, P = 0.45.$	$C_z: 1 < 2^-, 1 < 3^-;$ $P_z: 1 < 3^-.$
内侧	$F(2,36) = 1.98, MSE = 5.99, P = 0.16.$	$F(8,144) = 0.44, MSE = 1.13, P = 0.68.$	F3和F4: $1 < 3^*$; FC3和FC4: $1 < 3^*$; C3和C4: $1 < 3^*$.
周围	$F(2,36) = 1.07, MSE = 5.35, P = 0.34.$	$F(10,180) = 0.82, MSE = 1.30, P = 0.48.$	FT7和FT8: $1 < 3^-$; TP7和TP8: $1 < 3^-$; P7和P8: $1 < 3^-.$

2.4 讨论

实验二通过将回指词放置在事件句句尾,消除加工时间词本身对回指词加工的影响.

时间词在顶叶和中央顶区的N400结果基本支持二阶段模型第一阶段的假设.说明文本中的时间转换,会使读者更新情境模型,但只加工保持最低连贯性所必须的信息,属于低水平认知加工.因而认知困难只表现在词汇水平,即时间词的N400波幅.

回指词在句尾虽然受到事件句语境的作用,但时间信息转换和事件场景对回指词的语义通达起着更重要的作用,造成读者在文本后期整合的困难,从而影响了结果.另外,回指词置于句尾,使得加工回指词时,未超出事件场景的情境模型已构建完成,重名惩罚现象则更容易发生.重名惩罚的数据模式为刚好与场景理论的数据模式相反,二者冲突使时间效应不显著.若从简单主效应的数据模式看,仍部

分支持二阶段模型.这也在一定程度上说明实验一中回指词N400波幅并不是读者加工时间词和更新情境模型引起的,而是情境模型的后期整合引起的.

3 结果与分析

根据实验结果,得出以下结论:文本中时间转换信息引起关键句阅读时间延长的原因包括加工时间词与更新情境模型、通达先前信息与整合;文本阅读中时间信息加工符合二阶段模型,加工时间词和情境模型的更新为第一阶段,通达与整合先前信息为第二阶段.

已有研究对情境模型中时间信息加工的内在机制说法各异,本文的研究结果验证了不同说法的合理性:加工时间词和更新情境模型以及通达先前信息都是导致关键句阅读时间延长的原因;相应地,时

间信息加工存在2个阶段:加工时间词和更新情境模型是时间信息加工的较低水平的第一阶段,此时情境模型更新尚未完成阶段,读者只需保持文本最低的连贯性,其认知负担只表现在加工时间转换信息,并不受事件场景持续时间的影响;通达先前信息是时间信息加工的较高水平的第二阶段,由于读者在阅读完事件句后情境模型已经得到更新和整合,受到事件场景持续时间的影响,读者会对时间变化超出事件场景范围内先前信息的通达产生困难,而对时间变化在事件场景范围内先前信息的通达则不会产生困难.综上所述,时间加工主要理论对关键句阅读时间延长的争论是由于时间加工的不同阶段造成的,与笔者预期相符.

关于二阶段的眼动研究并没有得到支持第一阶段的证据,而本研究结果则进一步区分了2个阶段,这是由实验范式和材料呈现方式的差异造成的.本研究结果与DITMAN等^[4]的数据模式不尽相同,从侧面说明读者对时间词的加工是低水平加工,符合二阶段模型.

时间信息加工的二阶段模型是时间信息加工内在机制的观点创新,该模型的应用还有待发掘,在不同阶段还有哪些差异,是否在不同人群中有不同的表现,什么原因可以导致二阶段模型的出现等问题都有待进一步研究.比如,DITMAN^[4]的研究中时间词N400波幅的脑区主要在中央区、颞顶区和枕叶区都有激活,而本研究则主要出现在额叶区和中央顶区,这是否说明了东西方不同语言和文化习惯会造成对时间认知的差异.

参考文献:

- [1] KINTSCH W, VANDIJK T A. Toward a model of text comprehension and production [J]. *Psychological Review*, 1978, 85(3): 363-372.
- [2] 何先友, 林崇德. 时间顺序与时间距离对语言理解的影响:进一步的证据[J]. *心理科学*, 2008, 31(1): 20-25.
HE X Y, LIN C D. The effects of temporal orders and temporal distances on language comprehension: further evidences[J]. *Psychological Science*, 2008, 31(1): 20-25.
- [3] 贺晓玲, 陈俊, 张积家. 文本加工中情境模型建构的五个维度[J]. *心理科学进展*, 2008, 16(1): 193-199.
HE X L, CHEN J, ZHANG J J. Five dimensions of situation models constructing in text processing[J]. *Advances in Psychological Science*, 2008, 16(1): 193-199.

- [4] DITMAN T, HOLCOMB P J, KUPERBERG G R. Time travel through language: temporal shifts rapidly decrease information accessibility during reading[J]. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2008, 15(1): 750-756.
- [5] ERICSSON K A, KINTSCH W. Long-term working memory[J]. *Psychological Review*, 1995, 102(3): 211-245.
- [6] GLENBERG A M, MEYER M, LINDEM K. Mental models contribute to foregrounding during text comprehension[J]. *Journal of Memory and Language*, 1987, 26(2): 69-83.
- [7] SPEER N K, ZACKS J M. Temporal changes as event boundaries: processing and memory consequences of narrative time shifts[J]. *Journal of Memory and Language*, 2005, 53(3): 125-140.
- [8] ZWAAN R A, RADVANSKY G A. Situation models in language comprehension and memory[J]. *Psychological Bulletin*, 1998, 123(2): 162-185.
- [9] ZWAAN R A. Processing narrative time shifts[J]. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1996, 22(2): 1196-1207.
- [10] ANDERSON A, GSRROD S C, SANFORD A J. The accessibility of pronominal antecedents as a function of episode shifts in narrative text[J]. *Quarter Journal of Experimental Psychology*, 1983, 35(A): 427-440.
- [11] 何先友, 李惠娟, 魏玉兵. 文本阅读中时间信息加工的二阶段模型[J]. *心理学报*, 2011, 43(3): 1355-1369.
HE X Y, LI H J, WEI Y B. The two-phase model of processing time shifts in text reading[J]. *Acta Psychologica Sinica*, 2011, 43(3): 1355-1369.
- [12] 何先友, 杨惠, 邓玉梅, 等. 文本阅读中时间信息加工特点及二阶段模型的建构[J]. *心理科学进展*, 2012, 20(3): 963-970.
HE X Y, YANG H, DENG Y M, et al. A study on temporal information processing and the two-phase model of time shifts processing[J]. *Advances in Psychological Science*, 2012, 20(3): 963-970.
- [13] ZWAAN R A, LANGSTON M C, GRAESSER A C. The construction of situation models in narrative comprehension: an event-indexing model[J]. *Psychological Science*, 1995, 6(1): 292-297.
- [14] GORDON P C, CHAN D. Pronouns, passives, and discourse coherence[J]. *Journal of Memory and Language*, 1995, 34(2): 216-231.