

# 形声字的语义透明度和结构类型对义符语音 激活进程的影响\*

章玉祉<sup>1</sup> 张积家<sup>2</sup>

(1 广东技术师范学院学生处心理健康教育与咨询中心, 广州 510665) (2 中国人民大学心理学系、国家民族语言文化心理重点研究基地、教育部民族教育发展研究中心民族心理与教育重点研究基地, 北京 100872)

**摘要** 采用启动命名任务考察形声字的语义透明度和结构类型对义符语音激活进程的影响。结果发现, 透明汉字和不透明汉字的义符语音在 SOA=50 ms 时都出现了激活; 在 SOA=100 ms 时, 透明汉字的义符语音激活仍然显著, 不透明汉字的义符语音激活消退了; 到 SOA=300 ms 时, 两类汉字的义符语音激活完全消退。左形右声结构汉字的义符语音在 SOA=50 ms 和 SOA=100 ms 时都出现了激活, 右形左声结构汉字的义符语音只在 SOA=50 ms 时出现了微弱的激活。

**关键词** 义符语音, 时间进程, 语义透明度, 结构类型。

**分类号** B842.5

## 1 问题提出

亚词汇加工是语言加工的必经阶段。拼音文字具有明确的拼读规则 (GPCs), 亚词汇加工主要是从形到音的过程。汉字是意音文字, 没有明确的形-音对应规则。在 7000 常用汉字中, 形声字占 81%。形声字由表义的义符和表音的声旁构成。对很多形声字而言, 部件 (义符或声旁) 本身也是汉字。例如, “枫” 由义符 “木” 和声旁 “风” 构成, 在亚词汇水平上, 义符 “木” 主要承担语义功能, 声旁 “风” 主要承担语音功能; 但在词汇水平上, “木” 和 “风” 都具有完整的形、音、义结构。汉字部件的双重特性使得汉字的亚词汇加工和词汇加工一样, 都是由形激活音、义的过程 (Hung, Hung, Tzeng, & Wu, 2014; Zhou, Fong, Minett, Peng, & Wang, 2014; Wu, Mo, Tsang, & Chen, 2012; 吴岩, 王协顺, 陈恒之, 2015)。

研究者对声旁的音、义激活进行了详尽的探讨 (Zhou & Marslen-Wilson, 1999a, 1999b; 周晓林, Marslen-Wilson, 2002; 张积家, 2007)。但是, 作为汉字特色性表征的义符, 其亚词汇研究主要集中在语义激活层面 (Feldman & Siok, 1999; 陈新葵, 张积家, 2008, 2012)。Feldman 和 Siok (1999) 采用

启动范式研究发现, 当 SOA=243ms 时, 启动字与目标字共享义符、义符位置相同且与整字语义相关时, 启动字对目标字的识别有促进作用; 当启动字与目标字共享义符但语义不相关时, 启动字对目标字的识别具有抑制作用, 说明义符的语义激活发生在词汇加工的晚期。陈新葵和张积家 (2008, 2012) 采用启动词汇判断任务, 考察义符熟悉性对高、低频形声字词汇通达的影响, 发现义符加工和整字加工存在着动态的交互作用, 这种交互关系受义符熟悉性和整字频率影响。

相对于义符表义性的探讨, 研究者对义符语音激活的考察很少。周晓林、鲁学明和舒华 (2000) 采用启动命名任务探讨在形声字加工中是否存在义符的语音激活。结果发现, 当以合体字 “躲” 为启动项时, 可以促进形旁同音字 “深” 的命名, 这种效应只出现在低频合体字中。Zhou, Peng, Zheng, Su 和 Wang (2013) 采用同样任务分别考察义符语义和语音激活的特点。实验 1 以语义不透明形声字为实验材料, 考察义符的语义激活和整字频率的交互关系, 结果发现只有在整字为低频时, 义符语义才能获得激活。实验 2 考察义符的语音激活及时间进程, 发现在 SOA=57 ms 和 SOA=100 ms 时, 义符的语音都获得了激活。对义

收稿日期: 2017-7-8

\* 基金项目: 国家民族语言文化心理重点研究项目 (2017-GMA-004)、2015 年广东省教育厅青年创新人才类项目 (2015WQNCX087)、中国人民大学科学研究基金 (中央高校基本科研业务费专项资金资助) 项目 (16XNLQ05)。

通讯作者: 张积家, E-mail: Zhangj1955@163.com。

符语音激活的考察有助于进一步明晰汉字亚词汇加工的特点，为汉字认知加工理论增添新的证据。同时研究结果也可以为汉字教学提供一些启示。因此，本研究拟在前人研究基础上，对义符语音激活进程的影响因素作进一步的探索。

Lee, Tsai, Huang, Hung 和 Tzeng (2006) 对声旁亚词汇信息考察发现，规则性影响声旁的语义激活进程：SOA=50 ms 时，规则形声字与不规则形声字的声旁语义都获得了激活；SOA=100 ms 时，规则形声字声旁的语义仍然激活，不规则形声字声旁的语义开始消退；SOA=300 ms 时，两类形声字的声旁语义激活全部消退。这说明，声旁语义激活的持续时间受声旁与整字读音一致性的影响。语义透明度是指整字义与义符义的一致程度。语义透明度之于义符相当于发音规则性之于声旁。既然发音规则性可以影响声旁的语义激活进程，那么，语义透明度是否会影响义符的语音激活进程？

汉字结构类型是提示整字和部件关系的重要指标。张积家、王娟和印丛 (2014) 发现，读者对部件空间位置的注意优势受声旁位置调节。蔡厚德、齐星亮、陈庆荣和钟元 (2012) 发现，声旁位置决定声旁语音激活的便利性，最终影响规则性效应的方向。Feldman 和 Siok (1999) 发现，义符位置影响义符家族效应的显现。但已有研究仅考察部件位置对部件相关属性（声旁的语音、义符的语义）激活的影响，义符位置（与汉字结构类型有关）是否影响义符非相关属性（语音）的激活进程？

综上所述，本研究拟考察形声字的语义透明度和结构类型对义符语音激活进程的影响。

## 2 研究方法及结果

### 2.1 实验1 形声字语义透明度对义符语音激活进程的影响

#### 2.1.1 被试

60 名汉族大学生，女生 40 人，男生 20 人，

平均年龄为 20.9 岁，视力或矫正视力正常。

#### 2.1.2 设计

4（启动类型：同音字启动/语义透明字启动/语义不透明字启动/无关启动） $\times$ 3（SOA: 50 ms/100 ms/300 ms）混合设计，启动类型为被试内变量，SOA 为被试间变量，因变量为被试对目标字命名的反应时。

#### 2.1.3 材料

实验材料包括 100 对汉字，分为 4 组，分别是同音启动条件、语义透明字启动条件、语义不透明字启动条件和无关启动条件，每一条件包括启动字和目标字。根据已有研究（周晓林等, 2000），启动字选用平均频率低于 30（单位为百万分之一）的低频汉字。在同音启动中，启动字和目标字语音相同（如“徒-涂”）。在语言认知研究中，同音启动是一种稳定的现象，可以用于考察实验操纵是否有效。在语义透明字启动条件，启动字是语义透明的形声字，目标字是与启动字义符同音的字（如“弧—宫”）。在语义不透明字启动条件，启动字是语义不透明形声字，目标字是与启动字义符同音的字（如“秤—盒”）。除此之外，以上三种条件的启动字和目标字在整字和部件的其他层面都不存在联系。在无关启动条件，启动字和目标字在整字和部件层面都不存音或义的联系（如“诵—农”）。无关启动条件作为基线，用于对比义符语音启动情况。匹配 4 种条件的启动字和目标字的字频、笔画数和启动字的结构类型（每类启动汉字都包括 19 个左形右声结构、4 个右形左声结构、1 个上形下声结构和 1 个下形上声结构），具体见表 1。

统计分析表明，4 种条件启动字的平均字频和笔画数差异不显著， $F_{\text{字频}}(3, 96) = 0.20$ ， $F_{\text{笔画数}}(3, 96) = 0.81$ ， $ps > 0.05$ 。4 种条件目标字的平均字频和笔画数差异也不显著， $F_{\text{字频}}(3, 96) = 0.01$ ， $F_{\text{笔画数}}(3, 96) = 0.63$ ， $ps > 0.05$ 。实验前由 20 名不参加实验的汉族大学生对语义透明启动字和语义不透明启动字的语义透明度做 7 点评定，1 代表非常不透明，7 代表非常透明。语义透明启动字的平

表 1 实验 1 材料信息表

汉字指标	启动项				目标项			
	同音	透明	不透明	控制	同音	透明	不透明	控制
字频 ( $M$ )	20.66	19.79	19.28	16.93	273.03	256.94	278.37	275.34
笔画数 ( $M$ )	9.72	10.28	11.04	10.64	8.00	9.12	8.92	8.48
语义透明度 ( $M$ )		5.55	2.42					

均语义透明度为 5.55, 语义不透明启动字的平均语义透明度为 2.42。两类启动字的语义透明度差异非常显著,  $t_{\text{透明度}}(1, 48) = 16.10, p < 0.001$ 。

#### 2.1.4 仪器和程序

IBM 台式机, E-Prime1.0 编程。实验程序是: 首先呈现注视点 300 ms, 然后出现启动字, 呈现时间由 SOA 决定, 分别为 50 ms, 100 ms 或 300 ms, 随后出现目标字, 目标字呈现 400 ms, 被试在目

标字呈现后 3000 ms 内做出反应, 否则记录为错误。启动字和目标字均用 72 号宋体呈现。记录被试的反应时与错误率。

#### 2.1.5 结果与分析

由于被试的错误率较低 ( $< 5\%$ ), 且在各种条件下相当, 因此只分析反应时。剔除错误反应及反应时在  $M \pm 3SD$  之外的数据, 各实验条件目标字的反应时和启动量见表 2。

表 2 目标字命名的平均反应时 (ms) 及各实验条件的启动量 (ms)

启动类型	SOA=50 ms		SOA=100 ms		SOA=300 ms	
	RT	启动量	RT	启动量	RT	启动量
同音字启动	530 (56)	21***	520 (41)	23***	489 (43)	27***
语义透明字启动	535 (46)	16**	531 (40)	12*	519 (48)	-3
语义不透明字启动	536 (47)	15**	533 (41)	10	522 (50)	-6
无关启动	551 (50)		543 (47)		516 (45)	

注: 括号内的数字为标准差, \*\*\* $p < 0.001$ , \*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$ , 以下同。

方差分析表明, 启动类型的主效应显著,  $F_1(3, 171) = 37.81, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.40$ ;  $F_2(3, 96) = 9.10, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.22$ 。SOA 的主效应被试分析不显著,  $F_1(2, 57) = 1.82, p > 0.05$ ; 项目分析显著,  $F_2(2, 192) = 11.76, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.11$ 。启动类型和 SOA 的交互作用显著,  $F_1(6, 171) = 6.09, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.18$ ;  $F_2(6, 192) = 4.03, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.11$ 。简单效应分析表明, 当 SOA=50 ms 时, 同音启动与无关启动的反应时差异显著,  $p < 0.001$ , 启动量为 21 ms; 语义透明字启动与无关启动的反应时差异显著,  $p < 0.01$ , 启动量为 16 ms; 语义不透明字启动和无关启动的反应时差异显著,  $p < 0.01$ , 启动量为 15 ms。当 SOA=100 ms 时, 同音启动与无关启动的反应时差异显著,  $p < 0.001$ , 启动量为 23 ms; 语义透明字与无关启动的反应时差异显著,  $p < 0.05$ , 启动量为 12 ms; 语义不透明字启动与无关启动的反应时差异边缘显著,  $p = 0.09$ , 启动量为 10 ms。当 SOA=300 ms 时, 同音启动和无关启动的反应时差异显著,  $p < 0.001$ , 启动量为 27 ms; 语义透明字启动、语义不透明字启动与无关启动的反应时差异不显著,  $ps > 0.05$ 。

实验 1 表明, 在 3 种 SOA 条件下, 同音启动都产生了明显启动效果, 说明实验操控有效。汉字的语义透明度对义符的语音激活进程有一定影响: 对语义透明字, 义符的语音激活从 SOA=50 ms

持续到 SOA=100 ms, 当 SOA=300 ms 时, 义符的语音激活完全消失; 对语义不透明字, 义符的语音在 SOA=50 ms 时也显著激活了, 但当 SOA=100 ms 时, 义符的语音激活开始消退, 只达到边缘显著状态, 到 SOA=300 ms 时, 义符的语音激活完全消退了。

## 2.2 实验 2 形声字结构类型对义符语音激活进程的影响

### 2.2.1 被试

同实验 1。

### 2.2.2 设计

4 (启动类型: 同音启动/SP 汉字启动/PS 汉字启动/控制启动)  $\times$  3SOA (50 ms/100 ms/300 ms) 混合设计, 启动类型为被试内变量, SOA 为被试间变量, 因变量为目标字命名的反应时。

### 2.2.3 材料、仪器和程序

材料是 92 对汉字, 分为 4 组, 分别是同音启动、SP 汉字 (左形右声, S 代表义符, P 代表声旁) 启动、PS 汉字 (右形左声) 启动和无关启动。将实验 1 的语义透明度变换为汉字结构类型, 其余对应关系不变。匹配 4 种条件下启动字和目标字的字频、笔画数, 匹配启动汉字的语义透明度和汉字结构 (启动汉字全部为左右结构), 具体数据见表 3。

统计分析表明, 4 种条件的启动字的平均字频、笔画数和语义透明度差异不显著,

表3 实验2材料信息表

汉字指标	启动项				目标项			
	同音	SP	PS	控制	同音	SP	PS	控制
字频 ( $M$ )	27.63	23.35	28.10	24.70	264.00	246.56	254.03	257.82
笔画数 ( $M$ )	10.70	10.48	11.00	10.91	8.48	8.96	8.65	8.39
语义透明度 ( $M$ )	4.62	4.51	4.36	4.41				

$F_{\text{字频}}(3, 88) = 0.29$ ,  $F_{\text{笔画数}}(3, 88) = 0.13$ ,  $F_{\text{透明度}}(3, 88) = 0.09$ ,  $p > 0.05$ 。目标字的平均字频和笔画数差异也不显著,  $F_{\text{字频}}(3, 88) = 0.01$ ,  $F_{\text{笔画}}(3, 88) = 0.15$ ,  $p > 0.05$ 。仪器与程序同实验1。

## 2.2.4 结果与分析

由于反应错误率较低 ( $< 5\%$ ), 且各条件错误率相当, 因此只分析反应时。剔除错误反应及反应时在  $M \pm 3SD$  之外的数据, 目标字的反应时和启动量见表4。

表4 目标字命名的平均反应时 (ms) 及各实验条件的启动量 (ms)

启动类型	SOA=50		SOA=100		SOA=300	
	RT	启动量	RT	启动量	RT	启动量
同音启动	537 (49)	29****	524 (47)	16***	515 (42)	25****
SP汉字启动	550 (40)	16***	523 (45)	17***	535 (46)	5
PS汉字启动	555 (43)	11*	531 (45)	9	534 (43)	6
无关启动	566 (47)		540 (55)		540 (41)	

方差分析表明, 启动类型的主效应被试分析显著,  $F_1(3, 171) = 29.60$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = 0.34$ ; 项目分析边缘显著,  $F_2(3, 88) = 2.18$ ,  $p = 0.09$ ,  $\eta_p^2 = 0.07$ 。SOA的主效应被试分析不显著,  $F_1(2, 57) = 1.66$ ,  $p > 0.05$ ; 项目分析显著,  $F_2(2, 176) = 54.12$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta_p^2 = 0.38$ 。启动类型和SOA的交互作用被试分析显著,  $F_1(6, 171) = 2.49$ ,  $p < 0.05$ ,  $\eta_p^2 = 0.08$ ; 项目分析不显著,  $F_2(6, 176) = 1.78$ ,  $p > 0.05$ 。简单效应分析表明, SOA=50 ms时, 同音启动与无关启动的反应时差异显著,  $p < 0.001$ , 启动量为29 ms; SP汉字与无关启动的反应时差异显著,  $p < 0.01$ , 启动量为16 ms; PS汉字与无关启动的反应时差异边缘显著,  $p = 0.07$ , 启动量为11 ms。当SOA=100 ms时, 同音条件与无关启动的反应时差异显著,  $p < 0.01$ , 启动量为16 ms; SP汉字与无关启动的反应时差异显著,  $p < 0.01$ , 启动量为17 ms; PS汉字与无关启动的反应时差异不显著,  $p > 0.05$ 。当SOA=300 ms时, 同音条件与无关启动的反应时差异显著,  $p < 0.001$ , 启动量为25 ms, SP汉字与PS汉字与无关启动的反应时差异均不显著,  $p > 0.05$ 。

实验2表明, PS汉字和SP汉字一样, 都存在着义符的语音激活, 但激活的进程不同。SP字的

义符语音激活时间长, 从SOA=50 ms持续到SOA=100 ms; PS字的义符语音激活时间短, 只在SOA=50 ms时出现了微弱的激活, 说明汉字的结构类型影响义符的语音激活进程。

## 3 讨论

### 3.1 形声字语义透明度对义符语音激活进程的影响

Zhou等人(2013)发现, 义符的语音在SOA=57 ms和SOA=100 ms时存在激活, 但未区分汉字的语义透明度。实验1进一步考察了语义透明度对义符语义激活的影响。结果发现: 在SOA=50 ms时, 语义透明字与语义不透明字的义符的语音都被显著激活了; 到SOA=100 ms时, 语义透明字的义符语音激活依然显著, 语义不透明字的义符语音激活消退; 到SOA=300 ms时, 两类汉字的义符语音激活完全消失, 说明语义透明度影响义符的语音激活进程。

根据陈新葵和张积家(2012)提出的汉字认知加工模型, 汉字认知包括笔画、部件(独体字)、合体字和概念4个层次。其中, 成字部件既可以是汉字的构件, 又可以独立成字, 横跨词汇和亚词汇两个层次, 而词汇层包含语音、语义两个最重要特征。在汉字视觉加工早期, 被分解的



义符凸显出来,激活与之联结的音、义信息。义符与声旁结合产生意义各异的字,一些整字义和义符义一致(语义透明),整字和义符的语义联结呈现正向激活;一些整字义和义符义无关(语义不透明),整字和义符的语义联结呈现负向抑制。由于在义符水平与整字水平存在自下而上与自上而下加工的交互作用,当语义透明字启动时,义符不仅可以通过自下而上的加工激活音、义,还可以通过自上而下的加工从整字处获得激活,义符义与整字义相互加强,使义符语音激活时间延长。当语义不透明字启动时,义符通过自下而上的加工激活整字,整字一旦激活,由于与义符义无关,便通过自上而下的加工途径抑制义符激活,导致义符的语音激活迅速衰退。这就是语义透明度影响义符语音激活时间进程的机制。

### 3.2 形声字结构类型对义符语音激活进程的影响

结构类型也是提示整字和部件关系的重要指标。在左右结构形声字中,由于SP汉字所占比例很大,多数汉字亚词汇研究以此类汉字为基础。但研究表明,汉字结构类型影响视觉词的认知(Hsiao, 2011; 张积家等, 2014)。因此,不控制部件位置的研究仅反映声旁在右的汉字认知规律。本研究将汉字结构类型作为变量,发现它影响义符的语音激活进程:SP汉字的义符的语音激活时间长,从SOA=50 ms持续到SOA=100 ms;PS汉字的义符的语音激活时间短,仅在SOA=50 ms时出现了微弱激活。

研究表明,部件位置影响部件信息的激活。蔡厚德等(2012)发现,如声旁处于整字的右侧或者下侧,在低频汉字中出现规则性效应;如声旁位置处于整字的左侧,导致规则性效应的逆转;如声旁处于整字的上方,逆转效应较小。Feldman和Siok(1999)表明,义符在左侧时,构字数多的汉字判断得更快更准;义符在右侧时,构字数的促进作用消失,这些研究说明,部件位置是重要的亚词汇空间属性,能够影响部件亚词汇信息激活的便利性,从而改变词汇通路和亚词汇通路激活的相对竞争优势。实验2再次印证了部件位置影响亚词汇信息的激活,并发现部件位置不仅影响部件相关属性的激活(声旁的语音激活和义符的语义激活),还影响部件的非相关属性的激活(义符的语音激活)。这说明,部件的音、义相互联结,汉字的亚词汇加工和词汇加工一样,都是由形激活音、义的过程;当义符位于容易激活

的位置(SP),亚词汇通路处于优势地位,义符信息的激活时间长;当义符位于不容易激活的位置(PS),词汇通路便处于优势地位,义符信息的激活时间便短。

### 3.3 形声字语义透明度和结构类型影响义符语音激活的本质:形声字整体与部分的关系影响形声字的认知

语义透明度和汉字结构影响义符语音激活的事实进一步证实张积家和张厚粲(2001)提出的“汉字认知过程中整体和部分关系论”的观点。他们认为,整体与部分的关系是影响汉字认知的重要变量。在语义透明汉字中,义符语义与整字语义一致,义符激活与整字激活相互加强,所以义符的语音激活容易,持续时间亦长;在语义不透明汉字中,义符语义与整字语义无关,义符激活与整字激活相互抑制,所以义符的语音激活困难,持续时间亦短。SP汉字的义符处于形声字的常见位置,因而义符语音激活容易,持续时间亦长;PS汉字的义符处于形声字的非常见位置,所以义符语音激活困难,持续时间亦短。已有研究往往强调整字加工和部件加工的平行性质,其实,两者之间还存在十分复杂的相互作用。此外,已有研究主要发现部件常见位置有利于部件的相关属性激活,本研究还发现,部件常见位置还有利于部件的非相关属性的激活。这说明,成字部件的亚词汇的语音、语义特征是相互关联的。一个汉字部件如果处于常见位置,就会更有利于亚词汇的所有信息的激活。这一研究结果突出了汉字的亚词汇加工不同于拼音文字的亚词汇加工的特点,无论对汉字学习、汉字教学和汉字改革都有重要启示,对中文人工智能的研究也有一定启示。

## 4 结论

(1) 汉字语义透明度影响义符语音的激活进程。语义透明字和语义不透明字的义符语音在SOA=50 ms时都显著的激活,在SOA=100 ms时,语义透明字的义符语音激活依然显著,语义不透明字的义符语音激活消退,到SOA=300 ms时,两类汉字的义符语音都完全消失。

(2) 形声字的结构类型影响义符语音的激活进程。左形右声结构汉字的义符语音在SOA=50 ms和SOA=100 ms时都出现了激活,右形左声结构汉字的义符语音只在SOA=50 ms时出现了微弱激活。

## 参 考 文 献

- 蔡厚德, 齐星亮, 陈庆荣, 钟元. (2012). 声旁位置对形声字命名规则性效应的影响. *心理学报*, 44, 868–881.
- 陈新葵, 张积家. (2008). 义符熟悉性对高频形声字词汇通达的影响. *心理学报*, 40, 148–159.
- 陈新葵, 张积家. (2012). 义符熟悉性对低频形声字词汇通达的影响. *心理学报*, 44, 882–895.
- 吴岩, 王协顺, 陈烜之. (2015). 汉字识别中部件结合率的作用: ERP 研究. *心理学报*, 47, 157–166.
- 张积家. (2007). 整体与部分的意义关系对汉字知觉的影响. *心理科学*, 30, 1095–1098.
- 张积家, 王娟, 印丛. (2014). 声符和义符在形声字语音、语义提取中的作用——来自部件知觉眼动研究的证据. *心理学报*, 46, 885–900.
- 张积家, 张厚粲. (2001). 汉字认知过程中整体与部分的关系论. *应用心理学*, 7(3), 57–62.
- 周晓林, 鲁学明, 舒华. (2000). 亚词汇水平加工的本质: 形旁的语音激活. *心理学报*, 32, 20–24.
- 周晓林, Marslen-Wilson, W. (2002). 汉字形声字声旁的语义加工. *心理学报*, 34, 1–9.
- Feldman, L. B., & Siok, W. W. T. (1999). Semantic radicals contribute to the visual identification of Chinese characters. *Journal of Memory and Language*, 40, 559–576.
- Hsiao, J. H. W. (2011). Visual field differences in visual word recognition can emerge purely from perceptual learning: Evidence from modeling Chinese character pronunciation. *Brain & Language*, 119, 89–98.
- Hung, Y. H., Hung, D. L., Tzeng, O. J. L., & Wu, D. H. (2014). Tracking the temporal dynamics of the processing of phonetic and semantic radicals in Chinese character recognition by MEG. *Journal of Neurolinguistics*, 29, 42–65.
- Lee, C. Y., Tsai, J. L., Huang, H. W., Hung, D. L., & Tzeng, O. J. L. (2006). The temporal signatures of semantic and phonological activations for Chinese sublexical processing: An event-related potential study. *Brain Research*, 1121, 150–159.
- Wu, Y., Mo, D. Y., Tsang, Y. K., & Chen, H. C. (2012). ERPs reveal sub-lexical processing in Chinese character recognition. *Neuroscience Letters*, 514, 164–168.
- Zhou, L., Fong, M. C. M., Minett, J. W., Peng, G., & Wang, W. S. Y. (2014). Pre-lexical phonological processing in reading Chinese characters: An ERP study. *Journal of Neurolinguistics*, 30, 14–26.
- Zhou, L., Peng, G., Zheng, H. Y., Su, I. F., & Wang, W. S. Y. (2013). Sub-lexical phonological and semantic processing of semantic radicals: A primed naming study. *Reading and Writing*, 26, 967–989.
- Zhou, X., & Marslen-Wilson, W. (1999a). Sublexical processing in reading Chinese. In J. Wang, A. W. Inhoff, & H. C. Chen (Eds.), *Reading Chinese script: A cognitive analysis* (pp. 37–64). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates.
- Zhou, X. L., & Marslen-Wilson, W. (1999b). The nature of sublexical processing in reading Chinese characters. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 25, 819–837.

## Effects of Semantic Transparency and Structure Type of the Phonogram on Phonological Activation of Semantic Radicals

ZHANG Yuzhi<sup>1</sup>, ZHANG Jijia<sup>2</sup>

(1 Mental Health Education and Counseling Center, Guangdong Polytechnic Normal University, Guangzhou 510665;

2 Department of Psychology, Renmin University of China; Key Research Center for Nationality, Language, Culture and Psychology, the State Affairs Commission; Key Research Center for National Psychology and Education, the National Education Development Center of the Ministry of Education, Beijing 100872)

### Abstract

The present study used primed-naming paradigm to explore effect of semantic transparency and structure type of the phonogram on phonological activation process of semantic radicals. It was found that: the semantic radicals' pronunciation of both transparent and opaque phonograms were activated in SOA=50 ms; when SOA=100 ms, the pronunciation activation within the transparent phonogram was still significant, while that within the opaque phonogram was disappeared; At the time of SOA=300, the pronunciation activation of both types of the phonograms completely disappeared. Semantic radical's pronunciation of the SP phonogram was activated at both SOA=50 ms and SOA=100 ms, while that of the PS phonogram was only slightly activated at SOA=50 ms.

**Key words** phonological activation process, semantic radicals, semantic transparency, structure type.