

# 汉语词汇产生中词汇选择和音韵编码之间的交互作用\*

张清芳 杨玉芳

(中国科学院心理研究所, 脑与认知科学国家重点实验室, 北京 100101)

**摘 要** 采取图画 - 词汇干扰实验范式, 探索汉语单音节词汇产生中词汇选择和音韵编码之间的交互作用。实验一探测目标图画语义相关项的语音激活, 观察到了非目标项的语音激活。实验二探测目标图画语义相关项的字形激活, 未发现非目标项的字形激活。在改进实验条件的基础上, 实验三验证实验一和二, 并探测目标图画字形相关项的语音激活以及语音相关项的字形激活, 结果未探测到语义相关项的字形或语音激活、语音相关项的字形激活, 只发现了字形相关项的语音激活。实验一至三的结果表明汉语词汇产生中存在目标字字形相关项的语音激活, 但不存在从音韵编码阶段至词汇选择阶段的激活反馈。综合上述结果, 从是否存在多重的字形或语音激活, 以及是否存在从音韵编码至词汇选择的反馈两个方面进行了讨论。研究结果倾向于支持词汇产生中层叠式理论的观点。

**关键词** 词汇产生, 图画 - 词汇干扰实验范式, 词汇选择, 音韵编码, 交互作用。

分类号

## 1 前言

言语产生是将思想转化为具体言语的过程。一般认为言语产生包括三种类型的心理过程。首先是概念化过程, 即讲话者明确要用言语表达什么概念。第二是言语组织阶段, 即为所表达的概念选择适当的词汇, 建立词汇的语法结构和发音结构。第三是发音阶段, 即将选择的词汇通过一定的肌肉运动程序用外显的声音表达出来<sup>[1]</sup>。人类表达语言的过程是非常迅速的, 对于简单的词汇产生, 上述三个过程可以在大约 600~700ms 之内完成<sup>[2]</sup>。

目前, 言语产生的研究绝大多数针对的是印欧语系语言, 比如英语和荷兰语, 研究主要集中于言语产生中的词汇通达过程, 它主要包括两个步骤: 词条选择和音韵编码。词条选择是词汇的激活和选择, 词汇包含单词的意义和语法特征。音韵编码是将词汇转化为以声音为组织的顺序, 包括提取单词的词素和成分, 并将音韵编码的结果与词汇形式结构联系起来。关于词汇产生中词汇通达过程的研究形成了三类理论模型: 交互激活模型<sup>[3]</sup>, 层叠式模型<sup>[4]</sup>和独立两阶段模型<sup>[5,6]</sup>。交互激活模型认为词条选择和音韵编码两个阶段之间存在交互作用, 激活在各个表征水平之间的扩散是双向的。既可以从词汇

层到语音层, 也可以从语音层将激活再反馈回语义层。因此, 交互激活模型预测存在目标项的语义激活和语音激活, 而且非目标项(与目标有语义相关的项目)也会产生语音上的激活。层叠式模型也假设词条选择和音韵编码两个阶段之间存在交互作用, 同时存在目标项和非目标项的语音激活, 但信息激活后传递的方向是单向的, 不存在从音韵编码向词条选择的激活反馈。独立两阶段模型认为词条选择和音韵编码两个过程之间是独立的, 信息的激活在这两个层之间的传递是单向的, 只能从词汇层传递到语音层, 即不存在从语音层到语义层的反馈。因此, 独立两阶段模型预测在言语产生的早期只有目标项的语义激活, 在晚期阶段只有目标项的语音激活。综上, 这三类理论争论的焦点是: 第一, 词条选择和音韵编码两个过程之间是否存在交互作用, 是否存在多重的语音激活, 即非目标项是否会产生语音激活。第二, 是否存在从语音层到语义层的激活反馈。

在印欧语系中有很多研究探索是否存在多重的语音激活。例如, Levelt 等 (1991) 采取词汇判断 - 图画干扰的方法发现, 与图画名称有语义相关的词汇判断潜伏期长于无关条件下的词汇判断<sup>[7]</sup>, 但没有发现语义中介的语音相关词条件下词汇判断潜伏

期延长的现象,这表明只有目标词产生了语音激活,而非目标词没有产生语音激活。在词条选择之后才开始音韵编码过程,结果支持了独立两阶段理论的观点。最近的一些研究则探测到了非目标词的语音激活。例如, Peterson和 Savoy(1998)的研究发现多个语义项目都能产生语音激活<sup>[4]</sup>。 Jescheniak和 Schriefers(1998)也发现了同样的结果<sup>[8]</sup>。 Costa等(2002)比较了双语者对两套图片的命名,一套同源图片的名称在加泰罗尼亚语和西班牙语中有相似的语音,另一套非同源图片的在两种语言中的语音都是不同的<sup>[9]</sup>。熟练的双语者用西班牙语命名同源图片的时间短于非同源图片,这表明所选择的词汇在两种语言中都有激活,并将激活扩散至语音水平。即非目标语言的单词也产生了语音激活。 Morsella和 Miozzo(2002)采用图画-图画干扰实验范式,要求被试命名一幅图片而忽略另一幅图片,发现非目标项对图片的命名过程产生了显著的影响<sup>[10]</sup>,表明非目标项产生了语音激活。

另外有一些研究探索了词条选择和音韵编码之间的交互作用。例如, Starreveld和 La Heij(1995)在探索词汇产生中语义和字形之间的交互作用时发现,当干扰字与目标图对应的名称之间同时存在语义和字形相关时,语义干扰效应被削弱了<sup>[11]</sup>,这表明语义关系受到了字形相关的影响,这两者之间存在交互作用,结果支持了交互激活理论。 Roelofs Meyer和 Levelt(1996)<sup>[12]</sup>认为 Starreveld等(1995)<sup>[13]</sup>中对独立两阶段理论的理解是不正确的, Roelofs和 La Heij(1996)则认为字形-语音相关不仅能影响音韵编码阶段,而且会影响词条选择阶段<sup>[13]</sup>;而 Starreveld等(1995)却认为字形-语音只在音韵编码阶段起作用<sup>[11]</sup>,这是对独立两阶段理论的误解。

以上研究都是以荷兰语或英语为对象的,这两种语言都属于印欧语系语言。在印欧语系语言中,存在形音对应规则,字形和语音之间的对应关系比较透明。因此在词汇产生中,采取图画-词汇干扰实验范式很难区分字形激活和语音激活。 Starreveld等和 Roelofs等之间产生争论的部分原因是由于无法区分字形激活和语音激活引起的。 Starreveld等(1995)<sup>[11]</sup>所得到的可能不是/单纯的0字形效应。相比而言,在汉语中不存在明显的形音对应规则,字形和语音之间的对应关系是模糊的。因此,在汉语中选择恰当的实验材料能将词汇产生中的字形激活和语音激活进行独立分离。

利用汉语的特点,张清芳等(2004)<sup>[14]</sup>, Chen和 Wu

(2003)<sup>[15]</sup>利用图画-词汇干扰实验范式的研究表明汉语单音节词汇产生中包含了语义、字形和语音的激活,而且在词汇产生过程中以上三类信息激活存在先后次序:首先是语义激活,然后是字形激活,最后是语音激活。周晓林等(2003)对汉语词汇产生中音、形、义激活的研究<sup>[16]</sup>,以及 Weekes等(2002)对汉语词汇产生过程的研究<sup>[17]</sup>也表明在词汇产生中存在单纯的字形激活。庄捷等(2003)研究了汉语词汇产生中探索了语义和语音之间的交互作用<sup>[18]</sup>,但是他们的研究仅仅探索了是否存在多重的语音激活,而未涉及到是否存在多重的字形激活,以及是否存在从音韵编码阶段到词条选择阶段的激活反馈。

因此,基于上述词汇产生的研究基础,本研究针对独立两阶段理论、层叠式理论和两步交互激活理论的争论焦点,利用图画-词汇干扰实验范式,结合汉语的特点将字形激活与语音激活在汉语中独立区分开来,研究语义、字形和语音三个层面之间的交互作用,探索在汉语词汇产生中是否存在多重的语音激活或多重的字形激活,以及是否存在从音韵编码阶段至词条选择阶段的激活反馈。实验一探索语义关联项的语音激活;实验二探索语义关联项的字形激活;实验三重实验一和实验二,并探索字形和语音之间是否存在交互作用,即字形关联项的语音激活和语音关联项的字形激活。

## 2 实验一

探索在汉语词汇产生中是否存在目标字语义关联项的语音激活。例如,目标图片是/蛇0,语义相关字是/虎0,非目标语义项/虎0是否会产生语音上的激活?为了探测其语音激活,选择的干扰单字是与/虎0声母和韵母相同,而声调不同的/胡0。

### 2.1 方法

2.1.1 被试 20人 北京林业大学本科,年龄18~22岁。北方人,普通话标准。视力或矫正视力正常,听力正常。实验后获得一定报酬。

2.1.2 材料 图片 24幅,选自经过张清芳和杨玉芳(2003)<sup>[19]</sup>标准化后的图片库,其中2幅作为练习图片。所选用的图片具有很好的命名一致性、熟悉性、表象一致性和视觉复杂性。图片的语义相关单音节词与图片名称同属于一个语义范畴,但不会联合组成一个有意义的双字词。语义相关字与图片名称之间的相关程度的平均数为0.5124。每一幅图片分别与两种条件搭配:(1)语义相关字的语音相关字与语义相关字的音节相同,声调不同。(2)无关

字(控制组)。与图画名称对应的单字无语义、字形和语音上的任何联系。这两组之间的字频和笔画数相比无显著性差异。表 1 列举了图片、图片名称的语义相关字、语义相关字的语音相关字的字频和笔画数的平均数。

表 1 图片和四种类型目标  
汉字材料举例及其字频和笔画数的平均数

图片	语义 相关组	语义中介的 语音相关组	无关组
材料举例	蛇	虎	炭
字频	354	329	243
笔画数	91.73	91.68	81.55

注: 字频来自 5 现代汉语频率词典 6 (1986)<sup>[20]</sup>, 以百万分之一为单位。以下同。

21113 仪器 E2Prime 编写的程序, PETSRBOX 反应盒, 麦克风, 计算机。图片都呈现在 PIII-667 计算机屏幕中央。被试的反应通过 PSTSR-BOX 连接的麦克风记录。所有实验材料的呈现、计时及被试反应时的收集由计算机控制。

21114 设计 SOA(3) @ 干扰类型(2), SOA (Stimulus Onset Asynchrony) 和干扰类型都是组内自变量。SOA 有三个水平, 分别是 -100ms (干扰单词先于图片呈现), 0ms (干扰单词和图片同时呈现) 和 100ms (干扰单词后于图片呈现)。干扰类型包括两个水平, 分别是: 与图片名称的语义相关字有语音关联的单字组和无关单字组。

正式实验分三组来完成, 每一组实验的 SOA 值是固定的。每个被试都要完成三组实验, 完成顺序在被试间做拉丁方平衡。每组包括测试 44 次, 每幅图片呈现 2 次, 每幅图片分别与两种干扰词类型配对, 伪随机化呈现, 相同的图片不会连续呈现。每组实验开始之前都有相应的 4 次练习, 以使被试熟悉实验程序。

21115 程序 在正式实验开始之前为预备实验。在屏幕中央依次呈现每幅图片及图片对应的名称, 时间 3s 总共 24 幅。告诉被试这些图片在下面的正式实验中将要出现, 并且要被试记住图片对应的名称。如果被试对某一幅图片的命名出现错误时进行纠正, 并强调要记住程序中给出的图片名称。一般来说, 因为这些图片都是日常生活中常见的命名一致性很好的图片, 被试对图片的命名与程序中给出的名称是一致的。

正式实验时, 首先呈现 / + 0 字注视点 500ms 然

后空屏 500ms 接着图画和干扰字同时或间隔一定时间呈现。当 SOA 为 -100ms 时, 干扰字早于图片 100ms 呈现; 当 SOA = 0ms 时, 干扰字和图片同时呈现; 当 SOA 为 100ms 时, 图片先呈现 100ms 后干扰字呈现。在三种 SOA 条件下, 图画呈现的时间为 600ms。在图画呈现期间, 干扰字位于图画的中央。被试的任务是在图片呈现之后, 忽略出现的词语, 尽可能准确地迅速地說出图画的名字。在图画呈现期间被试做出反应后, 图片和干扰单字消失。间隔 1000ms 后开始下一次测试。如果在被试反应之前图片和干扰单字消失则出现空屏, 这时被试仍然可以做出反应。被试做出反应后, 间隔 1000ms 后开始下一次测试。计算机记录被试的反应时间。主试记录被试的命名正确与否。整个实验的完成大约需要 10min。

## 21.2 结果

其中 1 名被试由于其它声音反应 (比如咳嗽声) 太多而被删除。在 19 名被试的全部数据中, 删除反应不正确的数据, 包括被试命名错误以及其它声音比如 / 嗯 0 或 / 啊 0 等引起的反应, 这些数据有 28 个, 占全部数据的 11.1%。删除反应时长于 1500ms 和短于 200ms 的数据 8 个, 占全部数据的 0.3%。删除每一种条件下反应时偏离平均数 3 个标准差以外的数据, 这些数据有 33 个, 占全部数据的 11.3%。每种条件下的错误率分布均匀, 因此只分析反应时的数据。

表 2 所示为每一干扰类型和 SOA 下图片命名反应时间的平均值。对反应时数据进行被试内 ( $F_1$ ) 和项目内 ( $F_2$ ) 方差分析, 组内因素 SOA 的主效应达到了显著水平,  $F_1(2, 36) = 51.11, p < 0.05$ ,  $F_2(2, 42) = 121.12, p < 0.001$ , 表明各个 SOA 水平上的反应时存在显著差异; 另一组内因素干扰类型的主效应也达到了显著水平,  $F_1(1, 18) = 91.24, p < 0.05$ ,  $F_2(1, 21) = 71.98, p < 0.05$ , 表明每种干扰类型对图片命名的反应时间的影响程度是不同的; SOA 和干扰类型的交互作用未达到显著水平,  $F_1(2, 36) = 0.122, p > 0.05$ ,  $F_2(2, 42) = 0.118, p > 0.05$ 。

表 2 语义中介的语音相关组和无关组在  
每一 SOA 水平上命名时间的平均值 (ms) (标准差)

SOA (ms)	干扰类型	
	语义中介的语音相关组	无关字组
-100	604(46)	589(64)
0	591(57)	580(62)
100	579(59)	560(66)

## 213 讨论

SOA的主效应和干扰类型的主效应达到显著水平,说明在任何一个SOA水平上,语义中介的语音相关条件下的图片命名时间长于无关条件,这表明与图画名称的语义相关单字的语音相关字产生的激活抑制了图片命名的过程,非目标语义项产生了语音上的激活。也就是说,并不仅仅只有目标项(即图画名称)才会产生语音上的激活。实验结果支持交互激活理论或层叠式理论的观点。庄捷(2003)<sup>[18]</sup>采用图片命名法和干扰字命名法探讨了汉语词汇产生中语义和语音激活之间的交互作用。他们的实验条件只有一个SOA = 0ms的条件,干扰类型分别是图画名称的语义相关字、以语义为中介的语音相关字和无关字。他们的实验结果发现目标图片(例如/牛0)的语义相关词(/羊0)的语音信息得到了激活,说明汉语词汇产生中存在多重语音激活,音韵编码在词条选择完成之前已开始。

根据交互激活理论,在词条选择阶段,目标图片/蛇0和语义相关词/虎0的词条都产生了语义上的激活;/蛇0和/虎0的语义激活会扩散传递到相应的语音激活。因此,当呈现干扰单字/胡0时,会增强语音编码阶段已有的/hu30激活程度,从而与目标/she20形成竞争,延长了对目标图画/蛇0的命名时间,产生了语义中介的语音相关条件的抑制效应。

## 3 实验二

探测在汉语单字词汇产生过程中是否存在多重的字形激活,即非目标语义项是否能产生字形上的激活。首先选择与图片名称有语义相关的单字,然后在此基础上选择与语义相关字有字形联系的单字。例如,目标图片是/蛇0,语义相关字是/虎0,为了探测其字形激活,选择的干扰单字是与/虎0的字形结构和一个偏旁部首相同,而音节结构完全不同的/虑0。

## 311 方法

31111 被试 20人 北京林业大学本科生 20人,年龄 18~22岁。其它条件与实验一相同。

31112 材料 图片 24幅,选自经过张清芳和杨玉芳(2003)<sup>[19]</sup>标准化后的图片库,其中2幅作为练习图片。选择标准与实验一相同。每一幅图片分别与两种条件搭配:(1)语义相关字的字形相关字与语义相关字的字形结构和一个偏旁部首相同,而发音完全不同。(2)无关字(控制组)。与图画名称对应

的单字无语义、字形和语音上的任何联系。这两组之间的字频和笔画数相比无显著性差异。表3列举了图片、图片名称的语义相关字、语义相关字的字形相关字的字频和笔画数的平均数。

表3 图片和干扰材料举例及其字频和笔画数的平均数

	图片	语义相关字	语义中介的字形相关字	无关字
材料举例	蛇	虎	虑	炭
字频	354	329	380	440
笔画数	91.73	91.68	91.45	91.45

31113 仪器 同实验一。

31114 设计 SOA(3)@干扰类型(2),SOA和干扰类型都是组内自变量。SOA的三个水平与实验一完全相同。干扰类型包括两个水平,分别是:与图片名称的语义相关字有字形关联的单字组和无关单字组。

31115 程序 同实验一。

## 312 结果

删除命名反应错误和其它声音(比如嗯、哦等)引起的反应,这样的数据共有27个,占全部数据的11.0%。删除反应时小于200ms和大于1500ms的数据,这样的数据共有8个,占全部数据的0.13%。删除每种条件下反应时偏离平均数3个标准差之外的数据,这样的数据有44个,占全部数据的11.7%。每种条件下的错误率分布均匀,因此只分析反应时的数据。

表4 语义中介的字形相关组和无关组在每一SOA水平上命名时间的平均值(ms)(SD)

SOA (ms)	干扰类型	
	语义中介的字形相关组	无关字组
-100	591(51)	593(60)
0	578(47)	575(54)
100	581(54)	578(53)

表4所示为每一干扰类型和SOA下图片命名反应时间的平均值。对反应时数据进行被试内(F<sub>1</sub>)和项目内(F<sub>2</sub>)方差分析,组内因素SOA的主效应未达到显著水平,F<sub>1</sub>(2,38) = 21.56, p > 0.05, F<sub>2</sub>(2,42) = 31.15, p > 0.05,表明各个SOA水平上的图片命名的反应时不存在显著差异;另一组内因素干扰类型的主效应也未达到显著水平,F<sub>1</sub>(1,19) = 0.118, p > 0.05, F<sub>2</sub>(1,21) = 0.102, p > 0.05,表明每种干扰类型对图片命名的反应时间的影响程度

是相当的; SOA 和干扰类型的交互作用未达到显著水平,  $F_1(2, 38) = 0.125, p > 0.105$ ,  $F_2(2, 42) = 0.113, p > 0.105$ .

### 3.1.3 讨论

上述结果表明干扰类型和 SOA 对图画命名都没有产生显著的影响, 这表明非目标语义项不能产生字形上的激活。依据张清芳和杨玉芳 (2004)<sup>[14]</sup>, Chen 和 Wu (2003)<sup>[15]</sup> 的结果, 在词汇产生中字形的激活是非常强烈的, 而且延续时间长于语音激活。而且各种信息的通达有先后的顺序: 首先是语义激活, 接着是字形激活, 然后是语音激活。根据上述结果我们猜测在汉语词汇产生的词汇通达过程中, 非目标语义项的字形激活也应该先于语音的激活产生。如果目标项和其语义相关项的语义激活能扩散至语音水平, 那么也应该能探测到相应的字形激活。但实验二中却未发现语义关联项的字形激活。我们猜测可能有以下两个方面的原因: 第一, 所选择的语义中介字与其字形相关字之间的字形关联程度较低, 产生的字形激活太微弱, 通过图画 - 词汇干扰范式不能探测到。第二, 真实的情况是非目标语义项不能产生字形激活。

## 4 实验三

实验一的三个 SOA 水平上两个干扰类型之间的图片命名时间都有显著的差异, 而且图片所设置的干扰类型只有两种, 被试有可能会猜测或意识到语义中介的语音相关字与图片之间的关系, 从而影响图片的命名过程。庄捷等 (2003) 的研究<sup>[18]</sup> 中观察到了多重的语音激活, 实验中设置的两种干扰类型是语义相关和语义中介的语音相关, 这两种条件与图片名称之间都是通过语义与目标项产生联系, 被试也可能意识到了图片的干扰类型与图片之间的关系, 因而产生了显著的语义抑制效应。另外, 实验一的结果表明语义关联项能够产生语音激活, 而实验二的结果表明语义关联项不能产生字形激活。如果汉语词汇的产生确实是依据语义、字形和语音这个次序进行的, 那么图画名称的语义关联项不能产生字形激活时, 也不应该发现它产生语音上的激活。即实验一和二的结果产生了矛盾。针对上述问题, 在实验三中增加了另外两组实验条件, 分别是字形中介的语音关联字和语音中介的字形关联字。因此, 实验三是在改进实验一和二的基础上, 重复考察

语义关联项能否产生字形激活和语音激活, 同时探测词汇产生中字形和语音之间是否存在双向的激活联系。

实验三中设置了更多的实验条件, 增加了其它干扰条件, 使被试不能猜测或意识到干扰类型与图片之间的关系。这样能真正地探测到目标字的语义相关字能否产生语音上的激活。重新选择了语义关联项的字形关联字, 使得字形关联字和非目标语义项之间的字形关联度比实验二中的条件要高。为了探测字形和语音之间双向的激活, 所选择的干扰单字分别与目标图画名称的字形关联字有语音联系, 与目标图画名称的语音关联字有字形联系。例如, 目标图画是 /糖 0, 与目标图画有语义关系的字为 /酒 0, 所选择的语义中介的语音相关字为 /究 0, 语义中介的字形相关字为 /洒 0, 与目标图画有字形关系的字为 /粹 0, 字形中介的语音相关字为 /崔 0, 与目标图画有语音关系的字为 /躺 0, 语音中介的字形相关字为 /躲 0。

### 4.1 方法

4.1.1.1 被试 15人, 北京林业大学、地质大学和机械工业学院的本科生。年龄 18~22岁。其它条件同实验一。

4.1.1.2 材料 图片 22幅, 选自经过张清芳和杨玉芳 (2003)<sup>[19]</sup> 标准化后的图片库, 其中 2幅作为练习图片。选择原则同实验一。每一幅图片分别与 5种条件匹配: (1) 语义中介的语音相关字 (SP) 与语义相关字 (S) 的音节相同, 声调不同。(2) 语义中介的字形相关字 (SO) 与语义相关字的字形结构相同, 且有一偏旁部首相同而发音与语义中介字和目标字完全不同。(3) 语音中介的字形相关字 (PO) 与语音中介字 (P) 的字形结构相同, 且有一偏旁部首相同。(4) 字形中介的语音相关字 (OP) 与字形中介字 (O) 的声、韵母相同, 而声调不同; 无任何其它联系。(5) 无关字 (控制组, U)。与图画名称对应的单字、语义中介字以及字形中介字没有语义、字形和语音上的任何联系。实验条件组和无关控制组之间的字频和笔画数相比无显著性差异。图片及其字形相关字之间的字形相关程度在 7 点量表上进行了评定, 实验中采取的字形干扰单字与图画名称之间的字形相关程度均在 4 以上, 表示中等相似。表 5 列举了图片、以及各种实验条件下的字频和笔画数的平均数。

表 5 图片和 5 种干扰条件下的汉字材料举例及其字频和笔画数的平均数

	图片	S	SP	SO	O	OP	P	PO	U
材料举例	梨	桃	掏	挑	染	然	理	埋	短
字频	348	329	322	192	158	423	285	232	477
笔画数	101.65	91.68	81.70	91.25	101.20	91.55	101.36	101.00	91.10

41113 仪器 同实验一。

41114 设计 SOA (3) @干扰类型 (5), SOA 和干扰类型都是组内自变量。SOA 的三个水平与实验一相同。干扰类型包括 5 个水平, 分别是语义中介的语音相关字组 (SP), 语义中介的字形相关字组 (SO), 字形中介的语音相关字组 (OP), 语音中介的字形相关字组 (PO) 和无关单字组。

41115 程序 同实验一。

## 412 结果

在 15 名被试的全部数据中, 删除反应不正确的数据, 包括被试命名错误以及其它声音比如 / 嗯 0 或 / 啊 0 等引起的反应, 这些数据有 45 个, 占全部数据的 11.0%。删除反应时长于 1500ms 和短于 200ms 的数据 5 个, 占全部数据的 0.1%。删除每一种条件下反应时偏离平均数 3 个标准差以外的数据, 这些数据有 52 个, 占全部数据的 11.2%。每种条件下的错误率分布均匀, 因此只分析反应时的数据。

表 6 所示为每一干扰类型和 SOA 下图片命名反应时间的平均值。对反应时数据进行被试内 ( $F_1$ ) 和项目内 ( $F_2$ ) 方差分析, 组内因素 SOA 的主效应未达到显著水平,  $F_1(2, 28) = 0.123, p > 0.105$ ,  $F_2(2, 38) = 0.184, p > 0.105$ , 表明各个 SOA 水平上的反应时不存在显著差异; 另一组内因素干扰类型的主效应也未达到显著水平,  $F_1(4, 56) = 1.156, p > 0.105$ ,  $F_2(4, 76) = 0.162, p > 0.105$ , 表明每种干扰类型对图片命名的反应时间的影响程度大致相当; 两个自变量 SOA 和干扰类型之间的交互作用达到了显著水平,  $F_1(8, 112) = 21.59, p < 0.105$ ,  $F_2(8, 152) = 0.197, p > 0.105$ 。

表 6 五种干扰类型在每一 SOA 水平上图片命名时间的平均值 (ms) (SD)

SOA (ms)	干扰类型				
	SP	SO	PO	OP	U
- 100	589(42)	595(51)	595(44)	585(41)	605(47)
0	579(41)	596(44)	581(51)	596(40)	594(39)
+ 100	603(56)	598(52)	591(59)	592(52)	587(49)

图 2 表示每个 SOA 水平上, 四种实验条件与无关控制组在图画命名时间上的差值。简单效应分析

表明: 当 SOA 为 - 100 ms 时, 5 种干扰条件下图画命名的时间存在显著差异, Newman-Keuls 多重比较表明, 在图画命名时间上, 只有字形中介的语音相关组与无关控制组之间存在显著的差异。其它两个 SOA 水平上的图画命名的时间都不存在显著差异。

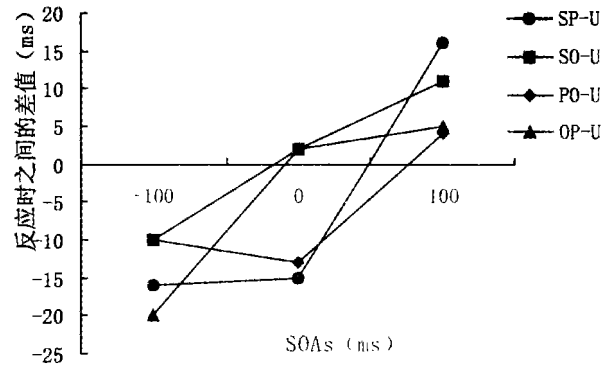


图 1 各 SOA 水平上四种实验条件与无关条件在图画命名时间上的差值

## 413 讨论

实验结果表明, 当 SOA 为 - 100ms 时, 第一, 与无关条件相比, 语义中介的语音相关字对图画命名时间没有产生显著的影响, 表明非目标语义项不能产生语音上的激活。这与实验一的结果不同。第二, 增加了与图画名称有语义关联的字与其字形相关字的字形关联程度之后, 与无关条件相比, 语义中介的字形相关字对图画命名时间仍然没有产生显著的影响。重复验证了实验二的结果。第三, 与无关条件相比, 语音中介的字形相关字对图画命名的时间没有产生影响, 表明语音关联字不能产生字形激活。第四, 与无关控制组相比, 字形中介的语音相关字条件缩短了图画命名的时间, 表明目标字的字形关联字产生了语音激活。

由于实验 3 的被试数量比较少, 因此有必要对数据进行一致性分析。由于只在 SOA = - 100 ms 时发现字形中介的语音相关条件组与无关组相比存在显著差异, 因此只对 SOA = - 100 ms 时的数据进行了一致性分析。表 7 表示的是每个被试在各个实验条件下与无关条件组的反应时差值。从表 7 可以看出, 各个被试的结果之间是相当一致的。在字形中介的语音条件组、语义中介的语音相关组、语音

中介的字形相关组中, 15名被试中有12名被试在这三种条件下的反应时要显著慢于无关条件组。即只有3名被试的数据与其它被试不一致。另外, 在实验中被试是随机选择的。因此, 数据之间具有比较高的一致性, 由15名被试得出的结果是可信的。

表7 每个被试在各条件组上与无关条件组反应时之间的差值

被试	U- SP	U- SO	U- PO	U- OP
1	6	13	- 4	- 7
2	16	- 23	- 18	- 19
3	7	22	- 7	37
4	- 14	31	9	4
5	- 8	- 10	0	1
6	2	- 9	10	6
7	35	15	26	18
8	33	8	36	52
9	35	45	3	47
10	34	18	18	36
11	1	- 17	13	- 7
12	- 11	45	13	40
13	44	41	31	57
14	40	- 16	2	23
15	14	- 26	13	6

## 5 总讨论

本研究利用图画-词汇干扰实验范式, 探索汉语词汇产生中词条选择和音韵编码两个阶段之间的关系。实验一的结果表明语义相关项产生了语音激活, 实验二的结果表明语义相关项不能产生字形激活, 实验三结果表明语义相关项不能产生语音激活和字形激活, 语音相关项不能产生字形激活, 只有字形相关项产生了语音激活。

根据交互激活理论和层叠式理论的观点, 词条选择和音韵编码两个阶段之间存在交互作用, 存在语义相关项的字形-语音激活。而根据独立两阶段理论的观点, 只有目标项才产生字形-语音激活。本研究未探测到语义相关项的语音激活和字形激活, 但探测到了字形相关项的语音激活。实验结果到底支持哪一种理论? 关键在于字形激活位于词汇产生中的哪一个阶段。如果字形激活位于词条选择阶段, 那么上述结果表明非目标项在词汇选择阶段的激活能传递到音韵编码阶段, 实验结果支持交互激活理论和层叠式理论。如果字形激活位于音韵编码阶段, 那么上述结果表明非目标项在词汇选择阶

段的激活不能传递至音韵编码阶段, 实验结果支持独立两阶段理论。Starreveld和La Heij(1995)<sup>[11]</sup>, Weekes等(2002)<sup>[17]</sup>以及我们最近的一项研究表明在词汇产生过程中, 字形和语音之间不存在交互作用, 字形激活可能位于词条选择阶段。因此我们认为本实验的结果支持了交互激活理论和层叠式理论。

实验三中未观察到语音中介字的字形激活。Chen等(2003)<sup>[15]</sup>和张清芳等(2004)<sup>[14]</sup>对汉语词汇产生时间进程的研究表明在词汇通达过程中, 首先是语义激活, 接着是字形激活, 最后才是语音激活。所以该结果表明语音水平的激活不能反馈至字形水平。一般地在词汇产生的词汇通达理论中认为语音激活位于音韵编码阶段。因此, /目标字的语音相关字不能产生字形激活0的结果说明, 音韵编码阶段的激活不能反馈至词条选择阶段, 这支持了独立两阶段理论和层叠式理论的观点。庄捷等(2003)<sup>[18]</sup>采用语义范畴判断法, 考察语音信息的激活是否会向上反馈至词条和语义层次, 结果发现目标图片(/羊0)的同音字(/阳0)不会促进对语义的判断。庄捷等认为这表明语音激活不能反馈至词条水平。但语义范畴判断不是词汇产生任务, 而是词汇理解任务。因此, 庄捷等得到的结果可能只反映了词汇理解加工过程, 而非词汇产生过程。本研究采取图画-词汇干扰实验范式是典型的词汇产生任务, 反映了词汇产生过程。

综上, 实验一至三的结果表明在汉语词汇产生中存在字形相关项的语音激活, 即存在非目标项的语音激活, 但不存在从音韵编码阶段至词汇选择阶段的激活反馈。因此, 我们认为实验一至三的结果更倾向于支持层叠式理论的观点: 词条选择和音韵编码两个阶段之间存在交互作用, 但两个阶段之间的激活传递是单向的, 不存在激活从音韵编码阶段至词汇选择阶段的反馈。

如前所述, 独立两阶段理论、层叠式理论和交互激活理论争论的焦点是: 词条选择和音韵编码阶段之间是否存在交互作用。研究者从以下两个方面对此问题进行探索: 第一, 是否存在多重语音激活; 第二是否存在从音韵编码阶段至词汇选择阶段的激活反馈。这两个问题之间是否存在一定的关联? 本实验的结果表明这两个问题是可以分割进行研究的。庄捷等(2003<sup>[18]</sup>)依据其研究结果也指出/多重语音激活和语音激活向词条和语义层次反馈是两个独立的、可以分割的问题0, 以后的研究中应对上述两

个方面进行区分。

实验三中未观察到语义相关项的字形激活,这可能与实验材料的选择有关。在汉语中很难找到与目标图画只有字形相关,且相关程度很高的字。另外还可能与所选择的实验范式有关,图画-词汇干扰实验范式可能对字形因素的操纵不敏感。在下一步的研究中,我们将采取其它实验方法对词汇产生中的字形激活进行深入研究。

### 参 考 文 献

- 1 Roelofs A. A spreading-activation theory of lemma retrieval in speaking. *Cognition*, 1992, 42: 107~142
- 2 Levelt W. J. M., Roelofs A., Meyer A. S., Helenius P., Salmelin R. I. An MEG study of picture naming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1998, 10(5): 553~567
- 3 Dell G. S. I. A spreading-activation theory of retrieval in sentence production. *Psychological Review*, 1986, 93: 283~321
- 4 Peterson R. R., Savoy P. I. Lexical selection and phonological encoding during language production: evidence for cascaded processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1998, 24: 539~557
- 5 Levelt W. J. M. *Speaking: From intention to articulation*. Cambridge, MA: MIT Press, 1989
- 6 Levelt W. J. M., Roelofs A., Meyer A. S. I. A theory of lexical access in speech production. *Behavioral and Brain Sciences*, 1999, 22: 1~75
- 7 Levelt W. J. M., Schriefers H., Vorberg D., Meyer A. S., Pechmann T., Haviga J. The time course of lexical access in speech production: A study of picture naming. *Psychological Review*, 1991, 98: 122~142
- 8 Jescheniak J. D., Schriefers H. I. Discrete serial versus cascaded processing in lexical access in speech production: Further evidence from the coactivation of near-synonyms. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1998, 24(5): 1256~1274
- 9 Costa A., Caramazza A. I. The production of noun phrases in English and Spanish: Implications for the scope of phonological encoding in speech production. *Journal of Memory and Language*, 2002, 46: 178~198
- 10 Morsella E., Miozzo M. I. Evidence for a cascade model of lexical access in speech production. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2002, 28(3): 555~563
- 11 Starreveld P. A., La Heij W. I. Semantic interference, orthographic facilitation, and their interaction in naming tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1995, 21: 686~698
- 12 Roelofs A., Meyer A. S., Levelt W. J. M. I. Interaction between semantic and orthographic factors in conceptually driven naming. *Comment on Starreveld and La Heij*. *Journal of Experimental Psychology: Language, Memory and Cognition*, 1996, 22: 246~251
- 13 Starreveld P. A., La Heij W. I. The locus of orthographic-phonological facilitation: A reply to Roelofs, Meyer, and Levelt (1996). *Journal of Experimental Psychology: Language, Memory and Cognition*, 1996, 22: 252~255
- 14 Zhang Q. ingfang, Yang Yu. fang. I. The time course of semantic, orthographic and phonological activation in Chinese word production (in Chinese). *Acta Psychologica Sinica*, 2004, 36(1): 1~8 (张清芳, 杨玉芳. I. 汉语词汇产生中语义、字形和音韵激活的时间进程. I. *心理学报*, 2004, 36(1): 1~8)
- 15 Chen H. - C., Wu S. Y. I. The time course of picture-word interference in Chinese. *Abstracts of the Psychonomic Society*, 2003, 8: 98
- 16 Zhou Xiaolin, Zhuang Jie, Wu Jiajin, et al. Phonological, orthographic and semantic activation in the speech production of Chinese (in Chinese). *Acta Psychologica Sinica*, 2003, 35(6): 712~718 (周晓林, 庄捷, 吴佳音等. I. 汉语词汇产生中音、形、义三种信息的激活. I. *心理学报*, 2003, 35(6): 712~718)
- 17 Weekes B., Davis R., Chen M. J. I. Picture-word interference effects on naming in Chinese. In H. S. R. Kao, C. K. Leong, D.-G. Gao (Eds.). *Cognitive Neuroscience: Studies of the Chinese Language*. Hong Kong: Hong Kong University of Press, 2002. 101~127
- 18 Zhuang Jie, Zhou Xiaolin. I. The interaction between semantics and phonology in the speech production of Chinese (in Chinese). *Acta Psychologica Sinica*, 2003, 35(3): 300~308 (庄捷, 周晓林. I. 汉语词汇产生中语义、语音层次之间的交互作用. I. *心理学报*, 2003, 35(3): 300~308)
- 19 Zhang Q. ingfang, Yang Yu. fang. I. The determiners of picture naming latency (in Chinese). *Acta Psychologica Sinica*, 2003, 35(4): 447~454 (张清芳, 杨玉芳. I. 影响图片命名时间的因素. I. *心理学报*, 2003, 35(4): 447~454)
- 20 *Modern Chinese Frequency Dictionary* (in Chinese). I. Beijing: Language Institute Publisher, 1986 (现代汉语频率词典. I. 北京: 语言学院出版社, 1986)



# The Interaction of Lexical Selection and Phonological Encoding in Chinese Word Production

Zhang Qingfang Yang Yufang

(State Key Laboratory of Brain and Cognitive Science, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

## Abstract

### Introduction

An important issue in the study of language production concerns the time course of lexical access and possible interactions between lexical selection and phonological encoding. A number of different models have been proposed in the literature to account for how a word is processed for speaking. For example, the discrete two-stage model assumes that the stages of lexical selection and phonological encoding operate in a strict successive order, and no interaction between the stage of lexical selection and phonological encoding. Alternatively, on the basis of spreading activation, the interactive activation model postulates a bidirectional flow of information between different processing levels. Semantic, lexical, and phonological levels are interconnected in a network fashion. Lexical candidates activate their phonological forms before any single candidate has been selected. That is, not only the word forms of the target lemma, but also the semantic competitors become partially activated. The cascading model assumes that there exists interaction between lexical selection and phonological encoding, but no feedback from the stage of phonological encoding to lexical selection. The debates among three models are (1) whether there is the interaction between lemma selection and phonological encoding, (2) whether all activated semantic items or only a single selected semantic item gives rise to the phonological activation, (3) whether there is feedback from phonological encoding to lexical selection.

Due to confounding of orthography and phonology in alphabetic languages (like English and Dutch), the results of the previous studies (Lupker, 1982; Starreveld & La Heij, 1995) need to be interpreted cautiously. Using the independence of orthography and phonology in Chinese, the present experiments investigated (1) the multiple phonological activations and the multiple orthographic activations of semantically related words of picture name, (2) whether there is the feedback from phonological encoding to lexical selection with a picture-word interference paradigm.

### Method

In three experiments, the picture-word interference paradigm was used. The participants were required to name a target picture and ignore a distractor word. We varied both the stimulus-onset asynchrony (SOA) and the picture-word relationship along different lexical dimensions. Fifty-five undergraduate students participate in three experiments (20 in experiment 1 and 2 respectively, 15 in experiment 3). ANOVA analyses were performed in the participant and the item analysis in three experiments.

### Results

The data analyses showed that multiple phonological activation of semantically related to target was found in experiment 1, whereas no orthographic activation of semantically related to target was observed in experiment 2. After improving the conditions of experiment 1 and 2, experiment 3's results suggested that (1) no phonological or orthographic activation of semantically related to target was obtained, (2) no orthographic activation of phonologically related to target was found, and (3) phonological activation of orthographically related to target was obtained.

### Conclusion

The results suggested that there exist the interaction of lexical selection and phonological encoding, but no activation feedback from phonological stratum to semantic stratum in picture naming. Therefore, the present study supported the cascading model rather than the discrete two-stage model or the interactive activation model in language production.

**Key words:** speech production, picture-word interference paradigm, lemma selection, phonological encoding, interaction.