

汉语词汇产生中语义、语音层次之间的交互作用*

庄捷 周晓林

(北京大学脑科学与认知科学中心,北京大学心理学系,北京 100871)

摘要 采用3种方法考察汉语词汇产生中语义激活(词条选择)和音位编码这两个阶段之间的关系。实验一、二分别采用图片命名法和干扰字命名法,发现目标图片(“牛”)的语义相关词(“羊”)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,音位编码在词条选择完成之前既已开始。实验三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到词条和语义层次,发现目标图片(“羊”)的同音字(“阳”)不会促进对图片的语义判断。研究表明,多重语音激活与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。虽然实验一和二的结果符合相互作用理论,实验三的结果符合模块化观点,但就总体而言,本研究更加支持词汇产生中的模块化观点。

关键词 词汇产生,词条选择,语音编码,图片命名,语义范畴判断。

分类号 B842

1 引言

言语产生(说话)是从组织交流意图,激活概念,提取相应的词义、句法和语音信息,到控制发音器官发出声音的过程。它是人类语言能力的重要组成部分,是人类意识和意志表达的重要途径。词汇产生是言语产生的核心组成部分,这一过程可细分为5个组成部分^[1],即概念准备、词条选择、音位编码、语音编码和发声。概念准备是指大脑把想要表达的思想、观点等转化成词汇概念的过程,它是言语产生的最初环节。词汇化(lexicalization)和词条选择则在概念准备完成后发生。准备好的概念将会激活心理词典中对应的语义表征,词汇化则把激活的语义表征转换成词的音位表征。一般认为,在词义与音位表征之间有一层抽象的表征,称为特定词汇表征(lemma,或称词条),这一表征涵盖了该词的语法特征。词汇化包含两个阶段(不同的观点请见 Caramazza^[2]),第一阶段为语义表征的激活传播到中间层的特定词汇表征上,即多个词条被概念输入激活,经过一段时间后,激活最高的词条被选择,词条的激活将词汇的语法特性提供给句子的语法编码,供其使用;第二阶段是语音形式(lexeme 或 phonological

form)通达,即中间层的激活进一步传输到特定词汇的音位表征上,使得说话者能够提取词汇的语音。受到激活或提取的音位表征将进一步进行词法—音位编码。在这一阶段,单词的词汇结构、韵律特征和音段组成被展开,词素单位内的音位信息被组合成音节。在此之后则发生指挥、产生具体发音的语音编码和发声过程。

词汇产生研究中的一个重要问题就是语义激活、词条选择与音位编码之间的关系问题。语义激活(词条选择)与音位编码是两个完全模块化的、独立的阶段?还是存在着交互作用?这个问题集中体现了认知加工中模块化观点与相互作用观点的争论。在词汇产生中,这一争论意味着以下两个问题:(1)词条选择和音位编码这两个阶段是否完全独立,即音位编码是否必须在词条选择完全结束后才开始;(2)语音信息的激活是否会向上反馈到词条和词义层次。

Levelt^[1,3,4]、Roelofs^[5]等提出的独立两阶段(或序列加工)模型认为,语义特征的激活会传输到多个特定词汇表征之上,这些表征之间产生竞争,直至剩下一个最符合语义激活的词条为止,直到此时音位编码才能开始。词条选择与语音激活这两个阶段在

收稿日期:2002-08-23

本研究得到国家攀登计划(批准号:95-专-09)、国家自然科学基金(30070260)、教育部博士点基金(99000127)和科学技术重点项目基金(01002,02170)的资助。

通讯作者:周晓林,Email:xz104@pku.edu.cn

时间上有明显的分界,不存在重叠现象。Dell^[6]提出的两阶段交互作用理论则认为音位编码在词条选择完成之前就开始。检验这两种观点的经验问题就是,在词汇产生中是否存在同时激活的两个或两个以上的语音表征。Levelt 等人^[3]利用词—图干扰范式,发现图形名称(如“sheep”)的语义相关词(“goat”)和语音相近词(“sheet”)在产生过程中都得到激活,但是图形名称语义相关词的音近词(“goal”)却没有得到激活。这一结果说明,虽然图形刺激激活了对应的词条和语义相近的词条,但只有对应词条的语音得到了激活,语义相近词条的语音没有得到激活。也就是说,在语义特征的提取完成之后,音位编码的激活才开始,而语义相关词的语义特征在目标词词条选定之后,逐步衰退,无法传递到音位层次,激活相应的音位结点。Peterson 和 Savoy^[7]、Jescheniak 和 Schriefers^[8]用命名图形中干扰字词的方式,发现目标图形(如“couch”)的完全同义词(“sofa”)的音近词(“soda”)在产生过程中得到激活,而目标图形一般性的语义相关词(“bed”)的音近词(“bet”)没有激活,说明只有在特定的条件下,语音激活才不需要在词条选择之后才开始。在西方语言的研究中,探测语义相关词的语音是否激活时,采用的是相关词的音近词,并非同音词(如呈现图片“sheep”时,使用的是语义相关词“goat”的音近词“goal”),这些音近词与语义相关词有许多不同的语音特征,两者在激活时存在竞争关系^[9,10],这在很大程度上阻碍了音近探测词探测到语义相关词的语音激活。

现在还很少有实验研究探讨语音信息的激活是否会向上反馈到词条和词义层次。交互作用模型认为,这种反馈能够很好地解释语误中的混合错误(如把 cat 发成 rat, rat 在语义和语音上都与 cat 相关),这种错误的出现率高于单纯的语义错误(如把 cat 说成 dog)或语音错误(如把 cat 说成 mat)。序列加工模型则否认这种机制的存在,它们用“词汇后(post-lexical)”的监控机制来解释混合错误^[1,4]。

在本研究中,我们将利用汉语同音字词多的特点,来探讨词汇产生中是否存在多个词汇的语音激活。举例说来,为了探测图片名称(“牛”)的语义相关词(“羊”)是否有语音激活,我们呈现与语义相关词完全同音的语音探测词(如“阳”)。如果语义相关词“羊”的语音在图片“牛”呈现后得到了激活,则“阳”应与“羊”一样,对图片命名产生影响(实验一),或者图片对汉字“阳”、“羊”的命名产生相似的作用

(实验二)。针对语音信息的激活是否会向上反馈到词条和词义层次这一问题,本研究将使用语义分类判断方法,即要求被试判断图片中物体是否为“动物”或“人造物体”等。在图形(如“龟”)上呈现同音字(“归”),考察汉字“归”的语音“/gui/”激活能否影响图形的语义判断任务。如果存在促进效应,则说明音位结点激活后能把信息反馈到语义特征层次,加强语义的激活。

2 实验研究

2.1 实验一

本实验为单因素 3 个水平(语义相关组、语义中介组和无关控制组)重复测量设计。在呈现目标图片(如“牛”)、要求被试对图片进行快速命名的同时,在图片上呈现 3 类汉字(见表 1)。一类为图片名称的语义相关字(如“羊”),一类为语义相关字的同音字(如“阳”),一类为无关控制字(如“冒”)。以前研究已经发现,语义相关字会对图片命名产生干扰。“羊”的出现会加强其对应词条的激活,与图片对应的词条形成竞争,从而延误“牛”的语音编码及其命名。语义相关字同音字(“阳”)的出现也可能对图片产生干扰,但其干扰效应产生的机制可能有两种,我们将在后面予以讨论。

表 1 目标图片和启动图片材料举例及对应的字频、笔画数的平均数

| | 启动类型 | | | 目标 图片 |
|------|------|------|-----|----------|
| | 语义相关 | 语义中介 | 控制 | |
| 材料举例 | 羊 | 阳 | 冒 | 牛 |
| 字频 | 579 | 441 | 441 | 511 |
| 笔画数 | 9.8 | 8.9 | 8.9 | 8.8 |

注:字频来自《现代汉语频率词典》,以百万分之一为单位,下同。

2.1.1 方法

2.1.1.1 被试 被试为北京师范大学 45 名本科生,均为北方人,普通话标准,裸视或矫正视力正常,以前没有参加过类似的实验,实验结束后获得少量报酬。

2.1.1.2 设计与材料 本实验使用 85 幅名称为单字的图片,除个别图片外,多数来自经舒华等人^[11]修订的 Snodgrass 和 Vanderwart 的标准图,所选用的图片具有非常高的图片命名一致性、熟悉性、表象一致性和视觉复杂性。实验材料分为关键材料和填充材料两大类。关键材料包含 51 幅图片,每幅图片(如“牛”)分别对应语义相关(“羊”)、语义中介

(“阳”)和无关控制(“貌”)3种启动类型的干扰字。匹配了3种启动类型之间的字频和笔画数,字频来自《现代汉语频率词典》^[12],以百万分之一为单位,具体数值见表1。填充材料包含34幅图片,每幅图片(如“花”)分别对应一个无关干扰字(“避”)。以拉丁方设计把51项关键材料交叉分成3个测验组。每个测验组包含所有图片和3种启动类型的干扰字,各有1/3的图片与其相对应的干扰字分别具有语义相关、语义中介和无关控制关系。34项填充材料相同地出现在3个测验组中,每个被试只参加一个测验组。

2.1.1.3 实验程序 实验实施使用DMDX系统,该系统呈现与计时精度均为1ms。实验材料在计算机屏幕正中间顺序呈现。首先呈现“+”300ms,接着空屏300ms,然后同时呈现目标图片和一个干扰字(干扰字放在图片中间)(即SOA=0ms),要求被试看到图片时,克服干扰字的干扰作用,尽可能快、尽可能准确地命名图片。图片和干扰字在屏幕上的呈现时间与被试的反应时间相同,即被试作出反应的同时,图片和干扰字消失。要求被试必须在2000ms之内作出反应,否则算错。每两个项目之间(从被试对前一个项目反应结束到下一个项目开始呈现)的时间间隔为2秒。

本实验在具体操作时分成3个阶段。第一为学习、训练阶段,要求被试熟悉实验所用的全部图片并记住其相应的单词素名称,被试有充足的时间学习图片名称。第二为练习阶段,用DMDX系统按照上述方式依次呈现练习材料,练习材料的呈现方式与正式实验完全相同,练习可以帮助被试熟悉实验程序,主试根据被试练习情况进行指导,使其尽快适应实验要求。第三阶段为正式实验,要求被试看到图片和干扰字时立即对图片进行命名,计算机记录下被试的反应时和错误率,主试对被试的反应情况进行详细记录。

2.1.2 结果 被试的反应错误率较低,除图片“铃”和“盆”命名错误率过高(超过50%)被剔除外,其它项目和被试均被接受。各组材料的反应时、错误率和效应量如表2所示。

表2 三组材料的反应时和效应量(ms)、错误率(%)

| 统计项 | 语义相关 | 语义中介 | 控制 |
|--------|-------|-------|-----|
| 反应时 | 921 | 915 | 894 |
| 错误率 | 12.1 | 8.6 | 7.8 |
| 反应时效应量 | - .27 | - .21 | |

对3种条件下的反应时进行方差分析,没有发现显著的主效应,被试分析 $F_1(2,88) = 1.80, p > 0.10$,项目分析 $F_2(2,96) = 2.34, p > 0.10$ 。在两两比较中发现,语义相关组和控制组之间存在微弱的差异, $t_1(44) = 1.52, p > 0.10, t_2(48) = 1.85, 0.05 < p < 0.10$,被试在语义相关组的反应慢于控制组。语义中介组和控制组之间也存在微弱的效应, $t_1(44) = 1.79, 0.05 < p < 0.10, t_2(48) = 1.83, 0.05 < p < 0.10$,被试在语义中介组的反应慢于控制组。

在错误率分析中,发现被试分析主效应显著, $F_1(2,88) = 5.12, p < 0.01$,项目分析中主效应达到边缘显著水平, $F_2(2,96) = 2.83, 0.05 < p < 0.10$ 。在两两比较中,语义相关和控制组之间的差异较大, $t_1(44) = 2.81, p < 0.01, t_2(48) = 1.94, 0.05 < p < 0.10$,表明被试在语义相关组比在无关控制组更容易出错;语义中介组和控制组之间没有显著差异。

2.1.3 讨论 本实验的结果表明,汉语词汇产生中存在微弱但明显的语义干扰效应和语义中介效应。图片命名中的语义干扰效应是言语产生研究的一个基本现象。在图片命名任务中,图片的语义相关词组产生了27ms的干扰效应,这一效应与已有的西方语言研究结果相同。周晓林、庄捷、吴佳音、杨大赫^[13]在考察汉语词汇产生中音、形、义三者关系时,发现了类似大小(33ms)的语义干扰效应。如果对这两个实验做一个2(两个实验)×2(语义相关 vs. 控制)的总体检验,其语义干扰效应显著(反应时: $F_1(1,87) = 5.56, p < 0.05, F_2(1,94) = 6.66, p < 0.05$; 错误率: $F_1(1,87) = 19.35, p < 0.001, F_2(1,94) = 13.46, p < 0.001$)。因此,两个研究相互印证,说明了在汉语词汇产生中语义干扰效应的真实性。在图片(如“牛”)命名早期,存在一个语义表征提取阶段,目标语义“牛”以及其它相关语义(如“羊”、“马”等)都得到激活,目标语义激活强度最大,而其它语义则逐步消退。如果在这一阶段加入图片的语义相关干扰词(如“羊”),则会加强非目标语义的激活强度,使之在词条选择时,与目标语义所对应的词条产生竞争,从而干扰目标语音的提取,产生干扰效应。

在发现语义干扰效应的同时,我们还获得了类似的语义中介干扰效应。语义中介效应与语义干扰效应的反应模式相同,效应量也很接近。这一结果与 Levelt 等人^[3]的研究结论不同,他们使用同样的

词—图干扰范式,没有发现图形名称(如“sheep”)的语义相关词(“goat”)的音近词(“goal”)对图片命名产生作用。由此他们得出结论,词条选择和音位编码之间不存在交互作用,二者是模块化的关系。但正如前面所作的分析,音近词与目标语音之间存在不同的语音特征,它们在语音激活时存在竞争关系^[9,10],音近探测词不一定探测到语义相关词的语音激活。本实验采用完全同音的词,避免了这个问题。但如何解释语义中介干扰效应呢?

根据交互激活作用理论,词条层的激活信息向音位层的传递过程是瀑布式的(cascaded),而不是模块式的(discrete),即目标图片“牛”与其语义相关词(如“马”、“羊”等)的词条都得到激活,从上到下的激活象瀑布一样,同时传递它们对应的音位表征。在命名图片的早期加入干扰字“阳”,就会加强音位层已有的、被词条层“羊”激活的“yang2”的激活强度,加强其对目标语音“niu2”的竞争、干扰作用。与此相反,独立两阶段理论认为,词条“羊”的激活不会传输到对应的语音表征上。与无关条件相比,干扰词“阳”所提供的语音信息不能干扰目标语音“niu2”的激活。因此,本实验所获得的语义中介干扰效应支持两阶段交互作用理论,而与独立两阶段理论矛盾。

但是独立两阶段理论似乎有一条路可以逃遁,即把语义中介词的干扰效应解释为汉字加工中以语音为中介的语义激活作用。“阳”的语音激活有可能传递到“羊”的语义表征上,加强“羊”的语义激活,使其与图片“牛”的竞争更加强烈,从而延缓图片“牛”的语音激活和命名速度。换句话说,在这种解释中,语义相关表征(“羊”)的同音字(“阳”)对图片命名的干扰效应不是产生在语音层次,而是产生在语义层次。但其它研究表明^[14,15],在汉字识别中,语音对语义的最初激活作用有限,即同音字的语音激活对目标字的语义激活只在特定条件下起作用。把本实验的语义中介干扰作用完全归结于语音中介作用显然是不妥的。

2.2 实验二

实验一以图片命名方法获得了汉语词汇产生中的语义中介启动效应;实验二则试图从另一个角度,即命名图片中干扰字的方法,以图片中的干扰字为探针,以被试在对语义中介和无关控制两种探针反应时和错误率的差异来说明语音激活的特点,回答词条选择和音位编码这两个阶段的关系问题。

2.2.1 方法

2.2.1.1 被试 被试为 40 名本科生,选择标准同

实验一。

2.2.1.2 设计与材料 本实验使用 104 幅名称为单字的图片,图片选择标准同实验一。实验材料分为关键材料和填充材料两类。关键材料包含 52 幅图片,每幅启动图片(如“牛”)分别对应语义相关(“羊”)、语义相关控制(“带”)、语义中介(“阳”)和语义中介控制(“袋”)四种目标字。两种实验组(语义相关和语义中介)分别以自身作为相应控制组,因此实验组和控制组之间的字频和笔画数完全相同(见表 3)。使用两个控制组是两个实验组的材料性质相差较大。填充材料包含 52 幅图片,每幅图片中间没有加入任何干扰字,而是加入“?”号。

表 3 启动图片和 4 种类型目标汉字材料举例及其字频和笔画数的平均数

| | 启动 图片 | 目 标 汉 字 | | | |
|------|----------|---------|-----|------|-----|
| | | 语义相关 | 控制组 | 语义中介 | 控制组 |
| 材料举例 | 牛 | 羊 | 带 | 阳 | 袋 |
| 字频 | 509 | 596 | 596 | 442 | 442 |
| 笔画数 | 8.8 | 9.6 | 9.6 | 9.0 | 9.0 |

以拉丁方设计把 52 项关键材料交叉分成 4 个测验组。每个测验组包含所有启动图片和 4 种类型的目标字,各有 1/4 的图片和其相对应的目标字分别具有语义相关、语义相关控制、语义中介和语义中介控制关系。填充材料分别相同地出现在 4 个测验组中。每个被试只接受 1 个测验组,其中包含所有 4 种实验条件(共计 52 项材料)和所有填充材料(52 项材料)。

2.2.1.3 实验程序 关键材料和填充材料属于两种性质的材料,实验实施时两类材料随机排序,混在一起呈现。每个项目的呈现顺序如下:首先呈现“+”300 ms,接着空屏 300 ms,然后呈现关键材料或填充材料,被试做出相应反应后,间隔一段时间进行下一个项目的呈现。在呈现关键材料时,图片先呈现,持续 50 ms(SOA = 50 ms)后,在图片中间加入一个汉字(图片保持不变),被试看到汉字呈现时,马上命名该汉字,不再命名图片。如果呈现填充材料,则在图片呈现 400ms 时,加入一个“?”而不是汉字,被试在这种条件下则命名图片。使用这种方法是为了鼓励被试对图片积极进行加工。图片和中间的汉字(或“?”)一直停留在屏幕中间,直到被试作出反应才消失。实验操作时,要求被试事先对每一个项目都做好命名图片的准备,当图片中间出现汉字时立即转变任务,改为命名汉字,如果没有汉字出现,则

继续命名图片,要求被试在命名图片(填充材料)时尽可能快、尽可能准确地作出反应。根据言语产生理论和已有词汇产生研究结果^[1],语义激活阶段在时间上早于语音激活阶段,在 $SOA = 50ms$ 时,语音激活已经开始,此时呈现干扰汉字,可以探测语音加工进程和特点。

实验具体操作同样按照先学习、熟悉图片,接着做练习,最后进行正式实验的步骤进行,具体要求同实验一。

2.2.2 结果 本实验所有被试在关键材料上的错误率较低,因此在对本实验数据进行分析时没有删除任何被试或项目。被试的反应时和效应量见表4。

表4 四种条件下被试命名汉字时的反应时和效应量(ms)、错误率(%)

| 统计项 | 语义相关 | 控制组 | 语义中介 | 控制组 |
|--------|------|-----|------|-----|
| 反应时 | 655 | 675 | 677 | 696 |
| 错误率 | 4.6 | 4.4 | 6.3 | 6.5 |
| 反应时效应量 | 20 | | 19 | |

对反应时的方差分析表明,语义类型主效应显著, $F_1(1,39) = 19.90$, $p < 0.01$, $F_2(1,51) = 4.77$, $p < 0.05$;启动类型主效应显著, $F_1(1,39) = 8.90$, $p < 0.01$, $F_2(1,51) = 4.02$, $p < 0.05$;交互作用不显著, $F_1(1,39) < 1$, $F_2(1,51) < 1$ 。被试在语义相关和语义中介组上的反应时均显著快于各自的控制组,两者的启动效应没有差异。

对错误率进行方差分析,发现语义类型主效应达到边缘显著, $F_1(1,39) = 3.980$, $0.05 < p < 0.10$, $F_2(1,51) = 3.316$, $0.05 < p < 0.10$;启动类型主效应不显著, $F_1(1,39) < 1$, $F_2(1,51) < 1$;交互作用不显著, $F_1(1,39) < 1$, $F_2(1,51) < 1$ 。两种语义类型之间存在显著差异,而语义相关和语义中介组之间的错误率不存在明显的差异。

2.2.3 讨论 本实验在图—词干扰范式、汉字命名任务中发现了显著的语义相关促进效应和语义中介促进效应,而且语义相关组和语义中介组的效应量几乎相等。这与图片命名任务中的语义干扰效应表现恰恰相反,而与汉字启动中汉字命名的结果类似^[10,16]。

语义中介促进效应表明,当图片(“牛”)呈现 50 ms 时,其语义、语音信息得到激活,而其语义相关字“羊”的语义、语音信息也得到了激活。由于后者与探测字“阳”共用同一个语音表征,探测字“阳”的命名就得到了促进。因此,本实验从另一个角度证明

多重语音激活的存在,与实验一类似,实验结果倾向于支持交互激活理论。

2.3 实验三

本实验采用语义范畴判断方法,通过考察图片(如“鸡”)的同音字(“基”)对图片语义加工的影响,来探讨音位层次的语音信息的激活能否反馈到词层和语义层。这里的基本逻辑是,在图片呈现时,被试会对其进行视觉加工,由此激活图片所对应的语义表征,语义激活会自动地进一步传输到对应的语音表征上。如果语音层次向语义层次的激活反馈,同音字的出现会加强语音的激活,并由反馈环路加强语义的激活,从而在语义判断中产生促进效应。这里图片加工的过程模拟了正常的言语产生过程^[17]。虽然语义判断不是言语产生过程的必然过程,但语义判断任务的使用可以帮助我们探索言语产生中语义激活的状态,就象词汇判断任务能帮助我们了解词汇加工过程一样。

实验三实际包含 3 个实验,依据语义判断标准的不同,分成 3 个部分。使用不同的语义判断标准是为了变换语义加工的难度。一般说来,越是困难的语义加工,被试的反应时就越长,潜在的语音反馈就越有时间和机会作用于语义层次。

2.3.1 方法

2.3.1.1 被试 本实验分为 A、B、C 三部分,分别选用 33、32 和 42 名本科生作为被试,选择标准均同实验一。

2.3.1.2 设计与材料 本实验 3 个部分的判断标准不同。实验三(A)的判断标准为“是否是人体器官”和“是否是动物”两种,属于比较容易的判断任务。实验三(B)的判断标准为“是否是人造物体”,判断难度中等。实验三(C)的判断标准为“是否含木质/金属成分”和“是否是小型草食/杂食动物”两种,属于双重判断任务,难度最大。

实验三(A)使用 88 幅名称为单字的图片,图片选择标准同实验一。实验材料分为关键材料和填充材料两类。关键材料包含 30 幅图片(10 幅人体器官类图片、20 幅动物类图片),每幅目标图片(如“鸡”)分别对应语义相关(“鸭”)、同音(“基”)和无关控制(“忍”)3 种启动字,需作“ Yes ”反应。匹配 3 种启动类型之间的字频和笔画数,字频来自《现代汉语频率词典》,以百万分之一为单位,具体数值见表 5。填充材料包括 58 幅图片:4 幅人体器官,10 幅动物,44 幅人造物体。在填充材料中的 30 幅人造物体图片也对应语义相关、同音和无关控制 3 种启动字。

在剩余的填充材料中,每一幅人体器官或动物图片对应一个表示人造物体的启动汉字,而每一幅人造物体图片对应一个表示人体器官或动物的启动汉字。

实验三(B)使用的图片和实验三(A)相同,只是判断标准不同。关键材料为 30 幅人造物体图片(“弓”)和相应的语义相关(“箭”)、同音(“宫”)和无关控制(“药”)3 种启动字,需作“ Yes ”反应。填充材料也包含 58 幅图片:14 幅人造物体,14 幅人体器官

和 30 幅动物。

实验三(C)选用 90 幅单字图片材料,选择标准同实验一。关键材料包含 45 幅图片(34 幅含木质/金属成分物体,11 幅小型草食/杂食动物),每一幅图片(“斧”)分别对应语义相关(“锤”)、同音(“府”)和无关控制(“万”)三种启动字,需作“ Yes ”反应。匹配 3 种条件的字频和笔画数,见表 5 所示。填充材料为 45 幅图片(既不含木质也不含金属成分的物体),每幅图片对应一个无关启动字。

表 5 三种条件关键材料举例及字频和笔画数

| 实验 | | 启动类型 | | | 目标 图片 |
|--------|------------|------|-----|-----|----------|
| | | 语义相关 | 同音 | 控制 | |
| 实验三(A) | 动物类 | 鸭 | 基 | 忍 | 鸡 |
| | 人体器官类 | 鼻 | 尔 | 售 | 耳 |
| | 字频 | 340 | 406 | 392 | 566 |
| | 笔画数 | 8.7 | 9.2 | 8.1 | 9.7 |
| 实验三(B) | 人造物体类 | 箭 | 宫 | 药 | 弓 |
| | 字频 | 231 | 491 | 405 | 234 |
| | 笔画数 | 10.9 | 9.4 | 8.2 | 10.5 |
| 实验三(C) | 含木质/金属成分类 | 锤 | 府 | 万 | 斧 |
| | 小型草食/杂食动物类 | 猫 | 暑 | 烦 | 鼠 |
| | 字频 | 354 | 468 | 390 | 221 |
| | 笔画数 | 10.0 | 8.8 | 9.2 | 8.2 |

以拉丁方设计分别把实验三(A)中 30 项关键材料交叉分成 3 个测验组。每个测验组包含所有图片和三种启动类型的干扰字,各有 1/3 的图片和其相对应的干扰字分别具有语义相关、语同音和无关控制关系。填充材料相同地出现在三个测验组中。每个被试只接受一个测验组,包含所有三种实验条件(共计 30 项材料)和所有填充材料(58 项材料)。被试对关键材料和 14 幅填充材料(动物类和人体器官类)做“ Yes ”判断,对剩余的填充材料(44 项材料)做“ No ”判断。

以同样方法把实验三(B)和实验三(C)中的关键材料交叉分成 3 个测验组,被试对实验三(B)中 30 项关键材料和 14 幅填充材料做“ Yes ”判断,对剩余的填充材料(44 项材料)做“ No ”判断;对实验三(C)中关键材料做“ Yes ”判断,对填充材料做“ No ”判断。

2.3.1.3 实验程序 本实验三个部分在实施程序方面大致相同,只是判断标准不同。

在实验三(A)施测时,按照两种不同判断标准分成两组分别进行。第一组要求被试判断将要呈现的图片是否是动物,如果是动物就按“ Yes ”反应键,否则按“ No ”键。第一组包含 20 项动物类关键材料、10 项动物类填充材料和 30 项人造物体类填充材料。第二组要求被试判断图片是否是人体器官,刺激材料 10 项人体器官类关键材料、4 项人体器官类填充材料和 14 项人造物体类填充材料。

在实验三(C)施测时,同样按照两种不同判断标准分成两组分别进行。第一组判断标准为是否是含木质或金属成分的物体,包含 34 项关键材料和 34 项填充材料。第二组判断标准为是否是小型草食或杂食动物,包含 11 项关键材料和 11 项填充材料。实验三(B)在实施时相对简单,只有一个判断标准,即是否是人造物体。

在具体实验操作中,首先呈现“ + ”300 ms,接着空屏 300 ms,然后同时(SOA = 0 ms)呈现目标图片和一个启动字(汉字放在图片中间),要求被试看到

图片和启动字时,立即按照事先规定的语义类别范畴对图片尽可能快、尽可能准确地做出判断,如果图片属于某个语义范畴,则按“ Yes ”反应键,否则按“ No ”键。在实验三(A)中,图片和启动字在屏幕上的呈现时间与被试的反应时间相同,即被试作出反应的同时,图片和启动字消失;在实验三(B)、(C)中,图片和启动字呈现固定的时间(700 ms),不受被试反应快慢的影响。这两个实验均要求被试必须在2秒之内作出反应,否则算错。每两个项目之间的时间间隔为2秒。

实验具体操作步骤包括学习训练、练习、正式实验三部分,具体要求同实验一。

2.3.2 结果与讨论 在实验三(A)、(C)中,所有被试在关键材料上的错误率及所有关键项目的错误率均较低,因此在对本实验数据进行分析时没有删除任何被试或项目。被试的反应时和效应量见表6。在实验三(B)中,除图片“桃”和“梨”被误选为人造物体类材料而被删除外,其它关键项目及被试反应错误率均非常低,不超过30%,未被删除。被试的反应时和效应量见表6。

表6 三种条件下被试反应时和效应量(ms)和错误率(%)

| 实验 | 语义相关 | 同音 | 控制 |
|--------|------|------|------|
| 实验三(A) | | | |
| 反应时 | 506 | 542 | 531 |
| 错误率 | 0.9 | 2.1 | 1.8 |
| 反应时效应量 | 25 | -11 | |
| 实验三(B) | | | |
| 反应时 | 641 | 671 | 662 |
| 错误率 | 10 | 9.4 | 9.7 |
| 反应时效应量 | 21 | -9 | |
| 实验三(C) | | | |
| 反应时 | 718 | 745 | 739 |
| 错误率 | 11.3 | 11.6 | 14.3 |
| 反应时效应量 | 21 | -6 | |

对本实验3个部分反应时进行合并方差分析,发现启动类型(语义相关、同音、控制)主效应显著, $F_1(2,214) = 7.574, P < 0.01, F_2(2,194) = 4.781, p < 0.01$,说明被试对3种启动条件的反应存在显著差异;实验间(3个实验)主效应显著, $F_1(2,107) = 43.708, p < 0.01, F_2(2,97) = 32.464, p < 0.01$,表明三个实验之间难度不同,被试在3个实验中的反应时存在显著差异;两种因素之间的交互作用不显著, $F_1(4,214) < 1, F_2(4,194) < 1$ 。进一步两

两比较发现,语义相关组和控制组之间存在显著差异, $t_1(109) = 2.69, p < 0.01, t_2(99) = 2.57, p < 0.05$,被试对语义相关组的反应快于控制组。同音组和控制组之间不存在显著差异。

对本实验进行错误率的方差分析,发现启动类型主效应不显著, $F_1(2,208) < 1, F_2(2,200) < 1$,说明被试在3种启动条件下的错误率不存在显著差异;实验间主效应显著, $F_1(2,104) = 54.17, p < 0.01, F_2(2,100) = 17.68, p < 0.01$,说明被试在3个实验中的错误率不同,差异显著;两种因素之间的交互作用不显著, $F_1(4,208) < 1, F_2(4,200) < 1$ 。

2.3.3 讨论 在本实验中发现了显著的语义促进效应,并且这种效应不受语义判断任务难度的影响,这说明当图片“鸡”和语义相关字“鸭”同时呈现时,汉字的语义表征能够迅速完成通达过程,并加强图片语义激活的强度,加速对图片的语义判断进程。这种语义促进效应的发现同时也说明,语义范畴判断方法能够灵敏地反映、探测出言语产生中语义的激活状态,是一种有效的研究方法。

三部分实验均没有发现显著的同音启动效应。在图片(如“鸡”)中加入的同音启动字(“基”),应加强图片语音表征“ji1”的激活。如果音位层激活的信息能够反馈到上面的词条和语义层,我们应该在语义任务中能够探测到这种反馈激活效应。但本实验在所有任务难度下均没有发现同音启动效应,因而不支持音位信息激活反馈的观点。

也许有人争辩说,语义判断任务偏向语义的激活,但对语音的激活不够敏感,因而本实验没有探测到语音的作用。虽然我们不能完全排除实验任务的偏向性,但我们并不赞同这种解释。许多研究^[18,19]表明,在进行语义判断时,语音信息会自动激活,这种激活甚至在干扰语义判断任务的完成下也会发生。在本实验中,语音的激活和反馈只会促进语义激活和语义判断任务的完成,但我们依然没有观察到语音效应。我们认为,这强烈说明了在图片命名中语音反馈的不可能性。

3 综合讨论

传统观点认为,词条选择和音位编码这两个阶段是否完全独立和语音信息的激活是否会向上反馈到词条和语义层次这两个问题是区分言语产生中相互作用理论和模块化理论的分水岭。在本研究中,实验一和二的结果支持相互作用理论,实验三的结果则支持模块化观点。如何协调这看似矛盾的结果

和理论呢?

判断词条选择和音位编码这两个阶段是否完全独立,一个有效的方法就是考察目标图片中是否存在多重语音激活。实验一、二从不同角度得到相同的结果,即均得到了语义中介效应,虽然这种效应在实验一和二中表现不同,分别为抑制和促进。这个发现与大多数西方语言的研究结果不同,但正如前面分析的,以前西方的研究受到了材料的限制,音近词之间的竞争使得多重语音激活难以在实验结果中表现出来。本研究利用汉语同音词的特点,克服了这一局限,找到了多重语音激活的证据。实验三采用语义范畴判断方法,考察音位层的语音激活能否反馈到词条和语义层,影响图片的语义加工。实验发现了显著的语义促进效应,但没有发现同音促进效应。此结果与交互作用观点矛盾。

由此可见,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。过去言语产生的理论把这两个问题捆绑在一起是不对的。就总体而言,我们认为,本研究更加支持词汇产生中的模块化观点,而不支持相互作用观点。这是因为,承认多重语音激活并不从根本上动摇模块化观点,毕竟从语义到词条到语音是一个单方向的过程,符合模块化观点的基本原则。但承认音位激活对语义激活和词条选择没有反馈作用则将在很大程度上否定相互作用观点。当然,我们这里只是考察词汇产生中语义、词条和语音之间的关系,我们的结果并不排除言语产生中存在其它(如语义和句法之间)相互作用的可能性。

参 考 文 献

- 1 Levelt W J M. Models of word production. *Trends in Cognitive Sciences*, 1999, 3: 223 ~ 232
- 2 Caramazza A. How many levels of processing are there in lexical access? *Cognitive Neuropsychology*, 1997, 14: 177 ~ 208
- 3 Levelt W J M, Schriefers H, Vorberg D, Meyer A S, Pechmann T, Havinga J. The time course of lexical access in speech production: A study of picture naming. *Psychological Review*, 1991, 98: 22 ~ 142
- 4 Levelt W J M, Roelofs A, Meyer A S. A theory of lexical access in speech production. *Behavior and Brain Science*, 1999, 22: 1 ~ 38
- 5 Roelofs A. The WEAVER model of word - form encoding in speech production. *Cognition*, 1997, 64: 249 ~ 284
- 6 Dell G S. A spreading activation theory of retrieval in language production. *Psychological Review*, 1986, 93: 226 ~ 234
- 7 Peterson R, Savoy P. Lexical selection and phonological encoding during language production: Evidence for cascaded processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1998, 24: 539 ~ 557
- 8 Jescheniak J D, Schriefers H. 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: 1256 ~ 1274
- 9 O 'Seaghdha P G, Marin J W. Mediated semantic - phonological priming: Calling distant relatives. *Journal of Memory and Language*, 1997, 36: 226 ~ 252
- 10 Zhou X, Marslen - Wilson W. Spread of activation in the mental lexicon. In: M G Shafto, P Langley ed. *Proceedings of the Nineteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. NJ: Lawrence Erlbaum, 1997. 838 ~ 843
- 11 Shu H, Cheng Y, Zhang H. The naming consistency, familiarity, representation consistency and visual complexity of 235 pictures (in Chinese). *Acta Psychologica Sinica*, 1989, 21(4): 389 ~ 396
(舒华,程元善,张厚粲. 235个图形的命名一致性、熟悉性、表象一致性和视觉复杂性评定. *心理学报*, 1989, 21(4): 389 ~ 396)
- 12 *Modern Chinese Frequency Dictionary (in Chinese)*. Beijing Language Institute Publisher, 1986
(现代汉语频率词典. 北京语言学院出版社, 1986)
- 13 Zhou X, Zhuang J, Wu J, Yang D. Phonological, Orthographic, and Semantic Activation in the Speech Production of Chinese. Submitted to *Acta Psychologica Sinica*. (周晓林,庄捷,吴佳音,杨大赫. 汉语词汇产生中音、形、义三种信息的激活. 已提交给心理学报)
- 14 Zhou X. The limited effect of phonology on access to meaning in reading Chinese. In: D Peng, H Shu, H - C Chen ed. *Cognitive processing of the Chinese language*. Shandong Educational Publishing House, 1997. 159 ~ 184
(周晓林. 语义激活中语音的有限作用. 见: 彭聃龄,舒华,陈焯之主编. *汉语认知研究*. 山东教育出版社, 1997. 159 ~ 184)
- 15 Zhou X, Marslen - Wilson W. Phonology, orthography, and lexical semantic activation in reading Chinese. *Journal of Memory and Language*, 1999, 41: 579 ~ 606
- 16 Bi Y, Zhou X, Shu H. The interaction between different types of knowledge in the mental lexicon. *Acta Psychologica Sinica*, 1998, 30: 262 ~ 268
(毕彦超,周晓林,舒华. 心理词典中不同表征间的激活扩散. *心理学报*, 1998, 30: 262 ~ 268)
- 17 Indefrey P, Levelt W. The neural correlates of language production. In: M S Gazzaniga ed. *The new cognitive neuroscience*. MA: MIT Press, 2000. 845 ~ 865
- 18 Xu Y, Pollatsek A, Potter M C. The activation of phonology during silent Chinese word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1999, 25: 838 ~ 857
- 19 Zhou X, Marslen - Wilson W. Semantic processing of phonetic radicals in reading Chinese characters. *Acta Psychologica Sinica*, 2002, 24: 1 ~ 9

THE INTERACTION BETWEEN SEMANTICS AND PHONOLOGY IN THE SPEECH PRODUCTION OF CHINESE

Zhuang Jie , Zhou Xiaolin

(Center for Brain and Cognitive Sciences , and Department of Psychology , Peking University , Beijing , China 100871)

Abstract

Three sets of experiments were conducted to investigate the relationship between semantic activation (lexical selection) and phonological encoding in the speech production of Chinese. The issue of whether semantic activation and phonological encoding is interactive or discrete can be divided further into whether there is multiple phonological activation and whether there is feedback from phonological activation to lemma and semantic representation. Experiments 1 and 2 employed a picture - word interference paradigm in which a Chinese character was superimposed on a picture. In Experiment 1 , picture naming was delayed both by a character semantically related to the picture name and by a homophonic character of the semantic competitor. In Experiment 2 , naming of the semantically related character and its homophone was both facilitated by the picture. These results were consistent with the interactive view that phonological encoding does not wait until lemma selection is finished and phonological information of both the target word and its close semantic competitors is activated in speech production. Experiment 3 used a semantic categorization task in which the difficulty of categorization was varied across three sub - experiments. Subjects were asked to make speeded semantic judgment to pictures onto which characters semantically related to the pictures or characters homophonic to the picture names were superimposed. Facilitatory effects were observed for the semantic condition but no effect was observed for the homophone condition. Thus phonological activation had no feedback influence on the semantic activation of the picture , consistent with the modular view. These findings suggest that the issue of multiple phonological activations and the issue of phonological feedback to lemma and semantics should be differentiated in theories of speech production. While the modular view could accept the suggestion of multiple phonological activation , the interactive view has more difficulties in accommodating the present findings.

Key words speech production , lemma selection , phonological encoding , picture naming , semantic categorization , feedback , interaction.