心 理 学 报 2008, 40 (3): 253～262
Acta Psychologica Sinica

汉语单音节和双音节词汇产生中的音韵编码过程:内隐启动范式研究*

张清芳

(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 采取内隐启动范式研究汉语词汇产生中的音韵编码过程。实验一和二探测单字词产生中首音相同、韵和声调都相同时的启动效应,结果未发现首音启动效应,却发现了韵和声调相同时的抑制效应。实验三至五探测双字词产生中音节相同、声调相同以及音节和声调都相同时的促进效应,实验结果发现了显著的音节、音节和声调的促进效应,未得到显著的声调促进效应。上述结果表明,音节或"音节 +声调"是汉语词汇产生中的编码单元,音节促进效应发生在音韵编码水平;声调只是节奏框架的一部分,它只能与音节结合在一起才能起作用。结合汉语的特点讨论了研究结果,并与英语或荷兰语的研究结果进行了对比。最后提出了两种可能产生"韵母 +声调"抑制效应的原因,并讨论了记忆可能对实验结果产生的影响。

关键词 词汇产生,音韵编码,内隐启动范式。

分类号 B842

1 前言

言语产生的词汇通达过程包括了两个阶段:词汇选择和单词形式编码。单词形式编码过程又包括了词素音位编码 (Morphonological encoding)、音韵编码 (Phonological encoding)和语音编码 (Phonetic encoding)三个过程[1~3]。在词素音位编码过程,根据词条选择阶段所得到的词汇选择相应的词素及其句法特征。在音韵编码过程,根据词素选择音段和节奏结构,并进行音节化将音段与节奏结构中的音节节点联系起来。在语音编码过程中选择音节程序节点为发音做好准备。音韵编码的单元和加工方式一直是言语产生研究的争论焦点之一。

Dell基于语误分析的结果提出了音韵编码模型[1,4],Dell认为音韵编码包括了词素音位表征和音韵表征之间的匹配,音韵编码的单元包括音素、音节、音节的组成成分 (辅音串、韵腹)及其语音特征。该模型假设音韵表征包含多个层次,音韵编码时音节的组成部分 (首音、核心元音和尾音)同时得到激活,可以任何顺序被插入音节框架结构。当一个词素包含多个音节时,音节的加工是从左至右序列进行的。对于单个音节内部的编码方式,Dell未提出任何具体的假设。

Levelt等提出的 WEAVER (Word - form Encoding by Activation and VERification)模型是目前为止最为详细的音韵编码理论[3]。WEAVER模型认为词汇产生中的音韵编码单元是音素,单个音节内部的音韵编码是一个增长式地编码过程,从音节的首音到核心元音最后到尾音部分。

因此,关于音韵编码的单元和加工方式,两类理论模型之间存在着激烈争论。Dell认为音韵编码的单元可以是音节或音素,音节内部的音素可以同时被激活并插入音节框架;而 Levelt等则认为音韵编码的单元是音素,音素是以序列的方式从左至右插入音节框架的。

而且,已有研究对于音节是否是音韵编码的单元争论尤为激烈,不同语言的研究对于音节是否是音韵编码的单元也难于达成共识。例如,Ferrand等 (1996)[5]和 Ferrand等 (1997)[6]发现法语和英语中音节是语言产生的功能单元,而 Schiller (1998, 2000)利用相同的实验范式分别研究了荷兰语和英语中音节的作用[7,8],结论却与 Ferrand等的研究相反。另外,尽管研究者都认为在法语语言产生中音节可能是功能单元。但是,也有人在法语中未得到

收稿日期:2006 - 11 - 06

*国家自然科学基金 (30400134)、国家社会科学基金 (04CYY002)和中国科学院心理研究所青年基金 (07CX102010)资助。

通讯作者:张清芳,E-mail: zhangqf@psych.ac.cn

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

一致结果。例如,Mehler等(1981)未观察到法语非词命名中启动刺激类型和目标类型之间的交互作用[9]。因此,研究者认为法语或许不是探测音节作用最适合的语言,毕竟在法语中也存在模糊音节和重新音节化现象。根据 Levelt等的观点[3],重新音节化现象是他们认为不存在存储音节的主要原因。汉语作为一种非字母语言,在音节结构上与法语类似,但不存在模糊音节和重新音节化现象,这对探测音节的作用非常有帮助。

目前,关于汉语词汇产生音韵编码过程的研究很少,仅有的研究有:余林(2000)研究了语言产生中的语音表征与加工[11],结果发现音韵编码是在声母和韵母等更大的层次上加工的。Chen等(2002)利用内隐启动范式探索汉语双音节词汇产生中的音韵编码阶段[11],结果发现无声调的音节在音韵水平上能作为一个独立的计划单元;声调的作用类似于重音和节奏结构,Chen等(2003)用音节掩蔽任务发现了同样的结果[12]。Chen(2000)分析语误语料库,发现了音节交换错误[13],这表明音节在词汇产生中起了重要作用。沈家煊(1992)发现汉语的语误语料库中存在声调移动现象[14],而韵母发生先置、滞后或互换时声调一般保持不动,这又表明声调具有一定的独立性,与 Chen等的结果矛盾。张清芳等(2005)利用图画-词汇干扰任务探索了音韵编码过程的单元[15],结果仅发现了音节或音节与声调的结合是音韵编码的单元,而音素(首音、韵母或"韵母+声调")不能作为汉语词汇产生中的音韵编码单元。

根据上述汉语词汇产生研究结果,音韵编码的单元在汉语中可能是音节,而不是音素。上述汉语词汇产生的反应时研究大多采用图画-词汇干扰范式,只有 Chen等采用内隐启动范式对双字词产生的音韵编码过程进行了探索[11],但是他们的研究中仅仅研究了双字词产生的情况,主要关注的是音节这一水平的编码单元,而且 Chen等研究中的实验材料存在如下问题。第一,在探测音节的作用时,许多实验材料的目标词之间存在字形上的联系,如实验 1b中的第一组词对"吃冰-清凉"、"自杀-轻生"、"昆虫-蜻蜓","蔬菜-青椒",四个目标词中有三个词"清凉"、"蜻蜓"和"青椒"的第一字具有字形上的联系。因为汉字是形声字,形旁表示意义,声旁指示发音,字形上的联系可能会导致各个单字之间产生语义上的联系,所以目标词之间不仅音节相同,而且同时存在语义和字形上的联系。因此,实验中所得到的音节启动效应有可能混淆了语义因素和字形因素,实验结果不能说明汉语中音节的作用。第二,Chen等的研究[11]中只包括了双音节词,而未探测单音节字的产生过程。庄捷和周晓林(2001)对汉语词汇产生中词长效应的研究表明[16],双音节词的词音计划单位要大于单音节词,也就是说,单音节和双音节词的音韵编码单元可能不同。

基于上述分析,本研究将利用内隐启动范式探索汉语单字词和双字词词汇产生中音韵编码的单元,同时在选择实验材料时避免 Chen等所存在的问题[11]。在内隐启动范式中,被试先学习几个单词对,比如"海豹-夕阳,记忆-媳妇,皇帝-喜事,贝壳-细胞"。这四个单词对中的第二个单词第一个字的音节是相同的,称之为同源(homogeneous)条件组。对照组单词对的第二个单词在音韵上毫无关联,称之为异源(heterogeneous)条件组。在测验时呈现单词对中的第一个词(线索词),要求被试说出对应的单词(目标词),比如呈现"海豹"要求被试说出"夕阳"。实验中将变化同源组的条件,比如第二个单词第一个字的首音相同或韵母相同或声调相同或音节相同等等,记录被试说出目标词的潜伏期和正确率。内隐启动范式的实验逻辑是被试在目标词之间有语音联系的情况下将产生准备效应,同源条件下的反应时将短于异源条件,出现音韵促进效应。若同源条件下的反应时与异源条件相当,则表明对音韵的准备不能产生促进效应,这一音韵单位不能作为音韵编码的单元。

研究中共包括了五个实验。实验一和二分别研究了在单音节字产生过程中音素是否能作为音韵编码的单元,同源条件分别为单字词中的首音相同、韵母和声调相同。如果音素或韵母+声调是单音节词汇产生的音韵编码单元,将进一步探索双字词产生中音素的作用;如果不是,则会探索更大的音韵单位(如音节)在双字词词汇产生中的作用。实验三至五探索的是双音节词产生过程中的音韵编码单元,同源条件分别为双音节词对第一个字的音节相同,声调相同,以及音节和声调都相同。异源条件下目标词之间没有任何语义、字形或语音上的联系。单字词和双字词中的线索词和反应词无语义联系,每组反应词之间也无语义或字形联系。实验三至五的条件设置是基于实验一和二的结果设立的,将在讨论部分对此进行详细阐述。

2 方法

五个实验采用了相同的实验仪器、设计、程序和

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

数据分析方法,但每组的被试和实验材料不同。

2.1 被试

总共 96人,实验三的被试为 16人,其它四个实验的被试均为 20人。大学本科生,视力或矫正视力、听力正常。北方人,普通话标准,以前未参加过类似实验,实验后获得一定报酬。

2.2 仪器

E-Prime编写的程序,PSTSR-BOX反应盒,麦克风,PIII-667计算机。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,主试记录被试的反应正确与否。

2.3 设计

设置两种不同的条件组,分别为同源和异源条件组。在实验中,每个被试重复相同的程序三次;每次重复都包括一个同源和一个异源条件组,同异源条件出现的顺序在被试间进行平衡。在同源或异源条件组中,每套中的四对单词都要重复四次,总共包括 16次测试。对于每次重复,每组条件,每套线索词出现的顺序是随机的。每套单词出现的顺序在每组条件,每次重复,每个被试中都是随机的,并保证相同的单词不会连续呈现。因此,每个被试要完成 384(3次重复 ×2组条件 ×4套单词 ×4对单词 ×4次重复)次测试。

2.4 程序

在学习阶段,被试每次学习四个词对。开始时屏幕上呈现两个字或两个词,这两个字或词分别位于短线的两边。总共有四对字词,每对字词呈现两次,要求被试熟记这四对字词,被试可以自己控制学习的时间。学习完一套后进入测试阶段。屏幕上呈现刚才被试学习过的字词对中的第一个字或词(线索字或词),要求被试大声清晰地说出对应于该字的第二个字或词(目标字或词)。如果被试反应错误,主试要进行纠正,并告诉其正确的目标字或词。被试再次进行测试,直到能迅速正确地说出目标字或词。一般地,被试都能很快地记住四对字词。

在实验阶段,首先呈现"十"字注视点 200ms,然后空屏 600ms,接着呈现线索字词 150ms,被试的任务是看到线索字词后要尽量准确而迅速地说出对应的目标字词。如果被试的反应时间大于 1000ms,将会出现一个 500Hz的警告音,声音持续 200ms。600ms之后开始下一次测试。如果被试未做出任何反应,也将出现 500Hz的警告音,声音持续 200ms。600ms之后开始下一次测试。

2.5 数据分析方法

在被试分析中,首先平均每一次重复,每一条件,每一套中的反应时间。对平均反应时间进行方差分析:重复次数、每套不同的材料和同异源条件是被试内因素。在项目分析中,目标字词被看作是随机效应因素,每组不同的变量是无关变量,同异源条件的呈现顺序也是无关变量,重复次数和同源异源条件为被试内因素。首先将每一项目的正确反应在不同的测试次和不同的被试上进行平均,然后对平均数进行方差分析。

3 实验一

3.1 材料

四套单词,每套单词包括四对单词,每对单词由单音节字组成。在同源条件下,目标字的首音相同。汉语中有四种不同的声调,四个目标字分别对应四个不同的声调。例如同源条件下第一套单词对应的目标字分别为餐(can1),瓷(ci2),草(cao3),翠(cui4)。异源条件下的刺激材料从四套同源单词对中分别选择一对组合而成,四对单词的目标词之间无语音联系,其首音和声调都不同。实验中所采用的四个首音分别为 c, s, z, m。

3.2 结果与分析

删除被试反应错误(包括结巴或其他反应如嗯或啊等)、无反应以及反应时大于 1000ms或小于 200ms的数据,这三类数据分别占全部数据的 2.9%,0.5%和 2.7%。表 1所示同源和异源条件下反应时间和错误率的平均值。

表 1　同异源条件下反应时(ms)和错误率(%)的平均值

首音	同源条件		异源条件		异源-同源(差值)
	反应时(*SD*)	错误率	反应时(*SD*)	错误率	
c	617(80)	3.66	614(63)	3.35	-3
s	595(79)	3.97	595(72)	2.30	0
z	617(69)	2.72	614(62)	1.88	-3
m	652(64)	2.72	631(59)	2.41	-20
平均值	620	3.27	614	2.48	-7

反应时的分析。被试方差分析(F_1)和项目方差分析(F_2)的结果表明,重复次数的主效应显著($F_1(2, 38) = 31.21$, $p < 0.001$; $F_2(2, 30) = 96.40$, $p < 0.001$),重复次数越多,被试的反应时越短。不同首音的主效应在被试方差分析中显著,$F_1(3, 57) = 11.22$, $p < 0.001$,当首音为 m时所得到的启动量大于其它三个首音。重复次数和同异

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

源条件之间的交互作用显著，$F_2(2, 30) = 3.46$, $p < 0.05$,简单效应分析表明，在三次产生目标词过程中，同异源条件之间的反应时都无显著差异。其它效应均不显著。

错误率的分析。重复次数的主效应显著（$F_1(2, 38) = 6.87$ $p < 0.01$; $F_2(2, 30) = 6.85$, $p < 0.001$），重复次数越多，错误率越低。其它效应均不显著。

实验一最重要的结果是未发现同异源条件的主效应显著，这表明在同源条件下首音相同时并未对说出目标词的反应时产生显著影响，首音不能作为单字词词汇产生中音韵编码的单元。

4 实验二

4.1 材料

四套字对，每套字对包括 4对单字，每对单字由两个单字组成。在同源条件下，目标字的韵母和声调相同。例如第一套字对的目标字分别为兜（dou1），沟（gou1），艘（sou1），粥（zhou1）。四套目标字的对应的音节分别为 CVG（C表示辅音（consonant），V表示元音（vowel），G表示滑音（glide））、CV、CVC和 CVVC结构。汉语中有四种不同的声调，四种音节结构分别对应四个声调。异源条件下的刺激材料从四套同源单词对中分别选择一对组合而成，四对单词的目标词之间无语音联系，其首音、韵母、声调都不同。实验中所采用的四个韵母为 ou, a, en, uang。

4.2 结果与分析

1名被试由于错误反应和其它反应过多被删除。在 19名被试中，删除被试反应错误（包括反应词错误、结巴或其他反应如嗯或啊等）、无反应以及反应时大于 1000ms或小于 200ms的数据，这三类数据分别占全部数据的 3.4%，4.3%和 0.6%。表 2所示同源和异源条件下反应时间和错误率的平均值。

表 2 同异源条件下反应时（ms）和错误率（%）的平均值

韵母和声调	同源条件		异源条件		异源 - 同源（差值）
	反应时（SD）	错误率	反应时（SD）	错误率	
ou1	644（60）	3.08	638（59）	3.74	- 6
a2	660（56）	4.40	648（49）	4.07	- 12
en3	645（51）	1.44	634（48）	1.87	- 11
uang4	662（66）	3.85	627（58）	3.41	- 35
平均值	653	3.19	637	3.27	- 16

反应时的分析。重复次数的主效应显著（$F_1(2, 36) = 70.10$, $p < 0.001$; $F_2(2, 30) = 166.90$, $p < 0.001$），重复次数越多，产生目标词的反应时越短。同异源条件的主效应显著（$F_1(1, 18) = 5.22$, $p < 0.05$; $F_2(1, 15) = 11.89$, $p < 0.01$），同源条件下的反应时长于异源条件。同异源条件和不同“韵母 +声调”之间的交互作用在被试分析中达到了显著水平，$F_1(3, 54) = 3.33$, $p < 0.05$,简单效应分析发现当“韵母 +声调”组合为 uang4时，同源条件下的反应时显著长于异源条件，$F_1(1, 18) = 10.30$, $p < 0.01$,产生了显著的“韵母和声调”相同时的抑制效应。其它效应均不显著。

错误率的分析。重复次数的主效应显著（$F_1(2, 36) = 20.79$, $p < 0.001$; $F_2(2, 30) = 13.65$, $p < 0.001$），重复次数越多，错误率越低。不同“韵母 +声调”的主效应在被试分析中显著，$F_1(3, 54) = 3.88$, $p < 0.05$,各个“韵母 +声调”的错误率存在显著差异，其中 a2的错误率最高，而 en3的错误率最低。其它效应均不显著。

实验二结果表明，当同源条件中的“韵母 +声调”相同时，同源条件下的反应时间显著长于异源条件，产生了“韵母 +声调”相同时的抑制效应。另外，不同“韵母 +声调”条件下所产生的启动量不同，当“韵母 +声调”为 uang4时，所产生的抑制效应有 35 ms,而当韵母和声调为 ou1时，效应量只有 6ms。根据内隐启动范式的实验逻辑，如果同源条件的反应时短于异源条件，则产生了同源促进效应，即可认为同源条件下相同的语音单位能够作为音韵编码的单元。但实验二得到的是抑制效应，因此我们推测“韵母 +声调”不能作为音韵编码的单元。

实验 1和 2的结果表明在单音节词产生过程中，首音或“韵母 +声调”不能作为音韵编码的单元。这与采用图画 - 词汇干扰实验范式所得到的结果一致。因此，我们猜测汉语词汇产生中的音韵编码单元可能是更大的音韵单位，比如音节或“音节 +声调”的结合。因此，在实验三至五中采用双音节词对作为实验材料对音节和声调在音韵编码中的作用进行探索。

5 实验三

5.1 材料

四套单词，每套单词包括四对单词，每对单词都是由双音节单词组成的。在同源条件下，目标词的

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

第一个字对应的音节相同。汉语中有四种不同的声调,四个目标词分别对应四个不同的声调,比如"夕阳(xi1yang2)、媳妇(xi2fu1)、喜事(xi3shi4)和细胞(xi4bao1)。异源条件下的刺激材料从四套同源单词对中分别选择一对组合而成,四对单词的目标词的音节和声调都不同。实验中所采用的四个音节分别为 xi, fei, qi, ke。

5.2 结果与分析

删除被试反应错误(包括结巴或其他反应如嗯或啊等)、无反应以及反应时大于 1000ms或小于200ms的数据,这三类数据分别占全部数据的1.5%,2.3%和 4.7%。表 3所示同源和异源条件下反应时间和错误率的平均值。

表 3　同异源条件下反应时(ms)和错误率(%)的平均值

首音	同源条件		异源条件		异源 - 同源
	反应时(SD)	错误率	反应时(SD)	错误率	(差值)
Xi	605(65)	2.5	618(57)	1.7	13
Fei	660(71)	1.3	676(64)	1.6	16
Qi	630(60)	2.0	649(63)	0.5	19
Ke	637(64)	1.4	653(61)	1.1	16
平均值	633	1.8	649	1.2	16

反应时的分析。同异源条件的主效应显著(F_1(1, 15) = 5.79, p < 0.05; F_2(1, 15) = 29.58, p < 0.001),同源条件下的反应时短于异源条件。不同音节的主效应在被试分析中显著,F_1(3, 45) = 32.21, p < 0.001,其中 fei的反应时最长,而 xi最短,相差 53ms。重复次数的主效应在项目分析中显著,F_2(2, 30) = 8.74, p < 0.05,重复次数越多,反应时越短。重复次数和同异源条件之间的交互作用在项目分析中显著,F_2(2, 30) = 5.17, p < 0.05,简单效应的分析表明,同异源条件下的反应时差值在第一次(F_2(1, 15) = 17.10, p < 0.05)和第三次(F_2(1, 15) = 7.92, p < 0.05)命名时达到了显著差异的水平,同源条件下的反应时在第一次和第三次都短于异源条件。重复次数、同异源条件和不同音节之间的交互作用在被试分析中达到了显著水平,F_1(6, 90) = 2.68, p < 0.05,进一步的简单效应分析发现,第一次产生目标词时,在音节为 qi时同异源条件反应时之间存在显著差异,F_1(1, 15) = 4.60, p < 0.05。其它效应均不显著。

错误率的分析。被试方差分析所有效应均不显著。项目方差分析中重复次数和同异源条件之间的交互作用达到了显著水平,F_2(2, 30) = 6.21, p < 0.05,简单效应分析表明在第三次命名中同异源之间的差异达到了显著水平,F_2(1, 15) = 8.90, p < 0.05,同源条件下的错误率高于异源条件。其它效应均不显著。

实验三最重要的结果是发现了同异源条件的主效应是显著的,当同源条件下第一个字的音节相同时,其反应时间显著地短于异源条件,产生了显著的音节促进效应。尽管不同的音节所产生的音节启动效应量存在差异,但是不同音节和同异源条件之间的不存在显著的交互作用。因此可以得出结论:在音韵编码过程中存在显著的音节促进效应,表明音节可能是音韵编码的单元之一。

6 实验四

6.1 材料

四套单词,每套单词包括四对单词,每对单词都是由双音节单词组成的。在同源条件下,目标词的第一个字对应的声调相同,音节不同,比如"夕阳(xi1yang2)、飞机(fei1ji1)、期刊(qi1kan1)和科技(ke1ji4)。汉语中有四种不同的声调,四套目标词中的第一个字分别对应四个不同的声调。异源条件下的刺激材料从四套同源单词对中分别选择一对组合而成,四对单词的目标词的音节和声调都不同。实验中所采用的四个音节分别为 xi, fei, qi, ke。

6.2 结果

删除被试反应错误(包括结巴或其他反应如嗯或啊等)、无反应以及反应时大于 1000ms或小于200 ms的数据,这三类数据分别占全部数据的1.5%,2.3%和 4.7%。表 4所示为同源和异源条件下反应时间和错误率的平均值。

表 4　同异源条件下反应时(ms)和错误率(%)的平均值

首音	同源条件		异源条件		异源 - 同源
	反应时(SD)	错误率	反应时(SD)	错误率	(差值)
1声	636(61)	6.4	642(56)	3.0	6
2声	653(59)	5.4	660(62)	5.4	7
3声	625(56)	2.7	631(66)	1.6	6
4声	650(57)	3.0	645(57)	4.7	- 5
平均值	641	4.4	645	3.7	4

反应时的分析。重复次数的主效应显著(F_1(2, 38) = 29.25, p < 0.001; F_2(2, 30) = 116.99, p < 0.001),重复次数越多,产生目标词的时间越短。不同声调的主效应在被试分析中显著,F_1(3, 57) = 8.81, p < 0.001,表明不同声调的产

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

生时间存在显著差异,其中 2声的产生时间最长,3声的反应时最短,相差 29ms。重复次数和同异源条件之间的交互作用在项目分析中显著,F_2 (2, 30) = 4.10, p < 0.05,简单效应的分析表明,同异源条件下的反应时差值在第二次达到了显著差异的水平,F_2 (1, 15) = 7.21, p < 0.05,同源条件的反应时比异源条件短。其它效应均不显著。

错误率的分析。不同声调的主效应在被试分析中达到了显著水平,F_1 (3, 57) = 5.99, p < 0.05, 2声的错误率最高,3声的错误率最低。重复次数的主效应在项目分析中达到了显著水平,F_2 (2, 30) = 4.31, p < 0.05,第一次的错误率显著高于第二次。同异源条件和不同声调之间的交互作用在被试分析中显著,F_1 (3, 57) = 3.53, p < 0.05,简单效应分析表明在 1声条件下,同源条件下的错误率显著高于异源条件,F_1 (1, 19) = 11.76, p < 0.05。

实验四最主要的结果是,同异源条件的主效应在被试分析和项目分析中都未达到显著水平,同源条件下的反应时仅比异源条件下短 4ms。虽然反应时分析发现在第二次产生目标词时,同源条件下的反应时要显著短于异源条件,但是我们要同时考虑错误率的结果。在第二次产生目标词的过程中,同源条件下的错误率高于异源条件。根据反应时和正确率平衡原则,我们认为同源条件和异源条件之间的反应时没有差异。这表明只有声调相同的情况下,并未产生显著的促进效应。因此声调不能作为音韵编码的单元。

7 实验五

7.1 材料

四套单词,每套单词包括四对单词,每对单词都是由双音节单词组成的。在同源条件下,目标词的第一个字对应的音节和声调相同,例如第一套单词对应的目标词分别为嘉宾 (jia1bin1),佳绩 (jia1ji4),家具 (jia1ju4),加号 (jia1hao4)。汉语中有四种不同的声调,每套目标词中的第一个字分别对应一个声调。异源条件下的刺激材料从四套同源单词对中分别选择一对组合而成,四对单词的目标词的音节和声调都不同。实验中所采用的四个音节和声调分别为 jia1, ci2, wu3, sheng4。

7.2 结果

删除被试反应错误 (包括结巴或其他反应如嗯或啊等)、无反应以及反应时大于 1000 ms或小于 200 ms的数据,这三类数据分别占全部数据的 3.3%, 0.6%和 4.1%。表 5所示为同源和异源条件下反应时间和错误率的平均值。

表 5 同异源条件下反应时 (ms)和错误率 (%)的平均值

首音	同源条件		异源条件		异源 - 同源
	反应时 (SD)	错误率	反应时 (SD)	错误率	(差值)
jia1	600 (78)	2.93	642 (63)	2.09	42
ci2	624 (100)	6.06	669 (77)	2.51	45
wu3	697 (83)	4.29	719 (82)	2.93	22
sheng4	556 (77)	3.66	617 (63)	2.41	61
平均值	619	4.24	662	2.49	43

反应时的分析。重复次数的主效应显著 (F_1 (2, 38) = 63.57, p < 0.001; F_2 (2, 30) = 60.64, p < 0.001),重复次数越多,反应时越短。同异源条件的主效应显著 (F_1 (1, 19) = 44.84, p < 0.001; F_2 (1, 15) = 83.80, p < 0.001),同源条件下的反应时显著短于异源条件。不同“音节 +声调”的主效应在被试分析中显著,F_1 (3, 57) = 53.18, p < 0.001,其中 wu3的反应时最长,而 sheng4的反应时最短,两者相差 121ms。同异源条件和不同“音节 +声调”之间的交互作用在被试分析中达到了显著水平,F_1 (3, 57) = 6.31, p < 0.01,简单效应分析表明每个“音节 +声调”下同源条件的反应时都显著短于异源条件 (jia1: F_1 (1, 19) = 25.25, p < 0.001; ci2: F_1 (1, 19) = 27.94, p < 0.001; wu3: F_1 (1, 19) = 8.02, p < 0.01; sheng4: F_1 (1, 19) = 49.56, p < 0.001)。重复次数和不同“音节 +声调”之间的交互作用在被试分析中达到了显著水平,F_1 (6, 114) = 2.54, p < 0.05,简单效应的分析表明每个“音节 +声调”三次重复之间的反应时都存在显著差异 (jia1: F_1 (2, 38) = 30.82, p < 0.001; ci2: F_1 (2, 38) = 16.47, p < 0.001; wu3: F_1 (2, 38) = 6.70, p < 0.01; sheng4: F_1 (2, 38) = 65.55, p < 0.001)。其它效应均不显著。

错误率的分析。重复次数的主效应显著 (F_1 (2, 38) = 5.44, p < 0.01; F_2 (2, 30) = 10.59, p < 0.001)重复次数越多,错误率越低。同异源条件的主效应显著 (F_1 (1, 19) = 10.30, p < 0.01; F_2 (1, 15) = 7.00, p < 0.05),同源条件下的错误率高于异源条件。其它效应均不显著。

实验五的结果表明,在同源条件下,当目标词的第一个字音节和声调都相同时,反应时间要显著地短于异源条件,这表明在音韵编码过程中,音节和声

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

调的组合 (以下表示为“音节 +声调 ”)可能是编码单元之一。尽管不同的“音节 +声调 ”的组合所产生的启动效应量,但都达到了显著差异的水平。而且,比较实验三、四、五的结果,我们发现:在同音节同声调的同源条件下,所产生的启动效应量为 43ms,比同音节条件下 16ms的效应量高 27ms,而声调相同时所产生的启动效应量只有 4ms。

8 讨论

本研究采用内隐启动任务设置不同的同异源条件,探索了汉语单音节词和双音节词产生过程中的音韵编码单元。实验一和二的结果表明音素 (首音或韵母 +声调)不能作为汉语词汇产生中音韵编码的单元。基于实验一和二的结果,我们继续探索更大的音韵单位 (音节或“音节 +声调 ”)能否作为词汇产生中音韵编码的单元。实验三至五发现了显著的音节、“音节 +声调 ”的促进效应,这表明在双音节词的产生中音节或“音节 +声调 ”能作为音韵编码的单元。

实验一结果表明首音相同条件下不能产生促进效应,而实验三表明音节相同时则产生了显著的促进效应,这表明音节促进效应并不是由于首音相同引起的,而是由于整体的音节相同导致的,音节是音韵编码的单元之一。这一实验结果与语误分析的结论一致。例如,沈家煊[15]和 Chen[14]在汉语普通话口误分析中发现了单音节滞后、音节互换等音节错误。Stemberger(1990)认为音节在语言产生中是有明确表征的[17]。Chen等用音节掩蔽任务发现了同样的结果[12]: CV词的命名速度在 CV字为启动项时比在 CVG为启动项时快,而 CVG词则相反。张清芳等 (2004)利用图画 - 词汇干扰实验范式也发现了显著的音节促进效应[15]。上述结果清楚地表明音节在汉语的言语产生中是一个被存储或被规划的音韵单位,表明了音节在汉语词汇产生中的独立地位。Levelt等的模型中并未指出音节可以作为音韵编码的单元,而 Dell的模型中则认为音节或音素都能作为音韵编码的单元。因此,汉语词汇产生的研究结果倾向于支持 Dell关于“音节可以作为音韵编码单元 ”的假设。

那么,实验四所发现的音节促进效应是发生在词汇产生的音韵编码水平还是语音编码水平?根据 WEAVER模型,在词汇产生的音韵编码阶段产生目标词的音段信息 (包括音素以及音素的顺序)和节律信息 (至少包括重音位置和音节数信息),并将这两类信息联系起来为语音编码和发音做好准备。汉语中声调的作用类似于英语或荷兰语中的重音[11],当目标词的音节相同声调不同时,被试事先不能对节律信息进行编码,只能对音节信息做好准备,也就无法对音段和节律结构之间的联系做好准备,不能进入语音编码阶段。因此,我们认为音节相同时产生的促进效应必须发生在音段与音节结构发生联系之前,即声调不同时无法进入语音编码阶段对字的发音程序做出任何准备。所以,内隐启动范式中的音节启动效应发生在音韵编码水平,而不是语音编码水平。这与 Ferrand等利用掩蔽启动范式对英语和法语的研究结果[5,6]不同, Ferrand等利用包含不同加工过程的三类不同任务 (命名单词、非词和图画)之间的比较,认为音节启动效应位于语音输出水平。Ferrand等研究中采用的目标语言、实验方法、实验逻辑等都与本研究存在很大差异,因此很难判断孰是孰非。

在只有音节相同的同源条件下,其启动效应量为 16ms(实验三),而在同音节同声调条件下的效应量为 43ms (实验五),两种条件下的促进效应量 (27ms)存在显著差异。但是,在只有声调相同的同源条件下,声调未产生显著的促进效应 (实验四)。因此,我们认为声调必须与音节结合在一起才能起作用,单独的声调不能对音韵编码过程产生促进作用。根据上述对音节促进效应的解释,当声调与音节结合在一起时,我们认为“音节 +声调“所产生的促进效应可能会发生在音韵编码和语音编码两个阶段。

上述有关声调的结果与语误分析的结果不尽一致。沈家煊在汉语普通话口误分析中发现了很多声调错误[15],其特点如下:第一,声调能够脱离音段单独发生先置、滞后、替代,而且当韵母发生先置、滞后或互换时声调一般保持不动。第二,一个音节的声调可以单独提取并和另一个音节的音段合并为一个音节。沈家煊认为声调错误的特点支持了声调在音节中的独立性。仔细分析沈家煊文中列举的声调错误特点后发现:当声调发生错误时,同时有某个音段与其一起发生了移动,即声调必须与某个特定的音节或音段结合在一起发生移动。因此,这些声调错误的出现并不能说明声调在词汇产生过程中的独立性。Chen也指出汉语语言产生中的许多错误常常是音节和声调整合在一起的[14],这与实验五的结果是一致的。Chen (1999)的语误分析[18]和 Chen等的反应时研究[13]表明声调不能单独在音韵编码过

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

程中起作用,声调的作用可能类似于字母语言中的重音。张清芳等(2004)利用图画-词汇干扰范式探索了音韵编码的单元,在干扰单字和目标图的声调相同时,也没有产生显著的声调促进效应[15]。根据上述分析,我们认为反应时和语误分析都表明声调与音节不同,声调不是一个独立的音韵编码单元。

声调不能作为独立的单元在音韵编码中起作用,这与汉语的特点相符。汉语是一种声调语言,相同音节不同声调的字表示了完全不同的意义。由于声调的作用类似于重音,因此声调只是音节框架结构的一部分。在音韵编码过程中,可以做好准备的信息是音节,在只知道声调的情况下被试不能做出任何关于音韵编码的准备[11]。这与游汝杰等(1980)认为"声调属于整个音节,能够独立出来"的部分观点[19]是一致的。当然,关于声调在音位系统中的地位仍然需要进一步的研究。

与汉语中音韵编码的单元可能是音节的结果不同,英语或荷兰语中的语误和反应时方面的证据都支持音韵表征的最小单位是音素[20,21],这与语言特点有密切关系,英语和荷兰语的特点与汉语有着显著的不同。汉语音节简单,所有的音节都以单个辅音开头,每个首音仅仅对应于两种可能的尾音[n]和[η],因此音节数目相对较少(计入声调,音节数总和比荷兰语少10倍)。而且在汉语中不存在重新音节化现象和模糊音节。因此,音节在汉语中比在英语中更为重要。汉语语言学研究中一般认为音节是自然能够感知到的最小语音单元,音节界限非常明显。另外,汉语中的音节数量远远小于英语或荷兰语,因此对汉语音节进行存储是完全有可能的。若对英语或荷兰语的音节进行存储,在提取时由于数量巨大将耗费更多的资源,不符合经济原则。Bartelson等(1997)也认为[22],字母语言系统中字母组合所携带的音素信息在中国汉字中是不存在的,汉字所携带的语音信息是整体的,处于音节水平上的。而且,大多数法语词汇产生中音节作用的研究都表明,音节是法语言语产生中的功能单元。汉语和法语都有着清晰的音节界限,法语和汉语中只有较少的模糊音节和重新音节化现象,汉语的研究结果更接近于法语,综合本研究以及英语、荷兰语和法语的研究结果,我们认为:语言特点不同,音节在其中所起的作用可能有重大差异,音韵编码的单元与各种语言的特点是相符的。所以,建立通用的语言产生模型时要充分考虑不同语言特点对音韵编码过程的影响。

值得注意的是,当目标词之间的韵母和声调相同时,发现同源条件下的反应时显著长于异源条件,出现了"韵母+声调"相同条件下的抑制效应。这表明在"韵母+声调"相同时产生的准备效应未对音韵编码过程产生促进,而是抑制效应。Chen等研究也发现在首音相同或声调相同时,同源条件下的反应时都要长于异源条件,产生了微弱的抑制效应[12]。本研究中的实验一也得到了类似结果。因此,与Chen等的观点一致,我们认为在首音相同或"韵母+声调"相同条件下,任何的准备效应可能会延迟目标词的产生时间,产生抑制效应。

Chen等发现的首音相同或声调相同时的抑制效应,以及实验二中发现的"韵母+声调"相同时所产生的抑制效应也有可能是由于内隐启动任务中存在记忆干扰引起的。在同源条件下,目标词在语音上存在联系,有可能会对被试的记忆造成干扰,产生抑制效应。但是考虑到每组中只包括四个目标词,而且在正式实验之前的测试阶段保证被试要熟练地记住这四对词。即使四个目标词之间有干扰,由于记忆所产生的抑制效应也是比较微弱的,不足以抵消同源条件下的准备效应。另外,即使存在由于记忆干扰导致的抑制效应,在实验三和五中仍然观察到了显著了音节或"音节+声调"的促进效应,这表明这两种同源条件下的促进效应非常强,即使由于记忆之间的干扰效应也不能使其消失。关于记忆对同源条件下的促进效应的影响,不是本研究所关注的主要问题,以后我们将采取每组包括不同目标词个数的方法对此进行深入探索。

综上,本研究采用内隐启动任务研究了汉语词汇产生中单字词和双字词词汇产生中的音韵编码过程,结果发现音节或"音节+声调"是汉语词汇产生中的音韵编码单元。根据WEAVER模型的观点,我们推测音节促进效应发生在音韵编码水平,而非语音编码水平;声调只是音节结构框架的一部分,它只有与音节结合在一起才能对词汇产生过程产生作用。

参 考 文 献

1 Dell G S. A spreading-activation theory of retrieval in sentence production. Psychological Review, 1986, 93(3): 283～321

2 Roelofs A. The WEAVER model of word-form encoding in speech production. Cognition, 1997, 65: 249～284

3 Levelt W J M, Roelofs A, Meyer A S. A theory of lexical access in speech production. Behavioral and Brain Sciences, 1999, 22: 1～75

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

4 Dell G S. The retrieval of phonological forms in production: Tests of predictions from a connectionist model. Journal of Memory and Language, 1988, 27: 124～142

5 Ferrand L, Segui J, Garinger J. Masked priming of word and picture naming: The role of syllabic units. Journal of Memory and Language, 1996, 35: 708～723

6 Ferrand L, Segui J, Humphreys G W. The syllable's role in word naming. Memory and Cognition, 1997, 25: 458～470

7 Schiller N O. The effect of visually masked syllable primes on the naming latencies of words and pictures. Journal of Memory and Language, 1998, 39: 84～507

8 Schiller N O. Single word production in English: The role of subsyllabic units during phonological encoding. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 2000, 26(2): 512～528

9 Mehler J, Dommergues J, Frauenfelder U, et al. The syllable's role in speech segmentation. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 1981, 20: 298～305

10 Yu Lin. Phonological representation and processing in Chinese spoken language production (in Chinese). Dissertation of Beijing Normal University, 2000
(余林. 汉语语言产生中的语音表征与加工. 北京师范大学博士学位论文, 2000)

11 Chen T Y, Chen T M, Dell G S. Word-form encoding in Mandarin as assessed by the implicit priming task. Journal of Memory and Language, 2002, 46: 751～781

12 Chen J Y, Lin W C, Ferrand L. Masked priming of the syllable in Mandarin Chinese speech production. Chinese Journal of Psychology, 2003, 45: 107～120

13 Chen J Y. Slips errors from naturalistic slips of the tongue in Mandarin Chinese. Psychologia, 2000, 43: 15～26

14 Shen Jiaxuan. A classification of speech errors in Chinese (in Chinese). Chinese Language, 1992, 229(4): 306～316
(沈家煊. 口误类型. 中国语文, 1992, 229(4): 306～316)

15 Zhang Qingfang, Yang Yufang. The phonological encoding unit in Chinese monosyllabic word production (in Chinese). Psychological Science, 2005, 28(2): 374～378
(张清芳, 杨玉芳. 汉语单音节词汇产生中音韵编码的单元. 心理科学, 2005, 28(2): 374～378)

16 Zhuang Jie, Zhou Xiaolin. Word length effect in speech production of Chinese (in Chinese). Acta Psychologica Sinica, 2001, 33(3): 214～218
(庄捷, 周晓林. 言语产生中的词长效应. 心理学报, 2001, 33(3): 214～218)

17 Stemberger J P. Word-shape errors in language production, Cognition, 1990, 35: 123～257

18 Chen J Y. The representation and processing of tone in Mandarin Chinese: Evidence from slips of the tongue. Applied Psycholinguistics, 1999, 20: 289～301

19 You Rujie, Qian Nairong, Gao Zhengxia. The phonological system of Mandarin (in Chinese). Chinese Language, 1980, 168(5): 328～334
(游汝杰, 钱乃荣, 高征夏. 论普通话的音位系统. 中国语文, 1980. 168(5): 328～334)

20 Meyer A S. The time course of phonological encoding in language production: phonological encoding inside a syllable. Journal of Memory and Language, 1991, 30: 69～89

21 Meyer A S, Schriefers H. Phonological facilitation in picture-word interference experiments: Effects of stimulus onset asynchrony and types of interfering stimuli. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 1991, 17: 1146～1160

22 Bartleson P, Chen H C, De Gelder B. Explicit speech analysis and orthographic experience in Chinese readers. In: Chen H C. (Ed.) Cognitive processing of Chinese and related Asian languages. The Chinese University Press, 1997

Phonological Encoding in Monosyllabic and Bisyllabic Mandarin Word Production: Implicit Priming Paradigm Study

-

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

Abstract

A number of different models have been proposed to account for how a word is processed at the stage of phonological encoding. Based on speech error data, Dell's model assumes that the phonological unit includes a phoneme, segment, and syllable. In contrast, Levelt et al.'s model postulates that the phonological unit might include an onset, nucleus, and coda. Previous studies suggest that different languages might have different phonological encoding units in speech production. Moreover, the role of the syllable in production across different languages is still a rather controversial issue. Speech error data in Chinese indicate that the syllable plays a more important role in production in Chinese than it does in English or Dutch. Therefore, using an implicit priming paradigm, the present study investigated the stage of phonological

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

encoding, especially focusing on the role of the syllable in Chinese word production.

Four sets of word pairs served as experimental stimuli. Each set consisted of four pairs. The first word of a pair was the cue word, while the second was the response word. In the homogeneous conditions, four response words in a set shared certain phonological properties. For instance, the four response words in a set were 夕阳 (sunset, /xi1 yang2/), 媳妇 (wife, /xi2 fu1/), 喜事 (good news, /xi3 shi4/), and 细胞 (cell, /xi4 bao1/), which shared the first syllable. The heterogeneous conditions used the same word pairs, but assigned them to sets in which there were no shared properties. Participants were asked to memorize the sets of four pairs of associated words, after which they were presented with the cue words, and were required to produce the response words. Five different homogeneous and heterogeneous conditions were used in experiments 1 to 5, respectively.

Experiments 1 and 2 examined implicit priming for the shared onset and shared rime and tone, respectively, in monosyllabic word production. The results indicated that a reliable shared rime and tone inhibition effect was obtained, but no onset shared facilitation or inhibition effect was observed. Experiments 3, 4, and 5 examined implicit priming for the shared syllable, shared tone, and shared syllable and tone, respectively, in bisyllabic word production. The results showed that the shared syllable and the shared syllable and tone produced a significant facilitation effect compared to the heterogeneous condition, whereas no significant priming effect was found in the shared tone homogeneous condition.

The results suggest that the syllable alone and the combination of syllable and tone are units of phonological encoding in Chinese word production. The syllable priming effect might occur at the stage of phonological encoding, rather than at the phonetic encoding stage in word production. The tone alone is not one of the units of the phonological encoding stage, and tone functions like stress in English or Dutch and is only a part of the metrical frame in Chinese.

Key words word production, phonological encoding, implicit priming paradigm.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net