

# 汉字识别中声旁与整字语音激活的相对优势<sup>1)</sup>

张亚旭<sup>2)</sup> 周晓林<sup>2)</sup> 舒 华<sup>3)</sup> 邢红兵<sup>4)</sup>

<sup>2)</sup> 北京大学心理学系,北京,100871;<sup>3)</sup> 北京师范大学心理学系,北京,100875;

<sup>4)</sup> 北京语言文化大学语言信息处理研究所,北京,100083)

**摘 要** 以声旁位于右半边且独立成字的汉语左右结构合体字为材料,操纵汉字的规则性和命名作业的类型,利用命名整字和命名声旁两种命名作业中的规则性效应,分别测量声旁语音对整字语音激活的干扰和整字语音对声旁语音激活的干扰,在此基础上考察了整字与声旁语音不一致时,两种语音相互竞争和干扰的情况。结果发现:(1) 高频字整字语音干扰声旁语音激活,但声旁语音并不干扰整字语音激活;(2) 低频字整字语音干扰声旁语音激活,声旁语音也干扰整字语音激活,其中整字语音对声旁语音激活的干扰更明显。这些发现表明,高频字整字语音的获得明显快于声旁语音的获得,低频字整字语音和声旁语音尽管可能是同时获得的,但是,整字语音的激活水平要高于声旁语音的激活水平。

**关键词** 汉字识别;命名;规则性效应;声旁;整体和局部加工

**中图分类号** B 842

## 0 引 言

在汉字识别领域,一些研究较早地证明了汉字命名过程中的规则性效应,该效应是指,与规则字(声旁与整字语音相同,如“吩”)相比,被试对字频匹配的不规则字(声旁与整字语音不同,如“扮”)的命名要慢<sup>[1-3]</sup>。这种现象反映了声旁与整字语音不一致时声旁语音对整字语音激活的干扰,因而间接证明了整字识别时声旁语音的激活。其中,Seidenberg 的实验还直接证明这种效应与频率之间有交互作用,即只是在低频字中才存在规则性效应<sup>[1]</sup>。为解释这种现象,Seidenberg 提出,高频字是整字识别,整字语音并不使用声旁作为线索,而低频字是局部识别,读音需要利用声旁线索<sup>[1]</sup>。与这种解释不同,另一种解释假设,在字的识别过程中,目标字不仅激活其邻近字,也激活其成分字。因为激活的扩散需要时间,所以高频字语音的获得先于邻近字或/和成分字的激活。换句话说,高频字在视觉基础上快速识别,很少受邻近字或成分字语音的干扰。所以,高频字上观察不到规则性和一致性效应。然而,对于低频字来说,邻近字或和成分字的语音很可能在字得到完全加工之前被激活<sup>[3,4]</sup>。最近,一些研究者进一步明确提出了声旁与整字信息平行加工相互竞争的思想<sup>[5,6]</sup>,认为汉语高频字和低频字上所表现出来的整体加工和分解加工,可能并不是不同频率汉字的各自独立的加工方式,而是同一个加工系统中同时存在的两种加工过程,是声旁与整字信息平行加工时相互竞争,在高频字和低频字

1) 国家攀登基金(952专209)和国家自然科学基金(60083005)资助项目

收稿日期:2002201210

中所引起的不同表现。这种观点的提出者采用启动命名范式,发现低频合体字(如“粹”)能够促进其声旁的同音字(如“族”)的命名,表明汉语合体字加工中存在自动分解过程,声旁的语音能够被激活<sup>[5,6]</sup>。合体字加工的这一特点能够很好地解释汉字命名任务中的规则性效应。

值得注意的是,采用启动命名范式所进行的研究虽然为证明声旁语音激活提供了直接的证据,但没有系统回答合体字加工中声旁语音与整字语音激活的相对优势问题。对于高频合体字的加工来说,一种可能是整字语音的激活占优势,这符合汉字加工的基本目的。然而,对于低频字来说,由于声旁的频率一般高于整字频率<sup>[7]</sup>,所以,声旁的加工可能会快于整字的加工,换句话说,低频字声旁语音的获得可能快于整字语音的获得。迄今为止,还没有直接的证据检验这些可能性。

此外,命名整字时的规则性效应只能揭示声旁与整字语音不一致时声旁语音对整字语音激活的干扰,不能揭示两种语音不一致时整字语音对声旁语音激活的干扰。为了较完整地考察声旁与整字语音不一致时两种语音表征的相互竞争情况,除了命名整字这种反映声旁语音对整字语音干扰情况的作业以外,还有必要设计另外一种作业来检查整字语音对声旁语音激活的干扰情况。为此,在本研究中,除了使用命名整字作业之外,还使用了命名声旁作业,即要求被试读出包含在整字之内的声旁。这个任务有可能会夸大整字加工中的声旁分解过程。在讨论实验结果时,将回到这一点上。

一些研究者推测,当合体字声旁与整字语音不一致时,整字语音除了与声旁语音相竞争之外,还可能与邻近字(指虽然包含同一声旁但却有着不同语音的字)的语音相竞争<sup>[3,8,9]</sup>,例如,对于不规则的合体字“扮”来说,整字“扮”的语音除了与声旁“分”的语音相竞争之外,还可能与“盼”、“盆”等邻近字的语音相竞争。为了清楚地看到整字语音与声旁语音之间的相互竞争情况,必须分离出整字语音与邻近字语音相互竞争所引起的效应,因此,在实验设计上,控制不规则字和规则字的声旁完全相同,如“扮”(不规则字)和“吩”(规则字)、“坟”(不规则字)和“蚊”(规则字),使它们具有相似的邻近字竞争环境。这种控制还有另外两个好处,第一,规则字与不规则字之间命名反应时的比较只能是项目间(between items)的,这样,控制两种字声旁(即右半边)完全相同无疑缩小了两种字之间由无关变量所引起的差异。从文献看,对汉字规则性效应的探讨迄今为止都未能做到这一点。第二,对于命名声旁作业而言,由于不规则字和规则字声旁完全相同,因此,不规则字声旁命名反应的延迟只能归因于整字语音与声旁语音不一致所导致的整字语音对声旁语音激活的干扰。

除了字频以外,音节频率高低也可能影响命名反应的快慢,为此,对不规则字和规则字,不仅在字频上作了匹配,而且在音节频率上也作了匹配。所谓音节频率是指某种语言中特定读音的频率,例如,通过计算汉语中读音为“ban4”(数字代表声调)的所有汉字的字频之和,就能获得“扮”的音节频率。另外,由于起始辅音的语音等特性(如是否是爆破音、是否是摩擦音)会影响话筒对命名潜伏期的记录,作者还基本上匹配了两种字的起始辅音。这样,本实验所观察到的整字命名时的规则性效应,应该主要由声旁语音对整字语音的干扰来解释。

概括地说,本研究拟操纵汉语合体字的规则性和命名作业的类型,利用命名整字和命名声旁两种命名作业中的规则性效应,分别测量声旁语音对整字语音激活的干扰和整字语音对声旁语音激活的干扰,在此基础上考察整字与声旁语音不一致时,两种语音相互竞争和干扰的情况。

# 1 方 法

## 111 被 试

44 名北京师范大学本科生,他们裸视或矫正视力正常,都是母语为汉语且操普通话的北京人或北方人。

## 112 设 计

采用  $2 \times 2 \times 2$  混合设计。3 个因素分别为:(1) 作业类型,分命名整字和命名声旁两个水平;(2) 规则性,分不规则字(如“扮”、“坟”)和规则字(如“吩”、“蚊”)两个水平。两组字命名作业相比即可得到声旁(对整字命名作业来说)或整字(对声旁命名作业来说)的干扰效应;(3) 不规则字类型,把不规则字细分为两组,即完全不规则字(整字语音与声旁语音几乎完全不同,如“扮”)和部分不规则字(整字语音与声旁语音虽然不同,但是韵相同,如“坟”)两个水平,这是为了考察整字与声旁的部分语音重叠是否显著地影响对干扰效应的测量。除作业类型为被试间和项目内变量外,其他两个因素均为被试内和项目间变量。

## 113 材 料

实验材料为汉语左右结构的合体字,这些字的声旁均位于右边,且独立成字。不规则字 76 个,其中完全不规则字(如“扮”)和部分不规则字(如“坟”)各占一半。规则字也有 76 个,它们与相应的不规则字拥有相同的声旁(如“吩”、“蚊”),其中,一半在字频和音节频率上与完全不规则字相匹配,另一半则与部分不规则字相匹配,匹配结果见表 1(表中及下文中频率为每 100 万字抽样中出现的次数及相应的以 10 为底的对数值)。此外,在整组之内,不规则字与相应的规则字的起始辅音基本上匹配。考虑到同一名被试只能接受对应的不规则字和规则字中的一个(例如,同一名被试只能接受“扮”和“吩”两个字中的一个),将材料按拉丁方分成 2 组,每名被试只接受其中一组材料。

表 1 4 种材料及其声旁的平均字频和音节频率

Table 1 Mean character and syllable frequency of four types of complex characters and their phonetic radicals

频 率	完 全 不规则字 (如“扮”)	相应的 规则字 (如“吩”)	相应的 声 旁 (如“分”)	部 分 不规则字 (如“坟”)	相应的 规则字 (如“蚊”)	相应的 声 旁 (如“文”)
字	89(1.95)	84(1.92)	547(2.74)	87(1.94)	81(1.91)	321(2.51)
音节	935(2.97)	1 287(3.11)	1 287(3.11)	1 145(3.06)	1 105(3.04)	1 105(3.04)

注: 括号内为以 10 为底的对数值。

## 114 仪器和程序

实验在一台 486 计算机上进行,该机配有 Display Master 实验软件和专用外设(话筒和控制开关)。呈现与计时精度为 1 ms。实验时,被试坐在距显示器约 50 cm 处。显示器屏幕中心首先出现注视点“+”,它停留 300 ms,然后,屏幕空白 300 ms,最后,一个汉字(大小为 64 × 64 点阵)出现在屏幕中心并停留 400 ms,被试的任务是尽可能快和准确地读出这个汉字(命名整字作业)或这个汉字的右半边(命名声旁作业)。计算机自动记录被试的命名反应时,反应是否正确则由主试记录。在命名声旁作业中,指导语告诉被试,屏幕上出现的所有汉字的右半边都独立成字,即右半边本身就是一个独立的汉字。他们的任务是尽可能快和准确地读出这些汉字

的右半边。正式实验包括 76 个项目,中间休息 2 min。正式实验开始之前,被试先进行 20 个练习项目(其构成与正式实验类似)。整个实验大约持续 15 min。

## 2 结 果

44 名被试中有 4 名被试错误率接近 20%,这 4 名被试的数据不参与统计分析。其余 40 名被试错误率均低于 15%,从这些被试的数据中去除了 215 个标准差以外的极端数据,这些数据占全部数据的 2121%。此外,还去除了 3 个部分不规则字(因为一半以上的被试在这些项目上犯了错误)和与它们相应的规则字。各种条件下的平均的命名反应时和错误百分数以及规则性效应量(不规则字与规则字之间反应时之差)如表 2 所示:

从表 2 可见,完全不规则字和部分不规则字表现出了相似的模式,即当任务为命名整字时,它们与相应的规则字之间都几乎没有差异(差异量分别为 -1 和 -6 ms);而当任务为命名声旁时,无论是完全不规则字,还是部分不规则字,与相应的规则字相比,均有较长的反应时(差异量分别为 92 和 93 ms)。整字与声旁语音的部分重叠并不影响规则性效应。的确,对反应时数据进行方差分析时发现,规则

表 2 各种条件下的平均命名反应时、错误率及规则性效应量

Table 2 Mean naming latencies, error rates, and regularity effects

字的类型与相应的规则性效应量	命名整字		命名声旁	
	反应时/ms	错误率/P%	反应时/ms	错误率/P%
完全不规则字	666	9	756	7
与完全不规则字相应的规则字	667	7	664	2
规则性效应量	-1		92	
部分不规则字	677	16	745	17
与部分不规则字相应的规则字	683	13	652	9
规则性效应量	-6		93	

性与不规则字类型之间的交互作用不显著  $F_1 < 1, F_2 < 1$  ( $F_1$  和  $F_2$  分别是以被试为随机变量的被试检验和以项目为随机变量的项目检验,以下同),而规则性与作业类型之间的交互作用显著,  $F_1(1, 38) = 70189, p < 01001, F_2(1, 142) = 14165, p < 01001$ 。进一步检验发现,当作业为命名整字时,不规则字和规则字之间差异不显著,  $F_1 < 1, F_2 < 1$ ,然而,当作业为命名声旁时,不规则字和规则字之间差异显著,  $F_1(1, 38) = 133176, p < 01001, F_2(1, 144) = 34159, p < 01001$ ,不规则字比规则字反应时长。

对错误百分数进行方差分析,得到了与反应时分析一致的结果。即当作业为命名整字时,不规则字和规则字之间错误百分数差异不显著,  $F_1(1, 38) = 2159, p > 0110, F_2(1, 144) = 1184, p > 0110$ ,然而,当作业为命名声旁时,不规则字和规则字之间的错误百分数差异显著,  $F_1(1, 38) = 21178, p < 01001, F_2(1, 144) = 19199, p < 01001$ ,不规则字比规则字错误百分数高。

命名整字时规则字与不规则字之间的差异反映声旁语音对整字语音的干扰,命名声旁时两类字之间的差异反映整字语音对声旁语音的干扰,而两类字之间差异量或规则性效应量的大小反映了干扰量的大小,因此,上述结果似乎说明,整字语音干扰声旁语音的激活,但声旁语音并不干扰整字语音的激活。

然而,作者发现,命名整字时,不规则字字频与规则性效应量之间存在边缘显著的负相关,  $r = -01225, 0105 < p < 0110$ ,即不规则字字频越低,规则性效应越大,这与前人结论一致<sup>[1,3,5]</sup>。在进一步的分析中,作者把两组不规则字合并(由于完全不规则字和部分不规则字表现出了同样的模式),把频率作为重要因素之一,进行方差分析。其目的是,在测量命名整字和命名声旁

时高频字和低频字中规则性效应的基础上,考察整字与声旁两种语音之间的相互干扰情况。这种考察需要分别匹配高频字和低频字中不规则字与规则字的字频和音节频率。为此,对材料重新进行分组。为了保证不规则字与规则字之间在频率上匹配,去除了 4 对项目,结果高频字有 33 对,低频字有 36 对,其中,就字频和音节频率来说,高频规则字分别为 125 (2110) 和 1 315 (3112);高频不规则字分别为 143 (2116) 和 1 195 (3108);高频规则字和不规则字中声旁的字频和音节频率分别为 456 (2166) 和 1 315 (3112);低频规则字分别为 16 和 1 022;低频不规则字分别为 16 和 819。在此基础上,计算出来的平均的反应时和错误率以及规则性效应量如表 3 所示。

表 3 各种条件下的平均命名反应时、错误率及规则性效应量

Table 3 Mean naming latencies, error rates, and regularity effects

字频率	字的类型与相应的规则性效应量	命名整字		命名声旁	
		反应时/ms	错误率/P%	反应时/ms	错误率/P%
高频	不规则字	633	5	795	10
	规则字	642	5	661	3
	规则性效应量	-9		134	
低频	不规则字	723	13	703	6
	规则字	694	6	649	0
	规则性效应量	29		54	

对反应时数据进行 2(作业类型)  $\times$  2(字频)  $\times$  2(规则性) 方差分析。结果发现, 3 个因素之间的交互作用显著,  $F_1(1, 38) = 17194, p < 0.0001, F_2(1, 134) = 8100, p < 0.01$ 。为此, 可以把反应时数据进一步分成 4 种情况来分析:

(1) 当任务为命名整字时, 2(字频)  $\times$  2(规则性) 方差分析发现, 字频与规则性之间的交互作用尽管

项目检验不显著,  $F_2(1, 134) = 1140, p > 0.110$ , 但被试检验边缘显著,  $F_1(1, 19) = 3100, 0.05 < p < 0.110$ , 进一步分析发现, 在高频字中, 不规则字与规则字之间差异不显著,  $F_1 < 1$ , 而在低频字中, 不规则字与规则字之间差异边缘显著,  $F_1(1, 38) = 4107, 0.05 < p < 0.110$ , 不规则字比规则字反应时长 29 ms(见表 3)。这与前文字频与规则性效应量的相关分析结果一致, 即随着整字频率的下降, 声旁对整字语音激活的干扰量逐渐加大。但这种规则性效应似乎较前人报告的<sup>[1,3]</sup>要小。

(2) 当任务为命名声旁时, 字频与规则性之间的交互作用显著,  $F_1(1, 19) = 16146, p < 0.0001, F_2(1, 134) = 7113, p < 0.01$ , 进一步分析发现, 在高频字中, 不规则字与规则字声旁命名之间差异显著,  $F_1(1, 19) = 79144, p < 0.0001, F_2(1, 135) = 35110, p < 0.0001$ , 不规则字比规则字反应时长 134 ms(见表 3)。在低频字中, 不规则字与规则字声旁命名之间差异也显著,  $F_1(1, 19) = 39133, p < 0.0001, F_2(1, 135) = 6118, p < 0.05$ , 不规则字比规则字反应时长 54 ms(见表 3)。无论在高频字, 还是在低频字中, 整字语音都干扰声旁语音的激活, 但是, 高频字整字语音对声旁语音的干扰更大。

(3) 在高频字范围内, 对反应时数据进行 2(作业类型)  $\times$  2(规则性) 方差分析。结果发现, 作业类型与规则性之间的交互作用显著,  $F_1(1, 38) = 58149, p < 0.0001, F_2(1, 64) = 26154, p < 0.0001$ , 进一步分析发现, 当作业为命名整字时, 不规则字与规则字之间差异不显著,  $F_1 < 1, F_2 < 1$ , 而当作业为命名声旁时, 不规则字与规则字之间差异显著,  $F_1(1, 38) = 114193, p < 0.0001, F_2(1, 64) = 28162, p < 0.0001$ 。这些结果说明, 在高频字中, 整字语音干扰声旁语音的激活, 但声旁语音并不干扰整字语音的激活。

(4) 在低频字范围内, 作业类型与规则性之间的交互作用尽管项目检验不显著,  $F_2 < 1$ , 但

被试检验边缘显著,  $F(1, 38) = 3164, 0105 < p < 0110$ , 进一步分析发现, 当作业为命名整字时, 不规则字与规则字之间差异显著,  $F(1, 38) = 5150, p < 0105$ 。当作业为命名声旁时, 不规则字与规则字之间差异也显著,  $F(1, 38) = 25143, p < 01001$ 。这些结果说明, 在低频字中, 声旁与整字两种语音之间相互干扰, 但整字语音对声旁语音激活的干扰要略大于声旁语音对整字语音激活的干扰。

对错误率数据进行类似上面的方差分析, 结果表明, 不存在速度与准确性权衡 (speed-accuracy trade off) 的问题。限于篇幅, 本文省去详细的分析结果。

### 3 讨 论

命名整字时的规则性效应量实际上反映声旁语音对整字语音干扰作用的大小, 而命名声旁时的规则性效应量则反映整字语音对声旁语音干扰作用的大小。实验表明: (1) 高频字整字语音干扰声旁语音, 但声旁语音并不显著干扰整字语音, 这说明高频字整字语音的获得明显快于声旁语音的获得, 因此, 声旁语音与整字语音是否一致并不显著影响被试对整字的命名; (2) 低频字整字语音干扰声旁语音, 声旁语音也干扰整字语音, 其中整字语音对声旁语音的干扰更明显, 这表明低频字整字语音和声旁语音可能是同时获得的, 但是, 整字语音的激活水平要高于声旁语音的激活水平。

这样, 无论是在高频字, 还是在低频字中, 相对于声旁语音来说, 整字语音都占一定的优势, 只不过这种优势在高频字和低频字中表现的程度不同, 整字语音优势在高频字中最为明显, 在低频字中尽管仍然存在, 但优势程度已经减弱。这一观点能够解释为什么相对于低频字来说, 高频字中整字语音对声旁语音激活的干扰更大。虽然声旁命名任务可能夸大了声旁语音的激活及其与整字语音的竞争作用, 但这种可能夸大并不影响本研究的根本结论。

本实验的发现支持声旁与整字信息平行加工相互竞争的思想, 关于低频字中声旁语音的获得是否肯定快于整字语音的获得, 作者提出另外一种可能性, 即低频字声旁语音与整字语音可能同时获得。在低频不规则字中所发现的整字语音与声旁语音相互干扰现象支持这种可能性。如果低频字声旁的语音在整字得到完全加工之前被激活, 那么, 对于低频不规则字来说, 应该出现两种可能的结果, 一是命名整字时声旁语音对整字语音的干扰大于命名声旁时整字语音对声旁语音的干扰 (因为声旁语音首先获得), 二是在命名声旁作业中, 看不到整字语音对声旁语音的干扰效应, 而命名整字时, 能够观察到声旁语音对整字语音的干扰效应 (同样是因为声旁语音首先获得)。然而, 实验发现, 命名整字时声旁语音对整字语音的干扰 (29 ms) 小于命名声旁时整字语音对声旁语音的干扰 (54 ms), 这一发现显然不同于上述两种可能的结果。因此, 作者不倾向于成分字语音在整字得到完全加工之前被激活这样的观点。对于低频字来说, 声旁语音与整字语音的激活可能是同时完成的, 因此才会有两种语音相互干扰的问题, 但是, 在激活的程度上, 二者有优劣之分, 整字语音的激活程度稍占优势。

下面, 尝试从汉字视知觉的角度解释一下为什么存在这种整字语音优势以及这种优势为什么在低频字和高频字中有不同的表现。整字与声旁 (独体字) 语音的获得实际上分别始于整字和声旁字形的视知觉。问题是, 整字和声旁字形的视知觉哪个优先? 按照知觉过程是从整体结构开始的越来越精细的分析这种观点<sup>[10~12]</sup>, 整字字形的视知觉应该先于声旁字形的视知觉, 这样, 整字语音激活的起点应该早于声旁语音激活的起点。因此, 对于高频字 (整字与声旁

的字频一般相差不多)来说,整字语音的获得应该快于声旁语音的获得。然而,对于低频字来说,尽管基于整字字形视知觉的整字语音激活的起点较早,但由于声旁的频率一般高于整字频率<sup>[7]</sup>



# The Relative Strength of Phonological Activation between Complex Characters and Their Phonetic Radicals in Reading Chinese

ZHANG Yaxu<sup>1)</sup> ZHOU Xiaolin<sup>1)</sup> SHU Hua<sup>2)</sup> XING Hongbing<sup>3)</sup>

(<sup>1)</sup> Department of Psychology, Peking University, Beijing, 100871; (<sup>2)</sup> Department of Psychology, Beijing Normal University, Beijing, 100875; (<sup>3)</sup> Language Information Processing Center, Beijing Language and Culture University, Beijing, 100083)

**Abstract** Most Chinese characters are complex characters that are composed of a semantic radical on the left and a phonetic radical on the right. The phonetic radicals can provide cues for the pronunciation of whole characters. Regular characters contain phonetic radicals that are pronounced in the same way as the whole characters, while irregular characters have phonetic radicals in different pronunciations. Subjects in this study were asked to name whole characters or their phonetic radicals when the regularity of complex characters was manipulated. Regularity effects in these two tasks were examined to investigate the competition between phonological activation of the irreg