30卷 2期 心 理 学 报 Vol.30 No.2
1998年4月 ACTA PSYCHOLOGICA SINICA Apr., 1998

汉字属性匹配与大脑两半球协同活动[1)] *

张武田 冯 玲

(中国科学院心理研究所， 北京，100012)

摘 要 在识别汉字时，大脑两半球同时加工的作业成绩是否随加工阶段的增加而更显出优势。本研究用汉字形、音、义三种属性分别相匹配的方法和用指定提取法，所得实验结果一致表明，形似材料双侧视野同时识别与单侧视野识别成绩无显著差别，而同音与近义材料则表现出双侧呈现显著优于单侧呈现的作业成绩。最后结合脑功能成像研究，对加工阶段影响脑半球协同活动的原因进行了讨论。

关键词 汉字识别，脑半球，协同活动。

分类号：B842

1 前 言

自从裂脑人的研究报导以来，大脑半球功能的研究多偏重于探讨两半球的功能是如何分工的。例如一般认为左脑与语言活动有关，右脑与空间方位识别有关[1]，但是进一步研究发现两半球的功能并非截然划分的。有研究表明语言功能是由不同的脑半球所特化的。实验表明句法是由左脑半球中介的，而语义和音韵则很大程度上受右半球的影响[2]。这表明两半球在信息加工中都起着一定作用。但是它们是如何将信息综合起来并作出统一反应的，目前知道的还很少。

近些年关于大脑两半球之间的相互作用在信息加工中的关系问题受到人们的注意。一些研究者认为半球间相互作用妨碍作业的完成[3]，另一些研究则提出两半球同时加工有助于作业成绩的提高[4]。然而有研究提出，影响半球加工效率的因素之一是加工材料的难度。例如 Banich 和Belger[5]分别用单侧视野和双侧视野呈现阿拉伯数字，要求被试进行匹配时，表现出对单侧视野内的刺激反应时短。当把刺激材料换成大写和小写字母进行匹配时，则表现出双侧视野间的加工优于单侧视野。据说这是因为字母任务比数字任务难度高所致。但是任务难度只具有相对性，多难的刺激才会出现上述效应是很难说清的。实际上较困难的任务往往要求进行更多的心理操作过程。例如用大、小写字母为匹配材料比数字材料难度大，主要可能是因为字母匹配条件不仅要求对字母形状进行编码，而且要对它们进行语音转换，然后才能做出匹配选择。因而与单纯进行外形编码的数字匹配相比要经历更多的加工过程或阶段。这或许是造成上述脑半球效应差异的原因。本研究试

1) 本文初稿收到日期为1995-06-26，修改稿收到日期为1997-10-17。

* 本研究得到国家自然科学基金会的资助。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

图用汉字词为材料，对上述解释进行验证。

汉字包含形、音、义三种属性。对其加工似乎可以分为不同的加工阶段。过去的有关研究曾表明，汉字词识别中字形匹配较字音匹配作业成绩显著地好[6]，这是因为前者较后者少一个形、音转换阶段。字义相对于前二者似乎经历更多的加工阶段。例如从书面汉字提取字义可能要经历字音转换才能到达字义[7]。如果对于中国被试，字形识别相对于字音和字义识别经历加工阶段较少，实验结果就应表现为半球内加工优于半球间或二者无差异；随加工阶段增加，半球间优于半球内的加工效应就会表现出来。

2 实 验 一

2.1 实验方法

2.1.1 被试

18名大学学生，男11名，女7名。右利手，视力或矫正视力正常。

2.1.2 实验材料

选取三类常用汉字(频率为0.0835-4.4884，笔画数为4-9画)各12对，即形似字对(如体-休)，音同字对(如兵-冰)和义近字对(如闭-合)以及相应数量的形、音、义都不匹配的对照字36对和用于视野平衡的192个填充字。另选练习用刺激材料。

2.1.3 实验仪器及程序

用AST 386微机控制呈现刺激字及记录反应时和错误数。成对材料呈现方式如图1所示(以形似材料为例)。分为左或右单侧视野呈现以及以注视点左下方或右下方刺激字

图1 刺激字对的视野呈现方式举例

为基准的与对侧上方视野呈现刺激字相匹配的左交叉或右交叉的双侧视野呈现方式(在图1和表1中称此为双侧交叉呈现)。采用此种呈现方式的目的，一是为使单、双侧呈现的刺激在半球的投射位置上达到平衡；二是为增加任务难度。

两个上方的字，由字中心到中线为2.1°，在注视点之上1.6°；下边的字从字中心到中线为1.1°，在注视点之下1.6°，字高为1.1°，字宽为1°。

实验为被试内重复测量，3×2(三类刺激字与单视野及双侧视野成对汉字呈现)的实验设计。实验时被试下颌放在头架上，眼睛与屏幕的距离为35厘米。每类材料与控制材料混合呈现。三类材料分三组进行，各组实验的先后顺序在被试间平衡。实验中要求被试听到计算机铃声的同时，注视着屏幕上呈现的注视点，间隔1.5秒，在两侧视野同时呈现刺激字。要求被试尽可能又快又准确的作按键反应。如果刺激字是可匹配的则用食指按“是”键，否则用中指按“否”键。每组实验前进行相应材料的练习，使被试了解和掌握该类材料的特点及有关实验程序。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

2.1.4　实验结果和讨论

形似、音同、义近三类材料，在单侧及双侧视野呈现时的反应时和错误率显示于表 1。由表上单侧平均结果和双侧平均结果可以看到，形似字在反应时和错误率两方面都优于音同和义近字的成绩。按计划对三种材料分别在单侧视野和双侧视野呈现的反应时作成对比较，结果表明，形似材料单侧视野与双侧视野的反应时无显著差别，变异数分析 $F(1, 17) = 0.52$，$P>0.5$；音同字双侧视野的反应时比单侧视野显著短 $F(1, 17) = 5.02$，$P<0.039$；义近字同样表现为双侧视野比单侧视野反应时显著短 $F(1, 17) = 8.96$，$P<0.008$。上述结果似乎表明加工阶段增加，两半球协同活动的加工效率显著提高。

表1　三类字在单侧及双侧视野呈现时的平均反应时(毫秒)和错误率(%)

字　类	刺激字的呈现视野					
	左单侧	右单侧	单侧平均	双侧(左交叉)	双侧(右交叉)	双侧平均
形似	824(20)	870(26)	847(23)	840(29)	876(25)	858(27)
音同	981(38)	1040(36)	1011(37)	972(29)	956(33)	964(31)
义近	1007(32)	982(30)	995(31)	966(27)	938(28)	952(28)

对错误率作两因素重复测量的变异数分析发现，字类的主效应显著，$F = (2, 34) = 8.54$，$P<0.001$，表明被试完成形似材料更精确。此结果与前面较短反应时的结果是一致的。视野主效应不显著 $F(1, 17) = 0.82$；字类与视野交互作用显著，$F = (2, 34) = 3.30$，$P<0.049$，表明字类因呈现视野的不同而有显著差别。进一步分析表明同音字在单侧比在双侧视野呈现错误率显著高，$F(1, 17) = 4.97$，$P<0.04$。此结果与其在单侧条件比双侧条件反应时长的结果是一致的。

本实验结果显示字形匹配未表现出半球间的加工优势，可能与字形识别相对容易有关。这由其反应时间及错误率在结果中都是最低的而得到证明。字音或字义的匹配表现出两半球之间的加工成绩优于半球内的加工，这或许与对它们经历的加工阶段较多有关。例如字音匹配和字义匹配与字形匹配相比较，除对字形进行编码加工外，还分别增加字音转录和字义通达等加工阶段。此结果与实验的预期有一定吻合。但是我们原预期字义匹配比字音匹配可能有更大的半球间加工优势，因为字义匹配属深层加工，与字音匹配相比要经过更多的加工阶段。但实际结果并非如此，二者在反应时上并无显著差别。造成这种结果的一种原因，可能是汉字识别中，字音和字义在加工阶段上并无差别。因此在双侧视野呈现中未能显示出哪种材料获益更大。另一种可能的原因是两种材料本来经历不同的加工阶段，只是由于实验方法对两种材料的影响不同，因而在实验结果中未能显出二者的差别。本实验采用匹配法，这种方法对同音匹配可能有不利影响。例如，从单侧呈现音同、义近两种材料的结果看，它们的错误率有显著差别($F[1, 17] = 4.5$，$P<0.05$)。显示出单侧呈现似乎更有利于义近材料的反应。究其原因，这可能是在语音匹配加工中，左脑半球参与多，即左脑半球对语音加工起主要作用[8]。而两种刺激在同一脑功能区进行加工，比在不同脑区加工，相互干扰更大[9]。这从本实验中右单侧呈现比左单侧呈现音同材料反应时显著长($F[1, 17] = 6.63$，$P<0.02$)的结果可得到支持。但是，本实验所采用的匹配方法是否可能是造成在双侧呈现中音同材料与义近材料的反应结果无显著差别的重要原因呢？还有待验证。下个实验采用选择性写出的方法，以避免匹配法对音同字反应的不利影响，进

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

一步探讨对汉字词三种属性加工中，双侧呈现与单侧呈现的加工效应问题。

3 实 验 二

3.1 实验方法

3.1.1 被试

12名大学一年级学生，男女各半。皆为右利手，视力正常。

3.1.2 实验材料及实验程序

基本上同实验1。不同之外有两点，一是为避免反应混淆而在呈现的字对中不加填充字，但保留对照字对。如图2所示(以形似材料为例；对照材料呈现方式与此相同)。二是反应方式改为写出。实验中当刺激字消失后，在原注视点出现一箭头，分别指向上、下或左、右，要求被试立刻写出箭头指向的字。主试将被试写的对或错的结果输入计算机。被试没看清的字作为错误数计算。

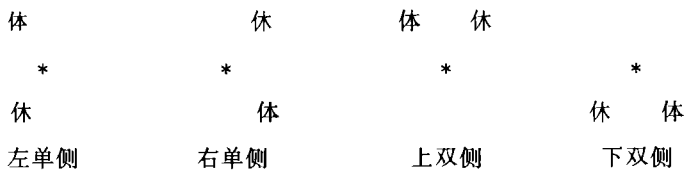

图2 刺激字呈现方式举例

3.2 实验结果和讨论

三类材料在单侧和双侧呈现时的反应正确率列如表2。对三类字在单侧呈现和双侧呈现条件下的正确率分别进行成对考验表明，形似材料未表现出显著差别，$F(1,11)=2.79$，$P>0.05$；而音同材料和义近材料在单侧和双侧呈现时，表现出显著差别，它们分别是$F(1,11)=17.1$，$P<0.002$；和$F(1,11)=14.03$，$P<0.003$。由此统计分析可看出，在实验二改变任务要求的条件下仍然得到如上个实验一致的结果。上个实验所发现的音同材料与义近材料相比，在同侧呈现时，反应错误率显著高。而在本实验中，二者错误率无显著差别。此结果支持对上个实验的分析，即字词匹配的实验方法可能是导致音同匹配在单侧视野错误率高的原因。但是实验二的结果表明，该种实验方法并不是造成音同字与义近字在双侧视野的反应结果无差别的原因。因为实验二改用选择写出法，仍然得到两种刺激材料无差别的结果。这是否可以认为在本实验条件下两种材料可能经历相同的加工步

表2 三类字在单侧与双侧呈现时的平均反应正确数

字 类	左单侧	右单侧	单侧和	上双侧	下双侧	双侧和
形 似	0.49	0.52	0.51	0.55	0.57	0.56
	(0.18)	(0.18)	(0.13)	(0.15)	(0.18)	(0.14)
音 同	0.67	0.69	0.68	0.79	0.78	0.78
	(0.13)	(0.16)	(0.12)	(0.08)	(0.18)	(0.10)
义 近	0.66	0.73	0.69	0.76	0.78	0.77
	(0.16)	(0.17)	(0.12)	(0.14)	(0.14)	(0.10)

注：标准差在括号内

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

骤呢？此问题留待后面讨论。

在两个实验中,形似材料所得结果相对于音同及义近结果是不同的。在实验一,形似材料的结果较其他两类材料错误率显著低,反应时显著短。而实验二的形似材料较另两类材料错误率显著高。这可能是加工任务要求不同造成的。实验一是要求做形似匹配,因而被试只要提取字的外形轮廓特征即可完成任务。与此相比,实验二的任务则要难些。只有对两个字做精细分辨才能将指定的字正确写出。因而错误率较高。此实验结果支持在本文前言中所提出的,任务难度本身并不是双侧视野表现出加工成绩好的原因。因为难度增大似乎不能等同于加工阶段增加。

4　一般讨论

本研究通过两个实验揭示出形似材料单、双侧呈现无显著差别,而音、义材料双侧呈现较单侧显著好。造成此现象的原因目前尚不清楚。

词形匹配作业成绩未表现出双侧优于单侧,显然不能归因于任务难度的大小,而可能是脑功能本身的原因造成。Pugh 等用中央视野呈现英文词作词形匹配实验,同时用功能磁共振成像(fMRI)记录脑功能活动。发现对英文词形加工,在大脑两侧半球的外侧纹状皮层的中间部位受到最大的激活[10]。此结果表明两侧半球都参与了该种刺激呈现方式下的词形匹配活动。由此似乎可以推测词形匹配时两侧半球可能都具有加工能力。这与本实验结果相互印证。但是,由此是否可以认为词形加工无须两侧脑半球协同活动呢？实验一的刺激呈现方式表明,事实并非如此。因为有填充字的存在,即使目标刺激在单侧呈现,两半球仍会同时参与。由本实验结果似乎可以认为,对形似材料的匹配,一侧脑半球为主的加工效果,已经达到两侧脑半球协同活动的水平。

英文词音加工的脑功能成像研究结果表明,左脑半球的后区接近听觉系统和额叶接近 Broca 区的部位产生显著激活;词义加工则主要激活左前额叶,左后颞皮层以及前扣带回和右小脑等部位[11]。这些研究结果显示,词音和词义加工主要是左脑半球的功能。但在本实验条件下,为什么左侧半球的加工成绩并不如双侧加工的成绩？此现象似乎可以用两半球对词音、词义加工的动态过程进行解释。当两侧同时呈现刺激时,优势半球将首先受到激活,此激活对于从右半球通过胼抵体传过来的匹配刺激具有启动作用。因而双侧加工成绩显著好。此解释有待进一步验证。

关于同音匹配与近义匹配是否经历不同的加工阶段的问题,在字词识别领域是有争议的。问题焦点是从字形到字义是否必然经历字音的中介作用。如果承认此中介作用,就不能否认字义要比字音具有更多的加工阶段。本实验结果似乎支持词音、词义不存在加工阶段的差别,因为二者在双侧视野加工优势效应上并未显出显著不同。最近 Petersen 等用 PET(Positron Emission Tomography)脑成像技术揭示出,视觉词和听觉(语音)词可分别通达语义系统,二者在脑定位上并无重合[12]。这似乎意味着由视觉和听觉输入有平行加工通路。由此看来视觉词通达语义好像不必然要经过语音的转换。此结果与本实验中,词音、词义未显出加工阶段上的差别的结果似乎是一致的。但是在词识别的认知研究中,曾发现常用词与不常用词的识别可能经由不同的通路。例如高频词可能不需要经过语音转换直接通达语义,而低频词则要经过语音转换[13]。假若此看法是正确的,在前述

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

PET研究及本研究中所用的词都是常用的，在通达词音及词义的加工过程中自然是平行进行的，所以没表现出加工阶段上的差别。用低频词是否会有不同的结果呢？此问题亦有待进一步验证。

5 结 论

(1) 形似汉字在单侧视野呈现与双侧视野同时呈现，作业成绩无显著差别。

(2) 同音和近义字双侧视野同时呈现的加工效率比单侧呈现显著高。

(3) 词的不同属性，因经历认知加工阶段的不同，可能是双侧半球显示较高加工效率的原因，而词的表面特征识别难度则不能显示此种效应。

参 考 文 献

1 Hellige J B. Hemispheric asymmetry. Annual Review of Psychology, 1990;41:55—80

2 Ardila A, Ostrosky-Solis F. Right hemisphere participation in language. In: A. Ardila and F. Ostrosky-Solis (Eds.), The right hemisphere: neurology and neuropsychology. New York: Gordon and Breach, 1987:53—80

3 Kleinman K M, Little R W. Interhemisphere transfer of meaningful information in normal human subjects. Nature, 1973;241:55—57

4 Liederman J, Merola J L, Martinez S. Interhemispheric collaboration in response to simultaneous bilateral input. Neuropsychologia, 1985;23: 673—683

5 Banich M T, Belger A. Interhemispheric interaction: How do the hemispheres divide and conquer a task. Cortex, 1990;26:79—94

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

THE RECOGNITION OF THREE ATTRIBUTES OF CHINESE WORDS AND THE INTERHEMISPHERIC INTERACTION

Zhang Wutian Feng Ling

(*Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing,* 100012)

Abstract

The present study investigated whether dividing information between the hemispheres becomes more advantageous to the recognition of Chinese words as the process stages increase. The process stages were varied by the different attributes of words to be processed. Experiment 1, A matching method was used for the words of visual similarity, homophone and synonym. Directing retrieval method was used in Experiment 2. The results showed that the performance of visual similarity material presented to the same hemisphere or to two hemispheres simultaneously had no difference. But the homophone and synonym indicated to be more advantageous having both hemispheres involed in processing than just one. The explanation of this phenomenon was discussed by the characterics of brain function.

Key words recognition of Chinese words, hemisphere, coordinate action.

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n