

中英文语言材料的短时记忆容量*

喻柏林 张武田 荆其诚 彭瑞祥

(中国科学院心理研究所)

张国骏 H·A·西蒙

(卡内基·梅隆大学)

本文考查了用汉字作为刺激材料所进行的十四个有关短时记忆的实验的发现,并提出了一个短时记忆模型说明这些发现,并将该结果与英文的短时记忆研究的文献资料进行了比较。本文将讨论短时记忆容量的组块理论[Chase和Simon(1973a, 1973b); Miller(1956); Simon(1974)]和贝德烈的复诵回路理论[Baddely(1981,1983); Baddely, Thomson和Buchanan(1975); Salame和Baddely(1982); Vallar和Baddely(1982)]之间的关系,并说明了这两种理论是如何可以兼容的。本文还将为短时记忆材料的听觉的和非听觉编码的作用提供新的证据并举例说明分解成形旁与声旁的汉字及大量的同音字怎样为短时记忆提供了新的研究途径,而这种情况是英语所不具备的。

这些实验是由三个研究小组进行的,两个在北京的心理研究所进行,一个在美国匹兹堡卡内基—梅隆大学的心理系进行。虽然三组都是进行立即回记,但在实验方法上略有不同。正是这些不同之处,加强了它这些实验结果的可靠性,这将在本文中给予阐述。

有种种理由可以说明用汉字来进行短时记忆实验有着重大的理论意义。首先,由于汉字本身是可以分解的,所以作为刺激材料就可以根据需要组成不同的组块。例如想要杜撰一个字,就可以用人们很熟悉的偏旁组成一个鲜为人知的“假汉字”。第二,汉字中有相当大一部分(例如六千个字)虽然字形不同但只有一千二百多个不同的发音。平均每个字有六个同音音节。这样字形和音素的相似性就可以精确地、独立地加以控制。第三,组块理论主要是以拼音文字为研究材料。汉字为验证这种理论中各种参数的普遍意义提供了有价值的材料。

在这篇文章中,我们将重温这些实验主要研究的问题,并总结一下实验的结果,我们将讨论:1.组块及发音时间对短时记忆容量的影响;2.组块内容的复杂性,同音字及汉字的使用频率对短时记忆容量的影响;3.汉字成分的短时记忆容量;4.视觉的或语义的短时记忆;5.这些研究之间在实验方法上的差异;6.短时记忆向长时记忆转换的时间关系。

容量的组块理论与发音理论

在现代认知研究的文献中对短时记忆容量有多种解释。我们将主要讨论两个。一个是

*原文发表在《Memory & Cognition》,13卷,3期,202—207页,1985,译文略有删节。

Miller(1956)提出的组块理论,一个是Baddely所提为保持信息在有限时间内进行复诵的发音迴路理论。

其它一些有影响的理论,例如Feigen Baum(1984)提出的EPAM理论; Anderson(1983)提出的激活扩散理论以及 Esten(1972)提出的系列顺序短时记忆模型都是组块理论的发挥和补充,这里就不一一阐述了。

简单地说,组块理论预测短时记忆保持着几个固定的熟悉的刺激单位,而单位数目与单位的性质无关,只要单位是熟悉的组块。相反,发音迴路理论认为短时记忆保持着几个固定的音节(具体说,在有限时间内能发出的音节数)。

我们可以通过测量刺激的STM容量在组块数和音节数上是否有变化,以此来检验这两种理论。组块理论认为一定数量的组块是一个常数而无须考虑每个组块里含有多少个音节,发音迴路理论认为一定量的音节是一个常数,而无须考虑这些音节构成熟悉的组块数。

从用汉字材料所进行的实验及以前用英文做实验所得数据可以看出,组块理论和发音迴路理论都不完全正确,事实上,组块和音节对保持量都有影响。

在实验一、二、四中,喻、荆和Simon(西蒙)比较了单字词、双字词和四字成语的短时记忆广度。采用了同时的和系列的呈现方式,并且所选汉字有高频字和低频字。实验结果表明,随着每一组块中音节数的增加用组块测量的记忆广度随之明显减少(t 检验 $P < .01$)、而用音节测量的广度则增加了。张、彭和西蒙(1984)在实验中也得到同样结果($P < .001$)。他们采取的是系列呈现法。张国骏和西蒙(1985)在比较单字词、双字词与四字成语时也得到类似的结果。

张国骏和西蒙结合组块理论和音节发音理论提出了一种新的理论来解释这些实验结果。这种新的理论赞同贝德烈关于限定时间内的发音迴路,但假定这一限定时间不仅是为了发出音节,同时也是为了让发音机制去提取每一个新的组块。

这种新的理论模式有三个参数: T ——对应于发音迴路的发音持续时间, a ——提取一个组块时间, b ——发出一个音节的单位时间。但由于只能从数据中估计出 T 与其它两个数的比值,所以只有两个自由度。从六个不同的实验中(四个以汉字为材料,两个以英文为材料)所得到的参数数据都列在表一中。(译文中略)。假定 T 的估计值为两秒,这个值是贝德烈(1975)实验阅读速度时所建议的。

a 的估计值在每次实验中都差不多。最小的只比最大值少24%,基本上都在300毫秒左右。 b 值差距较大,最长时间是最短时间的三倍。英文词的 b 值(53.2~66.9毫秒)在汉字 b 值范围内(48.8~130.6毫秒)。

以上这些值可以和通常说的每160毫秒复诵一个字母进行比较(这个值是默诵英文字母的速度),也与贝德烈(1975)在估计阅读速度时所得到的数值有关(这个值是:每83.7毫秒读一个音节)。假定平均每300毫秒提取一个组块,平均每80毫秒读一个音节,那么26个字母所构成的组块(七个)[abcd,efg,hijk,lmnop,qrst,uvw,xyz]在短时记忆中平均是 $(300 \times 7 + 80 \times 26) / 26 = 161$ 毫秒复诵一个音节(即字母)。

实验程序不同也可能导致不同的发音时间的数据。在表一中(以汉字为材料)两个最长的时间(130.6毫秒和120.1毫秒)是用同时呈现方法得到的。比较接近平均值的数据(86.4毫秒)则是采取了逐个累加呈现法[详细情况请参考喻(1984)]

当然,我们不能把**b**栏里的每一数据都看成定论,不过结合组块和音节理论要比单一的

组块理论和音节理论更能说明这些实验的数据。同样有明显意义的是，以汉字作材料的结果与英文材料一致，这进一步说明这种新理论的普遍性和生命力。

组块的复杂性、同音字与使用频率

喻(1984)在实验一中发现记忆广度与单字词的使用频率有明显的关系(t 检验, $P < .01$)。在实验二中, 记忆广度与双字词和四字成语的使用频率又无关。在张武田的实验一、二、三中, 他拿使用频率高和低的单字、双字和四字词作材料, 采取不同的实验方式(看和听), 和不同的反应方式(读和写)。结果没有发现记忆广度有明显的差异。

他们认为, 在实验中使用频率这个变量与书写复杂性混淆了。在实验中应该把这两种变量分开。不过还有一些混淆也应该提一下。

在一些考查短时记忆容量与汉字使用频率及复杂性关系的实验中, 所得到的数据不仅把复杂性和使用频率相混淆, 而且把同音字也混进去了。

张和西蒙(1985)实验四为频率效应的解释提供了充分的证据。他们在实验中使用了三种刺激字表。第一张字表中全部是常用的, 无同音的字。第二张字表中是常用的并只含一种同音的字。第三张字表包括四到五种同音的常用字。结果记忆广度有了明显的差异, 这与喻(1984)用常用字与非常用字字表所得到的结果差不多。但是如果对同音字的反应也判为正确, 那么统计上显著性差异就很小或几乎无差异。

在喻(1984)的实验二中, 把低频双字词、四字成语与高频双字词和四字成语分别做比较实验。由于双字词很少有同音词, 四字成语几乎没有同音的, 所以结果无显著性差异。这个假说是成立的, 即: 频率效应的主要作用是以同音字的出现与否为中介的。

偏旁及其它组成部分的短时记忆容量

汉字不仅能够构成词而且还能分析成几个部分。这些部分本身也是我们所熟悉的组块。组合一个字有很多方式。但一般来说, 一个字包括两个部分, 一个是形旁, 它表达这个字的语义信息; 另一个是声旁, 它表达这个字要发什么语音的信息。每一部分在识别或记忆这个字时都有启发作用或在记忆方法上是有价值的。

喻(1984)实验三和张国骏、西蒙(1985)实验一的结果表明, 偏旁的记忆广度比单字要少得多。当然在两项实验中由于使用的偏旁不同, 所观察到的结果也不尽相同。西蒙在实验中选用的是不常用的, 多音节的偏旁, 平均记忆广度为2.71个。喻等人选的是常用的, 名字也是很熟的多音节偏旁, 平均记忆广度是4.55。这样似乎造成这样的看法, 即: 对一刺激能够命名并能简洁命名是决定记忆广度的一个主要因素。喻把4.55个偏旁这个平均广度与5.68个中频汉字的记忆广度进行了比较, 发现后者明显大于前者(t 检验 $P < .01$)。因此能否说出刺激材料的名字并不说明广度上的整个差别。

喻等人(1984)的实验三对一系列不同材料的记忆广度进行了比较。这些材料是: ①有名字的偏旁, ②由两个字一字构成的假字, ③由偏旁一字构成的假字, ④由字一偏旁构成的非字, ⑤由偏旁一偏旁构成的非字。每一刺激材料都由两部分构成。结果短时记忆广度按以上顺序逐个递减, 但在统计意义上无显著性差异。

以上刺激材料所得广度符合刚才的看法,即人造结构的成份(而不是整个结构)是按组块记忆的,这些记忆广度都很少。“字—字”假字是2.70,“偏旁—字”假字:2.40,“字—偏旁”非字2.25,“偏旁—偏旁”非字1.80。如果我们把这些数据都乘以2(因为人工“字”两个成分中的每一个都是一个熟悉的组块),我们分别得到5.40,4.80,4.50和3.60。这和单个的偏旁记忆广度的平均值4.55相差不大。

视觉的或语义的短时记忆

张—西蒙(1985)实验一所得到的数据中(他们是用无名字的偏旁作材料),我们可以看到无法发音材料的记忆广度只有两三个单位,当全是同音字时,其广度也只这么大。这些结果有力地说明一个小的非听觉的短时记忆。这些实验都不能说明这一记忆是视觉的还是语义的。即它含有字的图画特征的信息,还是字的意义的信息。我们确实没有证据说明听觉的和非听觉的记忆能相互增强或能整个独立地进行活动。

实验方法对结果的影响

一、系列呈现与同时呈现

立即回忆是这三个实验中共同使用的方法。只有一点不同,而这一点有很重要的意义。在张—西蒙的实验中,每一刺激系列都呈现在同一张卡片上,也就是被试同时看到系列的每个项目。喻等人也是用同样的方法。但在张等人的实验中,每一刺激系列的每一项目是逐个向被试呈现的。

由于在张等人的实验一中汉字使用频率的高低对记忆广度的影响没有象喻的实验一结果那么明显,所以喻又在实验四中检测使用频率和实验方法的相互关系。这次采用的是逐个呈现法,不过呈现过的材料并不撤回而是留在屏幕上,直到所有材料呈现完。这就是“逐个累积呈现法”。

比较这三种呈现方法后发现,系列方法比逐个呈现法所测到的记忆广度大些,并较少依赖于刺激的复杂性(笔画数),而逐个累积呈现法效果又次之,同时呈现法更次之。喻认为,刺激的不同的呈现方法会影响被试对不同材料注意力的分配。

二、视觉和听觉呈现

张等人(1984)在实验三中,比较了汉语的字,词,成语的视觉和听觉呈现方法。由于同音字在听觉实验中不易辨别,故只要用正确的发音反应,就视为正确。在所有条件下,视觉法比听觉法所得到的记忆要稍微好点,但无统计意义上的显著性差异。

长期记忆的固定化

西蒙(1972)用英语作实验材料,发现用短时记忆容量测定的组块数与用将刺激固定入长期记忆里所需时间测定的组块数之间有着高度相关。而将刺激转入长时记忆只采用成对联想或系列预期的实验范型。也就是说,牢记一系列刺激所需要的时间与这系列中的组块数(由立即回忆实验所决定的)成比例。平均每8秒记住一个组块(记住标准是有一次正确的重复)。

这两种不同的方法,即测量立即回忆广度和机械记忆速度各自分别给组块提供了一致的定义。

在进一步比较中英文材料时,张等人用系列预期法,在刺激的视、听呈现下比较了分别学习单字词和双字词所需要的时间。这两种词的学习时间差异很少。约8到10秒一个组块。这样英文测试的结果也适用于中文。因此可以说用两种实验范型所定义的组块有很好的对应性,而中英文实验之间在学习时间上也有很好的一致性。

结 论

在本文中我们把中文的单字、偏旁和词的短时记忆广度与英文的词的短时记忆广度作了比较。以贝德烈的发音迴路理论为基础的模型,——提取组块的容许时间为300毫秒以及每一音节发音时间约为80毫秒——与这些材料有很好的—致性。并且,来自中文材料评价的参数均处于英文材料评价的参数的同一范围内。

另外,我们还用汉语中大量存在同音词的现象,把它作为分离短时记忆的听觉的与非听觉的成份的手段。我们发现在听觉上能被辨认和编码的短时记忆广度是六到七个组块,而仅在视觉上或语义上而不是在听觉上能被辨认的同音字的记忆广度仅仅只有两三个。

一些不能命名的汉字成分(例如偏旁)的记忆广度很小,还有一些由熟悉成分组成的假字也是一样。以上的及本文提到的其它一些方面的结果都与组块假说一致,而组块论认为组块是能被命名并以听觉编码形式保存在短时记忆中的任何一类刺激的熟悉单位。无论是表意文字还是字母文字在这点上都没有什么区别。

参考文献

- (1) Anderson, J.R. (1983) *The architecture of cognition* Cambridge, MA, Harvard University Press.
- (2) Baddeley, A.D. (1981). The concept of working memory: A view of its current state and probable future development *Cognition*, 10, 17—23.
- (3) Baddeley, A.D. (1983). Working memory *philosophical Transactions of the Royal Society, London*, B302, 311—324.
- (4) Baddeley, A.D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word length and structure of short-term memory *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14 575—589.
- (5) Chase, W.G., & Simon, H.A. (1973a). The mind's eye in chess. In W.G. Chase (Ed.), *Visual information processing*. New York: Academic press.
- (6) Chase, W.G., & Simon, H.A. (1973b). perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4, 55—81.
- (7) Estes, W.K. (1972). An associative basis for coding and organization in memory. In A.W. Melton & E. Martin (Eds.), *Coding processes in human memory*. Washington, Wiley.
- (8) Feigenbaum, E.A., & Simon, H.A. (1984). EPAM-like models of recognition and learning. *Cognitive Science*, 8, 305—336.
- (9) Miller, G.A. (1956). The magical number seven plus or minus two. Some limits on our capacity for processing information. *psychological Review*, 63, 81—87.

- (10) Salame, P., & Baddeley, A.D.(1982).Disruption of short-term memory by unattended speech, Implications for the structure of working memory.*Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 21, 150—164.
- (11) Simon, H.A.(1974).How big is a chunk? *Science*, 183, 482—488.
- (12) Vallar, G., & Baddeley, A.D.(1982).Short-term forgetting and the articulatory loop.*Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 34A, 53—60.
- (13) Yu, B, Jing, Q., & Sima, H.(1984).STM capacity for Chinese words and phrases under simultaneous presentations.In National Academy of Sciences, Chinese Academy of Sciences,*Issues in Cognition, Proceedings of a Joint Conference in psychology*. Washington, National Academy of Sciences & American Psychological Association.
- (14) Zhang, W., & Simon, H.A.(1985).STM capacity for Chinese words and idioms, Chunking and acoustical loop hypotheses.*Memory & Cognition*, 13, 193—201.
- (15) Zhang, W., Peng, R., & Sima, H.(1984).STM capacity for Chinese words and idioms with visual and auditory presentations.In National Academy of Sciences, Chinese Academy of Sciences, *Issues in Cognition, Proceedings of a Joint Conference in Psychology*. Washington, National Academy of Sciences & American Psychological Association.

(上接第29页)

参考文献

- (1)《二十二子》，上海古籍出版社出版，1985年。
- (2)《四库全书·子部兵家类》。
- (3)华陆宗，《尉繚子注释》，中华书局，1977年版。
- (4)张震泽，《孙臆兵法校理》，中华书局，1984年版。
- (5)许保林，《中国兵书知见录》，解放军出版社，1988版。
- (6)(明)刘基，《百战奇略》，(姚炜译注)，光明日报出版社出版。
- (7)《韩非子校注》，江苏人民出版社出版，1982年版。

(上接第59页)

论，心理学史，同时研究认知过程，心理语言学等；在生理心理方面，研究人与动的心理物生理基础进行诱发电位方面的一些研究工作；在个性心理方面，研究个性发展、定势与个性关系，采用追踪法研究个性心理的发展变化，他们有的工作与西德同行协作进行；在认知心理方面，研究婴儿的认知发展、眼动，也研究计算机辅助教学问题。劳动心理研究涉及的领域很多，但大都在现场进行，如对疲劳、紧张、工厂照明等问题都有过研究。

在莫斯科大学我们着重参观了索科洛夫(Е.Н.Сokolov)的实验室，这是他们认为较好的实验室。这个实验室无疑从实验设备及所进行研究的课题是具有很高水平。他们很有兴趣地介绍了当前他们所进行的一项有关颜色辨别的脑电变化的工作。他们认为人们观察不同颜色时，脑电波会发生变化。

苏联当前也正在社会改革，我们的印象是，苏联人民的文明礼貌，文化素质都比较高，对我国人民是比较友好的。