

# 汉语字词的短时记忆容量<sup>1)</sup>

张武田 彭瑞祥

中国科学院心理研究所

司马贺\*

美国卡内基梅隆大学

## 摘要

最简单的短时记忆信息加工理论认为短时记忆有一个固定组块数的容量。为了对短时记忆容量有更进一步的了解,用中文字词的即时回忆数量与英文的结果相对照将是有帮助的。本文对三种汉语材料,两种熟悉水平,两种呈现方法以及两种学习方式进行了控制对照实验。结果表明,以词为组块测量短时记忆容量比以其他单位测量更接近恒定。可是也观察到短时记忆容量随组块复杂性的增加而稍有下降。在机械学习中以其所用时间为测量单位也表现出组块相对恒定。刺激材料的熟悉程度对短时记忆容量的影响未显出大的差别,实验还发现视觉短时记忆容量比听觉大,序列位置分析表明主要在序列位置前部视觉成绩较听觉为好,并对其原因作了推测。

即刻回忆的方法为测量短时记忆的容量提供了最直接的技术。最简单的短时记忆信息加工理论认为短时记忆有一个固定组块数目的容量。所谓组块是指人们在过去的经验中已变为相当熟悉的刺激或刺激成分<sup>(1)</sup>。

从讲英语的被试所获得的材料表明,字(词语)在短时记忆中是一个组块。被试能回忆大约同样数量的字(6或7个)而和每个字的音节数(1—3个)无关。很熟悉的两字短语("milky way"银河),甚至句子("All's fair in love and war"在情场和战场上都是平等的),也表现出组成组块的倾向,虽然其短时记忆容量有点下降,但被试却能回忆出总共由22个字组成的三个短语<sup>(2)</sup>。从回忆一个音节的字到回忆短语,短时记忆容量中的组块数(假定所有的记忆材料都是熟悉的)则由7个下降到4个,而若以字为单位测量容量,则从7个字增加到9个字,用音节为单位则从7个音节上升到22个。因此以组块测量容量,虽然不是严格恒定的,但比以其他单位测量则更接近恒定。

为了更进一步了解短时记忆容量,用不同的材料检查即刻回忆的项目数那将是有帮助的。中文为此提供了一个很好的机会。中文是以字为单位书写的,每个字是一个音节。某些汉字相当于西方一个音节的词,其本身有一定的含义,但是70%到80%的中文表达单位是由两个字(两个音节)组成的词,而90%的中文成语是由4个字组成的。大多数的多字词(两个以上的字组成的词)都有确定的含义,没有人能够只从其中的一个字的字义知道该词的含义。这些由不同数量的字组成的词在短时记忆中组块单位是什么,这是

1) 本文于1986年1月26日收到。

\* 司马贺即Simon, H.

本文要探讨的第一个问题。用英文材料已经发现,短时记忆的容量所包含的组块数量与机械学习时,将刺激项目固定在长时记忆中所要求的时间作为对组块数量的测量,二者有密切的关系。就是说,记忆一系列刺激所要求的时间是与系列中的组块数(由即时回忆实验所决定的)成比例的。这从另一个角度验证了组块理论的可靠性。如果中文的短时记忆是以组块为单位,其机械学习所用的时间相对于每一组块来说也应该是大体固定的。这也是有待验证的。

此外,汉字是表意文字,字与音无规律性联系,而且每个字的同音字平均多达六个,字形是区分众多同音字的一个重要依据,也是与英文等拼音文字的重要区别之一。在人们的学习实践中,汉字词的上述特点对人们的汉字知觉有一定影响<sup>[9]</sup>,这种特点对视觉听觉短时记忆容量会有些什么影响呢?这是本文将探讨的第三个问题。

## 实验一、汉字词短时记忆的组块数

**方法** 用三种实验材料。第一种材料分别为12个高熟悉单字词和12个低熟悉单字词皆选自“汉字频度表”(未发表),都是名词。高熟悉词出现频率在24万字中为495到14644次,中数为2500;低熟悉词在24万字中出现6到289次,中数为100。选字的其它原则如下:

1. 每个字的笔画为7—15画,平均10.4画;
2. 所选字之间无同音或近音字;
3. 每个字的字义都不同。

第二种材料分别由12个高熟悉双字词及12个低熟悉双字词组成。高熟悉词选自小学课本第1—6册。低熟悉词选自词海,由实验者判断为低熟悉。第三种材料分别由12个高熟悉四字词和12个低熟悉四字词组成。熟悉程度的确定是用问卷法经过30名大学以上文化程度的人员选择确定的。实验时用幻灯片呈现刺激。实验分三部分进行。每部分使用一种高、低熟悉材料,每种材料12个项目的前后呈现顺序是半随机的,避免相邻两个项目间的意义联系。三种材料的呈现顺序在被试间作了平衡,每种材料和高低熟悉字表呈现之间各休息三分钟。每个项目的呈现时间为一秒钟,项目间间隔一秒。每系列字呈现完,要求被试按项目出现的先后顺序写下,反应时间不限。被试为大学生,女4人男8人。

**结果和讨论** 两种熟悉程度三种材料的即时回忆结果显示在表1。在相同熟悉程度的三种刺激之间只有高熟悉单字词(简称高单)与高熟悉四字词(简称高四)之间差别显著 $t(11)=3.1, P<0.01$ ,其余都不显著。这个结果说明同种熟悉程度的汉字词,总的来说,尽管它们组成词的字数有差异,但在回忆数量方面是很接近的。这个现象在表2中更容易看清。表2是将中文材料的回忆数量与英文材料的结果相比较而得。其中,中文材料是将表1中的三种材料的高熟悉程度的结果(四舍五入列出),显示在表2的“认定的组块单位”栏内。由表2可以看出,中国被试平均能回忆起7个无关的单字词,而当呈现四个字的词时,他们却能回忆起约20个单字,后者将近是前者的三倍,若以双字词为单位,分别计算三种材料的回忆量,则得到3.5, 6, 10三个数值(表2第三行),其最大为最小的两倍

表 1 两种熟悉程度三种材料即时回忆数量的比较

	单 字 词 SD		双 字 词 SD		四 字 词 SD	
高 熟 悉 程 度	6.7	2.19	5.8	0.83	4.5	1.57
低 熟 悉 程 度	5.3	1.29	5.5	1.30	4.4	2.27

表 2 汉字词和英文字及短语短时记忆容量的比较

呈现材料种类	短 时 记 忆 容 量		
	认定的组块单位	单个字为单位	两个字为单位
单 字 词	7	7	3.5
中 文 双 字 词	6	12	6
四 字 词	5	20	10
		音 节	英 文 字
一 音 节 字	7	7	—
英 文 双 音 节 字	7	14	7
双 字 词 组	4	22	9
八 字 词 组	3	26	22

多。与前两种记忆单位相比,以组块为单位更接近恒定。此结果与英文材料所得结果颇为一致。由表 2 看到单个字词的回忆量可以与一个音节的英文字相比较,而双字词和四字词可以与两音节英文字和短的英文词组相比较。关于熟悉程度对回忆组块数量的影响从表 1 可以看到。在三种材料的高低熟悉程度间虽存在一定差异,但  $t$  检验表明都未达到显著水平。此现象的产生,可能是由于实验中所用的词对大学生被试来说其高低熟悉程度只具有相对性,而这些词一旦被认知,被试就会把它们做为组块进行加工。这个解释和把短时记忆看作具有一定容量,能够包含一个固定的符号数量的简单模式相一致。但是为什么复杂项目的回忆量比简单项目小点,是否因为多字词在回忆时书写用的时间多,回忆间隔用的时间长,从而出现较大遗忘造成的。我们的一个补充实验证明,识记相同复杂程度的材料后,用口头回忆和书写回忆两种方式所得结果并无差异<sup>(4)</sup>。因此前述似乎是根据不足的。较复杂的项目回忆数量较少的另一种解释是复杂项目具有更多的笔画,其视觉形象复杂,因而影响短时记忆容量。我们的另一个实验(待发表)证实了这种可能性。在该实验中,选择同样使用频率的字,但笔画数目分别平均为 5 画和 15 画。实验结果表明,笔画数少的单字词比笔画多的单字词回忆数量要大。此外, Baddely 认为字音的长短是造成记忆广度差别的一个决定因素<sup>(5)</sup>。字音长(如音节多),复诵所用的时间就长,因而记忆广度就小。汉语的多字词无疑比单字词发音时间长,这是否是回忆量少的一个原因有待进一步探讨。总之本实验表明汉字词的短时记忆容量以组块为单位测量,其数值更趋恒定。既然人们的短时记忆是以组块为单位进行加工的,那么在人们的学习过程中,将材料从短时记忆转化为长时记忆时也应该是以组块为单位进行的,因此学习不同的材

料使它们达到相同的标准所用的时间比率应与它们在即刻回忆时的数量比率相接近。下个实验即验证此推论。

## 实验二、用机械学习法测量组块相对值

**方法** 本实验所用两种材料,单字词和双字词与实验1相同,只用高熟悉程度字表。每种材料半随机排列组成,视觉呈现,每秒钟呈现一个项目。被试用系列预期法连续学习,直到12个项目中学会7个为达到标准。学习每个项目平均所用的时间作为测量单位。它是由学习一遍字表所用的时间乘以达到学习标准所用的遍数被7除。被试是12名大学生。

**结果和讨论** 表3列出了机械学习掌握每个项目的时间以及记忆同样材料的即刻回忆量(摘自表1)。从表上可以看出机械学习单字词所用的时间比双字词显著的少, $t$  考验表明( $t(11)=2.2, P<0.05$ )二者差别显著。这或许可用汉字词的特点以及本实验所采用的预期学习方法来解释。在我国70%—80%的词是由两个字组成,我们在日常用语中习惯使用双字词。本实验所采用的预期方法,实际上是要求被试在系列呈现的前后字之间建立成对联想,因此当学习单字词表时,被试可能倾向使用某种策略,使某些单字词组成双字词(虽然这些双字词可能不具有完整的确切意义),从而帮助了记忆,缩短了学习时间。与此相反,双字词本身有一固定的意义,它比任何新建立的关系更牢固,因此在系列联想学习中,双字词之间建立联系更困难,故要达到同样的标准就比单字词用的时间长。当然前个实验讨论中提到的所用学习材料的复杂性也可能起一定作用。尽管单字词和双字词在机械学习中有上述差别,但是它们短时记忆的容量和机械学习所用时间的相对比

表3 两种材料短时记忆和机械学习的相对组块比率

	单 字 词	双 字 词	组块或学习每个组块所用时间的比率
短时记忆(组块数量)	6.7	5.8	1.16
机械学习(每个组块所需时间)	8.4	10.7	1.27

率大小还是十分恒定的。由表3看到,两种材料的短时记忆容量分别为6.7和5.8,二者之比为1.16;而两种材料的学习时间分别为8.4和10.7,二者之比为1.27。容量和学习时间的组块比率分别为1.16和1.27,二者只相差约10%。这就是说在即刻回忆实验中所获得的关于单字词和两字词的相对组块数的估计与机械学习中所得到的对组块的估计是颇相符合的。从绝对值上看,在本实验条件下学习一个组块大约需要8—11秒钟的时间,这和英文所得学习一个词大约需要8秒钟的结果也较吻合。但是中英两种不同的语言体系在人们的认知过程中是否也有不一致的地方。例如有人发现中国学生记忆中文项目,视觉比听觉记得好,而美国学生记忆英文则听觉比视觉好<sup>[6]</sup>。在汉字词的短时记忆中,视觉和听觉的容量是否有差别,下个实验将探讨此问题。

### 实验三、视觉听觉短时记忆容量的比较

**方法** 本实验所用的三种材料与实验 1 相同,材料呈现方式分视觉和听觉。视觉组用幻灯片呈现,每两秒钟一个字,呈现时间和间隔时间各一秒钟;听觉组用标准普通话将待测字录制在录音带上,实验时通过耳机每两秒钟放送一个字。要求被试在每张听或视的字表呈现完后,马上按照字词的呈现顺序将它们回忆书写下来。听觉组回忆同音字亦算做正确数。被试为大学生共 24 人,视觉、听觉组各 12 人。听觉组被试要求普通话发音正确者。

**结果和讨论** 结果显示在图 1、从图上可以看出三种材料在两种熟悉程度情况下都一致的表现出视觉短时记忆容量较听觉高,平均约高 1.4 个组块。这和以英文为材料所得的标准通道效应(听觉呈现优于视觉呈现)<sup>[7]</sup>是不同的。对实验结果按照字表 12 个项目的序列位置正确回忆数作进一步分析,发现视觉和听觉的回忆成绩在字表序列的不同位置是不同的。如图 2 (为了更清楚显示视听差别将三类材料合并,按高低熟悉程度绘制成图)所示,序列曲线的前段是视觉成绩好,而后段(特别是最后几个项目)听觉成绩好。与英文视、听短时记忆的系列位置成绩相比较,在序列位置的后面部分中文和英文是相同的,都表现为听觉比视觉好,一般认为这是因为听觉刺激呈现完后,其最后几个项目仍保留在发音回路中,所以能保持的较好。但在序列位置前部分,英文的视觉记忆与听觉记忆一样的好,而中文则视觉的成绩比听觉的好。中文的这种视听通道的差别不因材料熟悉程度的不同而消失(参看图 2)。为什么在序列位置的前部分,英文视觉与听觉成绩是相同的,而中文则不同呢?原因可能是由于中国人和使用拼音文字的人在视觉识记有关材料时的习惯不同,短时记忆的加工过程也就有所差异,从而产生不同的结果。所谓习惯不同实际上来源于所使用的文字特点。作为表意文字的汉字与英文的重要区别之一是它有复杂的视觉形象,字形对于区分汉字词的意义具有重要作用(因为同音字较多)。尽管汉字的短时记忆过程和英文有共同之处,如语言转换是不可免的<sup>[8,9]</sup>,而且都可能包括语义联想等,但其字形却具有英文所没有的重要意义,正是可能由于多种因素(字形、字音、字

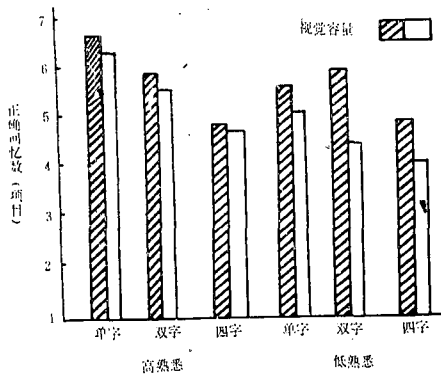


图 1 视觉和听觉刺激短时记忆容量比较

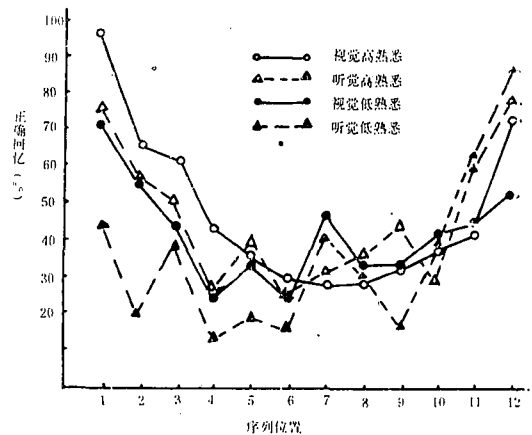


图 2 视、听呈现两种熟悉程度材料即时回忆系列位置成绩

义)的结合作用,从而扩大了汉字词的记忆线索,提高了记忆效率,表现为序列前段记忆成绩好。同时,这种结合作用占去更多的短时记忆的容量和能量<sup>(10)</sup>,这就可能对视觉序列记忆后部分产生消极作用,影响其记忆成绩。到目前为止短时记忆理论和工作记忆理论都是以拼音文字材料为依据的,汉字词字形特点在短时记忆中的作用从本实验看似不应忽视。

## 结 论

本报告检验了用拼音文字所发现的短时记忆刺激组块理论。用中文单字词、双字词和四字词作为刺激材料测验了它们的短时记忆容量。发现以组块(词)为单位比用其他单位衡量短时记忆的容量更接近恒定。同时也表现出随组块复杂性的增加短时记忆容量倾向于逐渐降低。

刺激材料的熟悉程度对短时记忆容量有某些影响,但其差别不大。这可能由于实验中所使用的词或成语对大学生被试来说,其高低熟悉程度只具有相对性,因而对短时记忆容量的影响只有一定的作用。

在机械学习中观察到以组块为单位的学习时间也是相对恒定的,尽管学习时间随组块复杂程度增加而有所增加。

视听通道的短时记忆容量表现出某些差别,总的来看,视觉较听觉记忆容量大些。序列位置分析表明,主要在序列位置的前部分视觉较听觉好,这可能是汉字词短时记忆不同于英文的一个特点。

### 附: 实验用高熟悉词和低熟悉词

#### 三类高熟悉词

单字词 棚球笔泪货骨客桶金胆码材

双字词 范围 卧室 教练 野菜 知识 麻雀 程序 油矿 烧饼 指纹 坦克 规章

四字词 神出鬼没 强词夺理 雪中送炭 明目张胆 实事求是 唯利是图 虚张声势 赏罚分明 捕风捉影  
座无虚席 啼笑皆非 鱼目混珠

#### 三类低熟悉词

单字词 盔蒿妾洵磬婆舶冕脯咽埂

双字词 殉葬 垂帘 洪流 落差 郡县 琴剑 高堂 虎符 通宝 营垒 毡帐 赋役

四字词 尾掉不大 渐入佳境 城下之盟 饮鸩止渴 缘木求鱼 趋炎附势 琼楼玉宇 抱残守缺 脍炙人口  
黄粱一梦 作奸犯科 退避三舍

## 参 考 文 献

- (1) Miller, G. A., *Psychol. Rev.* 1956, 63, 81—97.
- (2) Simon, H. A., In H. A. Simon (Ed.) *Models of thought*, Yale University press, 1979, 50—69.
- (3) Hung, D. I. et al., *Psychol. Bulletin*, 1981, 3, 377—414.
- (4) Zhang, W. T. In *Issues in cognition proceeding of a joint conference in psychology*, 1983.
- (5) Baddeley, A. D. et al., *J. of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1975, 14, 575—589.
- (6) Turnage, T. W. et al., *Am. J. of Psychol.* 1973, 86, 2, 369—381.
- (7) Richardson, J. T. E. et al., *J. of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1975, 14, 623—629.
- (8) 张武田等, 全国第五届心理学学术会议文摘选集, 236—237页。
- (9) Tzeng, O. J. L. et al., *J. of Exp. Psychol.: Human learning and memory*, 1977, 3, 621—630.
- (10) Baddeley, A. D. et al., *British J. of Psychol.* 1969, 60, 51—55.

## STM CAPACITY FOR CHINESE CHARACTERS AND PHRASES

Zhang Wutian Peng Ruixiang

*(Institute of Psychology, Academia Sinica)*

Si Mahe

*(Carnegie-Mellon University)*

## Abstract

The simplest information processing theory of STM asserts that STM has a capacity for a fixed number of chunks. To gain a deeper understanding of STM capacity, it would be useful to compare the immediate recall span using Chinese characters and phrases with that using English words. Here, control experiments were conducted for comparison, using three kinds of Chinese materials: one-character words, two-character words and four-character phrases, each with two levels of familiarity, two manners of expression and two learning methods. The results indicated that STM capacity approaches more closely to constancy when measured in chunks than when measured in other units, but the STM span decreases slightly with increase in chunk complexity. Relative chunk constancy was also observed in the time required for rote learning of stimuli. The degree of familiarity of stimulus materials plays only a moderate role in STM capacity. The visual STM span is larger than the auditory span. Analysis of the serial position of STM capacity shows that for the first half, STM through vision is better than that through audition. Some speculative explanations were offered.