

· 综述 ·

# 阅读理解中的长时工作记忆

崔 耀

中国科学院心理研究所(北京 100012)

[摘要]工作记忆是阅读理解研究中经常要涉及到的问题,然而它的性质还需要进一步的探讨。Ericsson & Kintsch 根据大量相关研究,于1995年提出了长时工作记忆的概念,并对阅读理解中长时记忆的信息提取和存储进行了详细的分析。长时工作记忆的核心是,人们从事非常熟练的认知活动时,长时记忆中的一部分信息提取和存储具有短时记忆信息加工的性质;工作记忆应该包括短时工作记忆和长时工作记忆两部分。其他一些研究者也提出了长时记忆中信息的快速提取和存储问题。

关键词 阅读理解,工作记忆,长时工作记忆

有关阅读理解的研究中人们一致认为,工作记忆是影响对语言材料进行加工以及心理表征形成的一个重要因素。为了探讨阅读过程中短时记忆的性质,Baddeley & Hitch 于1974年提出了工作记忆的模型,并由此引发了大量关于工作记忆系统的研究。然而,这些研究大部分是针对该模型的两个子系统的作用而进行的,对中央执行部分(Central Executive)的研究较少,特别是忽视了对信息加工中长时记忆中信息提取和存储动态特性的研究<sup>[1]</sup>。长期以来,工作记忆一直被看成是对认知加工中任何一个环节上的信息进行的暂时存储。在这种认识的指导之下,在讨论中央执行部分的作用时,人们设计了各种方法对这种暂时存储的容量进行测量。在阅读研究中,最有影响的是Daneman & Carpenter 于1980年提出的阅读广度(reading span)的测量方法,以及有关阅读广度与阅读能力之间关系的研究<sup>[2]</sup>。随着人们对工作记忆研究的深入,中央执行部分的作用和机制逐渐成为关注的焦点。长时工作记忆概念引入了对工作记忆的新解释,也对阅读理解过程中的信息提取和存储进行了详细的分析。

## 1 长时工作记忆机制

Ericsson & Kintsch<sup>[3]</sup>认为,如果把工作记忆看成是对认知加工中任何一个环节上的信息进行的暂时存储,并用这种定义和相应的机制来解释所有工作记忆现象,就会出现两个问题:(1)目前的各种工作记忆容量的测量方法是否能够用来解释专家,或人们从事非常熟练的认知活动时,所表现出的非常宽广的工作记忆容量?(2)短暂存储的工作记忆是否能够解

本文于1996年8月22日收到。

释非常熟练的认知活动被中断后, 无需很大的努力即可迅速恢复的现象? 他们指出, 工作记忆是认知加工过程中随信息的不断变化而形成的一种连续的工作状态, 其中除了暂时存储信息的短时工作记忆(short- term working memory, ST- WM)外, 还存在另外一种机制, 即基于长时记忆的、操作者可以熟练使用的长时工作记忆(long- term working memory, LT- WM)。长时工作记忆中的信息可以稳定地、较长期地保留, 同时又可通过短时工作记忆中的提取线索, 建立一个短暂的提取通路。因此, 长时工作记忆中的信息可以进行快速地、动态更新。而不是象传统的理论那样, 假定长时记忆中的信息都是相对固定的, 提取和存储信息的速度较慢。

以往的记忆研究中, 许多都是采用被试不熟悉的实验材料和实验任务, 并以此为基础假定了长时记忆中存储的信息若要进入工作记忆, 必须经过一个搜索的过程, 这被当作长时记忆的一个显著的特性。长时记忆中的信息被激活后, 才能进入工作记忆。专家在从事特定活动的认知过程中, 研究者们认为, 专家可以熟练掌握某种与特定任务相关的特殊能力, 从而在进行此项任务时, 使自己的工作记忆能力得到扩充。如, 象棋大师们在棋子位置记忆实验后, 即使不提供任何线索, 甚至增加分心操作, 或不给任何提示突然提问, 其对棋子位置的记忆成绩与实验时完全一致, 而且其正确性与棋师的水平相关。这说明, 在专家的长时记忆中存在一个缓冲区, 其中保留了特定领域的知识以及相应的操作程序。在进行相应认知操作时, 专家可以快速可靠地从这个缓冲区中提取相应的信息, 并且将有关的中间环节保存在其中。这些信息构成了长时工作记忆。

长时工作记忆的形成必须具备三个条件: 首先, 被试所从事的认知任务必须是他非常熟悉的。只有如此, 他才能为进一步加工, 快速地提取相应的程序; 其次, 被试对认知的材料必须是非常熟悉的。只有如此, 他才能在提取和存储某类信息时, 确定相关的知识和模式; 最后, 被试必须能够将存储在长时记忆中的信息与适当的提取线索联系起来, 这种联系能够在回忆活动中激活相应的提取线索, 进而形成与对某种信息进行编码时相对应的条件, 使这种信息能够从长时记忆中提取出来。上述三个条件中, 前两个提出了长时记忆中信息的选择性地快速提取和存储时, 对于信息本身的要求。后一个说明, 长时工作记忆也必须依靠一个有效的提取结构(retrieval structure), 这个提取结构就是提取线索的一个稳定的组合。专家和新手都要依赖提取线索作为中介, 但是专家所依赖的是一个有机联系的、稳定的提取结构, 因而显得更有效。

综上所述, 长时工作记忆实际上是人们从事非常熟悉的认知活动时所表现出来的, 对于长时记忆中信息的快速地、可靠地提取和存储的能力。这种能力是通过训练或长期实践中得来的。同时, 长时工作记忆也标志着长时记忆中存在一个能够进行快速、准确的信息提取和存储的区域。长时工作记忆必须得到短时工作记忆的支持才能有效地发挥作用, 短时记忆保存了长时记忆所必需的提取结构。

## 2 阅读理解中工作记忆的特点

揭示长时工作记忆特性的有效途径之一, 是分析阅读理解过程中长时记忆中的信息提取和存储过程。阅读理解过程是读者根据文字材料描写的内容以及自己所具备的知识, 建立对阅读内容的心理表征的过程<sup>[4]</sup>。这种表征可以用命题网络来表示。组成网络的命题即可

从文字材料中得来,也可从读者的长时记忆中提取。网络中的联系反映了命题间的关系及其紧密程度。通过对文字材料的分析可以得到语言的表面结构,通过语言的表面结构和长时记忆中的知识,可以得到有关文字内容的篇章语义结构,在此基础上最终可以形成表示文字内容与世界知识之间关系的情景模型。因此,阅读理解中的心理表征存在不同的层次。许多研究表明,尽管在许多情况下语言的表面结构缺乏完整性,读者仍然能够根据情景模型完成阅读理解过程。

表面结构、语义结构和情景模型这三种表征形式,在阅读过程中的存储特点各有不同。表面结构一般可以保持到一个句子的结尾,然后立即消失。语义结构表征了句子可能表达的内容,阅读过程没有结束,或语义结构不完整时,都要将语义结构保存下来并通过概念间的联系,建立相应的提取线索。情景模型是阅读所形成的记忆痕迹中保留时间最长的部分。尽管如此,如果某种语言表面结构形式在语义上具有显著的重要性,同时又与情景模型相适应,它就会得到充分的存储。这种现象在阅读结构复杂的句子时尤为常见。

通过上述分析可见,阅读过程中长时记忆里会形成一个多重结构的表征。由于这个表征必须随阅读的进行而不断扩展,必须不断地将新信息整合到这个表征中去,所以它必须能够使其相应的部分可随时进行信息的提取和存取。这样,阅读过程中长时记忆中的信息的可提取性,不仅与短时的激活有关,而且与表征结构的动态存储和整合有关。一般情况下,阅读理解过程是正常成年人的一个高度熟练的、自动化的、连续的过程。它具备了长时工作记忆形成的三个基本条件。同时,引入长时工作记忆的概念能够更好地解释心理表征建构过程中的信息动态提取和存储的方式。对于阅读过程所涉及信息的不同工作状态和存取方式进行详细的分析,不仅有助于加深对长时工作记忆概念的认识,而且可以进一步了解阅读中涉及的一些加工机制。

阅读过程中记忆内的信息可以处于两种不同的状态。一种是对于语言材料各种成分的加工所涉及的短时激活,这种激活经常被认为是工作记忆中信息可提取性的基础<sup>[4]</sup>。这种短时的激活通常与特定的记忆缓冲区有关,如,Baddeley 提出的工作记忆模型中的语音环等等。这些缓冲区只能以特定的方式进行信息提取和存储,而且其中的信息不会保留在最终形成的,对语言材料的多重表征结构中,因此,这些记忆缓冲区构成了短时工作记忆的部分结构,并可对提取结构的形成作出重要贡献<sup>[5]</sup>。这种记忆状态的另外一个功能就是生成某种认知状态。例如,PET 和 ERP 的研究<sup>[1]</sup>表明,语词刺激呈现后 250ms,额叶出现广泛的激活,一般认为,此脑区与各种相应的语义编码相联系。其后,语义激活向更后的脑区(Wernicke's area)移动。这种激活的移动可能与词义的确立以及精细的加工建构过程相联系。由此可见,阅读理解过程中的这种短时激活,对认知状态的形成是十分必要的。而且一旦形成了某种认知状态,这些短时的激活就会从相应的记忆缓冲区中消失。

阅读过程中存在的另一种记忆状态就是长时记忆中对于语言材料多重表征结构的最终整合和存储。阅读理解过程的核心特征,就是将语言材料中连续不断的句子,整合成为一个连贯的表征。要使当前读到的句子能够被适当地整合,就必须使相应的上下文信息能够保持在工作记忆中。根据传统观点,阅读中的工作记忆只能依赖对信息的暂时性激活。如果确实如此,那么阅读过程中的任何中断,或需要分散注意的活动都会造成短时记忆中的信息丧失。这样,在阅读过程恢复后,对下文的理解就会大受损害。但是,大量实验结果表明<sup>[1]</sup>,阅读

理解的中断即不会降低回答理解性问题的速度,也不会影响其准确性。只是对阅读过程恢复后的第一个句子的阅读时间稍有增加。因此,中断或注意负荷的增加,并未使工作记忆中的信息发生不可恢复的丧失。恢复阅读后的第一个句子的阅读时间的增加只是干扰的类型及其持续时间的函数。因此,信息暂时激活的中断或丧失不会影响阅读过程中心理表征多重结构的连续性。由于用来保持心理表征多重结构连续性的记忆信息不会因阅读的中断或注意负担的加重而受到损失,它具备了长时记忆的信息存储性质;同时,这种信息又能够在阅读过程中快速地、动态地更新。在这种情况下,心理表征多重结构所依赖的就是长时工作记忆。

阅读过程就是在短时工作记忆和长时工作记忆的支持下完成的。阅读开始时,处于注意中心的几个句子形成了当前加工的中心。通过句子分析,形成句子的表面结构,并建立起与之相应的局部语义结构。这种语义结构可以不是唯一的,它们与读者关于阅读内容的世界知识和特定的领域知识产生了某种联系。这些世界知识和领域知识是读者长时记忆中已有的。为了维持阅读过程形成的心理表征在各个水平上的连贯性,特别是语义结构和情景模型的连贯性,读者就必须将不同水平上的各个成分以及各水平之间的关系保存下来,在短时工作记忆中形成一个提取结构,其中保留的不是阅读所形成的每个命题,而是各个命题与长时记忆中相关知识之间的关系以及这些知识存储的地址。命题则以命题网络的形式存储在长时工作记忆中。这个命题网络与读者已有的知识网络中的相关部分发生联系,就会涉及到读者以往的相关经历和经验。这些知识经验就形成了阅读过程所依赖的情景模型。情景模型不一定是命题形式的。它可以是某种记忆表象。因此,形象在阅读理解中的作用,主要是为建立与语言材料所描写的内容有关的情景模型提供信息。随着阅读过程的进行和注意中心的移动,新的命题就会进入到长时工作记忆中。根据保持整体和局部连贯的原则,读者就会在上下文之间建立新的联系,将新命题整合到已有的多重表征结构中。在这个整合过程中,读者会对那些破坏连贯性的语义结构进行标记,并在适当的事后抑制这些结构的发展。上述所有的语义结构和情景模型构成了长时工作记忆。阅读的中断不会影响这些结构。而且一旦阅读恢复,新输入的句子,在正常情况下,总要与前文保持一定的连贯性,这样就能在长时工作记忆的帮助下,迅速恢复短时记忆中的提取结构,从而保证阅读过程顺利地、连贯地进行下去。

### 3 对几个问题的讨论

#### 3.1 阅读广度测量

在讨论工作记忆性质时,人们往往认为,高工作记忆广度的人能够在长时记忆内激活更广泛的区域。但是,Engle发现,如果在记忆任务中增加注意的负荷,高工作记忆广度被试的记忆操作的成绩大受影响,而对低工作记忆广度的被试影响不大<sup>[1]</sup>。Baddeley认为这表明工作记忆广度的测量不能反映长时记忆中激活区域的广泛性,而是反映了不同工作记忆广度的人在加工测量材料时使用策略的情况。注意负荷的增加降低了高工作记忆广度的被试使用策略的可能性,因而记忆成绩下降;而低工作记忆广度的被试很少使用策略,因而不受注意负荷增加的影响。我们在工作记忆广度的测量中也发现,测量句的句法难度和内容的熟悉性对高工作记忆广度的被试影响较多。Ericsson & Kintsch认为,利用阅读广度方法测量的工作记忆广度,实际上不是被试工作记忆的容量,也不是传统意义上的工作记忆所拥有的激

活量的大小。阅读广度反映的是被试在阅读过程中运用策略建立恰当而又有效的提取结构的能力<sup>[3]</sup>。因此,上述研究者实际上是从不同的角度证明,目前使用的各种阅读广度的测量方法,只能对被试在建立短时工作记忆中的提取结构时所表现出的策略使用能力作出定量描述,而不能正确地、直接地反映整个工作记忆的容量。这样,只能将通过现有的测量方法所表现出的被试个体差异,称为被试的工作记忆能力,而不能叫做工作记忆广度。

### 3.2 工作记忆的容量有限

当工作记忆的概念被用来解释短时记忆的工作机制时,工作记忆的容量经常被界定为是非常有限的。与短时记忆容量有限的理论不同,人们讨论工作记忆时,不仅注意了信息的暂时性存储,而且指出,信息存储的有限与认知加工能力有关。当使用有限的认知资源进行某种认知操作时,加工能力强的人就会表现出较高的工作记忆容量,而加工能力较弱的人其工作记忆容量也较低。正如上一节分析的那样,这种个体差异实际上反映的不是认知资源的差异,而是某种认知能力的差异。另一方面,一旦被试具备了长时工作记忆,其认知资源就被相应地扩充了。从这个意义上讲,工作记忆的容量可以不是非常有限的,在一定情况下是可以扩充的。因此,在长时工作记忆的概念提出之后,工作记忆已经不再仅仅用来解释短时记忆中的信息加工过程,尤其是在分析阅读理解过程时,应该正确区分短时工作记忆和长时工作记忆的概念,正确区分加工能力与存储能力。

### 3.3 阅读材料的选择

通过介绍长时工作记忆与阅读理解的关系,可以更加深刻地体会到阅读材料选择的重要性。材料熟悉性是长时工作记忆形成的三个基本条件之一。通过不同的途径选择阅读材料,可能会得到非常不同的实验结果<sup>[6]</sup>。造成这种差异的可能原因之一,就是阅读过程中长时工作记忆存储的多重结构与读者的知识和经验关系极大,它不仅影响到情景模型的建立,而且制约着长时记忆中信息提取的速度。因此,在有关阅读理解的实验中,如何选择实验材料是一个十分关键的问题,特别是在中文的阅读理解研究中,很有必要建立一个标准化的实验材料选择方法。

### 参考文献:

- [1] Baddeley A. Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1996, 49A (1): 5-28
- [2] Daneman M, Carpenter P A. Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 1980, 19: 450- 466
- [3] Ericsson K A, Kintsch W. Long-term working memory. *Psychological Review*, 1995, 102 (2): 211- 245
- [4] Gernsbacher M A. *Language Comprehension as Structure Building*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1990
- [5] Healy A F, McNamara D S. Verbal learning and memory: Does the modal model still work? *Annual Review of Psychology*, 1996, 47: 143- 172
- [6] Sharkey A J C, Sharkey N E. Weak contextual constraints in text and word priming. *Journal of Memory and Language*, 1992, 31: 543- 572