认知速度年老衰减研究进展

李德明　孙福立

（中国科学院心理研究所）（中国中医研究院西苑医院）

人脑的认知功能是当前许多学科研究的焦点。随着认知科学、计算机科学和人工智能研究的迅速发展，有关智能活动和认知过程的研究已成为十分活跃的学术领域。现代认知心理学借助传统实验心理学的"反应时"指标，作为探测信息加工活动的一个重要参变量，以了解信息加工过程的速度，取得了显著的进展。

行为速度减慢是年老过程的一种普遍现象。研究证明，速度因素是评价认知功能年龄差异的一项重要指标。有关认知速度年老衰减的研究工作很多。Cerella(1990)在一篇专著中就收集了近期发表的 1000 余项有关研究作为新理论分析的材料。80 年代以来，有关认知速度年老衰减研究主要在关键的两个方面取得进展。一个是在认知速度年老衰减规律的认知方面。Salthouse(1985)综合了大量研究资料，发现已检测的几乎所有项目都在速度上存在年龄差异，进而指出认知速度的年老衰减可以被解释为整个信息过程系统的变化，而不是局限于某些特定阶段的变化。这种观点被称作"普遍衰减假说"(Generalized Slowing Hypothesis)。普遍衰减假说的潜在重要性很早就被认识(Birren 1965；Welford1965)，但到 80 年代才被用于对实验数据的合理解释。另一个是在认知过程的新的认识方面，McClelland 和 Rumelhart(1986)提出将认知解释为神经网络的计算，而不是信息过程阶段的连接。这种观点与前述观点相结合，于是新的年老理论把年老衰退看作是由某些类型神经网络所区分的某些类型的衰退。

一、国外关于认知速度年老衰减规律的数学模型

大量研究证明，反应时与年龄呈函数关系。在毕生发展过程中，反应时与年龄的相关曲线呈 U 字形，其凹点在 20 岁附近。这个结果，被解释为，在 20 岁之前，反应时随增龄而缩短，反映了脑功能的成熟过程；20 岁以后，反应时随增龄而延长则反映于脑功能的衰退过程。因此，许多老年认知心理学家便集中研究了青年(20 岁)与老年(65 岁或 75 岁)之间作业速度的函数关系。这种两维年龄分析方法最早由 Brinley(1965)提出，他认为"年老理论"可以被描述为老年人与青年人作业潜伏期(Latencies)之间的函数关系：

$L_{old}=f(T,L_{yng})$

Salthouse(1978)首先应用两维年龄多作业回归方法分析数据，这种方法随之得到广泛的应用。Cerella 等(1980)报告了对已发表的 14 项研究中 94 种认知条件作业潜伏期数据的比较结果。Salthouse 和 Cerella 的研究结果表明，实验数据可以用一种比例递增函数形式加以描述，即是

$O=aY$……(1)

方程式中 O 和 Y 分别代表老年人和青年人的作业潜伏期，系数 a 为正值。

除了上述比例递增函数形式外，其它作者还报告了多种函数形式如下：

线性函数形式：$O=aY+b$(Cerella 1985)……(2)

平方函数形式：$O=aY^2+bY+c$(Cerella 1990)……(3)

(Hale 1991)

简单幂函数形式：$O=aY^b$(Botwinick 1984)……(4)

(Hale 1987)

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

复杂幂函数形式：$O=[(aY+1)^{b/a}-1]/b$（Myerson 1990）……（5）

方程式（1）描述了所有认知过程速度均随年老呈比例衰减的规律，称作比例减慢模型（Propor-tional Slowing Model）。这种惊人的现象符合众所周知的普遍衰减理论，暗示在一定的认知领域内，老年人的作业潜伏期可以被予测。方程式（2）基于多层次减慢模型（Multilayered Slowing Model），提示中枢认知过程速度的衰减较外周感觉——运动过程速度的衰减要快。方程式（3）被称作仰头模型（Overhead Model），意指老年人信息过程各步骤速度的减慢以一恒定的量值增加。方程式（4）表示与年龄相关的作业潜伏期随作业的复杂性呈指数延长。方程式（5）则是方程式（4）的一种更详细的描述形式。方程式（4）和（5）被统称为信息遗失模型（Information-loss Model）。上述诸方程式分别描述了不同认知条件下认知速度的年老衰减规律，都可用来解释老年人神经网络计算时间的延长，但主要区别在于认知速度减慢是否与信息的遗失有关系。实践证明，两维年龄多作业分析方法是确切描述认知速度年老衰减规律的一种卓有成效的分析手段。

二、我们关于认知速度年老衰减规律的研究结果

国外作者概括提出了上述诸种函数形式，并试图从理论上做出解释，但所有这些数学模型都只是评价了老年人与青年人作业时间之间的关系，而没有描述其作业速度的年老衰减过程。

我们在国家自然科学基金的资助下，应用两维年龄多作业回归分析方法，研究了700余例中老年（46—75岁）被试者心算、符号数学、数字鉴别和计数共4项非词语性认知作业速度年老衰减规律。具体地说，以5岁为年龄段，分析了46-50岁组与其后5个年老组作业时间之间的关系。研究结果表明，各年老组与46—50岁组作业时间之间呈线性函数关系，且线性方程式的斜率值随年老组的增龄而增大（图1）。若将46—50岁组看作中年组，以O和M分别代表年老组和中年组的作业时间，则这种线性函数关系可表示为：

$O=aM+b$

该方程式中斜率a值大于1.0，且随年老组的增龄而增大，截距B值在"0"附近。该结果与上述方程式（2）相一致，但区别是参照组分别为青年人和中年人。

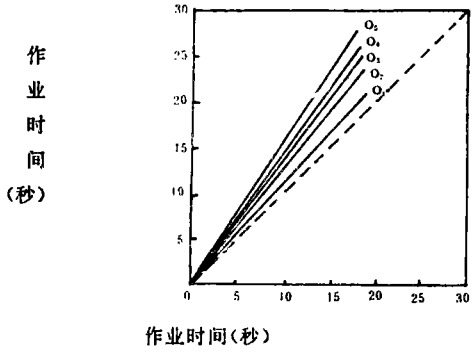


图1　5个年老组与46—50岁组作业时间线性方程图示

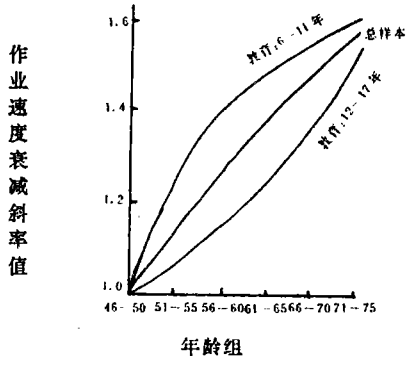


图2　总样本及高、低文化组作业速度年老衰减斜率拟合曲线

根据对作业速度年老衰减斜率拟合曲线的分析，进一步研究了作业速度年老衰减过程及文化教育因素的影响。研究结果表明，总样本（平均受教育11.4年）、高文化组（受教育12—17年）、及低文化组（受教育6—11年）作业速度衰减斜率值均随年老而增大，但三条拟合曲线的形式是不相同的（图2）。总样本作业速度年老衰减斜率拟合曲线居中，曲线形式表明作业速度衰减速率不随年老加快。高文化组的拟合曲线居下，作业速度衰减斜率值在任何年龄都较总样本和低文化组要小，说明高文化组作业速度随年老衰减较慢；曲线形式表明高文化组作业速度的衰减由缓渐增，衰减速率至60岁后才开始加速。低文化组的情形则相反，拟合曲线居上，说

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

明低文化组作业速度随年老衰减较快；曲线形式表明低文化组作业速度衰减速率在60岁前明显快于60岁后。该结果很有意义，说明文化教育因素及其相关的脑力劳动复杂程度对认知速度年老衰减过程有明显影响，提示了脑的积极活动对于延缓脑的衰老有重要作用。此外，从对认知速度学习曲线的分析还观察到，尽管认知速度随年老衰减，但老年人经过学习和训练其认知速度可明显改善。

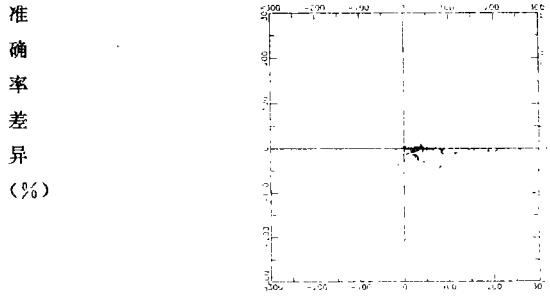
上述工作探讨了非词语性认知作业速度年老衰减规律及其影响和学习改善等问题，具有重要理论意义；而且，为认知速度衰减程度的检测及临床应用提供了实验依据和指标，因而具有重要应用价值。

认知作业速度随年老减慢，但词语领域与非词语领域的情形可能有所不同。Lima 等(1991)报告非词语领域认知速度年老减慢的程度较词语领域更为明显。他们分析其最大区别是：词语领域必须涉及背景知识，而非词语领域则不必。他们进而认为，认知速度年老减慢模式可能包括两个层次，一个层次与词语领域认知速度减慢较缓有关，另一个层次与非词语领域认知速度减慢更快有关。我们研究了四项非词语性认知作业速度年老衰减规律问题，有关汉语领域认知速度年老衰减规律有待进一步研究，从而较全面地认识认知速度年老衰减过程。而且，汉语与西方语言词语领域认知速度年老衰减规律的比较研究，对于揭示不同语言领域认知加工活动过程及其脑机制，显然具有重要意义。

三、有关认知速度年老衰减的理论解释

与年龄相关的速度变化的原因包括心理和生理两个方面。不少作者认为速度衰减是老年人某些心理因素改变的结果，主要指老年人在策略、熟悉性、及动机等因素方面的变化，并已提出几种假说，但迄今这些假说尚未得到实验的很好支持。

主张策略转换(Strategy Shift)假说的作者认为，老年人速度减慢的主要原因是他们较青年人花更多的时间在解决问题的策略上，因而忽略了速度。反对这种观点的作者指出，简单作业反应时测验结果不支持这种解释，因为对简单作业来说策略的影响是很小的。与策略转换假说有关的速度——准确交替(Speed-Accuracy Trade-off)假说，强调老年人较青年人更小心谨慎，提取偿试增多而延长了潜伏期。已有证据表明老年人较青年人更强调准确性的倾向。但是，Salthouse 等(1982)报告了在同等准确性水平上，作为速度仍维持明显的年龄差异。Plude 等(1984)收集了201种信息过程条件青年人和老年人作业准确性和潜伏期实验数据，在潜伏期与准确性"差异"平面上，由这些数据所确定的多数点沿在横座标轴分布(图3)，这说明老年人与青年人的作业准确性是相近的，而潜伏期的差异是较大的。在我们的实验中，可记录和计算准确性结果的心算和符号数字两项作业，其准确性均不随年老增高，而作业速度均随年老减慢。如果应用 Plude 的分析方法，由该两项作业实验数据所确定的点，在潜伏期与准确性"差异"平面上，也落在右横座标轴附近。



$$潜伏期差异=\frac{潜伏期(老年人)-潜伏期(青年人)}{潜伏期(青年人)}\times 100\%，准确性差异=\frac{准确性(老年人)-准确性(青年人)}{准确性(青年人)}\times 100\%$$

图3　老年人和青年人作业潜伏期差异与作业准确性差异在两维平面上的分布

(下转第128页)

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Key words: generalizability theory, G study, D study.

THE CHARACTERISTICS IN THEME-DRAWING TESTS ON LD CHILDREN

Jing Jing, Guo Di

(Xinhua Hospital Attached to Shanghai No. 2 Medical University)

This research is a testing comparison between LD children and normal children by means of theme-drawing "Grassland testing". The result shows that LD children are not so good as normal children in drawing skills and technique of expression. LD children's drawings are charecterized by simplicity in tableau composition and structure, scarcity in human action forms, difficulty in expressing overlapping structures, and inflexibility in following the theme, etc.. These characteristics are discussed in the present paper.

Key words: learning disabilities (LD), theme-drawing test, children.

CRANE DRIVER'S DEPTH PERCEPTION THRESHOLDS

Zhang Tiezhong, Pan Kaixiang

(Hangzhou University)

This research measures the depth perception thresholds of eight colors (red, orange, yellow, green, blue, purple, black and white) in 109 crane drivers. it is found that against a white background, green and blue are the best depth colors for distinguishing depth differences easily; black, purple and red are the grade-2 depth colors; orange and yellow, grade-3; white, grade-4. The colors easy of depth differentiation have low average-threshold-values and concentrated distributions; the colors less easy of depth differentiation have great average-threshold-values and dispersed distributions. We suggest that crane-design departments paint black stripes on the yellow background of the shank of the crane hook to add color contrast and lessen the affect of the working environment.

Key words: depth perception, threshold.

(上接第 126 页)

主张失用(Disuse)假说的作者认为,老年人信息过程速度减慢与老年人的实践活动减少有关。反对的观点则强调,与年龄相关的慢现象表现在几乎所有的行为方面,因而以实践活动减少作为老年人速度减慢的主要原因是没有说服力的。

关于行为速度年老衰减的生理原因,已有大量文献报告神经传导速度和突触间传递时间随增龄而降低。因而,行为速度年老衰减的原因可推测为中枢神经系统内在电学水平上非常小的差异叠加放大的结果。然而,验证这种推测是困难的。例如,20 岁与 60 岁成人选择反应时的差异在 100 毫秒左右或者更大,而在这两个年龄水平所测得的神经传导速度的差异小于 8 毫秒/米。如果这是反应时年龄差异的唯一因素,那么,推测完成选择反应的神经通路必须跨越约 13 米的长度。因此,基础于单个神经元电学水平的解释未被广泛接受,或者说至少不成其为唯一的原因。

在心理学文献中,关于与年龄相关的速度减慢现象讨论得最多的一种假说是:中枢神经系统内功能上的信号——噪声比随年老降低。因散在的细胞丧失和普遍性的抑制而使其信号强度减弱,而背景活动的增强使其噪声增加,结果信号——噪声比随年老而降低。然而,最近的研究不支持这种观点。

此外,关于年老速度减慢现象的解释还归结于老年人觉醒水平的降低,或许通过脑内网状结构系统或皮层下的其它结构所中介。这方面的基本观点是老年人的神经系统由于某些原因不如青年人活跃。

综上所述,与年龄相关的速度变化的原因是复杂的,而不可能是单一的。今后需继续从心理和生理两个方面进一步探讨。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net