

## 表征、加工和控制 在认知活动中的作用\*

傅小兰

(中国科学院心理研究所, 脑与认知科学国家重点实验室, 北京 100101)

**摘要** 三要素相互作用模型强调表征、加工和控制 在认知活动中的作用, 并将表征区分为内部表征和外部表征, 加工区分为自动加工和受控加工, 控制区分为自动控制 和意识控制, 提出认知活动具有四种性质: 表征的复杂性和变化性, 加工的简单性和程序性, 控制的有效性和灵活性, 以及其他因素(如文化、情绪、动机和个性等)的作用。基于上述观点, 开展了一系列实验研究, 取得了一些成果。

**关键词** 表征, 加工, 控制, 三要素相互作用模型。

**分类号** B842

心智的计算—表征理解 (computational-representational understanding of mind, 简称CRUM) 在认知科学研究中一直居主导地位。CRUM强调心理表征 (mental representation) 和心理程序 (mental procedure), 并假设对思维最恰当的理解是将其视为心智中的表征结构, 以及在 这些结构上 进行操作的计算程序。基于CRUM观点和国内外已有研究成果, 本文作者认为, 表征 (representation)、加工 (processing) 和控制 (control) 是认知活动的三个核心概念或基本要素, 提出三要素相互作用模型 (three-element interaction model, 简称TIM) [1], 强调在认知研究中应重视表征、加工和控制及其相互作用。

TIM 将表征区分为内部 (internal) 表征和外部 (external) 表征, 加工区分为自动 (automatic) 加工和受控 (controlled) 加工, 控制区分为自动 (automatic) 控制和意识 (conscious) 控制, 并借用太极图阐释这些成分间的关系。如图 1 所示, 太极图上一个圆圈中有一个白色的阳鱼和一个黑色的阴鱼, 阳鱼头抱阴鱼尾, 阴鱼头抱阳鱼尾, 互相纠缠, 浑融圆转, 恰成一圆形, 无始无终, 无头无尾, 无前无后, 无高无下; 阴鱼当中有阳眼, 阳鱼当中有阴眼, 相互包容, 相互蕴含, 相互转化, 相

互促生。该图十分贴切地表达了作者本人对认知活动中三要素及其关系的理解。

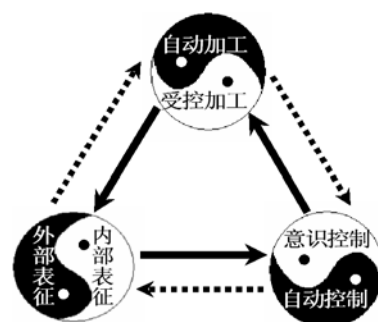


图 1 三要素相互作用模型

TIM 假设, 认知活动具有以下四种性质: (1) 表征的复杂性和变化性。表征的复杂性包括表征内容的复杂性、表征形式的复杂性和表征通道的复杂性。表征的变化性包括从外界环境拾取信息导致的表征变化、从长时记忆提取信息导致的表征变化和在工作记忆加工信息导致的表征变化; (2) 加工的简单性和程序性。加工的简单性包括简单的基本加工操作、简单的基本加工过程和特定的神经活动模式 (生物电的和生物化学的)。加工的程序性, 在方向维度上表现为自上而下加工 (概念驱动加工) 和自下而上加工 (材料驱动加工), 在时间维度上表现为串行加工和并行加工, 在空间维度上表现为通道加工、模块化加工、特征检测器与功能柱、并行分布处理 (群编码) 等; (3) 控制的有效性和灵

收稿日期: 2006-05-26

\* 中国科技部 973 项目 (2002CB312103)、国家自然科学基金重点 项目 (60433030)。

通讯作者: 傅小兰, E-mail: fuxl@psych.ac.cn

活性。控制的有效性包括计划的有效性、调节的有效性和监督的有效性。控制的灵活性包括标准的灵活性、决策的灵活性和策略的灵活性；以及（4）其他因素（如文化、情感、动机和个性等）的作用。

充分借鉴前人提出的理论思想，有效集成已有的研究发现，积极探求新的实验证据，阐释并验证TIM模型，不断深化我们对人类认知活动规律的认识，是我们工作的努力方向。我们近几年开展了一系列实验研究，取得了一些成果。

### 1 内部表征与外部表征

内部表征是指，记忆系统中的诸如概念、命题、图式、语义网络、生成规则及其他类型的知识和结构。而外部表征是指，对内部认知活动有直接影响、甚至是有决定性影响的信息的外部表达和环境的结构，包括客观物体、媒体媒介、物理符号、外部规则、约束条件和边界条件等。与传统认知观重视信息在头脑中的内部表征相比，分布式认知观认为，外部表征可以与头脑中的内部表征相结合，在认知活动中共同起作用。我们研究人造物概念分类和中文概念组合，探讨概念表征及其加工机制；研究技术媒体和信息表示方式，探讨外部表征的作用机制。

#### 1.1 人造物概念分类

概念是物体范畴（object categories）和事件范畴（event categories）的心理表征，是思想的单元，是所有高级认知加工的基础。人造物（artifacts）概念表征人类创造和使用的各种物体。研究人造物概念有助于回答物体概念在头脑中如何组织、如何加工，以及它们在人与生态环境相互作用的过程中如何形成和被使用等问题。

当人们遇到某些新异的物体，经过思考后决定将它们称为“桌子”、“轮子”或“棍棒”时，人们的头脑中进行了怎样的认知加工？哪些因素在这样的机制中起作用？它们的相互关系又如何？我们质疑基于设计的理论，提出一种新理论——基于用途的人造物分类模型（图2），并采用物体命名任务进行了7个实验，系统地检验了成因、功能和分类者角色对物体命名的影响，以及它们在物体命名机制中的相互关系<sup>[2]</sup>。基于用途的模型预期的三个主要效应都得到了实验结果的支持。第一，成因效应：成因故事的类型对物体命名的影响发生在概念系统划分“人造物/非人造物”的水平。研究发现，呈现人工制造条件的成因故事使物体被更多地命

名为某个范畴的人造物，而呈现自然形成条件的成因故事使物体被更多地命名为某个范畴的自然物。第二，功能效应：即使是自然形成的物体，其命名也会受到功能属性的影响。研究发现，功能属性和物体的外形匹配程度越高，该物体就越有可能被命名为某个范畴的人造物。第三，使用者优先效应：被试的命名会倾向于和使用者的使用目的一致。研究发现，不论分类者是承担“创造者”还是“使用者”的角色，亲自使用物体都会（比旁观他人使用物体）导致命名反应倾向于和使用者的使用目的一致；而当分类者同时承担“创造者”和“使用者”两个角色时，命名反应仍然偏向于和使用者的目的一致。实验结果提示，功能属性通过某种独立于成因等高层语义知识的独立“通路”影响人造物的分类和命名。我们认为，是“使用目的”，而不是“设计意图”，适合作为人造物概念表征的本质标识符，在分类过程中提供自上而下的约束。

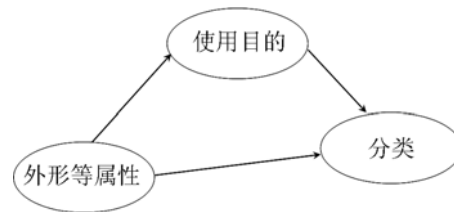


图2 基于用途的人造物分类模型

#### 1.2 中文概念组合

概念组合是将两个（或多个）概念组合成一个新概念的过程，这个新概念通常被称为组合概念。我们通过分析大学生对160个新异组合概念的解释，考察了中文名词-名词组合概念的解释策略及影响因素<sup>[3]</sup>。研究的一个新发现是，子概念之间的相似性只影响关系解释，即两个子概念之间相似性的高低不影响属性解释出现的比率，但影响关系解释出现的比率。另一个发现是，子概念所属的领域对组合概念的解释策略有重要影响，生物组合概念得到更多的属性解释，而人造物组合概念得到更多的关系解释。人们解释不同范畴组合概念的策略存在的这种差异，我们称之为组合概念范畴效应。

语义知识组织的范畴特异性是许多研究者关注的前沿领域。我们通过特征列举实验和建构路径模型，检验了概念的特征类型在组合概念范畴效应中的作用<sup>[4]</sup>。研究发现：生物的实体特征比率高于人造物的实体特征比率，而人造物的情境特征比率

高于生物的情境特征比率；修饰词的实体特征比率显著影响属性解释比率，修饰词具有较多实体特征的组合概念倾向于得到属性解释；主名词的情境特征比率对关系解释比率的影响不显著；将特征类型

引入路径模型后，范畴对解释策略的影响依然显著（图3）。显然，范畴间的特征类型差异会影响组合概念范畴效应，但它并不是唯一的因素。

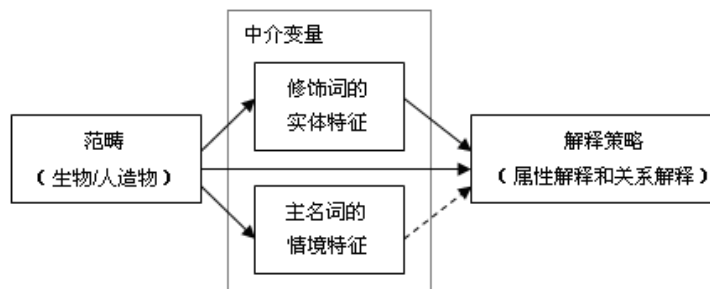


图3 组合概念范畴效应的路径模型

### 1.3 技术媒体

技术媒体在认知活动中的作用是重要的研究课题。研究者关心的主要问题包括：使用技术媒体是否有助于远距离的群体协作？是否影响信息交流的过程和结构？另外，分布式认知的观点给团体动力心理学的研究领域带来了新问题和视角：在面对面协同和远程协同过程中，集体活动的绩效是否高于个体活动绩效之和？团体知识是否多于个体成员知识之和？

我们研究了在不同的社会交往、媒体丰富性和队伍组合条件下，文化因素（集体主义，个人主义）对群体决策过程中人们的从众行为的影响<sup>[5]</sup>。研究发现：中国组和美国组之间存在明显的差异，中国组更倾向于顺从大多数人的观点；在传统的面对面组里人们体验到最强的大多数人的影响，而使用集体决策系统则有助于减少这种影响。我们还研究了竞争与组合对知觉任务绩效的影响<sup>[6]</sup>。研究发现，在完成简单的知觉判断任务时，引入竞争有利于任务的完成，而单人工作还是两人合作并没有明显差别；在完成复杂的知觉推理任务时，两人合作的绩效优于单人工作的绩效，而此时竞争不起作用。

技术媒体对认知绩效的影响备受研究者的关注。我们研究了媒体条件与刺激信息共享量对远程协同完成人工概念形成任务的影响<sup>[7]</sup>。研究发现：媒体条件影响协同工作的速度，与视频加音频条件相比，被试在音频条件下完成认知任务更快；信息共享量影响协同工作的质量，被试在信息完全共享条件下较在信息完全不共享条件下完成任务的质

量更高，信息部分共享时完成任务的质量居中。这提示我们，在远程协同过程中，相对于成本较高的视频而言，成本较低的音频反倒更有利于较快地完成任务；而合作者应尽可能多地共享信息，以提高完成任务的质量。我们还研究了媒体和股价对新手小群体协同解决选择冲突问题的影响<sup>[8]</sup>。被试两人一组，在小型计算机局域网上协同完成股票选择任务。研究发现，在选择决策过程中，相对于低价股，人们对高价股选择得更快；而相对于面对面交流，决策者之间通过电话交流较易于达到相同的满意程度。

### 1.4 信息表示方式

信息技术中具有革命性的发展前景是，当人需要或想得到信息时就能随手得到所需要的信息。这些信息在被认知个体内化前均以信息的外部表征的形式存在着。图表是外部表征的典型形式。我们采用问卷调查法，对图形和表格这两种数据呈现方式进行比较<sup>[9]</sup>，阐明了图形和表格的共性和各自特点，以及分别适用的数据类型。我们还研究了表图标题位置、数据复杂度和问题难度对表图使用绩效的影响<sup>[10]</sup>。结果表明：标题位于表图上方优于下方；数据复杂则反应正确率较低；对简单问题的反应既快又准，但回忆正确率较低。我们发现，尽管在提取具体数值时表比图有优势（这与前人结果一致），但是，图形组的回忆成绩却显著高于表格组，这说明同样的信息使用图展示较之于使用表展示会给人留下更深刻的印象。

不同的信息表示方式具有不同的特点和效果，

并影响人们的认知加工。我们分别使用文字陈述、表格和图形三种外部表征方式集中呈现因果信息,让大学生估计不同化学药物影响动物基因变异的能力<sup>[11]</sup>。结果表明单一因果关系因果力估计具有不对称性:因果力估计在预防原因条件下较多符合效力PC理论,而在产生原因条件下一般符合概率对比模型。研究发现,三种外部表征方式不影响产生原因条件下的因果力估计,但影响预防原因条件下的因果力估计。在预防原因条件下,与文字陈述和表格表征相比,图形表征促使更多被试按效力PC理论来做因果力估计。

贝叶斯推理是逻辑和认知研究的一个重要方面。我们研究了频率和样例两种外部表征方式对人们解决贝叶斯推理问题的影响<sup>[12]</sup>。结果发现,频率信息集中呈现组、样例信息逐个呈现组、概率信息呈现组的成绩依次递减;样例数效应不显著;在样例信息逐个呈现条件下出现了明显的练习效应,由于该条件模拟了真实环境中人们获得信息的方式,其结果预示着在解决现实环境中的贝叶斯推理任务时,随着练习的增加和对信息环境的熟悉,人们解决贝叶斯推理问题的能力会逐渐提高。我们还通过三个实验,研究了问题形式(一步问题,两步问题)、信息结构(分割结构,未分割结构)和辅助图形表征(条形图、饼图、结构图)对解决贝叶斯推理问题的影响<sup>[13]</sup>。研究发现:两步问题形式并不能改进中国大学生被试解决贝叶斯推理问题的成绩,一步几率形式问题的成绩反而显著高于两步几率形式问题的成绩;频率格式提问有时优于几率格式提问,频率格式提问显著改善了两步问题的贝叶斯推理成绩;分割的信息结构明显提高了被试解决贝叶斯推理问题的成绩;与条形图和饼图形式的图形辅助表征相比,结构图形式的图形辅助表征显著提高了被试解决贝叶斯推理问题的成绩。

我们还研究了汉字文本网页的字体和行间距对搜索时间的影响,并通过对被试性格特征、偏好和搜索时间的分析揭示在汉字文本网页的搜索速度和格式偏好上可能存在的个体差异<sup>[14]</sup>。研究发现:字体和行间距对关键词的搜索时间没有显著影响,而被试性格特征对关键词的搜索时间有影响,活泼型的搜索速度快于非活泼型;活泼型被试最喜欢宋体,最不喜欢楷体,而非活泼型被试最喜欢楷体,最不喜欢宋体;所有被试都喜欢单倍行距的格式,最不喜欢无行距的格式;对显示格式的偏好

对关键字的搜索时间没有影响。结果表明,偏好某样东西并不保证在其上就会有更高的绩效。但这并不意味着在编辑网页时可以忽略用户群体的偏好,因为要在吸引眼球和提高用户忠诚度的竞争中获胜,提供符合个体偏好和需求的个性化服务是更需要关注的问题。

了解人类的视知觉特性有助于探究外部表征的作用机制。我们采用顶点高低判断范式,使用黑白线条图、灰度图和红绿彩图为刺激材料,研究了单一物体自遮挡关系及刺激图形颜色对物体知觉的影响<sup>[15]</sup>。研究发现,对外周轮廓顶点高低的判断,受到顶点所在表面的特性尤其是遮挡关系的影响,即便遮挡关系是两可的。我们采用内外源注意范式进行研究,发现对遮挡关系的检测并加以利用,只占用极少的注意资源<sup>[16]</sup>。我们还考察了不同遮挡条件下环境朝向的Simon效应,发现环境提供量主要取决于物体之间的遮挡关系,而对这些提供量的知觉影响了人的动作的效率<sup>[17]</sup>。

## 2 自动加工和受控加工

自动加工是自动化进行的,无需意识控制,不受认知资源的限制,不需要注意。自动加工过程由适当的刺激引发,发生比较快,也不影响其他的加工过程。自动加工在习得或形成之后,其加工过程比较难改变。而受控加工是意识控制的加工,受认知资源的限制,需要意识的参与,可以随环境的变化而不断进行调整。受控加工在经过大量的练习后,有可能转变为自动化加工。练习不仅能提高运动和认知任务的成绩,也可以减少加工信息所需的资源。我们研究异同判断、选择性加工、数字加工、内隐学习和信息约简,探讨认知加工机制。

### 2.1 异同判断机制

异同判断(same-different judgment)任务要求被试按某个标准判断呈现的两个刺激是否相同。我们通过改变刺激对中的第一个刺激消失到第二个刺激出现之间的时间间隔(interstimulus interval,简称ISI),研究异同判断的加工机制<sup>[18]</sup>。形状异同判断实验和颜色异同判断实验的结果均表明,在排除刺激重复的条件下,同反应后的反应仍显著快于异反应后的反应,即存在同反应启动效应。而且,ISI对同反应启动效应没有影响,这一结果与前人将该效应归于异刺激对的不稳定表征的解释不一致。我们认为,同反应启动效应进一步表现了异、同判断之间的差异,支持异同判断的双加工模型,并且

支持同一性指示器和慢速比较器是序列进行加工的观点。

我们还采用三种整体局部特征（关系-属性，全局-局部，抽象-具体）图形，研究异同判断的加工机制<sup>[19]</sup>。三个实验的结果表明：三种整体特征均可加速同反应，因而不支持同判断加工是整体匹配的观点；存在快同效应，但并不支持同判断的快速加工器对整个刺激加工完成后慢速比较器才开始工作的观点；异反应时随差异特征的增多而减小，从而进一步支持异判断是分析加工、自终止的观点；异反应时随差异特征从上至下、从整体到局部而增加，意味着异判断加工的顺序可能是自上而下、从整体到局部。上述结果支持我们提出的研究假设：同判断的快速加工器先加工整体特征，然后再和异判断的慢速比较器一起开始加工局部特征。

## 2.2 选择性加工机制

视觉系统会优先选择与当前行为目标相关的刺激，忽略无关刺激。这种视觉优先选择（prioritizing selection）现象及其机制一直是视觉搜索研究所关注的焦点。我们对预览搜索（preview search）中优先选择的解释机制进行了详尽的探讨，从基于旧干扰物位置的抑制和基于旧干扰物的属性特征的抑制两方面系统地检验了基于抑制的视觉标记的解释，并基于实验结果提出了预览搜索中优先选择的自上而下的非抑制的加工机制的解释<sup>[20]</sup>。

根据当前情景（自下而上）和任务（自上而下）的要求，人们需要的信息在不断地变化，人们的注意也相应地不断转移，知觉适应环境和任务的一个方法就是增加对重要维度和特征的注意和减少对无关维度和特征的注意。我们以有颜色的实心几何图形为刺激材料进行了四个实验，研究异同判断中异反应之间的序列效应<sup>[21]</sup>。在实验 1a 和 1b 中，前后刺激对完全平衡；而在实验 2a 和 2b 中，前后刺激对随机平衡。实验 1a, 2a 和 2b 均发现了维度转移效应，表现为对于异反应后的异反应，前后两次异反应的差异维度一致时的反应快于不一致时的反应。维度转移效应反映了选择性注意在异反应判断中起重要作用，而且当任务要求注意在刺激维度上的分配不断变化时，注意按照当前刺激的特点做实时的分配。

## 2.3 数字加工效应

人对数字的加工能力到底受哪些因素的影响？

这个问题一直受到研究者的广泛关注。现有的理论认为，人类对数字的表征和加工是在一条从左至右的数字基线上完成的。近期实验研究表明，这条数字基线和空间注意之间有着非常密切的关系。我们采用无线索、内源性线索、外源性线索三种改变注意条件的范式，考察不同注意条件下数字加工过程中的各种基本效应（如距离效应、符号效应和空间-数字的反应编码联合效应）的变化，发现大数和小数在三种数字加工效应上都受到注意的不同的影响，并且这种影响来自一种自动化注意过程<sup>[22]</sup>。

我们考察了在注意（注视点）与非注意（非注视点）条件下数字加工的距离效应和符号效应<sup>[23]</sup>。采用小数（1-4）和大数（6-9）的中文与阿拉伯数字为材料，以判断数字是否大于 5 为任务。实验结果表明：在注意条件下大小数都出现了距离效应，而在非注意条件下只有小数出现距离效应；在注意条件下大小数都没有出现符号效应，而在非注意条件下只有小数出现符号效应，中文数字绩效显著好于阿拉伯数字。我们进而采用内源性注意和外源性注意实验范式<sup>[24]</sup>，结果发现：在内源性线索和外源性线索的注意条件下大小数都出现了距离效应，但在非注意条件下内源性线索时的大小数都出现了距离效应，而外源性线索时只有小数出现了距离效应，大数的距离效应明显减弱或消失；在内源性线索和外源性线索的注意条件下大小数都没有出现符号效应，但在非注意条件下大数没有出现符号效应，而小数出现了符号效应（阿拉伯数字的绩效比中文数字差），并且内源性线索时的符号效应强度小于外源性线索。研究重复验证了前一研究<sup>[21]</sup>中得到的实验结果，且弥补了其不足。

我们还考察了在无线索、内源性线索与外源性线索时不同符号数字在注意与非注意条件下的空间-数字的反应编码联合效应（Spatial Numerical Association of Response Codes, 简称SNARC效应）<sup>[25]</sup>。采用 1 到 9 的中文与阿拉伯数字为材料，以判断数字奇偶为任务，进行了两个实验。研究发现，注意在SNARC效应中的确发挥着重要作用，无论在无线索，内源性线索还是外源性线索时，在非注意条件下SNARC效应都受影响因而减弱或消失，而且这种影响主要表现在较大的数字（8, 9）上，因此可能是一种从左至右的线性过程。同时外源性注意的影响要比内源性注意更大，中文数字受的影响比

阿拉伯数字更大。说明对SNARC效应产生影响的是  
一种自下而上的自动化加工注意。因此，SNARC  
效应的成因与一种从左至右的自动化空间注意有  
着内在联系。这一结果为最终从注意的角度理解  
SNARC效应这个数字加工中的基本效应提供了直  
接证据，也为我们进一步理解注意与数字加工之  
间的关系提供了更多可能。

综上所述，对距离效应而言，注意对数字距离  
效应的影响主要表现在大数（6-9）上；对符号效  
应而言，注意对符号效应的影响主要表现在小数（1  
-4）上；对SNARC效应而言，注意对SNARC效  
应的影响主要表现在大数（8、9）上。基于以上发现，  
结合已有的理论，我们提出了一个新的有注意参与  
的双向搜索模型（Attention Involved Bidirectional  
Search Model, 图4），并用该模型来解释距离效应  
和SNARC效应<sup>[22]</sup>。

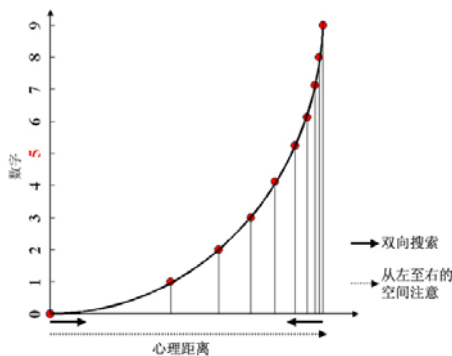


图4 注意参与的双向搜索模型

### 2.4 内隐学习机制

有序地产生有组织的行为是人类心理机能  
的基本特点。近年来，有关内隐学习的研究发现，序  
列学习在很大程度上由内隐知识所控制。内隐知识  
是指，在某一时刻虽然影响加工过程，但本身不能  
成为表征对象的知识。内隐序列学习研究有助于解  
决认知科学中的三个最基本问题（即意识的本质、  
心理表征的本质和经验在认知系统形成中的作用），  
成为认知心理学中的热点领域。我们基于联结主  
义的理论研究内隐序列学习的动态机制，表明序  
列学习可以是内隐的，被试获得知识的外显性与  
表征的质量有关，形成高质量的表征需要较多的注  
意资源和加工时间，所获得的知识似乎处于由样例  
表征到规则表征的连续体上<sup>[26]</sup>。

我们用序列学习中的反应时和错误率间接测  
量被试的内隐知识，用再认成绩和预测成绩直接测

量被试的外显知识，通过倒转不同的规则探讨了知  
识类别和特点对内隐序列学习的影响<sup>[27]</sup>。研究发  
现：内隐学习和外显学习可能分别依赖于两个独立  
的学习系统，且互不干扰；当内隐序列学习既包含  
运动知识又包含概念知识时，知识类别和特点影响  
被试对序列知识的获得，被试较易获得运动知识；  
在内隐序列学习中练习的数量也影响被试对序列  
知识的获得，序列学习是一个动态的过程。

我们还研究了样例数量对内隐序列学习的影  
响<sup>[28]</sup>。研究发现，在内隐序列学习中，被试既可  
以记忆具体的样例知识也可以抽取抽象的规则知识；  
样例数量影响被试对样例和规则知识的获得，在样  
例较少时被试可以获得更多的样例和规则知识；样  
例数量影响被试对意识知识的获得，在本研究中仅  
当样例数为4（全部样例的1/8）时被试获得了有  
关样例和规则的意识知识。

### 2.5 信息约简机制

在日常生活中，人能够学会从接受的大量任  
务信息中区分出有关信息和无关信息，并且将加工  
限定在任务的有关信息上，从而减轻认知负荷，提  
高工作效率。这种认知技能——任务信息的约简  
（information reduction）——对生存和适应具有  
重要的意义。从信息约简的角度研究技能获得是  
一个非常新颖的课题。

我们基于字母次序算术任务（alphabetic  
arithmetic task, 简称为AAT）范式的研究方法，  
进行了一系列信息约简的技能获得研究<sup>[29]</sup>。首先  
验证中国被试在完成字母次序算术任务时是否  
能够获得信息约简的认知技能；接着，考虑到AAT  
中的有关信息与无关信息在难度和知觉突显性上  
存在差异，研究采用修改的AAT即字母次序任务  
进一步进行考察；最后，对AAT进行扩展，研究  
在视觉搜索任务上被试是否能够获得信息约简技  
能。研究发现：被试在完成字母次序算术任务，  
字母次序任务，以及字母搜索任务时都能够获得  
信息约简技能，他们能够随练习的增加学会区分  
有关信息和无关信息，并且将加工限定（至少是  
部分地限定）在有关信息上；被试完成不同复  
杂程度的任务（字母次序算术任务，字母次序任  
务，字母搜索任务）时信息约简技能获得的程  
度不同；对被试群组的平均反应时与练习的关  
系进行曲线估计，在三种任务上均发现负加速  
的幂曲线模型拟合优度最高，这说明从整体来  
看，信息约简的认知技能获得符合练习的幂函



数定律。

### 3 控制

#### 3.1 元认知监测

元认知监测在学习活动中发挥着重要的作用。如何提高学习的效率是每个学习者关心的问题。学习判断(judgment of learning, 简称为JOL)是对当前已经学过的项目在以后回忆测验中成绩的预见性判断,属于元认知监测性判断,其监测准确性至关重要,因为如果监测不准确,人们就会在已经学会或者根本不可能学会的项目上花费时间,事倍功半,降低了学习成绩。我们针对前人实验研究结果的不一致现象,进一步研究了内外部线索对学习判断的影响<sup>[30]</sup>。内部线索为词对的语义联系,两种外部线索分别是呈现时间和呈现顺序。研究发现:内部线索无论交替呈现还是区组呈现,都对JOL和回忆成绩产生了显著影响,这支持Koriat的线索模型;呈现时间和呈现顺序对JOL和回忆成绩有不同的影响,因此有必要修正Koriat的线索模型,进一步区分不同的外部线索类型;无意义词对区组先呈现条件下的JOL值大于有意义词对区组先呈现条件下的JOL值,这说明JOL作为人们的一种主观判断,除受线索类型的影响之外,可能还受人们做判断时的习惯或倾向性的影响,比如存在“锚定效应”。

图形表征和视听通道呈现是在实际学习中应用较多的信息呈现方式。研究者在多模态信息呈现对记忆成绩的影响这一问题上存在争论,更为重要的是,我们对于多模态信息呈现对学习判断的影响基本上还是未知的。我们完成了2个实验,研究了信息呈现类型(字词,字词+图形)和信息呈现通道(视觉,视觉+听觉)对学习判断的影响,并比较了信息呈现媒体(计算机屏幕呈现,纸打印呈现)<sup>[31]</sup>。研究发现:字词单独呈现条件下的回忆成绩明显高于字词+图形呈现条件下的回忆成绩;计算机屏幕呈现条件下的学习成绩明显高于纸打印呈现条件下的回忆成绩;多模态信息对学习判断值没有显著影响,但被试在计算机学习条件下比在传统的纸学习条件下更为自信。

超文本是多媒体教育、现代远程教育、电子商务、计算机支持协同工作以及其他信息通讯技术的重要信息结构基础,也是未来人们阅读的主要文本结构之一。我们通过对线性文本和超文本两种文本结构阅读的元认知水平和阅读测验成绩的比较,考察超文本阅读中的元认知监测特点,并进一步探讨

有无时间限制对用户超文本阅读绩效以及元认知监测的影响<sup>[32]</sup>。结果表明:对超文本阅读的元认知监测,无论有无时间限制,都具有准确性;在测验前对超文本的阅读理解程度的判断等级显著低于线性文本;对测验后测试成绩的判断,阅读时间和文本结构间的交互作用边缘显著,在有时间限制条件下对超文本测试成绩的预测值显著低于对线性文本测试成绩的预测值,而在无时间限制条件下二者间没有显著差异。

#### 3.2 元认知控制

学习时间分配是元认知控制中的一个重要成分,是个体在记忆过程中对心理资源的一种控制和管理,是程序性元记忆中自我调节策略的主要表现,同时也是反映学习者对任务掌握程度的一个传统指标。我们研究了外在收益对学习时间分配决策的影响,比较简单情境和权衡困难情境下学习时间分配决策的优化程度,探讨权衡困难情境下影响学习时间分配决策的因素<sup>[33]</sup>。所谓权衡困难学习情境是指掌握难度不同的项目会获得不同程度的奖励这样的学习情境:如果选择学习并掌握较容易的项目只能得到较低的奖励,若要得到较高的奖励,就必须选择学习并掌握较困难的项目。显然,权衡困难的学习情境更接近现实情境,具有较好的生态效度。

研究表明,分值大小对学习时间分配决策有显著的影响,随着学习项目的分值增加,所分配的学习时间也显著增加;在权衡困难情境下,学习时间分配决策存在对项目的分值和难度的权衡;时间限制是影响权衡困难情境学习时间分配决策的重要因素,在中等时间限制条件下,与简单情境相比,权衡困难情境下的学习时间分配决策是次优的;练习可以改进权衡困难情境的学习时间分配决策策略,并改变学习时间分配决策的速度;成就动机中的希望成功的动机与分配到高分值难项目的学习时间成正相关<sup>[33]</sup>。上述发现不仅深化了我们对学习时间分配决策机制的认识,而且具有重要的教育应用价值。

### 4 其他因素的作用

#### 4.1 文化差异

我们进行跨文化实验研究,发现诊断性原则的应用可能存在文化差异<sup>[34]</sup>。比较中国被试、澳大利亚被试和以色列被试的实验数据,结果表明,澳大利亚被试和以色列被试的实验结果之间不存在明

显差异；但是，中国被试对脸图材料的比较与西方研究结果不同，表现为中性脸图与笑脸图更相似，并且该结果不受情境变化的影响，即，中国被试不遵循诊断性原则。该结果的一种可能解释是，诊断性原则现象的核心在于分类的影响，而不是情境的影响；另一种可能解释是，中国被试和西方被试对中性示意性脸图的情绪判断本身也存在文化差异。

#### 4.2 情绪与认知加工

我们使用视觉搜索任务探索面孔身份在面孔表情加工中的作用<sup>[35]</sup>。要求被试在若干表情图片中搜索快乐或悲伤的面孔，结果发现，身份的变异干扰表情的识别，对特定表情的搜索速度也依赖于面孔所属的身份的数量。当所有面孔都属于同一身份时，在快乐的面孔中搜索悲伤的面孔快于在悲伤的面孔中搜索快乐的面孔；而当显示的面孔可能属于两种身份时，在悲伤的面孔中搜索快乐的面孔快于在快乐的面孔中搜索悲伤的面孔。

我们还考察了对情绪刺激进行视觉搜索的绩效<sup>[36]</sup>。实验要求被试在一些面孔中搜索某种面孔，搜索条件有三种：半基线搜索条件、全基线搜索条件和预览搜索条件。在每种搜索条件都有6种搜索任务：在中性面孔中搜索快乐的面孔、在中性面孔中搜索悲伤的面孔，在快乐的面孔中搜索悲伤的面孔、在悲伤的面孔中搜索快乐的面孔、在快乐的面孔中搜索中性的面孔和在悲伤的面孔中搜索中性的面孔。结果表明，当被试搜索情绪刺激时，出现明显的预览效益；当负性面孔作为靶子时，搜索负性面孔要比搜索阳性面孔快；而当负性面孔作为干扰物时，与在阳性面孔中搜索中性面孔相比，它们没有减慢搜索中性面孔的反应时。这表明，负性表情面孔并不总是会比阳性表情面孔获得更多的注意。

根据心境—行为模型，心境没有稳定的动机意义，但却能影响与行为相关的判断和评估，继而影响行为。我们研究了心境对自定步伐学习时间的影晌<sup>[37]</sup>。大学生被试先听9分钟的音乐（一半被试听正性音乐，另一半被试听负性音乐），然后进行心境的自我评估，然后自定步伐学习词对，其结果表明不同的心境对自定步伐学习时间分配没有显著的影响。

我们还测试了中文简化版PAD情绪量表（The Abbreviated PAD Emotion Scales）的信效度<sup>[38]</sup>。对297名中国大学生实测了中文简化版PAD情绪量

表，对其中的102人同时实测了SCL-90以考察效标效度，并随机选取98人间隔7天后重新实测该情绪问卷以评定重测信度。结果表明，原版的简化版PAD情绪量表在中国背景下的结果并不令人满意。因此，我们对原有量表的某些项目进行了重新修订，并且采用情景法考察修订版问卷的信效度。初步结果表明，修订后的中文简化版PAD情绪量表在愉悦度、激活度和优势度上具有较好的内部一致性信度和结构效度。目前我们以修订后的中文简化版PAD情绪量表为基础，正在开展大样本的数据收集工作，旨在获得该量表的中国常模。

#### 参考文献

- [1] 傅小兰. 中国大陆思维研究的现状与展望. 华人心理学报, 2004, 5(2): 133~142
- [2] 孙宇浩. 基于用途的人造物分类模型. 中国科学院心理研究所博士学位论文. 2006
- [3] 刘焯, 傅小兰, 孙宇浩. 中文概念组合的解释及影响因素. 心理学报, 2004, 36(3): 265~273
- [4] 刘焯, 傅小兰. 特征类型在组合概念范畴效应中的作用. 心理学报, 2005, 37(4): 450~457
- [5] Zhang D S, Lowry P B, Fu X L, Zhou L N. Culture, social presence, and media effects on group decision making under majority influence. Oral presentation at the 39th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-39), January 4-7, 2006, Kauai, Hawaii
- [6] 王贤钊, 傅小兰. 竞争与组合对知觉任务绩效的影响. 人类工效学, 2004, 10(2): 4~6, 43
- [7] Fu X L, Tan J. Effects of media and distributed information on small group concept-learning. 心理与行为研究, 2005, 3(4): 248~255
- [8] 傅小兰, 谭靖. 股价和媒体对小群体选股决策的影响. 人类工效学, 2003, 9(3): 5~7, 12
- [9] Zhang L, Fu X L. Which is better to present your data: Table or graph? Journal of Zhejiang University SCIENCE, 2004, 5(9): 1165~1168
- [10] 张莉, 傅小兰, 禚宇明. 标题位置等因素对表图使用绩效的影响. 人类工效学, 2004, 10(1): 1~3
- [11] 王墨耘, 傅小兰. 用不同外部表征方式集中呈现信息条件下的因果力判断. 心理学报, 2004, 36(3): 298~306
- [12] 李晓明, 傅小兰, 禚宇明. 信息的外部表征方式对贝叶斯推理成绩的影响. 人类工效学, 2004, 10(3): 3~6
- [13] 傅小兰, 赵晓东. 信息表征方式对解决贝叶斯推理问题的影响. 心理与行为研究, 2005, 3(2): 109~115
- [14] 禚宇明, 傅小兰. 格式、偏好和性格对汉字网页关键词搜索的影响. 人类工效学, 2004, 10(2): 1~3, 19
- [15] 冉恬, 禚宇明, 傅小兰. 自遮挡关系对物体知觉的影响.



- 人类工效学, 2005, 11(2): 1~3
- [16] Xuan Y M, Ran T, Fu X L. The effects of occlusion on vertex perception in conditions of exogenous and endogenous attention. *生物化学与生物物理进展*, 2004, Supplement: 71
- [17] Zhang H, Fu X L, Xuan Y M. The Simon effect of orientation in the condition of occlusion. *生物化学与生物物理进展*, 2004, Supplement: 208
- [18] 张之光, 禰宇明, 傅小兰. 不同 ISI 下异同判断的同反应启动效应. *心理学报*, 2003, 35(3): 317~322
- [19] 周国梅, 傅小兰. 异同判断加工中整体和局部特征的作用. *心理学报*, 2004, 36(6): 681~689
- [20] 郝芳. 预览搜索中优先选择的非抑制加工机制. 中国科学院心理研究所博士学位论文. 2006
- [21] 禰宇明, 傅小兰. 异同比较中注意的维度转移效应. *心理学报*, 2003, 35(1): 37~43
- [22] 刘超. 注意对数字加工的影响. 中国科学院心理研究所硕士学位论文. 2005
- [23] 刘超, 傅小兰. 不同注意条件下大数与小数的加工差异. *心理学报*, 2004, 36(3): 307~314
- [24] 刘超, 买晓琴, 傅小兰. 内源性注意与外源性注意对数字加工的不同影响. *心理学报*, 2005, 37(2): 167~177
- [25] 刘超, 买晓琴, 傅小兰. 不同注意条件下的空间-数字反应编码联合效应. *心理学报*, 2004, 36(6): 671~680
- [26] 付秋芳. 内隐序列学习的动态机制. 中国科学院心理研究所博士学位论文. 2006
- [27] 付秋芳, 刘永芳, 傅小兰. 知识类别和特点对内隐序列学习的影响. *心理学报*, 2004, 36(5): 525~533
- [28] 付秋芳, 傅小兰. 样例数量对内隐序列学习的影响. *心理科学*, 2005, 28(4): 801~805
- [29] 王贤钊. 信息约简的认知技能获得. 中国科学院心理研究所硕士学位论文. 2005
- [30] 陈功香, 傅小兰. 内外线索对 JOL 判断的影响作用. *心理学报*, 2003, 35(2): 172~177
- [31] Chen G X, Fu X L. Effects of Multimodal Information on Judgments of Learning and Memory Performance, *Journal of Educational Computing Research*, 2003, 29(3): 349~362
- [32] 牛勇, 傅小兰. 超文本阅读中的元认知监测特点. 见: 朱淼良, 鲁东明 主编. 计算机支持协同工作与智能信息网络研究进展. 杭州: 浙江大学出版社, 2004. 146~149
- [33] 牛勇. 权衡困难情境下的学习时间分配决策. 中国科学院心理研究所博士学位论文. 2006
- [34] Zhou G M, Fu X L, Hayward W G, Locke V, Pellicano E. Cultural Difference in the Application of the Diagnosticity Principle to Schematic Faces. *Journal of Cognition and Culture*, 2005, 5(1-2): 240~247
- [35] Zhang H, Xuan Y M, Fu X L. What expression could be found more quickly? It depends on facial identities. In: Tao J, Tan T, Picard R W (Eds.): *Affective Computing and Intelligent Interaction, ACII 2005, LNCS 3784*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. 195~201
- [36] Hao F, Zhang H, Fu X L. Modulation of attention by faces expressing emotion: evidence from visual marking. In: Tao J, Tan T, Picard R W (Eds.) *Affective Computing and Intelligent Interaction, ACII 2005, LNCS 3784*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. 127~134
- [37] Niu Y, Fu X L. The effect of mood on self-paced study time. In: Tao J, Tan T, Picard R W (Eds.): *Affective Computing and Intelligent Interaction, ACII 2005, LNCS 3784*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. 646~ 651
- [38] Li X M, Zhou H T, Song S Z, Ran T, Fu X L. The reliability and validity of the Chinese version of abbreviated PAD emotion scales. In: Tao J, Tan T, Picard R W (Eds.): *Affective Computing and Intelligent Interaction, ACII 2005, LNCS 3784*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. 513~518

## Interaction of Representation, Processing, and Control on Cognition

Fu Xiaolan

(State Key Laboratory of Brain and Cognitive Science, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101, China)

**Abstract:** The three-element interaction model (TIM) focuses on the interaction of representation, processing, and control on cognitive activities. Representation includes internal representation and external representation, processing includes automatic processing and controlled processing, and control includes automatic control and conscious control. There are four characteristics in cognitive activities: complexity and variability of representation, simplicity and programming of processing, validity and flexibility of control, and the role of other factors (e.g., culture, emotion, motivation, and personality). A series of studies based on the TIM were completed.

**Key words:** representation, process, control, three-element interaction model (TIM).