

■教育理论

长时工作记忆的模块优化机制

——基于理想认知模型的分析

孙 健

(西安交通大学,陕西西安 710048)

摘 要:记忆术是在新异信息与固有信息间强制建立一种人为意义联系的记忆策略。记忆术之所以能够有效提升记忆品质,是因为它能帮助构建稳定的理想认知模型,而理想化认知模型可被用作完整的记忆组块被个体提取到工作记忆中。组块中处于个体意识中央的那部分信息作为提取线索,将组块内的其它信息牵引到长时工作记忆中,这一方面增强了信息的可得性,另一方面还有效克服了短时工作记忆的容量限制。总之,记忆术通过理想认知模型优化了长时工作记忆,从而改善了记忆效率,提升了记忆品质。

关键词:记忆术;长时工作记忆;理想认知模型;组块

中图分类号:B842

文献标识码:A

文章编号:2095—770X(2016)08—0010—06

PDF 获取: <http://sxxqsfxy.ijournal.cn/ch/index.aspx>

doi: 10.11995/j.issn.2095—770X.2016.08.003

The Optimization of Mechanism Module of the Long-term Working Memory

——Based on the Analysis of Ideal Cognitive Model

SUN Jian

(Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710048, China)

Abstract: Mnemonics are memory strategies that establish a meaningful contact between the new and the inherent information. Mnemonics can effectively improve the quality of memory because they can help to construct an ICM (ideal cognitive model) which is stable and serves as a chunk that is easily recalled to the working-memory storage. The parts of a chunk in consciousness serve as a recalling clue and pull the other parts into the long-term working memory so as to effectively break the capacity of short-term working memory. In one sentence, mnemonics optimize the long-term working memory by establishing an ICM, so as to improve individual's memory efficiency and enhance the quality of memory.

Key words: mnemonics; long-term working memory; ideal cognitive model; chunk

记忆术作为一种能够有效提升个体记忆品质的长效认知策略,在科学研究和教育教学等领域都有广泛的应用。但是,针对记忆术对人类记忆发挥提升作用的心理机制的研究却相对较少。与之形成鲜明反差的是,认知科学领域对记忆的研究取得了丰硕成果,然而,这些研究大多只停留在对记忆过程的解构以及对记忆机制的理论探索等方面,与如何有

效提升记忆品质或提高记忆效率有关的实用性研究却相对缺乏。大量研究表明工作记忆的组块容量是制约记忆品质的重要因素,因此,记忆术提升记忆品质的原因很可能重在提升工作记忆的组块容量上。然而,记忆术提升组块容量的认知原理却一直是一个未得到充分理论探索的处女地。鉴于此,本研究尝试以理论分析的方法,对记忆术如何通过提升工

作记忆中的组块品质来有效促进记忆品质的认知机制进行分析探讨。

一、记忆术与长时工作记忆

(一)记忆术

记忆术(mnemonic strategy)是个体在新异信息与认知结构中的固有信息间建立起某种强制的、人为的意义联系,以促进新异信息的高效编码和长久保持的认知策略^[1]。高效编码是信息得以持久保持的前提,作为识记手段的编码形式主要有两种:机械编码和意义编码^[2](见图1)。前者是个体将新知识以孤立于固有信息的形式进行单独存储的记忆策略,这是一种简单的复述策略,属于低效编码,通过该策略记住的材料如果不经常复习就很容易遗忘;后者是个体对新旧信息之间建立实质意义联系的记忆策略,这是一种精细加工策略,属于高效编码,通过意义学习记住的材料由于和固有知识之间具有本质的逻辑的属性,所以保存稳定,不易遗忘。

当面临一些与固有信息之间不具有实质意义联系的新异信息时,为避免遗忘,个体需要运用记忆术在新旧信息之间建立起人为而强制性的意义关联,从而使得原本低效的复述策略变成高效的精加工策略,这有助于搭建新旧知识的联结,帮助新异知识在固有知识结构中找到固定结点,从而保证个体更加稳固而长久地保持新异信息。

型不同将其分出四个子系统:中央执行系统(central executive),语音回路(phonological loop)、视空画板(visuo-spatial sketchpad)^[5]和情境缓冲区(Episodic buffer)^[6]。工作记忆位于个体的意识中央,需要占用大量注意力并且消耗大量认知资源,因此,信息在其中的存储时间和存储数量都非常有限。心理学家 Miller 将信息在工作记忆中的最小存储单元叫做“组块”,并发现健康成人在短时记忆中同时存储的最大组块数只有 5~9 个^[7],后有学者发现,随着组块性质的变化,最大组块数甚至可能减少到 4 个^[8]。

信息经过工作记忆的充分加工后被存储在长时记忆中。只有通过长时记忆中的大量信息检索,个体才能将其中的信息重新提取到工作记忆中加以运用。然而,工作记忆超低的组块容量不能解释专家何以在其中同时操作远远超出工作记忆容量的组块数量,而信息在长时记忆中的内隐存储也不能解释个体在完成熟悉任务时何以能够从中快速提取大量相关信息。为解释这一现象,Ericsson 和 Kintsch 提出了长时工作记忆的概念^[9]。

Erricsson 等人发现,个体在进行认知操作的时候,一些长时记忆中的信息虽然内隐于个体的意识之外,但在必要时却能将轻易地提取到工作记忆中。他们认为出现这一现象的原因是长时记忆中的内隐信息与工作记忆中的外显信息产生某种意义关联,在特定情境下,短时记忆中的信息可借助该关联性将长时记忆中的信息拉回工作记忆。在工作记忆中发挥牵引功能的信息被称作提取线索(RC, retrieval cues),多个 RC 间因具有某种内在关联而形成的相对稳定的结构被称作提取结构(RS, retrieval structure)。那些位于长时记忆却在特定情境下高度易得的信息被称为可得内隐信息(AII, available implicit information),AII 在认知结构中所处的位置就是长时工作记忆(LTWM, long-term working memory)。为便于区分,位于意识中央,用于存储即时信息的工作记忆被称作短时工作记忆(STWM, short-term working memory)。位于 STWM 中的 RC 与位于 LTWM 中的 AII 间存着图 2 所示的关系。

2. 组块理论下的长时工作记忆

组块理论认为组块是人类工作记忆的最小认知单元,组块信息内隐地封装在组块内部,个体通过外显地提取组块信息,就将封装于组块内部的全体信息都提取出来^[7]。如果需要,个体可以将大组块拆

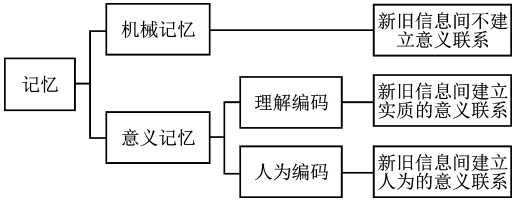


图 1 记忆过程的基本分类

(二)长时工作记忆

1. 长时工作记忆概念的提出

心理学家将人类记忆分为三个序列结构:瞬时记忆、短时记忆和长时记忆^[3]。瞬时记忆是信息在感知运动系统的登记,短时记忆是刺激在意识层面的复述、加工和编码,长时记忆是编码之后的意义信息在人脑中的长期存储。在上述三种记忆中,短时记忆位于意识中央,负责对新异信息的加工编码,它不仅决定了记忆的加工速度,还对推理、阅读理解和概念学习等高级认知活动有重要影响,在个体的知识系统中具有重要地位。

为了强调短时记忆的可操作性,心理学家 Bad-dely 将其拓展为工作记忆^[4],并根据加工信息的类

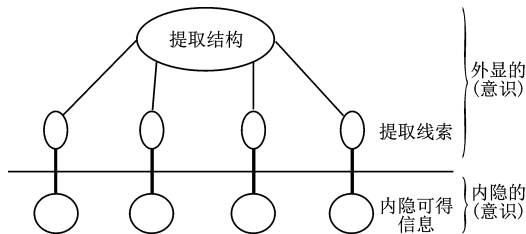


图2 提取结构、RC和AII

解为多个小组块,于是,原先大组块中的信息就暴露在工作记忆之中。

根据组块信息的不同,组块的性质也各有不同:首先,组块可能是基于经验的要素组合及其关系。如果某些要素总是在过去经验中以某种形式的关系共同出现,那么个体就会将这些要素封装为一个组块,例如数字“1”、“3”、“9”总是在电话号码的前三位中共同出现,所以数串“139”就被封装为一个组块。其次,组块还可能是结合了丰富背景知识及感知经验的图式结构。例如厨房用品之间的空间关系、用途关系、背景环境等的表征形式就构成了一个关于“厨房用品”的图式组块。

组块的性质决定了组块内部的信息量。如果个体在工作记忆中得以同时提取或操作的组块总数一定,那么,要想提高工作记忆中的信息总量,就只能提高组块的质量和容量。我们将组块的质量和容量叫作组块的品质:一个组块的信息含量越高,容量就越大,信息整合程度越好,质量就越高,而容量越大质量越高的组块,其品质就高级。

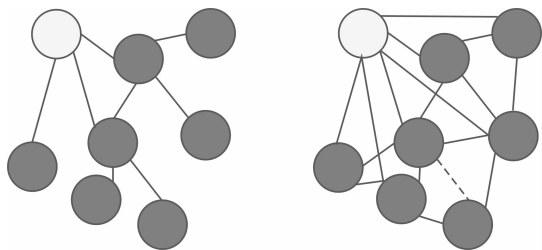


图3 组块

图3分别表示两个组块。图中每个圆圈分别表示一个知识结点,连线表示知识间的联系。如果没有联系(连线),则每个知识结点(圆圈)就自成一个组块。连线的不同类型反应了知识之间的关系强度,线越粗,知识间的联系越紧密。图3右侧组块内部知识结点之间的联系更丰富也更紧密,因而结构更稳定,组块品质更好。

LTWM与组块理论都解释了个体得以同时在工作记忆中对大量信息进行操作的原因:在组块理论中,个体提取一个组块的同时也提取了这个组块中的全部信息,只是这些信息暂时处于备用状态而

没有进入意识领域。在LTWM模型下,个体在提取一个线索的同时将与之相关的信息放在了LTWM中,这些信息也是处于备用状态。在组块理论中,个体在必要时可以将这些组块拆解以快速释放内部信息,在LTWM中,个体在必要时可以通过RC将LTWM中的AII快速牵引出来。

显然,LTWM模型与组块理论的核心思想是一致的。我们可以将RC和与之意义相关的所有AII视为一个组块,组块中任何通过回忆或感知觉进入STWM的信息成为RC,其它信息被RC牵引到LTWM中备用,获得了高度易得性,于是成为AII。图3中,圆圈的填充颜色反映了相关知识在记忆系统中的位置:白色结点用来表示位于STWM的RC,其余黑色结点用来表示位于LTWM的AII。

二、记忆术促进长时工作记忆

研究证明记忆术对记忆品质有显著改善^[10-12],主要体现在以下两个方面:一是加快了记忆编码的速度并提升了信息的准确性;二是延长了信息在长时记忆中的存储时间并使信息回忆变得更容易。

在LTWM框架下,记忆术对记忆品质的提升作用主要通过下列两个步骤完成:第一步,记忆术帮助新旧信息之间建立意义联结,形成意义联结之后的各信息由于共同形成一个稳定的知识结构,所以被封装在了同一个组块中。第二,组块内的任何信息进入STWM时,其它信息就被牵引到LTWM中。信息进入LTWM后可得性大大提高,于是表现为记忆品质的跃升。

Lakoff于上世纪80年代提出理想认知模型的概念,他将其定义为“知识得以组织的结构”^[13]。认知模型(CM, cognitive model)是知识结构在个体认知系统中的主观表征,而理想认知模型(ICM, idealized cognitive model)是个体在认识世界时人为形成的一种理想化的、稳定的心智结构^[14],也就是说,只有经过认知抽象化、结构化和组织化后所形成的认知模型才被称作ICM。通过ICM,原本无关的信息被人为封装在了一个有意义联结的稳定组块中。如果我们认为这种知识的组织结构是建立在某种意义联接的基础之上,而记忆术正是建立这种意义联结的有效手段,那么,我们可以认为记忆术是通过建构理想认知模型来将新旧信息之间建立意义关联的。

(一)理想认知模型的四种建构原则

ICM主要有四种类型的建构原则:命题框架,

表象图式,隐喻映射和转喻映射。命题结构是以抽象逻辑框架组织起来的概念结构,它表明了概念框架内各个概念节点及其与其它节点的位置关系,例如概念“Tuesday”的 ICM 中包含了日期、星期周期、序数等多个概念节点,Tuesday 是这些概念节点以某种框架式结构结合而成的整体;表象图式是人们在长期生活经验中所形成的事先组织在长时记忆中的稳定的“经验格式塔”^[16],例如“母亲”的 ICM 中包含一个由“生”、“育”、“遗传关系”、“照顾家庭”、“父亲的配偶”等多个特征所共同构成的图式。隐喻映射是基于两个事物的相似性用甲物代指乙物,如在日常生活中我们常有如下习惯性表达:前途渺茫,迷失人生方向,回到祖国的怀抱等,这些表达中潜藏着这样的隐喻:人生是道路,未来是前方,祖国是母亲。转喻映射是基于两个事物之间的某种关系用甲物代指乙物。例如我们通过“面孔”来代指“人”,通过“白宫”代指“美国政府”,通过“红领巾”代指“少先队员”等等。转喻根植于人们的经验思想,影响人们日常生活的方方面面。

一个 ICM 是一个同时包含了语义信息、语义关系以及图式信息在内的多元信息结构,因而具有很大的信息量。当一个 ICM 被用作一个组块时,个体可以通过提取 ICM 中的任意一个节点将整个 ICM 从长时记忆中提取出来。

(二)记忆术用于建构理想认知模型

记忆术通过人为构建一个 ICM,将原本无关的信息结点之间建立起有意义的关联。通过运用记忆术,个体将长时记忆中的大量信息封装在同一个 ICM 中,于是在面对特定的认知任务时,个体就可通过 ICM 上的任意 RC 将整个 ICM 中的信息从长时记忆提取到 LTWM 中,从而提高认知加工的效率和品质。考虑到 ICM 的四个建构模式,记忆术会从以下方面发挥其建构 ICM 的功能:

1. 记忆术用于建构命题框架

认知主体将新异信息与其它语言信息建立强制性的人为联结,就是在形成一个命题框架。传统记忆术中的概括法和字钩法(peg-word method)就是运用了这一原理。概括法是指对复杂信息化繁为简并只对其中的核心信息进行记忆的方法。个体在多个核心信息之间建立人为的意义联结,多个核心信息就被组装到同一个命题框架之中。字钩法是设定一个与新异知识有某种关联的字或词作为“字钩”用以钩出所需记忆的信息内容^[16]。多个新异信息之间没有意义联系,但是,字钩与新异信息之间、多

个字钩之间却有某种实质的意义联系(见图 4)。于是,多个没有意义联系的新异信息以字钩为媒介产生了间接的人为的意义联系,于是就被封装在了同一个 ICM 之中。通过对比图 4 和图 2,我们可以清楚发现字钩法与长时工作记忆之间具有一致的结构。

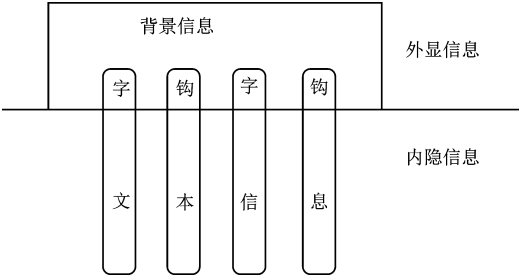


图 4 字钩法

2. 记忆术用于形成表象图式

基于表象的记忆术是使用最为广泛的一种记忆术。此类记忆术是将文本信息转化为表象信息,或者将文本信息与图式信息建立某种关联的记忆术。传统记忆术中的定桩法(fixed pile method)、组合法、动态表象法等都是典型的基于表象的记忆术。定桩法是首先在头脑中形成一个具有生动表象的场景,然后将文本信息安放其中^[17]。组合法是通过想象将多个表象结合为一个表象。动态表象法是利用了表象的动觉特征将不同概念安装在一起。当个体需要同时记忆多个新异知识时,可以对每个信息编译一个表象,然后将这些表象组合为一个完整的表象。一个完整表象图式可以作为一个包含全部新异知识的 ICM,其中包含了大量的非言语信息。非言语信息使得新异信息无需经过复杂的认知加工就能得到自动编码,从而进入表象图式之中^[18]。

3. 记忆术用于形成隐喻映射和转喻映射

此类记忆术是借助两个事物之间的隐喻或转喻关系,以甲物代指乙物,回忆时只要忆起甲物就同时忆起乙物。传统记忆术中的“联想法”就是一种典型的基于隐喻和转喻的记忆术。根据甲乙事物的关系不同,可将联想法分为“关系联想”和“相似联想”。“关系联想”基于转喻,是指个体借助事物之间关系展开的联想。Norrick 归纳出 18 种不同的关系类型^[19], (如表 1 所示),个体可以基于表中的任意一种关系展开“关系联想”,例如借“红领巾”记忆“少先队员”是利用了二者的“拥有者—占有物关系”,借“办公场所”记忆“人物职位”是利用了二者的“容器—内容关系”,借“红颜”记忆“女人”是利用了二者的“部分—整体关系,等。“相似联想”基于隐喻,是指

个体借助事物之间的相似性所展开的联想。例如借助“红色”记忆“热闹”，借助“目的地”记忆“理想”，借助“上”记忆“领导”，等等。根据 Lakoff 等人隐喻理论^[20]，个体可以通过隐喻为所有的抽象概念跨域赋予较易理解的形象概念，形象概念的介入可以提升抽象概念的涉身性(embodiment)，从而提升组块的品质以及扩充 LTWM 中的信息量。基于转喻和隐喻的记忆术都是将简单概念与复杂概念或形象概念与抽象概念建构在同一个 ICM 中，个体通过借助前者提取或加工后者，简化了认知操作负荷，利用长时工作记忆提升了工作记忆中的信息容量。

表 1 转喻的 18 种关系类型

因果关系	原因—结果
	生产者—产品
	自然源—自然产品
动作—执行者关系	工具—产品
	对象—动作
	工具—动作
	主体—动作
	主体—工具
部分—整体关系	部分—整体
	行动—复杂行动
	核心要素—机构
容器—内容关系	容器—内容
	位置—占有者
	服饰—穿戴者
经历—传统关系	经历—传统
	明示—定义
拥有者—占有物关系	拥有者—占有物
	任职者—职务

(转引自 Norrick, Neal R. 1981)

4. 记忆术四大功用的关系

大多数记忆术的基本思路都是将抽象概念转变为形象概念，将复杂概念转变为简单概念，将无关概念转变为意义相关概念，从而得以利用形象概念和简单概念构造出概念框架或表象图式，形成稳定的 ICM(如图 5 所示)。对于抽象信息，个体采用基于隐喻的记忆术将其编译为具体信息，再借助基于表象的记忆术将具体信息与表象图式建立关联，从而形成 ICM；对于复杂信息，个体采用基于转喻的记忆术将其编译为简单信息，再将其组织到一个命题框架中，或针对不同类型的简单信息采取不同的认知操作：如果简单信息是抽象的，可将其进一步隐喻为具体信息，再与表象图式建立关联；如果简单信息是具体的，可将其直接与表象图式建立关联。总而言之，记忆术将无关的新异信息置于同一个概念框

架或图式表象中，从而形成 ICM，于是，新异信息之间被赋予了意义联系，这为信息得以进入 LTWM 创造了条件，也为记忆品质的提升提供了可能。

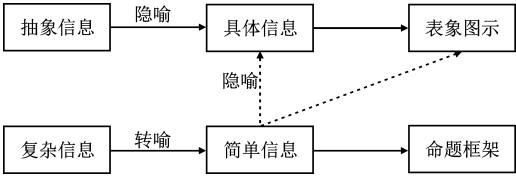


图 5 记忆术四大功能的关系

(三)理想认知模型解释长时工作记忆

在 LTWM 框架下，AII 只有在 RC 的牵引下才可能进入工作记忆以得到进一步加工。RC 与 AII 之间的关联强度越高，后者就越易得。然而，由于每个 AII 都可能与 RC 产生直接或间接的关联。所以，长时记忆中的任何信息都有可能被提取到 LTWM 中来并得到认知操作，但这并不易实现。事实上，在具体的认知情境下，个体往往可以非常快速而准确地提取出唯一且最适宜的长时记忆信息。LTWM 提出者认为^[9]，长时记忆中的信息要想顺利进入 LTWM 中，必须同时具备下列三个条件：一是在 STWM 中必须有相关的 RC 存在：因为 RC 为 LTWM 中的 AII 提供了锚定点，从而为 AII 的提取创造了可能性和必要性；二是具有丰富的背景知识，为 RC 与 AII 之间提供了意义关联，背景知识越丰富，两者之间的关联就越紧密；三是对认知任务本身非常熟悉。只有面对熟悉的任务，个体才有能力从长时记忆中与 RC 有意义关联的内隐信息中快速选出与当下任务有关的 AII。然而，LTWM 提出者没有说明下面的两个问题：一是 RC 对 AII 的提取是基于何种心理机制；二是背景知识与任务的熟悉度是如何影响 RC 与 AII 之间的关系强度的。

ICM 可以对上述问题中的心理机制做出解释：首先，RC 之所以能将 LTWM 中的信息牵引出来，是因为 RC 与 AII 处于同一个 ICM 上。同个 ICM 之上的任何知识结点由于和其它信息之间都存在某种意义关联，所以很容易在将整个 ICM 牵引出来。由于同一个信息结点处于多个 ICM 上，在不同的认知任务中，基于用到的 ICM 不同，RC 所能引出来的 ICM 就各不相同。其次，背景知识的参与为个体建构一个完整有效的认知框架提供了可能，这是由于 RC 与 AII 只有被放置在一个宏大的背景知识之上时，才有可能被封装于同一个 ICM 中，从而建立起有意义的联结。最后，熟悉的任务可以帮助个体将 LTWM 中的信息自动化地提取并加以操作，因为只

有当个体对认知任务非常熟悉时,稳定的 ICM 才有可能建立。

可见,通过上述四种建构途径,RC 与 AII 被建构在同一个 ICM 中。当 ICM 形成之后,只要其中任意一个信息可以进入 STWM,ICM 中的大量信息就都能存储于 LTWM 中,这就增加了长时记忆中大量可用信息的易得性,同时避免了 STWM 超小容量对工作记忆的限制,使得个体即时存储并操作大量信息成为可能,于是可以提升个体记忆效率并能优化记忆品质。

[参考文献]

- [1] Levin, Joel R.; Levin, Mary E.; Glasman, Lynette D.; Nordwall, Margaret B. Mnemonic vocabulary instruction: Additional effectiveness evidence[J]. *Contemporary Educational Psychology*, 1992, 17(2): 156—174.
- [2] 车丽萍. 记忆术——科学的记忆方法研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2004: 24.
- [3] Kellogg, Ronald T. Verbal, visual, and spatial working memory in written language production[J]. *Acta Psychologica*, 2007, 124(3): 382—297.
- [4] Baddeley A. D. Working memory: looking back and looking forward[J]. *Nature Reviews Neuroscience*, 2003, 4(10): 829—39.
- [5] Baddeley, A. D. The influence of acoustic and semantic similarity on long-term memory for word sequences[J]. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1966, 18(4): 302—309.
- [6] Baddeley A. The episodic buffer: a new component of working memory? [J]. *Trends of Cognition Science*. (Regul. Ed.), 2000, 4 (11): 417—423.
- [7] Miller, G. A. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information[J]. *Psychological Review*, 1956, 63(2): 81—97.
- [8] Cowan, Nelson. The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity [J]. *Behavioral and Brain Sciences*, 2001, 24(): 87—185.
- [9] Ericsson, K. A., & Kintsch, W. Long-Term working memory[J]. *Psychological Review*, 1995, 102(2), 211—245.
- [10] Higbee, K. L. Your memory: How it works and how to improve it (2nd ed.)[M]. New York, NY: Marlowe, 2001.
- [11] HJ Weng, DF Chang, HY Shyu. Testing the Effect of Mnemonic Strategy Embedded in Digital Game[J]. *Icic Express Letters*, 2015, 9(3): 827—833.
- [12] RN Carne, JR Levin. Pictorial Illustrations Still Improve Students Learning from Text[J]. *Educational Psychology Review*, 2002, 14(1): 5—26.
- [13] 刘宇红. 认知语言学: 理论和应用[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2006: 16.
- [14] Lakoff, G. Women, fire and dangerous things[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1987, 68—76.
- [15] Hibbs, Raymond Wand Herbet L. Colston. The cognitive Psychological Reality of Image Schemas and Their Transformations [M]. *Cognitive Linguistics*, 1995: 347—378.
- [16] Fritz, C. O., Morris, P. E., Acton, M., Etkind, R., & Voelkel, A. R. Comparing and combining retrieval practice and the keyword mnemonic for foreign vocabulary learning[J]. *Applied Cognitive Psychology*, 2007, 21(): 499—526.
- [17] Jusczyk, P. W.; Klein, R. M. The Nature of Thought: Essays in Honor of D. O. Hebb[M]. Hillsdale, New Jersey: Psychology Press, 1980: 217—218.
- [18] Nadkarni, S., & Narayanan, V. K. Strategic schemas, strategic flexibility, and firm performance: The moderating role of industry Cclockspeed[J]. *Strategic Management Journal*, 2007, 28(3), 243—270.
- [19] Duncan J S, Norrick N R. Semiotic Principles in Semantic Theory[J]. *Language*, 1983, 59.
- [20] Lakoff G, Johnson M. Metaphors We Live By[M]. London: the university of chicago Press, 2003: 8—11.

[学术编辑 张婉莉]

[责任编辑 熊 伟]