



论文

生存加工改善记忆编码的机制

罗萌, 耿海燕*

北京大学心理学系, 北京 100871

* 联系人, E-mail: hygeng@pku.edu.cn

收稿日期: 2013-06-05; 接受日期: 2013-07-04

国家自然科学基金(批准号: 31271202, 30870763, J1103602)和北京市自然科学基金(批准号: 7093123)资助项目

摘要 将信号检测论引入到 DRM 范式中, 以再认测验中区分关键诱饵和无关新项目的能力作为梗概加工的指标, 以区分旧项目和关键诱饵的能力作为项目特异性信息加工的指标, 通过与愉悦度评价和范畴评价的对比, 考察了生存加工影响记忆的内在机制. 实验 1 使用的非生存对照条件是愉悦度评价任务, 实验结果显示, 生存加工比愉悦度评价涉及更多的梗概加工, 但是在项目特异性加工上两个编码条件间没有显著差异; 实验 2 使用的对照条件是范畴评价任务, 结果显示生存加工条件下进行的项目特异性加工多于范畴评价条件, 但是在梗概加工上两个编码条件间没有显著差异. 本研究证明了生存加工不仅可以促进梗概信息的编码和加工, 也同时促进了项目特异性信息的编码和加工, 当与只有一种信息加工占优势的对照条件比较时, 就会出现记忆的生存加工优势.

关键词适应性记忆
错误记忆
记忆的生存加工优势
DRM 范式
信号检测论

传统的记忆研究多以记忆结构为重点, 但是结构都是与特定的功能联系在一起的, 自然选择的一个重要原则就是使结构与功能达到吻合. 近年来, 研究者开始使用功能分析方法(functional analysis)来研究记忆^[1,2]. 美国心理学家 Nairne 是这个领域的一位开拓者, 他给记忆的研究开辟了一条全新思路, 强调不仅应该研究记忆的结构, 还应该研究记忆的功能^[2]. Nairne 和 Pandeirada^[3]认为, 像人类的其他能力一样, 记忆能力也是经过自然选择过程而形成, 是进化而来的. 自然选择过程主要发生在距今 260~1 万年的更新世, 那时冰川作用活跃, 人类的祖先过着狩猎的聚居生活. 所以, 适应性最初是为了解决狩猎聚居问题, 那么与生存和繁衍相关的事物会获得优先的认知加工^[3~5].

为了考察记忆的适应性, Nairne 和 Pandeirada^[1]、Nairne 等人^[2]让被试想象自己生活在一个石器时代祖先生存的环境, 在草原上, 没有水和食物等基本的生活物质, 还有可能受到食人动物的侵袭; 然后让被试对接下来出现的词语与这个环境的相关度进行打分; 一个分心任务之后对这些词语进行意料之外的记忆测验. 为了便于比较分析, 实验还设置了控制条件. 由于生存情景的评价加工需要深度的意义加工, 因此作为控制条件的评价情景也应该涉及深度意义加工. 实验以同样可以产生深度加工的搬家评价和愉悦度评价作为对照条件, 比较不同的评价情境后被试的记忆成绩. 实验结果显示, 生存评价情境获得了比对照条件更好的记忆效果, 这证明了记忆的生存加工优势(survival processing advantage)^[2]. Nairne 小

引用格式: 罗萌, 耿海燕. 生存加工改善记忆编码的机制. 中国科学: 生命科学, 2013, 43: 981-991

英文版见: Luo M, Geng H Y. How can survival processing improve memory encoding? Sci China Life Sci, 2013, 56: 1028-1037, doi: 10.1007/s11427-013-4537-6

组从实验结果中得出“人类的记忆具有适应性的特点”的结论,认为生存加工会导致更为准确的记忆,与其他信息相比,人类更能够记住那些与生存有关的信息,这被称为适应性记忆(adaptive memory)^[1,2,4]。大量后续研究表明,不论实验设计是组内设计还是组间设计,测验类型是自由回忆或再认,实验材料是图片或词语,被试是老年人、年轻人或儿童,都稳定地发现了记忆的生存加工优势,证明这是一种普遍的心理现象^[3,6,7]。

Nairne 等人^[2]的研究主要使用传统的记忆测验(回忆或再认),考察了生存加工对正确回忆/再认率的影响,而对于生存加工影响记忆的内在机制并没有深入分析。Nairne 等人^[2]把正确回忆/再认率作为衡量记忆准确性的指标,通过生存条件下的正确回忆/再认率高于非生存条件的实验结果,说明生存加工促进了记忆准确性。基于模糊痕迹理论,一个项目的正确再认可能是基于梗概表征(gist representation)的匹配,也可能是基于一些字面表征(verbatim representation)的成功提取(recollection)。此外,被试的判断标准也会在一定程度上影响正确再认率结果。因此,有必要进一步研究生存加工导致的正确回忆/再认率的提高是由于促进了梗概表征(梗概加工)还是字面表征(项目特异性加工),亦或二者皆有,或者是被试使用了更为宽松的判断标准。

在 Nairne 小组研究的基础上,Howe 和 Derbish^[6]使用 Deese-Roediger-McDermott(DRM)范式同时考察了生存加工对正确记忆和错误记忆的影响。在错误记忆的研究中,关联性记忆错觉(associative memory illusion)是目前关注最多的一种类型,是指人们将一些没有经历过的、但与之前经历过的事件有密切联系的事件记忆为发生过的现象^[8,9]。考察关联性记忆错觉最典型的实验范式是 DRM 范式,在该范式中,被试首先学习一些词表,每个词表中的词语(关联词,如“床”、“休息”、“唤醒”等)都是与一个主题词(关键诱饵,如“睡觉”)相关联的,但关键诱饵在学习阶段不呈现。结果发现,没有学习过的关键诱饵被回忆或再认为学过的概率很高,这种现象就是关联性记忆错觉^[8,9]。Howe 和 Derbish^[6]就是采用 DRM 范式考察了生存加工对记忆的影响,他们发现生存加工不仅提高了对旧项目(学过的项目)的正确再认率,还提高了对关键诱饵的虚假再认率。Howe 和 Derbish^[6]将旧项目的正确再认率/(正确再认率+虚假再认率)作为衡

量记忆准确性的指标,基于这个指标的数据分析显示,生存加工条件下的记忆准确率低于非生存加工条件。因此,在生存加工是否会导致更为准确的记忆这一问题上,Howe 和 Derbish^[6]与 Nairne 等人^[1,2,4]存在截然不同的观点。

这些实验结果或结论的差异很可能是由于所使用的记忆准确性指标不同所致。根据信号检测论,梗概加工和项目特异性加工均可以增加正确回忆/再认率,梗概加工还可能增加对关键诱饵的虚假回忆/再认率^[10]。Howe 和 Derbish^[6]的记忆准确性指标去除了判断标准对实验结果的影响,但并不能清楚分离梗概加工和项目特异性加工的作用;而 Nairne 等人^[1,2,4]使用的正确再认率指标甚至没有排除判断标准的影响。

关于记忆生存加工优势的具体心理机制目前还存在争议。Nairne 等人^[2]首先提出了进化-功能假说(evolutionary-functional hypothesis),该假说从记忆的功能性角度解释生存加工优势,认为生存加工本身具有适应性特点,是进化而来的产物。还有研究者支持丰富编码假说(richness-of-encoding hypothesis),认为与非生存加工条件相比,生存加工在编码阶段对项目进行了更多的、更为精细的加工,产生了更为丰富的联想^[11]。与之相类似的精细假说(elaboration hypothesis)也认为在编码阶段生存加工比非生存加工在细节信息上进行了更多、更精细的编码^[12]。上述几种观点存在相同之处,均认为记忆的生存加工优势是通过改变编码过程而促进记忆的。但是生存加工具体改变了编码的哪些加工过程并不是很清晰,也缺乏直接而明确的实验证据。模糊痕迹理论认为记忆的编码阶段可以同时进行两种信息加工,分别是梗概加工和项目特异性加工。梗概加工是对项目的意义等抽象语义信息的加工,这种加工的记忆痕迹既可能支持对学习项目的正确回忆或再认,又可能导致个体对与学习项目拥有相近梗概表征的关联项目发生虚报;项目特异性加工是对学习项目的知觉、物理细节等特异性信息的加工,如物理特征(颜色、大小等)、背景、信息来源等,这种加工的记忆痕迹支持了对学习项目的正确回忆或再认^[10]。目前,关于生存加工究竟改变了编码过程的哪个或哪些信息加工还不清楚,有待进一步的深入考察。

为了探究记忆生存加工优势的内在的心理机制,Burns 等人^[13]使用范畴词表考察了生存加工和非生存

加工在自由回忆和再认测验中的表现. 他们使用的非生存加工的对照条件分别是愉悦度评价和范畴分类. 其中, 愉悦度评价被认为是一种典型的需要进行项目特异性加工的实验条件, 而范畴分类则被认为是一种典型的需要进行梗概加工的条件^[13,14]. 通过将生存加工条件与两种对照条件间的比较, Burns 等人^[13]认为生存加工优势产生的原因是这种加工同时促进了项目特异性信息加工和关联加工. 但是他们的研究结论是基于这样的前提假设: 再认测验主要依赖于项目特异性信息的提取, 因此再认测验成绩可以用来评估项目特异性加工的表现; 而自由回忆测验则需要同时对项目特异性信息和关联信息进行提取. 但是这一前提假设是存在问题的, 因为再认测验同样不仅依赖于项目特异性信息的提取, 也依赖于关联性信息的提取^[15]. 本研究将从关联性记忆错觉的角度入手, 通过 DRM 范式与信号检测论方法的结合^[16], 用不同的数据指标直接考察生存加工对梗概表征的形成及作用、项目特异性信息的编码及利用、反应标准等方面的影响.

通过两个实验考察了生存加工对信息编码过程的影响. 实验 1 使用的对照条件是愉悦度评价, 这一任务被认为更多的涉及项目特异性加工^[13]; 实验 2 使用的对照条件是范畴评价, 该任务被认为更多的涉及梗概加工^[14]. 在再认测验中, 被试将旧项目判断为“见过”可以基于梗概信息或者项目特异性信息的提取, 而将关键诱饵判断为“见过”只能基于语义梗概表征的建立和提取, 因此区分旧项目与关键诱饵的能力可以反映被试对项目特异性信息的利用程度; 同理, 被试将关键诱饵判断为“见过”是基于梗概信息, 而将无关新项目判断为“见过”则是随机猜测的结果, 因此区分关键诱饵和无关新项目的能力可以反映被试建立和使用梗概表征的能力^[17-19]. 因此, 实验 1 中如果发现生存加工条件在区分关键诱饵和无关新项目的能力指标上高于愉悦度评价条件, 但是在区分关键诱饵和旧项目的能力指标上没有发现差异, 则说明生存加工所引发的项目特异性信息的编码可以和愉悦度评价达到相近的水平, 但生存加工导致了更多的梗概加工; 在实验 2 中如果发现生存加工条件在区分关键诱饵和旧项目的能力指标上高于范畴分类条件, 而在区分关键诱饵和新项目的能力指标上没有差异, 则说明生存加工所引发的梗概加工可以达到和范畴分类任务一样的水平, 但生存

加工涉及更多的项目特异性加工. 本实验结果很好地印证了上述的预期, 证明生存加工同时促进了对梗概信息和项目特异性信息的加工. 此外, 本研究还对各编码条件下的判断标准进行了比较分析.

1 实验 1

实验 1 设置了两种编码条件: 生存加工条件和愉悦度评价条件. 在生存加工条件下, 要求被试想象自己的生存受到威胁的场景, 接下来在 7 点量表上评价后继呈现的一系列词语与刚才想象的生存场景的相关程度. 愉悦度评价任务是要求被试在 7 点量表上评价每个词语的愉悦程度. 在评价任务完成后, 有一个简短的分心任务, 之后被试需要完成一个针对被评价词语的意料之外的再认测验. 实验 1 使用的材料是 DRM 词单, 通过信号检测论的方法可以考察被试在两种编码条件下(生存加工条件、愉悦度评价条件)对各类测验项目(旧词、关键诱饵、无关新词)的区分能力和判断标准.

1.1 方法

(1) 被试. 30 名来自首都师范大学的本科生及研究生, 剔除 2 名记忆成绩在 2 个标准差之外的被试, 剩余 28 名(女性 22 名)被试的数据进入了最后的统计分析. 被试年龄 18~26 岁, 平均年龄为 20.5 岁. 所有被试母语为汉语. 每名被试在实验前都签署了知情同意书, 完成实验给予一定的报酬.

(2) 实验材料. 共有 32 个 DRM 词表, 其中有 16 个词表用于学习, 另外 16 个词表作为再认测验中的新材料. 32 个词表选自 Geng 等人^[20]建立的中文语义关联词表库, 该库中每个词表包括 15 个语义关联词, 这些关联词在词表中按照与关键诱饵的语义关联强度由高到低进行顺序排列. 对于每个词表, 仅截取了与关键诱饵语义关联强度排在前 12 位的项目. 在每个词表中取出与关键诱饵语义关联性最强的项目作为该词表的另一个关键诱饵, 因此, 每个词表包含 10 个语义关联词和 2 个关键诱饵.

(3) 实验设计. 自变量是编码条件, 有生存加工和愉悦度评价两个水平, 采用组内设计. 每名被试需要按顺序先后完成评价任务、分心任务和再认测验. 两个编码条件的实验顺序进行被试间平衡. 16 个学习词表分为 2 组, 每组各 8 个词表. 2 组词表在两个编码

条件下的使用也进行被试间平衡。每个词表以集中方式呈现,词表中关联词以关联强度由大到小依次呈现。

因变量包括被试对旧项目、关键诱饵和新项目分别做出“见过”反应的概率。再认测验中旧项目被再认为“见过”的比率叫作正确再认率;关键诱饵被再认为“见过”的比率叫作虚假再认率;而无关新项目被再认为“见过”的比率叫作错误再认率。因变量还包括记忆准确率(正确再认率/(正确再认率+虚假再认率))。使用信号检测论方法分析结果时,主要考察4个指标:区分关键诱饵和新项目的 A' 和 $B''D$,区分关键诱饵和旧项目的 A' 和 $B''D$ ^[16,18]。

(4) 实验程序。评价任务(编码阶段)分两个block进行,每个block完成一个编码条件的任务(生存加工或愉悦度评价),顺序进行被试间平衡。每个编码条件下首先给被试呈现编码条件的情景启动指导语。

生存场景的指导语:请想象一下这个情景,你的生命处于危险之中。没有足够的粮食果腹,地震等自然灾害随时威胁着你的生命,你还有可能受到食人动物的侵袭,疾病也可能随时攻击你的身体。为了避免饥饿你需要粮食和蔬菜,为了免于受到食人动物的侵袭你可能需要木棍和铁锹,为了让伤口不再发炎你需要抗生素……为了避免死亡并继续生存下去,你需要很多东西,但这些东西与你的生存的相关程度是不同的。例如水和空气是保证你能生存下去的必需品,而火星和鲸鱼与你生存的相关性可能就没有那么高了(但可能也要因人而异)。接下来屏幕上将会依次呈现一系列词语,请对这些词语与刚才你想象的生存情景的相关程度在7点量表上进行打分。按键盘上的1~7数字键完成评价,从1~7相关程度逐渐变高。1代表与该情景一点也不相关,4代表中等程度相关,7代表非常相关。

愉悦度评价场景的指导语:根据引发愉悦感的强度不同,可以将词语分为不同愉悦度的等级。比如美食和爱情可能属于非常愉悦的词汇,蓝天和绿水可能是中等愉悦度水平的愉悦词语,而椅子和鼠标的愉悦程度可能就很低了(但判断结果也要因人而异)。接下来屏幕上将会依次呈现一系列词语,请对这些词语的愉悦度等级在7点量表上进行打分。按键盘上的1~7数字键完成评价,从1~7愉悦程度逐渐变高。1代表完全不能引发愉悦感,4代表能引发中等强

度的愉悦感,7代表能引发非常强烈的愉悦感(注:学习项目中没有负性词语。因此维度是从中性到正性的不同程度)。

每个编码条件下,情境启动指导语之后,被试需要对屏幕中央依次呈现的80个词语进行评价(8个词表中包含的80个关联词)。每个试次中,首先在屏幕中央呈现十字注视点500 ms,之后呈现一个关联词,关联词呈现2 s后消失;接着屏幕中央呈现“请判断”指示语,同时屏幕下方呈现7点评价量表,如果是生存场景的启动,是让被试对该词语与生存情景的相关程度进行评定,如果是愉悦度评价的启动,是让被试对该词语引发的愉悦度进行评定,评价时间为3 s。如果被试在3 s内没有给出答案则自动跳到下一个词语。每个编码条件下8个词表的呈现顺序是随机的,但每个词表内的关联词是按照关联强度由大到小顺序呈现的。

评价任务结束后,被试进行5 min左右的分心任务。包括填写两个量表,一个是人口统计学登记量表,另一个是贝克量表(Beck anxiety inventory, BDI)。被试还需要对编码阶段两种评价任务(生存相关评价和愉悦度评价)在任务的难易程度和感兴趣程度上进行9点量表的评分。

分心任务结束后,被试进行再认测验,判断每个测验项目(词语)是否在前面的评价任务中见过(通过按两个对应的反应键)。再认测验共含192个测验项目,其中包括80个旧词(选取16个评价过的词表中,每个词表的1,3,5,7,9位置上的关联词)、32个关键诱饵(每个评价过的词表对应的2个关键诱饵)和80个新词(16个未评价过的DRM词表中每个词表的1,3,5,7,9位置上的词语)。192个测验项目以随机顺序呈现。每个测验项目呈现至被试做出“见过/没见过”的判断反应后消失。每次判断结束后,被试还需要评估判断时的信心水平,分为4个水平,分别是完全没有信心(50%)、不太有信心(65%)、有些信心(85%)和非常有信心(100%)。信心水平评价完毕后呈现下一个项目,直到192个测验项目全部评价完毕后实验结束。整个实验用时大约40 min。

1.2 结果

剔除被试在3 s评价时间内没有完成打分的项目所对应的反应数据,生存加工条件和愉悦度评价条件的数据有效率分别为99.33%和99.38%。分别统计

被试在两种编码条件下的评价分数和评价时间,再认测验中对旧词、关键诱饵和无关新词做出“见过”反应的比率和作出判断时的信心水平,以及利用信号检测论方法计算区分旧词和关键诱饵、关键诱饵和无关新词的 A' 和 $B''D$ 。此外,也对被试评价任务的难易程度和感兴趣程度的数据进行了统计分析。还分析了被试在贝克量表上的得分对各因变量的影响,相关分析结果显示被试的抑郁水平对实验结果没有显著影响,因此在下面数据分析中省略了贝克量表得分这一变量。

(1) 评价分数和评价时间的分析。统计被试在两种编码条件下对语词的评价分数和评价时间,结果显示生存加工条件($\bar{x} \pm SE = 3.66 \pm 0.18$)和愉悦度评价条件(3.82 ± 0.14)在评价得分上的差异不显著, $t(27)=1.910$, $P=0.067$; 在评价时间上生存加工条件(1093.51 ± 53.32 ms)和愉悦度评价条件(1017.64 ± 53.23 ms)之间也没有显著差异, $t(27)=-0.784$, $P=0.440$ 。

(2) 再认率结果的分析。统计两种编码条件下的正确再认率、虚假再认率和错误再认率,以及基于 Howe 和 Derbish^[6]的指标计算的记忆准确率(正确再认率/(正确再认率+虚假再认率))(表 1)。

对上述结果进行编码条件(生存和愉悦度)的配对 t 检验,发现在正确再认率和虚假再认率上生存条件都显著高于愉悦条件,正确再认率: $t(27)=2.801$, $P=0.009$; 虚假再认率: $t(27)=3.087$, $P=0.005$ 。而在准确率上生存条件与愉悦条件间差异为边缘显著, $t(27)=-2.026$, $P=0.053$, 表现为生存条件下的记忆准确率低于愉悦条件。

(3) 项目辨别能力(A')和判断标准($B''D$)的分析。Donaldson^[16]在信号检测论的基础上,提出了在非参数模型下表示被试在再认记忆测验中对旧项目与新项目辨别能力的指标 A' 和判断标准指标 $B''D$, A' 的分布范围是 0.5~1, 其中, 0.5 表示机遇水平, 表示被试完全在猜测, 1 表示被试能够完全分辨再认测验中项目的“新”与“旧”; $B''D$ 是在非参数模型中表示被试反

应倾向的指标, 其分布范围介于-1 和+1 之间, 0 表示被试的判断标准完全公正, 正值表示判断标准较为严格, 而负值则表示判断标准较为宽松。Curran 和 Cleary^[18]将这一算法用于在 DRM 范式下计算被试分辨各类测验项目(旧项目、关键诱饵和新项目)的能力和判断标准。基于旧项目的正确再认率和关键诱饵的虚假再认率计算出相应的 A' 值作为区分旧项目与关键诱饵的能力指标, 下文中用 Av (v 代表 verbatim)表示; 基于关键诱饵的虚假再认率和新词的错误再认率计算出的 A' 值表示区分关键诱饵与新项目的能力, 下文中用 Ag (g 代表 gist)表示; 同理, 基于正确再认率和虚假再认率计算出相应的 $B''D$ 值, 表示被试区分旧项目与关键诱饵的判断标准, 下文中用 BDv 表示; 基于虚假再认率和错误再认率计算出的 $B''D$ 值表示被试区分关键诱饵与新项目时的判断标准, 下文中用 BDg 表示^[18,19]。被试将旧项目判断为“见过”可基于梗概信息或项目特异性信息, 而将关键诱饵判断为“见过”只能基于梗概信息, 因此区分旧项目与关键诱饵的 Av 反映的是被试对项目特异性信息的利用程度; 被试将关键诱饵判断为“见过”是基于梗概表征, 对新项目的虚报可以作为随机猜测的基线条件, 因此区分关键诱饵和无关新项目的 Ag 反映的是被试对梗概信息的利用程度^[17]。

基于正确再认率、虚假再认率和错误再认率这 3 个行为指标, 分别计算两种编码条件下被试区分关键诱饵和旧项目的能力(Av)及判断标准(BDv)、区分关键诱饵和新项目的能力(Ag)及判断标准(BDg)。

分别以 Av 和 Ag 为因变量, 进行两种编码条件(生存和愉悦度)间的配对 t 检验, 发现 Av 在两种编码条件间没有显著差异(生存条件: 0.82 ± 0.02 ; 愉悦条件: 0.82 ± 0.02), $t(27)=-0.075$, $P=0.941$, 而 Ag 在生存加工条件下显著高于愉悦度评价条件(生存条件: 0.79 ± 0.01 ; 愉悦条件: 0.75 ± 0.02), $t(27)=3.165$, $P=0.004$ (图 1)。

表 1 两种编码条件下被试的正确再认率、虚假再认率、错误再认率和准确率^{a)}

	正确再认率	虚假再认率	错误再认率	准确率
生存条件	0.93(0.01)	0.50(0.03)	0.13(0.02)	0.66(0.02)
愉悦条件	0.87(0.03)	0.41(0.04)	0.13(0.02)	0.69(0.02)
差值	0.06**	0.09**		-0.03

a) 括号内为均值的标准误。两种编码条件在再认测验中对应的无关新词相同, 因此错误再认率相同。**: $P < 0.01$

分别以 BDv 和 BDg 为因变量, 进行两种编码条件间(生存和愉悦度)的配对 t 检验, 发现 BDv 在生存加工条件下显著低于愉悦度评价条件(生存条件: -0.61 ± 0.06 ; 愉悦条件: -0.44 ± 0.07), $t(27) = -2.376$, $P = 0.025$, 即与愉悦度评价条件相比, 生存加工条件下被试区分关键诱饵和旧项目的反应倾向更为宽松, 更容易将关键诱饵判断为见过; 而在 BDg 上两种编码条件间没有显著差异(生存条件: 0.38 ± 0.05 ; 愉悦条件: 0.37 ± 0.04), $t(27) = 0.864$, $P = 0.395$ (图 2).

(4) 信心水平的结果分析. 将 4 种信心水平判断转换成数值, 完全没有信心、不太有信心、有些信心和非常有信心分别对应 0.50、0.65、0.85 和 1.00. 对其进行 2(编码条件: 生存和愉悦度) $\times$ 3(项目类型: 旧

词、关键诱饵和新词) $\times$ 2(反应类型: 见过和没见过)的 ANOVA 分析. 结果发现, 编码条件的主效应显著, $F(1, 27) = 6.037$, $P = 0.021$, 表现为生存加工条件下的信心水平(0.87)显著低于愉悦度评价条件(0.89); 项目类型的主效应显著, $F(2, 26) = 3.680$, $P = 0.039$, 事后检验发现, 这种差异主要体现在判断旧词时的信心水平(0.89)显著高于判断新词时(0.87), 关键诱饵(0.88)与旧词和新词的差异都不显著; 反应类型的主效应显著, $F(1, 27) = 11.676$, $P = 0.002$, 表现为被试作出“见过”判断时的信心水平(0.90)显著高于作出“没见过”判断时(0.86); 编码条件与项目类型间的交互作用边缘显著, $F(2, 26) = 3.326$, $P = 0.052$; 编码条件与反应类型间的交互作用显著, $F(1, 17) = 7.650$, $P = 0.010$; 项目类型与反应类型间的交互作用显著, $F(2, 26) = 63.563$, $P < 0.001$; 编码条件 $\times$ 项目类型 $\times$ 反应类型 3 者间的交互作用显著, $F(2, 26) = 3.707$, $P = 0.038$. 简单效应检验发现, 新词虚报时的信心水平(0.84 ± 0.02)显著低于新词正确拒绝时(0.91 ± 0.01), $P < 0.001$; 生存条件下关键诱饵虚报时的信心水平(0.89 ± 0.01)显著高于关键诱饵正确拒绝时(0.85 ± 0.02), $P = 0.039$, 但是在愉悦条件下没有发现这一差异; 生存条件和愉悦条件都表现为在对旧项目击中时(生存条件: 0.98 ± 0.01 ; 愉悦条件: 0.98 ± 0.01)的信心水平显著高于漏报时(生存条件: 0.78 ± 0.03 ; 愉悦条件: 0.83 ± 0.02), $P < 0.001$; 生存条件在旧词漏报时的信心水平显著低于愉悦条件, $P = 0.036$.

(5) 任务难易度及感兴趣程度的评价结果的分析. 以被试对两种编码任务(生存和愉悦度)的难易度和感兴趣程度的评价分数为因变量, 进行编码条件的配对 t 检验, 发现被试认为生存相关评价(4.68 ± 0.35)和愉悦度评价(4.89 ± 0.40)在难易度上没有显著差异, $t(27) = -0.640$, $P = 0.527$; 但是在感兴趣程度上发现了显著差异, 表现为与愉悦度评价(5.71 ± 0.36)相比, 被试对生存相关评价(6.61 ± 0.25)更感兴趣, $t(27) = 2.471$, $P = 0.020$. 为了探究感兴趣程度对各因变量(正确再认率、虚假再认率、记忆准确率、 Av 、 Ag 、 BDv 、 BDg)的影响, 进行了兴趣度评分对各因变量的回归分析. 结果发现, 在生存条件下, 兴趣度对 Ag 的回归显著, $R^2 = 0.216$, $P = 0.013$; 在愉悦条件下, 兴趣度对记忆准确性($R^2 = 0.177$, $P = 0.026$)和 Av ($R^2 = 0.183$, $P = 0.023$)的回归显著, 其余回归分析全部不显著($P > 0.05$).

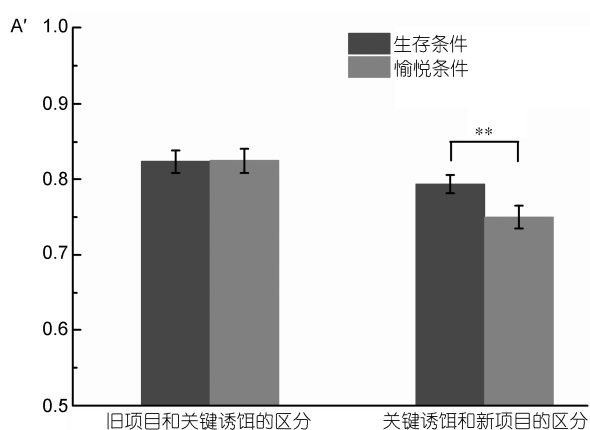


图 1 各类测验项目的分辨能力在生存条件和愉悦条件间的比较

**: $P < 0.01$

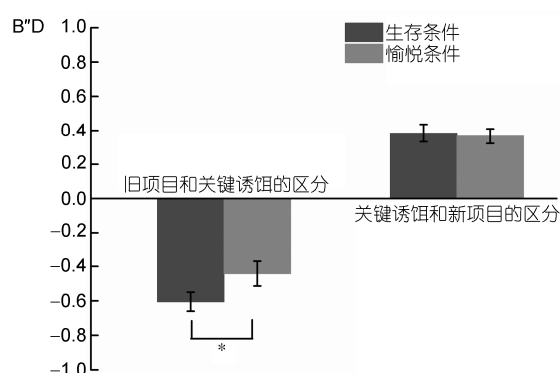


图 2 各类测验项目的判断标准在生存条件和愉悦条件间的比较

*: $P < 0.05$

2 实验 2

实验 2 中也设置了两种编码条件, 但是生存加工条件的对照条件换成了范畴评价条件. 使用的实验材料是范畴词表, 每个词表包含 1 个范畴名称(如水果)和 12 个属于该范畴的范畴词语(如苹果、香蕉). 生存加工条件的实验任务与实验 1 相同. 范畴评价条件的实验任务是让被试在 7 点量表上评价一个范畴词语属于某一范畴的程度.

2.1 方法

(1) 被试. 来自首都师范大学的本科生及研究生 20 名(女性 14 名), 母语为汉语. 年龄 18~27 岁, 平均年龄为 21.0 岁.

(2) 实验材料. 共有 48 个范畴词表, 其中有 24 个词表用于学习, 另外 24 个词表作为再认测验阶段的新材料. 实验材料来自本实验室建立的中文范畴词表库, 每个词表包括一个范畴名称(如读物)和 12 个属于该范畴的范畴词语(如报纸). 在每个词表中把最属于某个范畴名称的 5 个范畴词语作为关键诱饵, 其余 7 个词语作为学习项目, 因此, 用于实验的每个词表包含 1 个范畴名称、7 个范畴词语和 5 个关键诱饵.

(3) 实验设计. 除了对照条件变为范畴评价条件外, 其他方面与实验 1 相同.

(4) 实验程序. 与实验 1 大致相同, 但是每个词语呈现时间从 2 s 改为 1 s, 每个词表中词语的呈现顺序不是固定而是随机的. 每名被试共需评价 24 个词表, 共 168 个词语. 编码条件的顺序以及词表在两个编码条件下的分配都进行了被试间平衡. 范畴评价任务中, 范畴名称呈现在屏幕中央左侧, 范畴词语呈现在屏幕中央右侧, 两个词语中间用短横杠连接, 被试的任务是在 7 点量表上评价范畴词语从属于范畴名称所指定的范畴的程度. 生存场景的指导语与实验 1 相似.

范畴评价场景的指导语如下: 有些词语可以作为某个范畴的“范畴名称”, 如“药物”, 另外一些在一定程度上属于这个范畴的词语可以称作“范畴词语”, 如“青霉素”、“板蓝根”、“云南白药”等就属于药物这个范畴. 虽然有些范畴词语属于某个范畴, 但是不同词语的典型性会有所差异. 比如阿司匹林和维生素虽然都属于药物这个范畴, 但是阿司匹林的典型性

更高, 而维生素的典型性更低(但判断结果也要因人而异). 接下来屏幕上将会依次呈现一系列词语对, 左边词语为某个范畴的范畴名称, 右边词语为范畴词语, 请对这些范畴词语属于该范畴的典型性在 7 点量表上进行打分. 按键盘上的 1~7 数字键完成评价, 1 代表这个范畴词语是该范畴的非常不典型的样例, 4 代表典型性属于中等水平, 7 代表典型性非常高.

分心任务包括填写 3 个量表, 分别是人口统计学登记量表、贝克量表、焦虑自评量表(self-rating anxiety scale, SAS). 被试还需要对两种任务(生存评价任务和范畴评价任务)在任务的难易度和感兴趣程度上进行 9 点量表的打分, 用时约 10 min.

再认测验任务中共含 456 个测验项目, 其中包括 168 个评价过的旧项目, 120 个关键诱饵(每个词表有 5 个关键诱饵)和 168 个新项目. 每个测验项目呈现至被试做出“见过/没见过”的判断反应后消失. 整个实验大约用时 40 min.

2.2 结果

剔除被试在 3 s 评价时间内没有完成打分的项目所对应的数据, 生存加工条件和范畴评价条件的数据有效率分别为 99.88% 和 98.99%. 分别统计被试在两种编码条件(生存和范畴)下的评价分数和评价时间, 再认测验中对旧词、关键诱饵和无关新词做出“见过”反应的比率, 以及利用信号检测论方法计算区分旧词和关键诱饵、关键诱饵和无关新词的 A' 和 $B''D$. 此外, 也对难易度和感兴趣程度的评价数据进行了统计分析. 相关分析结果显示, 被试的 BDI 得分和 SAS 得分对实验结果没有显著影响, 因此在下面数据分析中省略了这两个变量.

(1) 评价分数和评价时间的分析. 对两种编码条件下的评价时间和评价分数进行分析, 结果显示在评价时间上生存加工条件(916.89 ± 41.04)和范畴评价条件(924.99 ± 46.27)间没有显著差异, $t(19) = -0.309$, $P = 0.761$; 在评价分数上范畴评价条件(5.84 ± 0.13)显著高于生存加工条件(3.87 ± 0.18), $t(19) = 7.933$, $P < 0.001$. 为了避免评价分数对实验结果的影响, 对生存条件和范畴条件的各个因变量(正确再认率, 虚假再认率, 记忆准确率, Av , Ag , BDv , BDg)进行评价分数的回归分析, 结果没有发现任何显著的效应, 因此排除了评价分数对实验结果的影响.

(2) 再认率结果的分析. 统计两种编码条件下的

各个再认率指标, 以及基于 Howe 和 Derbish^[6]的指标计算的记忆准确率(表 2). 对上述各个因变量指标进行两个编码条件间(生存和范畴)的配对 t 检验, 发现在正确再认率上生存加工条件显著高于范畴评价条件, $t(19)=2.258$, $P=0.036$; 在虚假再认率和记忆准确率上两个实验条件间没有显著差异, 虚假再认率: $t(19)=-0.236$, $P=0.816$, 记忆准确率: $t(19)=1.282$, $P=0.215$.

(3) 项目辨别能力(A')和判断标准($B'D$)的分析. 基于正确再认率、虚假再认率、错误再认率计算两种编码条件下被试区分关键诱饵和旧项目的能力(A_v)及判断标准(BD_v)、区分关键诱饵和新项目的能力(A_g)及判断标准(BD_g). 两种编码条件(生存和范畴)间的配对 t 检验发现, 生存加工条件下的 A_v 显著高于范畴评价条件(生存条件: 0.88 ± 0.01 ; 范畴条件: 0.86 ± 0.01), $t(19)=2.390$, $P=0.027$; 但两种编码条件间在 A_g 上没有显著差异(生存条件: 0.72 ± 0.02 ; 范畴条件: 0.70 ± 0.03), $t(19)=0.626$, $P=0.539$ (图 3). 在 BD_v (生存条件: -0.04 ± 0.10 ; 范畴条件: 0.00 ± 0.10)和 BD_g (生存条件: 0.51 ± 0.05 ; 范畴条件: 0.56 ± 0.06)两个指标上, 两个编码条件间都没有显著差异, BD_v : $t(19)=-0.692$, $P=0.497$; BD_g : $t(19)=-1.571$, $P=0.133$.

(4) 任务难易度及感兴趣程度的评价结果的分析. 在任务难易度的评价结果上, 两种编码条件间没有显著差异(生存条件: 4.70 ± 0.37 ; 范畴条件: 4.00 ± 0.50), $t(19)=1.224$, $P=0.236$; 但是在感兴趣程度上发现了编码条件间的差异显著, $t(19)=3.099$, $P=0.006$, 表现为被试对生存评价(5.35 ± 0.49)比范畴评价(6.85 ± 0.38)更感兴趣. 为了探究感兴趣程度对各因变量(正确再认率, 虚假再认率, A_v , A_g , BD_v , BD_g)的影响, 分别在两种编码条件下进行感兴趣程度对各因变量的回归分析, 没有发现任何显著的效应($P>0.05$), 排除了感兴趣程度对实验结果的影响.

3 讨论

本研究首先验证了记忆的生存加工优势, 不论对照条件是愉悦度评价还是范畴评价, 生存加工条件下的正确再认率都显著更高. 更重要的是, 对生存加工影响记忆编码过程的内在机制进行了深入的探索, 发现生存加工不仅可以促进梗概信息的编码和加工, 也同时促进了项目特异性信息的编码和加工, 而后者是记忆源监控的重要基础. 因此, 上述两个方

面反映了生存加工对梗概表征和记忆源监控的积极作用.

与 Nairne 等人^[1-4]的实验结果一致, 本研究也发现了与愉悦度评价相比, 生存加工提高了记忆的正确再认率, 但本实验也发现了生存加工同时提高了关键诱饵的虚假再认率, 因此, 不能据此认为生存加工提高了记忆的准确度. 这一结果也有可能是由于生存加工促进了语义梗概信息的编码和表征, 从而导致具有很强语义关联的旧词和关键诱饵被给出更多的“见过”的反应; 另外一种可能性与记忆编码无关, 只是被试在再认测验中判断一个项目是否“见过”时采用了更宽松的标准, 从而导致旧词和关键诱饵被给出“见过”反应的比率都提高了. 本实验也采用 Howe 和 Derbish^[6]的记忆准确率指标(正确再认率/(正确再认率+虚假再认率))进行了数据分析, 发现了与他们相同的结果, 即生存加工条件下的记忆准确率低于愉悦度评价条件; Otgaar 和 Smeets^[21]使用相同指标却发现生存加工和愉悦加工在准确率上没有差异, 这可能是由于 Otgaar 和 Smeets^[21]使用的测验方式是自由回忆测验, 而 Howe 和 Derbish^[6]与本研究使用的是再认测验. 多个实验结果都没有发现生存条件下的记忆更为准确^[6,21,22], 这说明记忆准确性并不是适应性记忆的本质. 正如 Schacter 和 Dodson^[23]认为错误记忆是记忆具有适应性的表现一样, 生存加工并不一定导致准确的记忆.

基于 Donaldson^[16]的非参数模型的数据分析方法, 本实验使用独立的指标对被试区分各类测验项目的能力和判断标准进行了分析. 结果发现, 相对于愉悦度评价, 生存加工促进了被试对关键诱饵和新项目的分辨, 但并没有改善被试对关键诱饵和旧项目的分辨. 在再认测验中, 如果被试倾向于依赖梗概表征作出反应, 就会发生关键诱饵的错误再认, 即关联性记忆错觉; 而项目特异性信息的编码和利用将导致更好的记忆源监控, 使得被试能够更好地区分旧项目和关键诱饵, 从而抑制关联性记忆错觉的发生^[17]. 因此, 区分旧项目与关键诱饵的能力体现了被试对项目特异性信息的利用程度, 而区分新项目与关键诱饵的能力体现了被试对梗概表征的利用程度. 上述结果说明, 两种编码条件(生存和愉悦度)在项目特异性信息的加工及其利用这些信息进行记忆源监控方面没有差异; 但是与愉悦度评价相比, 生存加工促进了语义梗概表征的建立和使用. 判断标准的数

表 2 两种编码条件下的正确再认率、虚假再认率、错误再认率和记忆准确率^{a)}

	正确再认率	虚假再认率	错误再认率	准确率
生存条件	0.84 (0.02)	0.23 (0.03)	0.06 (0.01)	0.80 (0.02)
范畴条件	0.79 (0.03)	0.23 (0.03)	0.06 (0.01)	0.79 (0.02)
差值	0.05*	-0.00		0.01

a) 括号内为均值的标准误. 两种编码条件在再认测验中对应的无关新词相同, 因此错误再认率相同. *: $P<0.05$

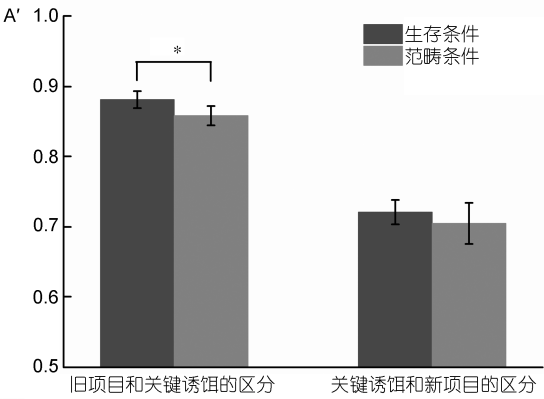


图 3 各类测验项目的分辨能力在生存条件和范畴条件间的比较
*: $P<0.05$

据分析与上述项目辨别力的分析结果一致: 被试在区分关键诱饵和新项目的判断标准上两种编码条件间无差异; 但是在区分关键诱饵和旧项目的判断标准上, 生存加工条件相对于愉悦度评价条件的判断标准更低, 即在区分关键诱饵和旧项目时, 生存加工条件下被试使用了更为宽松的判断标准, 更容易将关键诱饵判断为“见过”, 即发生更多的关联性错误再认. 这进一步支持了生存加工对语义梗概加工的促进. 这种更为宽松的判断标准具有适应性价值, 是导致正确再认率和错误再认率同时升高的原因之一. 反应的信心度的数据也在一定程度上支持了上述结果. 信心水平评估数据显示, 生存加工条件下被试将关键诱饵虚报时的信心水平显著高于将关键诱饵正确拒绝时的信心水平, 但是在愉悦度评价条件下没有发现这一差异, 这也说明与对照条件相比, 生存加工条件下被试更倾向于将关键诱饵误认为是学习过的旧项目. 实验结果还发现, 在对旧项目漏报的信心水平上, 生存加工条件显著低于愉悦度评价条件, 这说明被试在生存加工条件下对旧项目的漏报更没有信心, 从一定程度上说明被试在生存加工条件下对旧项目的记忆更好.

对编码阶段被试在两种评价任务(生存和愉悦度)中的评价分数和评价时间进行了数据分析, 结果没有发现两种编码条件间的差异, 这说明生存加工优势的产生不是由于在编码阶段生存加工条件的评价分数更高或者评价时间更长所致. 此外, 两种评价任务(生存和愉悦度)在难易度评估上没有发现差异; 但是在任务兴趣的评估上, 生存加工条件的评估分数更高. 这说明生存相关的加工更能激发人们的兴趣, 应该也是进化适应性的一种表现.

如果说实验 1 的对照条件-愉悦度评价涉及更多的项目特异性信息的加工, 实验 2 则选择了梗概加工占优势的范畴评价任务作为对照条件^[13,14], 结果同样发现了记忆的生存加工优势. 与范畴评价条件相比, 生存加工条件提高了旧词的正确再认率, 但在关键诱饵的虚假再认率和记忆准确率上没有发现生存条件和范畴条件间的差异. 如上所述, 关键诱饵的错误再认源于信息的梗概表征, 两种编码条件(生存和范畴)间在关键诱饵的虚假再认率上没有差异, 有可能是由于两种编码条件涉及的梗概加工水平相当, 而生存加工条件下更高的旧词正确再认率和记忆准确率可能反映了项目特异性信息的更充分的加工. 但再认率的结果分析只能是一种推论, 并不能据此得出确定的结论. 各类项目的分辨能力和判断标准的分析会给出更明确的证据. 这部分的结果显示, 与范畴评价相比, 生存加工促进了被试对旧项目和关键诱饵的分辨, 但在关键诱饵和新项目的分辨上二者没有差异. 这说明在项目特异性信息的加工和记忆源监控方面生存加工条件要好于范畴评价条件; 而在梗概表征的建立和利用方面两种编码条件间没有差异. 在判断标准上, 生存加工与范畴评价两种编码条件间没有出现差异.

评价分数的数据分析显示, 生存相关的等级评价分数显著低于范畴评价分数, 为了考察这一差异是否与上述的记忆生存加工优势有关, 对评价分数与各个因变量进行了回归分析, 没有发现任何显著

的效应,从而排除了评价分数对实验结果的影响。与实验 1 相同,两种编码条件在评价时间和任务难易度评估上也没有发现差异,而在任务兴趣的评估中仍然出现了生存加工的优势。

综合实验 1 和 2 的结果,可以看到生存加工对记忆编码过程的促进作用表现在梗概加工和项目特异性信息加工两个方面。愉悦度评价通常被认为是项目特异性信息加工占主导的一个编码过程^[13],实验 1 的结果显示,生存加工所引发的对项目特异性信息的加工可以和愉悦度评价达到相当的水平,但生存加工对梗概信息的编码及表征的促进却要优于愉悦度评价;范畴评价通常被认为是语义梗概加工占主导的一个编码过程^[13,14];实验 2 的结果显示,生存加工所引发的对语义梗概信息的编码加工可以和范畴评价达到相当的水平,但生存加工对项目特异性信息编码的促进作用要优于范畴评价。因此,记忆的生存加工优势是生存相关的编码加工同时促进了项目特异性信息和关联性梗概信息的加工所致。在未来的研究中,应该找到一种能同时促进梗概加工和项目特异性信息加工的记忆编码方式来进一步验证本实验的结论,如自我参照编码^[24]。

前言中提到了解释记忆生存加工优势的 3 种假说,分别是丰富编码假说、精细假说和进化-功能假说。这 3 种假说均认为生存加工是通过改变编码过程而达到促进记忆的^[2,11,12]。其中,丰富编码假说、精细假说认为,生存加工导致在编码阶段进行了更多的、更精细的编码。这似乎在说,生存加工主要促进了项目特异性信息的加工。但本实验发现,生存加工不仅促进了对项目特异性信息的加工,同时也促进了对梗概信息的加工。因此,本研究为记忆生存加工优势的

内在机制提出了一种新的解释,即双过程促进假说(dual process promote hypothesis)。与上述 3 种假说一致,本研究也认为生存加工是通过改变编码过程而促进记忆的,它引发了更丰富的信息编码,包括对梗概信息的编码和对项目特异性信息的编码。当与梗概加工占主导的对照条件或者项目特异性信息加工占主导的对照条件进行比较时,生存加工会导致更好的记忆成绩,从而出现记忆的生存加工优势。对梗概信息的加工虽然是产生关联性记忆错觉、降低记忆准确率的原因,但是梗概加工可以有效地避免人类记忆系统的超载,节省认知资源^[25],这本身是具有适应性价值的。对项目特异性信息的加工可以在一定程度上抑制关联性记忆错觉、提高记忆的准确率,这是一种比较耗费认知资源的加工方式。梗概加工和项目特异性加工对人类的生存都具有重要意义。

在本研究的两个实验中,均发现了被试对生存评价任务的感兴趣程度高于对照条件,而且在实验 1 中也发现感兴趣程度与一些因变量(生存: Ag; 愉悦: 准确性和 Av)间的回归分析显著。被试对生存评价更感兴趣可能是生存加工具有适应性价值的体现之一,当人类大脑对生存相关信息更感兴趣时,就会愿意付出更多的精力去关注生存信息,从而更有利于人类的生存。但是感兴趣程度并不是造成生存加工优势的全部原因,因为实验 2 中的所有回归分析均不显著,实验 1 中感兴趣程度也并不是与所有的因变量都有关联。此外,生存加工与非生存加工在情绪唤醒程度、注意程度等纬度上也可能存在着差异^[2,6],这些因素与生存加工优势的关系需要深入研究。在以后的研究中,还应进一步研究生存加工优势的相关脑机制,从而能够深入了解适应性记忆存在的本质。

致谢 感谢张莘(University of Wisconsin-Whitewater)和张力(首都师范大学)在本研究数据收集过程和文章修改过程中给予的帮助。

参考文献

- 1 Nairne J S, Pandeirada J N S. Adaptive memory: is survival processing special? *J Mem Lang*, 2008, 59: 377-385
- 2 Nairne J S, Thompson S R, Pandeirada J N S. Adaptive memory: survival processing enhances retention. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 2007, 33: 263-273
- 3 Nairne J S, Pandeirada J N S. Adaptive memory: remembering with a Stone-age brain. *Curr Dir Psychol Sci*, 2008, 17: 239-243
- 4 Nairne J S, Pandeirada J N S, Gregory K J, et al. Adaptive memory: fitness relevance and the hunter-gatherer mind. *Psychol Sci*, 2009, 20: 740-746

- 5 Nairne J S, Pandeirada J N S. Adaptive memory: ancestral priorities and the mnemonic value of survival processing. *Cogn Psychol*, 2010, 61: 1–22
- 6 Howe M L, Derbish M H. On the susceptibility of adaptive memory to false memory illusions. *Cognition*, 2010, 115: 252–267
- 7 Otgaar H, Smeets T, van Bergen S. Picturing survival memories: enhanced memory for fitness-relevant processing occurs for verbal and visual stimuli. *Mem Cognit*, 2010, 38: 23–28
- 8 Roediger H L, McDermott K B. Creating false memories: remembering words not presented in lists. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 1995, 21: 803–814
- 9 Deese J. On the prediction of occurrence of particular verbal instructions in immediate recall. *J Exp Psychol*, 1959, 58: 17–22
- 10 Brainerd C J, Reyna V F. Fuzzy-trace theory and children's false memories. *J Exp Child Psychol*, 1998, 71: 81–129
- 11 Röer J P, Bell R, Buchner A. Is the survival-processing memory advantage due to richness of encoding? *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 2013, 39: 1–9
- 12 Nouchi R. Can the memory enhancement of the survival judgment task be explained by the elaboration hypothesis? Evidence from a memory load paradigm. *Jpn Psychol Res*, 2013, 55: 58–71
- 13 Burns D J, Burns S A, Hwang A J. Adaptive memory: determining the proximate mechanisms responsible for the memorial advantages of survival processing. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 2011, 37: 206–218
- 14 Burns D J, Schoff K M. Slow and steady often ties the race: the effects of item-specific and relational processing on cumulative recall. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 1998, 24: 1041–1051
- 15 Yonelinas A P. The nature of recollection and familiarity: a review of 30 years of research. *J Mem Lang*, 2002, 46: 441–517
- 16 Donaldson W. Measuring recognition memory. *J Exp Psychol Gen*, 1992, 3: 275–277
- 17 Schacter D L, Israel L, Racine C. Suppressing false recognition in younger and older adults: the distinctiveness heuristic. *J Mem Lang*, 1999, 40: 1–24
- 18 Curran T, Cleary A M. Using ERPs to dissociate recollection from familiarity in picture recognition. *Brain Res Cogn Brain Res*, 2003, 15: 191–205
- 19 Starns J J, Lane S M, Alonzo J D, et al. Metamnemonic control over the discriminability of memory evidence: a signal detection analysis of warning effects in the associative list paradigm. *J Mem Lang*, 2007, 56: 592–607
- 20 Geng H Y, Qi Y Q, Li Y F, et al. Neurophysiological correlates of memory illusion in both encoding and retrieval phases. *Brain Res*, 2007, 1136: 154–168
- 21 Otgaar H, Smeets T. Adaptive memory: survival processing increases both true and false memory in adults and children. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 2010, 36: 1010–1016
- 22 Howe M L. The adaptive nature of memory and its illusions. *Curr Dir Psychol Sci*, 2011, 20: 312–315
- 23 Schacter D L, Dodson C S. Misattribution, false recognition and the sins of memory. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 2001, 356: 1385–1393
- 24 Symons C S, Johnson B T. The self-reference effect in memory: a meta-analysis. *Psychol Bull*, 1997, 121: 371–394
- 25 Demis H, Eleanor A M. Deconstructing episodic memory with construction. *Trends Cogn Sci*, 2007, 11: 299–306