

## 创造性思维酝酿效应研究进展及其实践隐意

郝 宁, 赵琪琛

华东师范大学心理与认知科学学院(中国上海 200062)

**[摘要]** 酝酿效应是创造力研究领域颇受关注的热门话题。过去几十年间, 研究者揭示了影响酝酿效应的诸多因素, 如酝酿效应中的时间因素、酝酿阶段的内插任务、目标任务类型、任务相关线索、睡眠等; 提出了解释酝酿效应的诸多理论。文章对这些相关研究进行梳理, 在此基础上探讨其对创造性问题解决及学校教育的启示意义。

**[关键词]** 酝酿效应; 创造性思维; 发散性思维; 顿悟

### Research progress of the incubation effect in creative thinking and its practical implication

HAO Ning, ZHAO Qichen

School of Psychology and Cognitive Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China

**[Abstract]** The incubation effect is one of the hot topics in the field of creativity research nowadays. In the past few decades, researchers have revealed many factors which can influence the incubation effect, such as time factor, interpolated tasks during the incubation period, type of target task, cues or misleading information related to target task and sleep. Moreover, many hypotheses have been proposed to explain the internal mechanism of the incubation effect. This paper aims to make a brief review of these studies and discuss the enlightening meaning they have on the creative problem solving and on school education.

**[Key words]** incubation effect; creative thinking; divergent thinking; insight

#### 1 引言

酝酿效应(incubation effect)是生活中经常发生的有趣现象。当我们解决问题面临困境时, 暂时搁置问题去做些其他事, 再回来后, 对这个问题的解答可能就“豁然开朗”了。历史上, 许多伟大人物曾报告说, 当他把一个尚未解决的问题搁置一段时间后, 新颖的有创意的问题解决方案可能会突然跳入脑海中<sup>[1, 2]</sup>。美国心理学家 Wallas<sup>[3]</sup>首次界定了这种现象: 从尚未解决的问题中暂时离开, 而后问题的解答似乎无需额外努力便自然出现, 称为酝酿效应。自那时起, 心理学研究者用科学严谨的方法对这种有趣现象做过很多探索<sup>[4-8]</sup>。

心理学研究通常使用三种范式来探查酝酿效应。一是“延迟酝酿”(delayed incubation)范式。要求实验组被试者解决给定的问题一段时间(阶段 1),

然后完成一些无关任务(酝酿阶段), 而后再回来解决该问题(阶段 2); 对照组被试者一直解决该问题。控制两组被试者用以解决问题的总时间相等。比较两组被试者是否解决了问题、提出答案的创新性, 以及给出了多少可行的解答方案。二是“即时酝酿”(immediate incubation)范式。此范式中阶段 1, 只有酝酿阶段和阶段 2。实验组被试者听完目标任务指导语后, 即开始进行无关任务(酝酿阶段), 待酝酿阶段结束后再完成目标任务; 对照组被试者在听完指导语后, 即开始完成目标任务。比较两组被试者完成目标任务的绩效。三是“多试验/多项目”(multiple trial/multiple item)范式。要求被试者解决一系列问题, 在解决每个问题的间隔期, 插入或不插入其他一些无关活动(即要求被试者连续解决这一系列问题, 或解决每一个问题后做些无关任务), 而后比较两种条件下被试者解决问

基金项目 国家自然科学基金青年项目(31100741); 上海市哲学社会科学规划教育学专项课题(2012JY002)

\* 通信作者 (Corresponding author) 郝 宁, 博士, 副教授; E-mail: nhao@psy.ecnu.edu.cn

收稿日期 2014-02-23

题的数量和质量。

在过去几十年里, 约有百余项研究利用上述三种范式探查了创造性思维(包括发散性思维、顿悟、远距离联想、观念生成、创造性写作等)中的酝酿效应。以下重点介绍影响创造性思维酝酿效应的诸多因素, 以及解释酝酿效应内在机制的主流理论, 并探讨这些研究结果对创造性问题解决以及学校教育的启示意义。

## 2 酝酿效应的影响因素

### 2.1 酝酿效应的时间因素

酝酿效应的时间因素包含若干问题: 酝酿阶段的时长, 酝酿阶段与准备阶段的时长比, 以及何时进入酝酿阶段。

究竟多长时间的酝酿期最有利于创造性问题解决? 一种说法是酝酿期越长, 酝酿效应就越明显。Smith等<sup>[9]</sup>发现, 被试者接受15 min酝酿期, 较之5 min酝酿期, 在完成字谜任务上的表现要更好。因为酝酿期越长, 被试者可能产生更广泛的语义激活扩散, 或遗忘更多的错误信息(或定势), 或有更多的间断性的有意识加工, 或能够更好地从疲劳中恢复, 所以更有利于后续的创造性活动。然而, Penney等<sup>[10]</sup>发现, 如果给予被试者更长的酝酿期(如3 h或24 h), 被试者完成字谜任务的表现反而比接受15 min酝酿期的被试者要差。其假设, 15 min可能已经足够使被试者激活相关概念或遗忘无效信息; 而当酝酿时间继续增长, 则可能有其他调节因素介入, 进而中和时间带来的有利作用。早期研究通常认为, 15~30 min是酝酿期的最优时长, 而当酝酿期超过3 h, 其带来的有利作用便会减少。但近期研究<sup>[4, 6]</sup>发现, 在完成言语发散性思维任务时, 给予被试者更短的酝酿期(5 min甚至30 s)即可带来显著的酝酿效应。这些研究意味着, 完成不同类型的创造性任务(即顿悟类和发散性思维类), 其最优的酝酿时长可能不同。由于目前专门研究此问题的证据较少, 关于各种任务的最优酝酿时长, 尚无定论。

有研究者<sup>[11]</sup>认为, 酝酿阶段的最优时长不能单独界定, 而应该考察其与准备阶段的时长比例。有证据显示, 准备阶段的时长在决定酝酿效应大小时起着重要作用——准备阶段越长, 酝酿效应越大。另一个较少被研究的方面是酝酿效应的开始时间点, 有研究者<sup>[10, 12]</sup>采用让被试者自主决定酝酿阶段何时开始的方式, 同样发现了酝酿效应。目前涉及

上述问题的研究相对较少, 有关影响酝酿效应的时间因素, 仍需更多的研究加以探讨。

### 2.2 酝酿阶段的内插任务

在酝酿阶段做些什么事情能够带来更显著的酝酿效应? 目前所知, 内插任务(即酝酿阶段所做的无关任务)与目标任务的相似性、内插任务所诱发的认知负荷, 以及内插任务的性质对酝酿效应有重要影响。

早先研究<sup>[10, 13, 14]</sup>认为, 如果内插任务与目标任务相似, 较利于带来酝酿效应。但最近的研究表明, 当内插任务与目标任务是不同类型时, 更可能产生酝酿效应。例如, Segal<sup>[12]</sup>的研究中, 被试者完成的目标任务是空间的(空间顿悟谜题), 内插任务是言语的(纵横填字游戏); Dijksterhuis等<sup>[15]</sup>的研究中, 目标任务是言语的(想出以A开头的地名或意大利面名字等), 内插任务是空间的(图形追踪任务)。这两项研究均发现了显著的酝酿效应。Ellwood等<sup>[8]</sup>比较了无关/有关内插任务对完成言语发散性任务的影响, 结果发现无关内插任务带来更显著的酝酿效应。Gilhooly等<sup>[6]</sup>的研究也得到了类似结果。研究者认为, 当内插任务和目标任务相似时, 其涉及的认知过程可能是相似的; 故在酝酿期中无论发生无意识加工, 或间断的有意识加工, 或疲劳恢复等, 都将因为相同认知过程达到负荷上限而不能完全进行。相比而言, 如果内插任务和目标任务是不同类型, 其涉及到的认知过程可能不同的(或重合较少), 则酝酿期中的无意识加工, 或间断的有意识加工, 或疲劳恢复可能进行得更彻底, 从而产生更显著的酝酿效应。但也有研究<sup>[16]</sup>发现, 内插任务和目标任务的相似性对酝酿效应并没有显著影响。上述不一致的结果意味着, 除了内插任务和目标任务的相似性之外, 内插任务本身的特征亦是影响酝酿效应的可能因素。

内插任务本身的特征之一, 体现在其所诱发的认知负荷水平上。Segal比较了高/低认知负荷任务(纵横填字游戏/快速翻阅报纸)为内插任务时, 被试者解决空间顿悟谜题的表现。结果发现, 无论是在短或长的酝酿期下, 高认知负荷的内插任务带来更显著的酝酿效应<sup>[12]</sup>, 但也有研究得出相反结果。Baird等<sup>[7]</sup>比较了高认知负荷内插任务(1-back任务)、低认知负荷内插任务(0-back任务)、安静休息以及持续工作四种条件下, 被试者完成言语发散性思维任务的差异, 结果发现, 低认知负荷内插任务带来最强的酝酿效应。Baird等认为, 低认

知负荷任务可能诱发了更频繁的心智游移(mind wandering, 即“走神”), 进而利于语义激活扩散, 从而促进创造性观点的生成。Sio等<sup>[11]</sup>的元分析发现, 在目标任务类型和内插任务认知负荷水平间, 可能存在着交互作用, 即在完成言语创造性任务时, 低认知负荷比高认知负荷的内插任务, 倾向于带来更大的酝酿效应; 而在完成视觉类任务时, 高或低认知负荷的内插任务所带来的酝酿效应没有显著差异。

除了诱发的认知负荷水平外, 内插任务本身的性质也可能影响酝酿效应。Hao等<sup>[4]</sup>比较了四种内插任务(反思已生成的观念、字谜任务、组词任务、客体特征任务)对被试者完成言语发散性思维任务的影响, 前两种内插任务可促进无意识联结加工, 后两种任务为典型的语义提取任务, 且前两种任务在认知负荷水平上差异显著, 这种设计区分了内插任务激活无意识联结加工以及内插任务认知负荷高低这两种变量对酝酿效应的不同作用。研究结果发现: 内插任务若能诱发无意识的联结加工, 则无论其认知负荷高低, 均利于言语发散性思维中的酝酿效应; 相比而言, 诱发无意识联结加工且认知负荷低的内插任务带来最大的酝酿效应。该研究表明, 酝酿期的内插任务具有诱发无意识联结加工的性质, 是导致发散性思维中酝酿效应的重要因素。

### 2.3 目标任务类型

解决什么样的问题时, 最能从酝酿期中获益? 不同类型的任务有着不同的认知需求。例如, 视觉顿悟任务需要被试者重构问题以期寻求正确答案; 而言语发散性任务则需要激活尽量大范围、远距离的不同概念。Sio等<sup>[11]</sup>发现, 较之完成言语推理类和视觉顿悟类任务, 被试者完成言语发散性任务时更可能受惠于中途的停顿, 也即产生更显著的酝酿效应。他们认为这可能来源于发散性问题的多解性。例如, 在完成“用途任务”时, 被试者需要激活尽可能广泛、远距离的相关概念, 以生成关于某些日常用品新颖用途的观点, 酝酿阶段提供了这样的可能性。而在完成言语推理或视觉顿悟类任务时, 被试者需要搜索记忆和环境信息以找寻对应问题的相关知识或唯一适应的策略。这时大范围搜索不再适用, 因为解决问题所需要的相关概念和信息可能已经激活, 只是被错误表征, 此时需要的是对问题的重构, 那么酝酿则不能起到很强的作用。但如前所述, 目标任务和内插任务的相似性, 以及内插任务本身特征这两种因素会影响酝酿效应, 因此

目标任务类型对酝酿效应的影响可能受此两种因素的调节。该问题需进一步研究。

### 2.4 任务相关线索

在酝酿阶段是否出现与任务相关的线索, 会影响酝酿效应。Penney等<sup>[10]</sup>发现, 在酝酿期接受提示的被试者, 在完成前一阶段的目标任务中产生了更多答案。Mednick等<sup>[17]</sup>也发现, 在酝酿阶段让被试者进行类比启动任务(可视为线索提示), 提升了被试者在后一阶段完成远距离联想任务(Remote Associates Test, RAT)的正确率。张忠炉等<sup>[18]</sup>采用汉字字谜作为目标任务, 在酝酿期分别给予被试者有效或无效提示, 发现有效提示使被试者更快地猜对了更多的字谜; 同时脑电记录显示, 有效提示诱发了被试者更强烈的脑活动。

另有研究表明, 准备阶段是否出现误导信息会影响酝酿效应。Smith等<sup>[9]</sup>使用RAT的变式, 在每个RAT词语后用斜体写出一个误导的词语, 结果发现只有处在误导条件下的被试者, 在后一阶段的任务表现上才会有所提升。其认为, 由于被试者在准备阶段产生了对错误信息的固着(或定势), 而酝酿阶段弱化了这种固着, 从而为正确答案的产生创造了条件。

### 2.5 其他影响因素

酝酿效应还受到其他一些因素的影响, 如饮酒、睡眠等。Norlander等<sup>[19]</sup>发现, 相对于对照组和安慰剂组, 饮酒组被试者表现出更强的酝酿效应, 他们完成目标任务的创造性更高。White等<sup>[20]</sup>发现酝酿阶段的状态(清醒或睡眠)对酝酿效应有影响, 睡眠组被试者报告其面对问题的压力降低, 对问题有更高的可解性, 在目标问题上的表现也有所提升。Cai等<sup>[21]</sup>的研究进一步表明, 酝酿阶段出现快速眼动(rapid eye movement, REM)睡眠的被试者, 相对于未出现REM睡眠或在清醒状态下安静休息的被试者, 在解决RAT任务上获得了更大的改进, 其认为REM睡眠促进了联结网络的形成及无关信息的整合, 从而利于创造性问题解决。

## 3 酝酿效应的内在机制探讨

研究者提出若干理论假说, 以解释酝酿效应的内在机制。以下我们对几种主要理论作简要介绍。

### 3.1 激活扩散(spreading activation)理论

激活扩散理论认为, 在酝酿阶段内, 语义激活可扩散到远距离的、相关的概念节点, 因而利于新颖观念或解答的生成, 从而促进创造性问题解决。

决<sup>[2]</sup>。语义激活扩散的过程发生在无意识层面,即语义网络中的激活由各个节点为中心向外扩散,当某个节点的概念被叠加波及,其激活可以达到意识阈限(即被个体主观意识到),从而成为“冒出来”的答案。

### 3.2 选择性遗忘(selective forgetting)理论

选择性遗忘理论也被某些研究者称为“有益遗忘理论”(beneficial forgetting)。该理论认为,人们在解决问题时,某些与任务无关的概念或错误想法固着了问题解决者的思维;而在酝酿阶段内,这些与任务无关的概念以及错误想法的激活强度减弱,导致问题解决者对这些概念的敏感性降低,从而利于其激活其他更有效的信息,也利于其重新审视问题,因而促进了问题解决<sup>[23-25]</sup>。也有研究者提出固着打破(set breaking)理论,认为酝酿阶段帮助个体忘掉之前不正确的策略或信息,从而打破其已形成的错误思维定势,因而个体可以重构问题,用不同的方法解决问题<sup>[9]</sup>。选择性遗忘理论和固着打破理论实际上持有相同的观点,可以认为是一种理论的两种称谓。

### 3.3 注意撤销/转移(attention withdrawal/shifting)理论

这一理论与选择性遗忘理论很相似。该理论认为,在酝酿阶段中实则未发生任何事情,仅仅是个体的注意从目标任务中转出,因而基于目标任务而产生的错误假设的激活会降低。这样一来,当个体重新完成目标任务时,任务的相关元素就处于一种前注意阶段,不属于任何组织形式;继而个体可以重新利用这些元素构建完整的、正确的假设,并最终找到合理途径完成目标任务<sup>[12]</sup>。

### 3.4 外部刺激(external cues)理论

该理论认为,酝酿阶段的作用是将处于问题中的意识解放出来,因而问题解决者可以遇到并同化环境中的外部刺激。Yaniv等<sup>[22]</sup>将这一理论假说表述如下:首次解决问题时的不成功尝试可能部分激活了存储在记忆中的轨迹(traces),这些轨迹可能对于解决问题非常重要,但并没有被有效利用(inaccessible);经过随后的酝酿阶段,这些激活的轨迹可以让被试者对偶然遇到的与问题相关刺激的敏感性提高,继而使那些关键轨迹被提升到意识阈限水平,并引发它们与其他有用信息的结合,这将有助于创造性问题解决。

### 3.5 间断地有意识加工(intermittent conscious work)理论

需指出,以上四种理论均以酝酿阶段发生无意识加工作为基本理论假设。然而,间断地有意识加工理论与上述理论的出发点不同。该理论认为,在酝酿阶段中,被试者仍然可能会间断地进行有意识加工(即有意识地思考目标问题);正是这部分有意识加工导致了个体在酝酿阶段后在目标任务上表现的提升。

### 3.6 疲劳消除(fatigue-dissipation)理论

该理论假说的起源可以追溯到19世纪的科学家Helmholz,其认为问题解决中的间断仅仅是给了被试者休息的机会<sup>[2]</sup>。后续研究者认为,酝酿阶段可以让个体从神经疲劳中恢复过来,从而给予个体新的能量,帮助其更有效地寻找问题解决方法<sup>[26]</sup>。

以上论及的若干理论假设,是目前酝酿效应研究领域较为主流的理论。然而,对于这些理论而言,均有研究者及相应的实证证据表示支持或反对。截至目前,对于酝酿效应机制的理论解释,学术界仍未能形成定论。

## 4 对创造性问题解决和学校教育的启示

Wallas<sup>[3]</sup>把创造过程分为准备期、酝酿期、豁朗期和验证期四个阶段。先前研究已揭示了影响酝酿效应的诸多因素,并提出解释酝酿效应内在机制的诸多理论。虽然这些研究发现来自严格控制的实验室研究,与实际生活中的创造活动有所不同;但这些发现,对人们在日常生活中创造性地解决问题以及学校教育具有一定启发意义。

### 4.1 对创造性问题解决的启示

首先,当我们解决问题面临困境时,不妨暂时搁置问题去做些其他事情,也即给自己一段酝酿的时间,这将利于后续创造性问题解决。Sio等<sup>[11]</sup>曾分析了117项关于酝酿效应的实证研究,发现其中70%的研究得出一致性结论,即相比之持续解决问题,问题解决过程中的中断(酝酿期)有利于后续问题解决。

其次,在酝酿期内,我们应做一些与当前问题完全不同的事情。例如,创编故事(言语性任务)遇到困境时不妨搭积木(空间性任务),绘图(空间性任务)过程中遇到困难时不妨读报纸(言语性任务),因为不同类型任务所涉及认知过程可能不同(或重合较少),更有利于酝酿效应的产生。此外,我们最好做一些低认知负荷的事情,使“心智游移”更可能发生,这利于语义网络的激活扩散,从而促进创造性问题解决。需要指出,纯粹的休息

并不是一种很好的选择,因为在休息过程中,我们很难控制不去继续思考尚未解决的目标问题。而一旦我们继续思考目标问题,则远距离的语义激活扩散会受阻碍,对错误定势的遗忘也很难发生,这不利于酝酿效应的出现。

第三,当完成发散性思维任务,即寻找对一个问题的多种新颖解答时,我们更应有意识地给自己一个酝酿期。因为,完成此类任务需激活大范围、远距离的不同概念,而酝酿期发生的语义激活扩散对此认知活动具有促进作用。我们还应保证充足的睡眠,因为睡眠中的 REM 阶段(做梦即发生在此阶段)促进联结网络的形成和无关信息的整合,利于创造性问题解决。虽然有研究发现饮酒可带来更大的酝酿效应(这或许是“李白斗酒诗百篇”的原因之一),但我们不提倡通过饮酒来促进创造性问题的解决。原因在于,酒精会抑制 REM 睡眠并使人在夜晚的大部分时间里保持在“非快速眼动睡眠”(non-REM)阶段<sup>[27]</sup>,这将阻碍联结网络的形成,不利于创造性问题解决。

#### 4.2 对学校教育的启示

首先,教师及学校应该改变传统理念,由不希望学生犯错,到鼓励学生积极“试错”。试错的过程就是一个“酝酿”的过程,就是形成定势、再打破定势的过程。在这样的一个过程中,可以加深学生对知识和问题的理解,锻炼学生的思维技能,培养学生的创造性。

其次,在课程设置方面,可以尝试改变传统的课程排列模式,有意识地为学生创造“酝酿”环境。例如,将文理科课程穿插编排,如数学课后安排政治课,然后再安排物理课,以此类推,为学生提供一个“酝酿期”以消化前一阶段的课程。另如,将主副课程穿插编排,避免“主科扎堆”的现象。再如,传统的“6 节讲授课 + 2 节自习课”的做法也可以做些调整,如变为两个“3 节讲授课 + 1 节自习课”的组合。通过这些课程设置上的调整,使学生尽可能从酝酿期中获益,从而提升学习效果。

第三,在课程内容的选择和安排上,教师以及教材编写者可有意识地将内容随难易程度、需要认知能力的种类等进行分类,然后穿插呈现,令每一个相对独立的部分成为学生上一阶段学习内容的“酝酿期”,以达到提升学习效果的目的。

最后,在一些具体的教学举措上,教师还可以做很多。比如教师可建议学生在平时作业或考试中

遇到不会的问题时,暂时搁置或跳过该问题,做些其他事情后再回来解决该问题;教师应给予学生多次解决问题的机会,因为每次解决问题间的酝酿期可能利于再一次的问题解决;安排学生进行阶段性复习,因为两次复习间的酝酿期可能改进学生对问题的理解和领悟,等等。总之,创造性思维可受惠于中途的停顿;给予问题解决者酝酿期并对其进行有意识的干预,可促进创造性的问题解决。

#### 参考文献

- [1] Ghiselin B. *The Creative Process: A Symposium* [M]. Berkeley: University of California Press, 1985.
- [2] Woodworth R S, Schlosberg H. *Experimental psychology* [M]. New Delhi: Oxford & IBH, 1954.
- [3] Wallas G. *The art of thought* [M]. London: Cape, 1926.
- [4] Hao N, Ku Y X, Liu M G, et al. Enhancing verbal creativity via brief interventions during an incubation interval [J]. *Creativity Research Journal*, 2014, 26(1):30-38.
- [5] Gilhooly K J, Georgiou G J, Garrison J, et al. Don't wait to incubate: immediate versus delayed incubation in divergent thinking [J]. *Memory & Cognition*, 2012, 40(6): 966-975.
- [6] Gilhooly K J, Georgiou G, Devery U. Incubation and creativity: do something different [J]. *Thinking & Reasoning*, 2012, 19(2):137-149.
- [7] Baird B, Smallwood J, Mrazek M D, et al. Inspired by distraction: mind wandering facilitates creative incubation [J]. *Psychological Science*, 2012, 23(10):1117-1122.
- [8] Ellwood S, Pallier G, Snyder A, et al. The incubation effect: hatching a solution? [J]. *Creativity Research Journal*, 2009, 21(1):6-14.
- [9] Smith S M, Blankenship S E. Incubation effects [J]. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1989, 27(4):311-314.
- [10] Penney C G, Godsell A, Scott A, et al. Problem variables that promote incubation effects [J]. *Journal of Creative Behavior*, 2004, 38(1):35-55.
- [11] Sio U N, Ormerod T C. Does incubation enhance problem solving? A meta-analytic review [J]. *Psychological Bulletin*, 2009, 135(1):94-120.
- [12] Segal E. Incubation in insight problem solving [J]. *Creativity Research Journal*, 2004, 16(1):141-148.
- [13] Browne B A, Cruse D F. The incubation effect: illusion or illumination [J]. *Human Performance*, 1988, 1(3):177-185.
- [14] Medd E, Houtz J C. The effects of facilitated incubation on fourth graders' creative writing [J]. *Educational Research Quarterly*, 2002, 26(2):13-16.

- [15] Dijksterhuis A, Meurs T. Where creativity resides: the generative power of unconscious thought [J]. *Consciousness and Cognition*, 2006, 15(1):135-146.
- [16] Wen M C, Butler L T, Koutstaal W. Improving insight and non-insight problem solving with brief interventions [J]. *British Journal of Psychology*, 2013, 104(1):97-118.
- [17] Mednick M T, Mednick S A, Mednick E V. Incubation of creative performance and specific associative priming [J]. *Journal of Abnormal Psychology*, 1964, 69(1):84-88.
- [18] 张忠炉, 邢强, 唐志文, 等. 酝酿期有效提示和无效提示的比较 [J]. *心理科学*, 2012, 35(4):901-905.
- [19] Norlander T, Gustafson R. Effects of alcohol on scientific thought during the incubation phase of the creative process [J]. *The Journal of Creative Behavior*, 1996, 30(4):231-248.
- [20] White G L, Taytroe L. Personal problem-solving using dream incubation: dreaming, relaxation, or waking cognition? [J]. *Dreaming*, 2003, 13(4):193-209.
- [21] Cai D J, Mednick S A, Harrison E M, et al. REM, not incubation, improves creativity by priming associative networks [J]. *PNAS*, 2009, 106(25):10130-10134.
- [22] Yaniv I, Meyer D E. Activation and metacognition of inaccessible stored information: potential bases for incubation effects in problem solving [J]. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1987, 13(2):187-205.
- [23] Simon H A. Scientific discovery and the psychology of problem solving [M]//Colodny RG. *Mind and Cosmos: Essays in Contemporary Science and Philosophy*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1966:22-40.
- [24] Smith S M, Sternberg R J, Davidson J E. Getting into and out of mental ruts: a theory of fixation, incubation, and insight [M]//Sternberg R J, Davidson J E. *The nature of insight*. Cambridge: The MIT Press, 1995:229-251.
- [25] Smith S M, Blankenship S E. Incubation and the persistence of fixation in problem solving [J]. *American Journal of Psychology*, 1991, 104(1):61-87.
- [26] Seifert C M, Meyer D E, Davidson N, et al. Demystification of cognitive insight: opportunistic assimilation and the prepared-mind perspective [M]//Sternberg R J, Davidson J E. *The nature of insight*. Cambridge: The MIT Press, 1995:65-124.
- [27] Greenberg R, Pearlman C. Delirium tremens and dreaming [J]. *The American Journal of Psychiatry*, 1967, 124(2):133-142.