

# 不同意识水平的奖惩对创造性问题解决的影响

曾奕彤, 李亿珠\*

广州大学教育学院心理系, 广东 广州

收稿日期: 2024年2月25日; 录用日期: 2024年3月28日; 发布日期: 2024年4月9日

## 摘要

创造力对个人和社会的发展都至关重要, 在众多影响创造力的因素中, 奖惩是重要的且不容忽视的外部因素。该研究采用2 (意识水平: 阈上、阈下) × 2 (预期奖惩线索: 高、低) × 2 (效价: 奖励、惩罚)三因素被试内设计, 通过汉字复合远距离联想(CRA)任务和金钱启动范式, 考察在不同的意识状态下奖惩大小对大学生创造性问题解决的影响。实验结果发现, 在高强度的奖惩条件下比低强度的奖惩条件下能激励个体更多地通过顿悟来解决问题, 且不同强度的激励效果只在奖励条件下差异显著, 在惩罚条件下差异不显著。实验结果表明, 高强度的奖励可有效激励个体通过顿悟解决创造性问题。

## 关键词

创造性问题解决, 奖惩, 顿悟, 意识

# The Effects of Rewards and Punishments at Different Levels of Consciousness on Insight Problem Solving

Yitong Zeng, Yizhu Li\*

Department of Psychology, School of Education, Guangzhou University, Guangzhou Guangdong

Received: Feb. 25<sup>th</sup>, 2024; accepted: Mar. 28<sup>th</sup>, 2024; published: Apr. 9<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Creativity is critical to the development of both individuals and society, and among factors that influence creativity, rewards and punishments are important and external factors that cannot be ignored. A 2 (awareness: supraliminal, subliminal) × 2 (expected reward and punishment cue:

\*通讯作者。

high, low) × 2 (incentive: reward, punishment) three-way within-participants design was used. This study used the Chinese verbal compound remote-associated (CRA) task and the monetary reward paradigm to examine the effects of rewards and punishments of high and low levels on creative problem solving in different states of consciousness among college students. The experimental results found that individuals were more motivated to solve problems via insight in the high reward and punishment condition than in the low reward and punishment condition, and the effects of motivation in high and low levels were significantly different only in the reward condition and not in the punishment condition. The result showed that high reward can facilitate creative problem solving through insight.

## Keywords

Creative Problem Solving, Reward and Punishment, Insight, Consciousness

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

近年来,不同国家都把提升人们的创新精神和创造力水平放在重要地位,创造力对个体的生存和发展有着重要的作用。以往研究表明,众多外部因素都可以在一定程度上提高人们的创造力表现,而奖励作为一种常见的外部因素,对创造力的影响研究自然也是创造力研究的热点之一,但研究者们对外部奖励与创造性思维之间关系的说法无论是从理论层面还是在实证研究层面都存在不少争议,与此同时,惩罚与创造性思维的关系却较少人研究,也是值得进一步探讨的。因此探究不同意识水平条件下,奖惩对创造性问题解决的影响不仅对创造力的研究,特别是对动机的研究和创造力的评估具有重要意义,并且相关的理论研究也可以应用到更多的社会领域,如在教育领域中有助于家长和教师树立科学的奖惩观和教育观,为教育工作者、人力资源管理人员以及教育和培训人员提供了进一步的证据,以满足当代科技发展和人类实践中对创造力的日益增长的需求。

在理论层面,奖励对创造力的影响可以大致分为两种研究取向,支持认知取向的学者们认为,创造力比其他能力需要更多的内部动机驱动和更自由的外部环境支持(徐希铮等, 2012)。他们提出多个理论来解释奖励与创造力的关系:认知评价理论指出,奖励会降低个体从事任务的动机质量进而降低创造力(Deci & Ryan, 1985);过度合理假设则认为,奖励会使个体对自己从事创造性活动的理由对创造力本身转向奖励,使得内部动机下降进而对创造力产生消极影响(Lepper & Others, 1973);自我决定理论提出,奖励会使个体产生一种被控制感,从而削弱内部动机来影响创造力(Joussemet & Koestner, 1999)。而行为主义取向的研究者指出,奖励可以减少因付出努力而产生的厌恶感,恰当地操纵奖励,而不是不加区分地给予被试奖励能促进被试内部动机和创造力(徐希铮等, 2012)。而众多实证研究仍未统一外部奖励对创造力的影响是促进还是削弱。

### 1.1. 创造力的相关研究

创造力(creativity),也叫创造性,是一种提出或产生具有新颖性和切实性的并适合特定需要的工作成果的能力(Sternberg & Lubart, 1970)。Sternberg认为创造力不是一种纯粹的个人心智活动,同时也是一种社会心理现象,与个体所在的领域、社会文化等环境因素密切相关。创造性活动源自个体,但同时也受到来自外部环境的影响。

### 1.1.1. 创造性问题解决

根据创造性过程的特征, 创造力则包括知识激活、远距离联想、发散思维和顿悟能力的过程。其中, 顿悟是创造性思维的重要组成要素和主要形式, 顿悟问题解决的研究也逐渐受到众多研究学者的关注。顿悟主要是指通过观察, 了解情景的全局或实现目标途径的提示, 从而在主体内部建立相应的目标和手段之间的关系完形的过程(Metcalf, 1986)。目前常用于研究顿悟的问题有蜡烛问题、火柴棒问题、九点问题等经典的顿悟问题, 远距离联想测试等词语问题以及谜语问题。

### 1.1.2. 动机与创造力的关系研究

奖励和惩罚通过激发个体的动机从而对行为进行调节。指向创造本身的外部动机可促进创造力, 而指向创造结果或任务完成度则抑制创造力。薛贵等人(2001)则用三种连线任务、命名任务以及故事任务, 发现对于需要空间创造力、难度较低的连线任务, 内部动机和外部动机都有显著的贡献, 而对于需要言语创造力、难度较高的故事任务, 内部动机和外部动机的影响均不显著。然而在现实生活的创造力活动中除了内部/外部动机, 还可能涉及多种动机共同参与, 动机对创造力的影响也会因动机的种类不同和涉及不同创造力能力的任务而得出不一样的结果。

## 1.2. 奖惩的相关研究

外部奖励可分为物质奖励和口头奖励, 奖励的设置也能分为意外奖励和预期奖励, 预期奖励可分为签到奖、参加任务奖、完成任务奖和绩效奖等类别(冯竹青, 葛岩, 2014)。惩罚是一种针对个体某种特定行为施以痛苦刺激或剥夺需要, 以减少某种行为再次发生或制止某种行为与群体目标不一致的管理手段(Evans & Meyer, 1985)。

以往研究表明, 阈上奖励能促使个体作出努力程度的改变, 与奖励联结的刺激能够吸引注意资源, 在注意加工中获得优先性, 奖励强度的高低也决定了其对注意引导效应的大小。Gary 提到个体内部存在两种动机系统: 行为趋近系统(Behavior Approach System, BAS)和行为抑制系统(Behavior Inhibition System, BIS)。奖励条件引发积极情绪, 如高兴和兴奋, 这往往会激活 BAS 系统并产生趋近行为; 惩罚条件引发消极情绪, 如焦虑和恐惧, 这往往会激活 BIS 系统并产生回避行为(谷莉等, 2015)。奖励和惩罚所引发的动机机制是不同的。

除此之外, 研究者对于阈上和阈下金钱启动的问题也进行了大量的探索, 发现了无意识金钱启动也能对个体行为存在影响(Capa et al., 2013; Pessiglione et al., 2007)。Pessiglione 等人(2007)则首次使用金钱启动范式(monetary reward paradigm)来区分阈上和阈下奖励, 研究结果表明, 无论被试是否意识到奖励, 参与促进行为的动机过程在定性上是相似的。Capa 等人(2013)也发现了在需要意识参与的执行控制过程中, 阈上奖励和阈下奖励对高奖励回报的任务表现都要好于低奖励回报条件(Capa & Bouquet, 2018)。而最近研究表明, 在一个需要快速执行多次眼动的行为任务中, 阈下奖励增强了眼跳运动的频率和峰值速度, 而眼跳频率可能是潜意识激励眼球运动的最敏感的指标(Hinze et al., 2021)。如今, 越来越多的学者也发现了在潜意识下的金钱奖励对个体无论是在生理变化方面, 还是在认知控制下都能产生与阈上奖励相似的作用。

### 1.3. 奖惩与创造力的关系研究

研究发现获得奖励对提高人们生产力、判断准确性等的影响大于避免损失的影响(Xu & Hamari, 2022)。作为负面的外部激励, 惩罚具有高度的控制力, 它们所造成的压力增加了人们的紧张和恐惧(Byron et al., 2010), 导致避免问题的倾向(Leung et al., 2018)或功利目标导向, 这反过来阻碍了创造力(Deci et al., 1999)。近年来关于惩罚与创造力之间关系的研究较少, 其中 Xu 和 Hamari (2022)比较了游戏化、金钱奖励、惩罚和控制(即无激励)条件下对相同的创造力任务即替代用途测试的影响, 与金钱奖励相比, 游戏化

和惩罚在激励个体发挥创造力方面更有效, 根据监管焦点理论, 这可能是由于受东方文化影响的个体逃避惩罚的动机可能比获得奖励的动机更强(Xu & Hamari, 2022)。

关于奖励和创造力之间的关系争论从 20 世纪 60 年代开始, 就有了认知取向和行为主义取向两种研究取向(Deci et al., 1999)。近年来 Byron 和 Khazanchi (2012)对 60 项研究奖励 - 创造力关系研究进行了元分析, 结果表明, 当给予个体更多积极的、偶然的和以任务为中心的反馈, 并被提供更多的选择时, 基于创造力的奖励与创造性表现有更大的正相关。相反, 基于任务表现或完成度的奖励往往对创造性表现有轻微的负面影响。此外, 有研究者使用修改后的 TTCT 图像测验使用了不同的指导语来探究奖励与创造力的关系, 发现对原创的解决方案的奖励承诺并没有增加想法的原创性, 甚至还降低了想法的流畅性(Vol'f & Tarasova, 2014)。薛雨康等人(2017)探究不同类型的奖励对社会创造性过程的影响, 结果表明在社会创造性的发散思维阶段使用表现奖励, 并在社会创造性的聚合思维阶段使用参与奖励, 最终的社会创造性水平最高。

### 1.3.1. 预期奖励对创造性问题解决的影响

为探究预期奖励对创造性问题解决的影响, 申超男(2015)结合金钱激励延迟范式和字谜问题解决任务, 发现了预期奖励有助于顿悟问题解决, 然而当预期奖励的强度过高时, 预期奖励反而阻碍了顿悟问题的解决; 同时, 预期奖励作用的发生仅限于难度较小的任务, 对难度较大的任务几乎没有影响。因此, 预期奖赏对创造性问题解决的影响机制实际上是复杂的, 并非简单地促进或抑制。

### 1.3.2. 不同意识水平的奖励对创造性问题解决的影响

目前关于阈上奖励和阈下奖励对创造性问题解决的影响课题仍有许多探索空间, Cristofori 等人(2018)使用了不同强度的奖励(1 美分 vs. 25 美分)以及不同意识水平的奖励, 即奖励呈现 17 ms (阈下)或 100 ms (阈上), 采用复合远距离联想(compound remote-associated, CRA)任务来测量奖励对创造性问题解决的影响, 研究表明, 高强度的阈下奖励提高了问题解答率; 与低强度的阈下奖励和高强度的阈上奖励条件相比, 高强度的阈下奖励条件导致被试通过顿悟解决更多问题。由此推测, 阈下奖励激活了纹状体多巴胺系统, 增强了自动整合过程, 从而产生更多的有创造性的解决问题策略, 而没有增加可能阻碍顿悟的注意力选择性。而 Cui 等人(2021)则采用了相似的实验范式和电生理技术来拓展 Cristofori 等人(2018)的研究, 结果同样显示在阈下金钱奖励的激励下, 人们比阈上金钱奖励更容易解决 CRA 问题; 但在低奖励条件下, 人们更容易通过顿悟解决 CRA 问题, 这一结果便与前者的研究结果不一致。而该研究的电生理学结果提供了有力的证据, 证明了与阈上奖励相比, 阈下奖励可以通过降低注意选择性来促进创造性问题解决和顿悟率。

创造性表现是灵活和持续的加工的作用(Boot et al., 2017; De Dreu et al., 2008), De Dreu 等人(2008)提出创造力的双通道模型, 认为创造性认知过程依赖于灵活性和坚持性两种通路, 坚持性通路指的是个体可以深入的思考; 灵活性通路指的是个体可以有更广阔思考空间, 并且可以灵活地转换思维方式。个体和外界的因素都可以通过这两个通路来影响创造力。而 Boot 等人(2017)认为中等(但不是低水平或高水平)的纹状体多巴胺通过促进灵活的过程而有利于创造性认知, 而中等(但不是低或高)的前额叶多巴胺水平可以持续驱动创造力。多巴胺是创造性的重要生理基础, 多巴胺环路决定了创造性相关的主要脑区, 即决定了创造性的神经结构基础。创造性想法或作品的产生不是由单一的认知过程或单一的脑区决定的, 而是由涉及很多脑区的脑网络所支持的多种认知加工所决定的, 而多巴胺在这个复杂的作用机制中起到了重要的作用(李心怡等, 2021)。不仅如此, 多巴胺在强化、激励接近行为和运动活动、激励学习、甚至睡眠 - 觉醒调节方面有不同的影响, 奖惩也会触发阶段性的多巴胺神经元活动。因此在奖惩对创造力的影响机制中, 多巴胺有可能在其中起到了至关重要的作用。

## 1.4. 研究问题与假设

综上, 以往研究主要探讨了奖励对创造性问题解决的影响, 但存在争议, 而惩罚是否影响创造性问

题解决仍知之甚少。本研究通过汉字复合远距离联想任务(CRA), 考察在不同的意识状态下高低强度的奖惩对大学生创造性问题解决的影响。基于前面综述, 我们首先假设惩罚比奖励在激励创造性问题解决上更为有效(Xu & Hamari, 2022); 第二, 比起在阈上金钱奖励和惩罚的激励下, 人们在阈下金钱奖励和惩罚的激励下更容易解决 CRA 问题并更多地通过顿悟来解决(Cristofori et al., 2018; Cui et al., 2021); 比起在低强度的金钱奖励和惩罚的激励下, 人们在高强度的金钱奖励和惩罚的激励下更容易解决 CRA 问题并更多地通过顿悟来解决(Cristofori et al., 2018); 第三, 与低强度的阈下奖励和高强度的阈上奖励条件相比, 高强度的阈下奖励条件会激励被试解决更多的 CRA 问题并更多地通过顿悟来解决(Cristofori et al., 2018; Cui et al., 2021), 而惩罚比奖励的这一激励效果要更强(Xu & Hamari, 2022)。

## 2. 实验方法

### 2.1. 实验设计

采用 2(意识水平: 阈上、阈下) × 2(预期奖惩线索: 高、低) × 2(效价: 奖励、惩罚)三因素被试内设计, 通过汉字复合远距离联想任务和金钱启动范式, 以意识水平、强度、效价作为自变量, 以题目的解答率、反应时和顿悟率作为因变量。

### 2.2. 被试

广州大学 48 名在校大学生参与了本次实验, 2 名被试的数据因未按实验要求作答而剔除, 3 名被试的数据因之前参加过类似实验而剔除, 1 名被试的数据因在阈下条件报告能看清硬币而剔除。有效被试 42 名(男 21 人, 女 21 人, 平均年龄 20.44 岁, SD = 1.45)。被试视力正常或矫正视力正常, 无脑损伤或精神病史。所有被试自愿参加本实验, 实验结束后获得基于实验表现的报酬。

### 2.3. 实验材料

采用 128 个汉字复合远距离联想题目, 选自杜秀敏(2012)以及吴清麟等人(2017)的 CRA 材料库, 其中 8 个问题用于练习阶段。每个题目均呈现给被试三个汉字线索字(例如: “睛”、“眨”、“泪”), 目标字和前面三个线索字都可以组成一个合法的汉字双字词。例如“眼”字可以和三个线索字组成“眼睛”、“眨眼”、“眼泪”三个合法的汉字双字词, 因此该题的正确答案是“眼”。目标字可能是双字词中的第一个字, 也可能是接在线索字之后而形成的双字词。每个题目只有一个答案。

### 2.4. 实验仪器

实验程序使用 E-Prime 2.0 软件编写。实验设备采用分辨率为 1280 × 1024, 刷新率为 60 Hz 的多媒体计算机。使用 SPSS 26.0 软件进行数据处理与分析。

### 2.5. 实验程序

实验开始前呈现实验流程以及顿悟式和分析式解决方法的定义(如: 顿悟式的问题解决是指答案突然出现在您的脑海, 有种茅塞顿开的感觉, 您也说不清楚是如何想到答案的, 像灯泡突然亮起; 分析式的问题解决是指有意识地尝试不同的字, 答案来自您的深思熟虑, 您能报告出想到答案的每一个步骤, 像灯逐步亮起来(Bowden & Jungbeeman, 2007; 张心如等, 2019), 之后先进行奖励条件和惩罚条件各 4 个试次的练习阶段。若被试没有疑问便进行正式实验, 正式实验由两个 block 组成, 每个 block 有 60 个试次, 且两个 block 的顺序在被试间进行顺序平衡, 即一半被试先进行奖励条件的任务, 后进行惩罚条件的任务, 另一半被试先进行惩罚条件的任务, 后进行奖励条件的任务。两个 block 中间有一次休息。

具体来说(见图 1), 首先, 先呈现 500 ms 的注视点, 接着呈现两个 200 ms 的掩蔽图形, 在掩蔽图形之间呈现一元或一角的硬币刺激(7 ms 或 200 ms), 被试被告知硬币有时很难察觉。根据 Pessiglione 等人 (2007) 的研究, 一半的试次是在阈上状态下展示硬币(200 ms), 另一半是在阈下状态下展示硬币(17 ms), 由于电脑的刷新率问题, 在 E-prime 软件中会造成一定的时间延迟, 因此阈下状态的时间设置为 7 ms。

接着, 三个汉字线索字同时出现在屏幕上, 被试有 30 秒的时间来解决问题, 一想到答案就被要求按下回车键。在弹出的文本输入框中写出想到的答案后, 显示正确答案, 并判断自己的回答是否正确, 正确按 1 键, 错误按 2 键, 若正确即报告想到问题答案的方式: 顿悟式按 1 键, 分析式按 2 键, 然后给予“恭喜你, 你获得了 1 元/1 角”(“恭喜你, 你答对了”)的反馈, 若回答错误或者在时间限制 30 s 结束后, 呈现“很抱歉, 无法赢钱”(“很抱歉, 你输了 1 元/1 角”), 最后有一个 600~1000 ms 的随机空屏。被试被告知, 在报告他解答方式时, 不存在最佳的问题解决方式或正确/错误的回答。所有按键在被试间进行平衡。该实验基础报酬为 15 元, 在实验结束时, 被试得到了基本报酬 ± 在任务中获得/扣除的钱。在实验后询问被试是否能分清阈下条件的硬币。

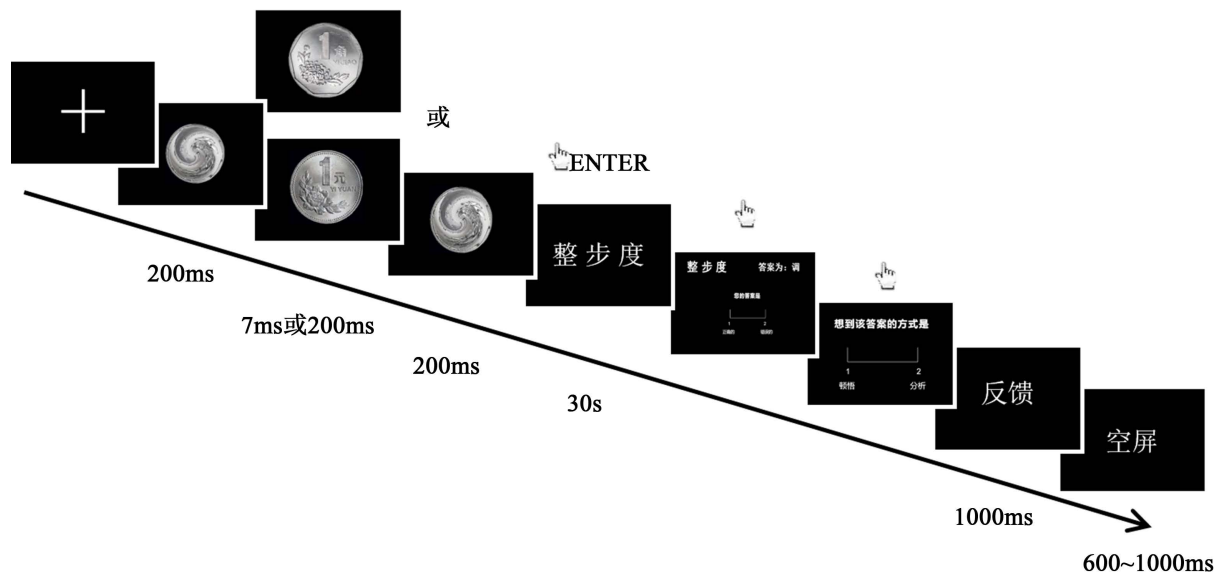


Figure 1. Flow chart of the experiment

图 1. 正式实验流程图

### 3. 实验结果

#### 3.1. 正确率

已成功解决的 CRA 问题是 45.56% ( $SD = 5.77\%$ )。不同意识水平下, 高低奖惩对被试 CRA 问题的正确率结果, 如表 1 所示。

Table 1. Accuracy rate of CRA problem under different conditions ( $M \pm SD, \%$ )

表 1. 不同条件下 CRA 问题正确率( $M \pm SD, \%$ )

意识水平	高奖励	低奖励	高惩罚	低惩罚
阈上	47.02 ± 12.68	44.00 ± 16.94	44.91 ± 13.45	45.11 ± 12.72
阈下	45.23 ± 14.18	47.53 ± 13.96	44.84 ± 14.84	45.85 ± 13.63

对表 1 数据进行 2 (意识水平: 阈上、阈下)  $\times$  2 (预期奖惩线索: 高、低)  $\times$  2 (效价: 奖励、惩罚) 的重复测量方差分析。结果表明, 2 (意识水平: 阈上、阈下)  $\times$  2 (预期奖惩线索: 高、低)  $\times$  2 (效价: 奖励、惩罚) 在正确率上主效应、交互作用均不显著,  $ps > 0.05$ 。未正确解决的问题在后来的分析中剔除。

### 3.2. 反应时

正确解决远距离联想任务的平均反应时为 8.07 s ( $SD = 1.55$ )。在已正确解决的题目中存在报告顿悟式和分析式两种解答情况, 为探讨采取不同解决方案的反应时间是否有差异, 对采用顿悟式和分析式解决题目所用时间做配对样本 T 检验。结果显示采用分析式解题的平均反应时 ( $M = 10.94$  s,  $SD = 3.17$ ) 显著长于采用顿悟解题的平均反应时 ( $M = 7.67$  s,  $SD = 4.22$ ),  $t(41) = 3.58$ ,  $p = 0.001$ 。不同意识水平下, 高低奖惩对被试已正确解决 CRA 问题的反应时结果, 如表 2 所示。

**Table 2.** Response time of CRA problem under different conditions ( $M \pm SD$ , %)

**表 2.** 不同条件下 CRA 问题反应时 ( $M \pm SD$ , %)

意识水平	高奖励	低奖励	高惩罚	低惩罚
阈上	8.30 $\pm$ 2.94	7.98 $\pm$ 2.34	7.76 $\pm$ 2.50	8.31 $\pm$ 2.71
阈下	7.99 $\pm$ 2.41	8.00 $\pm$ 2.75	8.15 $\pm$ 3.53	8.04 $\pm$ 2.72

对表 2 数据进行 2 (意识水平: 阈上、阈下)  $\times$  2 (预期奖惩线索: 高、低)  $\times$  2 (效价: 奖励、惩罚) 的重复测量方差分析。结果表明, 2 (意识水平: 阈上、阈下)  $\times$  2 (预期奖惩线索: 高、低)  $\times$  2 (效价: 奖励、惩罚) 在反应时上主效应、交互作用均不显著,  $ps > 0.05$ 。

### 3.3. 远距离联想任务的顿悟率

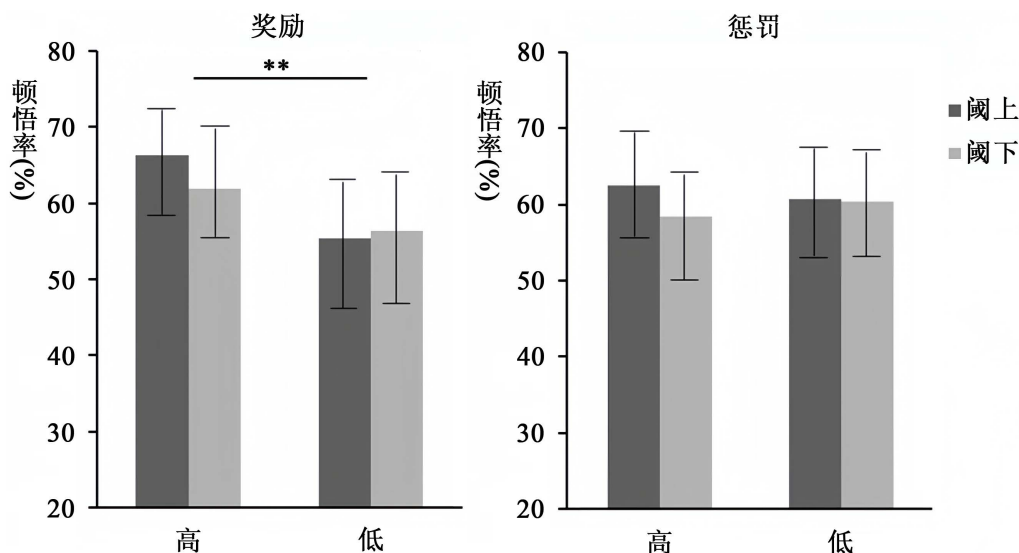
在正确解决 CRA 题目中有 59.84% 是通过顿悟来解决的 ( $SD = 21.50\%$ ), 有 40.16% 是通过分析来解决的 ( $SD = 21.50\%$ )。不同意识水平下, 高低奖惩对被试正确解决 CRA 问题的顿悟率结果, 如表 3 所示。

**Table 3.** Insight rate of CRA problem under different conditions ( $M \pm SD$ , %)

**表 3.** 不同条件下 CRA 问题顿悟率 ( $M \pm SD$ , %)

意识水平	高奖励	低奖励	高惩罚	低惩罚
阈上	66.29 $\pm$ 27.00	55.43 $\pm$ 30.03	62.32 $\pm$ 22.95	60.56 $\pm$ 23.81
阈下	61.99 $\pm$ 27.79	56.41 $\pm$ 27.20	58.29 $\pm$ 31.39	60.21 $\pm$ 28.10

对表 3 数据进行 2 (意识水平: 阈上、阈下)  $\times$  2 (预期奖惩线索: 高、低)  $\times$  2 (效价: 奖励、惩罚) 的重复测量方差分析。结果表明, 预期奖惩线索的主效应显著,  $F(1, 41) = 5.56$ ,  $p = 0.023$ ,  $\eta_p^2 = 0.119$ , 被试在高强度的奖惩条件下比低强度的奖惩条件下更多地通过顿悟来解决问题, 效价与预期奖惩线索的交互作用显著,  $F(1, 41) = 5.30$ ,  $p = 0.027$ ,  $\eta_p^2 = 0.114$ 。简单效应检验发现, 奖励条件下, 被试在高强度的奖励条件下比低强度的奖励条件下更多地通过顿悟来解决问题,  $F(1, 41) = 11.30$ ,  $p = 0.002$ ,  $\eta_p^2 = 0.216$ ; 而在惩罚条件下, 被试在不同强度条件下正确解决问题的顿悟率没有显著差异,  $F(1, 41) = 0.001$ ,  $p > 0.05$  (见图 2)。其余主效应、交互作用均不显著,  $ps > 0.05$ 。



**Figure 2.** The insight rate of problem solving under different intensities of reward and punishment  
**图 2.** 不同强度的奖惩条件下解决问题的顿悟率

#### 4. 讨论

本研究在 CRA 任务的框架下, 采用被试内设计来考察在不同的意识状态下高低强度的奖惩对创造性问题解决的影响。实验结果表明在高强度的奖惩条件能激励个体更多地通过顿悟来解决问题, 主要由于奖励条件下的激励效果(图 2), 这与之前的研究(Cristofori et al., 2018)一致, 部分验证了本研究假设。这可能是由于高强度的奖励诱导了更高的唤醒状态和多巴胺水平(Friedman & Förster, 2008)。在反应时上, 顿悟式解决方案比分析式解决方案更快, 这一结果验证了以往的发现(Oh et al., 2020)。

本研究结果发现, 在 CRA 问题的解答率和反应时上都没有发现效价、意识水平和预期奖惩线索的主效应与交互效应, 这一结果没能证实前人研究, 与本实验假设不符。对于不同的意识状态下, 在 Cristofori et al. (2018)的研究中发现被试在阈下奖励下通过顿悟解决的问题比在阈上奖励下解决的问题更多。而在本研究中, 没有发现阈下奖惩与阈上奖惩对正确解决 CRA 问题的正确率及其顿悟率的影响有显著差异, 可能是因为阈下状态容易受到连续介质的影响, 具体取决于掩蔽的特性、自上而下的注意和任务指导语的影响(Dehaene et al., 2006), 而在本研究中所使用的实验仪器的刷新率与 E-Prime 软件的特点可能导致硬币图片呈现时间并非与设想一样。并且在动机层面上, Pessiglione 等人(2007)也发现无论被试能否意识到奖励的利害关系, 涉及促进行为的动机过程在性质上是相似的, 因此对于阈上和阈下状态的奖惩对促进创造性问题解决的动机的影响可能是相似的。此外, Capa 和 Bouquet (2018)发现了奖励敏感性(BAS)的个体差异调节了有意识和无意识的奖励对执行表现的独特影响, 而在中等奖励敏感性组中阈下和阈上条件下的奖励效果相似, 表明中等 BAS 组的被试对阈上和阈下奖励采用了相似的任务投入程度, 而这个被试样本可能是最常被研究的样本, 在本研究的被试中大多数可能也属于该群体。

在不同的强度条件下, 也有研究发现不同强度的金钱奖励对创造力没有显著影响(Xu & Hamari, 2022), 这在 Cui 等人(2021)的研究中也同样发现对 CRA 问题的正确率和反应时的影响没有显著差异, 这可能是因为受到了创造性问题的难度影响, 申超男(2015)指出在高难度的字谜上, 高强度和低强度的预期奖励条件之间的差异并不显著, 预期奖励对顿悟性问题解决的影响因任务的难度不同而不同, 当任务的难度较大时, 预期奖励的影响微乎其微。在低难度的创造性问题解决中, 解决者比较容易突破思维定势, 赋予较多意志努力的意识思维更善于解决简单任务(Dijksterhuis & Meurs, 2006), 当个体处于高强度的预



期奖赏条件下时, 个体的激励性动机很高, 调用更多的认知资源, 进入更好的准备状态, 并更加投入到任务中去, 促进对目标的加工。在高难度的创造性问题解决中, 解决者会面临僵局思维而且较难突破, 当预期奖赏的强度较高时, 个体因高唤醒度易处于高度焦虑和紧张状态, 使得注意范围变窄(Friedman & Förster, 2008), 无法正常的加工信息, 从而降低了其问题解决表现。而在本研究中所用的汉字复合远距离联想任务的问题难度可能偏高, 导致了高强度的预期奖励并没有相应地促进创造性问题更好地解决。也可能是由于 1 元硬币和 1 角硬币对于被试心目中的感知价值没有显著差异, 不能相应地引起对创造性问题解决的激励作用的差异。

此外, 在惩罚条件下, 不同意识状态和强度对创造性问题解决的影响差异不显著, 且惩罚并没有如假设般比奖励更能激发创造力。这一发现反映了内部、外部、积极和消极激励对创造力的影响不能简单地进行加权比较, 其原因可能很复杂(Tornqvist & Tichon, 2021)。从控制水平的角度来看, 惩罚作为较高的控制水平, 并没有比奖励作为较低的控制水平更能激发创造力。而且不同形式的惩罚在其控制程度上有所不同, 体罚和言语虐待等压制性惩罚对创造力的影响不同于扣钱、扣分等逻辑惩罚的影响(Malik et al., 2021)。与此同时, 低频惩罚在促进创造力方面比高频惩罚更有效(Acar et al., 2018)。本实验中的惩罚设计为多次施加, 那么惩罚在激发创造力方面可能仍不如奖励有效(Xu & Hamari, 2022)。

而 CRA 问题的解答率、反应时和顿悟率的结果趋势不一致反映了不同意识状态和强度的奖惩对于成功解决 CRA 问题的促进作用没有差异, 但却对其中的顿悟过程却有一定的影响, 可能是因为 CRA 测试作为聚合思维测试具有开放式的问题和封闭式的回答选项的模式, 每道题目只有一个正确答案, 而顿悟的过程更类似于发散思维(灵活性), 而不是分析性搜索(Zhang et al., 2020)。根据 De Dreu 等人(2008)的双通道模型, 灵活性需要在不同的和遥远的联想之间切换, 以找到更好的想法或问题解决, 而坚持性则需要专注于手头的任务, 以找到最终的问题解决。因此这一结果反映了不同意识状态和强度的奖惩对于聚合性的创造性思维的激励作用不明显, 而对发散性的创造性思维有更强的激励作用。还有可能是因为顿悟其实是一种内在的奖励体验, 可能是一种强化探索、问题解决和创造性认知的进化适应性机制的表现(Oh et al., 2020)。而这种机制则可能会影响到有顿悟发生的创造性任务的内在动机, 因此在本研究中顿悟式的解决方案比分析式解决方案来得更快, 且当个体在外部金钱的激励以及内部的主观体验的共同作用下, 有顿悟发生的创造性问题解决的任务表现便会出现不同结果。

## 5. 结论

本研究表明, 在高强度的奖惩条件下比低强度的奖惩条件下能激励个体更多地通过顿悟来解决问题, 并且在奖励条件下, 被试在高强度的奖励条件下比低强度的奖励条件下更多地通过顿悟来解决问题; 而在惩罚条件下, 被试在不同强度条件下正确解决问题的顿悟率没有显著差异。

## 参考文献

- 冯竹青, 葛岩(2014). 物质奖励对内在动机的侵蚀效应. *心理科学进展*, 22(4), 685-692.  
<https://doi.org/10.3724/sp.j.1042.2014.00685>
- 谷莉, 白学军, 王芹(2015). 奖惩对行为抑制及程序阶段中自主生理反应的影响. *心理学报*, 47(1), 39-49.  
<https://doi.org/10.3724/sp.j.1041.2015.00039>
- 李心怡, 李孟泽, 陈群林, 邱江(2021). 多巴胺对创造性的影响及其大脑机制研究进展. *科学通报*, 66(18), 2319-2327.  
<https://doi.org/10.1360/tb-2020-0816>
- 申超男(2015). *预期奖赏对字谜问题解决的影响机制研究*. 硕士学位论文, 西安: 陕西师范大学.
- 徐希铮, 张景焕, 刘桂荣, 李鹰(2012). 奖励对创造力的影响及其机制. *心理科学进展*, 20(9), 1419-1425.  
<https://doi.org/10.3724/SP.J.1042.2012.01419>

- 薛贵, 董奇, 周龙飞, 张华, 陈传生(2001). 内部动机、外部动机与创造力的关系研究. *心理发展与教育*, 17(1), 6-11. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-4918.2001.01.002>
- 薛雨康, 沐小琳, 王芳, 谷传华(2017). 不同类型奖励对本科生社会创造性过程的影响. *中国特殊教育*, (9), 69-75. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-3728.2017.09.011>
- 张心如, 王伟, 段海军, 赵洋洋, 阚越粹, 胡卫平(2019). 工作记忆对顿悟和分析型问题解决的影响. *心理科学*, 42(4), 777-783. <https://doi.org/10.16719/j.cnki.1671-6981.20190402>
- Acar, O. A., Tarakci, M., & van Knippenberg, D. (2018). Creativity and Innovation under Constraints: A Cross-Disciplinary Integrative Review. *Journal of Management*, 45, 96-121. <https://doi.org/10.1177/0149206318805832>
- Boot, N., Baas, M., van Gaal, S., Cools, R., & De Dreu, C. K. W. (2017). Creative Cognition and Dopaminergic Modulation of Fronto-Striatal Networks: Integrative Review and Research Agenda. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 78, 13-23. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.04.007>
- Bowden, E., & Jungbeeman, M. (2007). Methods for Investigating the Neural Components of Insight. *Methods*, 42, 87-99. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2006.11.007>
- Byron, K., & Khazanchi, S. (2012). Rewards and Creative Performance: A Meta-Analytic Test of Theoretically Derived Hypotheses. *Psychological Bulletin*, 138, 809-830. <https://doi.org/10.1037/a0027652>
- Byron, K., Khazanchi, S., & Nazarian, D. (2010). The Relationship between Stressors and Creativity: A Meta-Analysis Examining Competing Theoretical Models. *Journal of Applied Psychology*, 95, 201-212. <https://doi.org/10.1037/a0017868>
- Capa, R. L., & Bouquet, C. A. (2018). Individual Differences in Reward Sensitivity Modulate the Distinctive Effects of Conscious and Unconscious Rewards on Executive Performance. *Frontiers in Psychology*, 9, Article 148. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00148>
- Capa, R. L., Bouquet, C. A., Dreher, J. C., & Dufour, A. (2013). Long-Lasting Effects of Performance-Contingent Unconscious and Conscious Reward Incentives during Cued Task-Switching. *Cortex*, 49, 1943-1954. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.05.018>
- Cristofori, I., Salvi, C., Beeman, M., & Grafman, J. (2018). The Effects of Expected Reward on Creative Problem Solving. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 18, 925-931. <https://doi.org/10.3758/s13415-018-0613-5>
- Cui, C., Wang, K., Long, Y., & Jiang, Y. (2021). Differential Modulation of Creative Problem Solving by Monetary Rewards: Electrophysiological Evidence. *Current Psychology*, 42, 2335-2349. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-02054-2>
- De Dreu, C. K. W., Baas, M., & Nijstad, B. A. (2008). Hedonic Tone and Activation Level in the Mood-Creativity Link: Toward a Dual Pathway to Creativity Model. *Journal of Personality & Social Psychology*, 94, 739-756. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.94.5.739>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. Plenum. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7>
- Deci, E., Koestner, R., & Ryan, R. (1999). A Meta-Analytic Review of Experiments Examining the Effect of Extrinsic Rewards on Intrinsic Motivation. *Psychological Bulletin*, 125, 627-668. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.125.6.627>
- Dehaene, S., Changeux, J. P., Naccache, L., Sackur, J., & Sergent, C. (2006). Conscious, Preconscious, and Subliminal Processing: A Testable Taxonomy. *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 204-211. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.03.007>
- Dijksterhuis, A., & Meurs, T. (2006). Where Creativity Resides: The Generative Power of Unconscious Thought. *Consciousness and Cognition*, 15, 135-146. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2005.04.007>
- Evans, I. M., & Meyer, L. H. (1985). *An Educative Approach to Behavior Problems. A Practical Decision Model for Interventions with Severely Handicapped Learners*. Paul H. Brookes.
- Friedman, R. S., & Förster, J. (2008). Activation and Measurement of Motivational States. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of Approach and Avoidance Motivation* (pp. 235-248). Psychology Press.
- Hinze, V. K., Uslu, O., Antono, J. E., Wilke, M., & Pooresmaeili, A. (2021). The Effect of Subliminal Incentives on Goal-Directed Eye Movements. *Journal of Neurophysiology*, 126, 2014-2026. <https://doi.org/10.1152/jn.00414.2021>
- Joussemet, M., & Koestner, R. (1999). Effect of Expected Rewards on Children's Creativity. *Creativity Research Journal*, 12, 231-239. [https://doi.org/10.1207/s15326934crj1204\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326934crj1204_1)
- Lepper, M. R., & Others, A. (1973). Undermining Children's Intrinsic Interest with Extrinsic Reward: A Test of the "Over-justification" Hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 28, 129-137. <https://doi.org/10.1037/h0035519>
- Leung, A. K. Y., Liou, S., Tsai, M. H., & Koh, B. (2018). Mood-creativity Relationship in Groups: The Role of Equality in Idea Contribution in Temporal Mood Effects. *The Journal of Creative Behavior*, 54, 165-183. <https://doi.org/10.1002/jocb.353>
- Malik, A. R., Syafurrohman, S. U., Marzuki, M., & Indrawati, I. (2021). Investigating the Effect of Reward and Punishment on the Student's Learning Achievement and Discipline. *Linguistic, English Education and Art (LEEA) Journal*, 4, 337-350.

---

<https://doi.org/10.31539/leea.v4i2.1860>

- Metcalfe, J. (1986). Premonitions of Insight Predict Impending Error. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory & Cognition*, 12, 623-634. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.12.4.623>
- Oh, Y., Chesebrough, C., Erickson, B., Zhang, F., & Kounios, J. (2020). An Insight-Related Neural Reward Signal. *Neuroimage*, 214, Article ID: 116757. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116757>
- Pessiglione, M., Schmidt, L., Draganski, B., Kalisch, R., Lau, H., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2007). How the Brain Translates Money into Force: A Neuroimaging Study of Subliminal Motivation. *Science*, 316, 904-906. <https://doi.org/10.1126/science.1140459>
- Sternberg, R., & Lubart, T. (1970). An Investment Theory of Creativity and Its Development. *Human Development*, 34, 1-31. <https://doi.org/10.1159/000277029>
- Tornqvist, D., & Tichon, J. (2021). Motivated to Lose? Evaluating Challenge and Player Motivations in Games. *Behaviour & Information Technology*, 40, 63-84. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2019.1672789>
- Vol'f, N. V., & Tarasova, I. V. (2014). Electrophysiological Parameters and the Possibility of Increasing Imaginal Creativity Using Monetary Rewards. *Neuroscience & Behavioral Physiology*, 44, 268-276. <https://doi.org/10.1007/s11055-014-9906-5>
- Xu, H., & Hamari, J. (2022). How to Improve Creativity: A Study of Gamification, Money, and Punishment. *Behaviour & Information Technology*, 42, 2545-2559. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2133634>
- Zhang, W., Sjoerds, Z., & Hommel, B. (2020). Metacontrol of Human Creativity: The Neurocognitive Mechanisms of Convergent and Divergent Thinking. *Neuroimage*, 210, Article ID: 116572. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116572>